החברה הגיאולוגית הישראלית

Israel Geological Society

ANNUAL MEETING, 1989

2-5 APRIL **RAMOT** 1989

ANNUAL MEETING, 1989

2-5 APRIL **RAMOT** 1989

CONTENTS

Page

Almogi-Labin, A., Bein, A., Sass, E. - Paleooceanography and paleoecology of organic-rich Cretaceous carbonates deposited along the southern Tethys. 1

Amiel, Y., Reches, Z. - Televiewer logging in Israel - Preliminary results. 2

Arad, V. - The bibliography of Middle East geology. 3

Avni, Y. - Stages in the evolution of the landscape in the western part of the Ramon structure. 5

Avni, Y. - Senonian erosional events and their importance to the development of the western Ramon structure. 7

Baer, G. - The state of stress associated with the radial dike system, Ramon, Israel. 8

Baer, G., Bartov, Y., Garfunkel, Z. and Reches, Z. - Igneous intrusions, tectonic activity and structural development during the Early Cretaceous in the Ramon area, southern Israel. 10

Bahat, D. - Jointing in Israeli carbonates. 12

Bartov, Y., Rotstein, Y. - Sadot fault - a significant geological and geophysical boundary in the Middle East. 15

Begin, Z.B. - Detectability of tectonic activity through changes in the planform of alluvial streams. 16

Bein, A., Almogi-Labin, A., Sass, E. - Sulfur sinks and organic carbon relationships in organic-rich Cretaceous carbonates: A means for evaluation of oxygen-poor depositional environments. 17

Bein, A., Nielsen, H. - Sulfur diagenesis in freshwater lignites (Hula basin, Israel): implication for S-C relationnships in organic sediments. 18

Ben-Avraham, Z. - Geophysical studies of Lake Kinneret. 19

Ben-Avraham, Z., Amit, G., Golan, A., Ram, E., Kost, Y., Begin, Z.B. - The Bathymetry of Lake Kinneret. 20

Bonne, J., Gilad, D. - The snow of Mt. Hermon and its contribution to the Jordan River sources. 21

Bosche, A., Bayer, R., Schlosser, P., Sano, Y., Wakita, H., Mazor, E. - Mantle helium detected in oil and gas reservoirs of Israel. 22

Bowman, D. - Climatically-triggered, lacustrine Gilbert-type fan deltas in the Dead Sea area. 25

Braun, M., Rosenthal, E. - Use of high resolution reflection measurements to outline the hydrogeological model of the Bet Shean Valley. 26

Brenner, I.B. - Geochemistry of Cenozoic alkali olivine basalts from northern Israel and the Golan - petrogenetic implications. 28

Brenner, I.B. - Geochemistry of Cenozoic alkali basalts from northern Israel and the Golan - stratigraphic implications of discriminant analysis. 29

Bruner, I., Eyal, Y. - Relations between macrostructures by shallow high resolution seismic lines and mesostructural data from the Shivta area. 30

Bruner, I., Shtivelman, A., Beck, A., Levy, E., Frieslander, U., Dekel, A., Levy, Y. - Feasibility study of seismic

methods for mapping of the shallow subsurface in the Zohar field. 32
Cohen, Z. - Results of Oil Exploration (Investments) Limited basin study and its effect on future exploration of oil and gas in Israel. 34
Ecker, A. - Saline groundwater in the Shefela synclinorium, Israel. 36
Eshet, Y. - The acritarch and fungi spike at the Permian-Triassic transition and their significance in the understanding of global ecologic catastrophies. 38
Feinstein, S., Brooks, P.W., Goodarzi, F., Kirste, D.M., Aizenshtat, Z., Slager, J. - Petrological and geochemical characterization of hydrogen-rich coaly matter in the Agur 1 drillhole, Negev, Israel. 40
Flexer, A., Cohen, Z., Kaptsan, V. - Graben and horst block pattern in the subsurface of Israel. 41
Ganor, J., Matthews, A. - Involvement of fluids in regional metamorphism: a preliminary study of carbonate isotope compositional profiles on Sifnos (Cyclades, Greece). 43
Garfunkel, Z. - The Dead Sea Transform in northern Israel - an overview. 45
Gavrieli, I., Matthews, A., Bar-Matthews, M. - Ionic hydrothermal reactions of garnets. I: The reaction of grossular with MgCl2 solutions. 46
Gelbermann, E., Grossowicz, Y. - Jurassic isopach in the northern Negev, Judea foothills and southern coastal plain. . 47
Gilat, A., Nathan, Y. - Y, La, Ce, Eu and Yb distribution during epigenetic processes in the Judean Desert. 48
Gill, D., Shomrony, Y., Fligelman, H. - Quantitative zonation of manifold petrophysical well logs by a multivariate clustering procedure. 50
Ginat, H. - Stages of development of Uvda Valley's landscape. . 52
Ginat, H. - Dunes in the north part of Uvda Valley. 54
Ginzburg, D. - Lake Kinneret in Jewish traditional literature. 55
Goldman, M., Bartov, Y., Steinitz, G., Ronen, A. - Electrical conductivity of rock units in Israel. 57
Hall, J.K., Cleave, R. - The DTM (Digital Terrain Map) project and the Historical Productions SPOT/LANDSAT 5 satellite atlas of Israel. 58
Harlavan, Y., Steinitz, G., Starinsky, A. - Neomorphic micas in Paleozoic strata, Timna. 60
Hartmann, D. - Sorting processes along the shore as indicated by grain-size populations. 62
Hartmann, D. - The hyperbolic distribution and the hyperbolic shape triangle: new statistical tools for the geologist. 64
Heimann, A. - The history of the Dead Sea Rift in northern Israel in the Pliocene and the Pleistocene. 66
Heimann, A., Eyal, Y., Eyal, M. - Barahta Rhomb Graben - Mt. Hermon - an example of extension in a compression region. 69
Heimann, A., Ron, H. - The stratigraphy and deformation of the Korazim block: geochronologic and paleomagnetic evidence. ... 71
Heimann, A., Steinitz, G. - Fault systems in the southwestern Hula Valley and the eastern slopes of the Galilee - dating and tectonic implications. 73
Hirsch, F. - Evolution of the Tethys during the Jurassic

versus global sea level changes. 76
Hofstetter, A., van Eck, T., Ron, H. - Tectonic setting of the Mt. Carmel, Israel. 77
Ilani, S., Rosenthal, E., Kronfeld, J., Flexer, A. - Epigenetic dolomitization and iron mineralization along faults and their possible relation to the paleohydrology of southern Israel. 78
Inbar, M. - Geomorphology and hydrological regime of basaltic mountain streams. 80
Inbar, M., Even-Nir, M. - Bedload transport in the upper Jordan River. 81
Issar, A., Wakshal, E., Geyh, M., Wolff, M. - Climatic changes during the Holocene derived from isotopic data from speleothems and lake deposits in the Galilee. 82
Itamar, A. - Precambrian felsic volcanism in the Ardini area (southeastern Sinai). 83
Itamar, A., Baer, G., Halicz, L. - Contact metamorphic effects and hydrothermal alteration in limestones of Makhtesh Ramon, Central Negev, Israel. 85
Itamar, A., Shirav, M., Halicz, L., Segev, A. - Mineralization and dispersion of metals - Gesher gypsum quarry area. 86
Kaptsan, V., Cohen, Z., Flexer, A. - Vertical block movements and regional tilts in the Mesozoic and their effect on the hydrocarbons in Israel. 88
Lang, B., Halicz., Shirav, M., Zilber, A. - Anorthoclase megacrysts in Odem Scoria, Golan Heights. 90
Lang, B., Shirav, M., Halicz, L. - Strongly alkaline Pliocene volcanics on Golan Heights. 92
Lipson-Benitah, S., Flexer, A., Rosenfeld, A., Honigstein, A., Conway, B., Erez, Z. - Cenomanian-Turonian dysoxic sedimentation in Israel. 94
Loewenthal, D. - Dual field theory in layered earth. 96
Mart, Y. - The tectonics of the Seychelles region and the terminal Cretaceous event. 97
Martinotti, G.M. - Remarks on stratigraphic correlation. 99
Matthews-Bar, M., Ayalon, A., Matthews, A. - Geochemical controls of speleothem formation. 100
May, P.R. - Low-angle overthrusting of Mount Hermon: A working hypothesis. 102
May, P.R., Shulman, H. - Oil exploration in the Golan Heights. 103
Mazor, E., Orion, N. - Another branch of economic geology: science based tourism. 104
Michelson, H., Butbul, M., Mercado, A. - A primary survey for preventing events of contamination of potable water, hydrogeological criteria and a preliminary evaluation of contamination risks in dolomite-limestone wells. 106
Minster, T., Nathan, Y., Flexer, A., Raveh, A. - Carbon and sulfur relationships in Senonian organic-rich rocks from Israel as indicators of environments of deposition. 108
Mor, D., Schulman, N., Gvirtzman, G., Steinitz, G. - K-Ar ages of the volcanism, southwestern Syria (the "Muvla'at" region). 110
Nathan, Y., Soudry, D., Avigour, A. - Geological significance of carbonate substitution in apatites: Israeli phosphorites as an example. 113
Nativ, R. - A supplementary method for screening fluids

sampled from deep aquifers. 114
Nur, A., Ron, H., Tal, D. - Earthquake parameters inferred from archaeological evidence. 116
Omar, G.I., Kohn, B.P., Steckler, M.S., Buck, W.R. - Uplift history of western Gulf of Suez margin: constraints from fission track analysis. 118
Orion, N., Mazor, E. - Geology at High School, up to five credit points. 119
Panczer, G., Nathan, Y., Shiloni, Y. - Trace element characterization of phosphate rocks. 121
Peltz, M. - Geological informatics: a valuable scientific tool. 123
Peltz, S. - Paleolahar and epiclastic deposits: a key to the reconstruction of the volcanic structures. 124
Polishook, B., Arbel, H. - Deformation measurements in the rock mass surrounding a pressurized L.P.G. storage cavern. ..125
Porat, N. - Composition of fresco pigments from Masada. 127
Reches, Z., Baer, G., Hatzor, Y. - Stress inversion of fault slip data and focal plane solutions - the method and its application to tectonic analysis. 129
Rotstein, Y., Bartov, Y. - Compressional features along the Dead Sea Rift. 130
Salamon, A., Garfunkel, Z. - The evolution of the northern Negev monoclines. 131
Sandler, A., Raab, M., Nathan, Y. - Clay mineralogy of deeply buried Neogene sediments in the Jordan Rift Valley. 132
Sandler, A., Halicz, L., Brenner, I.B., Peled, Y., Geifman, Y. - Water composition of the upper Jordan River and its contribution to Lake Kinneret. 133
Shaliv, G. - The geological history of the Neogene basin of the lower Galilee and the Yizre'el-Bet She'an valleys: implications for dating the Dead Sea Rift transform fault. ..134
Shapira, A. - Precursory earthquake swarms in Israel. 137
Shiloni, Y., Ilani, S., Panczer, G. - Iron-rich layers the Ghareb Formation. 138
Shiloni, Y., Roded, R. - Landslides, Mazar Formation and the course of Nahal Zin at the foot of Ma'aleh Aqrabim. 140
Shimron, A.E. - Early Cretaceous tectonism on Mount Hermon. ...141
Shimron, A.E., Avigad, D., Linder, E. - Blueschist and other ballast stones from a sunken Phoenician-period vessel: locating the home-port. 143
Shirav (Schwartz), M., Bogoch, R., Halicz, L. and Beyth, M. - Geochemical map of the Precambrian terrain in southern Israel. 145
Shomrony, A., Fligelman, H. - Sedimentary and tectonic features of the Jurassic Barnea Formation and their implication on oil accumulation in the southern coastal plain of Israel. 146
Shoval, S. - Slag formation in the wall of a Tel Michal pottery kiln. 148
Shoval, S. - Minerals precipitated during the evaporation of Dead Sea waters. 149
Shoval, S., Erez, Z. - Relative amounts of kaolinite and montmorillonite-illite in the Hamra and Kurkar layers of the Sharon coastal cliff - an indicator of Upper Pleistocene paleoclimate. 150

Shoval, S., Erez, Z., Kirsh, Y., Deutsch, Y., Knafo, R., Kochavi, M., Yadin, E. - Mineralogy and petrography of groups of pottery from Tel Hadar. 151
Shpitzer, M., Beyth, M., Matthews, A. - Evidence for magmatic differentiation in the Timna intrusive complex. 152
Shtivelman, V., Bruner, I., Beck, A., Levy, E., Frieslander, U., Dekel, A., Padan, A. - Mapping of oil shale field in Mishor Rotem using seismic methods - a feasibility study. ...153
Shulman, H., May, P.R. - Seismic survey in the Golan Heights and its results. 155
Starinsky, A., Heimann, A. - Evidence for the origin of Ca in land snails living on basalts (Golan Heights) from their strontium isotopic composition. 157
Tibor, G., Ben-Avraham, Z., Fligelman, H. - Basin analysis of the Tertiary Levant continental margin: Preliminary results. 159
van Eck, T. - Relative location of small earthquakes. 160
Vengosh, A., Chivas, A.R., McCulloch, M.T., Kolodny, Y., Starinsky, A. - Boron isotope geochemistry in the terrestrial environment. 161
Weinberger, G., Flexer, A. - Styles of fluvial sedimentation in the Lower-Cretaceous, Hatira Formation of central and northern Negev, Israel. 163
Weinberger, G., Flexer, A. - A tectonic framework for the Hatira Formation of central and northern Negev. 164
Weinberger, G., Rosenthal, E., Flexer, A., Bar, Y. - The Kurnub aquifer in central and northern Negev: a delineation of hydrogeological model under conditions of scarce data. ...165
Weissbrod, T., Segev, A., Beyth, M., Theron, J.N. - An Early Cretaceous volcanoclastic event: Reappraisal of the "crazy wall" at Timna. 166
Wieder, M., Singer, A., Gvirtzman, G. - Micromorphological study of deep seated basalt-derived paleosols in the Asher Volcanics (Jurassic), northern Israel. 168
Wiener, S., Buchbinder, B., Yaalon, D. - Paleosols from the Bet Nir Formation (Late Miocene) in the Messilat Ziyyon area. 169
Winter, E.Y., Pely, I. - Reconstruction of sedimentary environments of Hor Hahar phosphate. 171
Winter, E. Y., Pely, I., Avigour, A. - Factors influencing the diagenesis of phosphorites in the Hor Hahar phosphate field. 173
Yellin-Dror, A., Fligelman, H., Flexer, A. - The evolution of the neotethyan continental margin during the Mesozoic and its relation to hydrocarbon prospects in Israel. 175
Zilberman, E., Levy, Z., Buchbinder, B. - The Neogene sequence of the Be'er Sheva "Great quarry": a reevaluation. .176

PALEOOCEANOGRAPHY AND PALEOECOLOGY OF ORGANIC-RICH CRETACEOUS CARBONATES DEPOSITED ALONG THE SOUTHERN TETHYS

A. ALMOGI-LABIN[1], A. BEIN[1], and E. SASS[2]
[1]Geological Survey of Israel, Jerusalem 95501, Israel
[2]Dept. of Geology, The Hebrew University, Jerusalem 91904, Israel

Organic-rich carbonates, alternating with some chert, phosphorite and dolomite, characterize the Upper Campanian - Upper Maastrichtian 200m thick sequence along the coastal belt of the southeastern Mediterranean. Pyrolitic and chemical parameters of the organic matter, which comprise usually 10 to 20 % of these sediments, point to an absolute dominance of marine-derived organic matter with quantitatively insignificant terrestrial input, accumulated under oxygen-poor conditions. Petrography, chemistry and stable isotopes of the carbonates indicate dominance of pelagic skeletal calcite particles which underwent varying degrees of dissolution.

The sequence may be divided into two parts which differ slightly in lithology and faunistic features: 1) The upper part contains smaller amounts of organic matter, displays high diversity but low abundance of both planktonic and benthonic foraminifa, and consistent dominance of heterohelicids over globigerinelloids and of rotaliids over buliminids. 2) The lower part contains larger amounts of organic matter, frequent "blooms" of buliminids accompanied by a moderate increase in diversity and abundance of all other benthonic and planktonic foraminifa and frequent alternations in the quantitative relationships between heterohelicids and globigerinelloids and between rotaliids and buliminids.

The planktonic foraminifa have lighter $\delta^{18}O$ and heavier $\delta^{13}C$ compositions than the benthonic foraminifers and the difference for each is larger in the upper part of the sequence. Sediment accumulation range from 1.2 to 4.5 cm/1000 y; the highest rates are found in the lower part associated with maximal organic matter contents.

The foraminiferal assemblages indicate deposition in outer shelf and upper slope environments with bottom conditions fluctuating between dysaerobic and almost anaerobic. The differences between the upper and lower sequence reflect mostly differences in the intensities of upwelling and in bottom restrictions. High upwelling intensity during the deposition of the lower part resulted in a mixed water body which reduced the differences in stable isotope composition between benthonic and planktonic foraminifera. Increased productivity during such periods caused higher accumulation of organic matter. Intermittent slowing of the rate of upwelling, and subsequent slowing of productivity, resulted in slightly better bottom aeration accompanied by still high nutrient availabilty - conditions to which buliminids adapted best.

The biostratigraphic zonation established for the studied sequence (the Mishash and Ghareb formations) is traceable over central and southern Israel, providing a usful tool for regional paleoenvironmental reconstruction.

TELEVIEWER LOGGING IN ISRAEL- PRELIMINARY RESULTS

Yair Amiel and Ze'ev Reches, Department of Geology, Hebrew University, Jerusalem, Israel, and Mark Zoback, Department of Geophysics, stanford University, California

The borehole televiewer is a new logging device in Israel which enables the interpreter to observe details of the borehole wall. The televiewer is an ultrasonic scanner which operates in boreholes filled with mud or water. It provides images of the walls of the borehole, and the three dimensional geometry of the hole with resolution of 1-10 mm. The images display natural and artificial fractures, bedding surfaces, cross bedding, spalling of the borehole and damaged casing. Further, the interpreter can measure the orientations and apertures of fractures, calculate the trends of in-situ stresses, and determine subsurface fracture density.

The system is operated in Israel to determine in-situ tectonic stresses. The stress measurements are based on direct observations of breakouts, which are zones of borehole spalling associated with stress concentration around the borehole. The televiewer logs could also contribute to stratigraphic analysis, reservoir and geotechnical engineering and log interpretation.

Sections of five boreholes were logged with the Televiewer: three wells in Kokhav oil field (with the courtesy of Lapidoth-Naphta), and two water wells, Shomera and Agur (with the courtesy of Mekorot). These logs were precessed with the digital system of the Borehole Physics Program, Stanford University, California. We present parts of the processed logs, in which we observe the following main features:

A. Bedding surfaces are clearly observed as dark, sinusoidal curves on the Televiewer images. Layers which are thicker then ≈3cm can be distinguished. This fine resolution is particularly striking in massive marly units, such as Talme Yaffe, which usually has uniform electric logs.

B. Fractures also appear as dark, sinusoidal curves. Usually they are steeper then bedding and frequently they appear as conjugate sets. The orientations of 180 fractures were determined in Kokhav logs. Most of them are steep, forming a conjugate pattern suspected of being normal faults. The fracture pattern in Kokhav wells will be presented and discussed.

C. Breakouts are vertical zones of wall spalling separated by 180 . Breakout zones indicate the orientations of the maximum horizontal compression; this axis is normal to the borehole diameter that connects the breakouts. We found some poorly developed breakouts in a section of 78m thick in Telamin Formation, Kokhav 31 well; these breakouts show a maximum compressive stress axis which trends NE-SW. The scarcity of breakouts in the examined wells, most likely indicate small magnitude of the tectonic shear stresses in western Israel.

THE BIBLIOGRAPHY OF MIDDLE EAST GEOLOGY

V. Arad
Geological Survey of Israel

The Documentation Center of the Geological Survey of Israel is engaged in the preparation of a comprehensive, computerized, bibliography on Middle East Geology from the beginning of the geological research to the present day. This enterprise is a continuation and an expansion of Prof. *M. Avnimelech's* work (1965, 1969).

The bibliography will comprise six volumes:

volume 1	: Lebanon, Syria, Jordan.
volumes 2-3	: Israel.
volume 4	: Saudi Arabia.
volume 5	: Iraq.
volume 6	: Egypt: Sinai and the Eastern Desert.

So far some 25.000 items have been entered. Each item has between 10 and 15 keywords, pertaining to subjects, periods, geographical locations etc., which facilitate selective retrieval of information (with Boolean queries and the possibility to utilize wildcard characters). The bibliographical work is accompanied by intensive accessioning and photocopying in order to achieve the maximal possible completion of the library collection.

The work on volume 1 has been completed. A preliminary version of this volume has been issued as three internal reports: The Bibliography of Lebanon, Bibliography of Syria and the Bibliography of Jordan. This work is being updated currently.

Volumes 2 and 3, *ISRAEL*, are in final stages of preparation. Within this framework some bibliographies were already published: **Regional:** The Dead Sea and its surroundings; Ramon; Golan; Carmel and Carmel Coast; The Arava and Elat area. In preparation are: The Galilee; Hula; The Coastal Plain; Shomeron and Ramot Menashe; The Northern

Negev. **Subject bibliographies:** Water in Israel; Phosphates (in preparation); Oil Exploration (in preparation); Mediteranean - Dead Sea canal (in preparation).

Volume 4, *SAUDI ARABIA*, nears completion and volume 5, *IRAQ*, is in preparation. Volume 6: The bibliography of Sinai has been issued as a special publication; The Eastern Desert bibliography is in preparation.

The work is carried out by a set of application programs, based on the QDMS package and written by 2001 Co. according to detailed specifications set by the Documentation Center. It is executed on the DEC VAX-750 computer of the Geological Survey.

~ ~ ~ ~ ~ ~

The research community is called upon to help this project by updating the Documentation Center continuously. Any researcher can receive, upon request, a bibliography of his own publications so that he might update and correct it.

STAGES IN THE EVOLUTION OF THE LANDSCAPE IN THE WESTERN PART OF THE RAMON STRUCTURE

Yoav Avni
Geological Survey of Israel; Departments of Geology and Physical Geography, Hebrew University, Jerusalem

The evolution of the landscape in the western part of the Ramon structure was studied as a part of the Har Loz sheet mapping project. The drainage system was studied and the alluvial sediments evaluated. A special effort was made to understand the field relationships between the geological structure and the drainage system. On the basis of the observations made, the following stages in the evolution of the landscape are proposed:

1) After the regression of the sea at the end of the Eocene, the area was exposed to erosion for a long period, creating a peneplain (Nir, 1970; Picard, 1951; Zilberman, 1984). This surface deeply truncated the Ramon structure, exposing an old erosion surface from pre-Eocene time in its core. The sandstones of the Hatira Formation below surface were exposed to erosion during the Late Maastrichtian. The new erosion surface that developed in the Oligocene-Early Miocene deeply truncated the Ramon structure down to the Triassic formations. The contacts between the erosion surface and the Hatira Formation dictated the shape that the Makhtesh Ramon would subsequently take. The flat mountaintop landscape of the central Negev and the Avedat plateau still reflect this erosion surface.

2) In the Early and Middle Miocene, the Hazeva Formation sediments were deposited on this surface. Remnants of these are found on most of the high peaks in the central Negev, indicating their wide distribution.

3) A tectonic event in Late Miocene-Early Pliocene terminated the deposition cycle of the Hazeva Formation (Zilberman, 1987). The Ramon structure was uplifted, creating an unconformity between the structural high located in the Gevanim dome and the topographic high located in Har Ramon, in the western part of the structure. The area east of Har Ramon was tilted 0.5 degrees to the northeast. The Senonian and Eocene fault systems were rejuvenated, breaking the flat surface. Several low structures developed during this stage along the Ramon line, and vertical displacement reached 200 m.

4) Consequent to the tectonic activity, local drainage systems developed. These followed the morphotectonic relief established in the previous stage. The direction and nature of their incision were influenced by both regional and the local inclinations

related to the fault systems that crossed the area and resulted in sharp changes in the directions of the valleys.

5) During the Pliocene the drainage systems rapidly incised the valleys established in the preceding stage. The fluvial systems joined together on the Barnea plateau, forming a wide bajada that cut down more than 250 m below the flat pre-Hazeva landscape evident in the flat top of the nearby Har Horsha. At the same time, following the removal of the thick sandstone layers, the Ramon makhtesh was created, almost reaching its present-day configuration.

6) Between the Late Pliocene and the Late Pleistocene the incision activity continued, alternating with the deposition of several cycles of alluvial sediments within the valleys. These cycles are regulated by climatic changes. During the Late Pleistocene some small streams were captured in the northwestern margin of the Ramon structure (in Nahal Nizzana, Kabir, Aqrab and Elot). In all cases part of the systems draining to the northeast are captured by new systems draining to the northwest. The latter are in an embryonic stage, and have thus far captured not more than a few square kilometers. This phenomenon may be a result of new tectonic activity that uplifted the Ramon structure.

7) Parallel to the development of the drainage systems of the central Negev, the large drainage system of Wadi El-Arish developed in the west. This basin is incised several hundred meters below the surface of the Ramon area. The big difference in the position of the drainage systems creates accelerated erosion on the edges of the Har Harif-Har Horsha plateau, at the same time wearing down the local valleys. This phenomenon follows the El-Arish basin along the water divide between this basin and the Negev basins. In the southern Negev, the El-Arish drainage system captures the upper basin of Nahal Paran, which drains to the Arava Valley, reflecting particularly intensified erosion of the El-Arish basin relative to the Negev drainage systems; the reason for this, however, is still not understood.

8) At present the drainage system is incised into the valleys, forming waterfalls of 1.5-2.5 m. These cause rapid erosion of the alluvial sediments that fill the channels, eroding them at a rate of a few meters per year. This process is currently under further study.

Contrary to Ben-David and Mazor (1987; 1988), who view the drainage pattern of Makhtesh Ramon and the surrounding areas as set chiefly by the capture of rivers and neo-tectonism, the stages in the development of the landscape imply otherwise. They indicate that the complex drainage system of this area is the original system first incised as a result of the tectonic activity of Pliocene age; and apart from some minor changes, the morphotectonic pattern of the area has been retained.

SENONIAN EROSIONAL EVENTS AND THEIR IMPORTANCE TO THE DEVELOPMENT OF THE WESTERN RAMON STRUCTURE

Yoav Avni
Geological Survey of Israel
Departments. of Geology and Physical Geography, Hebrew University, Jerusalem

Significant differences in thickness were found between the Zihor Formation and Mount Scopus Group in the western part of the Ramon structure and their occurrence in the Har Loz syncline. These differences, which are known from many places in the monoclinal system of the northern Negev, come to more than 270 m. This phenomenan is associated with several stages of tectonic activity that uplifted the Ramon block and created a morphotectonic relief. This relief was eroded in the course of its existence and the erosion products were transported to the lower areas on both sides of the structure. These clastics, conglomerates and sands, accumulated near the edge of the structure within the Mount Scopus Group; and paleosols developed on the uplifted areas. Examination of these erosion products can help in reconstructing the evolution of the Ramon structure.

The evidence indicates that the extended activity eroding the uplifted block of the Ramon since the Early Senonian, removed all of the Judea Group - more than 500 m - from the structural axis by the Late Maastrichtian. At this stage the structural relief was at least 700 m (key horizon - the Grofit Fm.), i.e., two -thirds its present elevation. The deep truncation of the structure before the Eocene removed all the hard layers from the top of the structure, exposing the soft core composed of sandstone of the Hatira Formation. The removal of the hard layers is one of the important evolutionary stages preceding the creation of the Makhtesh Ramon in the Pliocene.

THE STATE OF STRESS ASSOCIATED WITH THE RADIAL DIKE SYSTEM, RAMON, ISRAEL

Gidon Baer

Geological Survey of Israel, Jerusalem

A radial system comprising more than 200 basaltic and trachytic dikes of Early Cretaceous age is exposed in Makhtesh Ramon, southern Israel. Individual dikes are 0.2-3m thick and up to 20km long. Field observations of segments and fingers indicate a sub-horizontal propagation direction of the dikes northward from a source south of Ramon fault (Baer and Reches, 1987).

The stress during the intrusion of the radial dikes is analysed using a two-dimensional model for dike pattern (Ode, 1957). The model assumes a pressurised circular source in a homogeneous, isotropic and linearly elastic medium and uniform tectonic stress field. The stress trajectories calculated by the model depend on four parameters: the location and the diameter of the magma source, the orientation of the tectonic stresses and the tectonic shear stress normalized by the magma pressure ((S1-S3)/P). Stress trajectory maps were calculated for a wide range of these parameters and compared to the dike pattern to evaluate the appropriate parameters.

These maps reveal that during the intrusion of the dikes the state of stress in Ramon area was dominantly radial, with weak tectonic stress ((S1-S3)/P=0-0.02), namely, almost isotropic (lithostatic) regional stress field. The orientation of the maximum regional stress cannot be defined unambiguously by the model; however, an additional minor system of NW trending dikes indicates that the principal compressive axis was probably to the NW. The inferred source for the radial dikes is 2-3km in diameter, centered at coords. 145/997, south of Ramon fault (Fig. 1). This location is ca. 3km northeast of a conspicuous aeromagnetic anomaly (Domzalski, 1967).

The anomaly has not been verified by any other method; however, if indeed it indicates the intrusive body at the dikes source, then the apparent displacement between the anomaly and the calculated center may be explained by a 3km right lateral movement along the Ramon fault, postdating the intrusion of the dikes.

Some local divergence of the stress trajectories from the dike pattern (such as in Afor area, Fig. 1) may be explained by assuming additional magma source(s) or by temporary changes in the tectonic or the magmatic stress magnitudes.

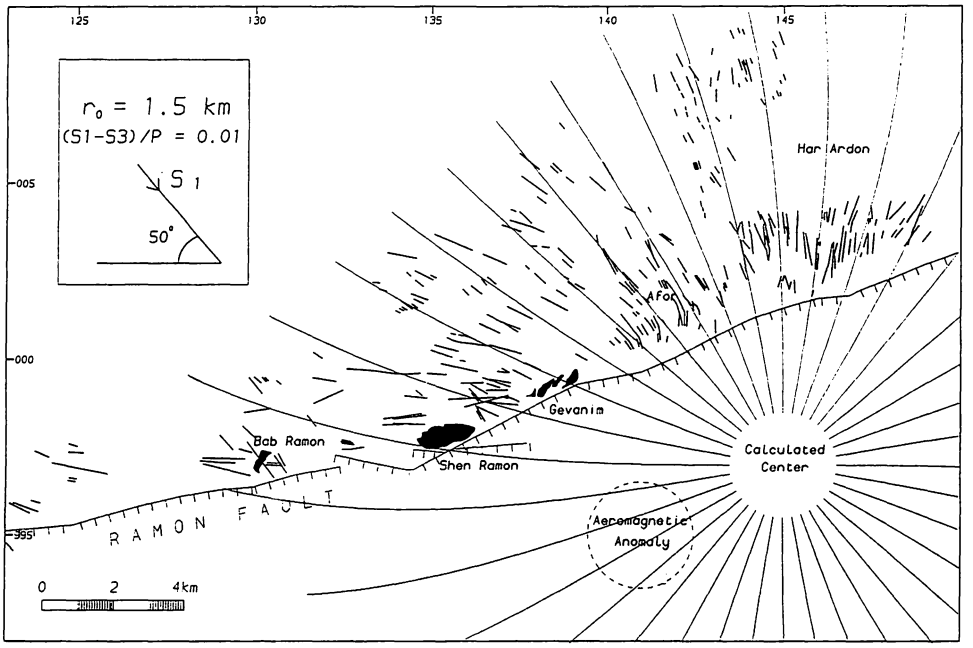


Figure 1: σ1 trajectory map and dike outcrops, Ramon area. For map parameters, see inset.

IGNEOUS INTRUSIONS, TECTONIC ACTIVITY AND STRUCTURAL DEVELOPMENT DURING THE EARLY CRETACEOUS IN THE RAMON AREA, SOUTHERN ISRAEL

Gidon Baer[1], Yosef Bartov[1], Zvi Garfunkel[2] and Ze'ev Reches[2]

[1]Geological Survey of Israel, Jerusalem.

[2]Department of Geology, Hebrew University, Jerusalem.

The Triassic and Jurassic sedimentary layers of Makhtesh Ramon were intruded by various igneous bodies during the Early Cretaceous time. The exposures of these intrusions display some fine details, which led to a better understanding of the mechanics of igneous intrusions and the magmatic-tectonic relationships. Data is presented from the regional scale of the entire Negev, down to the microscopic scale of a thin section.

Regional scale: The period of 135 to 120 m.y (Lang et al., 1988) was characterized by igneous intrusions distributed in the central Negev and adjacent provinces. This activity was related to the regional uplift of the post Jurassic-Early Cretaceous times, which was most likely associated with warming of the lithosphere (Garfunkel & Derin, 1988). The southern Ramon was probably the culmination site of these activities showing particularly intensive magmatism and local uplift. This intrusive period was followed by cooling, subsidence and widespread volcanism, from 120 to 115 m.y.

Areal scale: The igneous bodies of the Ramon were emplaced at shallow crustal levels of about 1km below the surface; they include the following types: dikes, up to 20km long; sills, up to 25m thick; a large mushroom shaped laccolith; and several stock-like bodies, up to 3km in width. Most dikes are arranged in a large radial system, accompanied by joints and normal faults. The orientations of the dikes and the faults were controlled by the superposition of two stress fields: 1. A dominant radial field associated with a 3km wide central intrusion, assumed to be emplaced a few km south of the present Ramon fault. This intrusion was the source of the subhorizontally propagating radial dikes and sills. 2. A tectonic uniform field with a minor NE-SW extension, which, relative to the radial stresses, is almost negligible.

Calculation of the magma driving pressure shows that the horizontal dike propagation and the shallow emplacement levels of the stock intrusions can be explained by the density differences between the intruding magma and the host rocks. The density of the basement rocks at depths greater than 2.4km (Zenifim Fm.) and the density of the overlying sedimentary rocks were measured for the Ramon-1 borehole and outcrop samples; the mean densities are 2.55 ± 0.07 gr/cm^3 for the basement and 2.36 ± 0.21 gr/cm^3 for the cover. Thus, the neutral buoyancy level for both the depth of the intrusions and the lateral dike propagation requires a mean magma density of 2.5 gr/cm^3.

Local scale: The local structures which formed during this period are also associated with igneous intrusions. The dominant structure is the Gevanim dome, 4x2 km in dimension, formed above the quartz-syenite stock-like intrusion. The local state of stress during doming is of vertical $\sigma 1$, radial $\sigma 2$ and tangential $\sigma 3$. The deformation associated with this stress is concentrated along a belt of tangential reverse faults and radial normal faults several hundred meters wide above the edge of the intrusion.

Exposure and microscopic scales: Several types of structures formed during the intrusion of dikes and sills: dike-parallel joints which are restricted to a zone several tens of meters wide on both sides of the dikes; faults with displacement of up to a few meters formed along dikes and between adjacent segments of a dike or a sill; asymmetric folding between some sill segments; and steps which separate dike and sill segments. The most unique structures however, are the "fingers" imprinted on the walls of the dikes. These fingers are represented by grooves, 1-10cm wide and 0.1-1m long, separated by small smooth patches. Detailed observation of the dike fingers elucidated the dike intrusion mechanisms.

The effects of the properties of the host rock on propagation direction, intrusion mechanism, and geometry of sheet intrusions, were examined for two rock types: the massive, poorly cemented, and porous sandstones of the Inmar Fm., and the layered, cemented and almost impermeable carbonates and shales of the Ardon Fm. In the porous sandstones an increase of the pore pressure due to the dike advancement and the penetration of dike-related fluids causes extensional fracturing, followed by mobilization of the host, granular rock. Then, viscous fingering develops between the dike-related fluids and the mobilized rock fluid. Thus, dikes propagate in the porous sandstones by two processes: viscous fingering (which generates the grooves of the "fingers"), and brittle yielding (which forms the smooth patches and steps). The mechanism is different in the layered medium. The stress intensity at the dike tip close to a contact between two layers was calculated. It is shown that the propagation direction and the dike shape are strongly dependent on the difference in elastic coefficients of the two adjacent layers and also on the resistance to slip along the contact between the layers.

Garfunkel, Z. and Derin, B., 1988. Reevaluation of Latest Jurassic - Early Cretaceous History of the Negev and the Role of Magmatic activity. Israel Journal of Earth Sciences, 37, 2-3, 43-52.

Lang, B., Hebeda, E.H., Priem, N.A., Steinitz, G., and Verdurmen, Ed A.Th., 1988. K-Ar and Rb-Sr Ages of Early Cretaceous Magmatic Rocks from Makhtesh Ramon, Southern Israel. Israel Journal of Earth Sciences, 37, 2-3, 65-72.

Jointing in Israeli Carbonates

Dov Bahat

Department of Geology and Mineralogy, Ben Gurion University of the Negev,

Beer Sheva, Israel

Burial Joints

Single-layer joints in Lower Eocene chalks near Beer Sheva, Israel developed at shallow depths during burial prior to folding and uplift. Fracturing occurred in two stages. Initially, extensional joints marked by circular fracture-surface morphology formed at about 100 m depth when pore pressure P = 1.5 MPa, horizontal maximum effective stress σ_y = 1.0 MPa, vertical effective stresses σ_z = 1.0 MPa and horizontal minimum effective stress σ_x = -0.5 MPa. Subsequently, hybrid joints that produced a dihedral angle of 35° and were marked by axial horizontal plumes formed at a burial depth of about 150 m where P = 2.0 MPa, σ_x = -0.5 MPa, σ_y = 1.0 MPa, and σ_z = 1.8 MPa. Fracturing continued during further burial to depths of perhaps 200 to 400 m.

Syntectonic Joints

Syntectonic joints comprise many fracture manifestations that generally propagate in relation and in sympathy with folds and faults which develop in response to regional tectonics. The syntectonic fracture often reflects a regional stress, but it may result from resolved or rebounded stresses which do not exact the regional stresses. Accordingly, joints of the syntectonic stages are distinct from fractures from the burial and uplift stages, and their fracture surface morphologies FSM also have characteristic different features.

Characteristic features of syntectonic joints are:

1) Fractures are vertical as well as inclined to vertical. The inclined joints developed in vertical orientation and then were tilted by folding or they propagated during changing stress field conditions or both. The vertical joints imply post tilting tectonics. The changing stress field may cause lateral displacements along the joints.

2) Fractures vary in size from several tens mm (in discoids) to several m (in chalks), but they may reach several tens meter in thick sandstones. Syntectonic joints are generally unconfined to boundaries in thin layers, but are confined to massive beds.

3) Spacing is generally small (several cm to several tens cm) and characteristically it changes considerably in correspondence with distance from a local fault or a sharp layer bending (that perhaps implies a fault underneath).
4) Opening and mineral precipitation are often considerable along the fracture, and veins 5-20 mm thick are common. In the Paris Basin mineralization occurs in chalks along hydraulic breccias that are associated with non mineralized syntectonic joints.

5) Joint orientation often approximates the regional major directions but occasionally it corresponds to local structures.

6) Syntectonic joints usually represent more than a single fracture event in the rock. Correspondingly, fracture markings vary considerably in size and shape, even on adjacent surfaces.

7) Fracture propagation is both radial and horizontal. Radial propagation is recognized by circular rib-markings, occasional circular fringes and less frequently radial plumes. Horizontal plumes and straight horizontal fringes identify horizontal propagation in thick sandstone formations.

8) Fracture markings are generally small to medium in size (10 mm to 2 m). However, in sandstones formations they may be tens meter long.

9) Horizontal fractures (sheets) seem to cut syntectonic joints.

10) Vicinal joints occasionally occur in the syntectonic stage. However, vicinal joints also appear on post-uplift joints.

Uplift Joints

Sub-concentric rib markings with convex side facing downward are characteristic fracture markings of vertical multi-layer joints. Joints are often surrounded by fringes of en echelon cracks along their lower parts and/or along their sides with the echelon lengths arranged radial to the joint. The orientations of the rib markings and en echelon cracks imply that the joint has propagated vertically downward. Fracture marking overprinting strongly supports the interpretation that earlier single layer horizontal plumes were later cross-cut by downward propagating multi-layer joints.

Plane Stress Fracture of En Echelon Cracks at Shallow Depths

Joints in layered Middle Eocene chalks around Beer Sheva almost invariably have straight fringes of en echelons along their boundaries. A comparison of this observation with experimental data suggests that subject to certain limitations, the development of such fringes in association with thin layers (thickness of 1 meter or less) is an inherent fracture process like the jointing itself. The transition from a flat to slant fracture also known as shear lip is well known to metalurgists. A flat fatigue crack may develop at an early stage propagating normal to the maximum tensile stress under plane strain conditions. Later, depending on the stress level,

crack length and ratio of plastic zone size to plate thickness, the crack slants and completes its propagation at 45°, reflecting tensile plane stress conditions. Slight deviations from pure tension would impose mode III shear on the tested material. The mixed modes I and III will result in en echelon segmentation of the slanted crack. Sommer (1969) observed segmentation in AR-glass already at about 3.3° rotation of the crack plane from normality to the tensile stress.

In drawing the analogy to natural jointing in rocks two allowances have to be made. Firstly, actual slanting would occur at an angle smaller than 45°. This angle will follow the relationships $\alpha = 45° - \beta/2$ when α is the twist angle produced by the initial flat crack and the en echelon cracks, and β is the angle of internal friction. In the Middle Eocene chalks around Beer Sheva $\alpha = 17°$.

Secondly, fringes of en echelon cracks did not develop along boundaries of the Lower Eocene layers which fractured at greater depths than joints in the Middle Eocene chalks. Also, no en echelon fringes occur along the burial joints that fractured at considerable depths in the Appalachian Plateau. It appears that en echelon cracking is prevented under moderate and great confining pressures. Similarly, splitting in extension which occurs parallel to the direction of loading due to uniaxial compression is inhibited under moderate confining pressures. Tschegg (1983) considers retardation of mode III cracking and calls the attention to the "Mode III crack closure" effect which results from interference between mating crack surfaces. This effect is dependent on crack length, crack depth and specimen diameter. Tschegg also observes that previous experiments on steel and aluminium revealed fatigue crack propagation rates by Mode III to be 10 to 50 times smaller than Mode I crack growth at the same nominal stress intensity range. Hence, there are various mechanisms that inhibit en echelon cracking and although full knowledge of these mechanisms is not yet available, it is conceivable that moderate overburden pressure is one of them.

Possible Reasons for a Minimum Fracture Length

The absence of joints marked by plumes shorter than 20 cm and the broad and low maximum of fracture length of unilateral joints within the 40 to 70 cm range rather than a power law joint distribution (Bahat, 1988) question the reasons for lack of short cracks. The mechanism responsible for the observed fracturing may be rationalized on the basis of Secor's theory (1969) that the growth of a tension fracture at depth in the earth's crust is macroscopically a slow process, consisting in detail of numerous short episodes of crack propagation interspersed with longer periods of quiescence during which the pore fluids from the surrounding rock percolate into the crack and wedge it open. Observations which support this model have been presented by Bahat and Engelder (1984). Accordingly, a quiescent period would last for a minimum amount of water pore fluid to percolate and build up pressure before critical stress conditions can be reached by the pore fluid such that the crack may be wedged open. Commensurately, a release of such stresses would result in fractures with certain minimal size. It appears that in the investigated layer from the Middle Eocene chalk in Wadi Naim such periodic crack propagations have not been shorter than 20 cm.

Sadot Fault - a Significant Geological and Geophysical Boundary in the Middle East

Y. Bartov. Geological Survey of Israel, Jerusalem.
Y. Rotstein, Institute for Petroleum Research and Geophysics, Holon.

The Sadot fault was discovered by Israeli geologists while conducting a project for oil exploration in eastern Sinai.
This fault is part of a fault zone which extends from the Gulf of Suez through Gebel Moghara and Gebel Risan Aneiza in Sinai, and the Nirim, Sa'ad-Beeri, Helez and Negba structures to the Ni'lin-Qibya fault in the western Judean Mountains.

Along this fault some important geophysical features were recorded:

1) A linear gravimetric anomaly extending from the Gulf of Suez to the Judean Mountains,showing either an uplifted block to the NW of the line, or a change in crustal density.

2) Seismic reflections survey (Ginzburg et. al.,1979)show crustal thickening E of this line.

3) Early Cretaceous and older faults, as well as Late Cretaceous and younger folding,are shown (Gelberman & Kemnis, 1987) on this line by seismic reflection surveys in Israel and Sinai.

4) Indication for deep faulting exist on deep seismic reflection surveys and magnetic sections (Ginzburg and Folkman, 1980).

Geological observation include post Cretaceous faulting in outcrops of east Sinai (Arkin et. al.,1975) and the western Jordan Mts., as well as many indications for faulting in deep drillholes in the coastal plain dated from lower Jurassic onwards.

Assuming that this line reaches the Jordan Rift Valley, its continuation should be offset to the north, hence it is suggested identifying it with the Hermon-Palmira Zone.

Detectibility of Tectonic Activity Through Changes in the Planform of Alluvial Streams

Z.B. Begin
The Geological Survey of Israel
30 Malchei Israel St., Jerusale, Israel, 95501

Vertical crust deformations cause changes in valley gradients and these have been observed to cause changes in stream pattern. This is the basis for the basis for the assertion that regional, slow, vertical crustal movements can sometimes be recognized through their effect on stream planform.

In this study, the minimum amount of vertical change is explored that is needed to produce a significant, measurable pettern change. The results show that this amount is only slightly dependent on stream size, and is dependent on the statistical parameters of the relationship between valley gradient and sinuosity, on the initial valley gradient and initial sinuosity, and on the percentage of silt-clay in the channel perimeter.

It is concluded that as a minimum, several meters of vertical change are needed to produce measurable pattern changes. Such crustal movement in an area which is not highly tectonized, should take several thousands years at least.

SULFUR SINKS AND ORGANIC CARBON RELATIONSHIPS IN ORGANIC-RICH CRETACEOUS CARBONATES: A MEANS FOR EVALUATION OF OXYGEN-POOR DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS

A. BEIN[1], A. ALMOGI-LABIN[1] and E. SASS[2]

[1]Geological Survey of Israel, Jerusalem 95501, Israel
[2]Dept. of Geology, The Hebrew University, Jerusalem 91904, Israel

Organic matter is the major sink for the reduced sulfur obtained from sulfate reduction in iron-poor and organic-rich carbonate environments. Analysis of the major sulfur sink parameters in such environments, i.e. the amount of pyrite and organic sulfur, the organic S/C ratio and the reduced sulfur isotopic composition, together with previously suggested pyrite, iron and organic matter relationships provide information on oxygen-poor depositional regimes.

High and uniform degrees of pyritization (DOP) for varying amounts of organic matter characterize the iron limitatation, whereas high and uniform organic S/C indicate that the organic sink for sulfur was limited and exhausted as well. Heavy sulfur isotopic compositions of the entire reduced sulfur sink, close to initial marine values, indicate a closed system in which all H_2S formed has been trapped. Light compositions, on the other hand, characterize a system in which much of the H_2S escaped. Low and positive pyrite-S intercept values for zero organic matter in S-C plots are conventionally considered indicative of euxinic environments, though it ain't necessarily so!: H_2S or methane diffusing upward from slightly deeper organic-rich layers may account for such interception.

Apatite which is common in such environments contains about 2% sulfate isomorphous substitution for phosphate. The apatite-S is always isotopically heavier than the reduced sulfur. Its somewhat heavier composition, and mostly lighter composition than marine sulfate indicate formation in environments in which some H_2S is oxidized, adjacent to and fluctuating between dysaerobic or anaerobic environments.

The sulfate nourishing the oxidation of organic matter through bacterial reduction is introduced into the diagenetic environment by diffusion and through the breakdown of ester sulfate taken into the organic matter earlier, during the initial stages of diagenesis. The latter provides sulfate which is sufficient to oxidize about 20% of its organic carrier compounds.

SULFUR DIAGENESIS IN FRESHWATER LIGNITES (HULA BASIN, ISRAEL): IMPLICATION FOR S-C RELATIONSHIPS IN ORGANIC SEDIMENTS.

A. BEIN[1] AND H. NEILSEN[2]

[1]Geological Survey of Israel, Jerusalem 95501, Israel. [2]Geochem. Inst. der Universitat Gottingen, D-3400 Gottingen, FRG

An inverse correlation between depth and sulfur content and $\delta^{34}S$ ratio in organic matter is used to study diagenesis in the freshwater lignites of the Hula Basin. The samples were taken along a 2450 m thick sequence ranging from Miocene to Recent.

A between six and ninefold enrichment in organic sulfur in these lignites compared to that in their living plant precursors suggests diagenetic control. Since all the water sources of the basin are low in sulfate, oxidation of organic matter must be the main source for this secondary enrichment. The released sulfur reacts with marls interlayered with the lignites to form gypsum, and is taken into the remaining organic matter, probably as ester sulfate. Heavy sulfur isotope composition of the plant material, the gypsum, the humic acids of the lignites at relatively shallow depths and the water sources feeding the basin support this supposition. Negative $\delta^{34}S$ in the lowermost samples indicates, on the other hand, that further enrichment in sulfur through bacterial sulfate reduction occurs also. The parallel trend of decrease in sulfur content and $\delta^{34}S$ is explained by the breakdown of ester sulfate-containg compounds with increased maturation and the sulfur derived through bacterial reduction of the ester sulfates and the gypsum is taken into the organic matter.

The transformation of humic acids into kerogens at the very beginning of the maturation stage (up to ca. 0.3%Ro) involves only a partial breakdown of the ester sulfate-containing compounds, as evidenced by the decrease in sulfur and an insignificant change in the $\delta^{34}S$. Further transformation at somewhat higher maturation levels (ca. 0.5%Ro) involves the final breakdown of the ester sulfate-containing compounds and the introduction of bacterially reduced sulphur, probably by means of a free-radical mechanism.

The diagenetic enrichment of organic sulfur in such coals is the sole yet sufficient evidence that the high amounts of organic matter preserved in them actually represent only a fraction of the total organic matter originally formed in the basin.

GEOPHYSICAL STUDIES OF LAKE KINNERET

Zvi Ben-Avraham

Department of Geophysics and Planetary Sciences
Tel Aviv University

In recent years a series of geophysical studies have been performed in Lake Kinneret. These include seismic reflection and refraction profiling, both deep and shallow, magnetic measurements, gravity measurements, heat flow measurements and bathymetric mapping. The results of these studies give much information about the bottom and subbottom structure of the lake and about active tectonic processes in this area.

It turned out that the subbottom structure of the lake is quite complex. It is divided into several small basins. Several active faults cut through the lake's floor.

The results also help to locate unknown hot and salty springs on the floor. Detailed geophysical surveys in the vicinity of known springs helped to better understand the mechanism of their formation. The combined use of several geophysical methods is essential in order to relate deep crustal structures under the lake with surface phenomena on the bottom of the lake.

THE BATHYMETRY OF LAKE KINNERET

Zvi Ben-Avraham[1], Gideon Amit[2], Aric Golan[2], Ehud Ram[1]
Yuval Kost[1] and Zeev B. Begin[3]

[1]Department of Geophysics and Planetary Sciences,
Tel Aviv University

[2]Israel Oceanographic and Limnological Research Ltd.

[3]Israel Geological Survey

A new bathymetric map of the Sea of Galilee was compiled. It is based on measurements along a grid of 100 m in north-south and east-west directions. About 170,000 bathymetric measurements have been made along the tracks which total about 3,800 km.

The bathymetric surveys were carried out in 1986-1987. The measurements were made with ODOM Echotrac DF-3200 analog/digital echosounder with frequency of 200 KHz and high sampling rate. It has an accuracy of 0.001%. The navigation was done with a Motorola Mini Ranger navigation system with accuracy of about ±3 m.

Several contouring packages have applied to the data. Contouring by hand was performed in order to check the packages. As a result we prepared several bathymetric maps with various scales and contour intervals of the Kinneret of the entire lake and a series of detailed maps of several portions of it.

A comparison with the bathymetric map of Tahal, which is based on measurements done in 1961, 1964 and 1968 and was published in 1969, shows a great similarity. We did not discover any major bathymetric features that were not known before. For example, the small escarpment along Latitude 238 which appeared in the previous map was mapped in detail. Its shape is slightly different from the way it is shown on the previous map.

One of the surprising findings is that the new bathymetric map, which is based on many times more data points, is much more smooth than the previous map. This means that features like channels on the western margin of the lake between Latitudes 241 and 245 do not actually exist. The few bathymetric features that do stand out are probably controlled by tectonic activity. One of them is a north-south step in the bathymetric gradient near the center of the lake which is probably the product of active faulting.

THE SNOW OF MT. HERMON AND ITS CONTRIBUTION TO THE JORDAN RIVER SOURCES

BONNE J. and GILAD D.

HYDROLOGICAL SERVICE, JERUSALEM, ISRAEL

The water resources of the upper Jordan River Basin, particularly the main springs, are partially fed by the snowmelt of Mt. Hermon.

Mount Hermon is an uplifted anticline extending along the northern border of Israel, and covering an area of about 1200 sq. km., of which 750 sq. km. is included in the Jordan River watershed. Most of the Hermon is composed of limestone karstic rocks of Jurassic age, and a thickness of more than 2000 m.

The annual amount of precipitation over the Jordan River sources watershed is estimated to be 850 m.c.m*. The water yield of the Jordan tributaries is 500 m.c.m., with 400 m.c.m. of it being discharge from karstic springs.

To date, there are almost no data or estimates of the magnitude of snowmelt recharge and its areal and temporal distribution. Inaccessibility to most parts of the mountain is the main reason for the lack of data.

During the last four years research has been conducted to find characteristic parameters that represent the relationship between the Mt. Hermon snowcover and its contribution to dry weather discharge of the Jordan River tributaries. Snow depth and water content were measured at several locations within the altitudes of 1500-2100 m. a.s.l.**. The snow covered area was obtained from Landsat images and from air photos. The snow lines were delineated on 1:250,000 scale maps and their area was measured. These data were compared with the dry weather water yield of the Jordan tributaries and the main springs. Significant contribution from the snowpack was found only above 1450 m. The area extent of the pertinent snowcover is 170 sq. km., representing obout 25% of the total drainage basin of the Jordan head waters. The mean water content at the gaging sites increased from 10 cm. at an elevation of 1500 m. to 65 cm. at an altitude of 2100 m. a. s. l.. Based on these values, a preleminary estimate yielded a volume of 50 m.c.m., which is about 30 % of the dry weather discharge. This may be considered as the potential snowmelt recharge to the Jordan River main springs.

* million cubic meters
** above sea level

Mantle Helium Detected in Oil and Gas Reservoirs of Israel

Adi Bosch[1], Reinhold Bayer[2], Peter Schlosser[2], Yuji Sano[3], Hiroshi Wakita[3] and Emanuel Mazor[1]*

[1]GeoIsotope Group, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel
[2]Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg, F.R.G.
[3]Laboratory for Earthquake Chemistry, the University of Tokyo, Japan

The isotopic composition of helium in crustal fluids is explained as product of mixing of two main components: crustal helium and mantle helium. ^3He and ^4He isotopes in the Earth's mantle originate from a primordial gas and nucleogenic additions. The $^3He/^4He$ values measured in materials derived from the upper (depleted) mantle range from $1 \cdot 10^{-5}$ to $1.5 \cdot 10^{-5}$ (Mamyrin and Tolstikhin, 1984). In crustal rocks, helium is formed by nucleogenic reactions only. Calculated production $^3He/^4He$ ratios vary from 10^{-9} to $5 \cdot 10^{-8}$, according to the rock composition (Mamyrin and Tolstikhin, 1984; Andrews, 1985). The large difference in the isotopic composition enables identification of a mantle helium component, which may be as low as 1% of the total helium in a sample. The $^3He/^4He$ ratio has already been applied to estimate mantle helium contributions into petroleum systems (e.g. Sano et al., 1982) . (It should be stressed that mantle helium is not necessarily accompanied by mantle derived hydrocarbons). Hydrocarbon systems from tectonically stable regions in the U.S.A, U.S.S.R and U.K. revealed $^3He/^4He$ values similar to those calculated for production of helium in crustal rocks (Aldrich and Nier, 1948; Kamenskiy et al., 1971; Voronov and Prasolov, 1974; Oxburgh and O'Nions, 1987). In contrast, gas samples from recently active regions in Japan, California and Europe showed presence of a significant component of mantle derived helium (Wakita and Sano, 1983; Poreda et al., 1986; Oxburgh and O'Nions, 1987).

In a noble gas survey of petroleum systems in Israel, we measured the $^3He/^4He$ values in a variety of oil and gas reservoirs (Fig. 1). The presence of a significant mantle helium component is apparent in most of the reservoirs examined. The estimated fraction of mantle helium is 4-6% in the majority of the samples and 9% in the Zuk Tamrur 1 sample.

---

* Incumbent of the Frank W. Considine Professorial Chair in Hydrological Research

There are two possible sources for mantle helium in the samples: (1) release of helium from mantle derived rocks (such as basalts); and (2) transfer of helium through deep faults which reach the mantle. The measured $^3He/^4He$ values thus constitute new constraints (perhaps unpredicted, as in the case of the Coastal Plain samples) on the geologic interpretation of the regions surveyed.

The isotopic composition of helium may be a useful tracer to determine possible genetic relationship between oil and gas in neighboring wells. The oil samples from wells at the Israeli Coastal Plain, Helez 1, Kokhav 6, Kokhav 30 and Ashdod 2, showed similar $^3He/^4He$ values, $7\text{-}8 \cdot 10^{-7}$. This observation points to a common geological history, supporting an earlier suggestion of a common source rock (Bein and Sofer, 1987).
In terms of $^3He/^4He$ values, the bacterial natural gases of the Coastal Plain fall in two groups (Fig. 1): Samples from two perforations in Ashdod Gas 1 well do not show a significant mantle helium component, whereas helium isotopes in samples from Shiqma 1, Nir'am Gas 1 and Sahaf Gas 1a indicate presence of 4-6% mantle derived helium.
Of the three gas reservoirs surveyed in the Arad area, the largest mantle helium component was found in Zuk Tamrur 1 (9% of the total helium). The Zuk Tamrur 1 reservoir is the deepest of the three reservoirs and closest to the faults of the Dead Sea graben.

Support by the Minerva Foundation, Munich, FR Germany and the Israeli Ministry of Energy to EM and AB is acknowledged.

References

Aldrich L.T. and Nier A.O., Phys. Rev. 74,1590-1594, 1948.
Andrews J.N., Chem. Geol. 49, 339-351, 1985.
Bein A. and Sofer Z., AAPG Bull. 71, 65-75, 1987.
Kamenskiy I.I., Yakutseni V.P., Mamyrin B.A., Anufriyev S.G. and Tolstikhin I.N, Geochem. Int. 8, 575-589, 1971.
Mamyrin B.A. and Tolstikhin I.N., Elsevier, Amsterdam, 273p., 1984.
Oxburgh E.R. and O'Nions R.K., Science 237, 1583-1588, 1987.
Poreda R.J., Jenden P.D., Kaplan I.R. and Craig H., Geochim. Cosmochim. Acta 50, 2847-2853, 1986.
Sano Y., Tominaga T., Nakamura Y. and Wakita H., Geochem. J. 16, 237-245, 1982.
Voronov A.N. and Prasolov E.M., Geochem. Int. 1200-1208, 1974.

Wakita H. and Sano Y., Nature 305, 792-794, 1983.

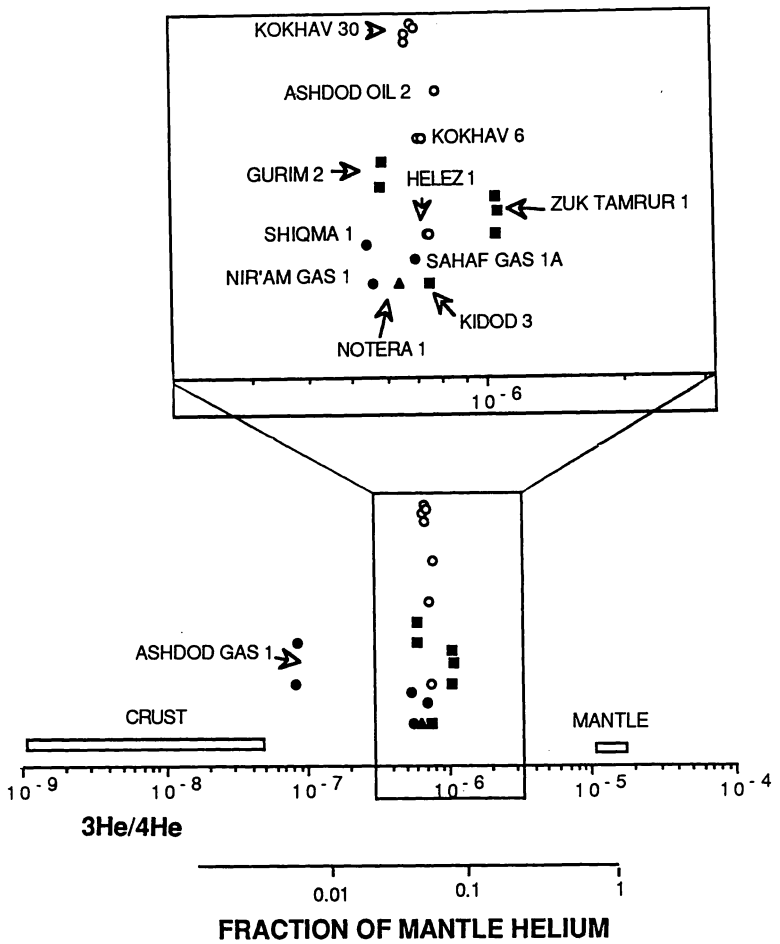


Fig. 1. $^3He/^4He$ ratios of non-atmospheric helium observed in petroleum samples from Israel: oil reservoirs in the Coastal Plain - o; gas reservoirs in the Coastal Plain - ●, Arad area west of the Dead Sea graben -■, Hula graben - ▲. The ranges of values given in the literature for crustal and mantle helium are indicated. Estimates of the fraction of mantle helium are based on the following representative values: crustal $^3He/^4He$ $2 \cdot 10^{-8}$, depleted mantle $^3He/^4He$ $1.2 \cdot 10^{-5}$. Significant mantle helium contributions are observed in most samples, calling for an appropriate geological interpretation.

CLIMATICALLY-TRIGGERED, LACUSTRINE GILBERT-TYPE FAN DELTAS IN THE DEAD SEA AREA

D. BOWMAN

BEN-GURION UNIVERSITY OF THE NEGEV,
BEER SHEVA

The Marginal facies of the Lisan formation in the Dead Sea area has been described as a moderately dipping, slightly cemented and cruedly bedded boulder conglomerate, composing entrenched alluvial fans at Canyon exits. Field evidence suggest additional Gilbert-type structures superimposed, which demarcate the very top marginal facies of the Lisan formation. Various sources; pollen, archaeology, paleosols and lacustrine sediments provide evidence of this wetter climatic phase 18.000 - 12.000 YBP at the end of the Lisan stage.

Gilbert-type structures were observed in small catchment areas (N. Mor, N. Boqeq) and in medium ones (N. Rahaf). However, not at the largest catchment areas as those of the N. Zeelim and N. Arugot, whose drainage basins posses a certain capability of filtering out climatological changes. The small drainage basins proved most sensitive to increased precipitation. Through their improved vegetative cover, erosin was retarted and run off decreased, resulting in deposition of the Gilbert-type structures. The large catchment areas retained, in spite of the vegetative cover, their flashflood regime, thus filtering out the evidence of a hydrological weakening.

The sharp textural and structural difference between the basal fan and the superimposed Gilbert-type structure reflect the change in the hydrological regime, i.e., towards confinement of sediment traction and decrease in the dispersal energy. The unbridging wedge-shaped geometry of the superimposed structure precludes tectonic origin and further emphasises climatic change as the trigger for deposition of the Gilbert-type structures.

USE OF HIGH RESOLUTION SEISMIC REFLECTION MEASUREMENTS TO OUTLINE THE HYDROGEOLOGICAL MODEL OF THE BET SHEAN VALLEY

M.BRAUN[1] and E.ROSENTHAL[2]

[1] Geoprospect 1986 Ltd., POB 3720, Jerusalem
[2] Hydrological Service, POB 6381, Jerusalem

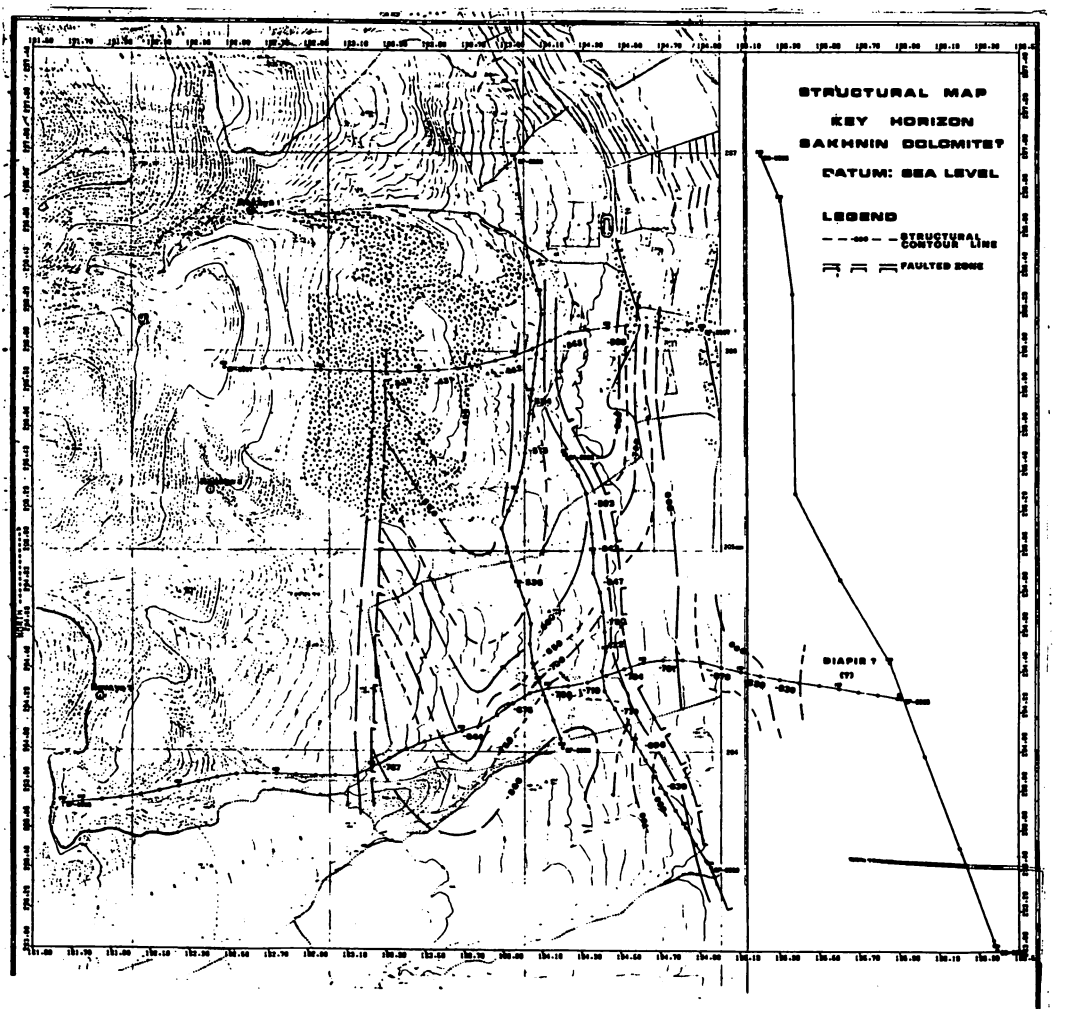
ABSTRACT

Detailed subsurface information on the structure of the Bet Shean Valley was required as to improve and optimize the emplacement of water wells in the Bet Shean area. For this purpose 4 High Resolution Seismic Reflection profiles were measured to the east of Mt. Gilboa. The High Resolution method facilitates detection of reflections from depths of up to several hundreds of meters from ground-surface. The usual seismic reflection method is sensitive to reflections from much greater depths (thousands of meters from ground-surface). The present study pioneers the use of this method to outline the hydrogeological model of a given area.

The four profiles were measured in the area between N.Avinadav and N.Bezeq. The geophysical data weas given structural and hydrogeological interpretation. Results indicate the presence of a system of step-faults extending parallely to the main fault delineating Mt.Gilboa to the east.

In the subsurface between the margins of the mountain and the Bet Shean-Jericho main road, two major fault-blocks were identified (see figs.). In the westernmost block adjacent to Mt.Gilboa the top of Avedat Group was observed at -350m MSL. Eastward, in a lower block, this guide-horizon was detected within the elevation-range of (-500)-(-600) m MSL. In the western block, top Judea Group is at (-450)-(-500)m MSL. The presence of a buried fault-block adjoining Mt.Gilboa and the elucidation of it's hydrogeological contact with the main Revaya-Shoqeq aquifer to the west, enables to formulate a more efficient and economical network of wells and a dependant optimized water distribution system. This would lead to considerable saving in energy costs and to the shortening of water-supply lines.

The interpretation of HRSR-data from the area east of the main road revealed the presence in the subsurface of salt-diapirs.These finds are in good accordance with lithological evidence from wildcat Zemah 1. The existance of salt-diapirs in the subsurface in close vicinity to saline springs located along the Mid-Valley line, enables the assumption that residual brines related to the formation of these diapirs were the source and cause for the intensive salinization phenomena observed in the springs outflowing along this morphological lineation.


STRUCTURAL MAP
KEY HORIZON
SAKHNIN DOLOMITE?
DATUM: SEA LEVEL
LEGEND
STRUCTURAL CONTOUR LINE
FAULTED ZONE
DIAPIR ?

Geochemistry of Cenozoic alkali olivine basalts from Northern Israel and the Golan - Petrogenetic implications.

I.B. Brenner, Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Israel Street, Jerusalem, Israel.

The homogeneous bulk chemistry and petrography of the widespread Late Cenozoic alkali olivine basalts in Northern Israel and the Golan, indicate that basalt lava generation was essentially similar in space and in time (15 MY to Recent). On the other hand significant trace element (mainly incompatible) variations are observed.

The chemical composition of the lavas indicate that they are akin to alkali oceanic basalts, characterized by relatively low silica, high total alkalis, high potassium and titanium contents. When plotted on an alkali-silica diagram the majority of lavas analysed plot within the alkali basalt field. Some flows exhibit subalkali tendencies while small volumes exhibit marked alkali affinities.

Most of the magmatogenic models invoked for the evolution of alkali olivine basalts are inconsistent with the chemical data and structural observations of these lavas. The high contents of P205, Sr, Ba, and U and their stratigraphic distribution, the very low K/Rb ratios, and "primitive" Sr isotope ratios, constrain genetic models that assume a very low degree of partial melting of a depleted peridotitic upper mantle, feldspar and pyroxene-olivine separation and crustal contamination.

Differentiation, fractionation and magma segregation cannot be used to account for variations in trace element variations, due to insignificant covariance between Mg-Na, Mg-K, Na/K and Na+K/silica with the incompatible elements. Large-scale removal of mafics would have resulted in a substantial decrease in the Mg content, while removal of feldspars would have affected the Na/K ratios, resulted in Sr-depletion, barium enrichment and increase in the K/Rb ratios. The low variability of the bulk chemical composition (with exception of low-volume occurences), rarity of plagioclase phenocrysts, contradict these mechanisms. Significant contamination by sialic crust is also discounted due to the lack of representation among the copious garnet-bearing amphibole peridotite and pyroxenite xenoliths, low K/Rb ratios, and primitive Sr-isotope signatures of the lavas.

Partial melting of a volatile rich source in the upper mantle, represented here by the incompatable element-rich amphibole xenoliths, is proposed as the model of magma generation since it adequately explains the high K/Rb, Sr/Ba, and Rb/Sr ratios of the alkali basalt lavas.

A model incorporating volcanic and tectonic events related to a regional thermal pertubation in a volatile rich upper mantle is proposed whereby the trends observed within defined lava groups can be attributed to a fluctuating pressure environment. Deep lineaments repeatedly taped the high pressure region of magma segregation and allowed easy access to the surface of the voluminous alkali basalts, without undergoing substantial differentiation, crustal contamination, and fractionation.

Geochemistry of Cenozoic alkali olivine basalts from Northern Israel and the Golan - Stratigraphic implications of Discriminant Analysis.

I.B. Brenner, Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Israel Street, Jerusalem, Israel.

The homogeneous bulk chemistry and petrography of the widespread Late Cenozoic alkali olivine basalts in Northern Israel, indicate that basalt lava generation was similar in space and in time (15 MY to Recent). Nevertheless significant trace element variations are observed.

Employing DISCRIMINANT analysis (SPSS), the chemical data published by Brenner in 1979, and a suite of stratigraphically well-defined lava profiles by Mor, Schulman, Horowitz and others, it was found that discriminant groups coincide with stratigraphic assignments, the principal discriminators being the incompatible elements.

Examples are presented showing how the use of DISCRIMINANT ANALYSIS allows significant correlation of flows from different areas in conjunction with their geological time setting and definition of subdivisions which cannot be clearly recognized in the field. For example, the upper part of the Lower Basalt volcanic phase can be distinguished fron the other parts of the section. Basalt intercalations in the Bira and Gesher formations can be divided into two chemically distinct parts mainly on the basis of incompatible elements but also Cr and Ni contents: the lower intercalations are reminiscent of the upper flows of the Lower Basalt, whereas the upper intercalations are similar to the Cover Basalt episodes. Data for the Young Basalts (Ortal, Hazbani, and Golan Basalts reveal a progressive increase in concentration of the Sr, Ba, U, and P2O5 contents with decreasing age from 570 - 2000 ppm Sr, 270 to 1000 ppm Ba, 0.6 - 3 ppm U, and 0.19 to 1.7 % P2O5.

RELATIONS BETWEEN MACROSTRUCTURES INTERPRETED BY SHALLOW HIGH RESOLUTION SEISMIC LINES AND MESOSTRUCTURAL DATA FROM THE SHIVTA AREA

I. Bruner, The Institute for Petroleum Research and Geophysics, Holon
Y. Eyal, Geology and Mineralogy Department, Ben-Gurion University, Beer-Sheva

Interpretation of high resolution seismic survey carried out at Giv'at Hayil NPP site, was made on behalf of the Israel Electric Corporation. The results show the following (directions of faults are strike direction):

A. The dominant trend of faulting is N50°E-N80°E. The dip of these faults is high and their nature has been determined as reverse faulting.

B. A secondary fault system trending N-S to N15°E. The dip of these faults is almost vertical and a left lateral strike-slip component of displacement was established along them in addition to a reverse component.

All small fault data from the investigated area with slickensides on them, may be categorized into a few major groups according to their trend and nature of slickensides.

1. Faults trending 011° with horizontal slickensides;
2. Faults trending 268° with horizontal slickensides;
3. Faults trending 235° with vertical and horizontal slickensides, the vertical posted the horizontal.
4. A conjugate set of normal faults striking 008° (52°/098° dip) and 185° (75°/275° dip) with slickensides dipping 55°/099° and 75°/272° respectively.

In the lack of slicolites the nature of small faults (normal or reverse, dextral or sinistral) according to faults' dip and slickensides is not unequivocal. By combining seismic and mesostructural data we obtain:

I - Preference of one interpretation concerning the nature of displacement along the small faults.

II - An endorsement of seismic results.

III - A clearer explanation of the different amount of vertical displacement along faults as interpreted on seismic sections.

1. The direction of the first group of small faults, 011° with horizontal slickensides resemble the second fault plane N10°E, as interpreted on the seismic lines. The left lateral oblique component found along the faults supports the theory that the small faults were developed under the Dead Sea stress field (DSS) in which maximum compression is NNW-SSE to N-S and extension E-W to ENE-WSW. The normal faults of group 4 are also in accordance with this conclusion.
2. The evidence, which was provided solely by the subsurface data along the Qeren Fault, demonstrated a different vertical displacement along the fault plane. The dominant trend of the Qeren Fault is subparallel to the folds of the Syrian Arc in this area. The displacement along the Qeren Fault was normal during Jurassic to Turonian times and, later on, reversed from the Senonian period. The small faults measurements are attributed to the Syrian Arc stress field (SAS), giving a maximum compressional orientation of E-W to WNW-ESE (a mean trend of 285°). Various parts of the Qeren Fault were oriented in different directions of shortening, consequently the amount of vertical displacement along them was changed.

FEASIBILITY STUDY OF SEISMIC METHODS FOR MAPPING OF THE SHALLOW SUBSURFACE IN THE ZOHAR FIELD

I. Bruner, V. Shtivelman, A. Beck, E. Levy, U. Frieslander, A. Dekel
The Institute for Petroleum Research and Geophysics

Y. Levy
Negev Phosphates Company

Seismic methods have proved to be an efficient tool for the solution of various geological problems. In particular, the high resolution technique of the seismic reflection method has been successfully used for intermediate depths (hundreds of meters) in geological sections for various purposes in different regions of Israel.

In this work an attempt has been made to use the above technique (together with the refraction method) in order to map the shallow part (tens of meters) of the subsurface. The Zohar field was chosen in order to study the feasibility of the method. The area raises an interesting and important problem from both an economic (phosphate mining) and a geological (mapping of phosphate units and massive chert) point of view.

The Zohar field is part of the Arad Valley, which forms a synclinorium between the Ira anticline to the west and the Kidod-Zohar anticline to the east. The Zohar field is located in a subsyncline between the exposed Dabbest and Kidod-Zohar structures in the eastern part of the Arad Valley; like the main structure, they trend SW-NE. There are also numerous secondary structures of varying sizes and their trends are sometimes different from the regional trend. The exploitable section consists of phosphatic layers alternating with sediments, 10m thick, divided into an upper and lower layer. The marl and chalk of the Mishash Fm. and the conglomerates and sand of the Hazeva Fm. cover the surface and mask the geological picture in most areas. The section underlying the phosphate series consists of silicified phosphorites, 5-20m thick. Underlying this unit, the massive chert is 12-18m thick and forms the base of the Mishash Fm.

The main goals of this mapping were the top and base of the Mishash Fm. phosphate sequence. Seismic methods facilitate the mapping of these horizons, provided that the corresponding lithological transitions are characterized by differences in seismic velocities.

A number of experiments was carried out in order to select optimal parameters for field work. These included the choice of energy source, the type of receiver and the spread. On the basis of the selected parameters, two seismic lines were worked in different areas of the Zohar field.

An optimal processing flow was chosen at the IPRG Data Processing Center, in order to obtain a reliable, high quality seismic section. The preliminary results of the study indicate that the use of two seismic methods (reflection and refraction) in conjunction can facilitate reliable mapping of the shallow subsurface.

RESULTS OF OIL EXPLORATION (INVESTMENTS) LIMITED BASIN STUDY AND ITS EFFECT ON FUTURE EXPLORATION OF OIL AND GAS IN ISRAEL

By Zfania Cohen
Oil Exploration (Investments) Ltd.

OEIL has been engaged in recent years in a regional study (basin analysis). The decision to carry out this project emanated from the imbalance that had existed in the exploration effort between the related geological studies on the one hand, and the drilling operations on the other. The regional study is carried out in two steps. During the first phase, tectonic geological provinces for exploration were outlined (Fig. 1) ((Flexer et al, Fig. 1, in this issue). In the course of the second (present) phase, a synthesis is done of the main geological factors that are related to the generation, mirgration and accumulation of hydrocarbons, including tectonics, stratigraphy and geochemistry with the aim of delineating specific areas which will be recommended for further exploration.

The findings of the first stage are: A) a basic tectonic pattern that existed during the Paleozoic and Mesozoic, made up of NE grabens (Pleshet, Judea and Galilee) and horsts and northwest-trending blocks. These tectonic elements were bounded by regional faults aligned in these two directions. The grabens were formed in three phases in pre-Upper Permian, Early to Middle Triassic and Early to Middle Jurassic. Each graben formation phase ended with a depositional sag basin centered above the graben and extending beyond the boundaries of the graben, followed by a lacuna and an angular unconformity; and B) two types of inversions were active - tilt inverstion and vertical inversion. Examples of the tilt inversion are - the southeast wedge of the Gevanim Formation and the northwest wedge of the Early Cretaceous

sequence (Berriassian to Middle Aptian). Vertical inversion occurred in Late Cretaceous time as part of the Syrian Arc tectonic event during which the Paleozoic-Mesozoic grabens became raised blocks whereas the Paleozoic-Mesozoic horsts turned into depressed areas in which synclinal sedimentation rich in organic matter took place in asymmetrical fault-fold sag basins (Kaptsan et al, Fig. 1, in this issue). The three grabens and the Cenozoic Dead Sea graben are considered potential generative basins.

Further exploration will have to be based on the results of this study. Areas favorable for exploration will be delineated leading to a carful and selective drilling.

In addition to the basin study, OEIL has carried out during the last two years extensive seismic and geologic investigations in Mezada and Tamar licenses in the Dead Sea graben and is presently preparing the first wildcat location in the Mezada area,

Another project which is ready for drilling is Palmachim, just north of the Ashdod license in the Coastal Plain. This prosepct is near the eastern edge of the Helez block, a similar position to that of the Helez, Kokhav, Brur and Ashdod oil fields.

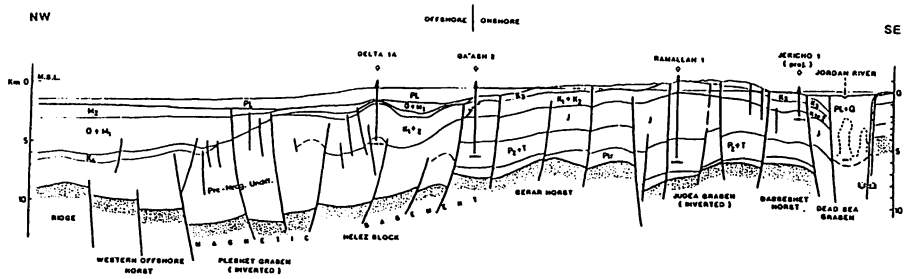


Fig. 1. Geologic cross-sections from the Dead Sea to the offshore basement ridge (from Highlights of Basin Analysis, prepared by OE(I)L Exploration Department, Guided by Zfania Cohen, 1988).

Saline Groundwater in the Shefela Synclinorium, Israel.

Amos Ecker
Geological Survey of Israel

The Shefela Synclinorium is located in central Israel west of the Judea and Hevron mountains. The Judea dolomite and limestone aquifer is 800-900m thick and is the main aquifer in the area with outcrops (replenishment areas) in the mountains of Judea and Hevron. Due to the synclinorial structure, the groundwater is confined. Fresh groundwater is encountered in this aquifer in springs and wells in the Judea and Hevron mountains, in the Be'er Sheva basin and in the foothills north of the Shefela area. The overlying Senonian to Oligocene chalk, chalky-limestone and clay beds form an aquiclude, 100-600m in thickness. Fractures and fissures in the aquiclude allow some rainfall water to percolate very slowly into the Judea aquifer below.

Groundwater wells were drilled in the fifties in the Shefela synclinorium to extract fresh groundwater from the Judea aquifer. When the drilling reached the top of the aquifer, saline groundwater (more than 1000 mg/l Cl) was encountered.

Pumping tests in these wells resulted in unstable salinity levels with salinity dropping slowly and continuously during pumping. Once pumping stopped for a few days, salinity rose to even higher levels than it was when pumping stopped. One explanation suggested that unstable salinity was caused by saline water that existed in the aquiclude and flowed into the fresh groundwater aquifer through the uncompleted uncased well.Thus, during the pumping test operation fresh and saline waters were pumped out reducing the total salinity level in the well. When the pumping test stopped, saline water continued to flow through the uncased drillhole into the freshwater aquifer, raising the salinity level of the water again in the vicinity of the well.

This explanation led to the conclusion that a cement plug at the base of the Senonian might avoid "contamination" through the drillhole. As a result one abandoned well (Uza 1) was plugged at the base of the Senonian. The plug was perforated later by a hole of a smaller diameter and fresh groundwater was found at the top of the Judea aquifer.

The above-mentioned exercise, though solving the technical problem of fresh groundwater supply in that area, did not answer the question of the o r i g i n of these saline groundwaters in the aquiclude.

This question is under investigation by the author (part of his Ph.D. Thesis in the Hebrew University, Jerusalem). Rock samples from cores and outcrops in the Shefela and Be'er Sheva area were ground to powder-size grains and shaken in distilled water. Major elements concentration of salts dissolved in the water were examined in the laboratory. Preliminary results show:

1. The Chloride concentration is different in every locality.

2. The Chloride content in Bet Guvrin hills is much less than in Be'er Sheva and Mishmar HaNegev areas.

3. Most dissolved salts seem to be of marine origin.

4. The geographic distribution of the salts coincides with the area inundated by the Pliocene transgression.

The possibility that Pliocene sea-water is the source of the salinity in the Shefela synclinorium and in some other areas in Israel is being studied.

THE ACRITARCH AND FUNGI SPIKE AT THE PERMIAN-TRIASSIC TRANSITION AND THEIR SIGNIFICANCE IN THE UNDERSTANDING OF GLOBAL ECOLOGIC CATASTROPHES

Yoram Eshet, Geological Survey of Israel, Jerusalem

A detailed palynstratigraphic study of the Permian-Triassic transition in the subsurface of Israel led to the recognition of a series of ecological and geological events across the boundary. These events occur during times of a worldwide extinction of organisms which was resulted from a strong ecological stress on most niches at the transition from the Permian to the Triassic. The following events were recognized in an order from the oldest to the youngest:

(1) Palynologic assemblages from the Late Permian are rich in palynomorphs of terrestrial origin, essentially bisaccate pollen and trilete spores. These comprise the Lueckisporites virkkiae Zone (Eshet, 1987; Eshet & Cousminer, 1986).

(2) The uppermost part of the L. virkkiae Zone includes, in most boreholes, an assemblage rich in striate bisaccate pollen, mostly Protohaploxypinus spp.

(3) Immidiately above the last layer of the L. virkkiae Zone, is found a short but indicative horizon that contains a very rich assemblage of fungal spores of terrestrial origin. This assemblage; which is found in a transitional layer between the Permian and the Triassic, is called here "The Fungal Spore Spike". The fact that this assemblage lacks almost entirely any other palynomorph, suggests that an ecological catastrophe at the P-T transition probably led to the extinction of most of the terrestrial vegetation, except for the fungi whose spores became dominant and formed the "Fungal Spore Spike".

(4) The fungal spores horizon is overlain by an Early Triassic assemblage that contains about 85% acritarchs which are marine phytoplankton. The dominance of this phytoplankton group suggests that it is an opportunistic element that represents the first organisms to conquere the marine ecological nichs that were depleted from organisms earlier, during the ecological stress of the "Fungal Spore Spike" episode. This episode of blooming marine phytoplankton is called here The Acritarch Spike". The poverty of pollen and spores in horizons of the "Acritarch Spike" suggests that the terrestrial vegetation did not recover yet from the ecological stress of the "Fungal Spore Spike" episode.

(5) The first terrestrial palynomorphs are found above the "Acritarch Spike" horizon; these are spores of lycopodes, essentially Endosporites papillatus, Kraeuselisporites spp. and Densoisporites spp. These palynomorphs comprise the E. papillatus Zone of an Early Triassic (Scythian) age (Eshet, 1987; Eshet & Cousminer, 1986). They

represent the first terrestrial vegetation that replaced the fungi of the "Fungal Spore Spike".

(6) The palynologic assemblages are in this episode are dominated by bisaccate pollen; lycopodes of the E. papillatus Zone still occur but they are less dominant. This horizon of the Scythian represents the full recovery of the vegetation after its extinction at the Permian-Triassic transition. The same sequence of events at the Permian-Triassic transition in Israel is known elsewhere in the world. Abundance of fungal spores was reported from Europe (Visscher & Brugman, 1988). Abundant acritarchs are known at the beginning of the Triassic from many localities such as Pakistan (Balme, 1970) Greenland (Balme, 1979) and Europe (Visscher & Brugman, 1981). It is suggested that this sequence of events represents the recovery of both the marine and terrestrial environments after being subjected to a great ecological stress that was resulted in extensive extinctions at the Permo-Triassic boundary.

References

Balme, B.E., 1970. Palynology of the Permian and Triassic strata in the Salt Range, Pakistan. In: Kummel, B. & Teichert, C. (eds.) Stratigraphic boundary problems: Permian and Triassic of West Pakistan. Univ. Kansas, Spec. Publ., 4: 306-453.

Balme, B.E., 1979. Palynology of the Permian-Triassic boundary beds of Kap Stosch, east Greenland. Medd. Gron., 200:1-37.

Eshet, Y., 1987. Palynological aspects of the Permo-Triassic sequence in the subsurface of Israel. Ph.D. thesis, City Univ., N.Y., 193 p.

Eshet, Y. & Cousminer, H.L., 1986. Palynozonation and correlation of the Permo-Triassic succession in the Negev, Israel. Micropaleontol., 32: 193-214

Visscher, H. & Brugman, W.A., 1981. Ranges of selected palynomorphs of the alpine Triassic of Europe. Rev. Palaeobot. Palynol., 34: 115-128.

Visscher, H. & Brugman, W.A., 1988. The Permian-Triassic boundary in the Southern Alps: a palynological approach. Mem. Soc. Geol. It., 34: 121-128.

PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF HYDROGEN-RICH COALY MATTER IN THE AGUR 1 DRILLHOLE, NEGEV, ISRAEL

S. Feinstein[1], P.W. Brooks[2], F. Goodarzi[2], D.M. Kirste[2], . Aizenshtat[3] and J. Slager[4]

[1] Geology Department, Ben Gurion University, Beer Sheva, Israel.
[2] Geological Survey of Canada, Institute of Sedimentary and Petroleum Geology, Calgary, Alberta.
[3] The Energy Center, Organic Chemistry Department, The Hebrew University, Jerusalem, Israel.
[4] ISRAMCO Inc. (EMOG), Tel Aviv, Israel.

Five samples from Cretaceous and Jurassic organic-rich shale and coal layers from clastic intervals in the Agur 1 borehole (Negev, southern Israel) were analysed in order to determine their genetic history, and their potential as a source for oil and gas.

Results obtained suggest that the Cretaceous sample has a "normal" coaly composition and low maturation in the lignite range whereas the Jurassic samples have unique maceral and geochemical characteristics indicating evolution through two major stages. In the first stage terrestrially derived organic material accumulated under partially oxidizing conditions forming coaly deposits. Primarily terrestrial origin and oxidizing conditions are indicated by the constituent macerals, abundance of reaction rims (mainly on vitrinite and resinite macerals), abundance of alkylbenzenes, pristane to phytane ratios, and distribution of n-alkane, sterane and triterpane in the solvent extract of the samples. In the second stage, the coaly deposits experienced localised secondary transportation and redeposition involving selective removal of some of the humic substance, progressive bacterial degradation of some plant lipids and further diagenesis under reducing conditions. This later modification resulted in enrichment of exinite, mainly matrix bituminite, abundance of fluorescent vitrinite (including particles with reaction rims), and a relatively high hydrogen content. These effects are particularly pronounced in the organic-rich shale and less in the coal. Abundance of microlayering texture in the organic materials suggests that deposition during the later phase took place in shallow water under low energy conditions.

In contrast to oxidizing conditions usually anticipated for such coaly material the later modification under reducing conditions resulted in a relatively high hydrogen content with apparent hydrocarbon generation potential. Several indicators reveal that the organic samples studied are only marginally mature. Because of the unique composition of the organic material studied, the major products anticipated upon generation would be gas, aromatics and oxygen-rich compounds.

GRABEN AND HORST BLOCK PATTERN IN THE SUBSURFACE OF ISRAEL

A. Flexer[1], Z. Cohen[2] and V. Kaptsan[2]

1) Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University
2) Oil Exploration (Investments) Ltd.

Israel (and its offshore) is situated in the unstable shelf that surrounds the Arabo-Nubian shield, between the massif in the south and the orogenic zone in the north. A synthesis of geophysical, well and surface data indicates that a basic block pattern had existed in Israel since Paleozoic time. Their bounding faults were etched in the Precambrian basement. Three northeast-trending Paleozoic-Mesozoic grabens, each flanked by two horsts have been delineated. These are the offshore Pleshet and onshore Judea and Galilee grabens. Together with the northwest-trending Carmel and Caesarea blocks, they make up the said block system (Fig. 1).

The Helez block, which in this system forms the eastern horst of the Pleshet graben, is of particular interest. It has a unique geologic history, basement structure and sedimentary sequence, altogether setting it aside as a separate terrane or a microplate.

This tectonic pattern is similar to tectonic styles (microplate tectonics) in other parts of the unstable zone of the Arabo-Nubian shield, as well as in the North Sea, southern England and other parts of the world. The sepcific tectonostratigraphic development of each block dictates a specific exploration strategy. Therefore, each block is considered an exploration province.

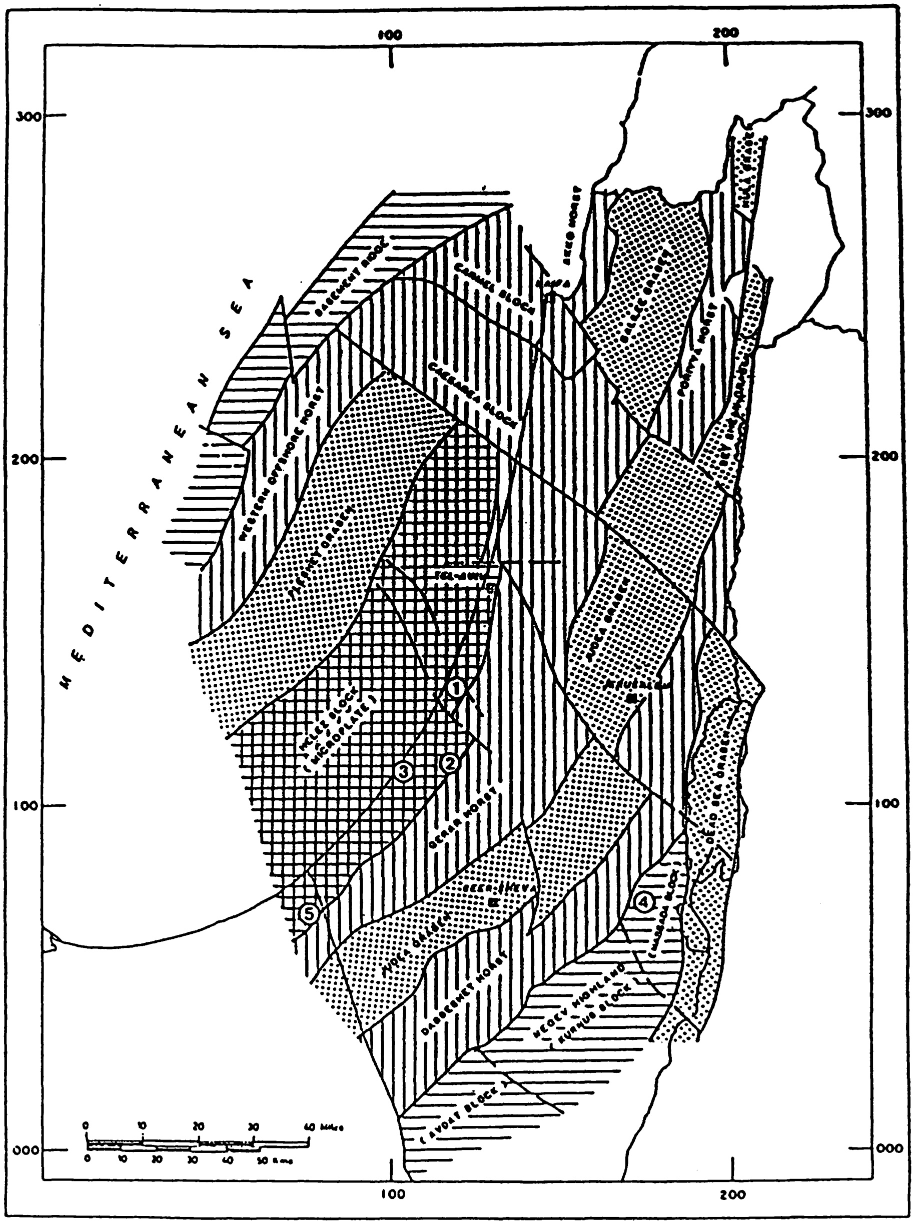


Fig. 1 - Tectonic patterns of Israel. Paleozoic-Mesozoic horsts and grabens inverted in Late Cretaceous time. Dead Sea, Bet Shean and Hula grabens formed in Neogene-Pleistocene time. 1. Ashdod oil field; 2. Helez oil field; 3. Shiqma gas field; 4. Zohar gas field; 5. Sadot gas field (from Paleozoic-Mesozoic graben and horst block-pattern, sag basins and tectonic inversions in the Levant, Z. Cohen, V. Kaptsan and A. Flexer, 1989, in preparation.).

Involvement Of Fluids In Regional Metamorphism: A Preliminary Study Of Carbonate Isotope Compositional Profiles On Sifnos (Cyclades, Greece)

Jiwchar Ganor and Alan Matthews
Institute Of Earth Sciences, Department Of Geology
The Hebrew University, Jerusalem, Israel

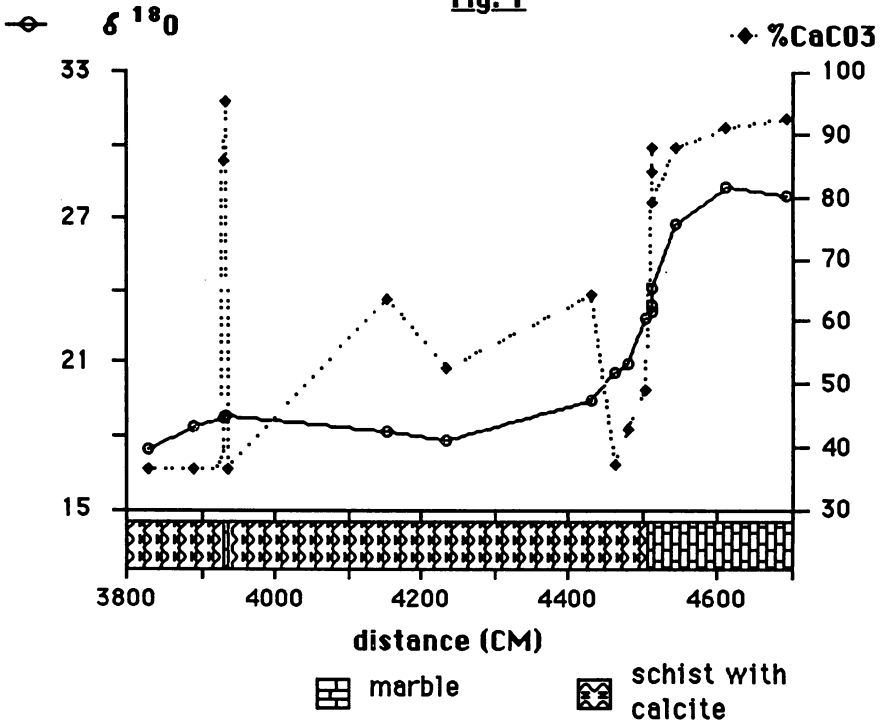
Stable isotope have played an important role in the understanding of metamorphic fluid infiltration processes. However, since stable isotope interpretations are generally based on material balance calculations, they may be flawed if the assumptions regarding the pre-infiltration isotopic compositions are incorrect. An alternative approach involving minimal assumptions concerning pre-infiltration conditions is to analyze calcite isotopic compositions along profiles at marble - schist lithological contacts. Differences in permeability between the lithologies and a good knowledge of pre-infiltration marble compositions allows a careful analysis of the fluid involvement.

Our preliminary study of this method focuses on a marble - schist contact in the Kamares Bay area of Sifnos, where Alpine high pressure eclogite facies assemblages have been extensively overprinted by later greenschist facies metamorphism. The isotopic data are illustrated in Fig 1. The schist unit occurs as an intercalation within the main marble sequence of Sifnos and is composed of greenschist facies silicate minerals with variable amounts of calcite (Fig 1). The $\delta^{18}O$ of the calcite within the schist is uniformly around 18‰ whereas that within the marble is about 28‰. The transition between the marble and the schist isotopic compositional values has a sigmoidal form with the point of inflection being exactly at the contact. A thin marble layer within the schist unit has a $\delta^{18}O$ of 18.7‰, similar to that of the other schist - calcite.

Marble $\delta^{18}O$ values of 28‰ are typical to marine carbonates and are attributed to the sedimentary protolith. On the other hand, the calcite $\delta^{18}O$ values of ~18‰ in the schists represent equilibrium with associated silicate minerals. Since the thin marble layer within the schist unit has the $\delta^{18}O$ of other schist calcite, it is clear that the fluids associated with the development of silicate minerals in the schists, lowered the $\delta^{18}O$ of the layer down to the present value from an original value of 28‰. The main marble unit, in contrast, is not influenced by the fluids and retained its original sedimentary values. The sigmoidal isotopic compositional profile at the contact, is typical for a diffusional

exchange process, and there is no evidence for advection of fluids from the permeable schists into the impermeable marbles, since this could shift the inflection point for the transitional zone into the marble unit. It may be concluded that fluids in the permeable schist unit were sufficiently pervasive to isotopically equilibrate a thin marble layer, but did not penetrate extensively into the less permeable main marble. The schist unit thus served as a conduit for fluid transport across the main marble unit. However our preliminary analysis shows that large amounts of fluid are unlikely.

Fig. 1



THE DEAD SEA TRANSFORM IN NORTHERN ISRAEL -- AN OVERVIEW

Z. Garfunkel, Department of Geology, The Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem.

The segment of the Dead Sea Transform in northern Israel differs from its more southern part because: this is a region of widespread magmatism; significant fault deformation occurred in a wide zone west of the transform; the transform is not always expressed as a fault controlled valley. On a regional scale this part of the transform marks the transition from its predominantly trantensional southern portion to the transpressional portion in Lebanon. This situation caused the local structural complexity.

The known stratigraphic sections (Jurassic, Cretaceous, Paleogene) across the transform are different, compatible with the left lateral offset of ca. 100 km along the transform. However, the contrasts across the transform are less conspicuous than farther south because of the mainly marine-carbonatic facies and the small lateral variation of the depth of the Early Cretaceous truncation.

The Neogene rocks in the area testify to Miocene activity of the transform. On the east a pre-Hordus beds flexure is apparent. The Lower Basalt-Hordus basin appears to have been delimited on the east by the transform. Neither the Miocene volcanism nor the Yizreel-Galilee fault systems do not extend east of the transform, showing that this was an active fault line since the Middle Miocene at least.

The magmatism in the area is not directly related to the Dead Sea transform, but belongs to a regional phenomenon which accompanied the regional continental breakup process. However, local faulting probably influenced magma ascent, enabling thick volcanic sequences to accumulate in the Hula Basin, south of Lake Kinneret and in the SE Galilee-Yizreel Valley. There is no visible relation between the age distribution of volcanism and the plate motions. The location of the youngest volcanism seems to be the opposite of what is expected from the plate motions. It thus appears that there are many magma sources under the region which acted intermittently (as recorded by surficial magmatism) and not a localized hot spot.

Structurally, the area is special because it had to move along the bend in the transform line. The strong fracturing of the Galilee which produced significant areal strain by block rotation, probably expresses the motion along the bend. The early formation of the Yizreel branch probably also resulted from the local stresses near the bend. The regional tectonic setting probably also caused the Pliocene-Quaternary structural reorganization along the transform itself and to changes of the local stresses.

IONIC HYDROTHERMAL REACTIONS OF GARNETS. I: THE REACTION OF GROSSULAR WITH MgCl2 SOLUTIONS.

I. GAVRIELI(1), A. MATTHEWS(1) and M. BAR-MATTHEWS(2)

1. Dept. of Geology, The Hebrew University of Jerusalem.
2. Geological Survey of Israel.

The hydrothermal reactions of 44-53 μm natural grossular grains with aqueous MgCl2 solutions have been studied at 550°C and 750°C and 2 Kbar pressure. The breakdown reactions exhibit complex paths depending on the solution concentration and temperature (Table).

molal conc.	bulk Mg:Ca	550°C	750°C
2	1.8:1	Gr-->Chl+Qz+Mull	Gr-->Chl+An-->Cd+For+Sp
1	0.9:1	Gr-->Chl+CaAl-silicate	Gr-->An+For
.5	0.45:1		Gr-->An+Fas+Clin
.2	0.18:1	Gr-->(Gr)+Chl+An	Gr-->(Gr)+An+Fas

Gr-grossular, Chl-clinochlore, Qz-quartz, Mull-mullite, An-anorthite, Cd-cordierite, For-forsterite, Sp-spinel Fas- fassaite (aluminium pyroxene), Clin-clintonite.

Reaction products do not crystallize simultaneously and the system undergoes a reaction path: Clinochlore and anorthite are usually the first to crystallize, followed by the other phases. This path is particularly evident with the clinochlore which at 750°C is an intermediate phase but at 550°C appears to be a stable end-product.

The dominant factor governing the reactions paths are the changes in the Mg:Ca ratio in the system (solid + solution). In concentrated solutions, where the Mg:Ca ratio is high, magnesium end-product dominate, whereas in dilute solutions Ca-phases are stable.

The reactions paths bear some similarity to those predicted by equilibrium activity calculations. The reactions kinetics are dependent on solution concentration with times for grossular breakdown at 750°C increasing from less than 30 minutes in 2m MgCl2 to several days in dilute solutions. Wood-Walther kinetics predict reaction times of 9.5 days, thus it is clear that ionic hydrothermal reactions are much faster in concentrated solutions then expected.

Reaction mechanisms in the initial stages is of dissolution - crystallization nature. Product grains exhibit two different types of growth characteristics: Clusters of large number of small grains which often enclose and replace the grossular (eg. Chl, Clin) and larger idiomorphic grains which often cluster but do not armour the reactant (eg. An, For). The later type, particularly the anorthite, have grossular inclusions which apparently were crystal nuclei. These disappear in time, presumably through diffusion and replacement processes.

The grossular dissolution shows the development of cubic etch pits which, surprisingly for an isotropic mineral, show some evidence of orientation. These must reflect the influences of crystal defects on dissolution.

JURASSIC ISOPACH IN THE NORTHERN NEGEV, JUDEA FOOTHILLS AND SOUTHERN COASTAL PLAIN

F. Gelbermann, Y. Grossowich
Oil Exploration (Investments) Ltd. Tel Aviv

The Jurassic isopach map is a result of the regional seismic interpretation completed at OEIL in 1988. The seismic data in the discussed area was interpreted by F. Gelbermann, J. Kemmis, Y. Grossowich, B. Davis and B. Fisin.

The total Jurassic thickness is controlled mainly by a system of NE tectonic alignments which were active as normal faults or flexures from Triassic to Middle, and in places, Upper Jurassic. These faults created grabens and horsts. The Jurassic thickness varies from 1200m to 3200m, and is thicker in grabens and thinner on horsts.

Changes in thickness within fault blocks indicate that a regional southeastward tilt existed in the SE area during some Jurassic intervals, probably continuing from Jurassic times.

Most of the discussed faults were rejuvenated during the Syrian Arc folding phase, when the direction of the throw was reversed. A thicker Jurassic sequence is found in general in the areas of the Syrian Arc anticlines.

Y, La, Ce, Eu and Yb Distribution during Epigenetic Processes in the Judean Desert.

A. Gilat and Y. Nathan
Geological Survey of Israel

The distribution of Y, La, Ce, Eu and Yb was studied in 44 samples of mineralized (or altered) rocks from the southern Judean Desert. Most of the mineralized rocks were found to be strongly enriched in Y and REE relative to the unaltered phosphorites and oil shales, which are the most common host rocks in the area (Fig. 1); furthermore, the pattern is different (enrichment in Eu for all mineralized samples and in both Ce and Eu in the mineralized samples from the Rogem Valley). Figure 1 also shows a similarity in the Y - REE patterns between the mineralized basal phosphorites and the secondary halite crust (both from Rogem valley).

The results suggest that: a) the enrichment of Y and REE is due to the mineralizing solutions; b) the source of these elements in these solutions cannot be limited to the phosphorite and oil shale rocks. The Th/U ratios as well as a statistical analysis of the chemical results (Gilat, 1989) point also to a dual origin for the elements in the minaralizing solutions. The enrichment of both Ce and Eu in the mineralized rocks of the Rogem Valley is puzzling and we have as yet no explanation for it.

Refernces

Gilat A. (1989) Tectonics and associated mineralization activity, southern Judea, Israel. (in Hebrew) Ph. D. thesis - submitted, Ben Gurion University of the Negev.

Shemesh A. (1986) Stable isotopes and rare earth elements in phosphatic rocks. (in Hebrew) Ph. D. thesis, Hebrew University of Jerusalem, 102 pp.

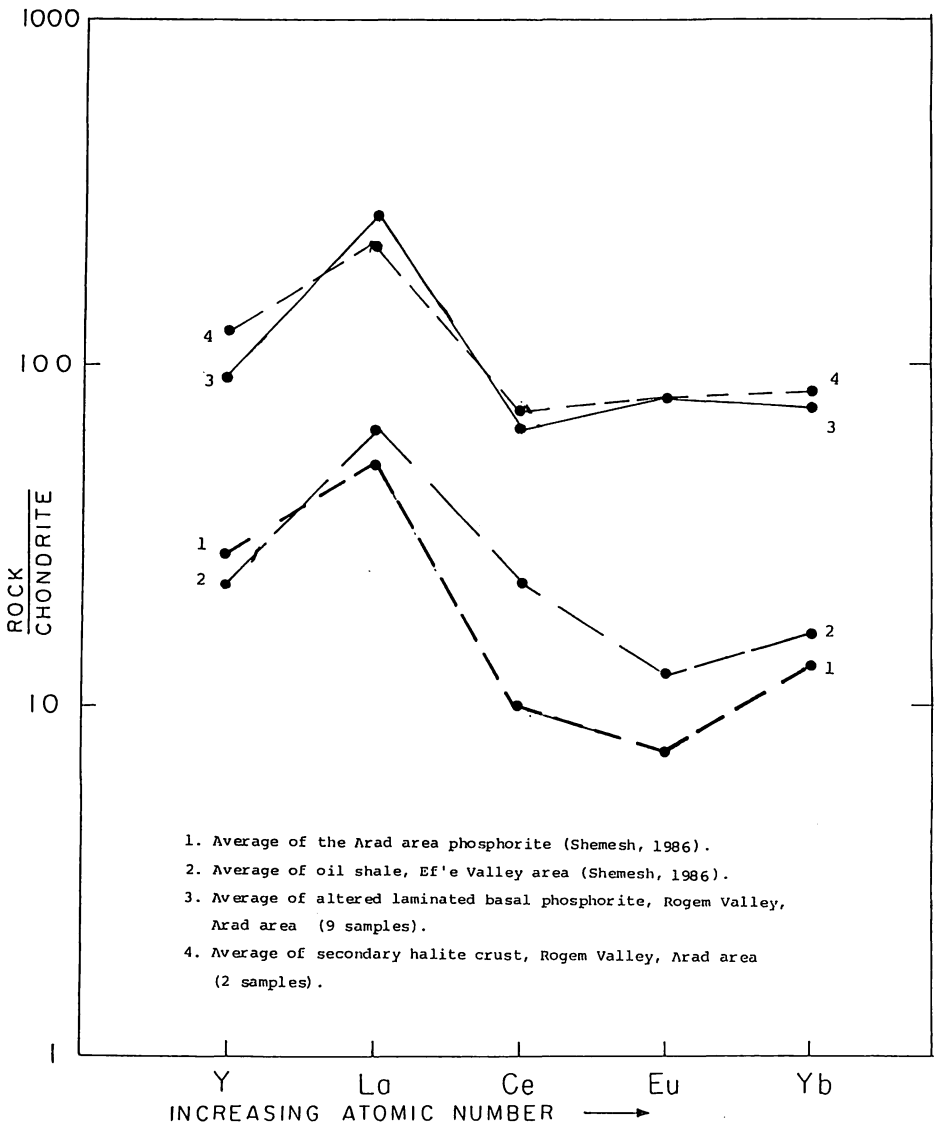


Fig. 1 Abundance diagram of the chondrite-normalized Yttrium and rare earth elements in altered basal phosphorite and secondary halite crust (3 and 4, Rogem Valley, Arad area) compared to phosphorite and oil shale country rock (1 and 2, Shemesh, 1986).

QUANTITATIVE ZONATION OF MANIFOLD PETROPHYSICAL WELL LOGS BY A MULTIVARIATE CLUSTERING PROCEDURE

D. Gill(1), A. Shomrony (2), and H. Fligelman (2)

Geological Survey of Israel, Jerusalem, Israel (1), and
Oil Exploration (Investment) Ltd., Tel-Aviv, Israel (2)

This study examines the ability of an objective quantitative multivariate clustering procedure to simultaneously comprehend a suite of digitized well logs and partition it into zones in a geologically correct way. The results were produced by computer program CONISS (Grimm, 1987) which was originally developed for the biostratigraphic zonation of palynological data. The program employs an agglomerative and hierarchical multivariate clustering technique referred to as the "incremental sum of squares" method, which was originally developed by R.H. Ward (1963), and uses an efficient computational algorithm proposed by D. Wishart (1969). The objective of the procedure is grouping for maximum homogeniety, that is, to define clusters so that their within-group variance (or dispersion, measured by the sum of squared deviation from the cluster's mean) will be minimum. The special requirements of the stratigraphic context of the clustering are observed by the addition of an "adjacency constraint" which prohibits the fusion of individual depth levels or lower-order clusters if their members are not vertically contiguous.

The performance of the method was tested on log suites from several reference wells whose subdivision is well established. The logs were digitized at a sampling rate of 5 points per meter. A Lagrange polynomial was fitted to the readings in every meter and the value at the midpoint of the polynomial curve was taken as the value for this 1 m interval. Here we present results for two cases which are representative of more or less two extreme situations, a succession whose subdivisions are clear-cut, and a monotonous and homogeneous sequence in which the subdivisions are rather subtle.

The first case is represented by the interval 2100-2610 m in the Ashdod-5 well. The suite of logs included SP, deep induction (RILD), GR and acoustic logs. The selected interval contains well-defined lithostratigraphic units which differ from each other lithologically and are readily distinguishable in logs and cuttings. The reference division of this interval is (depth in meters to top of unit): Talme Yafe Fm. (Lower Cretaceous), marl, top is above 2100; Judea Tongue, (Lower Cretaceous), dolomite, 2316; Unnamed interval, (Oxfordian), limestone and shale, 2347; Kidod Fm., (Callovian), shale, 2478; and Zohar Fm., (Bathonian), dolomite, 2563. All the depth points listed above were correctly selected by the program as cluster boundaries.

The second situation is represented by the Nirim Formation (Lower Jurassic)

in the Pleshet-1 well (depth interval 3317-4185 m). Six different logs were available, including SP, RILD, GR, acoustic, neutron, and density. Throughout the western part of Israel this formation consists of a thick monotonous sequence of nearly homogeneous limestones and dolomites which is difficult to partition into subunits. The reference section was subdivided on the basis of petrographic observations of thin sections of cuttings material sampled at about 10 m intervals. The manual analysis divided the formation into 6 units, distinguished by subtle compositional and textural differences. For five units the clustering results match the manual ones to within less than 14 m. Considering the inherent limitations of cutting samples, this margin of error is understandable. One boundary was offset by 56 m. This discrepancy is probably due to an error in the manual analysis. Furthermore, the numerical zonation identified some additional divisions in the studied interval, and the "integrity" of the numerically defined zones was born out by density-neutron and other conventional cross plots. Therefore, there is reason to believe that the numerical zonation is better founded than the manual one.

In other experiments it was found that the set of logs conventionally used for correlation purposes, including the SP, resistivity/induction, and GR, does indeed contain most of the stratigraphic information. Results based on these three logs alone are practically identical to those obtained from the complete suite of logs. The porosity logs suite (acoustic, neutron, and density) is apparently quite adequate to distinguish major units. As can be expected, the presence of hydrocarbons may bias the division towards the recognition of fluid-type zones, which do not necessarily have to coincide with rock-stratigraphic zones.

STAGES OF DEVELOPMENT OF UVDA VALLEY'S LANDSCAPE

HANAN GINAT

GEOLOGICAL SURVEY OF ISRAEL,JERUSALEM

Uvda valley ,which situated in the southern Negev,is a graben whose shape is similar to a parallelogram,limited on its eastern side by the Milhan fault and on its western side by parallel faults running north north east .In the margins of the valley appear relics of surfaces and conglomerates,some of them older than the valley and some broken within it.The valley,which is tectonic in its origin,and is partially a product of young erosional activity,began to develop in the middle of the Pliocene and possibly afterwards.Morphometric and sedimentologic analysis of Uvda valley prove that the surfaces and young sediments which exist within it developed in various stages.

Stage 1:Retreat of the Eocene sea and the creation of high surfaces including the weathering of the entire section above the Mishash formation.

Stage 2:Faulting along the length of the Milhan fault which related to the activity that created the structures of the Arava rift margins. Several small grabens,in which rocks from the Mishash and Menuha formations were exposed,were created along the length of the large cliff in the margins of the rift valley.Evidence of inconformities, which exist in most of these exposed formations sites,hint that the first activity within them was from the Senonian age.

Stage 3:After a period of tectonic relaxation,the high erosion surface was created.Above it,conglomerates were deposited,including mainly limestone pebbles from Judea group.The origin of these pebbles, which

were transported by a wide system of streams to the Nahal Hiyyon basin,is the mountains east and south of the present Uvda valley,.

Stage 4:Renewal of the activity along the length of the Milhan fault and new displacement a few kilometers westward,which created the initial Uvda valley.Thus began the degradation of streams in the direction of the Uvda valley.

Stage 5:The discontinous sinking of the valley.In the periods without tectonic activity,surfaces in the margins of the valley,and shoulders of the slopes of the streams which drained to Uvda valley,were created.Vertical and lateral displacement were seen along the length of Milhan fault.West of the valley three faults were active and, most likely,the displacement nearer the valley occured at a later time.On the north side of the valley conglomerates were deposited, composed mostly of pebbles of Judea group limestone.During this period,the channel of the Hiyyon stream,which passed through the Naatzoz valley, also drained the Say'yarim,Uvda and Shizafon valleys .

Stage 6:Creation of convex profile of the streams which drained to the valley from the east;the accumulation of young sediments tens of meters thick in the valley;fine sediments presently appearing in the north part of the valley (in contrast with the degradation characterizing most of the basins of the Negev);and lineaments which bisect the young alluvial fans in the west side of the valley-all these hint to the possibility of young tectonic activity.This type of activity calls for further research.

DUNES IN THE NORTH PART OF UVDA VALLEY

Hanan Ginat ,Geological Survey of Israel

Northwest of Uvda valley,occupying a 15 sq. km. area in the vicinity of the Kasui and Yitro streams,are located dunes of bright sand of three types:Seif,falling and climbing .Most of the sand is composed of: 60% calcite grains,35% quartz grains and a few grains of albite,dolomite and phosphate.Some of the grains are broken marine foraminifera of Upper Cretaceous and Eocene origin.Most of the sand grains are between 0.063-0.250 mm. in size.

The origin of the sand grains is from the fine component of conglomerates on the high erosion surface in an area which is located west of Uvda and Say'varim valleys,and include mostly carbonate pebbles from Judea group which were transported from south and east,through a stream system to the Nahal Hiyyon basin.The quartz and albite grains,and Eocene forminifera prove that exposures from the whole sedimentary section were located in the old Nahal Hiyyon basin (possibly located in the area of Jabel Hasham-a-Tarif).

Creation of the valley by tectonic activity caused changes in the drainage systems.The southern and western parts of the Hiyyon basin were captured by the Paran stream.Some of the conglomerates were swept away into the valley.Sorting of the fluvial deposits in the Uvda valley is caused by the decrease of the flow intensity,and causes accumulation of sand and clay in the northern part of Uvda valley.Strong southwesterly and westerly winds,whose intensity increase in the area because of its funnel shape,carry the sand 3 kilometers eastward inside the streams.The common north winds,of medium intensity, continue to build these dunes.

LAKE KINNERET IN JEWISH TRADITIONAL LITERATURE

Dov Ginzburg
Geological Survey of Israel, Jerusalem

Lake Kinneret (Galilee) and the northern Jordan Valley are mentioned in the Bible, Mishnah, Talmud, Tosephta and various Midrashim in association with earth-science phenomena. The commentaries on the above sources are based on legends, Jewish historical books (Book of Macabees, Josephus Flavius etc.) and in other sources (New Testament, Strabo, Abdallah Yaqut (13th cent.), diaries of various travellers).

The following topics are described and interpreted in the literature:
1) The rocks around the lake.
2) Fertility of the soil.
3) The properties of the water in the lake, springs and rivers (e.g. temperature and composition).
4) Hot springs and other volcanic phenomena.
5) The rivers and valleys around the lake.

A. LAKE KINNERET

The name and origin of the lake (Numbers - Onkelos, Talmud Bavli, Talmud Jerushalmi, Josephus Flavius).
Therapeutic properties of the lake (Talmud Jerushalmi, Tosephta, Midrashim).
The fish in the lake (Talmud Bavli, Tosephta, New Testament).

B. BEREKHAT RAM

Origin (Genesis - Rashi, Talmud Bavli, Talmud Jerushalmi, Josephus Flavius, Yalkot Simeoni).

C. RIVERS

1) Jordan: The name of the river (Talmud Bavli);
Sources of the river (Psalms, Talmud Bavli, Josephus Flavius);
The course of the river and its composition (Mishna and Tosephta).
2) Yarmouk: Composition of the water (Mishna and Tosephta).

D. HOT SPRINGS

1) Tiberias: Origin and genesis (Genesis - Rashi, Talmud Bavli);
The name of the spring (Talmud Bavli, Talmud Jerushalmi);
Temperature of the water (Mishna, Talmud Bavli);
Composition of the water (Mishna - Rambam);
The town of Tiberias (Talmud Bavli, Talmud Jerushalmi, Josephus).

2) Hammat-Reqet: The name of the spring (Talmud Bavli, Talmud Jerushalmi); The site (archaeological excavations).
3) Hammat-Gader: origin of the spring (Genesis - Rashi, Talmud Bavli);
The name of the spring (Talmud Bavli);
The site (Talmud Bavli, Talmud Jerushalmi, Tosephta and Josephus);
Composition of the water (Abdalla Yaqut, 13th cent.).

E. VALLEYS
1) Biq'at Bet She'an: The name (Judges, Samuel I, II);
Population (Talmud Bavli, Talmud Jerushalmi, Josephus);
Soil fertility (Mishna, Talmud Bavli, Talmud Jerushalmi);
Wheat, olives and flax (Talmud Jerushalmi, Midrash).

2) Biq'at Ginnosar: The name (Numbers - Onkelos, Midrash); soil fertility (Genesis - Rashi, Mishna, Talmud Bavli, Tosephta, the Book of Macabees, Josephus).

3) Biq'at Arbel: The locality (Talmud Jerushalmi, Tosephta, Book of Macabees, Josephus);
Volcanic phenomena (Psikta d' R. Kahana);
Soil fertility (Talmud Jerushalmi, Midrash);
Wheat and flax (Talmud Jerushalmi, Midrash).
"The redemption" (Talmud Jerushalmi).

4) The "Leja" Plateau (Trakhuna): The name (Deuteronomy - Onkelos, Kings 1 - Yonatan);
Description of the locality (Strabo);
Soil fertility (Amos, Talmud Jerushalmi, Josephta).

Electrical Conductivity of Rock Units in Israel

M. Goldman,* Y. Bartov,** G.Steinitz,** and A. Ronen *

* Institute for Petroleum Research and Geophysics, Holon

** Geological Survey of Israel, Jerusalem

The aim of this survey was to define electrical conductivity contrasts between rock units in Israel, in order to plan applications for deep probing electromagnetic methods.

Measurements were conducted on outcrops using a standard ground conductivity meter (EM-34). For some of the units rather consistent results were obtained. None of the results were influenced by surface features (Jointing, weathering).

To date contrasts can be pointed out for:

1) Kurkur versus Hamra in the coastal plain of Israel.

2) Nubian sandstone versus carbonates of the Judea Group in the southern Negev.

3) Lisan Formation versus carbonates of the Judea and Avedat Groups in the Rift Valley.

4) Lisan Formation versus Neogene basalts in the Jordan Valley.

The next phase of this survey will try to locate these, and other similar contrasts in the deeper subsurface, using TDEM sounding methods.

THE DTM (DIGITAL TERRAIN MAP) PROJECT AND THE HISTORICAL PRODUCTIONS SPOT/LANDSAT 5 SATELLITE ATLAS OF ISRAEL

John K. Hall
Geological Survey of Israel
Marine Geology, Mapping, and Tectonics Division

and

Richard Cleave
Historical Productions, Inc.
POB 19823, Jerusalem

The Geological Survey of Israel, Historical Productions, Inc., and the Israel Mapping Centre have undertaken the production of a new high resolution digital terrain map (DTM) of Israel. The new DTM is based upon the topographic information contained in the 10 m contours of the eighty-six 1:50,000 scale topographic maps of the Israel Mapping Centre. The grid used is 25 m, locked into the Cassini projection of the standard Israel Grid. For each of the 1:50,000 topographic sheets this grid can be visualized as an overlay of half millimeter squares, representing 641,601 elevation points per 400 km² map. To date almost 50% of the country has been digitized. The DTM data is the copyrighted property of the Israel Mapping Centre.

An inexpensive PC-AT system with EGA graphics and high resolution digitizer with 16 button cursor is used to edit a matrix of EGA screens of the maps which are scanned using commercial prepress scanners. FORTRAN and HALO graphics routines facilitate the editing and directly convert the color-coded intervals between contours to a 25 m DTM using weighted means of points interpolated by bicubic splines from both N-S and E-W topographic profiles. Special modules allow inclusion of additional nonstandard contours, spot heights, and profile data, as well as steep discontinuities in the surface to be digitized.

The initial use of the DTM elevations will be to enable Historical Productions to calculate the heights of the individual 10 m pixels of a merged LANDSAT/SPOT image mosaic of all of Israel and the adjacent areas for the purpose of producing computer-generated oblique synoptic images of the satellite imagery and thus video movies of flight over the animated topography. This high resolution imagery will also be published as a bound atlas of overlapping scenes at 1:100,000 scale. The DTM and the computer methods used to produce and manipulate it constitute the first stage in a process which will allow representation of physical/geologic/geophysical data for the country in a far more visual and analytic manner. Examples are preparation of slope maps, solid 3-D models, shaded relief displays, perspective images with quantitative color coding, stereo pairs etc.

A byproduct of the project is the transfer of digital data from personal computers to Scitex color separation equipment for inexpensive mass production of very high quality color images. An immediate goal is the production of a similar DTM for the adjacent seafloor, prepared from various types of bathymetric observations. This DTM will be converted to an image by shading its slopes according to the sun angle present in the satellite image and coloring the DTM facets (pixels) according to the actual depth, and the image will be transferred to the Scitex equipment for merging with the detailed satellite imagery so as to print satellite images with the associated submarine topography shown as if it were located beneath water of unlimited clarity.

This poster session will present the results of this project in the form of a working computer demonstration of the production and use of the DTM, the locations of the 1:50,000 sheets for which DTMs have already been produced, sample slope maps produced from the DTMs, a high resolution 1:100,000 scale image of the Kinneret and the eastern Galilee from the new Historical Productions atlas, and the set of 6 natural color satellite imagery posters at a scale of 1:150,000 extending from Eilat in the south to Tripoli in the north which were published in 1988.

Neomorphic micas in Paleozoic strata, Timna

Y. Harlavan(1,2), G. Steinitz(1) and A. Starinsky(2)

(1)Geological Survey, Jerusalem.
(2)Dept. of Geology, Hebrew University, Jerusalem.

The Paleozoic section in southern Israel consists of the Amudei Shelomo, Timna, Shehoret and Netafim Formations. This is basically a clastic sequence, excluding a calcareous unit in the Timna Formation.

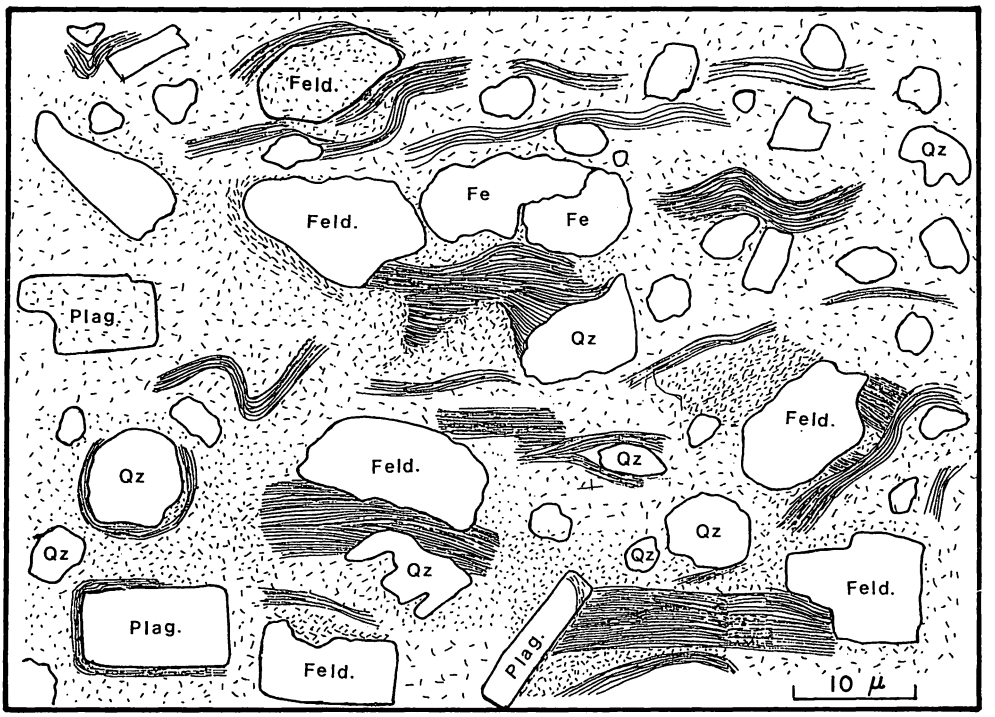
Micaceous beds are observed in the sequence. Their main petrographic components are (SEM study):
a) Detrital fragments of sand-silt size.
b) Clay minerals.
c) Micas.

a) the fragments include grains of K-feldspar, plagioclase and quartz. They tend to be rounded, except for the plagioclase grains which are altered on twinning lamellae. The feldspar grains exhibit considerable diagenetic alteration to clays.

b) Most of the clay component is a well crystallized illite. Locally kaolinite crystals have also been found. The origin of the illite is both as detritus as well as an in situ alteration product.

c) The micas are biotite and muscovite. The biotite contains iron inclusions and the muscovite is clear, sometimes containing kaolinite or mixed layer clays. The micas (biotite and muscovite) display deformation features and growth features which take into account the geometry of existing fragments and pores.

Considering the observed petrographic relations between the micas versus the fragments and the clay minerals, it is concluded that the micas are neomorphic. It is usually accepted that such micas can form, on account of clay minerals (illite), in low grade metamorphism (up to 200°C). Based on the conclusion that these micas are neomorphic, a geochronologic study is being performed on them.



Fe - Iron oxides
Qz - Quartz
Plag - Plagioclase
Feld - Feldspar

Clay
Oriented Clay
Mica
Weathered fragment

Figure 1 - Petrography of a micaceous siltstone (schematic) from the Paleozoic sequence, Timna, Israel.

SORTING PROCESSES ALONG THE SHORE AS INDICATED BY GRAIN-SIZE POPULATIONS

Daniel Hartmann
Beer Sheva

Surface sediment samples taken from the southern and central Israeli Mediterranean coast (Rafha to Herzlia) which are part of the Nile littoral cell, indicate the grain-size sorting differentiation processes acting along the shore. The longshore sediment transport, deposition, and erosion is strongly influenced by the processes acting normal to the shore. Eight constructed empirical populations (super samples) correspond to eight environments normal to the shore: deep inshore, shallow inshore, step, mid swash-zone, top swash-zone, mid backshore, far backshore, and coastal aeolian sands. The littoral sediments were sampled in a systematic stratified sampling survey from the active layer (sedimentation unit). The samples were taken in profiles normal to the shoreline, in fixed environmental stations. The lateral distance between profiles is 200 meters. 285 profiles were sampled on a "storm" beach along 60 km (from Rafha to Ashqelon, at Nizanim, Palmahim, Bat-Yam, and Herzlia) and 78 profiles were sampled on a "accumulating" beach along the coastal segment Erez-Ashqelon.

The development of a low cost, automatically recording settling tube system for the hydraulic grain-size analysis of sand allows a marked increase in the number of analyzed samples and the quality of the size property. The relative high sample number in this study (ca. 2000) meant that the single sample approach would be abandoned, and probability models would be constructed for describing the size of the grains with emphasis on the size-sorting patterns between the environments. The super samples are the combination of all the single samples in a given environment according to geological factors. By studying the configuration of the various super samples it is possible to use the grain-size populations as natural tracers. The longshore sediment transport has four components which can not be related to a simple time model:

a) Winnowing of fine sediment from the inshore to the offshore. This process has reached its maximum maturity already in the southern part of the area studied.
b) Storing of sand with the typical grain-size 0.250 mm in the backshore. Under favorable conditions, the sediments can move further inland as their size range is within the competence of the wind transport capacity.
c) The part of the grain-size population which is mostly exposed to the longshore transport is the inshore population. This bimodal grain-size distribution is exposed to currents which move it as bed load following the rhythmic patterns of the nearshore dynamics.
d) The grains "resting" in the swash-zone follow a zig-zag motion along the beachface. The movement is relatively slower than movement in the inshore.

The results from this study (Hartmann, 1988) demonstrate that in the southern part (Rafha - Ashkelon) a stage of equilibrium has been achieved. The slow moving grains as well as the fast moving are resident. From Nizanim northwards there is a deficiency in the populations of the slow moving coarse grains and the population of the 0.250 mm grains. The sediments at Herzlia are the end products of these sorting differentiation processes and form a homogeneous, very well sorted population of very fine sand in all the various littoral environments.

REFERENCES.

1. Hartmann, D., 1988: Coastal sands of the southern part of the Mediterranean coast of Israel: Reflections of dynamic sorting processes and environmental discrimination. Ph.D Thesis, Aarhus, Denmark. pp 330.

THE HYPERBOLIC DISTRIBUTION AND THE HYPERBOLIC SHAPE TRIANGLE: NEW STATISTICAL TOOLS FOR THE GEOLOGIST

Daniel Hartmann
Beer Sheva

The descriptive needs of sedimentology and the question of the relations between grain-size parameters and the dynamical and geological factors which governs the populations sampled have been a longstanding and often controversial issue in the sedimentological literature (Hartmann, 1988). The aim of a description is not only to compare an object with a fixed standard, but also to be able to reproduce or model relevant properties. Usually, descriptive statistics of a one-dimensional, unimodal distribution require three elements : location, dispersion, and shape. The shape element is determined by a combination of two other parameters, and therefore, the description of a unimodal distribution is at least a four-dimensional problem. Pearson's model (in LeRoy, 1981), which is based on the four moments, was most widely used as a qualitative practical tool. The message of the statisticians to the user of descriptive statistics is very clear: There is an infinite field of distribution forms. The shape parameter skewness is one of the parameters which gives the best results, but skewness is also a measure of deviation from log-normality and a true Gauss distribution is, in fact, seldom seen in sediments.

The hyperbolic distribution was introduced by Barndorff-Nielsen (1977) to describe the mass-size distribution of aeolian sands (cf. also Bagnold, 1941). It has, however, turned out to be much more widely applicable not only to other kind of sediments but also to other types of frequency data, for example, size distributions of droplets and aerosol, turbulence, wind-shear, geochemical data, along with other applications in astronomy, biology and economics.

The location-scale invariant parameters "Chi" and "Ksi" of the hyperbolic distribution express respectively, the skewness and kurtosis of that distribution. The triangular domain of variation of these two parameters is referred to as the hyperbolic shape triangle. Estimation of the hyperbolic parameters is rather complicated. Christiansen and Hartmann (1988) documented a package of PC-computer

programs for estimating the hyperbolic parameters as well as the standard moments.

Barndorff-Nielsen and Christiansen (1988) formulated a mathematical-physical model for erosion and deposition of sand and related it to the logarithmic hyperbolic distributional form of mass-size distributions. Hartmann and Christiansen (1988), and Christiansen and Hartmann (1989) present some applications in sedimentology.

REFERENCES.

1. Bagnold, R.A., 1941: The physics of blown sands and desert dunes. Chapman and Hall, London.
2. Barndorff-Nielsen, O., 1977: Exponentially decreasing distributions for the logarithm of particl size. Proc. R. Soc. London, Ser. A, 353, 401-419.
3. Barndorff-Nielsen, O., and Christiansen, C., 1988: Erosion, deposition and size distributions of sand. Proc. R. Soc. Lond. A 417, 335-352.
4. Christiansen, C., and Hartmann, D., 1988: SAHARA: a package of PC-programs for estimating both log-hyperbolic grain-size parameters and standard moments. Computers Geosci, 14, p. 557-625.
5. Christiansen, C. and Hartmann, D., 1989: The Hyperbolic Distribution. in Syvitski, J.P.M., (Editor), Principles, methods, and applications of particle size analysis. Cambridge University Press. submitted.
6. Hartmann, D., 1988: Coastal sands of the southern part of the Mediterranean coast of Israel: Reflections of dynamic sorting processes and environmental discrimination. Ph.D Thesis, Aarhus, Denmark.
7. Hartmann, D., and Christiansen, C., 1988: Settling-velocity distributions and sorting processes on a longitudinal dune: a case study. Earth. Surf. Proc. Landforms (in press).
8. LeRoy, S.D., 1981: Grain-size and moment measures: A new look at Karl Person's ideas on distributions. Jour. Sed. Petrology, 51, 625-630.

The History of the Dead Sea Rift in Northern Israel in the Pliocene and the Pleistocene

Ariel Heimann
The Golan Research Institute

The Dead Sea Rift in northern Israel is comprised of three deep basins: the Sea of Galilee, the Hula Valley and the Ayun Valley, with two structural highs separating between them: the Korazim Block and the Metulla-Kefar Gil'adi area. The configuration of the present rift is a result of several faulting systems which developed on former structures.

The main cause for the development of the basins is the horizontal movement along the rift combined with the en-echelon arrangement of the main faults as exemplified in the Hula and Ayun valleys and to a lesser extent in the Sea of Galilee. In the northern part of the Hula Valley the main fault of the rift branches into five faults which are probably active till now. One of these, the Yammunneh Fault, is the continuation of the transform, which reaches southern Turkey (Wilson, 1965).

The first part of the horizontal movement along the Dead Sea Rift took place along one fault system without producing a rift structure (Garfunkel, 1981). Consequent to a shift of the pole of rotation of the Arabian and African plates, extension oblique to the transform began and a rift started to develop (Joffe and Garfunkel, 1987).

Geochronological data from the Hula Valley indicate that the second phase of movement and the initiation of the Hula Valley (and maybe also of the other basins along the rift) began 4 m.y. ago. The amount of horizontal displacement since then is 25 km (maximum length of the Hula Valley), yielding an average rate of the movement of 6.2 mm/y. The present level of the Hula

Valley has been stable since 2.3 m.y. ago, implying that the rate of subsidence (0.5-0.7 mm/y) is equal (in average) since then to the rate of sedimentation.

With the opening of the rift and the progression of the horizontal slip, complicated structures developed. Three of these are:

(1) The Si'on, Shamir and Sheikh-Ali faults branch off the eastern margin fault of the rift, and trend to the northeast. The Shamir and Sheikh-Ali faults were active earlier than 2 m.y. ago (and later than 4 m.y. ago) and they are, therefore, part of the initial stages of the basins' formation in the northern part of the rift in Israel. When the Si'on Fault was initiated is not known but it is clear that this fault was active tens of thousands of years ago and is probably still active.

In several places the timetable of the activity of the border faults could be identified. As younger faults are situated inward of the basins the activity migrated towards their centers.

2) Extensional structures located in a zone characterized by shortening (such as the Barahta area in the Hermon) or compressional structures located in an area characterized by extension (such as the hills of Anafa, Shehumit and others in the Hula Valley) were found in the northern part of the rift in Israel. These phenomena are explained by the nonregularity and the en-echelon stepping on each specific fault along which they were formed.

3) The Korazim Block located south of the Hula Valley is covered by young basalts and sediments (between 5 and ≈1 m.y. old). The intensive deformation seen today in the area affected all the rock units equally and thus is younger than one million years. It seems that the development of the present Korazim Block and the deformation within it, is a result of the shifting of the main active fault between the Hula Valley and the Sea of

Galilee, from the Jordan channel to the Almagor Fault located to the west.

To summarize: The Dead Sea Rift in northern Israel, in its present configuration, started to develop 4 m.y. ago, contemporaneously with the eruptions of the Cover Basalt. The horizontal movement previous to that time occurred along a fault system on which no significant morphological depression developed. The formation of the rift depression in the Upper Pliocene and the Pleistocene took place on several fault systems, forming complicated structures, along with sedimentation in the basin and basalt eruptions in its vicinity. The young faults and the current seismicity of the area indicate the continuation of the tectonic activity even to the present.

Barahta Rhomb Graben, Mt. Hermon - an Example of Extension in a Compression Region

A. Heimann(1), Y. Eyal(2), M. Eyal(2)

(1) The Golan Research Institute, Qazrin
(2) The Dept. of Geology, Ben Gurion Univ., Beer Sheva

Mount Hermon is part of a NE trending anticlinal structure formed due to compression resulting from sinistral movement along the Dead Sea Rift Transform. At the northern part of the Hula Valley the Dead Sea Transform branches into five faults (Heimann and Ron, 1987), of which the Rachaya Fault crosses the Hermon at its western side. This fault is a left lateral fault with about 1000 m of displacement (Freund, 1980; Heimann, 1985). The Rachaya Fault consists of two left stepping segments: the southern Si'on Fault and the northern Shaba'a Fault. As a result of this stepping a rhomb shaped graben was formed.

The Barahta Valley is surrounded by the following faults (Fig. 1): to the southeast the Si'on Fault is a major strikeslip fault with a vertical component of about 300 m in the Barahta area; the western Alonim Fault and the northern Naqar Fault are both normal faults; to the east several parallel faults are exposed, of which the Astra and Hawarta are the main faults. Oblique displacement with significant horizontal component was found along these two faults. Characterization of the faults is based on the examination of fault planes, fault breccias, mineralization, morphological consideration and slikensides. Kinematic calculations reveal that horizontal displacement of about 700 m was transferred from the Si'on Fault to the Shaba'a Fault mainly along the Hawarta and Astra faults.

Comparison of the structure of Barahta graben to the classical pull-apart model (Aydin and Nur, 1982) and to the rotational model (Eyal et al., 1986) reveals that the formation of the Barahta graben can be largely explained by the latter

model though it differ from it in several components. It is concluded that stepover of strike-slip faults is essential for development of rhomb grabens but the model of formation is different in each case and depend on the fault pattern.

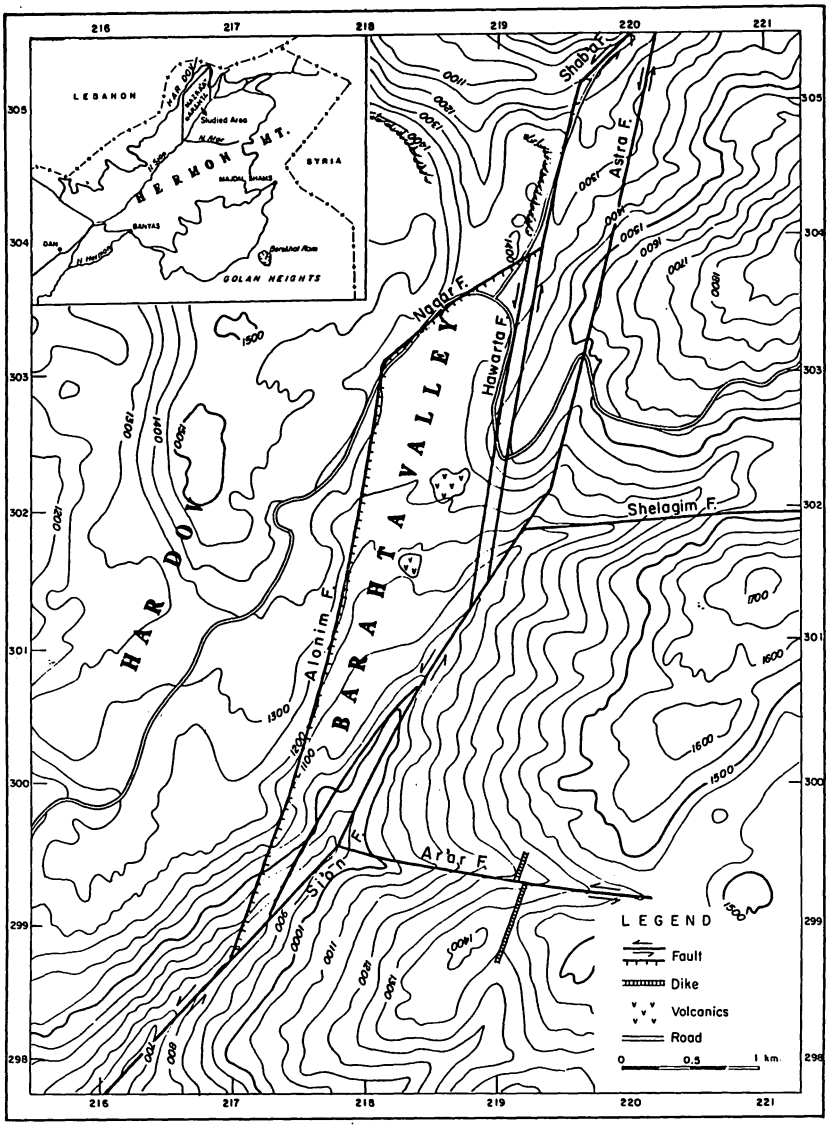


Fig. 1

The stratigraphy and deformation of Korazim block: Geochronologic and Paleomagnetic evidence.

Ariel Heimann[1]and Hagai Ron[2]
(1) The Golan Research institute
(2) The Institute for Petroleum Research and Geophysics

The Korazim block is an elevated pressure ridge between the Kinneret and the Hula pull- aparts, all are internal structures of the Dead Sea transform plate boundary. Geochronological data (K-Ar) and paleomagnetic data were employed to study the stratigraphy and the deformation of the region. The integration of the two methods together with structural data yields high resolution age determination of the stratigraphic sequence and provides insight into the age and style of deformation.

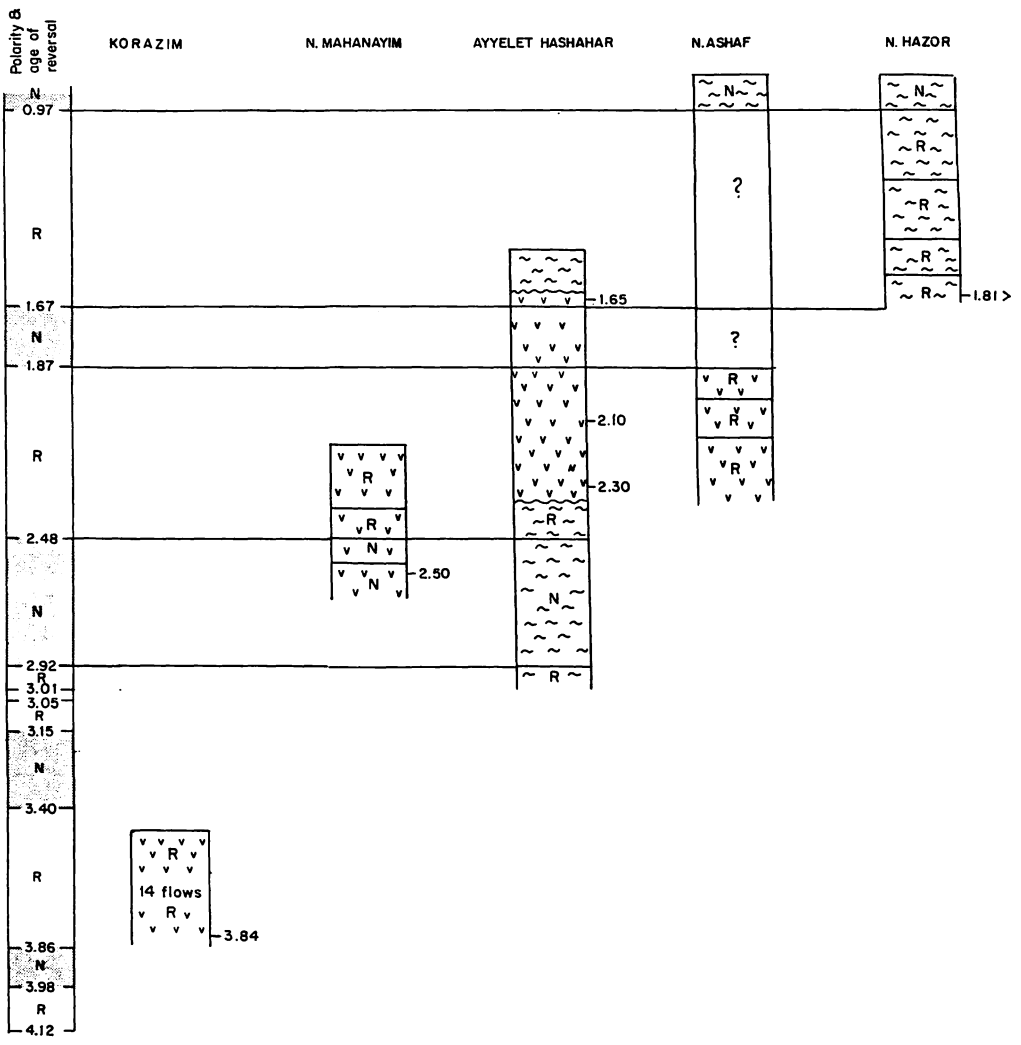
The stratigraphic sequence of the Korazim block was studied using five sections composed of basalt and sediments. We sampled 29 stratigraphic levels and cooling units (6 oriented cores from each) for paleomagnetic measurements and 25 basalt flows in the entire area for K-Ar age determination. The measurements yield the following results:

(1) The southern and central part of the region are composed of the Cover Basalt, ranging in age from 5.1 ma to 3.6 ma. The magnetic polarity of 14 cooling units from the upper part of the section showed reversed direction of magnetization.

(2) The stratigraphic sequence of the central and northern parts is composed of basalt and sediments of mixed magnetic polarity, and ranges in age from 3.0 ma to less than 1 ma. Figure 1 summarizes the results and correlations of the five sections.

(3) The mean magnetic declination of all units shows an anomalous direction which yields $12.2^{o} \pm 5.9^{o}$ counterclockwise rotation with respect to the expected field where the mean inclination yield value of $47.4^{o} \pm 5.9^{o}$ which does not significantly deviate from the expected field.

We suggest that the anomalous declination is the consequence of faults and blocks rotation which accommodate the internal deformation, thus it is also constrain the age of this deformation to be less than 1 ma. Simultaneous right lateral slip with small reversed component along 290° trending faults (in the south) and 315° trending faults (in the north) and 12.2^{o} counterclockwise rotation lead to the internal deformation of the Korazim pressure ridge. This deformation is the consequence of left lateral slip along the Almagor strand of the Dead Sea Transform which is subparallel to the plate slip vector caused compressional component, which presumably leads to this internal deformation. If so, it also constrains the age of this strand to be less than 1 ma.


Polarity & age of reversal
KORAZIM
N. MAHANAYIM
AYYELET HASHAHAR
N. ASHAF
N. HAZOR
N
0.97
R
1.67
N
1.87
R
2.48
N
2.92
R
3.01
3.05
R
3.15
N
3.40
R
3.86
N
3.98
R
4.12
14 flows
3.84
2.50
1.65
2.10
2.30
?
?
1.81 >

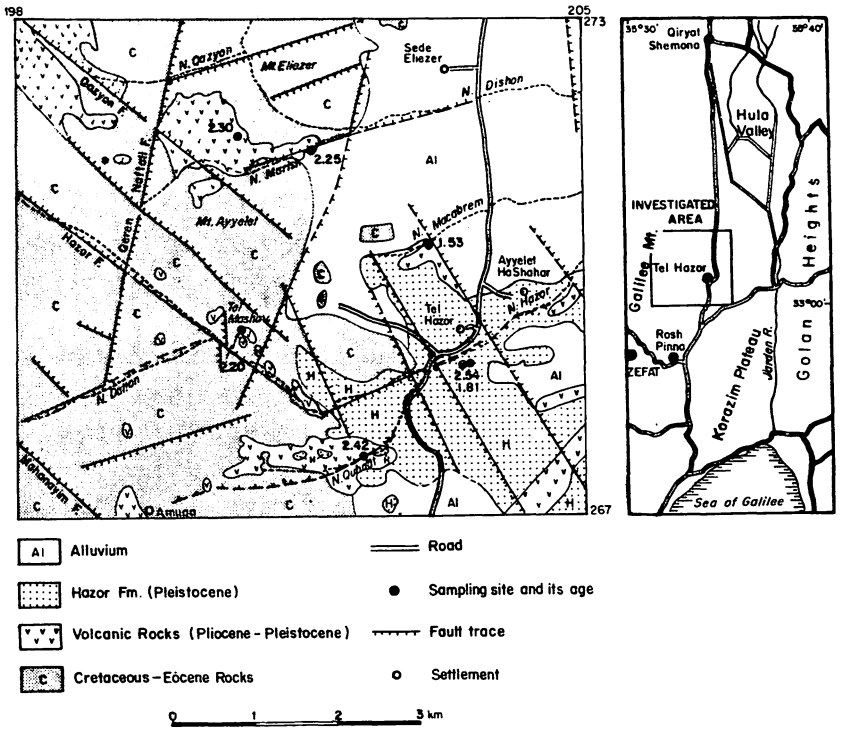
Fault Systems in the Southwestern Hula Valley and the Eastern Slopes of the Galilee - Dating and Tectonic Implications

Ariel Heimann[1][2], Gideon Steinitz[2]

(1) The Golan Research Institute, Qazrin
(2) The Geological Survey, Jerusalem

The western border of the Hula Valley changes its pattern from north to south. The northern part of the valley is bounded in the west by a major and well-defined fault which uplifts the Menara-Yiftah area. South of Sede Eli'ezer the border is topographically more moderate and is comprised of several fault systems.

The eastern slopes of the Galilee were mapped by Glikson (1964), and the volcanism in the eastern Galilee was dated by Mor et al. (1987). Heimann et al. (1987) dated the volcanism of the Korazim block located to the south. Detailed mapping was done at the southwestern part of the Hula Valley (Fig. 1):



In several places the basalts cover the faults while in others they are faulted by them. In order to clarify the time relations between the fault systems, basalts from six sites were dated by the K-Ar method:

No.	Site	Coord.	No. of Measur.	Age (in m.y.)
1	N. Qub'at	2023/2678	3	2.42±0.29
2	N. Marish (up.)	2008/2718	3	2.30±0.19
3	N. Marush (low.)	2014/2714	3	2.25±0.08
4	Tel Mashav	2008/2692	3	2.20±0.15
5	N. Makabrem	2031/2702	3	1.53±0.23
6	N. Hazor (basalt pebbles from Hazor cgl.)	2035/2688	1 3	2.54±0.06 1.81±0.16

Results and Conclusions:

1. The faults in the investigated area can be grouped into three main systems trending 070°, 310°, 325°, and another main fault, the Qeren Naftali Fault, directed 015°.
2. The basalts were emplaced in that area during two main volcanic phases: the first was dated at 2.4-2.1 m.y. and is known also from the Korazim block and the eastern Galilee (Dalton Plateau); the second phase was dated at 1.8-1.5 m.y. and is also known from the eastern Galilee (Alma Plateau).
3. The Qeren Naftali Fault itself is faulted by the other systems and is thus probably the oldest fault in that area. The fault has a vertical throw, both structurally and topographically of about 400 m.
4. From field relationships between the faults themselves and between the basalts and the faults, it is evident that the system directed 070° is older than 2.3 m.y.. The system directed 310° was active during the period 2.3-1.7 m.y. Part of this system was active again later than 1.7 m.y.. The fault system trending 325° is the youngest one and was active later than 1.7 m.y..

5. An attempt to find fault planes in which movement direction could be identified was unsuccessful, mainly because of the very poor preservation of the fault planes. In Nahal Hazor, which flows along the Hazor Fault, a single plane was found on which a right lateral movement component could be identified. Right lateral shifting of small faults along the Hazor Fault reinforces this evidence.

6. In Nahal Marish (a tributary of Nahal Dishon, which drains to the Hula Valley) a 2.3 m.y. old basalt was found. This basalt probably flowed through the ancient Nahal Marish, which according to the base of the basalt was only 2 m higher than the present river bed. Therefore the Hula Valley was at the same height 2.3 m.y. ago, when the basalts flowed, as it is today. Since then the rate of subsidence of the valley was in average the same as that of the sedimentary accumulation in it.

7. It could be that at the initial stages of the Hula Valley, 4 m.y. ago (Heimann and Steinitz, in press) the Qeren Naftali Fault (the oldest fault in that area) was the main western fault of the valley, and the main vertical movement probably took place on that fault. Later, the fault pattern changed and the others fault systems formed trending in several other directions.

EVOLUTION OF THE TETHYS DURING THE **JURASSIC** VERSUS GLOBAL **SEA LEVEL CHANGES**

by
Francis HIRSCH
Geological Survey of Israel
JERUSALEM, ISRAEL

Changing conditions of salinity, substrate, oxygenation, trophic conditions and tectono- environment in the Jurassic are echoed by composition of faunal assemblages, endemism and cosmopolitism, in accordance to palaeogeographical and environmental evolution of the prograding Tethys and its junction with the proto-Atlantic, as well as they match to a wide extent the cycles of Haq et al.'s (1987) global sea-level chart.

In the levantine portion of Gondwana Hettangian-Sinemurian karst, filled with laterites, penetrates deeply Late Triassic strata, as the result of the Early Liassic regional emersion of long term sea-level drop Upper Absaroka B (UAB) Cycles 1-2. The latter caused the annihilation of Late Triassic cosmopolite tethyan biota and led to circum-tethyan endemic boreal and ethiopean realms separated by pelagic ammonitico-rosso facies.

Pliensbachian-Toarcian evaporites, shallow lagoon and reefoid carbonates, alternating with deltaic and paralic clastics, utter the oscillations within the long term sea-level rise of UAB 3-4. The Aalenian Lower Zuni-A (LZA)-1 sea-level drop is characterized by clastics or by a hiatus.

Bajocian transgression corresponds to the LZA-2-1 rise, interrupted by an Early Bathonian regression (Sherif) in the levantine portion of the gondwanian shelf. Middle Bathonian fauna remains highly endemic. Slight Late Bathonian regression (LZA-2-4) precedes the Callovian rise (LZA-3). The absence in Arabia and in the Levant of the Western European "boreal" taxa suggested a faunal hiatus to Imlay (1971), Hirsch (1976) and Lewy (1983). Instead, this part of the gondwanian Tethys shelf functioned as an ecological shelter to tropical taxa, bridging between european Bathonian and Oxfordian taxa. Late Callovian forms (e.g. Nerineacea) relate to somalian taxa, Early Oxfordian forms are fore-runners of Late Oxfordian cosmopolite taxa.

Following the Late Callovian circum-tethyan regression an Early Oxfordian onlap is characterized by a wider range of cosmopolite taxa (mariae-zone).

Late Oxfordian- Kimmeridgian is progradingly regressive in the Levant, contrasting to worldwide trend of LZA-4 general sealevel- rise.

It is therefore suggested that "African-Arabian-Apulian" and "Luso-Iberic" sea-level anomalies are due to North-Atlantic - Mexican Gulf and circum-Tethyan "noises" affecting their sealevel record.

Tectonic Setting of the Mt. Carmel, Israel

A. Hofstetter, T. van Eck, and H. Ron (All at: Inst. Pet. Res. Geophys., 1 Hamashbir St., Holon, Israel)

Mt. Carmel is a prominent tectonic surface expression in the northern part of Israel. The area is known to be of complex geological and tectonic structure, with an onland uplift of more than 500 m above sea level. It is bounded by NW to NNW major fault with continuation into the Mediterranean continental shelf. The displacement on this major fault is complex and composed both dip slip and left lateral strike slip component. The fault is active since Miocene time. Morphotectonic features and seismic activity reflect its current activity. There are no geological evidence which support SE continuation of this major fault towards the Dead Sea transform. On 24/8/84 an earthquake (m_b=5.1) occurred near the northern border of this structure, causing minor damage in Haifa and neighboring towns. The earthquake was accompanied by an abundance of fore and aftershocks, and has aroused considerable interest because of the unknown degree of seismicity in that region. This event further emphasized the tectonic importance of the region, though the connection with the overall tectonic regime of the region is still poorly understood. Epicenter locations are marking the Yagur fault line and the Yizreel valley borders north of Mt. Carmel. Fault plane solutions indicate a complex pattern which include NW-SE left lateral slip and normal faults as well. This pattern may reflect a division of the fault zone into small active segments.

EPIGENETIC DOLOMITIZATION AND IRON MINERALIZATION ALONG FAULTS AND THEIR POSSIBLE RELATION TO THE PALEOHYDROLOGY OF SOUTHERN ISRAEL

S. Ilani(1), E. Rosenthal(2), J. Kronfeld(3), A. Flexer(3)

(1)Geological Survey of Israel, Jerusalem
(2)Hydrological Service of Israel, Jerusalem
(3)Dept. of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University

ABSTRACT

Iron mineralization occurs in carbonate rocks of the Cretaceous Judea Group in the Negev and northern Sinai. This mineralization, along with strong enrichment of trace metals, fills fissures and veins. The mineralization is not directly emplaced into the Judea Group limestones but rather within epigenetic dolomites or ankerites which postdate the country rocks. The epigenetic phenomena are narrowly restricted to regional tectonic lineaments. The association of mineralization phenomena with tectonic zones of high permeability suggests that fluid transfer between two distinctly different geochemical environments was the main mineral emplacing agent. Epigenetic dolomitization initially resulted from upflow of old Mg-rich brines along the fault face. During later stages, the introduction, via faulting of these pressurized, acidic, low Eh, metal-bearing brines from the underlying Paleozoic-Mesozoic clastic rocks into the overlying aerated and alkaline carbonate surroundings, led to precipitation of Fe, which in turn scavenged the trace metals (Fig. 1). The geochemical composition of the iron ores, implies that in places these brines flushed magmatic bodies containing metallic mineralization, found in the subsurface at the fault zones.

The Mg-rich brines developed during the Cambrian-Lower Cretaceous, mostly continental, time-interval. The episodic expulsion of pressurized dolomitizing and metal-bearing brines relates to various stages of tectonic activity occurring during the Early Pliocene-Pleistocene.

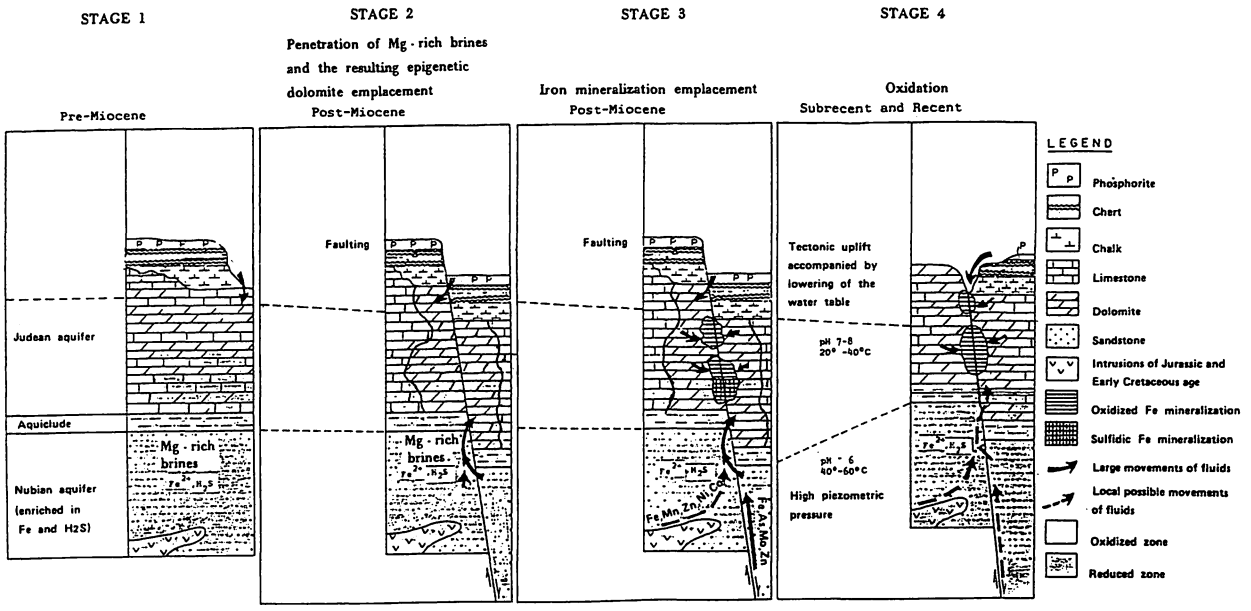


FIG. 1. Geodynamic model for the emplacement of epigenetic dolomitization and Fe mineralization as related to the movement of fluids and to tectonic events.

Geomorphology and Hydrological Regime of Basaltic Mountain Streams

Moshe Inbar, Department of Geography, University of Haifa

The hydraulic geometry and morphological channel properties of basaltic rivers are related to the hydrological regime and the basin volcanic lithology, as exemplified in the Jordan River gorge and the Golan Heights rivers.

Geomorphological activity by river erosional processes is performed mainly during annual peak floods. Transport competence involves almost all sizes of bedload particles during high magnitude floods in the Golan Heights rivers and there is almost no sediment deposition in the channels. The most common process is of degradation and channel incision, which reflects a fluvial dynamic system adapting to high energy conditions.

The relationship established between the channel bankfull area and catchment area is determined by the basaltic lithology and the relative small size of the basins. In the watershed upstream channels, the fluvial system is young and undeveloped, and there is no clear bankfull stage; almost all the available bedload is transported even by moderate floods.

In the downstream channels, the bankfull stage determined by river terraces has a 1.1 year recurrence interval which is lower than the 1.5 year average value for different areas in the world.

In the Jordan River braided area, geomorphological changes are analyzed by quantitative methods based on unit stream power and bedload discharge. Bed material consists of coarse sediments mainly in the boulder fraction, and its source is the near canyon walls. Thus the travel distance for the largest boulders is only a few hundred meters. The present fluvial morphology was determined by the January 1969 flood. Boulders 1000 mm and more moved only during low frequency peak floods. The size of boulders decreases downstream and particle sizes correlate with slope, braiding density index and unit stream power.

The hydraulic geometry "at a station" exponential values are characteristic of braided channel systems with very coarse bedload, which acts as cohesive material under most flow conditions.

The relationship established between the braiding index, particle size parameters and hydraulic geometry of channels are unique to very course bedload, steep slopes and a regime of peak flows.

BEDLOAD TRANSPORT IN THE UPPER JORDAN RIVER

Moshe Inbar and Moshe Even-Nir

Department of Geography, University of Haifa

The Upper Jordan River, before entering Lake Kinneret, flows through a narrow basaltic canyon and a braided pattern system. The source of the bedload material is the basaltic canyon walls. Difference in the strength of the basalt layers, steep slopes and heavy rains are the main factors promoting the landslide processes. The mean annual volume of material delivered by the canyon walls is about $1000m^3$. The largest bolders are 2m.b-axis and the material includes mainly basaltic blocks. Sand and smaller fractions are transported during floods in suspension and deposited in the Kinneret. Coarse particles are deposited in the braided channel system, in different sedimentary structures.

Particle size is the main factor affecting the planimetric characteristics of the braided system. The increase of the braiding index values is related to the following factors: (1) increase in water discharge. (2) bed-material size: the highest value of the braiding index is found in the pebble fraction (4-64mm). Large boulders behave as cohesive material during most annual floods and thus do not promote braiding; the lower cohesive effect of the pebbles causes bank erosion, deposition of new bars and therefore an increase in channel development. (3) The width of the river valley acts as a morphological constraint to the development of the braided system. The maximum value of braiding index was obtained in a valley 300m wide. (4) The catastrophic flood of January 1969 increased the index of braiding.

The relationship established between the braiding index and the hydraulic, sedimentological and hydrological conditions are unique to very coarse bedload, steep slopes and a hydrological regime of peak flows.

The sedimentological units in the braided system were created during the January 1969 flood; in the 20 year period which followed, no major morphological changes occurred; in the February 1985 flood, inner stable bars were eroded and the main channel was scoured. During the 1969 catastrophic flood, the development stages were as follows: 1) in the rising limb of the flood the fine sediments that covered the braided plain were eroded. (2) during peak flow the sediment load moved as a boulder front and coarse particles settled, forming transverse bars (3) during the falling stage of the flood, the streamflow scoured the main channels, and bedload deposition caused the formation of longitudinal, point and diagonal bars.

The most outstanding morphological effect of the 1969 catastrophic flood was the new Jordan delta which did not exist in historic times. The fact that the delta did not developed in previous periods is due to Lake Hula which, prior to reclamation acted as a sediment trap and the sediment which reached Lake Kinneret was dispersed by lake currents. The development of the delta will increase the area of the Beth-Saida plain by several hundreds meters.

Climatic Changes During the Holocene Derived from Isotopic Data from Speleothems and Lake Deposits in the Galilee

by

A. Issar* E. Wakshal**, M. Geyh*** and M. Wolff*

A very good correlation was found between $^{18}O/^{16}O$, $^{13}C/^{12}C$ ratio curves of speleotherms in caves in the Upper Galilee and cores from the Sea of Galilee.

The periods of depletion in the heavy isotopes which presumebly characterized cold period are between 4,000 to 3,200 B.C. (Chalcolithic - Early Bronze), from about 2,400 to 2,000 B.C. (Upper Early Bronze - Lower Mid Bronze), from ca. 1,200 to 700 B.C. (Iron Age), and from ca. 500 B.C. to 600 A.D. (Hellenitic-Roman-Byzantine Period). Another depletion in ^{18}O and ^{13}C occurred around 1,700 A.D. (Little Ice Age) and the latest depletion occurred at the middle of the last century.

Most cold periods show expansion of settlements in the Negev desert.

---

* Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva, Israel

** Hebrew University, Rehovot, Israel

*** Niedersachisches Landesamt fur Bodenforschung, Hannover, West Germany

PRECAMBRIAN FELSIC VOLCANISM IN THE ARDINI AREA (SOUTHEASTERN SINAI)

by: Arie Itamar,
Geological Survey of Israel, Jerusalem

A felsic volcanic sequence is exposed in the Ardini and adjacent areas, in southeastern Sinai, over an area of 200 km (Fig. 1). The sequence, called the Feirani Group, consists of pyroclastic rocks, rhyolitic and rhyodacitic ignimbrites and tuffs and agglomerates with intercalations of rhyolitic lavas. The volcanic sequence contains eleven stratigraphic units, each of several flows. The units from the basis to the top are (Fig. 2): ignimbrites; grey, fine-grained and unstratified tuffs; black, stratified tuffs; crystal tuffs; agglomerate; ignimbrite; crystal tuff; stratified tuff; intercalated ignimbrites with rhyolithic and rhyodacitic lava flows; agglomerate; and crystal tuff. The thicknes of the volcanic units in the Ardini area is about 2500 m, and in the whole area it is up to 5000 m. The termination of this volcanic period was marked by the emplacement of microgranites, which have gradational borders with the volcanic rocks. The microgranites appear to represent the hypabyssal centers of volcanic eruptions just after the final phase of volcanism. An andesitic lava unit, lies unconformebly upon the Feirani rocks. Most of the evidences show that this unit is not a part of the Feirani group, possibly even not Precambrian.

Regional metamorphism did not affect the Feirani Group and the metamorphic features which do exist are caused by contact effects of later granitic intrusions.

The Feirani Group is petrographically and chemically homogenous; a differentiation trend is hardly observed. The rocks are defined as sub-alkaline to alkaline continental rift-type volcanics. The regional stratigraphic position of the group lies between two different groups within the Dokhan volcanics in the Eastern Desert of Egyptm (Fig. 3).

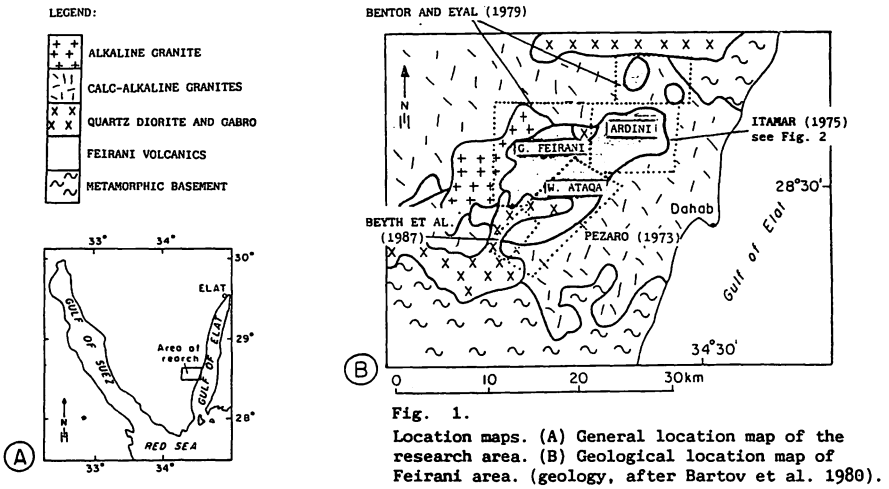


Fig. 1.
Location maps. (A) General location map of the research area. (B) Geological location map of Feirani area. (geology, after Bartov et al. 1980).

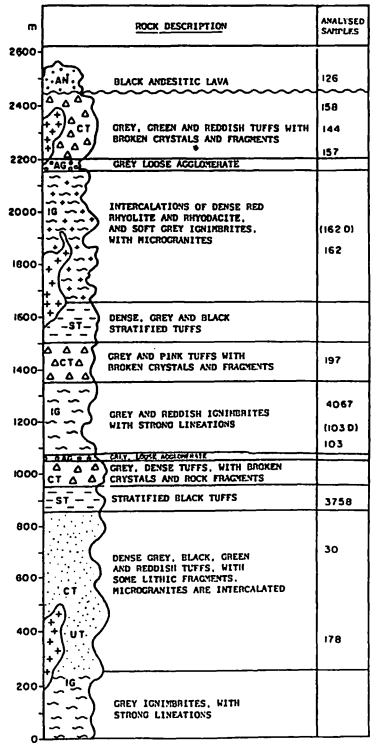


Fig. 2. Volcano-stratigraphic column.

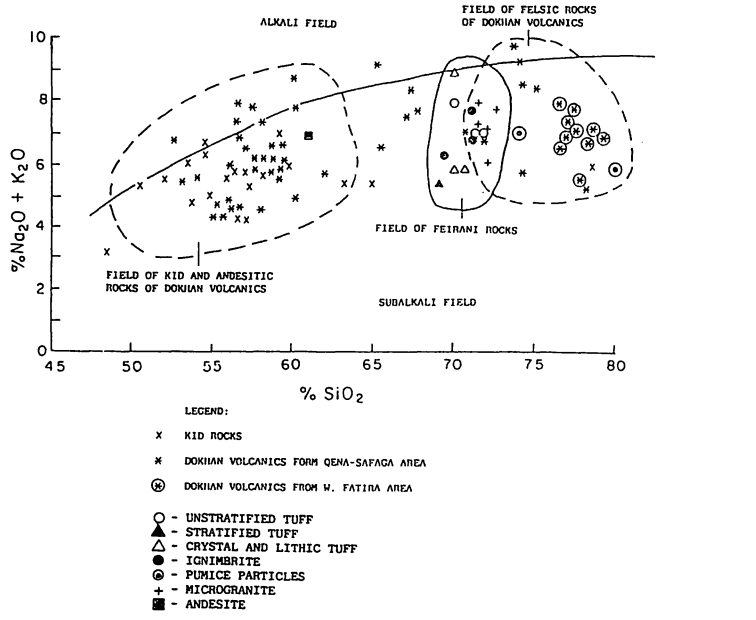


Fig. 3. Alkaline-sub-alkaline division diagram, according to Irvine and Bargar; field of Kid rocks according to Furnes et al., (1985); fields of Dokhan Volcanics according to Ressetar and Monrad (1983).

CONTACT METAMORPHIC EFFECTS AND HYDROTHERMAL ALTERATION IN LIMESTONES OF MAKHTESH RAMON, CENTRAL NEGEV, ISRAEL

by: Itamar, A., Baer, G. and Halicz, L.
Geological Survey of Israel, Jerusalem

Metal-rich contact metamorphic features are found in Triassic and Jurassic limestones between the main quartz syenitic intrusions, generally at the contact with the magmatic rocks, in the southern part of Makhtesh Ramon. The limestones are red-brown or black, in places brecciated, with metallic veins. Their mineralogic assemblages includes: ankerite, siderite, rodochrosite, smithsonite, pyrite, sphalerite, fluorite, anhydrite, hydrogrossular, quartz, limonite and magnesiferrite. Some of the metallic carbonates are enriched in Si, K and Al. These limestones are enriched in several metals, mainly in Fe, Mn and Zn but also in Mo and Pb. Some minerals, such as: hydrogrossular, fluorite, quartz and recrystallized calcite, indicate on the development of low grade contact-metamorphism. The metallic carbonates and sulfides, were probably developed by hydrothermal alteration and replacement of original calcite and dolomite, caused by reactions between sedimentary rocks and solutions emanating from the quartz syenites. The enrichment of the limestones at the contact in Al, Si and K, as well as in Cr, Fe, Mn and Zn, points to the intrusives as the source of both contact metamorphic and hydrothermal features within the limestones. Limonite and magnesioferrite were formed as later oxidation products of other minerals. The altered red limestone developed in three stages: (1) low grade contact-metamorphism and brecciation, at the contact with the intrusive quartz-syenites; (2) hydrothermal alteration accompanied by metallic mineralization within the limestone; (3) late secondary alteration and oxidation, expressed by development of iron oxides. Such features indicate the possibility of 'skarn' type mineralization in the subsurface within the sedimentary rocks at contacts with the quartz syenites.

MINERALIZATION AND DISPERSION OF METALS - GESHER GYPSUM QUARRY AREA

A. Itamar, M. Shirav, L. Halicz and A. Segev
Geological Survey of Israel, Jerusalem 95501

The contact between basalts and sediments of the Bira and Gesher Formations (mainly gypsum and marls) has been studied in the past due to the unique exposed complex of mineralogical, sedimentological and contact-metamorphic phenomena. In recent studies (Geochemical Mapping of Israel; Uranium Survey), high concentrations of several metals were detected in the gypsum and marls along the contact with the basalts: Cu (up to 2%), Fe (3%), Zn (0.3%), Mn (0.3%), Mo (1500 ppm), Sb (150 ppm), Ag (8 ppm), Sr (>1%), Ba (>1%). The main ore minerals are malachite, pyrrohtite, pyrite and magnetite. The gangue minerals are garnets (grosular and andradite), barite, celestine and apatite. The mineralization occurs both in the upper and lower contacts of the basaltic body, indicating (as was suggested by others) that the basalt was emplaced as a sill. The mineralogical association may indicate that both contact metamorphism (proposed by Kohn et al., 1977; Nissenbaum et al., 1977) and hydrothermal activity (proposed by Morag et al., 1987) took place: during the first stage, with the emplacement of the basaltic sill, a contact metamorphic zone has been developed, characterized by garnets; than, a second stage of hydrothermal activity led to the formation of metallic minerals.

The area of the mineralization is drained by Nahal Menahemiya. Analyses of stream sediments sampled along Nahal Menahemiya show a systematic decrease of Cu and Sr downstream - from 130 ppm Cu and 4000 ppm Sr near the mineralization to 30 and 1000 ppm at a distant of 1000 m. The dispersion pattern of these elements is sensitive enough to record a local inflow of enriched water from the southern gypsum quarry into the main stream.

The exposed mineralization described should encourage detailed prospection for a possible enriched subsurface mineralization, employing both geochemical and boreholes studies.

Bibliography

Itamar, A., Segev, A., 1988. Follow-up survey on radiometric anomalies in the Shipon area, Israel. Rep. No. GSI/14/88. ZD/130/88.

Kohn, B., Schulman, N. & Aharon, P., 1977. Formation of magnetites in the gypsum deposit in Menahemiya. Isr. Geol. Soc. Ann. Mtg., Zikhron Yaacov (Abst.).

Morag, Y., Raab, M., Starinsky, A. & Schulman, N., 1987. Hydrothermal activity in the evaporite deposit in the central Jordan Valley (Menahemiya), Israel. Isr. Geol. Soc. Ann. Mtg., Mitzpe Ramon, pp. 95-97 (Abst.).

Nissenbaum, A., Nathan, Y. & Sass, E., 1977. Contact metasomatism in a Neogene evaporitic sequence of the central Jordan valley, northern Israel. Miner. Mag. 41.

Rosenfeld, A., Segev, A. & Halbersberg, E., 1981. Ostracode species and paleosalinities of the Pliocene Bira and Gesher Formations (north - western Jordan Valley). Isr. Jour. Earth Sci., Vol. 30, No. 4, pp. 113 - 120.

Segev, A. & Waks, D., 1979. Experimental geological and geophysical survey for identification of gypsum bodies in Menahemiya area. Geol. Surv. Isr. Rep. No. MP 588/79.

Starinsky, A., Bielsky, M., Schulman, N. & Steinitz, G., 1981. The effect of seawater on zeolite formation in Cenozoic basalts from northern Israel. 7th Europ. Col. Geochronol., Israel.

VERTICAL BLOCK MOVEMENTS AND REGIONAL TILTS IN THE MESOZOIC AND THEIR EFFECT ON THE SEARCH OF HYDROCARBONS IN ISRAEL

V. Kaptsan[1], Z. Cohen[1] and A. Flexer[2],

1) Oil Exploration (Investments) Ltd.
2) Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University

The Israeli block mozaic which is part of the Arabo-Nubian plate, was subjected during the Mesozoic to a tectonic interplay between the craton in the south and the orogen in the north.

The block mozaic reacted to these stresses with two types of inversions:

a. Regional tilts - seesaw type - either landward or basinward, resulting in sedimentary wedges. Examples are the landward wedge of the Anisian Gevanim Formatin and the basinward wedge of the Early Cretaceous Berriasian-Mid Aptian sequence.
b. Vertical movements - yoyo type - is the movement of blocks in an opposite sense to their original or previous direction of movement.

The geometry of sedimentary bodies that were formed at the end of the major tectono-sedimentary cycles (at the end of the Permian, Triassic, Jurassic and Cretaceous) indicates response to tectonic style somewhat different than either the graben formation or the tilt. These sedimentary bodies were laid down in sag depositional basins. Two types of sag basins are recognized:

a. "Passive", broad troughs covering a number of blocks, occurring at the end of graben formation phases (i.e., end of Permian, Triassic and Jurassic) (Fig. 1, A).

b. "Active", narrow asymmetrical fault-fold sags, generally limited to a single block or to a portion of a single block and forming (as a result of vertical tectonic inversions) adjacent to the steep flank of asymmetrical anticlines (Fig. 1, B).

Reservoir rocks could form in all of the tectonic elements. Source rocks, on the other hand, could potentially be formed in the grabens, in the sag basins and in the deeper parts of the basinward sedimentary wedges.

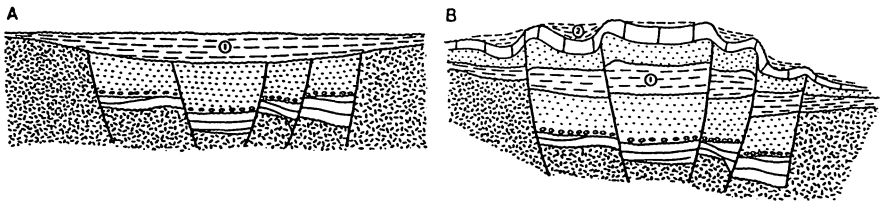


Fig. 1. Sequence of sedimentary sag basins in graben settings:

A. Development of depositional sag basin (circle 1) as a final stage of graben formation (from Harding, 1984).

B. Development of fault-fold sag basin (circle 2) following vertical tectonic inversion.

ANORTHOCLASE MEGACRYSTS IN ODEM SCORIA, GOLAN HEIGHTS

B. Lang[1], L. Halicz[1], M. Shirav[1] and A. Zilber[2]

1. The Geological Survey of Israel, Jerusalem
2. Merom Golan

Anorthoclase megacrysts up to 5 cm long were found in the volcanic scoria of Har Hermonit, Har Yosifon and Har Peres volcanic structures which belong to the Odem Mbr, Golan Fm. (Mor, 1973). The megacrysts usually show a prismatic habit; they are fresh, transparent to white semi-transparent, with sharp crystallographic shapes. Sometimes, parts of the crystal borders are rounded and reaction rims with the host scoria are present. Under microscope the megacrysts are twinned but homogeneous (unzoned). Small rounded inclusions of apatite are present (chemically analysed by SEM).

The chemical composition of six anorthoclase megacrysts is compared with such crystals in scoria found elsewhere (in Bahat, 1979):

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO2%	64.6	65.7	64.7	66.0	66.7	67.0	63.7	65.2
Al2O3	21.2	19.9	21.9	20.2	20.4	20.5	22.1	20.7
CaO	2.1	1.1	2.5	0.9	1.3	1.2	1.8	0.9
Na2O	8.8	8.6	9.2	8.3	6.7	7.1	8.3	8.5
K2O	2.1	3.4	1.9	4.1	3.5	3.2	3.1	3.8
Fe2O3	0.5	0.3	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1	0.2
Sr ppm	3500	1500	4000	800	1000	2000	2500	2200
Ba	750	950	600	900	1000	940	1800	1800

1,2,3,4 - Har Hermonit; 5,6 - Har Yosifon; 7 - Victoria, Australia; 8 - Mt Erebus, Antarctica.

The composition of analysed anorthoclase in the Odem Scoria (mole percent) is between $Ab_{78}An_{11}Or_{11}$ to $Ab_{69}An_{7}Or_{24}$; this is very similar to the mean value given by Irving (1974) for megacrysts in southern Australia: $Ab_{75}An_{5}Or_{20}$.

The presence of evident crystallographic faces indicate that the anorthoclase megacrysts have grown within magma and consequently, they are not xenolites. But the corrosion phenomena as well as the difference in composition of the plagioclase microlites in the Odem Scoria (andesine to labradorite - SEM analysed) suggest that their formation took place before the scoria eruption.

Two models of feldspar megacrysts formation are known from the literature: the first, (Irving, 1974; and others) explains the megacryst formation at high pressure conditions (up to 25 kbar), at depths of at least 80 to 100 km. This model is reinforced by the frequent association of various megacrysts (e.g. pyroxene, hornblende, apatite, feldspar) with basic and ultrabasic xenolites. A second model, well supported by Bahat (1979) and others, demonstrates the possibility of feldspar megacryst precipitation in

shallow magmatic chambers, where the release of gases and volatile streaming transfer the alkalies to the upper part of the reservoir. The anorthosite formation is possible in these conditions at as low as 5 kbars wet pressure, which can be attained at a few km under the surface. It seems to us that the latter better suits the geological evidences on the Golan heights: a) the Odem Scoria is generated by a highly alkaline, residual magma (see Lang et al., this volume), rich in volatiles (the reddish color of the scoria is due to the oxidation of the iron in the presence of H_2O); b) anorthoclase megacrysts have not yet been found in older volcanics in the area. Therefore, it is suggested that the precipitation of the anorthoclase megacrysts took place within the magma chambers which generated the En Ziwan lavas and were erupted later, with the scoria products.

References

Bahat, D. 1979. Anorthoclase megacrysts: physical conditions of formation. Min. Mag., 43, 287-291.

Irving, A.J. 1974. Megacrysts from the Newer Basalt and other basaltic rocks of southeastern Australia. Geol. Soc. Am. Bull. 85, 1503-1514.

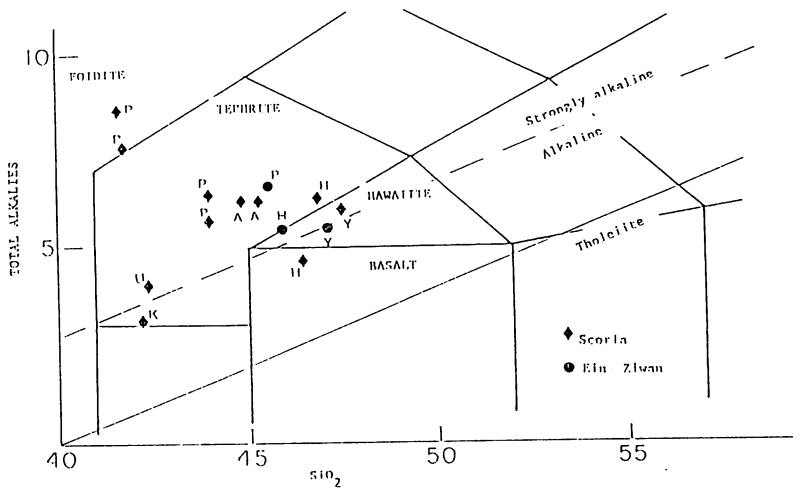
Mor, D. 1973. The volcanism in the central part of Golan Heights. M.Sc. thesis, Hebrew Univ., Jerusalem, 179 p. (in Hebrew).

STRONGLY ALKALINE PLIOCENE VOLCANICS ON GOLAN HEIGHTS

B. Lang, M. Shirav and L. Halicz
The Geological Survey of Israel, Jerusalem.

The Odem Scoria, Mbr of Golan Fm (Mor, 1973, 1986), represents one of the youngest volcanic events on the Golan heights. Most of the volcanic structures belonging to this event lie on En Ziwan basaltic lavas but there are several cases when basaltic lava flows considered as En Ziwan, cover the Odem scorias (see the geological maps 1:50,000, Mor, 1987). The strongly alkaline character of the scoria products has already been noted by Brenner (1979).

Eleven total silicate analyses were performed on samples from five volcanic scoria cones (Peres, Yosifon, Unnamed 4 km NE of Yosifon, Hermonit and Keramim): the rocks are silica undersaturated but show a large variation in SiO_2 content (41.8% to 47.5%). Total alkalies are more than 5%, up to 8.5%, having $(Na_2O-2)>K_2O$. The MgO content is relatively low: 4.2% to 7.5%. On the TAS Diagram (Le Bas et al., 1986) most of the analysed rocks fall in the "tephrite" field (normative ol<10), but a hawaiite-tephrite-foidite trend can be traced. Two samples of Avital and Bental pyroclastics are also tephrites. The diagram shows a relatively large spread of the samples, but those belonging to the same volcanic structure are grouped together. Three samples of En Ziwan "basalt" were analysed for comparison. The results indicate that they are hawaiites and tephrites. Each En Ziwan sample tends to be similar to the nearby analysed scoria.



Y-Yosifon, P-Har Peres, H-Har Hermonit, K-Har Keramim, U- Unnamed, A-Har Avital and Har Bental.

At this stage, several preliminary conclusions can be drawn: a) at least a part of the younger volcanics on the Golan heights are strongly alkaline differentiated rocks; b)the petrologic data suggest a differentiation trend from the En Ziwan lavas to the Odem Scoria indicating that the latter are younger. The field observation and mapping should consequently be corrected; c) the differentiation processes are already advanced at the level of the En Ziwan eruption, therefore the parental magma may be traced to older members of the Golan Fm or even to older volcanic products; d) the residual character of the scoria magmas is suggested also by the high content in some incompatible elements analysed (e.g. Sr up to 2300 ppm, P_2O_5 up to 2.2%); e) the similar chemical character of samples from the same volcanic structure and the differences between them as indicated in the TAS diagram, may indicate that the Odem magma is a differentiate of the En Ziwan magma, a process which took place in local, isolated reservoirs; f) the analysed rocks indicate an increase in the alkaline character southward, but at this stage, the small number of analyses makes this observation speculative.

References

Brenner, I.B. 1979. The geochemical relations and evolution of the Tertiary-Quaternary volcanic rocks in northern Israel: Isr. Geol. Surv. Rep., GD/4/79, 202 p.

Le Bas et al. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the Total Alkali - Silica Diagram: Jour. Petrol., 27, 745-750.

Mor, D. 1973. The volcanism of the central part of the Golan Heights: MSc thesis, Hebrew Univ Jerusalem, 179 p (in Hebrew).

Mor, D. 1986. The volcanism of the Golan Heights: PhD thesis, Hebrew Univ. Jerusalem, 159 p. (in Hebrew, English abstract).

Mor, D. 1987. Geological Maps 1:50,000, Kazrin and Har Odem sheets.

Cenomanian-Turonian dysoxic sedimentation in Israel

S.Lipson-Benitah*, A. Flexer**, A. Rosenfeld***,
A. Honigstein***, B. Conway*** & Z. Erez****

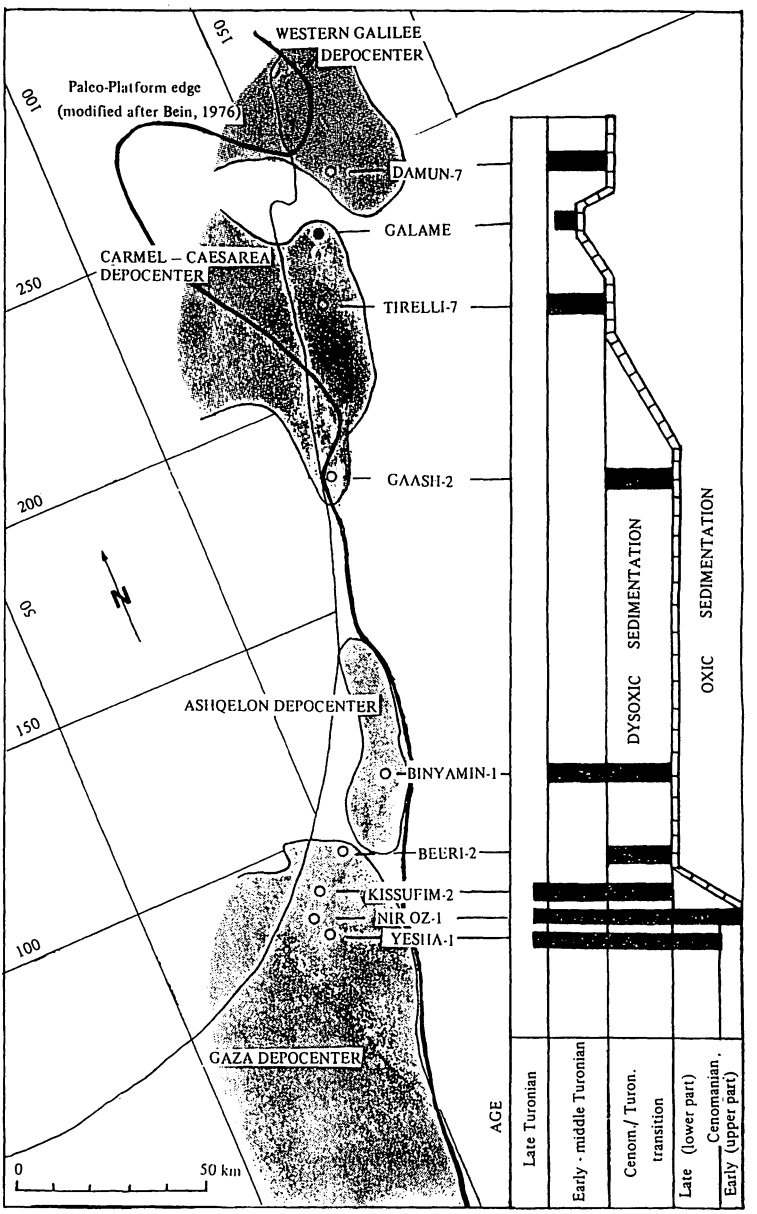
* The Israel Institute of Petroleum and Energy, Tel Aviv
** Dept. of Geophysics, Tel-Aviv University
*** Geological Survey of Israel, Jerusalem
**** Open University, Tel Aviv

Dysoxic conditions developed during the deposition of the Cenomanian-Turonian Daliyya Formation in Israel. The sediments accumulated in four semi-closed basins located close to the paleoshelf edge and open to the west (Figure 1). The sequence is often characterized by the presence of bituminous pyritic marls or rythmic intercalations of black laminated shales enriched in marine organic matter (1-2 % T.O.C.). A great part of the organic matter is composed of exceptionally abundant dinoflagellate cysts. These sapropelic sediments were deposited in oxygen-depleted waters. The good preservation of the cysts, occasional blooms of epipelagic Hedbergella and Heterohelix, associated with Pithonella, the presence of chitinous test linings of foraminifers and pyritized ostracodes indicate reducing conditions, and upwelling.

The overall period of dysoxic sedimentation, which roughly corresponds to maximum duration of the Mid-Cretaceous organic anoxic event OAE-2, can be divided into four parts:
a. Mid-Cenomanian: upper Rotalipora globotruncanoides/ Thalmaninella brotzeni to lower R. cushmani zones.
b. Cenomanian-Turonian transition: Whiteinella archaeocretacea zone.
c. Early-Middle Turonian: Helvetoglobotruncana helvetica and Cythereis rawashensis kenaanensis (UC-6) zones.
d. Late Turonian: Locally the former phase enters the lower parts of the Marginotruncana angusticarinata and Oertliella dextrospinata (UC-7) zones.

Dysoxic sedimentation started in the south during the late Early Cenomanian and in the north during the Middle Turonian. The northwards migration of the dysoxic facies with time is related to the advance of the transgression from deeper off-shelf-edge basins in the south to the on-shelf basins in the north as well as to physiographical differences. It is suggested that combination of global oceanic changes (increased upwelling, expansion and intensification of the oxygen-minimum layer) with local variations in climate, sea-level, tectonic conditions and volcanism controlled the occurrence and distribution of this dysoxic facies.

Figure 1: Migration of the dysoxic sedimentation along the shelf edge during the Cenomanian and Turonian.



Dual Field Theory in Layered Earth

Dan Loewenthal

Department of Geophysics and Planetary Sciences

Raymond and Beverly Sackler Faculty of Exact Sciences

Tel Aviv University, Tel Aviv 69978, Israel.

In many measurements occurring in mathematical physics we observe two complimentary continuous fields which are activated by the same source. In electromagnetic system the dual fields are the electric and magnetic fields governed by Maxwell equations. In acoustic medium, the pressure and particle velocity fields constitute the dual field system. The ratio of these fields, known as the impedance, yields the response of the system due to a spiked source in space and time.

We suggest to look on the gravitational field, i.e. the force and acceleration, as a systdm of dual fields.

As resistors are defined as ratio or impedance of the electric over the magnetic fields we define the mass as the ratio of force over acceleration fields. In infinite homogeneous medium, the newly defined mass corresponds to the characteristic impedance which coincides with the traditional mass concept. However, if we make the measurements on top of an inhomogeneous layered space, the newly defined mass will vary with frequency. In high frequencies the apparent mass will tend to approach the mass of the layer where the receiver is located. In low frequencies the apparent mass will approach the mass density of the lower half space substratum. Generally, the mass will be influenced by shallow and deep layers.

THE TECTONICS OF THE SEYCHELLES REGION AND THE TERMINAL CRETACEOUS EVENT

Y. Mart

National Institute of Oceanography, IOLR, Haifa

New interpretation of geophysical data from the western equatorial Indian Ocean presents an explanation to the terminal Cretaceous catastrophic event. Tectonic analysis of the Seychelles-Mascarene region accounts for the exceptional occurrence of the Precambrian acid magmatic Seychelles block at the heart of a terrane of oceanic basalts. The model explains also the global environmental effects of sea-floor spreading axes offsets and the associated huge accumulations of basalt, building the oceanic plateaus of the western equatorial Indian Ocean.

The Seychelles Bank and Mascarene Plateau constitute a system of oceanic plateaus in the western equatorial Indian Ocean that build wide and shallow arcuate banks with small islands in places (Fig. 1), showing an upper layer of unconsolidated sand, silt and shell fragments. In spite of the geographical proximity and the morphological similarity, the geological structure of these features and their origin contrast sharply. The Seychelles Bank is founded mostly on a basement of acid magmatic Precambrian rocks, and the Mascarene Plateau is founded on late Maastrichtian to early Paleocene basalts. The oceanic basins that surround the Seychelles-Mascarene region are also of various ages that reflect the complex seafloor spreading patterns. The Somali Basin, to the northwest of Seychelles Bank, is of late Jurassic - early Cretaceous age and is associated with the separation of the Madagascar-India tectonic plate from Africa. The Mascarene Basin to the southwest is of middle to late Cretaceous age, and was formed subsequent to the break-up of India from Madagascar. The evolution of the presently active northwestern Indian Ocean Basin, separating the Seychelles-Mascarene Plateau from the Chagos Plateau, started during the Maastrichtian, following the eastward axial jump of the Indian Ocean spreading center. The Precambrian acid magmatic rocks of the Seychelles region were part of the Gondwana Shield. The development of the Seychelles started with the separation of the Seychelles-India block from Madagascar, probably in the early to middle Senonian (Fig. 1). The next tectonic phase occurred when Seychelles and India were separated in the late Maastrichtian - early Paleocene. The Indian spreading center then shifted its position to the east of the Seychelles. There is ample evidence suggesting that the Seychelles - India break-up was associated with very intensive volcanic activity which is the origin of the huge basaltic plateaus on both sides of the Indian Ocean Ridge: Mascarene Plateau to the west, Chagos-Laccadive Plateau to the east, as well as the widespread basalts of the Deccan Traps on the Indian continent.

The volcanic activity associated with the axial jump of the Indian Ocean spreading center probably had a significant environmental impact. A huge pile of basalt accreted south and east of the Seychelles on the oceanic seafloor, building-up the two elongated oceanic plateaus of Mascarene and Chagos-Laccadive along thousands of miles (Fig. 1), in addition to the considerable basalt flows on land in India. The immense basaltic accretion occurred mostly during the short time interval between magnetic anomalies 29 and 27, in the late Maastrichtian and the early Paleocene. It is suggested that the occurrence of this volcanic activity during the Cretaceous - Tertiary transition time is far from accidental. A massive volcanism of this magnitude should have darkened the sun for many years. This darkness could have triggered the earth cooling phenomenon that led to the glaciation, to the decline of sea level, and to the environmental deterioration associated with the catastrophic faunal decimation that took place 65 Ma.

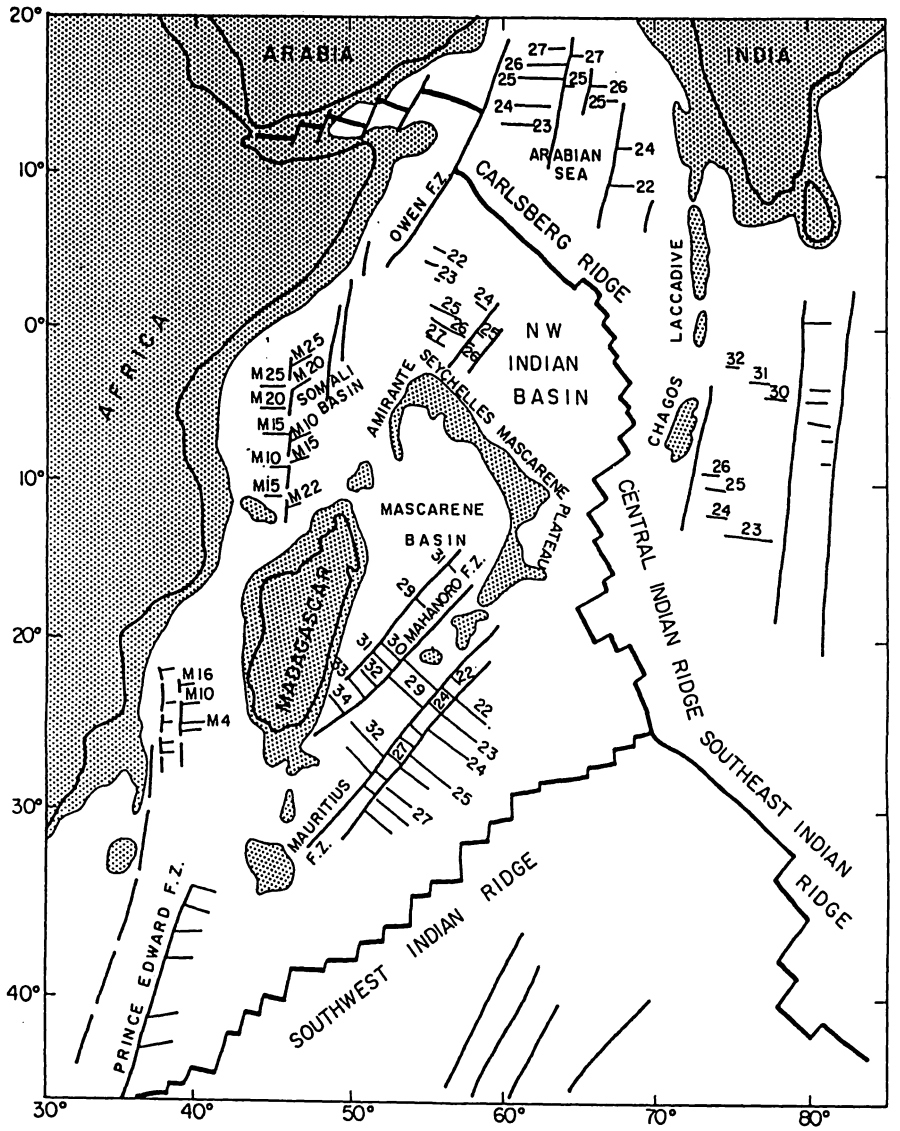


Figure 1. Tectonic map of the western Indian Ocean, showing the mid-ocean ridges, the transform faults and the fracture zones. The magnetic anomalies are marked by their numbers; the adjacent continents, oceanic plateaus and their shelves are shaded. Note that the youngest anomaly in the Mascarene Basin is 29, attributed to the late Maastrichtian, and the oldest anomaly in the NW Indian Basin is 27, attributed to early Paleocene age.

REMARKS ON STRATIGRAPHIC CORRELATION

Guido Menahem Martinotti

Geological Survey of Israel

Numerous stratigraphic zonal schemes are used, each based on different groups of fossils from different sedimentary basins. As a consequence, the stratigraphic terminology has become so complex and sophisticated as to confuse the user in correlating between various stratigraphic sections. The published tables comparing zonal schemes do not facilitate the work much, also because they generally lack the stratigraphic markers on which the zonal boundaries are based.

Therefore, the stratigraphic lexicon should be as simplified and unified as possible, the use of local terminology avoided, and the global zonal schemes preferred to the local ones. In this way, the local stratigraphy will be better understood and the correlation among various sections easier.

Examples are given from the Mediterranean Tertiary biostratigraphy.

GEOCHEMICAL CONTROLS OF SPELEOTHEM FORMATION IN THE SOREQ CAVE, BEIT SHEMESH

Miryam Bar Matthews[1], Avner Ayalon[1], Alan Matthews[2]

[1]Geological Survey of Israel, Jerusalem.
[2]Hebrew University of Jerusalem, Inst. of Earth Sciences

Speleothems of the Soreq Cave have an extremely variable carbonate mineralogy consisting of low magnesian calcites, dolomites, aragonites, and high magnesian calcites showing a continuous range of $MgCO_3$ contents of up to ~29%. The dominant mineral type is low magnesian calcite, which typically grows in speleothems (stalagmites, stalactites, pool deposits) which developed from dripping water or in pools whose Mg/Ca ratio has been shown to vary from about 0.7 to 2 (Even, 1983). Laminated deposits composed of dolomites, low and high magnesian calcites are found in conical stalactites, flowstones and cave corals where solutions exist as thin layers flowing on surfaces. SEM morphological studies of mineral growth and laminar petrography indicate that all the carbonate phases grew by direct precipitation from solution. Normally, high magnesian calcites occur as metastable phases in organically active sedimentation, and high Mg calcites with $MgCO_3$ ranging from 18-29% are only found within calcareous algae, but in the Soreq Cave they clearly formed by inorganic precipitation. Enrichment of Mg as the result of evaporation and concomitant calcite precipitation does not appear to be a viable mechanism for bringing about the high Mg/Ca ratios in solution necessary for high magnesian calcite and dolomite growth, since there is no evidence from trace element abundances (Sr, Na, S) for significant evaporation. Thus it would appear that the enrichments in Mg necessary for high magnesian calcite are formed by prior closed-system precipitations of low magnesian calcite from the thin film of flowing water.

Stable isotopic compositions of cave wall rocks are typical of Upper Cennomanian marine carbonates. In contrast low magnesian calcites and dolomites of speleothems analyse in the range $\delta^{18}O$(PDB) = -5 to -6‰; $\delta^{13}C$(PDB) = -10 to -12‰ and $\delta^{18}O$(PDB) -3 to ~4‰, $\delta^{13}C$(PDB) -8 to -10‰, respectively, with high magnesian calcites in between. The $\delta^{18}O$ compositions are calculated to be in equilibrium with waters of $\delta^{18}O$(SMOW) ~-4 to -5‰, i.e. in the range measured in present-day pool water and local meteoric water by Even (1983). The ranges of $\delta^{13}C$ values correspond well with the theoretical calculations of Hendy (1971) in which soil CO_2 of $\delta^{13}C$ -24‰, characteristic of C3-type vegetation, is dissolved and transported down through karstic host rock to the cave, where the carbonates are precipitated enriched in $\delta^{13}C$ by the large positive $CO_2(HCO_3)$ - $CO_2(aq)$ fractionation.

Aragonites, which form as late infillings from residual solutions are slightly enriched in $\delta^{18}O$ with respect to low magnesian calcites of equivalent $\delta^{13}C$ and also show a tendency marked ^{13}C enrichment with slight ^{18}O depletion. These compositional trends are consistent with residual solutions being slightly evaporated and precipitation of aragonites occurring under conditions of Rayleigh CO_2 loss. Speleothems which show evidence of dissolution and precipitation have the weathered parts with "typical" speleothems compositions, whereas reprecipitated parts generally have lower $\delta^{18}O$ and more variable $\delta^{13}C$. Thus it is possible that periods of climatic change brought about internal changes within the cave that lead to dissolution and redeposition of carbonates of different isotopic composition.

As a whole the results of the Soreq speleothems emphasize how surface-derived components (soil CO_2, meteoric water) may be transported downwards in karstic terrains to be reprecipitated in carbonate minerals with isotopic ocmposition very distinct from those of the host rocks.

References:

Even, A., 1983, M.Sc. Thesis, Hebrew University.
Hendy, C.H., 1971. Geochim. Cosmochim. Acta, 35, pp. 801-821.

LOW-ANGLE OVERTHRUSTING OF MOUNT HERMON: A WORKING HYPOTHESIS

Paul R. May
P. O. Box 1853, Jerusalem

Along the front of Mt. Hermon a few km east of the armistice line, mapping by Dubertret shows places where Middle Jurassic beds appear to be thrust over Middle Cretaceous, Upper Cretaceous, and Eocene beds. Overturned Cretaceous beds are observed in the same area. The view east from Hermon summit toward Beit Jinn shows three sharp folds in Jurassic and Cretaceous beds that indicate a thin-skinned layer that has undergone lateral compression.

Structures associated with thrusting are not observed on the Israeli side of the border, where beds dip SE beneath basalt. Thrusting is not observed in the OEIL seismic survey, but it is of poor quality in N Golan and the possibility cannot be ruled out, except possibly in the western part near the Rift.

Regional and isostatic considerations make it very likely that low-angle overthrusting occurs in Mt. Hermon and N Golan, and a thorough search of field and geophysical evidence is needed. The question is important for oil exploration in the N Golan. If no thrust is present, the likelihood of prospective structures is low. If thrusting occurs, trapping structures may be found in the overthrust sheet, and hydrocarbon maturation is enhanced in the subthrust.

Possible solutions are: 1) Blind (non-emergent) thrusting is present, in which displacement is absorbed in small compressional effects and imbrications, dying out SE into bedding plane slip. 2) Displacement increases toward the NE from near zero at the W margin. 3) A large part of the thrust extends through Jurassic limestones on Mt. Hermon, and the south slopes of the mountain belong to the subthrust or to an imbricate slice.

OIL EXPLORATION IN THE GOLAN HEIGHTS

Paul R. May
P.O.B. 1853, Jerusalem

Haim Shulman
Oil Exploration (Investments), Ltd., Tel Aviv

Oil exploration in the Golan began in 1983 with an experimental seismic line by OEIL, followed by a reconnaissance seismic survey over the entire Golan plateau. No exploratory wells for oil and gas have been drilled.

Prospects developed at the present are targeted to explore structures tentatively identified on seismic profiles as reefs in the Middle Jurassic Zohar formation. Depths are from 2200 to 2500 m. Porosity, if present, is sealed by the Kidod shale. The reef buildups have a relief of about 50 m, and can be mapped over an area of 45 km² in the central Golan plateau and the margins of the Jordan-Dead Sea Rift. Effective closure is by reef buildup, aided by faulting. The porous trend associated with the reefs is encountered west of the Jordan-Dead Sea Rift as dolomite grainstone and vug porosity in the El-Muntar 1 and Jericho 1 boreholes. A deeper reef development is indicated in the Lower Sherif formation at 2500-2900 m. A deep potential objective for gas is in Triassic carbonates at 4900-6000 m. Gas and condensate are produced from Triassic carbonates in the Palmyra region of Syria, and the Golan probably lies on the SW extension of a Permo-Triassic rift. However, no pre-Jurassic prospect is developed at the present time.

Potential source rocks include Triassic shales and limestones which if present, have matured to the stage of gas and condensate. Hydrocarbons from this source can be trapped in Triassic beds below evaporite seals. Lower and Middle Jurassic limestone and shales are potential sources of oil for the Jurassic limestone reservoirs below the Kidod shale. Additional hydrocarbon source beds are Upper Cretaceous bituminous marls in the Jordan-Dead Sea Rift, where they are downfaulted to depths of maturation. Oil and gas from source beds in the Rift can migrate into traps in Jurassic and Cretaceous rocks along the west side of the Golan plateau. Upper Cretaceous bituminous rocks are not mature on the Golan plateau and an occurence of oil in a water well in southern Golan is apparently due to local volcanic heating.

ANOTHER BRANCH OF ECONOMIC GEOLOGY: SCIENCE BASED TOURISM

Emanuel Mazor*

GeoIsotope Group, Weizmann Institute of Science

and

Nir Orion

Science Teaching Dept., Weizmann Institute of Science

Economic geology in Israel is bizarre: enormous efforts are directed to non-existing (or little existing) materials, such as iron, copper, oil or gold. And, in contrast, the most obvious and straightforward assets are ignored: the unique pieces of land of special landscapes and rock units that have enormous economic potentials.

As in ores, so in tourism - they may be marketed as raw materials, or used for industrial complexes, manufacturing sophisticated goods.

Breath taking landscapes and places of interest covered large stretches in the U.S.A., but most areas were urbanized, mined or cultivated. A few sites got special management and they are priceless today: Yellowstone, Yosemity, Zion and other famous National Parks. Can we imagine the U.S.A. economy (and culture) without these Parks, Monuments and Geological Museums? And we sit idle and are going to loose: A Volcanic Park in the Golan, Horns of Hitin Reserve (the Volcano and wild wheat), Coastal Reserve

---

*Incumbent of the Frank W. Considine Professorial Chiar in Hydrological Research

of Haboním, Fossil Reef Reserve at Nahal Hamearoth, Salt Park of Mt. Salom, the Buried Canyon Site at Beer Sheva and other treasures of tourism and economics. The Makhtesh Katan and Makhtesh Gadol are neglected, and the most impressive Rift Valley has no visitors facilities and so on.

Recently a master plan has been presented for a network of tourism - recreation - science - art, in the Negev. The program is based on geological parks and reserves, each unique and special. At these selected sites touristic, recreational and educational facilities should be developed, for active learning of visitors of all ages in all languages. It is claimed that the Negev will host 3 million visitors per year, if properly developed, providing direct employment for over 140 university graduates.

Creation of geological parks seems a natural task for the Geological Survey, and geology teaching courses seem to be a needed ingredient in the academic curricula.

A Primary Survey for Preventing Events of Contamination of Potable Water, Hydrogeological Criteria and a Preliminary Evaluation of Contamination Risks in Dolomite-Limestone Wells

by

Haim Michelson, Moshe Butbul, Abraham Mercado

Tahal Water Planning for Israel

The present work demonstrates the integration of hydrogeology and environmental engineering in assessing microbial contamination risks of hard rock boreholes, exploited for drinking water supply in Israel. This study was carried out by Tahal as a part of a Primary Survey for Preventing Contamination Events of Potable Water, and was sponsored by the Israeli Water Commission.

Conclusions and Recommendations

(1) The findings of this survey show the high vulverability of stone wells that supply drinking water, while 40% of them were defined as being of a high to medium contamination potential, based on their hydrogeological characters and their proximity to contamination soruces.

(2) The expansion of settlement boundaries, as well as the increase in the number of treatment facilities and wastewater reservoirs, will increase considerably the number of pollutably wells, since only 30% of the wells are well protected according to hydrogeological criteria.

(3) Preliminary and partial evaluation of recorded bacterial contamination events, indicate that our estimates are far from being hypothetic. In the last 10 years, 600 irregular pollution events were recorded in about 20% of Mekoroth's stone wells. Partial data of the Ministry of Health show that the degree of pollution in the private sector wells is considerably higher.

(4) These findings calls for urgent response of water and health authorities, to prevent contamination incidents, such as that of Afek 2. The following activities are suggested for that purpose:

- Detailed survey of the stone boreholes, including location and mapping of potential contamination sources, in a radius of 1 km.
- Design and execution of solutions to remove or at least reduce pollution nuisances.
- Design and installing water treatment facilities (mainly disinfection) of water, in those wells that the removal of the nuisances is unfeasible.
- Enforcement of the suggested criteria brought here, as well as others, in the context of the design and performance of new boreholes and new wastewater treatment facilities.
- A statistical advanced evaluation of contamination events, recorded in production wells.

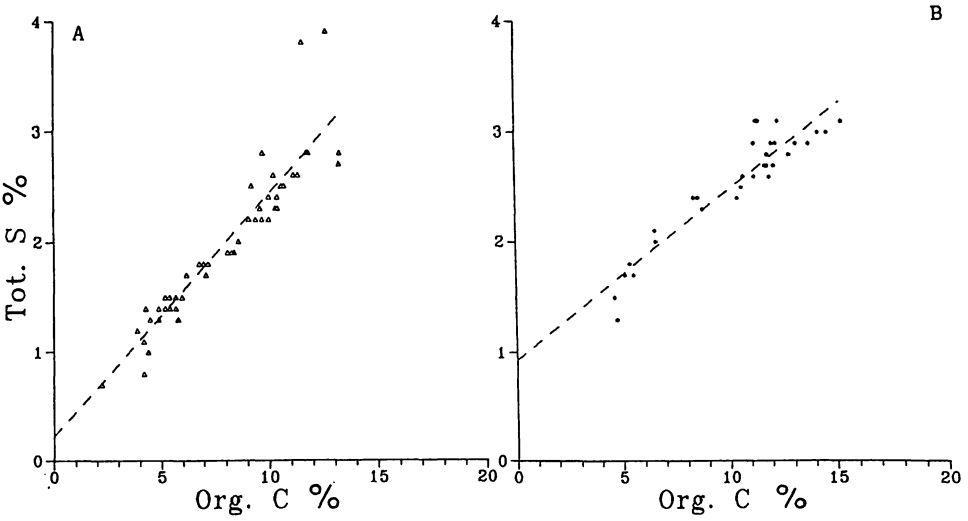
Carbon and Sulfur Relationships in Senonian Organic-rich Rocks from Israel as Indicators of Environments of Deposition.

T. Minster[1], Y. Nathan[1], A. Flexer[2], A. Raveh[3]
1 Geological Survey of Israel
2 Tel-Aviv University, 3 PAMA

In recent years organic carbon and sulfur relationships have been increasingly used to interpret environments of deposition. Leventhal (1979) and Berner and Raiswell (1983) used the sulfide sulfur content for this relationship while Leventhal (1987) used the total sulfur content. Levenethal (op. cit.) shows that "a linear regression of data from the carbon versus sulfur plot shows an intercept at the origin for oxic (normal) environments, whereas an intercept on the S axis is obtained for euxenic environments". The intercept of this plot for the Black Sea samples on the S axis is about 1.3.

We used the total sulfur content in the ratio for two reasons: 1) The scarcity of iron in the whole section and especially in the Mishash Formation causes a low pyrite content throughout. This means that even small, inevitable analytical errors will make big differences in the ratios. 2) The S content of the organic fraction is unusually high, around 10%, and constitutes most of the S in the samples. Its origin is almost certainly due to the interaction of H_2S formed from bacterial reduction with the sedimentary organic matter during early diagenesis (Francois, 1987; Vairamurthy and Mopper, 1987). Despite this rationale for using total sulfur, we are aware of the pitfals caused by the gypsum content.

The S/C relationships (from more than 300 samples) showed a clear differentiation between the Campanian organic-rich sediments whose plot (Fig. 1a) has in general a much smaller intercept on the S axis than the Maastrichtian samples (Fig. 1b). We infer that the Maastrichtian organic-rich sediments were deposited in a restricted low oxygen (in places even bituminous, anoxic with H_2S present) marine environment while the Campanian, organic-rich sediments were deposited in aerobic, oxygenated (in places restricted) conditions. Furthermore, differences were found between various basins in the Ghareb (Maastrichtian), e.g. the environment of deposition in the Hartuv basin was less restricted than in the Rotem basin. Another approach to differentiate between oxic and anoxic environments of deposition is the "Degree of Pyritization" (DOP - Berner, 1970; Raiswell et al., 1988;). DOP is defined as Pyritic Iron divided by (Pyritic Iron + HCl-soluble Fe). Roughly, DOP values smaller than 0.4 indicate aerobic conditions while DOP values above 0.7 represent anoxic conditions; in-between values represent restricted conditions. A few DOP calculations for Campanian and Maastrichtian samples confirmed the S/C results.



n = 55 ρ = 0.928
Tot. S % = 0.221 + 0.225 C %

n = 33 ρ = 0.945
Tot. S % = 0.929 + 0.157 C %

Fig. 1 - A - Results for the Mishash samples in the Oron Basin; B - Results for the Ghareb samples in the Oron Basin. n = number of samples; ρ = correlation coefficient.

References

Berner, R. A. (1970) Sedimentary pyrite formation. Am. Jour. Sci., 268: 1-23.

Berner, R. A. and Raiswell, R. (1983) Burial of organic carbon and pyrite sulfur in sediment over phanerozoic time. Geochim. et Cosmochim. Acta, 48: 605-615.

Francois, R. (1987) A study of sulphur enrichment in the humic fraction of marine sediments during early diagenesis. Geochim. et Cosmochim. Acta, 51: 17-27.

Leventhal, J. S. (1987) Carbon and sulfur relationships in Devonian shales from the Appalachian Basin as an indicator of environment of deposition. Am. Jour. Sci., 287: 33-49.

Raiswell, R., Buckley F., Berner, R. A. and Anderson, T. F. (1988) Degree of pyritization of iron as a paleoenvironmental indicator of bottom-water oxygenation. Jour. Sedim. Petrol., 58: 812-819.

Vairavamurthy, A. and Mopper, K. (1987) Geochemical formation of organosulphur compounds (thiols) by addition of H2S to sedimentary organic matter. Nature, 239: 623-625.

K-Ar ages of the volcanism, southwestern Syria (the "Muvla'at" region)

D. Mor(1), N. Schulman(2), G. Gvirtzman(1), G. Steinitz(1)

(1) The Geological Survey of Israel, Jerusalem
(2) Dept. of Geology, The Hebrew University, Jerusalem

This abstract presents K-Ar ages of basalts from southwestern Syria sampled in 1973-4 (the "Muvla'at" region of the Yom-Kippur war). With the exception of its northern part, which is occupied by the sediments of Mount Hermon, most of this region is a volcanic plateau. The plateau descends gradually from Tel Hadar in the northwest (1475 m), southwards and eastwards (800-900 m). Principally this plateau is composed of several broad lava-cones, having low angle flanks. Cinder-cones, exhibiting steep flanks, are developed on the center or periphery of the lava-cones. Occasionally younger lava-flows cover the lava-cone flanks, or flow between them.

Dubertret (1960) mapped the northern part of this region. Ponikarov et al (1963-4) mapped the whole area at the scale of 1:200,000, based on morphological criteria. According to the latter the basalts in the region are divided into 5 units ranging in age from Pliocene to Recent (see map below).

Lately, 11 samples from that region were measured by the K-Ar method and the ages obtained enable a correlation with the volcanism of the Golan Heights. New ages on the Hamat-Gader site in Yarmouk gorge in Israel are also included. The results are:

Site	Rock	Volcanic structure	No. of measurements	Age m.y.	Formation (corr. Golan)
Tel Hadar	basalt	lava-cone	3	0.37	
Tel El Ahmar	"	lava-flow	3	0.46	Golan Formation
Arennbe dam	"	"	3	0.47	(Raqqad basalt)
Hamat-Gader (Israel)	"	"	3	0.48	
Tel El Mal	scoria	cinder-cone	3	0.61	upper
" " "	basalt	" "	3	0.70	part
Tel Maskhara	"	" "	3	0.84	
Tel Antar	scoria	" "	3	0.85	Ortal ———
Ma'atz Junction	basalt	lava-cone	3	1.08	Formation
Sasaba	"	" "	4	1.09	
Rasm Sherida	"	" "	5	1.12	lower
Oumm Batene	"	" "	4	1.15	part

Conclusions

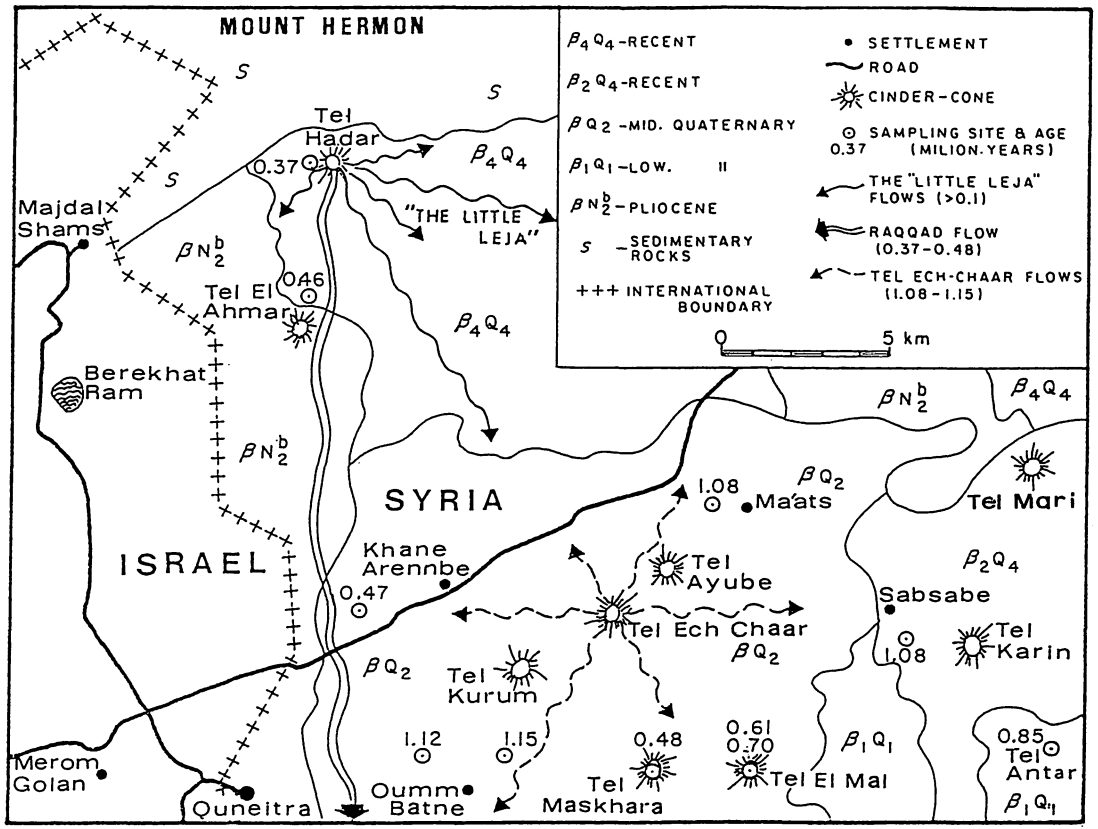
1. The volcanism in the discussed region is Pleistocene, being less than 1.5 m.y. old, as in the Golan Heights. The Pliocene basalt unit mentioned by Ponikarov et al in the western part of the region and in the northern Golan - is non confirmed (except for a small outcrop at Har Ram, Mor 1986).

2. Four main volcanic events were found:
   less than 0.1 m.y.- Leja Formation (not analysed in this work).
   0.37-0.47 m.y. - Golan Formation
   0.61-0.85 m.y. - Ortal Formation (upper part).
   1.08-1.15 m.y. - Ortal Formation (lower part).

3. The main lava-cone in the region, centered on Tel Ech-cha'ar, was built during the first event, 1.08-1.15 m.y. ago. Four cinder-cones on its periphery were built in the second event, 0.61-0.85 m.y. ago.

4. The Hadar cone was first built in the third volcanic event, 0.37-0.47 m.y. ago. A large lava-flow erupted from its southern side, flowed southwards and filled an old drainage system, developed between the "Muvla'at" cones and the Golan cones. This flow continues to the old Raqqad canyon (near Ramat-Magshimim) and down to the Rift-Valley. The overall length of the flow is some 90 km.

5. In the fourth volcanic event, less than 100,000 years ago, Tel Hadar erupted again: Large lava-flows, forming the "Small Leja", spread from it to various directions, especially eastwards, some 40 km.



The geological map of the "Muvla'at" Region. The units mapped are according to the stratigraphic definitions of Ponikarov et al., 1963-4.

Geological significance of carbonate substitution in apatites: Israeli phosphorites as an example.

[1] Y. Nathan, [1] D. Soudry and [2] A. Avigour

1 Geological Survey of Israel
2 Negev Phosphate Co.

The extent of carbonate substitution in apatite was measured in 177 selected phosphorite samples of Santonian to Eocene age from Israel. The results show that unaltered apatites from different stratigraphic positions have different CO_2 concentrations while those from the same stratigraphic level have a relatively narrow range of concentrations. As a rule phosphorite samples from rocks with a low P_2O_5 content have a higher carbonate substitution than those from rocks with a high P_2O_5 content; e.g., apatites from the carbonate-rich Santonian-Campanian Menuha Formation contain on average 5.5% CO_2, while the average content of the apatites from the phosphatic Campanian-Maastrichtian Mishash Formation is 3.7%. These changes are probably a reflection of the early diagenetic environment and, more specifically, are a function of the varying composition of the interstitial waters.

Epigenesis and/or weathering bring about a significant decrease in the CO_2 concentrations causing an overprint which masks the above picture. Therefore it is possible to use a CO_2 value for geological interpretation only after making a petrographic analysis, this, in order to distinguish between early diagenesis and late epigenetic processes.

A SUPPLEMENTARY METHOD FOR SCREENING FLUIDS SAMPLED FROM DEEP AQUIFERS

Ronit Nativ

The Seagram Center for Soil and Water Sciences

The Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem

P.O. Box 12, Rehovot, Israel 76100

Sampling of formation fluids from deep aquifers is commonly done during a drill-stem test (DST) or a swab test, and involves problems not often encountered when sampling ground water from shallow aquifers during a long pumping test. Lost mud, invading mud filtrate, cushion water, or acids applied onto the borehole, may contaminate the sampled fluid to the extent that it does not represent any more the formation fluids.

In deep aquifers of the Negev Desert, temperatures of formation fluids recovered during drill-stem tests were usually higher than regular bottom-hole temperatures recorded at the same borehole and interval, as demonstrated by the Keren Borehole in Figure 1a. Wherever the opposite was observed (e.g., Sherif, Beer Sheva, and Grar boreholes in Figure 1b, 1c and 1d), the sampled formation fluids were found to be also contaminated due to dilution with mud filtrate or cushion water. It is suggested to use temperature measurements as a useful additional criterion for differentiating between representative and contaminated formation-fluids sampled during drill-stem or swab tests.

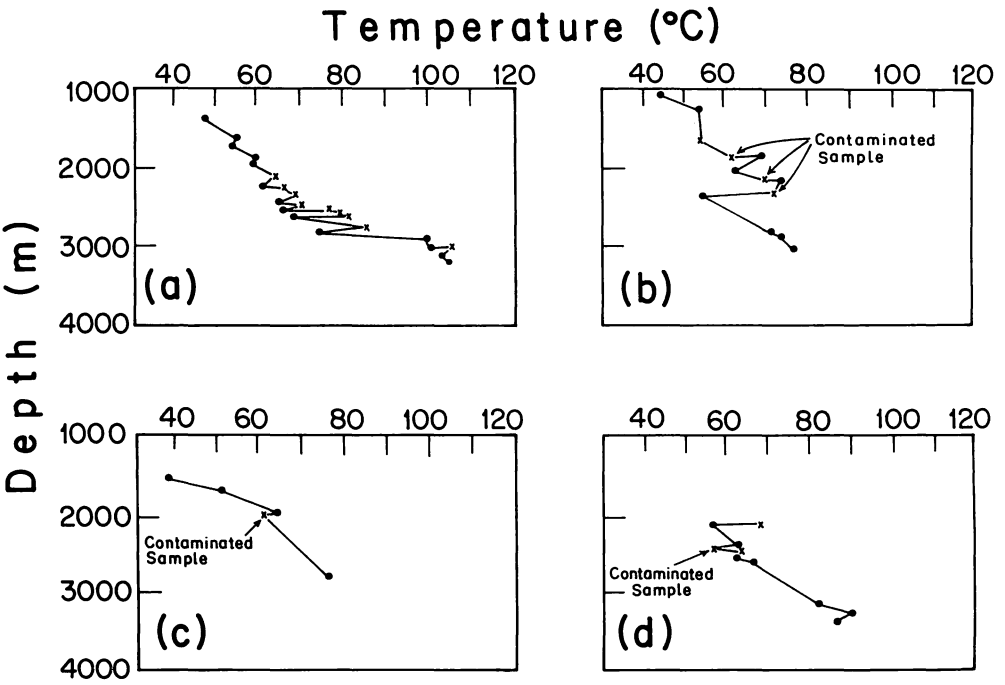


Figure 1 :Temperature distribution with depth at four boreholes, measured on fluid sampled from drill stem tests (asterisk) or by using maximum thermometer (full circle).

EARTHQUAKE PARAMETERS INFERRED FROM ARCHAEOLOGICAL EVIDENCE

Amos Nur, Department of Geophysics Stanford University, Stanford, CA 94305-2215
Hagai Ron, IPRG IL, P.O. Box 2286, Holon, Israel, and Dov Tal, Jerusalaem, Israel

ABSTRACT

It has long been recognized that amongst earth's main transform plate boundaries the Dead Sea transform is unique in terms of the historical and archaeological evidence available. One of the intriguing results of this evidence is the apparent seismic slip (<1mm/yr) deficiency relative to the slip rate (~ 6 to 7 mm/yr) inferred from plate tectonics. This deficiency in other plate boundary is normally much smaller. Although the discrepancy may arise from anomalously low seismicity during the past one or two millennia, it is quite possible that it may be due to uncertainty in the estimation of the seismic slip. This is especially likely because the seismic slip estimate is dominated by the number and slip magnitude of the largest earthquakes. Specifically along the Dead Sea transform, the estimated number of large earthquakes, and/or their magnitude may be too low, and consequently the computed slip may be too low.

To reduce the uncertainty in the estimation of fault length, and thus magnitude and fault slip, we have attempted to analyze archaeological evidence for earthquake damage to infer fault length, fault slip, direction of rupture propagation, and nature of ground motion. Specifically, we analyzed the collapse direction of earthquake toppled columns in Bet Shean, Khirbet Mafjar, and Susita (Earthquake of 746AD?) and the slippage of keystone rows in Kalaat Nimrod (Earthquake of 1202AD?).

The results tentatively suggest that the direction of the collapse of columns is controlled by a combination of waves emanating from the earthquake rupture front and horizontal surface waves (SH waves). Consequently we suggest that (a) the epicenter of the 746 earthquake was south of Bet Shean, and that rupture propagated northward; and (b) that the rupture length of the 746 earthquake could have ben equal or greater

than 120 km or so. Using available slip-length relation, the inferred slip for this event is equal or greater than 1-1.5m, a value substantially greater than previous estimates. (c) Block slip in Kalaat Nimrod and Khirbet Mafjar imply accelerations of 1G or greater, values which can be reached only close to the seismic fault itself. Consequently, better estimates of fault length may be possible.

It is likely as the result of this study, that some of the magnitude and hence slip of some of the known large historical earthquakes have been severely underestimated. Unlike the 1927 Jericho earthquake which ruptured only the Eni Gedi - Dania Segment of the Dead Sea transform, the big events here probably rupture at least twice that length, and perhaps more.

UPLIFT HISTORY OF WESTERN GULF OF SUEZ MARGIN: CONSTRAINTS FROM FISSION TRACK ANALYSIS

G.I. Omar[1], B.P. Kohn[2], M.S. Steckler[3] and W.R. Buck[3]

1 - Department of Geology, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA 19104, USA.
2 - Department of Geology, Ben Gurion University, Beer Sheva 84120, ISRAEL.
3 - Lamont Doherty Geological Observatory, Columbia University, Palisades, NY 10964, USA.

The western side of the Gulf of Suez, a Neogene rift basin, is characterised by basement uplifts. Timing, amount and geometry of rift-related uplift is crucial to the understanding of the thermal evolution of the rift and for placing constraints on geophysical models of rift genesis.

Fifty five apatite fission track ages from basement rocks along the Gulf of Suez-Red Sea margin in the northern Eastern Desert fall in the range of c. 11 to 382 m.y. The older ages often occur within close geographic proximity to younger ones. Furthermore, ages show no clear correlation with elevation or distance from the rift margin.

Apatite ages and their horizontal confined track length (HCTL) distributions fall into three distinct groups. Group I: ages ranging from 43 to 382 m.y. HCTL distributions are all positively skewed and become progressively broader with shorter mean track length and decreasing age. Group II: ages range from 23 to 31 m.y. HCTL distributions are negatively skewed with either a distinct tail or small peak of short tracks. Group III: ages range from 11 to 20.5 m.y. HCTL distributions are all unimodal, narrow, negatively skewed and have the longest mean lengths among samples studied.

Apatite ages from Groups I and II are interpreted as "mixed ages" from samples which cooled during uplift from different levels within the apatite partial track annealing zone. Ages from Group III are interpreted as "cooling ages" whose samples were uplifted from the apatite total track annealing zone without experiencing significant partial annealing. The oldest age in this group (20.5 $\pm$ 1.3 m.y.) is proposed as dating the commencment of rift-related basement uplift in the study area. This date is contemporaneous with the onset of a period recording the highest rate and amount of extension, subsidence and sediment accumulation in the Gulf of Suez basin. Synchroneity of onset of uplift and greatest subsidence is interpreted as evidence for "passive" rifting at the Gulf of Suez.

GEOLOGY AT HIGH SCHOOL, UP TO FIVE CREDIT POINTS

Nir Orion

Science Teaching Dept., Weizmann Institute of Science

and

Emanuel Mazor*

GeoIsotope Group, Weizmann Institute of Science

Abstract

A Geology Curriculum Committee, nominated by the Ministry of Education, presented last October its recommendations. Implementation of the new program may have a significant impact on the status of geology and future employment possibiliites. The present lecture is intended to inform the members of the geological community about the project, with hopes for growing involvement.

Geology is so far recognized as an independent subject, in a 2 credit points format. The new recommendations are that geology will be taught in two levels - of 3 and 5 credit points.

The basic (3 points)program addresses the following topics: Structure of Earth, minerals, the world of rocks, chemical composition of minerals of rocks, igneous rocks, weathering, sedimentary rocks, metamorphic rocks, fossils, principles of stratigraphy and the geological time, dynamic Earth, plate tectonics, the geological map, geology of Israel, groundwater, eco-

---

*Incumbent of the Frank W. Considine Professorial Chair in Hydrological Research.

nomic geology.

The program is based on 180 class hours and 90 laboratory and field hours. Two text books in Hebrew are available, Geology - Principles and Processes (A. Flexer) and Geology with an Israeli Pick (E. Mazor). The latter book is part of teaching complex that includes also a Teacher's Guide and Students Worksheets. Also, a teaching complex (N. Orion) has been developed for three excursions crossing Israel from the Mediterranean Sea, through Jerusalem, into the Rift Valley (3 field days and 40 hours lab and class activity). Thus, the 3 point geology program is ready for implementation, the moment it is approved.

The full scale geology program, of 5 credit points, includes the basic program and two advanced units. At present these two units can be selected out of three developed courses: Geotope (mini research project); Chemistry of Common Minerals and Rocks of Israel; Igneous and Metamorphic Rocks, Eilat-Timna. Courses to be developed include Geophysics, Geobiology, Geochronology, and Geology of Israel.

In the absence of geology teaching certificate courses at the universities, it has been recommended to grant a geology teaching license to (a) geology graduates, and (b) science teachers that received geology teaching training.

The ball is now in the court of the geological community: will we incorporate geology teaching in the university's curricula? Will the profession of pre-academic geology teaching be praised by the members of our profession?

Trace element characterization of phosphate rocks.

G. Panczer[1,2] Y. Nathan[2] Y. Shiloni[2]
1 Institut de Geologie, Universite Louis Pasteur
2 Geological Survey of Israel

This work presents the chemical analyses (major and traces) of phosphate nodules. Most of the analysed nodules (50) were collected from the nodule layer found at the base of the Ghareb Formation directly above the economic phosphorites of the Mishash Formation. These nodules were recently described in detail by Soudry and Lewy (1987). A few nodules (6) were collected from the base of the Eocene section (Shiloni et al., 1977). No significant chemical differences were found between the Maastrichtian and Eocene nodules.

In general the nodules are enriched in comparison to the Mishash phosphorites (see Nathan et al., 1979) in structural CO_2, in Fe_2O_3 and Na_2O; they are depleted in Zn, Cd and U. On the basis of structural CO_2 content (Nathan et al., 1989), it is possible to divide the nodules into two groups:

Group A) Nodules which have a CO_2 content above 3.5% (45 samples with a mean structural CO_2 of 5.1%) and represent in our opinion the original sedimentation and diagenesis.

Group B) Nodules with a CO_2 content less than 3.5% (11 samples with a mean structural CO_2 of 1.9%). These nodules come from exposures with clear evidence of epigenetic processes.

Discriminant analysis (SPSS) showed a perfect accord of the chemical analyses with the above division.

The main differences in the major elements (Table 1) may be summarised as follows: the nodules of group B are enriched in Fe, Al and S and depleted in Ca, Mg, Na and F relative to group A.

Similarly the main differences in trace elements (Table 2) are: group B shows an enrichment in Cd, Cr, Ni, Ti, V and Zn, and a depletion in Ba, La, Sr and U relative to group A.

Table 1
Major elements

	Group A			Group B		
	Mean %	Median %	St. Dev.	Mean %	Median %	St. Dev.
P_2O_5	29.79	30.00	2.97	31.25	33.00	5.10
CO_2	5.25	5.40	1.35	1.92	1.68	0.79
F	3.44	3.50	0.41	3.11	3.20	0.44
CaO	48.02	49.00	4.03	43.18	45.50	9.88
SiO_2	0.63	0.40	0.57	0.16	0.08	0.22
Al_2O_3	0.50	0.44	0.21	1.62	0.46	3.69
Fe_2O_3	1.39	0.62	1.81	5.41	4.80	4.85
MgO	0.48	0.43	0.20	0.25	0.19	0.18
SO_3	1.95	1.80	0.96	3.53	3.00	2.53
Na_2O	1.26	1.11	0.48	0.97	0.73	0.73
Cl	0.61	0.40	0.64	0.72	0.25	1.04

Table 2
Minor and trace elements

	Mean ppm	Median ppm	St. Dev.	Mean ppm	Median ppm	St. Dev.
Ag	1.5	1.0	0.6	0.8	1.0	0.6
Ba	461	65	820	49	20	53
Be	0.9	0.7	0.4	1	0.7	0.6
Ce	16	13	9	10	9	4
Cd	5	3	3	15	10	10
Co	10	6	12	11	9	9
Cr	148	105	132	264	160	236
Cu	28	20	25	55	8	94
Eu	0.9	0.7	0.7	0.4	0.3	0.4
K	768	590	639	777	490	640
La	29	21	28	19	17	5
Mn	83	55	84	27	17	34
Mo	21	8	33	22	8	28
Ni	44	25	37	140	20	379
Pb	8	5	9	7	5	5
Sr	1957	1960	571	902	840	312
Ti	89	60	84	96	60	77
U	49	50	19	36	40	22
V	100	73	75	214	166	215
Y	64	51	48	54	48	16
Yb	4	3	3	3	3	1
Zn	165	115	160	493	86	1185
Zr	14	14	10	16	10	24

References

Nathan, Y., Shiloni, Y., Roded, R., Gal, I. and Deutsch, Y. (1979) The geochemistry of the northern and central Negev phosphorites. Bull. Geol. Surv. Israel, 73, 42pp.

Nathan, Y., Soudry, D. and Avigur, A. (1989) Geological significance of carbonate substitution in apatites: Israel phosphorites as an example. This Meeting.

Shiloni, Y., Segev, Martinotti, G. M. and Raab, M. (1977) An early Eocene glauconitic bed in Hor Hahar, Northern Negev, Israel. Israel J. Earth Sci., 26: 102-107.

Soudry, D. and lewy, Z. (1988) Microbially influenced formation of phosphate nodules and megafossil moulds (Negev, southern Israel). Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol., 64: 15-34.

GEOLOGICAL INFORMATICS: A VALUABLE SCIENTIFIC TOOL

Margareta Peltz

Absorbtion Center, Gilo, Jerusalem.

Nowadays, geological information can be found not only in "classical" storage (e.g. books and periodicals) but also in modern data bases and banks. Depending on the nature of the information, these systems are grouped in several categories, such as bibliographical, numerical, factographical and others. Examples of such banks are the PASCAL-GEODE-GEOREF system which covers the world-wide geological and geophysical literature (40,000 items yearly), ARTEMISE (geochemical, numerical data), and INFO-MER (factographical data concerning submarine mineral resources).

One of the most frequently used bibliographical systems is PASCAL-GEODE-GEOREF. The data bank was created through the international cooperation of various geological institutions from the United States and several European countries. The bibliographical references stored, beyond basic information such as title, author, and data on the publication, include the following: key words (thematical and geographical) and short abstracts emphasizing the most important results. These references are formatted by specialists in geolological documentation using the same system. The data is published monthly in "Bulletin Signaletique" but can be obtained as magnetic tapes, computer diskettess and through on-line access.

SELECTED BIBLIOGRAPHIC AND NONBIBLIOGRAPHIC BANKS

Name	Producer	Area and Time	Source and No. of references	Access language
GEOREF	U.S.G.S. + collab	World since 1929 USA since 1785	All documents 1 mil. ref	English
PASCAL GEODE	BRGM + collab	World since 1968 France since 1750	All documents 600,000 ref	French English
GEO ARCHIVE	Geo-Systems	World since 1969 Great Britain	All documents 500,000 ref	English
MINSYS	Geo-System	World economic data	5 mil. data on ores	English
INFO-MER	Germinal	World data marine mineral res.	40,000 ref	French English

Classically, users of these data systems were the specialized libraries, but individual researchers are becoming more and more interested in utilizing the services provided by them.

PALEOLAHAR AND EPICLASTIC DEPOSITS: A KEY TO THE RECONSTRUCTION OF THE VOLCANIC STRUCTURES

Sergiu Peltz

Absorbtion Center, Gilo, Jerusalem.

Young volcanic terrains are constituted by various facies of explosive products. It is recognized that the younger these products are, the better preserved are the primary characteristics of the facies, such as megastructure, lithotypes, and the granulometry and morphology of the fragments. The coarse-unconsolidated deposits with bombs, blocks and scoria, as well as those characterized by poor matrix content or rich in lithoclasts (ash flow type) better preserve the initial structure. The reconstruction of the initial volcanic structure is more difficult when the deposits are located far from the eruption center. The eruption centers cannot be recognized when: a) they were destroyed by subsequent explosions; b) new volcanic products belonging to other centers cover the old ones; c) they were eroded. Under these circumstances it is useful to define the appropriate criteria for the identification and delimitation of the primary deposit. Such criteria have already been exemplified by Peltz (1969, 1972, 1984) and Peltz and Peltz (1969).

The paleolahar and epiclastic volcanic deposits represent two particular cases, genetically opposite but confoundable in the field. In the case of the paleolahar deposits, the initial matrix structure become in time undistinguishable and can be easily confounded with the structure of the pyroclastic fall deposits. However, the paleolahar deposits are characterized by the heterogeneity of the fragment dimensions and their morphology, and also by a chaotic disposition of the fragments in the matrix. In some favorable cases the paleolahars show a sorting of the material along the direction of transport unlike the pyroclastic fall accumulations, which are sorted only as a result of the mechanism of eruption.

The epiclastic deposits are formed subsequent to the volcanic extinction (after the generation of the lahar deposits) as a result of erosion, transport and redeposition of the primary volcanic material. Unlike the pyroclastic fall and paleolahar accumulations, the epiclastics are characterized by a) rhythmic and/or cross-bedded structures; b) the presence of rounded fragments; c) the alteration of both fragments and matrix (characteristic ferro-magnesian materials are sometimes present); and d) in subaquatic deposits, interstratified, silicified and/or carbonized plants.

References

Peltz, S. 1969. Etude petrographique de la partie sud-est de Monts Calimani. Inst. Geol. Etudes Techniques et Econ., I, 4, 206 p.

Peltz, S. 1972. Quelques consideration sur la nomenclature et la classification des pyroclastites. Bull. Volc., XXXV-2, 295-302

Peltz, S. 1984. Systematization of Neogene volcanic products from the south of the Calimani Mts. D.S. Inst. Geol. Geoph., LXVIII (1981), 143-156.

Peltz, S. and Peltz, M. 1969. Results obtained from applying quantitative data to the study of pyroclastics. D.S. Inst. Geol., LXIV (1967), 83-111.

DEFORMATION MEASUREMENTS IN THE ROCK MASS SURROUNDING A PRESSURIZED L.P.G. STORAGE CAVERN

B. Polishook H. Arbel
Petroleum Services Ltd.

Petroleum Services Ltd. (Engineering department) performed deformation measurments in the rock mass surounding the L.P.G. storage cavern, which was pneumatically pressurized to 7 bars.

The measurements took place in order to examine and predict the rock mass deformation results after the L.P.G. storage filling.

The cavern, which has a horse-shoe shape with a height of 9.35, width of 6.5 and length of 285 meters, is lined with concrete of 0.3 meters nominal thickness and coated with polimeric impermeable material.

The cavern was excavated in a chalky rock mass, which changes in places from silicified chalk to marly chalk of the Zora formation from the lower Eocean (Flexer et al, 1986, Petroleum Services, 1978). The rock layers are horizontal to sub-horizontal, jointed by two principal joint sets of 67 and 142 mean direction (Flexer et al. 1984).

The measurements array is a combination of three measuring types:
a. Formation measurements of the rock surounding the cavern using multi point borehole extensometers.
b. Deformation measurments on the cavern surface using convergence tapes.
c. Measurements of the opening of existing cracks using crack bridges.

The measurement equipment was installed in three sections along the cavern length which were chosen according to the geology and the cavern dimensions (Hudson & Priest, 1975). In each section, five measuring stations were placed - three in the roof and two in the walls of the cavern. Two measuring stations were added to the wall and one to the floor of the central section. Four extensometers of the vibrating wire type, telescopic rods, cement grouted anchors and electrical measurement were installed in depths of 1,2,4, and 9 meters along the borehole length.

Vertical and horizontal convergence tapes were connected between the stations in the wall and roof accordinglly. Nine crack bridges were installed above existing cracks in the roof.

The measurement results were substituted into a finite element computer model, which was used to get the modulus of elasticity for the measure of the rock deformability.

It was found that the rock mudulus of elasticity was changed in the different sections of the cavern in the range between 20,000 - 30,000 Kg./cm . These values of the modulus of elasticity are significantly higher in relation to those values which were found in laboratory testings on borehole cores, and were in the range of 5,000 - 7,000 Kg./cm

1. Flexer, A., Dimant, E., Polishook, B. & Livnat, A., 1984. Relation of joints in the Avedat group (Eoecen) to the tectonic pattern of Israel. Isr. J. Earth-Science, Vol. 33, pp. 13-25.

2. Flexer, A., Polishook, B., Yavne, A. & Dimant, E., 1986. Geology of underground storage for hydrocarbons in Israel - concepts and case histories. Isr. J. Earth-Science, Vol. 35, pp. 85-95.

3. Hudson, J.A. & Priest, S., 1975. Instrumentation and monitoring. Tunnels & Tunneling, Sept., pp. 64-70.

4. Petroleum Services Ltd., 1978. Mesilat-Zion geotechnical report. Eng. Dept., Vol 1, 27 p.

COMPOSITION OF FRESCO PIGMENTS FROM MASADA

Naomi Porat
Geology Department
Hebrew University
Jerusalem, 91904

The wall paintings from Herod's palace in Masada are well known and are among the best preserved Roman frescoes found in Israel. The palace was built in the 1st century B.C., in the cosmopolitan style prevailing throughout the Roman Empire at that time. The artistic style of the paintings is considered similar to frescoes in Italy, and it has been proposed that the palace was built and decorated by specialized non-local workmen (Foerster, 1988). This study is based on the suggestion that analyses of the pigments used in the paintings can demonstrate whether these pigments are local or imported, and indicate who the artists were.

9 fresco pieces were chosen, representing the different designs and colors found in the palace. Minerals were identified by X-ray diffraction (XRD), the texture of the pigments was observed by the scanning electron microscope (SEM), and energy-dispersive analysis provided a semi-quantitative composition of the pigments.

The pigment grains are extremely fine, sometimes as small as 1 μm. Table 1 summarizes the analytical results and the nature of the pigments. Finely granulated elemental gold was used in the Corinthian capitals. Cinnabar (HgS) was used for bright red coloration, synthetic cuprorivaite (Jaksch et al., 1983) ($CuCaSi_4O_{10}$, "Egyptian Blue") was used for blue and green, and ochra (mixture of clays and iron compounds) was used for the earth colors. Elemental carbon may have been used as black and grey pigments, but as the methods of analysis used cannot identify elemental carbon, this assumption still has to be substantiated. In some samples Pb and Zn were identified by the SEM, but no mineral with corresponding composition was identified by XRD, and their source is yet unknown. In both methods some contamination from the plaster beneath the paint was observed, due to penetration of the electron beam through the thin pigment layer. Idiomorphic halite and gypsum, that had precipitated on the paint surfaces after the abandonment of the palace, were observed with the SEM. The source of Na, Cl, Ca and S in the samples is probably either from the plaster or the precipitated minerals.

Gold, cinnabar and Egyptian Blue do not occur in Israel, and were therefore imported. Ochra can be found locally, in concretions of limonite and other iron oxides within shales. The methods employed for this study cannot answer the question whether the earth pigments were also imported.

All these pigments were used throughout the Roman world during the 1st century B.C. (Selim, 1965). At that time many foreign artifacts reached Judea, such as marble columns, wine jars and table ware. Pigments could have been imported into Judea too, perhaps by the painters. The conclusions of this study may support the suggestion that artists traveling with their painting kit were employed to paint the frescoes in Masada.

REFERENCES

Augusti S., 1965. Analysis of material and technique of ancient mural paintings. Application of science in examination of work of art, 67-70. Proceedings of the seminar, September 1965, Museum of Fine Arts, Boston.

Jaksch, H., W. Seipel, K.L. Weiner and A. El Gorezy, 1983. Egyptian Blue - Cuprorivaite: A window to ancient technology. Naturwissenschaften 70:11, 525-535.

Foerster, G., 1988. Hellenistic and Roman trends in Herodian architecture. in: Judea and the Greco-Roman world in the time of Herod in the light of the archaeological evidence. Symposium by the Universities of Gottingen and Jerusalem, November, 1988.

No.	COLOR	ELEMENTS (identified in SEM)	MINERALS (identified by XRD)	PIGMENT
1/1	gold	Au,Si	elemental gold,clays,unidentified lines	powdered gold (on a yellow pigment?)
6/2	yellow	Ca,Si,Fe,K,Al,Cl,S,Mg	-	yellow ochra (limonite)
2/1	green	Si,Ca,Cu,Pb,S,Fe,K,Al,Mg, Na,Cl	calcite,anhydrite,illite,cuprorivaite, quartz,unidentified lines	Egyptian blue,ochra and other minerals
9/1	green	Si,Ca,Fe,K,Mg,Cl,Cu,Al,Na	calcite,cuprorivaite,illite	Egyptian blue & ochra
6/4	pale blue	Ca,Si,Al,Cu,Fe,K,S,Mg,Na	cuprorivaite,calcite,quartz,gypsium, clays	Egyptian blue & calcite
7	red	Hg,Si,Ca,Al,Pb,Fe,K,Zn	cinnabar,some calcite & anhydrite	cinnabar
6/2	red	Hg,S,Ca,Si,Pb,Ti,Zn	cinnabar,calcite	cinnabar (+ galena or litharge?)
9/2	brick-red	surface covered with halite & gypsum	gypsum,calcite,hematite & halite	hematite (ochra)
6/1	brick-red	Ca,Fe,S,Cl,Pb,Si,K,Mg	calcite,quartz,hematite,gypsum, smectitic clay,anhydrite	hematite (ochra)
1/2	brown	Ca,S,Mg,Si,Fe,Al,Cl	clay minerals,unidentified lines	clay minerals
6/2	black	Si,Ca,Fe	-	iron oxides or hydroxides
8/3	black	-	Calcite,quartz,clays	elemental C?
8/3	grey	S,Ca,Fe,K	-	calcite & elemental C?
6/4	white	Ca,Si,S,Mg,K,Fe,Al,Ti,Cl	-	calcite & clay minerals
3/1	white	-	calcite,weak quartz,K-feldspars & clays	calcite
1/3	plaster	Ca,S,Si	calcite,anhydrite	anhydrite
	Mortar	-	calcite,quartz,dolomite	lime with chert & dolomite pebbles

TABLE 1: ANALYTICAL RESULTS OF PIGMENTS. FOR EACH SAMPLE, THE ELEMENTS IDENTIFIED IN THE SEM BY EDS AND THE MINERALS IDENTIFIED BY XRD ARE LISTED IN DECREASING ABUNDANCES. THE LAST COLUMN GIVES THE IDENTIFICATION OF THE PIGMENT.

STRESS INVERSION OF FAULT SLIP DATA AND FOCAL PLANE SOLUTIONS- THE METHOD AND ITS APPLICATION TO TECTONIC ANALYSIS

Ze'ev Reches[1], Gidon Baer[2] and Yossef Hatzor[1,2]
1- Department of Geology, Hebrew University, Jerusalem, Israel
2- Geological Survey of Israel, Jerusalem, Israel

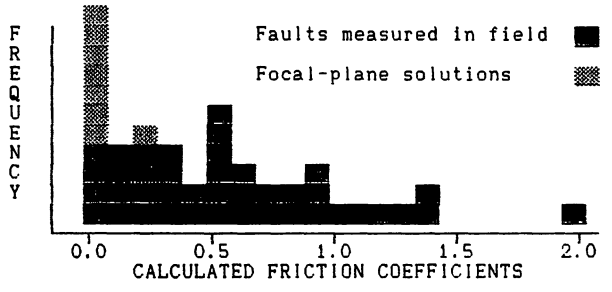
The stress inversion method determines the state of stress which can cause slip along a set of faults measured in the field, or a set of focal-plane solutions. It is based on three assumptions: A. The slip along a fault occurs in the direction of maximum resolved shear stress. B. The shear and normal stresses on the fault satisfy the Coulomb yield condition, $|\tau|=C + \mu \sigma_n$ C. The slip events occurred under uniform stress conditions.

The method provides the complete stress tensor which can cause slip along all faults in the measured cluster. The stress magnitude is normalized by the effective overburden pressure. Further, the method also indicates the mean coefficient of friction along the faults during slip.

Applications: The strength of the upper crust is usually estimated from friction measurements in laboratory experiments. The present stress inversion method is utilized to calculate the friction coefficients for small faults measured in layers of limestone, sandstone and basalts in Israel and western US. The coefficients of friction determined for 40 clusters of faults range from 0.0 to 1.4 with a mean value of 0.6 ± 0.4 (See Figure below). These values are in general agreement with the friction of 0.6 to 0.85 determined from the laboratory experiments.

Ramon domes. The paleostresses calculated for Gevanim and Saharonim domes indicate that the two domes developed by different mechanisms. Gevanim formed by flexural doming above a central quartz-syenite intrusion, during the Early Cretaceous. The intrusion has a piston shape and it penetrated along subvertical, piercement faults. Saharonim dome formed by folding associated with subhorizontal compression in NNW-SSE direction (essentialy perpendicular to Ramon fault), probably during the Miocene.

The Gilboa' block. The paleostresses were determined by fault measurements in two quarries in the northern Gilboa' (Gido'na and Beit-Alpha), and one quarry in the eastern part (Nahal Avinadav). The results indicate an almost uniform paleostresses for all stations: maximum extension is horizontal trending 32° ± 12°, and maximum compression is also horizontal, trending 122° ± 12°. This stress state fits the dominant trend of the exposed dikes in the Gilboa': 280°-290°. Shear stress calculations show that the above state of stress is compatible with normal faulting along the Gilboa' fault, and it is incompatible with either left-lateral slip along the Dead Sea or extension across it.



COMPRESSIONAL FEATURES ALONG THE DEAD SEA RIFT

Y. Rotstein* and Y. Bartov**

* The Institute for Petroleum Research and Geophysics, Holon, Israel

** Israel Geological Survey, Jerusalem, Israel

The Dead Sea rift is the transform plate boundary between Arabia and Africa. Extensional features in this strike-slip environment, in the form of the overall rift morphology and local structural lows (pull-apart basins), have also attracted much attention. Much less attention, however, has been paid to compressional features along the transform, which occur mainly where the left lateral faults step to the east or have a more NE direction. The largest of these features is in Lebanon where a prominent change of the transform to a more NE strike is evident. Other smaller compressional structures can be found in other parts of the Dead Sea Rift. North of the Sea of Galilee a rift morphology is absent between two distinct pull-apart basins. Three seismic reflection lines across the plate boundary in this area show it to have a reverse fault characteristics and the African side to be an elevated and deformed structure. Further south, the Jordan Valley has a prominent rift morphology and is, most probably, a pull-apart basin. Nevertheless, a local compressional structure is evident in the seismic reflection data from this basin. Another local distinct compressional feature is apparent on the seismic reflection sections across the main fault zone north of the Dead Sea. In this part of the rift, with a typical rift morphology, the main fault zone seems to have reversed characteristics as that to the north of the Sea of Galilee. West of the main fault zone, in the African plate, a monocline is apparent in the seismic sections. It was previously thought of as an old structure which was faulted down by the normal faults of the rift, but its association with the main fault zone suggests it to be a young compressional feature. Smaller scale compressional features appear in reflection seismic sections and are evident in surface mapping elsewhere in the rift system.

THE EVOLUTION OF THE NORTHERN NEGEV MONOCLINES

Amos Salamon and Zvi Garfunkel
Department Of Geology, The Hebrew University, Jerusalem.

Field data and a geometrical model are applied to analyse the evolution of the Northern Negev monoclines. The field data is derived from angular and erosive unconformities as well as thickness variations in the syntectonic formations. The data on the structure's height and the flanks' dip, show that since the initiation of the structures in the Early Senonian until the Upper Campanian the structures reached half of their present size. The geometrical model describes the growth of the structure's height, the steep flank's dip and the shortening as a function of the moderate flank's dip. It seems that the height and the steep flanks' dip develop linearly , while the shortening grows exponentially.

Two factors may control the evolution of the monoclines: **a.** The activation of the reverse fault which increases the structure's height and the flanks' dip. **b.** The absorption of shortening which is translated into the fold's amplitude. Assuming the reverse fault is the cause of the structure's evolution, then the folds developed rapidly at first and decayed exponentially with time. Alternatively if the shortening was the determining factor, the structures evolved linearly until the Miocene and decayed since.

The present state of deformation is ambiguous. Although evidently the rate of evolution since the Miocene was slow, it is impossible to determine from the above model the present situation. Since the reverse faults were activated by the Syrian Arc stress field which is deflected about 20 degrees from their trend, these faults may be activated by the present Dead Sea stress field which forms a similar angle with the faults. Field evidences for present activity are rare, probably due to the erosive processes prevailing in the area.

The young lineaments in the synclines opposite the Hazera and Hatira structural highs indicate some kind of recent activity. Since lineaments do not occur in all structures the continuation of the original tilted blocks mechanism by which the structures evolved is not proven. It is thus suggested that these lineaments should be considered as an indication of a drape mechanism by which the monoclines subside into the Arava valley.

To summarize: the major evolution of the Northern Negev monoclines occurred between the Early Senonian and the Miocene. Later the activity was considerably reduced. The present deformation seems to be driven by a drape mechanism rather than by the tilted blocks mechanism which originally caused their formation.

Clay Mineralogy of Deeply Buried Neogene Sediments in the Jordan Rift Valley

A. Sandler, M. Raab and Y. Nathan

Geological Survey of Israel

The clay mineralogy of an 11m core, originating from a depth between 3799-3810 m in the Zemah 1 well (northern Jordan Rift Valley) was studied. The sequence, drilled to a depth of 4249 m consists of alternating marls, carbonates, evaporites, extrusives and intrusives of Pleistocene to Neogene age. This sequence is different from any other known in Israel. A Miocene age has been suggested for the sediments composing the core. The deepest measurement of temperature (at a depth of about 3500 m), was 124.5 C, hence the sediments of the core, some 300 m deeper, must have been subjected to an even higher temperature.

Sharp changes were observed in the clay mineralogy. The top of the core has an assemblage characterized by a mixed-layer (chlorite/ expanding layer) in a rock with some 50% carbonates (mainly calcite), and abundant authigenic albite. The clay assemblage in the middle part of the core is characterized by corrensite. Some samples of this part of the core contain another mixed-layer in addition to corrensite. These rocks have about 70% carbonates (abundant dolomite), and are enriched in organic matter (up to 1%). In the lower part of the core, chlorite is the characteristic clay mineral. Lithologically, the bottom part of the core is similar to the top. Smectite and illite occur in most samples in varying amounts. A phase with smectite chemistry and morphology was observed under the SEM, and was shown to contain an unusually high amount of sodium. The differences in clay assemblages within an 11m interval of sediments subjected to similar temperatures and pressures presumably are not the result of differences in diagenesis but reflect chemical differences within the original sediment.

WATER COMPOSITION OF THE UPPER JORDAN RIVER AND ITS CONTRIBUTION TO LAKE KINNERET

A. Sandler, L. Halicz, I.B. Brenner, and Y. Peled, Geological Survey of Israel; Y. Geifman, Mekorot.

The chemical composition (including trace elements and nutrients) of water from the northern catchment area of the Jordan River was determined by sampling 17 locations (from the Banias to Arik Bridge) 9 times during 1985-1987. All samples were filtered through a micropore filter (0.45 μ) to determine essentially soluble components and acid digested to obtain the acid-extractable fraction.

The Ca-bicarbonate composition of Jordan River water at the Kinneret inlet is due mainly to the Dan and Banias sources. Silica, Na, and Mg is contributed by basalt-related water and sulfate is derived from peat soils of the Hula. In contrast the main composition of the lake is Na-Cl.

Whereas the time-dependant variation of bulk composition was low (% RSD 6 - 30 %), that of the trace elements varied widely even by up to an order of magnitude. These variations are of short duration due to hydrologic dynamics. Nevetheless, an increase in trace element level was observed for summer samples.

The trace element and nutrient contents increased downstream due to influx of agricultural effluents and runoff from trace-element rich peat soils of the Hula. These contaminations are introduced mainly into the Western Canal where nutrient concentrations are maximum.

The construction of storage ponds has decreased water flow from the Western Canal and reduced the effect on trace element concentrations. At Arik Bridge a maximum inrease of 60 % was observed relative to Joseph Bridge.

The present data have not revealed systematic trace element patterns of behavior. Trace metal - Fe and B - Ba - Sr - Ca - Mg - sulfate correlations have been observed. The present data do not indicate that the trace metals are related to nutrients and to organic carbon. In comparison to Jordan water, the Kinneret has distinctively lower Al, Fe, and Mn, and higher B and Ba contents.

THE GEOLOGICAL HISTORY OF THE NEOGENE BASIN OF THE LOWER GALILEE AND THE YIZRE'EL-BET SHE'AN VALLEYS: IMPLICATIONS FOR DATING THE DEAD SEA RIFT TRANSFORM FAULT

Gabi Shaliv
Geological Survey of Israel

The Neogene basin of the Yizre'el-Bet She'an valleys and Lower Galilee plateaus, lying between the Carmel and Gilboa mountains in the southwest, the Upper Galilee in the north and the Dead Sea rift in the east ("The inland basin of the eastern Galilee" according to Picard, 1932), was formed during the Miocene. It filled up with alkaline basalts and sediments, while opening and subsiding in an extensional regime.

The complete stratigraphic section in the basin includes the following units: the Hordos Formation and Lower Basalt; the Umm Sabune Conglomerate (or the parallel Clay Series); the Bira Formation with the Intermediate Basalt; and the Gesher Formation which interfingers with the lower flows of the Cover Basalt (Fig. 1).

From study of the facies changes of the stratigraphic units combined with K-Ar dating of many basalt flows in different sections throughout the basin, the following geological history emerges.

In the Early Miocene (20? to ~17.5 m.y.) deposition of alternating fluviatile and lacustrine sediments (lower part of the Hordos Fm.) took place in the synclinal areas of the Syrian Arc structures while erosion in the anticlinal areas continued.

At the beginning of the middle Miocene (~17.5 m.y.), when the landscape was gentle and the entire area was covered by fluviatile-lacustrine sediments, a stage of volcanic activity (the Lower Basalt phase) began in the eastern part of the basin, close to the present Dead Sea rift. In the course of the Middle Miocene (up to ~10 m.y. ago) the volcanism continued, expanding westward to where the Emeq Yizre'el graben, which subsided through northwestward trending normal displacement, opened up. The subsiding area expanded more rapidly in the east than in the west (sort of opening with an axis in the west), filling up with younger and younger basalts in its center, which reached up to 660 m thickness, whereas at its margins clastic sediments of the Hordos Formation were intermittently bedded with basalt flows.

At the beginning of the Late Miocene (10-~8.5 m.y.) the volcanism gradually abated. In the west of the basin thick soils accumulated on the basalts and in the east of the basin, large areas were covered by conglomerates of river floodplains (upper part of the Hordos Fm.), whose

pebbles apparently derived from the southeast, from beyond the present Dead Sea rift. The period was evidently tectonically a relatively quiet one.

In the Late Miocene (~8.5 m.y. ago) another sedimentary cycle began with the renewal of tectonic activity. This was expressed by faults trending NNW at the margins of the Dead Sea rift area and by conglomerates (Umm Sabune) bedded next to the faults (Schulman, 1962). Contemporaneously, rejuvenation of earlier faults led to further subsidence of the center of the Yezre'el - Bet She'an graben and to the accumulation of thick layers of clay (the "Clay Series") along its axis.

Later, at the end of the Tortonian and in the Messinian, brackish to hypersaline lacustrine sediments, with a marine intercalation at their base (the Bira Fm.) were laid down throughout the basin, from Emeq Yizre'el to the Dead Sea rift area. Limited volcanic activity occurred in parts of the basin (the Intermediate Basalt of 8.3 to 6 m.y.).

At the beginning of the Pliocene, following a period of erosion, there was a renewed lacustrine coverage on limited areas in the east of the basin and fresh to brackish water limestones were bedded (the Gesher Fm.). At the same time limited volcanic activity (Fejjas Tuff) continued, and expanded during the Early Pliocene (5.3 to ~4 m.y.), covering wide areas on both sides of the Dead Sea rift (Cover Basalt).

From the Tortonian to the Early Pliocene very rapid subsidence occurred in the part of the basin that is located within the present Dead Sea rift. This is manifested by the thickness of the sediments, mainly evaporites (equivalent in age to the Umm Sabune through the Gesher formations), that is more than 1500 m, compared to 500 m in the margins of the rift and up to 350 m in the Yizre'el valley. This rapid subsidence is due to the formation of a NS trending (rhomb-shaped?) graben in the central Jordan Valley.

The picture emerging is of a rotational opening of the Neogene basin of the Lower Galilee and Yezre'el-Bet She'an valleys, whose axis is west of the basin, in the present coastal area. The time that the thick section of basalts in the center of the opening basin began accumulating, 15-16 m.y. ago, can be set as the minimal time for the beginning of the opening. Under the assumption that the left horizontal strike slip along the Dead Sea rift was the cause of the opening of basin (Freund, 1965) and of the rotation of the blocks within it (Ron, 1984), the minimum age of onset of this strike slip in northern Israel must be the same, i.e., 15-16 m.y.

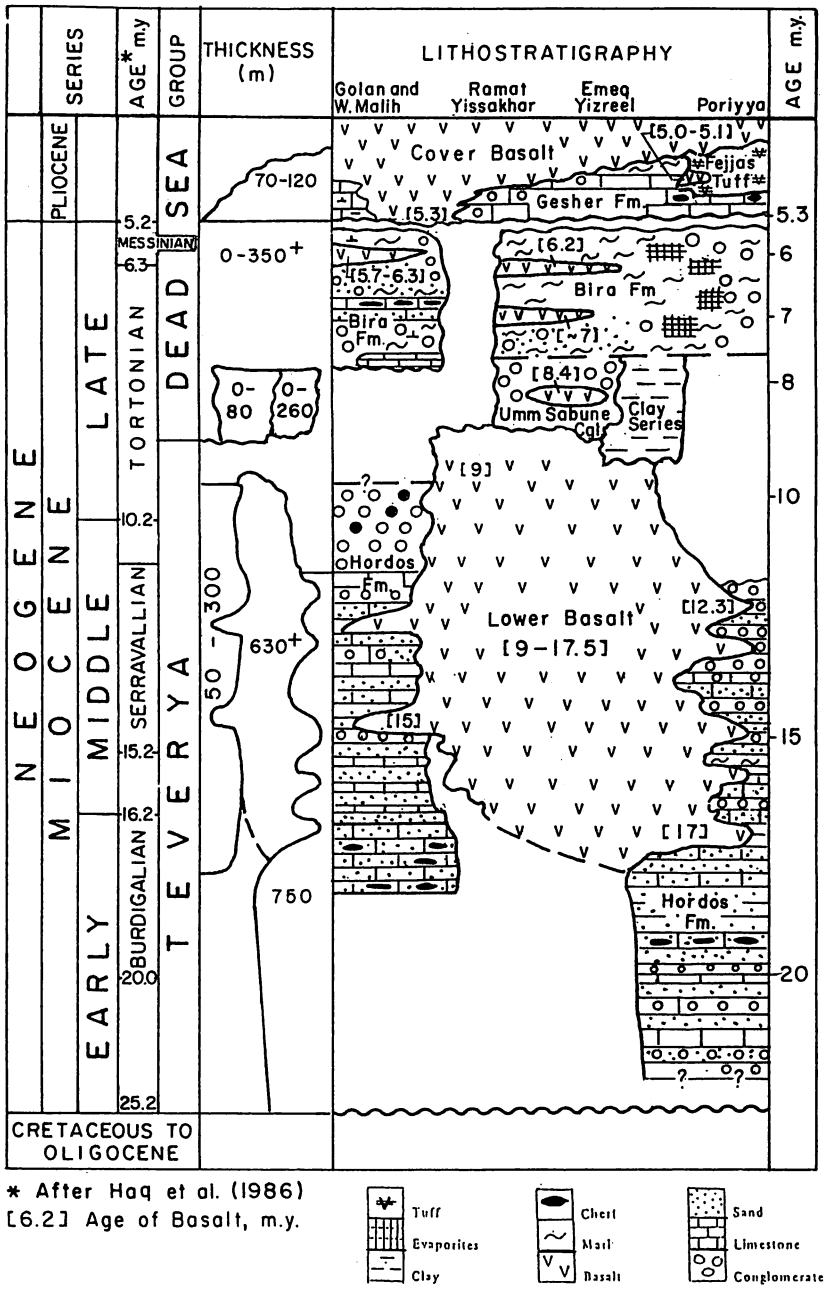


Figure 1. Stratigraphic chart of Neogene sequence in lower Galilee.

PRECURSORY EARTHQUAKE SWARMS IN ISRAEL

A. Shapira
Seismological Division,
The Institute for Petroleum Research and Geophysics

The possibility that changes in the seismicity, including temporal clusters of earthquakes, in and around Israel are precursors is examined. The data available for the period 1982-1987 show that the probability of the occurrence of a relatively strong earthquake (M >4.Ø) increases significantly after the occurrence of an earthquake swarm.

An alarm procedure based on the identification of an increase in the seismic activity in a seismic zone has been developed. The procedure is applied in retrospective analysis to four zones: the Gulf of Eilat, the Southern Dead Sea, the Faria fault and the Mt. Carmel Fault. The results indicate that there is a high probability (more than 4Ø%) of a following felt earthquake. In many more cases the magnitude of the predicted earthquake was found to be higher than the magnitude of any of the events constituting the alarm. The data do not show clear correlation between the observed seismicity and the magnitude of the predicted event.

IRON-RICH LAYERS IN THE GHAREB FORMATION

Y. Shiloni[1] S. Ilani[1] G. Panczer[2]

[1]The Geological Survey of Israel, Jerusalem
[2]Institut de Geologie, Universite Louis Pasteur

Two exposures of iron-rich layers have been recently studied, one located in the Pezael area (coord. 1093/1540) and the other in the Tarqumiya area (coord. 1505/1073). Both exposures are found in the steep flanks, on each side of the Judea-Samaria anticlinorium. These iron-rich layers have similar characteristics and they are similar to iron-rich layers described from various localities in the Negev in unconformities above the phosphorite layers of the Mishash Formation.

The iron-rich layer in Pezael is up to 1.5 m thick; it is found in a sequence of chalks and marls of the Ghareb Formation about 15 m above the top of the Mishash Formation, in an unconformity between the Early Maastrichtian and the upper part of the Middle Maastrichtian. The main iron mineral is geothite, associated with jasperoid, clays (mainly smectite) and phosphatic nodules. At the lower part of the layer, a 20 cm thick green layer is found. This green layer contains iron-phosphate minerals, including cyrilovite, this mineral was defined here for the first time in Israel by S. Gross, and was found later to be common in iron-phosphate occurrences of En Ofarim in the Arava Valley and in the margins of the Arad Valley (Panczer et al., 1988).

In Tarqumiya, the iron-rich layer which is up to 3 m thick and is found above the chalky sequence of Late Campanian-Early Maastrichtian (Ghareb Fm.) which is about 70 m. The iron-rich layer is built mainly of goethite and jasperoid. It is overlain by a nari crust containing iron oolites and/or a conglomerate layer (Bet Nir?). The rocks of the Ghareb at the base of the section are bituminous, whereas at the top of the section, the rocks are of the Ghareb and Taqiye formations which are metamorphosed in places to form a typical mottled zone rock. Other minerals which are found in the iron-rich layer at Tarqumiya are pyrite (FeS_2), goyazite {$SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5.H_2O$}, which were found also in En Ofarim site and perhamite ($3CaO.3.5Al_2O_3.3SiO_2.2P_2O_5.18H_2O$). Goyazite and perhamite were found also as secondary minerals characterizing a phosphatic layer at the base of the Mishash Formation at Rosh Zohar (Bar-Matthews and Ayalon, 1988).

The common trace elements in the iron-rich layers are: Cr - up to 4,500 ppm; V - up to 1,800 ppm; Zn up to 1,200 ppm; Mn - up

to 1,000 ppm; Ni - up to 550 ppm; Mo - up to 300 ppm; As - up to 300 ppm; U - up to 130 ppm and Cu - up to 130 ppm.

Possibilities suggested for the genesis of this iron-rich layer within the chalky sequence are:

1. Residual enrichment of iron and other components such as phosphatic nodules in submarine truncation planes (Shiloni et al., 1988).
2. Hydrothermal solution which rose from depth and emplaced the iron mineralization in relatively porous rocks such as the phosphorites (Shitrit et al., 1988), or under acquicludes such as the Taqiye marls which possibly overlie the iron-rich layer in Tarqumiya.
3. Transportation of iron and phosphorites which had undergone residual enrichment from the anticlinorium to the low areas in the margins during the folding process. This was proposed by Starinsky (1964) for the iron-phosphorite in the Mishor Ha'ruhot in the Ramon Anticline.

References

Bar-Matthews, M. and Ayalon, A., 1988 - Low temperature arid environment alteration phenomena in the basal phosphorite section of the Mishash Formation near Arad - Absts. of the IGS Ann. Meet. in En Boqeq.

Panczer, G., Gross, S., Shiloni, Y. and Nathan, Y., 1988 - Newly defined minerals in phosphate assemblages associated with the unconformity of the Mishash/Ghareb boundary - Absts. of IGS Ann. Meet. in En Boqeq, pp. 89-90.

Shiloni, Y., Ilani, S., Panczer, G., Moshkovitz, S., Almogi-Labin, A. and Nathan, Y., 1988 - Iron rich beds in the Maastrichtian sequence of Israel - GSI Curr. Res. Vol. 6, pp. 17-21.

Shitrit, D., Levy, Y. and Shiloni, Y., 1988 - Mineralization and pyrite concretions in the phosphorites of the Nahal Hazeva vicinity - Absts. of IGS Ann. Meet. in En Boqeq, pp. 109-110.

Starinsky, A., 1964 - Iron-rich phosphorite in Mishor Haruhot (Mishor Hava) - M.Sc. Thesis and a report of the GSI.

LANDSLIDES, MAZAR FORMATION AND THE COURSE OF NAHAL ZIN AT THE FOOT OF MA'ALEH AQRABIM

Y. Shiloni R. Roded
Geological Survey of Israel, Jerusalem

Landslides of Turonian (Shiloni, 1983), Mishash and Eocene rocks (Shiloni et al., 1988) at the foot of Ma'aleh Aqrabim reflect extraordinary vigorous erosion that shaped the landscape in this region from the Pliocene onwards. Destruction of mountainous terrain by movement of large masses of rocks, is characteristic of active tectonism combined with special relations between water and rock bodies. A similar constellation was also encountered in other areas of the country (Hazor, 1988).

Preceding the rockslides in the Ma'aleh Aqrabim area was a stage of erosionwhere a river channel was formed in which the ancient N. Zin flowed, near the Hazera range. This valley was filled by conglomerates, similar in composition to the Arava Conglomerate and by sands, though the conglomerate also has a prominent local component and resembles fanglomerates and/or bajadas (Roded, 1985). Since the Pliocene(?) this valley was ingressed by sea water and filled by brackish sediments of the Mazar Formation. These sediments were first recorded from an outcrop in Ramat Mazar (Shahar et al., 1966) and later from exposures in Nahal Gov (Elron, 1980). Today they are found up to 75 m above sea level.

At least some of the rock slides are contemporaneous with the marine ingression, and it is possible that the presence of a marine water body adjacent to a mountainous chain is a necessary condition to the sliding process.

An Eocene rock mass of the Paran Fm. some 10,000 m3 located in the Nahal Aqrabim area (Coord. 1642/0337), is found some 8 kms from the nearest Eocene outcrop. The only way to explain this is to assume sliding from the Hazera Mountain, where Eocene relicts were still existing.

The rock slides as well as detrial input consisting mainly of Turonian material from the mountain, pushed the course of Nahal Zin from the vicinity of Hor Hahar, some 2-3 kms, to the east of the mountain ridge.

Since the sliding events, which were of Lower Pliocene age (Zanclean) when the climate was wetter (Horowitz and Horowitz, 1984), another stage of erosion brought conglomerates that formed wide, flat terraces which intersect all former strata.

EARLY CRETACEOUS TECTONISM ON MOUNT HERMON

Aryeh E. Shimron, Geological Survey of Israel, Jerusalem

The Mesozoic magmatic episode on Mt. Hermon is well known (e.g. Dubertret, 1955, Bonen, 1980, Mor et al. 1984, Ron, 1987), but only recently has geoexploration and mapping work revealed the true extent, petrologic complexity and age range of this magmatic event (i.e. Shimron and Lang, 1989). The magmatic rocks along the SE flanks of the Hermon Range, consist of dykes, diatreme breccia pipes, bedded flows and pyroclastic deposits and in the geographic core of the complex, the Guvta Eruptive breccia crater. K-Ar dates on these rocks range from ca. 133-90 Ma, thus representing most of the Early Cretaceous epoch.

Most magmatic bodies are arranged in two dominant and well defined linear arrays, showing; (1) an E-W and (2) a NE-SW trend with a subsidiary NW-SE trend (Fig. 1). The major faults in the region strike in the same directions (NE-SW Sion and Guvta, E-W Snaiim, Ar'ar and others). This spatial affinity and parallelism of igneous bodies with major fault zones seems to indicate that their emplacement was very likely controlled by a pre-existing fault-fracture system. Most faults reveal a protracted tectonic history (and superposition of stress fields) however, assuming that the Guvta Eruptive is of roughly the same age as the neighbouring magmatic rocks, then activity on the 025° trending Guvta fault (Eastern Graben Fault or EGF), can be bracketed roughly into the 132-100 Ma age range. The rational is based on the following evidence: (1) a vertical NW-SE trending dyke shows right-lateral displacement of about 250-300 m on the EGF; (2) in the Ativ Graben, the Kidod and Beersheva (J5-J6) units were juxtaposed against the Hermon (J4), this may represent a vertical displacement of over 200 m on the EGF. This movement is probably associated with or post-dates the right-lateral; (3) both these movements pre-date the last eruption in the Guvta crater whose northern boundry is unafected by **any** faulting and; (4) a tightly spaced fracture set, which has not affected neighbouring basaltic dykes, is evident along the NE splay of the Sion fault and locally, also along the EGF (Fig. 1). The fractures are interpreted as a fracture cleavage associated with compressional tectonics, their geometry suggests right-lateral shear in a NE-trending shear zone (Fig. 1, top).

The major E-W faults are mostly extensional structures. Some show minor left-lateral displacement and may therefore be oblique normal-slip faults. They are older then the Sion and EGF structures, they do not displace the EGF laterally, but clearly show displacement on the Sion fault. The hinge of an open anticline plunges 30° towards 170°, its surface trace is close and parallel to the Ativ Graben (Fig. 1).

The tectonic and magmatic features above are interpreted as being cogenetic and thus of Late Jurassic-Early Cretaceous age. Taken collectively, in their geometry and mutual relations they are compatible with a NE-SW trending right-lateral wrench fault regime and also with structures predicted from the strain ellip-

se. In this preliminary model, some major basins on the Hermon (Emek Bolan, Mizrat Barahta) formed in releasing bends whereas others (Emek Ativ, Bik'at Guvta and Man), owe their origin and present morphology to a number of coincident and interdependent tectono-magmatic and/or metasomatic (hydrothermal karst) events.

The present SE Hermon may require clockwise re-rotation of up to 60° in order to reverse the Neogene counter-clockwise rotation as suggested by Ron (1987) on the basis of paleomagnetic data. Such a reorientation results in a good alignment of the Late Cretaceous stress field with that suggested above, implying therefore that compressional tectonics of the Syrian Arc were already active by Early Cretaceous times.

I point out that right-lateral master faults or any other related major structures which would allow a massive "en block" rotation of the SE Hermon as suggested here, were not realized in the present area of study.

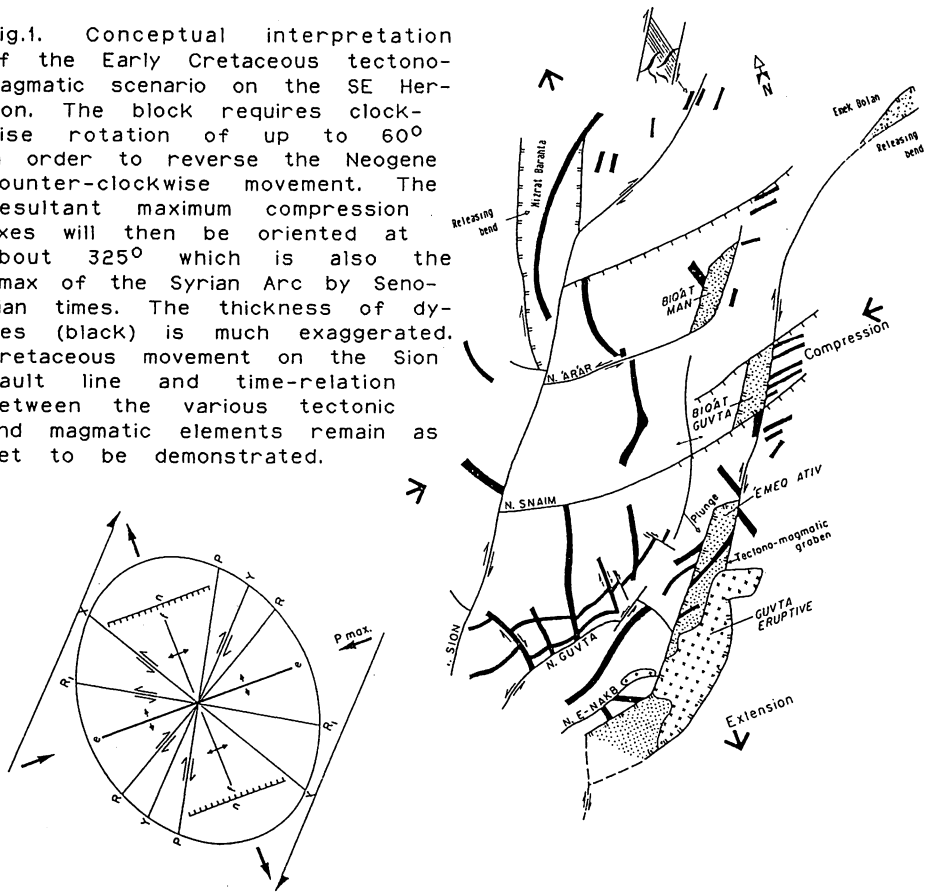


Fig.1. Conceptual interpretation of the Early Cretaceous tectono-magmatic scenario on the SE Hermon. The block requires clockwise rotation of up to 60° in order to reverse the Neogene counter-clockwise movement. The resultant maximum compression axes will then be oriented at about 325° which is also the Pmax of the Syrian Arc by Senonian times. The thickness of dykes (black) is much exaggerated. Cretaceous movement on the Sion fault line and time-relation between the various tectonic and magmatic elements remain as yet to be demonstrated.

BLUESCHIST AND OTHER BALLAST STONES FROM A SUNKEN PHOENICIAN-PERIOD VESSEL: LOCATING THE HOME-PORT

Aryeh E. Shimron, Geological Survey of Israel, Jerusalem
Dov Avigad, Dept. of Geology, The Hebrew University, Jerusalem
Elisha Linder, Dept. of Marine Archaeology, University of Haifa

A heap of stones spotted on the sandy swimming beach of Kibbutz Ma'agan Mikhael turned out to be the ballast of an ancient shipwreck burried underneath. The pottery shards which were collected from among these stones were dated to the 5th. century BCE, thus making the find a most important marine archaeological discovery. One way to learn the provenance of the ship, or at least one of its last ports of call, is by identifying the different lithologies of the ballast stones and determining the most likely region of their origin.

A number of rock fragments from the ballast stones were examined microscopically, the protoliths for the ballast stones were the following rock types:

(1) BLUESCHISTS: These rocks are glaucophane-bearing quartz-plagioclase-phengite-epidote schists. The highly schistose and crenulated rocks were metamorphosed and deformed during several events.

(2) QUARTZO-FELDSPATHIC MYLONITE: These are excellent mylonites with a diagnostic fluxion fabric. They are testimony of strong ductile deformation probably related to thrust tectonics and nappe transport.

(3) QUARTZ+CHLORITE PEGMATITE: Coarse-crystalline pegmatite was intruded somewhat late in the deformation sequence, it is however still partially deformed.

(4) DIABASE AND GREENSTONE VOLCANICS: These are amphibole-plagioclase rocks of low metamorphic grade retaining their equigranular-magmatic fabric. These rocks were emplaced after all deformation (and mylonitization) ceased.

(5) EPIDOTE MICROGRANITE: Fine crystalline magmatic rock, probably from a small pluton or a dyke-like intrusive.

(5) BEACHROCK: These were derived from recent conglomerate (beachrock). They consist of a variety of rounded pebbles, cemented by carbonate. The pebbles include epidote microgranite, foliated greenschist and fragments from volcanic rocks. The carbonate cement contains red algae, foraminifera and others fossils ranging from Miocene to Recent.

Sea-floor spreading in the Atlantic since the Late Jurassic culminated in the convergence between Africa and Eurasia. Since the Early Mesozoic until contemporary times the geological evolution of Mediterranean region is linked to this event during which, the northward subduction of Africa produced the unique and

highly diagnostic high pressure blueschist (glaucophanitic) facies rocks. These deep-seated rocks which were brought to the surface, designate the past and active suture zone. Blueschist-facies rocks in the Mediterranean coastal region occur in a belt extending from NE Corsica through southern Italy (west coast of Calabria), and across the Eastern Mediterranean through Western Crete and the Cycladic Islands of the Aegean Sea.

The blueschist-facies rocks discovered amongst the ballast stones in the sunken vessel off Ma'agan Mikhael, must have been loaded at one of the sites mentioned above.

Considering the collective evidence from rock types described, and based on our understanding, examination and review of the geology of the Mediterranean region points to the Tyrrhenian Sea coasts (Corsica or Callabria) as the most likely regions for the ballast stones found on the Phoenician-period sailing vesel. The character and rock assemblages (high metamorphic grade) of the blueschist terrain in the Cyclades Islands eliminates this region as the likely site for the ballast stones.

GEOCHEMICAL MAP OF THE PRECAMBRIAN TERRAIN IN SOUTHERN ISRAEL

M. Shirav (Schwartz), R. Bogoch, L. Halicz and M. Beyth
Geological Survey of Israel

The purpose of this study is to provide surficial geochemical data for major and trace elements in the Precambrian terrain in southern Israel. It will permit the correlation, compilation and comparison of the data with similar studies elsewhere, provide new criteria by which geochemical survey data bases can be evaluated, and examine the possible location of metalliferous anomalies.

Some five-hundred samples of wadi (ephemeral stream) sediments have been taken. The sampling density (6-7 samples/km^2) and analysed fraction (-0.15 mm) were chosen on the basis of an orientation study in the Har Timna area.

The following groups of trace elements are strongly intercorrelated (with a decreasing explained variance of the factors): 1. Rare earth elements; 2. Transition metals; 3. Chalcophile elements; 4. As + Sb. When major elements are added in the statistical processing, both Mg and Fe are included with the transition metals.

Analyses of different size fractions indicate that the carbonate and silica contents exhibit a "mirror" behaviour, with the carbonate consistently higher in the fine material. This suggests that the contribution of fine windblown quartz grains is very small.

In most cases, the distribution of the element associations are spatially related to the nature of the country rock (e.g., Ni+Co+Cr+Fe+Mg are enriched in sediments draining gabbro and other mafic rocks; and REE in samples from granite and similar bodies).

Samples anomalous in Cu+Mn+Pb are found in the Timna and Amram areas and are related to minor mineralization phenomena. The Sb+As anomaly in the Roded area led to the location of a gold anomaly.

SEDIMENTARY AND TECTONIC FEATURES OF THE JURASSIC BARNEA FORMATION AND THEIR IMPLICATION ON OIL ACCUMULATION IN THE SOUTHERN COASTAL PLAIN OF ISRAEL

A. Shomrony, H. Fligelman
Oil Exploration (Investments) Ltd.

Pressure solution seams and subvertical tectonic compressional stylolites are very common features observed on slabbed cores retrieved from the Talme Yafe 4 borehole. Intensive normal faulting is seen in the cores as well as on the geophysical logs at around 2750m (Fig. 1).

The Barnea Formation, which consists of slightly argillaceous limestones, has already been identified as the possible source rock and the migration pathway of the Helez-Kokhav-Brur and Ashdod oil fields, and all the other oil shows in the southern Coastal Plain of Israel (Bein, 1985).

The three deformation systems, pressure solution seams, tectonic stylolites and normal faults, seem to have formed in different times. The bed-parallel solution seams were developed quite soon after deposition and lithification, probably during the Jurassic, as a result of overburden pressure. Later on, significant portion of the Jurassic sequence has been eroded by the Gevar-Am channel. The solution seams which are barrier to fluid flow, reduced to a large extent the vertical permeability of the rocks and limited the vertical migration of oil generated later on.

Spiculites are possibly the main faunistic remains left after the differential dissolution of the limy material took place and therefore are not indicative of any environmet of deposition.

The subvertical tectonic stylolites might be formed by the Senonian-Pocene Syrian Arc stress field. They decreased the lateral

east-west permeability and consequently the lateral migration of oil, being perpendicular to their trend, orientated parallel to the structure axes. As oil was encountered in the impermeable stylolites, the Barnea limestones must have been saturated with oil and water before the tectonic stylolites were formed. Thus , the lateral migration of the Helez oil might have occurred before stylolitization.

The current low porosity (less than 1%) and permeability (about 0.01 md) in most of the section, is partially due to the infilling of the original pore spaces by cement, possibly derived from limestone dissolution along the stylolites.

Subvertical fractures, probably related to late faulting, cut the pre-existing stylolites. The fractures which are stained with oil, could serve as vertical fluid conduits before being cemented.

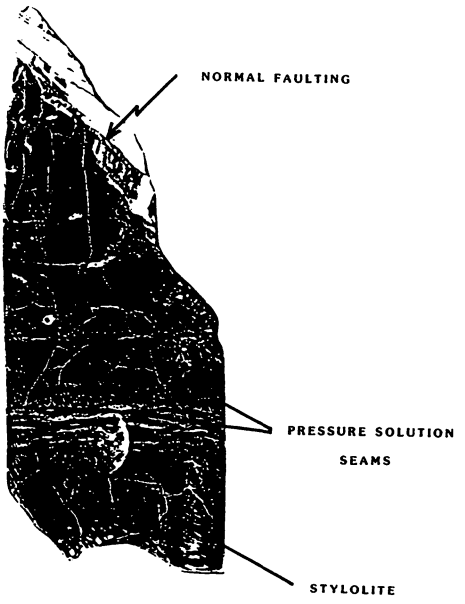


Fig. 1. Deformation Features of the Barnea Fm.
(core 5, Box 11, around 2735m)

SLAG FORMATION IN THE WALL OF A TEL MICHAL POTTERY KILN

S. Shoval

Geological Group, The Open University of Israel, Tel-Aviv.
and Geological Survey of Israel, Jerusalem

A Persian Period pottery kiln (5th-4th centuries BC) was unearthed during excavations at Tel Michal, Herzeliya coast. The kiln was built of an upper room where the pottery was fired and a lower room for the fire (Herzog et al., 1978).

The wall of the lower room is surrounded by a number of rings. The rings indicate that during use, the wall was replastered with the raw material. Most of the rings contain three layers: burnt hamra, black slag and gray slag. The mineral composition of these layers was determined by X-ray diffraction and FT-IR spectroscopy.

- The burnt hamra layer is located on the side of the ring furthest from the flame, indicating that local hamra soil was used as a raw material for the kiln wall. This layer contained quartz and some cristobalite that was formed from the quartz at high temperatures.
- The black slag layer is located in the middle of the ring and contains quartz, cristobalite and some glassy matter. This composition indicates that the temperature was higher, some of the original hamra raw material was melted to form a porous black slag and more cristobalite was formed from the quartz.
- The gray slag layer is located on the side of the ring facing the flame, and contains more glassy matter, little quartz and traces of cristobalite. This composition indicates that the temperature was the highest in this layer and the hamra raw material partially melted to form a very porous gray slag. Consequently, part of the quartz and most of the cristobalite was destroyed.

The layered ring sructure was formed every time the wall of the lower room of the kiln was plastered with hamra and fired. The formation of the cristobalite and the partial melting of the slag indicate that this room was heated to a very high temperature.

Reference: Herzog Z., Negbi O. and Moshkovitz S., 1978. "Excavation at Tel Michal", Institute of Archaeology, Tel Aviv University.

MINERALS PRECIPITATED DURING THE EVAPORATION OF DEAD SEA WATERS

S. Shoval

Geological Group, The Open University of Israel, Tel-Aviv.
and Geological Survey of Israel, Jerusalem

The minerals precipitated during the evaporation of Dead Sea waters were identified. The waters were collected from the Northern Dead Sea and from the halite, carnallite and end-brine pools. The solutions were gradually evaporated and the precipitates examined. Evaporation was done in a desiccator under vacuum and using silica-gel, to avoid heating the solutions. The salts were identified by X-ray powder diffraction using an internal standard of silicon. During running, the samples were covered with thin polyethylene to avoid deliquensce of hygroscopic salts. Hydrated salts were also identified by (FT-IR) spectroscopy.

The succession of salts precipitated during evaporation of these Dead Sea waters are:

- The first salts precipitated on evaporating water from the Northern Dead Sea and the halite pool are halite followed by the double salt carnallite ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) and some halite.
- The first salts precipitated from the carnallite pool are carnallite, some halite and bischofite ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) followed by bischofite and some halite without carnallite.
- The first salts precipitated from the end-brine water are bischofite and some halite, followed by bischofite without halite. The last salts precipitated at the end of evaporation are bischofite and the double salt tachydrite ($CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 \cdot 12H_2O$).

The salts precipitated from Dead Sea waters contain foreign ions in their lattice and therefore form solid solutions. They are characterized in diffractograms by small changes in the d values as compared to pure salts and by significant differences in the strength of diffraction patterns.

RELATIVE AMOUNTS OF KAOLINITE AND MONTMORILLONITE-ILLITE IN THE HAMRA AND KURKAR LAYERS OF THE SHARON COASTAL CLIFF - AN INDICATOR OF UPPER PLIESTOCENE PALEOCLIMATE

S. Shoval [1,2], Z. Erez[1]

1. Geological Group, The Open University of Israel, Tel-Aviv.
2. Geological Survey of Israel, Jerusalem.

The relative amounts of kaolinite and montmorillonite-illite in the hamra and kurkar layers of the coastal cliff at Tel Michal, Herzeliya, were determined. The units examined were the upper Pliestocene - Ramat Gan sub-member (lower kurkar), Nahsholim sub-member (lower hamra), Dor sub-member (upper kurkar) and Netanya member (upper hamra). The section is covered by the Tel-Aviv member (calcarenite). The clay minerals were separated from the hamra and the kurkar by decantation and treatment with HCl. The relative amounts of the clays were determined by FT-IR spectroscopy and X-ray diffraction.

The hamra contained relatively more kaolinite than the kurkar with most kaolinite in the Netanya member. The relative amount of montmorillonite-illite was found to be greater in the kurkar, with more illite in the Ramat Gan sub-member.

The changes found could indicate different sources for the clay fraction in the hamra and kurkar or pedogenic processes that occured in the hamra. The differences in the clay minerals may be related to climate (hamra with increased precipitation) and eventually to glacial and interglacial periods. The purpose of further research is to determine if the correlation found between the layers at Tel Michal and the type of clay minerals is also found in other locations of the Sharon coastal cliff, and to investigate the connection between the types of clay minerals and glacial and interglacial periods.

MINERALOGY AND PETROGRAPHY OF GROUPS OF POTTERY FROM TEL HADAR

S. Shoval[1,2], Z. Erez[1], Y. Kirsh[1], Y. Deutsch[2], R. Knafo[2]

1. Geological and Physics Group, The Open University of Israel, Tel-Aviv.
2. Geological Survey of Israel, Jerusalem.

M. Kochavi and E. Yadin

Institute of Archaeology, Tel Aviv University.

The mineralogy and petrography of groups of Iron Age pottery from Tel Hadar (eastern shore of the Kinneret) were investigated. The purpose of this ongoing study is to determine if functional pottery groups (kraters and cooking pots) found at Tel Hadar are also mineralogical-petrographical groups. The pottery was examined by X-ray diffraction, FT-IR spectroscopy and microscopy.

The samples examined from the krater group (with incised rims) can be divided into two mineralogical-petrographical groups:

- The first contains a large amount of calcite, a moderate amount of quartz, a moderate to small amount of plagioclase and some pyroxene. Thin sections from this group showed basalt grains, medium to fine quartz and limestone sand and chalk fragments with foraminifera.
- The second contains a large amount of calcite, a moderate amount of quartz, traces of plagioclase, and no pyroxene. Thin sections from this group showed unsorted limestone fragments and quartz silt, but no basalt grains.

The samples examined from the cooking pot group can be divided into three mineralogical-petrographical groups:

- The first contains a large amount of quartz and a moderate amount of plagioclase, pyroxene and calcite. Thin sections from this group showed basalt grains, medium-grained limestone sand, quartz sand and silt.
- The second contains a large amount of plagioclase and quartz, a moderate amount of pyroxene and some calcite. Thin sections from this group showed basalt grains and quartz silt, but no sand.
- The third contains a large amount of calcite and quartz and traces of plagioclase, but no pyroxene. Thin sections from this group showed large rhombohedral crystals of calcite and quartz silt, but no basalt grains.

Most of the basalt grains in the pottery were coarsely crystalline (0.5 mm) with a doloritic texture.

These various mineralogical-petrographical groups indicate that both the kraters and the cooking pots found at Tel Hadar were made from several different raw materials. Their identification may indicate the source of the pottery.

EVIDENCE FOR MAGMATIC DIFFERENTIATION IN THE TIMNA INTRUSIVE COMPLEX

M. Shpitzer[1,2], M. Beyth[1] and A. Matthews[2]

1) Geological Survey of Israel
2) Institute of Earth Sciences, Hebrew University

Detailed mapping and petrographical studies of a critical section in the northern part of the Timna complex shows that the intrusive rocks can be classified into three main groups: basic/ultrabasic (pyroxene-hornblende-peridotites; pyroxene-hornblende - gabbro-norites); intermediate (diorites, monzodiorites, monzonites, quartz monzodiorite); acidic (porphyritic calc-alkaline granites, perthitic alkali granites, albite-orthoclase alkali granites). The contacts between the basic/ultrabasic and the intermediate rocks have a gradual character, whereas those between these two groups and the acidic rocks can be either sharp or gradual. The natures of the contacts do not show any evident relation to the acidic rock type. The contacts among the intermediate group rocks are always gradual, with the exception of the quartz monzodiorite body located in the south of the study area. The quartz monzodiorite cuts all other plutonic rock-types, and even cuts dykes of acidic composition which otherwise are intrusive into the plutonic rocks. Dykes can be classified into two types: acidic as above and intermediate (which are not cut by the quartz-monzodiorite); composite dykes also occur with the internal part generally consisting of intermediate rock and the margins of acidic rock.

Field relations among the various groups of rocks define an evolutionary history from older to younger rocks: basic/ultrabasic → intermediate → acidic plutonics → acidic dykes → quartz monzodiorite → intermediate dykes.

Electron microprobe analyses of olivines, biotites and amphiboles from the various groups of rocks show significant variations in Mg/Fe ratios:

	Peridotite	Gabbro	Diorite	Monzo-diorite	Monzonite	Calc-alkaline Granite
olivines	4.16	4.12				
biotites	4.72	4.96	2.43	2.26	1.50	1.41
amphiboles	3.53	3.59	3.03	2.88	2.26	

Thus, as the rocks become more acidic the Mg/Fe ratios of the major iron and magnesium bearing phases become smaller. This corresponds to the calc-alkaline AFM trend shown by whole-rock chemical analyses. Ore minerals show a transformation from chromite in the basic/ultrabasic group to magnetite in the acidic rocks. Clinopyroxenes in peridotites have a high Cr_2O_3 content of 0.70%, which is generally considered to indicate a mantle source. The mineral chemistry data and field relations support a model of calc-alkaline differentiation for the genesis of rocks of the basic/ultrabasic - intermediate - calc-alkaline groups.

MAPPING OF OIL SHALE FIELD IN MISHOR ROTEM USING SEISMIC METHODS - A FEASIBILITY STUDY

V. Shtivelman, I. Bruner, A. Beck, E. Levy, U. Frieslander and A. Dekel
The Institute for Petroleum Research and Geophysics

A. Padan
Energy Resources Development Company

The oil shale field in Mishor Rotem has been mapped in the past on the basis of about 100 boreholes. Using this borehole data, the base and top structures were mapped, including the thickness of the oil shale and overlying sediments. Despite the large number of boreholes, the top and base structures are only partly defined with any certainty in the area, mainly owing to local fluctuations. In the search for complementary methods of detailed mapping, the Energy Resources Development Company (PAMA) in cooperation with the Institute for Petroleum Research and Geophysics (IPRG) initiated a feasibility study of two seismic methods:

a) Reflection using the high resolution technique. This technique has previously been used with great success at intermediate depths (hundreds of meters). In this study an attempt was made to use the technique for shallower depths (tens of meters).

b) Refraction using the Generalized Reciprocal Method (GRM). This is a relatively new method which has many of the advantages of older methods without their limitations.

The first stage of the study reported in this work is concentrated mainly in the northern part of the oil shale field in Mishor Rotem. The thickness of the overlying sediments here varies from 20-30m and the thickness of the shale layer varies from 40-50m. The PAMA experimental open mine is located in this region. During the study, several seismic lines were made using the above methods. Additional seismic work was carried out (velocity measurements in a borehole and in the open mine) in order to verify the results of the study.

The results of the study can be summarized as follows:

- Reflection: the top of the shale layer cannot be identified on the time sections. The identification of the base of the shale is unreliable; the shallowest horizon that can be recognized with relative reliability is the top of the massive chert, located at a depth of about 100 meters.

- Refraction: a three-layer section is obtained. The layer identified as an oil shale unit lies in the depth range of 20-75m; the velocity in the layer is 2000 m/s and this fully corresponds to the results of the velocity measurements in the borehole and in the open mine. The depth to the top of the shale mapped in detail using the GRM, is in good correlation with the lithological data from the boreholes located in the vicinity of the seismic lines.

The above results lead us to the following conclusions:

- The refraction method facilitates detailed and reliable mapping of the top of the shale layer and can provide an estimate of average depths to the base of the shale.

- The reflection method should complement the refraction results in deeper parts of the section (the base of the shale and below) and should indicate the presence of deep structural or tectonic deformations. The technique should be mastered further in order to provide reliable mapping of shallow horizons.

SEISMIC SURVEY IN THE GOLAN HEIGHTS AND ITS RESULTS

Haim Shulman
Oil Exploration (Investments), Ltd.

Paul R. May
P.O.B. 1853, Jerusalem

The subsurface structural framework of the Golan Heights is revealed for the first time, following the initial interpretation of an extensive seismic survey performed during 1983-1985.

The survey was carried out in three stages. It comprises a grid net of 19 lines covering the area from Ramat Magshimim in the south to the Hermon foothills in the north - totalling 370 km. Two IPRG crews, recording 96 and 120 channels, were employed, utilizing the Vibroseis method.

The excellent record quality, except in the northern part, was far beyond any expectations from this basalt-covered area. In many parts of the world basalt creates a major obstacle to seismic energy penetration. A possible explanation is that the Cover Basalt and the Lower Basalt are quite weathered and porous. Besides this, the survey stages were executed during or close to the rainy season.

Horizon identification is most difficult as there are no deep boreholes. The existing subsurface data comes from shallow holes and technical boreholes only. The deepest of these bottomed in Judea limestone.

These data helped, in various places, to identify the top of the Judea group, which made possible a cross-correlation with seismic sections in other parts of the country. A surprisingly good match was found, particularly with sections in the NW Negev. This correlation, as well as depth and thickness estimation for the various formations, established the identity of the deep reflections. These are: Base Basalt, Top Judea group, LC3 (Ein el-Assad ls), Base Cretaceous, Zohar limestone, Top Qeren, and Triassic (?) horizon.

Conversion to depth was a major problem since no deep velocity information is available. Several attempts to construct velocity maps based on stacking velocities failed. Therefore the structural maps are based on constant velocities as are known in other parts of the country, and do not take into consideration lateral velocity changes that probably occur in this vast area.

Three structural provinces are recognized in the survey area:

1) The northern part, which is controlled by Mt. Hermon: No evidence of thrusting is noted on the seismic sections.

2) The central and southern parts, characterized by a vast syncline with several secondary structures and undulations of moderate relief.

3) The western part: the Bet Saida Valley, which is a syncline bounded by faults. It is believed that this syncline, plunging SSW from the Golan plateau, is the northernmost tip of the Bet Shean-Kinneret graben, which veers to the

NW along the large Sheikh Ali fault.

A detailed discussion of key structural and isopach maps is given with emphasis on two major features:

1) Considerable thickness variation in the Upper-Middle Jurassic section, which may be indicative of reef development in the Zohar formation.

2) The total Jurassic section thickens gradually from south to north. Any major tectonic feature which might have caused the large Jurassic thickening between the northern Golan and northern Jordan must occur south of the Yarmuk River,

EVIDENCE FOR THE ORIGIN OF Ca IN LAND SNAILS LIVING ON BASALTS (GOLAN HEIGHTS) FROM THEIR STRONTIUM ISOTOPIC COMPOSITION

Abraham Starinsky and Ariel Heimann

Department of Geology, Hebrew University, Jerusalem and The Golan Research Institute

Land snail shells are built mainly of $CaCO_3$ (calcite or aragonite). Whereas in limestone terrains the shell building material is abundant, $CaCO_3$ is rare in a basaltic environment. In the present study the origin of Ca in the shell (in Helix sp.) is investigated by tracing the isotopic composition of its accessory element - the Sr.

The following possible sources for Ca were analyzed: (1) basalt rock, (2) rain water, (3) groundwater and (4) soluble salts from the soil which the land snail inhabits. $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios in the snail shells and the possible sources along with combinations of snails - soluble salts are represented in Fig. 1 (a) and (b), respectively. The Sr isotopic composition in snail shells is completely different from that in rain salts, groundwater and rocks of the Golan Heights but is very similar to that of the soluble salts. Therefore, it seems that if Sr and Ca have a common origin, the Ca in the snail originates from the soluble salts in the wet soils where it lives. The value of $^{87}Sr/^{86}Sr$ in the soil results from mixing of Sr from two main sources, from rain water salts (0.708-0.709) and the basalt rock and groundwater (0.703-0.706) of the Golan.

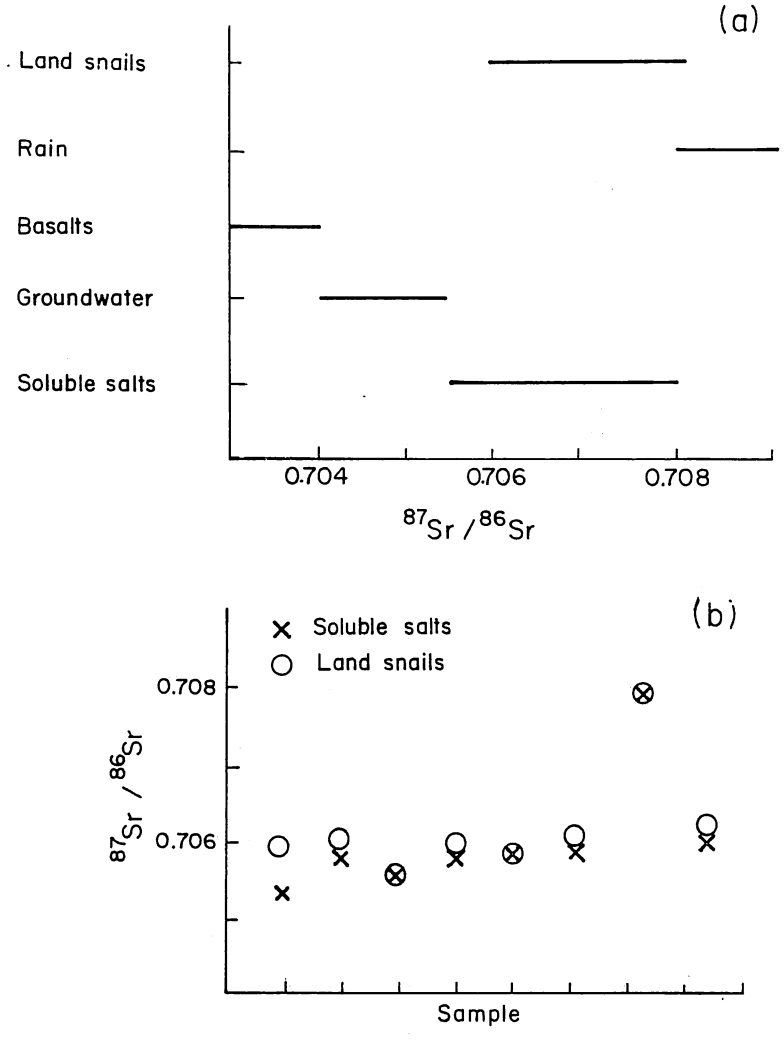


Figure 1. $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio in land snail shells (Helix sp.) and its environment.

BASIN ANALYSIS OF THE TERTIARY LEVANT CONTINENTAL MARGIN: PRELIMINARY RESULTS

Gideon Tibor, Zvi Ben-Avraham
Department of Geophysics and Planetary Sciences
Tel-Aviv University.

Haim Fligelman
Oil Exploration Investments Ltd. Tel-Aviv

One of the major events that affected the development of the Mediterranean sea and the Levant continental margin in the Tertiary was the Messinian desiccation event. The origin of this event is in dispute. The present views vary from a "deep basin" model (Hsu, 1972; Ryan and Cita, 1978; Cita, 1982) to a "shallow basin" model (Sonnenfeld, 1975; Gvirtzman and Buchbinder, 1976).

The Messinian event in the Levant continental margin off Israel is studied by reconstructing the paleobathymetry, tectonic subsidence and geohistory of the Levant margin at that time. This is done by using a quantitative basin analysis methods which involve 1-D and 2-D backstripping models. The 1-D backstripping models, applied on well data, is done in two steps: 1. reconstruction of the sediment thicknesses and densities in the past, 2. isostatic removal of the sediments and other loads. The result of this analysis is the tectonic subsidence and geohistory of the sedimentary layers in the well site. The 2-D backstripping is done on seismic reflection profile by reconstructing the paleobathymetry of major reflectors. This is done by backstripping the sedimentary load layer by layer, correcting for the lithosphere response to the loads and for the predicted thermal subsidence that occurred between that time and the present.

Preliminary results from the continental margin off Netanya enable us to estimate the paleobathymetry, geohistory and tectonic subsidence that occurred during the Messinian at that area.

RELATIVE LOCATION OF SMALL EARTHQUAKES

Torild van Eck

Institute for Petroleum Research and Geophysics, Holon.

The seismicity in Israel, as recorded by the Israel Seismograph Station Network (ISSN), reveals a number of earthquake clusters. For some of the clusters, its events have been relocated taking advantage of their proximity. The method used provide locations, relative to a master event, which are more accurate than those given by standard location programs. This can be done because in relative location, path effects are to a large degree eliminated, thereby removing a large uncertainty factor caused by insufficient detailed knowledge of the crustal structure. The method is presented and results for some earthquake clusters in the Dead Sea and the lake Kineret are shown. With data from the ISSN relative epicentral location accuracies of about 100 meters can be obtained. For strike-slip faults it can resolve the ambiguity of fault mechanism solutions by confirming one of the two possible fault planes. These high location accuracies are comparable to earthquake source size estimations, derived from spectral analysis of events of magnitude 2-3 and offer therefore a tool in studying fracture processes involving earthquakes with magnitudes of this size and larger.

BORON ISOTOPE GEOCHEMISTRY IN THE TERRESTRIAL ENVIRONMENT

A. VENGOSH[*], A.R. CHIVAS[*], M.T. McCULLOCH[*], Y. KOLODNY[**] AND A. STARINSKY[**].

*** RSES, The Australian National University, Canberra, Australia**

**** Department of Geology, The Hebrew University, Jerusalem, Israel**

Boron isotope geochemistry was investigated in evaporated seawater, country rocks, groundwaters, brines and sediments from the modern terrestrial environments of Australia, Qaidam Basin (China) and Dead Sea (Israel). Boron-isotope analyses carried out by negative thermal ionization mass spectrometry techniques.

In the evaporation of seawater to halite saturation stages, B/Cl ratios increase and the original marine boron-isotope signature of the brines is not altered, indicating a conservative geochemical behavier of boron in evaporation processes. In the terrestrial environment however, boron-isotope composition of waters and brines is related to the sources of boron.

Two types of input boron into the terrestrial environment were identified, cyclic and terrestrial boron. Cyclic boron is demonstrated in the Volcanic maar lakes from Victoria, Australia, all of which have marine Na/Cl ratios. B/Cl ratios are marine in low salinities lakes, but at elevaled salinities the brines are depleted in total B and enriched in ^{11}B ($\delta^{11}B$ = 54 to 59‰, normalized to NBS 951) with respect to seawater. This may indicate boron removal into the clay and carbonate sediments, associated with isotopic fractionation.

The case of terrestrial boron can be demonstrated in boron isotope composition of the Great Artesian Basin groundwaters ($\delta^{11}B$ = -15.9 to 2.2‰). These values and the high B/Cl ratios ($1*10^{-3}$ to $4*10^{-2}$) reflect the isotope-composition of the source rocks, the Cretaceous marine Bulldog Shale ($\delta^{11}B$ = -7 t0 -9‰), and indicate boron leaching of the rocks. Boron isotope composition of the brines from Qaidam Basin, China ($\delta^{11}B$ = 0.0 to 14.6‰) and B/Cl ratios ($6.5*10^{-3}$ to 0.365) are considerably different from that of seawater, and confirm that brines from a typical terrestrial environment such as Qaidam Basin have a distinctive

non-marine isotopic composition. The bulk of the input boron in the Qaidam Basin is concentrated in the hot springs (39.9 ppm B in Daqaidam hot spring). The isotopic composition of the hot springs is 3.9±1.0‰, similar to the isotopic composition of the granite country rocks in the basin ($\delta^{11}B$ =-2.4 to 3.7‰), indicating that boron is extracted from the rocks at high temperatures with no resolvable isotopic fractionation. High $\delta^{11}B$ cyclic boron (10 to 30 ppb) in the extremely arid zones of Northern Tibet would have negligible effects on the isotopic composition of the brines.

Boron isotopic composition of hypersaline interstitial brines from other lakes in South and Western Australia ($\delta^{11}B$ = 25.5 to 48.7‰) is different from that of boron isotopic composition of some country rocks (Bulldog shale and Archeaen granites, $\delta^{11}B$ = -8.7 to 12.0‰) but overlaps with seawater isotopic composition. B/Cl ratios are conspicuously lower than seawater values (range of $4*10^{-6}$ to $4*10^{-4}$ relative to $8*10^{-4}$).

We suggest two models for the sources of boron in the Australian salt lakes. If all the boron is cyclic with a seawater isotopic signature, than $\delta^{11}B$ values lower than seawater recorded in the salt lakes may indicate dilution with low ^{11}B groundwaters, and $\delta^{11}B$ values higher than seawater may indicate in situ fractionation processes, resulting in ^{11}B enrichment. The low B/Cl ratios may be the result of halite dissolution.

Alternatively, if we estimate that the boron flux to the salt lakes contains a terrestrial signature than the high $\delta^{11}B$ and low B/Cl values of the Australian salt lakes may indicate a large isotopic fractionation associated with adsorption of boron onto the detrital sediments in the Australian basins.

The modern brines of the Dead Sea are 10 to 15‰ enriched with ^{11}B ($\delta^{11}B$ = 49.1 to 54.5‰) and depleted in total boron (normalized to lithium, B/Li = 2.6 to 2.8), relative to modern seawater (B/Li = 16.4). We suggest that boron in the Dead Sea is derived from Pliocene seawater and further boron interaction with sediments has depleted the brines with total boron and ^{10}B.

Styles of Fluvial Sedimentation in the Lower-Cretaceous, Hatira Formation of Central and Northern Negev, Israel

Weinberger, G. and Flexer, A.

Department of Geophysics and Planetary Sciences
Tel Aviv University

A sedimentological study carried out in the Lower Cretaceous, Hatira Formation, of Central and Northern Negev, revealed a wide range of depositional environments composed of fine-grained meander belts; periodically flooded meander channels, chute bars, abandoned channels, low sinuosity drainage systems and braided streams.

The fine-grained meander belts formed successive patterns of vertical upward sequences comprised of moderate to large scale troughs with gravel lags; small scale trough cross-beddings; horizontal or parallel beds with parting lineation; current ripple cross-laminations and some ripple-drift cross laminations.

These bedforms usually graded upward into mottled levee deposits and overbank laminated muds. Upper flow regime transportations created channel floor erosion and generated flat beds at the base of these vertical upward sequences. Streams of lower flow regime characteristics made up the bulk of sediment body with bed form size and hence cross-bedding size decreasing in an upward direction. culminating in a fine grained cover left by overbank floodings.

Compound cross-bedding and alteration of lenticular sandstones and siltstones constituted point-bars of other fine-grained meander belts, reflecting rapidly moving and slack waters. The chute cut-off and avulsion processes encountered at the top stratum of these fine-grained point-bars, resulted in formation of gradually infilled abandoned channels. Braided streams are characterized by successive diversions and rejoining of the flow around alluvial islands at low stages.

The braided system deposits of Hatira Formation include: trough cross-beddings; planar cross beddings; horizontal stratifications and minor amounts of shales. Rippled silty sandstone or siltstones may be present. The planar cross-bedding originated from the migration of transverse bars whereas the trough cross-bedding resulted from the migration of irregularly crested ripples and dunes.

Incomplete sequences of point-bars comprised of scoured filled lag deposits and medium to large scale cross-beddings formed the encountered braided systems of Hatira Formation of the Negev main vallies.

A Tectonic Framework for the Hatira Formation of Central and Northern Negev

Weinberger, G. and Flexer, A.

Department of Geophysics and Planetary Sciences
Tel Aviv University

The Hatira Formation of Central and Northern Negev includes major sedimentary cycles composed of predominant continental environments and subordinate marine ingressions. Analysis of the first ordered embedded Markor-chain method for the continental deposits of this rock formation revealed successions of vertical upward sequences which generated either in meander belts or in braided streams.

Based on the high abundance of meandering belts; minor presence of braided streams; lack of braided systems of Scott and Trollheim types and the absence of fan deposits - a relatively stable platform is deduced to have controlled the processes of deposition during Lower-Cretaceous time in the studied area.

Markov chain analysis for the Aptian and Albian marine inundations point to the formation of successive paracycles in a shallow shelf basin.

Eustatic changes affecting our area appear to have been influenced entirely by the volumetric changes caused by the Mid-Atlantic ridge systems. The Mid-Tethyian ridge and spreading center between the Arabian and Turkish plates inferred to have been active between Late-Triassic and Late-Cretaceous time had only minor effect on the Mid-Atlantic ridge induced eustatic changes.

Regional uplifts occurred in the Levant during Late-Jurassic and Mid-Eocene and it is thus concluded that tectonic events of global extent must have induced the generation of major sedimentary cycles during Lower-Cretaceous time in Central and Northern Negev.

The Kurnub Aquifer in Central and Northern Negev: A Delineation of Hydrogeological Model Under Conditions of Scarce Data

Weinberger, G.[1], Rosenthal, E.[2]; Flexer, A.[1]; Bar, Y.[1]
1. Department of Geophysics and Planetary Sciences
Tel Aviv University.
2. Hydrological Service, Research Department, Jerusalem.

The hydrogeological model for the Kurnub aquifer of Central and Northern Negev was based primarily on geological data. A multi-layered aquiclude comprised of Late-Jurassic Formations separated the overlain Kurnub aquifer from the underlain Arad aquifer.

The distribution, thickness and lithological composition of the Upper-Jurassic Kidod Formation affected the contact established between Arad and Kurnub aquifers. Kidod Formation was entirely preserved in the studied area whereas the overlain Beer-Sheva and Haluza Formation undergone significant truncations.

The complete absence of Kidod, Beer-Sheva and Haluza Formations from the belt situated south-east of Rekhmeh-Zavoa-Daya-Barbur and Dabeshet, resulted in a direct flow of groundwaters from the aquifer of Arad to that of Kurnub.

In the remaining area of investigation, a flow between these aquifers may be present along the major faults only. The Kurnub Group is comprised of predominant sandstones and of subordinate carbonates and shales. Isolith and Isolith ratio maps of this aquifer revealed the following facts:

1. A marked increase of sandstones accompanied by a corresponding decrease of carbonate and shales and by a concomitant ratio increase of shales/carbonates was encountered from northwest to southeast.

2. High ratio of shales/carbonates was recorded in Nevatim-Betarim, and in the areas situated south and north-east of Efe and east of Nafha.

3. High ratio of carbonates and sandstones (permeable)/shales (impermeable), dominates the areas of Avdat-Sorer; Tsia; Hazerim-Gerar; Nirim-Beeri-West and Niram-Yachini.

4. Low ratio of carbonates and sandstones/shales was observed along the Nevatim-Betarim-Ziqlag and Sedot-Akiva belt and in the areas situated south and east of Barbur and east of Nafha.

A top Jurassic structural map shows a well pronounced structural height in Kurnub area (+355 m) and a less pronounced height in Nafha (+19 m). Structural depressions can be delineated from Kurnub-Rekhmeh-Efe and Kidod to Dabeshet and from Kurnub-Rekhmeh and Sharsheret to Pleshet and Nahal-Oz. These structural depressions overlain by Lower Cretaceous permeable sediments, suggests, two possible routes for groundwater movement in Kurnub aquifers:

1. From Kurnub along Kidod and Dabeshet to the Dead Sea.
2. From Kurnub via Sharsheret to Nahal-Oz and probably to the sea.

AN EARLY CRETACEOUS VOLCANOCLASTIC EVENT: REAPPRAISAL OF THE "CRAZY WALL" AT TIMNA'

by

T. Weissbrod(1), A. Segev(1), M. Beyth(1), J. N. Theron(2).

(1) The Geological Survey of Israel, Jerusalem
(2) The Geological Survey of South Africa, Bellville, S.A.

A STRATGRAPHIC gap in the Paleo-Mesozoic sandstone series occurs as a local feature at Timna' Valley, southern Israel. The gap, which cuts into the 'Avrona Member (Hatira Formation) and the underlying Amir, Shehoret and Timna'formations, is filled with a sequence of clastics consisting of local brecciated materials (sandstones, granite and dolomite) mixed with brecciated basalt fragments, all poorly sorted and notably angular. The sequence is exposed, by preferential erosion, in today's gully system on the periphery of Timna' Valley.

The main exposure, at Tamar locality, is at the foot of Milhan defile. It forms a crescent-shaped outcrop, some 1100 m long, with a maximal thickness of 40 m. The clastic fill, together with the sandstone country rock in which it is incised, are overlain by the Samar Member of the Hatira Formation along a peneplain-like regional paraconformity.

The feature, reported by Bartura (1956) as"the Crazy Wall", has been customarily interpreted as an infilled gully system, representing an intra-Cretaceous (post-'Avrona, pre-Samar) erosion phase, followed by fluviatile and subsequently lacustrine sedimentation.

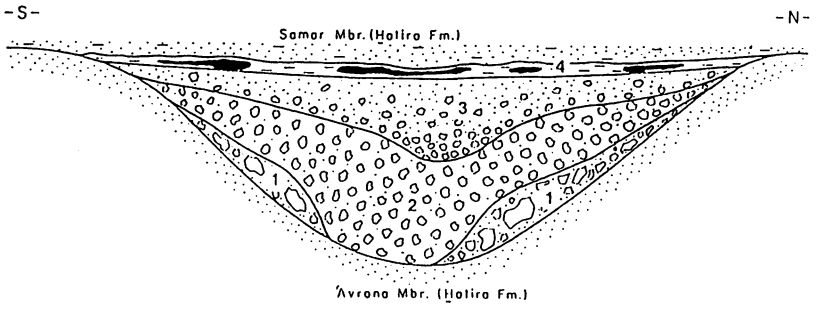
Paleogeographical considerations, now reinforced by reexamination of the clastic material, make this model no longer tenable. The fill (see sketch), though not stratified except in its upper part, shows an upward decrease in particle size and volcanogenic content. The following vertical succession is distinguished:

Unit 1. A coarse, polymict breccia of local sandstones, granites and dolomite, together with fragmented basalt. All components are of high angularity. Sandstone blocks - the largest fraction - may reach 1.5 m in diameter. The finer fractions are dominated by basalt. Overall color is reddish, and thickness may reach 13 m.

Unit 2. A somewhat finer breccia (fragments up to 10 cm), dominated by weathered basaltic clasts of alkaline composition, but with original texture and mineralogy strongly obliterated by alteration. Overall color is green to black, and thickness may reach 20 m.

Unit 3. A non-stratified, poorly sorted arenite with granule- to gravel-size clasts of weathered basalt, diminishing upward. Unit color changes accordingly from greenish to yellow. Thickness may reach 20 m.

Unit 4. A thinly bedded sequence of shales and silts, containing chert concretions. Color is greenish to brown. Common thickness is 3 m.



The volcanoclastic nature of the sediments, together with the geometry of the depression it fills - unique in this entire section - suggest a fossil explosion caldera with possible linear offshoots, filled up again with its own ejecta which underwent some transport and weathering. The following sequence of events is suggested:

1. A volcanic gas-type explosion or volcano-phreatic explosion, which formed a conical blowout caldera in the land surface which at that time consisted of the slowly weathering sandstone of the 'Avrona Member. Basalt was extruded through fissures or pipes (diatremes). A small basalt plug, some 2 km east of the Tamar locality, appears to be part of the event.

2. The material of the volcanoclastic rim which was formed around the caldera started to slide back, together with the talus of the crumbling caldera walls, in debris flows which partly filled the caldera (Unit 1).

3. Weathering of the volcanoclastic debris took place, synchronic to the development of fluvatile transport to the now-shallow caldera, possibly lake-filled. Moderate slopes lowered stream capacity, which carried mainly sand and fine volcanic material (Unit 3).

4. A slight depression at the site of the buried caldera became a seasonal lake or playa. Fine-grained sediments were laid down, together with precipitates, followed by soil-forming processes.

5. Regional subsidence took over, burying the entire area under the continental sand system of the Samar Member of the Hatira Formation.

That volcanism occurred throughout the region during the Early Cretaceous is known from a great number of localities. Nevertheless, the presence of a volcanoclastic feature at a locality which in the Tertiary was to become the site of an active transform fault, may point to an incipient crustal line of weakness already in Cretaceous times.

MICROMORPHOLOGICAL STUDY OF DEEP SEATED BASALT-DERIVED PALEOSOLS IN THE ASHER VOLCANICS (JURASSIC), NORTHERN ISRAEL

MOSHE WIEDER[1], ARIE SINGER[2], and GDALIAHU GVIRTZMAN[3]

[1]Department of Geography, Bar Ilan University, Ramat Gan 52100, Israel
[2]Faculty of Agriculture, Hebrew University of Jerusalem, Rehovot 76100, Israel
[3]Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael Street, Jerusalem 95501, Israel

An Early Jurassic sequence, the Asher Volcanics, composed of lava flows, 20-30 m thick, interbedded with reddish-brown clayey layers, was penetrated in the Atlit 1 borehole, at a depth interval of 2.9-5.4 km. Results of micromorphological analyses carried out on hand-picked well-cuttings from depths, of 3106, 3378, 3392 and 4189 m. suggest that some of the samples represent paleosols. Despite the depth distinct pedogenic features similar to those of modern basalt-derived soil materials, could be recognized. Apparently, younger basalt flows protected the underlying layers, preserving the soil materials. X-ray diffraction showed significant amounts of 2:1 expanding clay minerals, indicating the absence of diagenetic changes. The pedogenic features include clay illuviation, iron-manganese nodules and many iron oxide inclusions within the plasma. Asepic plasmic fabric and craze planes strongly resemble modern soil fabrics. Some samples exhibit strong diagenetic features such as highly striated birefringence of omnisepic fabric. The clayey material in these paleosols presumably was subjected to high stress, though pedogenic indications were not obliterated entirely. The finding of intercalated paleosols in the sequence of the Asher Volcanics supports a previous assumption that the sequence was deposited under terrestrial conitions. The paleosols studied are presently buried at a depth interval of about 3.1-4.2 km., at an estimated temperature of 80-100·C since about 180-190 m.y. B.P. Despite these conditions, most of the primary clay-mineral and microfabric characteristics, were preserved. These are the most extreme conditions known yet, under which basalt-derived paleosols preserved most of their original properties.

PALEOSOLS FROM THE BET NIR FORMATION (LATE MIOCENE) IN THE MESSILAT ZIYYON AREA

Smadar Wiener and Binyamin Buchbinder
Geological Survey of Israel
Dan Yaalon
Institute of Earth Sciences, Hebrew University, Jerusalem

The Bet Nir Formation in the Messilat Ziyyon area along the foot of the Judea Monocline is up to 50 m thick and its top is exposed. It is terrestrial and consists of alternating conglomerates, silts and clays, including paleosols. The paleosols were studied in core samples, mainly using micromorphological and submicroscopic methods on thin sections under polarizing microscope and with SEM with EDAX.

The paleosols developed in a fluvial system, their parent material consisting of conglomerates, silts and clays which were deposited in channels, levees and floodplains, respectively.

Hand samples from cores show the following soil features: carbonate nodules and crusts in fine-grained parent material, carbonate cementation in conglomerate facies, slickensides, pseudogley mottling, carbonized roots and burrows in the clayey facies. The latter is characterized by a red (5YR 5/6) vertisol, while the silty facies is characterized by light Arid Brown Soil. Accumulation of pedogenic carbonate material is found in all of the facies types.

The conglomerates are characterized by calcrete showing carbonate morphology of stages III to VI of Gile et al. (1966) and Bachman and Machette (1977). The rounded gravels are strongly cemented by pedogenic carbonate, with coatings and pendants on the pebbles, showing laminar and peloid textures under the microscope. The higher stages of calcretization show brecciation and recementation.

The pedogenic carbonate in the silt and clay facies forms nodular calcrete of stage III to IV. Hardpan crusts were found in two levels in one of the coreholes, indicating the most developed stage of calcrete formation (stage VI). The hardpans are white and consist of micrite with recemented fragments. Lower calcrete stages include carbonate nodules of different sizes and structures. Micrite often forms laminae, clotted structures and glaebules. Void-filling carbonate consists of sparite in the conglomeratic facies and of micrite in the fine-grained facies.

Other pedogenic constituents found in the different facies are authigenic silica, micritic dolomite, and palygorskite. The palygorskite forms an important fraction of the clay facies with elongated fibers which coat either soil skeleton grains or detritic clays. The latter form amorphous masses consisting of montmorillonite, mixed layer, kaolinite and illite. Authigenic barite was found as large idiomorphic crystals (up to 600 microns)in two locations. Clay cutans commonly coat soil skeleton grains and optically show crystallographic orientation of the clay minerals. They indicate pedogenic illuviation.

Microscopic biogenic elements include filaments of algal and fungal origin, occasionally coated by micrite, spores, rhizocretions and microcodium.

The paleosols were formed continuously with the fluvial sedimentation under warm semi-arid climate with annual precipitation around 350 mm. As the parent material represents fluvial deposits, the alternating gravel and mudstones represent migrating channels and overbank sediments deposited under ephemeral flow conditions. The climatic interpretation is based on the nature of the calcrete and its associated minerals. It is supported by pollen analyses which indicate sparse, poorly developed arboreal wadi vegetation.

Reconstruction of Sedimentary Environments of Hor Hahar Phosphate Field

E. Y. Winter (1), I. Pely (2)

(1) Desert Research Institute, Ben Gurion University of the Negev, (2) Department of Geology and Mineralogy, Ben Gurion University of the Negev.

Results of a geochemical research on Hor Hahar phosphate field enable one to reconstruct the way in which sedimentary environment was changed at the end of the upper Campanian in the central part of Zin syncline in the northern Negev (southern part of Israel). The investigated upper Campanian stratigraphic section includes the uppermost part of the Mishash Formation (the Phosphorite Unit of the phosphate member) and the base of Ghareb Formation (the base of the Oil Shale Member).

It seems from the results of the research (part of which was described in another abstract of the authors in this volume) that there is a decrease in the contents of clays, organic matter and their accessory trace elements in the country rock layers towards the top of the strtigraphic section, while Mn, Mg and dolomite contents were found to be increasing. Those trends in the country rock layers are kept along the stratigraphic section of the phosphorite unit, in spite of phosphorite layers appearance in the stratigraphic section. The trends of the concenrations ratios, such as F/P2O5 and Sr/P2O5 in the phosphorite layers along the stratigraphic section are similar to the trend of CO2 content in the apatite crystal lattice. High values of CO2 in the apatite crystal lattice and those ratios were found at the base of the stratigraphic section (second bony phosphorite layer). Low values were found in the middle of the investigated stratigraphic section (pelletal phosphorite layers), which increased gradually towards the top of the phosphorite unit.

It seems, according to the factor analysis results and the petrographic examinations, that oxygen availability to the sedimentary basin bottom was the most important factor in the sediment diagenesis (see a discussion on phosphorites diagenesis in another abstract of the authors in this volume). Resulting from this conclusion and the abovementioned results, it is possible to conclude the following :

A. As seen in country rock beds, the Campanian sea regressed continuously, without any connection to phosphorite beds' apearance in the stratigraphic section. Therefore tectonics processes are of secondary importance in genesis of the phosphorites. According to recent theories on the importance of upwelling currents to recent phosphorites genesis, it seems that those currents were the primary cause of phosphorite beds accummulation in the northern Negev at the end of the Campanian age.

B. As a result of the shallowing of the sedimentary basin, the Sedimentary environment was changed from aerobic well circulated environment to semiclosed anoxic basin and finally dolomitic (sabha) Environment. Accordingly, diagenesis processes of the various beds of the stratigraphic section were changed in the course of time and therefore the petrographic and geochemical characteristics of those beds. That is to say, bone phosphorite accummulation had turn to pelletal phosphorite accummulation. The

content of the bones in the pelletal beds increases towards the top of the stratigraphic section. The Low content of CO2 in the apatite crystal lattice of the beds in the middle of the stratigraphic section, relative to the lower bony phosphorite bed, is a result of the shallowing and closing of the sedimentary basin from the open sea, even though the basin remained relatively deep. The gradual increasing of CO2 content in the apatite crystal lattice towards the top of the phosphorite unit was caused by shallowing of the sedimentary basin at the end of the Campanian age and moderation of the anoxic condition at the bottom of the basin.

C. The bulbs horizons (bony phosphatic limestone concretions), which apear in the pelletal beds in the middle of the stratigraphic section, are indicative of temporary rises of the oxygen availability in the basin's bottom during the Campanian age, even in generally anoxic beds.

D. The discrepancy, contrary to the finds in the Mishash Formation, of both the petrographic character of the phosphatic fragments and the high content of CO2 in the apatite crystal lattice with the high content of the organic matter, is a possible evidence of the detrital character of the layers at the base of Ghareb Formation. Perhaps therefore, the diagenesis of the phosphatic fragments did not occur in situ. Those findings support the hypothesis that cession of upwelling currents activity at the begining of the Maastrictian age (base of Ghareb formation) and higher rate of terigeneous matter supply from the land are the causes stoping phosphorite accummulation.

Factors Influenced the Diagenesis of Phosphorites of the Hor Hahar Phosphate Field

E. Y. Winter (1), I. Pely (2), A. Avigour (3)

(1) Desert Research Institute, Ben Gurion University of the Negev,
(2) Department of Geology and Mineralogy, Ben Gurion University of the Negev,
(3) Brom Compounds ltd. Beer Sheva.

Within the limits of a geochemical research of the upper Campanian age Hor Hahar phosphate field, which is a part of the Zin valley syncline in the northern Negev (southern part of Israel), the various layers of the stratigraphic section (both phosphorites and country rocks) were sampled, their petrography was examined using a microscope and the samples were analysed chemically (about 20 elements). In addition, a semiquantitative determination of the main minerals in the samples was carried out and CO2 content in the apatite crystal lattice of high grade phosphorite samples. The processing of the results included a statistical factor analysis, which was carried out for various combinations of the data, chemical, mineralogical and structural, both for each layer and for rock type, namely lithology.

The results of the lithological factor analysis have a different meaning than the results of the separate layer factor analysis. The first type factor analysis reveals the distribution of the elememnts in the sediment at the begining of the diagenesis, while the second type factor analysis reveals the present distribution of the elements in the layer.

It seems, from the results of the lithological factor analysis of the country rocks, that sulphur, V, Cd, Zn and (partialy) Ni originated from the organic matter. Iron, Cr and Cu originated from the clay. There is a connection between fluorine and Sr and the francolite factor,. A connection was found between sodium and chlorine and a separate factor, maybe halite. A connection was found between Mn and Mg and the dolomite factor. In addition to the aforementioned results, it was found a negative correlation of CO2 content in the apatite crystal lattice to organic matter, Cd and Zn contents, from the results of all phosphorites factor analysis.

Owing to the difference between the lithological factor analysis results and the separate layers factor analysis results, it seems that the most important factor in the diagenesis of the sediment was the oxygen availability at the bottom of the sedimentary basin. When oxygen was available to the sediment during diagenesis, organic matter decomposed, CO2 was released into the sediment, biogenic carbonates recrystalized, additional carbonate precipitated (because of releasing CO2 into the sediment) and accessory elements moved from the organic matter (such as Cd) and the carbonates (such as Mn) to more stable phases, such as clays and francolite. The finding that there is a connection between the phosphatic fragments' petrography and CO2 content in the apatite crystal lattice, with the addition of a negative correlation of CO2 content in the apatite crystal lattice to organic matter content, is the central evidence of the importance of oxygen availability to the sediment during the diagenesis processes of phosphorites. It seems, accordingly, that the weathering degree of the organic matter in Hor Hahar phosphate field is low.

The difference of oxygen availability during diagenesis is expressed in the various beds' petrography. Bones are the typical phosphatic fragments after an aerobic diagenesis, while the the pelletal fragments are the products of anaerobic diagenesis. The typical matrix, after aerobic diagenesis, is a non laminar sparry calcite, while a high organic, laminar, micritic marl, rich in foramenifera1 remains, is the typical matrix after anaerobic diagenesis. The good preservation of the foramenifera1 remains in the marly matrix was caused by the slowness of the orgnic matter oxidation, which prevented the recrystalization of the matrix and sparry calcite growth within the voids.

The similarity between the trends of the F/P205, Na/P205, Sr/P205 and Ba/P205 concenration ratios in the phosphorite layers and the trend of CO2 content in the apatite crystal lattice, with the addition to the negative correlation of CO2 content in the apatite crystal lattice to organic matter content, is evidence that the degree of substitution in the apatite crystal lattice was determined during the diagenesis and is a determinant of the oxygen level in the sediment. High values of the abovementioned ratios and of CO2 in the apatite crystal lattice were found in the bony nonlaminar sparitic carbonatic layers, while low values were found in the pelletal phosphorite layers.

The Evolution of the Neotethyan Continental Margin during the Mesozoic and its relation to Hydrocarbon Prospects in Israel.

Annat Yellin-Dror, Haim Fligelman, Akiva Flexer.

A quantitative study, of the evolution of the Neotethyan continental margin during the Mesozoic and its relation to hydrocarbon prospects, is carried out. The studied exploratory basin includes the main part of the onshore and offshore of Isarel and its geographical borders are from the Israeli continental shelf in the west to the Judea mountains in the east and from the Carmel heights in the north to the northern Negev in the south.

The study includes reconstruction of the geohistory of the sedimentary formations and the tectonic subsidence of the basement, and predicts the thermal evolution of each formation and maturity of the potential source rocks.

The primary purpose of the proposed research is to evaluate the potential of the Mesozoic formation in the studied area, during their historical evolution, to generate hydrocarbons and to locate potential traps for exploration.

The secondary outcome of the study is a better understanding of the geological history of the Mesozoic Neothetian sea and the geological processes that affected its continental margins.

A reconstructed cross section in the direction north north west-south south east, crossing the Ziklag, Gaash and Barnea boreholes is selected to demonstrate the method of study and tentative results.

THE NEOGENE SEQUENCE OF THE BE'ER SHEVA "GREAT QUARRY": A REEVALUATION

Zilberman E., Levy Z. and Buchbinder B.

Geological Survey of Israel, Jerusalem.

A lens of bioclastic limestone was recorded from the "Great Quarry" of Be'er Sheva by Blake (1935), who attributed a Miocene age to it. Gvirtzman and Buchbinder (1969) regarded this lens as a tongue of the Ziqlag Formation, deposited during the Late-Miocene transgression, above the Sheva and the Bet Eshel formations. Another lens-shaped bioclastic limestone body, was recently found northwest of Be'er Sheva.

An erosional surface separates the "Ziqlag Tongue" or the Sheva Formation (of Late-Miocene age, Martinotti et al., 1978), from the overlying Pliocene Pleshet Formation. The type-section of the Ziqlag Formation in the region, was described from the Givo't Goral-Har Lehavim ridge, where the Ziqlag Formation rests on an almost horizontal erosion surface, along the top of the ridge, at elevations of 460-470 m (the Higher Shefela surface).

A series of morphological steps, separate the Ziqlag surface from a lower erosion surface, extending to the west and southwest of the Har Lehavim ridge, at elevations of 270-310 m' (the Lower Shefela level). This surface, extends west of the Be'er Sheva Valley to the Hazerim area (Zilberman, 1986) and is covered by the Pliocene Pleshet Formation.

Topographically, the Ziqlag Formation on the top of the Givo't Goral ridge is 170 m higher than the "Ziqlag Tongue" in the Be'er Sheva channel (6 km southward). Accumulation of shallow marine sediments of the same age on such a steep slope is unlikely and, therefore, the correlation between the "Ziqlag Tongue" and the Ziqlag Formation, is incomprehensible.

The morphological drop, which separates between the Ziqlag and the Pleshet surfaces, is not related to faulting or folding displacement. It reflects the easternmost shoreline of the Pliocene transgression along the margins of the ridge, which was formed by the uplift of the Syrian Arc fold-system. This drop extends from the high plateau of Har Horsha in the southwest (Zilberman, 1984) to the western margins of the Judea hills in the north (Sneh & Buchbinder, 1986). The presence of this erosional step, which also separates the higher Ziqlag Formation from the lower Pleshet surfaces, makes correlation between the bioclastic bodies in the channel and the Ziqlag Formation very unlikely.

This conclusion has important bearing on the reconstruction of the paleogeography and the different events which led to the formation of the Gaza-Be'er Sheva canyon and its associated landscape.

References

Gvirtzman, G. & Buchbinder, B., 1969; Outcrops of Neogene formations in the central and southern Coastal Plain, Hashefela and Be'er Sheva regions. Isr. Geol. Surv. Bull. 50, 52 p.

Martinotti, G. M., Gvirtzman, G. & Buchbinder, B., 1978; The Late-Miocene marine transgression in the Be'er Sheva Area. Isr. J. Earth Sci., 27: 72-82.

Sneh, A. & Buchbinder, B., 1984; Miocene to Pleistocene surfaces and their associated sediments in the Shefela region, Israel. Isr. Geol. Surv. Current Research, 1983-1984, p. 60-64.

Zilberman, E., 1986; Pliocene-Early Pleistocene surfaces in the northwestern Negev: paleogeography and tectonic implications. Isr. Geol. Surv. Report GSI/26/86, 52 p.

שינויים בקצב הפעילות הסייסמית בישראל כמבשרים של רעידות אדמה

אבי שפירא
המכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה, חולון

הרעיון ששינוי בקצב הפעילות הסייסמית יכול להתריע בפני רעידת אדמה מתקרבת ידוע מזה כ-20 שנים. במקומות שונים בעולם הוכח בברור שקדמה לרעידת אדמה חזקה פעילות סייסמית מוגברת.

נתונים מהבולטינים הסייסמולוגיים שפורסמו ע"י אגף סייסמולוגיה במכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה בתקופה 1982-1987 מראים שעליה בקצב הפעילות הסייסמית באזור נתון או הופעה של צבירים של רעידות אדמה מעלה באופן ניכר את ההסתברות שתתרחש רעידת אדמה חזקה יותר (רעידת האדמה החזקה ביותר בקובץ הנתונים היא במגניטודה $M = 5.3$).

פותחה טכניקה להגדרת מצב התראה אשר מתבססת על זיהוי עליה בקצב הפעילות הסייסמית והיא נבדקה לאזורים מפרץ אילת, דרום ים-המלח, שבר פריעה ושבר הכרמל. בדיקה רטרוספקטיבית מורה על אחוז הצלחה מאד גבוה (למעלה מ-40%) בחיזוי רעידות אדמה שהורגשו בארץ, בטווח של 3 חודשים מזמן ההתרעה. באחוז גבוה יותר מהמקרים אומתה ההערכה שהמגניטודה של רעידת אדמה שבאה בעקבות ההתרעה היא גבוהה מהמגניטודה של כל אחת מרעידות האדמה שהתרחשו בתקופת 3 הימים לפני ההתרעה. במקרים אלה, כמו גם במקרים דומים שדווחו בספרות, לא נמצא מיתאם בין המגניטודה של רעידת האדמה הניצפית לבין המגניטודות של רעידות האדמה שגרמו להתרעה.

עדויות לדיפרנציאציה מגמתית בתמנע

מ. שפיצר (2) מ. בייט (1) א. מטיוס (2)

(1) המכון הגיאולוגי הישראלי, משרד האנרגיה

(2) המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית

בצפון הר תמנע חשופים על פני שטח מצומצם, מגוון סלעים מגמתיים. מפוי מפורט של אזור זה מראה שהסלעים הפלוטונים החשופים בו מתחלקים לשלש קבוצות עיקריות:
א. סלעים בסיסיים- אולטרא בסיסיים הכוללים: פירוקסן הורנבלנד פרידוטיט, פירוקסן הורנבלנד גברו-נוריט.
ב. סלעים בינוניים הכוללים: דיוריט, מונזודיוריט, מונזוניט, קוורץ מונזודיוריט.
ג. סלעים חמוצים הכוללים: גרניט קלקאלקליני, גרניט קלקאלקליני פורפירי, גרניט אלקליני פרטיטי, גרניט אלקליני אלביטי ואורתוקלזי.
המעבר בין הסלעים הבסיסיים לבינוניים הינו לרוב הדרגתי. בין הבסיסים והבינוניים לחמוצים המגע לעיתים חד ולעיתים הדרגתי. החוקיות ביחסי השדה בין טיפוסי הסלע החמוץ אינה ברורה. בין טיפוסי הסלעים הבינוניים המעבר הדרגתי, להוציא את הקוורץ מונזודיוריט, המופיע כפאזה נפרדת בדרום אזור העבודה, כשהמגע בינו לשאר טיפוסי הסלעים הינו חד.

את הסלעים הפלוטונים באזור המחקר חוצים דייקים בהרכב משתנה מבינוני לחמוץ, לעיתים מופיעים דייקים מורכבים (composite dykes). את הקוורץ מונזודיוריט חוצים רק הדייקים הבינוניים אך לא החמוצים.

יחסי השדה מראים באופן כללי שהסלעים הקדומים הינם הבסיסיים-אולטרא בסיסיים, אחריהם הבינוניים, החמוצים, הדייקים החמוצים, הקוורץ מונזודיוריט, ולבסוף הדייקים הבינוניים.

יחסים אלה תואמים דיפרנציאציה מגמתית של סדרה קלקאלקלינית, ממגמה בהרכב גברואידי/פרידוטיטי למגמה בהרכב גרניט קלקאלקליני. מקור האלקליניות של הגרניטים האלקלינים והקוורץ מונזודיוריט עדיין אינו ברור.

נתוני האלקטרון מיקרופרוב מראים על שינויים ביחסי Mg/Fe בהתאם לטיפוסי הסלעים השונים. בטבלה שלהלן מופיעים ממוצעי היחסים הללו לפי המינרלים השונים:

	פרידוטיט	גברו	דיוריט	מונזודיוריט	מונזוניט	גרניט קלקאלקלי
אוליבין :	4.16	4.12				
ביוטיט :	4.72	4.96	2.43	2.26	1.50	1.41
אמפיבול :	3.53	3.59	3.03	2.88	2.26	

מנתונים אלו ניתן לראות שהיחס Mg/Fe קטן ככל שהסלעים נעשים חמוצים. כלומר המגמה התדלדלה במגנזיום והתעשרה בברזל תוך כדי תהליך הדיפרנציאציה. האנליזות של מינרלי הבצר, מראות על מעבר הדרגתי מכרומיט בסלעים הבסיסיים עד למגנטיט בסלעים החמוצים. בפרידוטיט נמצא קלינופירוקסן, המכיל 0.7% Cr203 דבר המעיד בדרך כלל על מקור מעטפתי. נתונים ראשוניים אלה של אנליזות המיקרופרוב תומכים אף הם במודל של דיפרנציאציה של סדרה קלקאלקלינית, ממגמה בהרכב מעטפתי או דומה למגמה בהרכב גרניט קלקאלקלינ.

בלושיסט ואבני איזון נוספות כסמנים

לנמל הבית של ספינה טבועה מהתקופה הפניקית

אריה שמרון, המכון הגיאולוגי, ירושלים
דוב אביגד, מח' לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים
אלישע לינדר, מח' לארכאולוגיה ימית, אוניברסיטת חיפה

ספינה טבועה מהתקופה הפניקית נמצאה לאחרונה מול חופי מעגן-מיכאל. בחרטום הספינה נמצאו גושי סלע שהועמסו על ידי הימאים הפניקיים כדי לייצבה ונלקחו כנראה מסביבת נמל הבית של הספינה. דוגמאות סלע אלה נבדקו פטרוגרפית במטרה לאתר את נמל היציאה.

נמצאו מספר סוגי סלעים:

1. בלושיסט - סלע מטמורפי שיסטוזי עשוי מהמינרלים גלאוקופן, פנגיט, קוורץ, פלגיוקלז ואפידוט. הטקסטורה של הסלע מעידה על מספר שלבים של דפורמציה.

2. מילוניט קוורצו-פלדספטי - סלע שהווצרותו קשורה בדפורמציה דוקטילית חזקה, כנראה בהקשר לתנועה על שברים.

3. פגמטיט-קוורץ - סלע גס-גביש. הטקסטורה מעידה על דפורמציה חלשה בלבד כך שהסלע מאוחר לארועים הטקטוניים העיקריים.

4. וולקנים - סלעים הכוללים גבישי פלגיוקלז מגמתיים. חלקים מהסלע החלפו בתנאי מטמורפיזם נמוך, או הידרותרמלי. סלעים אלה מאוחרים להיסטוריה הטקטונומטמורפית.

5. מיקרוגרניט - סלע מגמתי דק-גביש שיצר כנראה מחדר קטן או דיקים.

6. סלע חוף - הסלע הוא קונגלומרט המלוכד על ידי מטריכס קרבונטי. החלוקים מעוגלים ועשויים ממספר סוגי סלע ביניהם מיקרוגרניט, גרין-שיסט וסלעים וולקניים. הליכוד הקרבונטי מרכב מאצות פורמיניפרה ומאובנים נוספים.

התנועה היחסית בין אפריקה לאירופה כללה מאז היורא תהליכים של הפחתה והתנגשות. לאורך התפרים הטקטוניים ובתנאי מטמורפיזם של לחץ גבוה במיוחד, נוצרו סלעים בפציאס בלו-שיסט שהמינרל המאפיין אותם הוא גלאוקופן. סלעים אלה מופיעים באיזור הים התיכון ברצועה בלתי רציפה מקורסיקה וקלבריה במערב דרך הפלפונז, כרתים ואיי הים האגיאי במזרח. גושי הבלו-שיסט שנמצאו בספינה הפניקית היו חייבים להיות מעמסים באחד מהאתרים האלה.

הבדיקה של מיגוון הסלעים וההשוואה לגיאולוגיה של כל אחד מהאתרים מצביעה על חופי הים הטירני (קלבריה או קורסיקה) כמקור לאבני האיזון ולא אזור הפלפונז - ואיי הים האגיאי. באיזור זה היה כנראה נמל-הבית ממנו יצאה הספינה שנחשפה במעגן מיכאל.

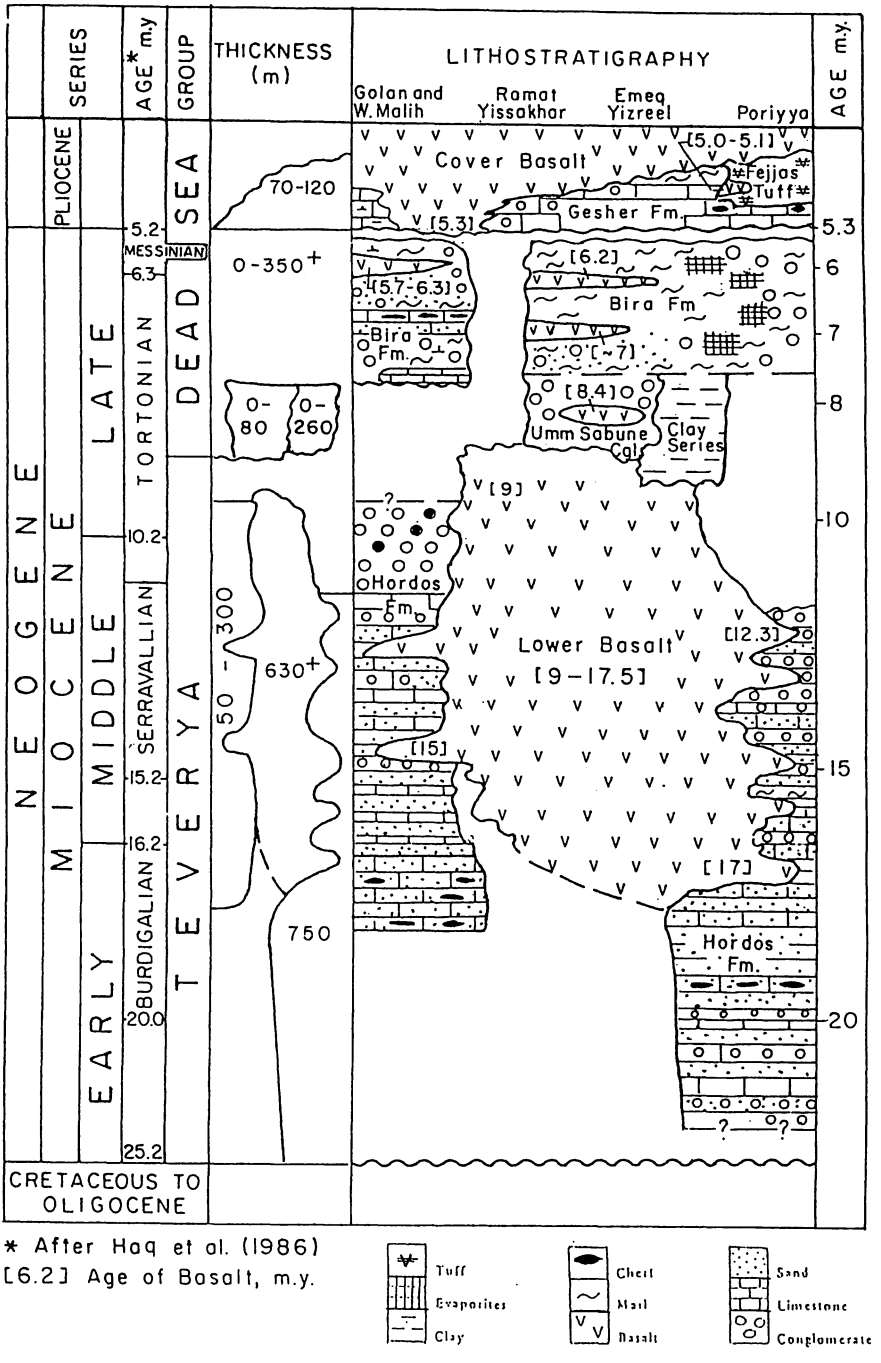


Figure 1. Stratigraphic chart of Neogene sequence in lower Galilee.

ההיסטוריה הגיאולוגית של האגן הנאוגני של הגליל-התחתון והעמקים והשלכותיה לגבי תארוך התנועה לאורך בקע ים-המלח.

גבי שליב, המכון הגיאולוגי, ירושלים.

האגן הנאוגני של עמקי יזרעאל, בית-שאן ורמות הגליל-התחתון, בין הכרמל והגלבוע בדרום-מערב, לבין הגליל העליון בצפון ובקע ים-המלח במזרח ("האגן הפנימי של הגליל המזרחי", לפי Picard, 1932), התמלא בבזלות אלקליניות ובסדימנטים במשך המיוקן, כשהוא נפתח ושוקע בהשפעת מתיחה. החתך הסטרטיגרפי השלם באגן כולל את היחידות: תצורת הורדוס והבזלת התחתונה, קונגלומרט אום-סבונה (או סדרת החרסית, המקבילה לו), תצורת בירה עם הבזלת התיכונה ותצורת גשר המתאצבעת בזרמים תחתונים של בזלת הכיסוי (תרשים 1).

לימוד השינויים הפציאליים ביחידות הסטרטיגרפיות במשולב עם תארוך K-Ar של זרמי בזלת רבים בחתכים שונים ברחבי האגן הביא לתאור ההיסטוריה הגיאולוגית של האגן כדלהלן:

במיוקן הקדום (20? עד כ-17.5 מ"ש) היתה הרבדה של סדימנטים נחליים-אגמיים (חלקה התחתון של תצורת הורדוס) באזורי הקערים של מבני "הקשת הסורית" בזמן שהארוסיה באזורי הקמרים נמשכה.

בתחילת המיוקן התיכון (כ-17.5 מ"ש), כאשר הנוף היה מתון והאזור כולו כוסה בסדימנטים נחליים-אגמיים, החל שלב של וולקניזם (שלב הבזלת התחתונה) במזרח האגן, בקירבת בקע ים המלח הנוכחי. במהלך המיוקן התיכון (עד לפני כ-10 מ"ש) הוולקניזם הלך והתרחב מערבה, לאזור בו נפתח הגרבן של עמק-יזרעאל, אשר שקע תוך העתקה נורמלית בעלת כיוון צפון-מערב. האזור השוקע הלך והתרחב במהירות גדולה יותר במזרחו מאשר במערבו (מעין פתיחה סביב ציר במערב), כשהוא מתמלא בבזלות צעירות יותר ויותר במרכזו (אשר הגיעו לעובי של כ-660 מ'), ואילו בשוליו הורבדו סדימנטים קלסטים של תצורת הורדוס לסרוגין עם זרמי הבזלת.

בראשית המיוקן המאוחר (10 עד כ-8.5 מ"ש) נחלש הוולקניזם בהדרגה. במערב האגן היתה הצטברות של קרקעות עבות על הבזלות ובמזרח האגן כוסו שטחים נרחבים בקונגלומרטים של פשטי נחלים (חלק עליון של תצורת הורדוס) שחלוקיהם הגיעו, ככל הנראה, מדרום מזרח - מעבר לבקע ים-המלח הנוכחי. נראה שזו היתה תקופה של שקט טקטוני יחסי.

מחזור סדימנטרי נוסף החל במיוקן המאוחר (לפני כ-8.5 מ"ש), לאחר חידוש הפעילות הטקטונית אשר התבטאה בהעתקה בכיוון צפ'-צפ'-מע' בשולי אזור בקע ים-המלח ובהרבדת קונגלומרט (אום-סבונה) סמוך להעתקים (שולמן, 1962). במקביל חידוש פעילות על העתקים קדומים גרם לשקיעה נוספת של מרכז גרבן עמק-יזרעאל ולהצטברות שכבות חרסית עבות (סדרת החרסית) לאורך צירו.

בהמשך, בסוף הטורטון ובמסיניין, הורבדו ברחבי האגן - מעמק-יזרעאל ועד לאזור בקע ים-המלח, סדימנטים אגמיים-ברקיים עד היפרסליניים, עם אינטרקלציה ימית בבסיסם (תצורת בירה). פעילות וולקנית מצומצת בשטחה ובמישכה היתה בקטעים של האגן (הבזלת התיכונה מגיל 8.3 עד כ-6 מ"ש).

בתחילת הפליוקן, לאחר תקופת ארוסיה, היתה הצפה אגמית מחודשת של אזורים מצומצמים במזרח האגן בהם הורבדו גירים של מים מתוקים-ברקיים (תצורת גשר). באותה עת היתה פעילות וולקנית מצומצמת (טוף פג'ס) אשר הלכה והתרחבה במשך הפליוקן המוקדם (5.3 עד כ-4 מ"ש) וכיסתה אזורים נרחבים משני צידי בקע ים-המלח (בזלת הכיסוי).

מהטורטון ועד הפליוקן המוקדם היתה שקיעה מהירה מאוד בקטע של האגן הנמצא בתוך בקע ים-המלח, אשר התבטאה בצבירה של סדימנטים, אוופוריטים בעיקרם, בעובי של יותר מ-1500 מ', לעומת עובי של עד 500 מ' בשולי הבקע ועד 350 מ' בעמק-יזרעאל של היחידות הסטרטיגרפיות האקוויולנטיות - אום סבונה עד גשר. שקיעה מהירה זו מוסברת ביצירת גרבן (דמוי מעוין?) בעל כיוון צפון-דרום, בעמק הירדן המרכזי.

התמונה המצטיירת היא של פתיחה רוטציונית של האגן הנאוגני של הגליל-התחתון והעמקים, שצירה מצוי ממערב לאגן, באזור החוף הנוכחי. זמן תחילת הצטברות החתך העבה של בזלות במרכז האגן הנפתח שהיה לפני 16-15 מ"ש, יכול להגדיר זמן מינימלי לראשית הפתיחה. בהנחה שהתנועה האופקית השמאלית לאורך בקע ים-המלח היא שגרמה לפתיחתו של האגן (Freund, 1965) כמו גם לרוטציות של הבלוקים בתוכו (רון, 1984), הרי שתחילת התנועה האופקית לאורך הבקע בצפון ישראל היתה לפחות לפני 16-15 מ"ש.

3. סחיפה של ברזל ופוספטים שעברו העשרה רזידואלית באיזורים מוגבהים באנטיקלינוריום אל איזורים נמוכים בשוליים תוך כדי שלבי הקימוט. תהליך כזה נרמז ע"י סטרינסקי (1964) כהסבר לפוספוריט הברזלי של מישור הרוחות.

עבודות מצוטטות

סטרינסקי, א., 1964 - פוספוריט ברזלי במישור הרוחות - עבודה לתואר M.Sc. ודו"ח משרד הפתוח - משרד הבטחון.

Bar-Matthews, M. and Ayalon, A., 1988 - Low temperature arid environment alteration phenomena in the basal phosphorite section of the Mishash Formation near Arad. Absts. of the IGS Ann. Meet. in En Boqeq.

Panczer, G., Gross, S., Shiloni, Y. and Nathan, Y., 1988 - Newly defined minerals in phosphate assemblages associated with the unconformity of the Mishash Ghareb boundary. Absts. of IGS Ann. Meet. in En Boqeq, pp. 89-90.

Shiloni, Y., Ilani, S., Banczer, G., Moshkovitz, S., Almogi-Labin, A. and Nathan, U., 1988 - Iron rich beds in the Maastrichtian sequence of Israel. GSI Curr. Res. Vol. 6, pp. 17-21.

Shitrit, D., Levy, Y. and Shiloni, Y., 1988 - Mineralization and pyrite concretions in the phosphorites of the Nahal Hazeva vicinity. Absts. of IGS Ann. Meet. in En Boqeq, pp. 109-110.

שכבות עשירות בברזל בתצורת ע'רב

י.שילוני ש. אילני ג. פנצר

המכון הגיאולוגי, ירושלים

לאחרונה, נבדקו שני מחשופים של שכבות עשירות בברזל, האחד באיזור פצאל - נ.צ.מ. 1893/1540 והשני באיזור תרקומיה - נ.צ.מ. 1505/1073.
המחשופים המצויים באגפים התלולים משני צידי האנטיקלינוריום של הרי יהודה - הרי שומרון, נמצאו דומים זה לזה בחלק מהמאפיינים שלהם. כמו כן נמצאו דומים לתופעות של ברזל שתוארו ממקומות שונים בנגב בגג החתך הפוספטי של תצורת מישאש, באיזורים של אי התאמה.

המחשוף בפצאל הוא של שכבה בעובי של כ-1.5 המצויה בתוך רצף הקרטונים והחוארים של תצורת ע'רב כ-15 מ' מעל גג תצורת מישאש. השכבה הברזלית מייצגת מישור אי התאמה בין מאסטריכט תחתון לבין החלק העליון של מאסטריכט תיכון והיא בנויה מגאתיט, מעט צור ברזלי (גאספרואיד) וחרסיות סמקטיט ומנודולות פוספטיות. בחלק התחתון של השכבה הברזלית מצוי אופק ירוק בעובי של כ-20 ס"מ של מינרלים פוספט ברזליים ובתוכם המינרל צירילוביט שהוגדר לראשונה מכאן ע"י ש. גרוס, אך נמצא אח"כ נפוץ בתופעות של פוספט ברזלי בעין עופרים שבערבה ובשולי בקעת ערד (Panczer et al., 1988).

בתרקומיה מצויה השכבה הברזלית, שעוביה עד 3 מ' מעל לחתך קרטוני מגיל קמפן עליון - מאסטריכט תחתון בעובי של כ-70 מ', מעל לאופק הברזל שבנוי בעיקרי מגאתיט וצור ברזלי (jasper) מצויות תופעות של נארי עם אוואליטים ברזליים ו/או לחילופין קונגלומרט צעיר (בית ניר?). סלעי ע'רב בבסיס החתך הם ביטומיניים ואילו סלעי גג ע'רב והתקיה באיזור הסמוך הם לעתים מחותררים. מינרלים אחרים האופייניים למחשוף בתרקומיה הם פיריט (FeS_2), גויאזיט ($SrAl_3(PO_4)_2(OH_5).H_2O$), שנמצאו גם באתר עין עופרים) ופרהמיט ($3CaO.3.5Al_2O_3.3SiO_2.2P_2O_5.18H_2O$). גויאזיט ופרהמיט נמצאו גם כמינרלים משניים אופייניים לשכבה פוספטית בבסיס תצורת מישאש בראש זוהר (Bar-Matthews and Ayalon, 1988).

יסודות הקורט האופייניים לאופקים הברזליים הם: Cr - עד 4,500 ppm; V - עד 1,800 ppm; Zn - עד 1,200 ppm; Mn - עד 1,000 ppm; Ni - עד 550 ppm; Mo - עד 300 ppm; As - עד 300 ppm; U - עד 130 PPm; Cu - עד 130 ppm.

מועלות בזאת מספר אפשרויות לתהליך שגרם להעשרה בברזל כדי יצירת שכבה מוגדרת בתוך חתך קרטוני:

1. העשרה רזידואלית in situ של ברזל (ושל מרכיבים אחרים כמו נודולות פוספטיות) במישורי גידוע תת ימיים (Shiloni et al. 1988).
2. תמיסות הידרותרמליות שעלו מהעומק והציבו בחתך מינרליזציה ברזלית בסלעים נקבוביים יחסית כמו הפוספטים (Shitrit et al., 1988) או מתחת למחסומים אקוויקלודיים; למשל חרסיות תצורת תקיה הרבודות כנראה מעל אופק הברזל בתרקומיה.

גלישות. תצורת מזר ואפיקו של נחל ציון באיזור שכמרגלות מעלה העקרבים

י. שיקוני ר. רודד
המכון הגיאולוגי, ירושלים

הגלישות של סלעי הטורון (שיקוני, 1983) ושל סלעי תצורת מישאש ואיאוקו (שיקוני ואחרים, 1988) באיזור של מרגלות מעלה העקרבים מעידות על סגנון אירוזיבי אקטיבי במיוחד שעצב את הנוף לפחות החל מהפליוקו. סגנון זה של הרס הגוש ההררי ע"י תזוזת מסות סלע גדולות אופייני כנראה למצב של טקטוניזם פעיל ויחסי גומלין מיוחדים של גופי מים ומסלע והוא זוהה גם איזורים אחרים של הארץ (חצור, 1988).

באיזור מעלה העקרבים קדם לשלב הגלישה שלב של עריצה ויצירת אפיק אירוזיבי בסמור לרכס חצרה שבו זרם הציון הקדום. הבקעה שנוצרה מולאה בקונגלומרט המזכיר במבנהו את קונגלומרט הערבה ובחולות אך יש לו לקונגלומרט גם אופי מקומי של באחאדה ו/או fanglomerate (Roded, 1985). החל מהפליוקו (?) נוצלה בקעה זאת גם ע"י חדירה ימית להשקעת סדימנטים ברקיים שתוארו לראשונה ממחשוף ברמת מזר (Shahar et al., 1966) ולאחר מכן ממחשופים בנחל גוב (אלרון, 1980). החוארים ששקעו, המיוחסים לתצורת מזר, הם בגובה טופוגרפי של עד 75 מ' מעל לפני הים.

לפחות חלק מהגלישות הנ"ל ארעו בו זמנית לחדירה הימית וייתכן שקיום גוף המים הימי בסמור לרכס הוא תנאי הכרחי לקיומן.

יש עניין מיוחד להבנת הגלישה של מסה איאוקנית מתצורת פאראן שמופתה באיזור נחל עקרבים (נ.צ. 1642/0337). מסה זאת, 10,000 מ"ק לפחות, מצויה תלושה ובמרחק של כ-8 ק"מ מכל מחשוף מוכר של איאוקן. המסקנה האפשרית היחידה היא כי בתקופת הגלישה עדיין היו רכיקטים איאוקניים על רכס חצרה וגם אז חייב הדבר הזה של מסות גדולות בסדר גודל של מספר קילומטרים לפחות.

לגלישות מהרכס ההררי וכן לזרימות צדדיות של סחף המכיל בעיקר מרכיבים טורוניים היתה השפעה על הטיית אפיק הזרימה של הציון באיזור שמהר ההר וצפונה והרחקתו לאחר הפליוקן כדי 3-2 ק"מ מהרכס ההררי.

מאז ארועי הגלישות שהיו לדעתנו בפליוקן תחתון (Zanclean) שבו היה אקלים יותר גשום (Horowitz and Horowitz, 1984) היה שלב של אירוזיה נחלית ולאחריה השקעת קונגלומרט היוצר טרסות שטוחות ורחבות שהמורפולוגיה שלהן חוצה את כל הסטרטיגרפיה הקודמת לה.

לרשימת העבודות המצוטטות ראה תקציר באנגלית.

- בשיטת הרפרקציה מתקבל חתך תלת-שכבתי. השכבה המזוהה בחתך כשכבת הפצלים נמצאת בתחום עומקים של 20-75 מ'; המהירות בשכבה היא 2,000 מ'/שניה וזאת בהתאמה מלאה לתוצאות מדידת המהירויות בקידוח ועל גג הפצלים החשופים במכרה ההדגמתי הפתוח. עומק גג הפצלים המתקבל בפרוט רב בשיטת ה-GRM נמצא בהתאמה טובה עם נתונים ליתולוגיים מקידוחים הממוקמים בקרבת הקוים הסייסמיים.

על סמך התוצאות הנ"ל ניתן להסיק את המסקנות הבאות:

- שיטת הרפרקציה מאפשרת מיפוי מפורט ואמין של גג הפצלים והערכת עומקים ממוצעים עד בסיס הפצלים.

- שיטת הרפלקציה אמורה להשלים את תוצאות הרפרקציה בחלקו העמוק יותר של החתך (בסיס הפצלים ומתחתיו), ולהצביע על נוכחות תופעות סטרוקטורליות או הפרעות טקטוניות עמוקות; יש להמשיך ולנסות לשפר את הטכניקה על מנת להגיע למיפוי אמין של אופקים רדודים.

מיפוי מרבץ פצלי השמן במישור רותם בעזרת שיטות סייסמיות - סקר היתכנות

ו. שטיבלמן, א. ברונר, א. בק, א. לוי, א. פריזנלדר, ע. דקל
(המכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה)

ע. פדן (פמ"א)

מרבץ פצלי השמן במישור רותם מופה בעבר בהתבסס על כ-100 קידוחים. על סמך ממצאי הקידוחים מופו סטרוקטורת הגג והבסיס, עובי הפצלים ועובי טפל המונח מעליהם.

על אף המספר הרב של קידוחים, אין סטרוקטורות הגג והבסיס ידועות בודאות בכל מקום, בעיקר מפני שהן נתונות להשפעת שינויים מקומיים. בחיפוש אחרי שיטות משלימות למיפוי מפורט יזמה פמ"א בשיתוף עם המכון הגיאופיסי סקר היתכנות בשתי שיטות סייסמיות:

א. רפלקציה בטכניקה של הפרדה גבוהה. טכניקה זאת נוסתה בהצלחה רבה לעומקים בינוניים (מאות מטרים); בסקר זה נעשה נסיון להשתמש בה לעומקים רדודים יותר (עשרות מטרים).

ב. רפרקציה בשיטת ה-GRM (GENERALIZED RECIPROCAL METHOD). זאת שיטה יחסית חדשה הכוללת בתוכה (בתור מקרים פרטיים) מספר שיטות ישנות כשהיא משתמשת ביתרונות של השיטות הללו ואינה סובלת ממגבלותיהן.

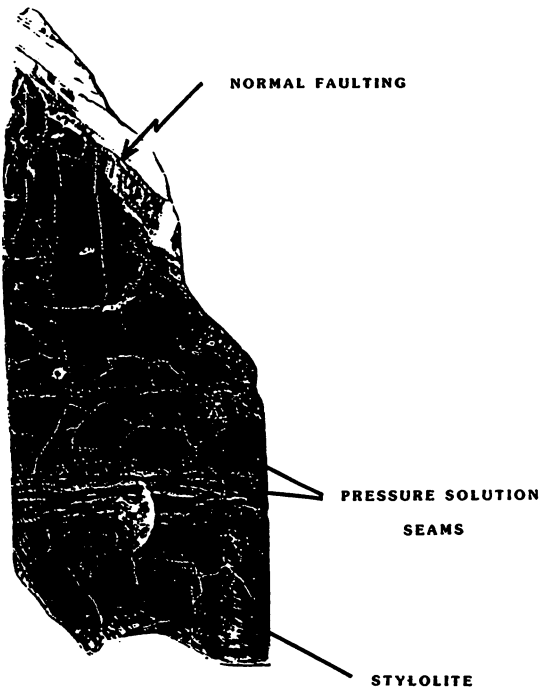
השלב הראשון של הסקר עליו מדווח בעבודה זאת התרכז בחלק הצפוני של מרבץ רותם. כאן עובי שכבת הטפל נעה מ-20 עד 30 מ', ועובי יחידת הפצלים הוא בין 40 מ' ל-50 מ'. באזור זה חברת פמ"א פתחה מכרה הדגמתי לכריית פצלי שמן.

במסגרת הסקר נעשו מספר חתכים סייסמיים בשתי השיטות הנ"ל וכן בוצעו עבודות סייסמיות נוספות (מדידת מהירויות בקידוח ובמכרה הפתוח) על מנת לאמת ולבסס את תוצאות הסקר.

תוצאות הסקר מסתכמות כדלקמן:

- חתכי זמן המתקבלים בשיטת הרפלקציה אינם מאפשרים לזהות את גג הפצלים; בסיס הפצלים (המזוהה בקידוחים ע"י ירידה חדה בתכולת החומר האורגני), ניתן לזיהוי ברמת אמינות לא גבוהה; האופק הרדוד ביותר שניתן למיפוי ברמת אמינות סבירה הוא גג הצור המסיבי הנמצא בעומק כ-100 מ'.

נפט הכלוא בתוך הסטילוליטים מעיד כנראה על רוויתו של הסלע בו זמנית במים ונפט, לפני היווצרות הסטילוליטים. לפיכך אפשרי שעיקר המיגרציה האופקית של הנפט חלה לפני תהליך הסטילוליטיזציה. הנקבוביות הירודה המאכרת כיום בתצורת כרנע נגרמה כחלקה מסתימת חללי הסלע המקוריים כמילוט גירי שמקורו בסטילוליטיזציה.
שכירה מאוחרת לוותה בסדקים אנכיים החוצים את הסטילוליטים. הסדקים הממולאים קלציט מכילים כמקומות שונים גם נפט, וכנראה שימשו כמעכירי נפט אנכיים בטרם מולאו בקלציט.



תמונה 1 - מערכי מעוותים בתצורת כרנע (גלעין 5, ארגז 11 בעומק 2,735 מ')

תופעות סדימנטריות וסקטוניות בתצורת ברנע - יורה והשלכותיהן על המצאות הידרוקרבונים בדרום מישור החוף

א.שומרוני, ח.פליגלמן

חיפושי נפט (השקעות) בע"מ

אופקי המסת לחץ וסטילוליטים סקטוניים נפוצים מאוד בגלעיני תצורת ברנע בקדוח תלמי-יפה 4. שברים נורמליים ניתנים לאיתור בגלעינים וכלוגים הגיאופיסיים בסביבות עומק של 2,750 מ' (תמונה 1).

סלעי תצורת ברנע הכנויים מגירים חרסיתיים, הוכחנו לאחורנה בסלעי מקור אפשריים להידרוקרבונים וכתוצר נקבובי דרכו נדד הנפט למאגרי חלץ - כוכב - כרור - ואשדוד (כיין 1985)

שלושת מערכי המעוותים בסלע: אופקי המסת לחץ, סטילוליטים סקטוניים ושברים נורמליים נוצרו בתקופות שונות. אופקי המסת הלחץ המקבילים לשכוב נוצרו ראשונים, כנראה לאחר השקיעה כיורה, כשרם חלה הארוזיה שחרצה את תעלת גבר עם והסירה חתך יורסי ניכר. אופקים אלה בהותם חסמים הידראוליים לזרימה הקטינו בצורה משמעותית את החדירות כניצב לשכבות.והגבילו את הזרימה האנכית של הנפט שנוצר לאחר מכן.

ההמסה העלימה כנראה מאובנים גיריים והותירה את הספיקוליטים קשיי התמס. לפיכך, הכחנת תנאי השקיעה על סמך הפאונה חייבת להבדק כזהירות.

שדה המאמצים של ה"קשת הסורית" יצר מערכת של סטילוליטים סקטוניים אנכיים, שהקטינו את החדירות האפקית כניצב לכוון הסטילוליטים ואשר הגבילו את זרימת הנפט מכוון מערב למזרח.

סקר סייסמי ברמת-הגולן ותוצאותיו

חיים שולמן

חב' חפושי נפט (השקעות) בע"מ

פול מאי

ת.ד. 1853, ירושלים

המבנה התת-קרקעי של רמה"ג נחשף כאן לראשונה בעקבות חוצאות ראשוניות של פענוח סקר סייסמי נרחב שבוצע בשנים 1983-1985.

הסקר שנעשה בשלושה שלבים, מורכב מרשת של 19 קוים המשתרעים מאזור רמת מגשימים בדרום ועד למורדות החרמון בצפון, באורך כולל של 370 ק"מ. כל השלבים בוצעו בשיטת ויברוסייס, כמקור אנרגיה, ע"י המ.מ.נ.ג באמצעות צוותי 96 ו- 120 ערוצים.

האיכות המעולה שהתקבלה, למעט בחלק הצפוני, עלתה על כל הצפיות מאזור זה המכוסה בזלת. כסוי זה מהווה במקומות רבים בעולם מחסום לחדירת אנרגיה סייסמית. אפשר והסיבה לתוצאות המעולות כאן נעוצה בהיות בזלת הכסוי כמו גם הבזלת התחתונה בלויה ונקבובית וכמו כן במועד בצוע הסקרים סמוך לירידת גשמים.

הבעיה המרכזית בפענוח הסקר היתה זיהוי האופקים השונים, וזאת באין אפשרות להתקשר עם קדוחים עמוקים. המידע היחידי המצוי מתת-הקרקע הוא ממספר קדוחי מים וקדוחים סכנייים אשר רובם הסתיימו בבזלת עצמה או סמוך לבסיסה ומעוטם חדרו לגג חבורת יהודה.

ממצאים אלה נוצלו לקביעת נקודות אחיזה בחתך הרדוד וזהוי גג חבורת יהודה. בשלב שני נעשתה השוואה עם חתכים סייסמיים מאזורים אחרים בארץ. נמצאה התאמה מפתיעה בין מאפיינים שונים בחתכי רמה"ג לבין אלה שבצפון מערב הנגב. קורלציה זו, כמו גם אומדן עמקי השכבות השונות ועוביין, הביאו לקביעת זהות ההחזרות העמוקות שמופו בעבודה זו: בסיס הבזלת, גג חבורת יהודה, LC3 (עין-אל-אסד), בסיס קרטיקון, גג תצורת זהר, גג קרן ואופק טריאסי (?).

חסר כל מידע בדבר מהירויות סייסמיות הקשה על ההפיכה לעומק. נעשו מספר נסיונות, שלא עלו יפה, לבנות מפות מהירות שנלקחו מ- STACKING VELOCITIES. לבסוף בוצעה ההפיכה ע"י שמוש במהירויות קבועות המבוססות על ידע מאזורים אחרים בארץ, ללא התחשבות בשינויים לטרליים שבודאי קיימים.

את אזור הסקר ניתן לחלק לשלושה אזורים עקריים מבחינה סטרוקטורלית:

1. החלק הצפוני הנשלט ע"י החרמון המתנשא. אין עדות מהחתכים הסייסמיים לקיום THRUST FAULTS המצויים ברצועת הקמוט הפלמירית שהחרמון הוא חלק ממנה.
2. החלק המרכזי והדרומי שהנו סינקלינלי עם מספר מבנים משניים ואנדולציות בעלות רלייף מתון.
3. החלק המערבי בו מצויה סינקלינת בית-סעידה שהנה המשכו של גרבן בית-טאן-כנרת שלקראת סיומו הצפוני פונה לכוון צפון-מזרח, לאורך העתק שיך עלי, כשתחתית הגרבן מתרוממת באופן הדרגתי.

ניתן נתוח מפורט של מספר מפות מפתח סטרוקטורליות ואיזופכיות, תוך הדגשה של שתי תופעות עקריות:

1. שינויי עובי משמעותיים ביורה עליון-תיכון המצביעים על אפשרות קיומן של שוניות בתצורת זהר.
2. התעבות של התחך היורסי ללא הפרעה, ובהדרגה מדרום לצפון. במידה וקיים ארוע טקטוני שהביא לשינויי העובי העצומים בין צפון רמת הגולן וצפון ירדן הוא התרחש דרומית לירמוך.

מינרלוגיה ופטרוגרפיה של קבוצות כלי חרס מתל-הדר

שלמה שובאל[2,1], צבי ארז[1], יורם קירש[1], יועץ דויטש[2], רוברט כנפו[2]
1. קבוצת הגיאולוגיה וקבוצת הפיזיקה, האוניברסיטה הפתוחה;
2. המכון הגיאולוגי, ירושלים.

משה כוכבי, אסתר ידין
המכון לארכיאולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב

נבדק ההרכב המינרלי של קבוצות כלי חרס מתקופת הברזל בתל-הדר (בחופה המזרחי של הכנרת). מגמת המחקר להגדיר אם קבוצות פונקציונליות של כלי החרס (קדרות וסירי בישול) שנמצאו בתל זה הינן גם קבוצות מינרלוגיות-פטרוגרפיות. החרסים נבדקו בעקיפת קרני-X, בספקטרוסקופית אינפרא-אדום (FT-IR) ובמיקרוסקופיה.

נמצא כי ניתן לסווג את הקדרות (מעוטרות בחריטות) שנבדקו לשתי קבוצות מינרלוגיות-פטרוגרפיות:

- הקבוצה הראשונה מכילה קלציט בכמות ניכרת, קוורץ בכמות בינונית, פלגיוקלז בכמות בינונית עד מעטה ופירוקסן בכמות מעטה. בבדיקה פטרוגרפית נמצא כי קבוצה זו מכילה גרגרי בזלת, חול בינוני עד דק-גרגר של קוורץ וגיר, וכן חלקיקי קירטון עם פורמיניפרה.
- הקבוצה השנייה מכילה קלציט בכמות ניכרת, קוורץ בכמות בינונית ופלגיוקלז בעקבות. פירוקסן נעדר. בבדיקה פטרוגרפית נמצא כי קבוצה זו מכילה חלקיקי אבן-גיר בלתי ממוינים וסילט קוורץ, אולם לא גרגרי בזלת.

את סירי הבישול שנבדקו ניתן לסיווג לשלוש קבוצות מינרלוגיות-פטרוגרפיות:

- הקבוצה הראשונה מכילה קוורץ בכמות ניכרת ופלגיוקלז, פירוקסן וקלציט בכמות בינונית. בבדיקה פטרוגרפית נמצא כי קבוצה זו מכילה גרגרי בזלת, חול בינוני-גרגר של גיר וקוורץ וכן סילט קוורץ.
- הקבוצה השנייה מכילה פלגיוקלז וקוורץ בכמות ניכרת, פירוקסן בכמות בינונית וקלציט בכמות מעטה. בבדיקה פטרוגרפית נמצא כי קבוצה זו מכילה גרגרי בזלת וכן סילט קוורץ, אולם לא חול.
- הקבוצה השלישית מכילה קלציט וקוורץ בכמות ניכרת ופלגיוקלז בעקבות. פירוקסן נעדר. בבדיקה פטרוגרפית נמצא כי קבוצה זו מכילה גבישים גדולים ומעוייינים של קלציט, וכן סילט קוורץ, אולם לא גרגרי בזלת.

למרבית גרגרי הבזלת שנמצאו בחרסים יש גבישים גסים יחסית (0.5 מ"מ) ומרקם דולוריטי.

הקבוצות המינרלוגיות-פטרוגרפיות השונות מצביעות כי הן הקדרות והן סירי הבישול שנמצאו בתל-הדר הוכנו מחומרי גלם שונים. איפיונם יכול לסייע באיתור מקור החרסים.

יחסים כמותיים של קאוליניט ומונטמורילוניט-איליט במשקעי חמרה וכורכר במצוק חוף השרון כבטוי לפלאו-אקלים בפלייסטוקן העליון

שלמה שובאל[1,2], צבי ארז[1]

1. קבוצת הגיאולוגיה, האוניברסיטה הפתוחה תל-אביב
2. המכון הגיאולוגי, ירושלים.

נבדקו היחסים הכמותיים של החרסיות קאוליניט ומונטמורילוניט-איליט במשקעי החמרה וכורכר במצוק החוף באזור תל-מיכל, הרצליה. היחידות שנבדקו הן מהפלייסטוקן העליון ומשתייכות לתת-הפרטים: רמת-גן (הכורכר התחתון), נחשולים (החמרה התחתונה), דור (הכורכר העליון) ולפרט נתניה (החמרה העליונה). מעל ליחידות אלה מופיע פרט תל-אביב (קלקארניט). החרסיות הופרדו ממשקעי החמרה והכורכר על ידי שפייה וטיפול בחומצה מלחית. הכמויות היחסיות של החרסיות נקבעו באמצעות ספקטרוסקופיית אינפרא-אדום (FT-IR) ועקיפת קרני-X.

התכולה היחסית של קאוליניט גבוהה יותר במשקעי החמרה מאשר בכורכר וכמותו הרבה ביותר בפרט נתניה. התכולה היחסית של מונטמורילוניט-איליט גבוהה יותר בכורכר. כמות האיליט רבה יותר בתת-הפרט רמת-גן.

השינויים שנמצאו עשויים להעיד על מקורות שונים של החרסית במשקעי החמרה והכורכר או על תהליכים פדוגניים שהתרחשו בחמרה. שינויים אלה במינרלי החרסית עשויים לנבוע משינויי אקלים (גשום יותר בעת היווצרות החמרה), ועשויים להיות קשורים לתקופות קרחוניות ובין-קרחוניות. המחקר יורחב במגמה לבדוק אם המתאם שנמצא בין סוגי מינרלי החרסית לבין משקעי הכורכר והחמרה בתל-מיכל קיים גם באתרים אחרים לאורך מצוק השרון ובמגמה לחקור את הקשר בין סוגי מינרלי החרסית במשקעים לבין תקופות קרחוניות ובין-קרחוניות.

מינרלים המתגבשים בעת נידוף מי ים-המלח

שלמה שובאל

קבוצת הגיאולוגיה, האוניברסיטה הפתוחה, תל-אביב
והמכון הגיאולוגי, ירושלים.

זוהו מינרלים המתגבשים בעת נידוף מי ים-המלח. התמיסות נדגמו באגן הצפוני של ים המלח ומברכות: הליט, קרנליט ותמלחת סופית. התמיסות נודפו באופן הדרגתי והמשקעים שנוצרו נבדקו. הנידוף נעשה בדיסיקטור בתנאי תת-לחץ עם סיליקה גל כחומר מיבש, כדי להימנע מיבוש התמיסות על-ידי חימום. המלחים הוגדרו באמצעות עקיפת קרני-X באבקה ושימוש בסטנדרט פנימי של סיליקון. הדוגמאות כוסו בעת ההרצה בפוליאתילן דק כדי למנוע הירטבות מלחים היגרוסקופיים במהלכה. מלחים ממוימים נבדקו גם באמצעות ספקטרוסקופיית אינפרא- אדום (FT-IR).

רצף המלחים השוקעים ממי ים-המלח במהלך אידוי תמיסות אלה הוא כדלקמן:

- ממי האגן הצפוני של ים המלח ומברכת ההליט שוקע תחילה הליט. לאחריו המלח הכפול קרנליט ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) יחד עם מעט הליט.
- ממי ברכת קרנליט שוקעים תחילה קרנליט, מעט הליט וכן בישופיט ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). לאחריהם שוקעים בישופיט ומעט הליט ללא קרנליט.
- ממי התמלחת הסופית שוקעים תחילה בישופיט ומעט הליט. לאחריהם שוקע בישופיט ללא הליט. המלחים האחרונים השוקעים בתום אידוי המים הם בישופיט והמלח הכפול טכהידריט ($CaCl_2 \cdot 2MgCl_2 \cdot 12H_2O$).

מלחים אלה השוקעים ממי ים-המלח מכילים יונים זרים בסריג ולכן הם יוצרים תמיסות מוצקות. תמיסות מוצקות אלה מאופיינת בעקומות עקיפת קרני-X בשינויים מעטים בערכי d בהשוואה לערכים אלה באותם המלחים כשהם טהורים ובשינויים ניכרים בעוצמות ההחזרה.

היווצרות סיגים בדופן תנור לצריפת כלי-חרס בתל-מיכל

שלמה שובאל

קבוצת הגיאולוגיה, האוניברסיטה הפתוחה, תל-אביב
והמכון הגיאולוגי, ירושלים.

תנור לצריפת כלי חרס מן התקופה הפרסית (המאה החמישית והרביעית לפני הספירה), נתגלה בחפירות תל-מיכל בחוף הרצליה. התנור נבנה מחדר עליון אשר שימש לצריפת כלי החרס ומחדר תחתון אשר שימש להסקת התנור (Herzog et al., 1978).

דופן החדר התחתון של התנור מורכבת ממספר טבעות, המצביעות על טיוח חוזר ונשנה שלה בחומר הגלם במהלך השימוש בתנור. מרבית הטבעות מכילות שלוש שכבות: אדמת חמרה אפויה, סיגים שחורים וסיגים אפורים. ההרכב המינרלי של שכבות אלה נקבע באמצעות עקיפת קרני-X וספקטרוסקופיית אינפרא-אדום (FT-IR).

- שכבת החמרה האפויה ממוקמת בצד הטבעת הרחוק מן הלהבה, ומעידה כי אדמת החמרה המקומית שימשה חומר גלם לדופן התנור. שכבה זו מכילה קוורץ ומעט קריסטובליט הנוצר מן הקוורץ בטמפרטורה הגבוהה.
- שכבת הסיגים השחורים ממוקמת באמצע הטבעת ומכילה קוורץ, קריסטובליט ומעט חומר זכוכיתי. הרכב זה מצביע על טמפרטורה גבוהה יותר שבה חלק מחומר הגלם, החמרה, הותך ויצר את הסיגים השחורים והנקבוביים, וקריסטובליט נוסף נוצר מן הקוורץ.
- שכבת הסיגים האפורים ממוקמת בצד הטבעת הפונה אל הלהבה מכילה חומר זכוכיתי רב, מעט קוורץ ועקבות קריסטובליט. הרכב זה מצביע על טמפרטורה גבוהה עוד יותר שבה חומר הגלם, החמרה, הותך חלקית ויצר את הסיגים האפורים והנקבוביים מאוד. כתוצאה מכך נחרס חלק מהקוורץ ורוב הקריסטובליט.

מבנה שכבתי זה נוצר בכל פעם שדופן החדר התחתון של התנור טויחה בחומר הגלם וחוממה מחדש. היווצרות הקריסטובליט וההתכה החלקית לסיגים מעידים על טמפרטורת חימום גבוהה מאוד בחדר זה של התנור.

Reference: Herzog Z., Negbi O. and Moshkovitz S., 1978. "Excavation at Tel Michal", Institute of Archaeology, Tel-Aviv University.

הפוך (INVERSION) מאמצים של נתוני שברים ופתרונות מוקדים-השפה וישומיה לנתוח טקטוני

זאב רבס (1), גדעון בר (2) ויוסי חצור (1,2)
1- המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים
2- המכון הגיאולוגי הישראלי, ירושלים

הפוך מאמצים מהווה שפה לחשוב המאמצים העשויים לגרום לתנועת הזירה לארך מערכת שברים שנמדדה בשדה, או לארך שברים במקבץ אחד של רעידות אדמה. השפה הנוכחית מבוססת על ההנחות הבאות: 1. החלקה לארך שבר מתרחשת בכוון מאמץ הגזירה המירבית. 2. מאמץ הגזירה מתאים לחוק החכוך של קולומב, $\tau = C + \mu \sigma$. 3. השבירה מתרחשת בתנאים אחידים. השפה מחשבת את טנזור המאמץ (מנורמל ללחץ האנכי האפקטיבי), ואת מקדם החכוך הממוצע לארך השברים.

ישומים: <u>חוזק הקרום העליון</u> נקבע בדרך כלל על סמך נתוני מעבדה על מקדמי החכוך של סלעים. חשבנו את מקדמי החכוך עבור 40 מקבצי שברים שנמדדו <u>בשדה</u> בסלעי גיר, אבני חול ובזלות, בישראל ובמערב אר"ב. מקדמי החכוך הם בטווח רחב של 0.0 ועד 1.4, וממוצע של 0.4 ± 0.6 (ראה תמונה בהרסה האנגלית), ונאת בהתאמה כללית לתוצאות הנסיוניות של מקדמי חכוך של 0.6 ועד 0.85.

<u>כפות במבחש רמון</u>. המאמצים העתיקים חושבו עבור שברים שנמדדו בכפות גוונים וסהרונים, ונמצא כי שתי הכפות התפתחו במנגנונים שונים. גוונים התפתחה תוך כפיפת השכבות לכפה מארבת בתוצאה מחדירת הגוף המרכזי העשוי קוורץ-סיאניט בזמן הקרטיקון התחתון. לגוף המחדר צורת בוכנה והוא התרומם לארך שברי שוליים תת-אנכיים. כפת סהרונים נוצרה בתהליכי קמוט הקשורים ללחיצה טקטונית אפקית בכוון צפ' צפ' מע'-דר' דר' מז' (הנצבת לשבר רמון !), כנראה בזמן המיוקן.

<u>גוש הגלבוע</u>. המאמצים הטקטונים העתיקים נקבעו על סמך מדידות שברים קטנים בששה מקבצים המפוזרים בשתי מחצבות בצפון הגלבוע (גדעונה ובית אלפא), ומחצבה אחת במזרחו (נחל אבינדב). התוצאות מצביעות על מאמץ במעט אחיד בתחנות המדידה: מתיחה מירבית אפקית בכוון 12° ± 32°, לחיצה מירבית אפקית בכוון 12° ± 122° וציר המאמץ הבינוני הוא תת-אנכי. מצב מאמצים זה תואם את המגמה השליטה בדיקים האנכיים של הגלבוע, 280°-290°. נתן להראות שמאמצים אלו מתאימים לשבירה נורמלית לארך שבר הגלבוע, אך אינם מתאימים לתנועה שמאלית או שבירה נורמלית בשוליים המערביים של בקע ים-המלח.

מבני לחיצה מצפון לכנרת ובמקומות נוספים לאורך בקע ים המלח

יאיר רוטשטיין* ויוסף ברטוב**
* המכון למחקרי נפט וגיאופיזיקה, חולון
** המכון הגיאולוגי, ירושלים

מקובל לראות באזורנו את הגבול בין הפלטה הערבית לפלטה של אפריקה כמערכת שברי תזוזה שמאליים אשר לאורכה מספר בורות סטרוקטורליים. תשומת לב מעטה יחסית נתנה לתופעות של לחיצה והרמה לאורך מערכת השברים של הבקע. האזור בו תופעה זו הינה הבולטת ביותר הוא מצפון לכנרת. לאזור השבירה המרכזי יש כאן נטיה מערבה, והוא דומה בצורתו לשבר הפוך. מרבית התנועה לאורך השבר הינה תנועה אופקית. רכיב הלחיצה נובע מכך שאזור השבירה המרכזי אינו מקביל כאן לכוון התנועה שבין הפלטות והוא מעלה את אזור ראש פינה וגורם לכך כי מצפון לכנרת לא קיים בקע בצורתו הקלסית.

האזור המורם ממערב לאזור השבר, נראה שבור ומרוסק לעומת הבלוק המזרחי ("הבלוק הערבי"), אשר עבר דפורמציה קטנה יחסית. מבנה דומה נראה גם מצפון לבור הסטרוקטורלי של ים המלח. גם כאן יש לאזור השבירה המרכזי נטיה מערבה, וצורה כללית של שבר הפוך. ממערב לאזור השבר נצפה מבנה לחיצה אשר בעבר פוענח כמבנה עתיק שהועתק על ידי השברים הנורמלים של הבקע. פיענוח מחדש של הנתונים הסייסמיים אינו מראה שבירה נורמלית משמעותית, ומצביע על כך כי מבנה הלחיצה קשור באזור השבירה המרכזי של הבקע והוא, על כן, מבנה צעיר. גם כאן, כמצפון לכנרת, נוצר המבנה בשל שינוי הכיוון של אזור השבירה המרכזי ביחס לכוון התנועה שבין הפלטות. מצפון לים המלח מעידים המבנה הקטן יותר והטופוגרפיה האופינית של הבקע שעדיין נשמרת, על עוצמת לחיצה קטנה יותר.

תנועות ורטיקליות והטיות רגיונליות בתקופת המזוזואיקון והשפעתם על חיפושי הנפט בישראל

ו.קפצן [1], צ.כהן [1], ע.פלכסר [2],

1. חברת חיפושי נפט (השקעות) בע"מ
2. החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב

פסיפס הבלוקים בתת-הקרקע של ישראל, שהנו חלק מהלוח הערבי-אפריקאי, נכנע במזוזואיקון למשחק טקטוני מורכב שבין המסיב מדרום לאורוגן מצפון. תגובת פסיפס הבלוקים היתה שונה : א. הטיות רגיונליות - מסוג ה"נדנדה" כאשר לעתים ההטיה היא כלפי פנים הלוח ולעתים כלפי האגן שבשולי הלוח. כתוצאה מהטיות אלו נוצרו יחדות סדימנטריים המתעבים כלפי פנים הלוח (תצורת גוונים האניזיאנית) או כלפי האגן שבשולי הלוח (סדרת הקרטיקטון המוקדם). ב. תנועות ורטיקליות מטיפוס ה"יויו". במקרים רבים נעים הבלוקים במגמה הפוכה לתנועה האורגינלית או הקודמת.

הגיאומטריה של הגופים הסדימנטריים שנוצרו בסיומם של המחזורים הטקטונו-סדימנטריים הגדולים, פרם, טריאס, יורא וקרטיקון מצביעה על תגובה לסגנון טקטוני שונה מעט מזה של יצירת גרבנים והורסטים או הטיות. גופים אלה הושקעו באגני שקע (SAG DEPOSITIONAL BASINS).

ניתן להבחין בשני סוגי אגני השתפלות:

א. אגני השתפלות "פסיביים, רחבים המשתרעים על גבי בלוקים אחדים. מציינים בדרך כלל סיום של מחזור גרבניזציה (סוף פרם, טריאס ויורא) (ציור 1A).

ב. אגנים צרים יותר, "אקטיביים" (FAULT-FOLD BASINS) המוגבלים בדרך כלל לתוך של בלוק אחד או חלקים ממנו, והקשורים לתקופת אינברסיה ורטיקלית (ציור 1B). תנאים להיווצרות סלעי מאגר מסוגים שונים היו קיימים בכל האלמנטים הטקטוניים אך תנאים להיווצרות סלעי מקור היו קיימים בעיקר בגרבנים, באגני ההשתפלות (SAG DEPOSITIONAL BASINS) ובחלקים של היתדות הסדימנטריים אשר התמשכו אל תוך האגנים אשר בשולי היבשת.

Table 2
Minor and trace elements

	Mean ppm	Median ppm	St. Dev.	Mean ppm	Median ppm	St. Dev.
Ag	1.5	1.0	0.6	0.8	1.0	0.6
Ba	461	65	820	49	20	53
Be	0.9	0.7	0.4	1	0.7	0.6
Ce	16	13	9	10	9	4
Cd	5	3	3	15	10	10
Co	10	6	12	11	9	9
Cr	148	105	132	264	160	236
Cu	28	20	25	55	8	94
Eu	0.9	0.7	0.7	0.4	0.3	0.4
K	768	590	639	777	490	640
La	29	21	28	19	17	5
Mn	83	55	84	27	17	34
Mo	21	8	33	22	8	28
Ni	44	25	37	140	20	379
Pb	8	5	9	7	5	5
Sr	1957	1960	571	902	840	312
Ti	89	60	84	96	60	77
U	49	50	19	36	40	22
V	100	73	75	214	166	215
Y	64	51	48	54	48	16
Yb	4	3	3	3	3	1
Zn	165	115	160	493	86	1185
Zr	14	14	10	16	10	24

References

Nathan, Y., Shiloni, Y., Roded, R., Gal, I. and Deutsch, Y. (1979) The geochemistry of the northern and central Negev phosphorites. Bull. Geol. Surv. Israel, 73, 42pp.

Nathan, Y., Soudry, D. and Avigur, A. (1989) Geological significance of carbonate substitution in apatites: Israel phosphorites as an example. This Meeting.

Shiloni, Y., Segev, Martinotti, G. M. and Raab, M. (1977) An early Eocene glauconitic bed in Hor Hahar, Northern Negev, Israel. Israel J. Earth Sci., 26: 102-107.

Soudry, D. and lewy, Z. (1988) Microbially influenced formation of phosphate nodules and megafossil moulds (Negev, southern Israel). Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol., 64: 15-34.

איפיון כימי של נודולות פוספטיות

ג. פנצר י. נתן י. שילוני

המכון הגיאולוגי, ירושלים

בעבודה הנוכחית מוצג הרכבן הכימי של נודולות פוספטיות; הן אלו הנמצאות בבסיס העירב ישירות מעל הפוספוריטים הכלכליים של תצורת מישאש (תואר לאחרונה ע"י Soudry and Lewy, 1987) והן אלו המצויות בבסיס החתך האיאוקני (שילוני ואחרים, 1966).

הנודולות מועשרות יחסית לפוספוריט (ראה ממוצעים לפוספוריטים הישראלים ב-Nathan et al., 1979) ב-CO_2 שבאפטיט, ב- Fe_2O_3 ו-Na_2O של הדוגמאות שנבדקו ומדוללות ב-Cd, Zn ו-U.

לפי הדוגמאות שנבדקו (56 סה"כ ומתוכן 6 מן האיאוקן) אין הבדל כימי ניכר בין הנודולות משני קטעי החתך השונים כנ"ל.

על בסיס תכולת CO_2 שבאפטיט (Nathan et al., 1989) ניתן לאבחן שני טיפוסי נודולות כדלקמן:

א. נודולות בעלות תכולת CO_2 גבוהה יחסית, ממוצע של 5.2 והן אלה המייצגות לדעתנו את תנאי הסדימנטציה והדיאגנזה המקוריים.

ב. נודולות בעלות CO_2 נמוך (1.9% בממוצע) הן אלו שבמחשופים שבהם נמצאו ניתן להצביע על תהליכים אפיגנטיים.

אנליזה דיסקרימיננטלית של התוצאות הראתה התאמה מלאה בין ההרכב הכימי לחלוקה לשני טיפוסים כנ"ל.

את ההבדלים הכימיים במרכיבים העיקריים של שני הטיפוסים (המפורטים ב-Table 1) ניתן לסכם כדלהלן: בטיפוס האפיגנטי יש העשרה של F-ו CO_2, Na_2O, MgO, CaO והתדללות של S-ו Al, Fe.

בדומה לכך יש הבדלים משמעותיים גם בריכוז יסודות הקורט של שני הטיפוסים (מפורטים ב-Table 2): בטיפוס האפיגנטי יש העשרה ב-Ni, Cr, Zn, Cd, Ti ו-V והתדללות של La, Sr, Ba ו-U.

Table 1
Major elements

	Group A			Group B		
	Mean %	Median %	St. Dev.	Mean %	Median %	St. Dev.
P_2O_5	29.79	30.00	2.97	31.25	33.00	5.10
CO_2	5.25	5.40	1.35	1.92	1.68	0.79
F	3.44	3.50	0.41	3.11	3.20	0.44
CaO	48.02	49.00	4.03	43.18	45.50	9.88
SiO_2	0.63	0.40	0.57	0.16	0.08	0.22
Al_2O_3	0.50	0.44	0.21	1.62	0.46	3.69
Fe_2O_3	1.39	0.62	1.81	5.41	4.80	4.85
MgO	0.48	0.43	0.20	0.25	0.19	0.18
SO_3	1.95	1.80	0.96	3.53	3.00	2.53
Na_2O	1.26	1.11	0.48	0.97	0.73	0.73
Cl	0.61	0.40	0.64	0.72	0.25	1.04

מערך גרבנים והורסטים בתת הקרקע של ישראל

ע.פלכסר [1], צ.כהן [2], ו.קפצן [2]

1. החוג לגיאופיסיקה, אוניברסיטת ת"א
2. חפושי נפט (השקעות) בע"מ, ת"א

ישראל והאזור הרחק-חופי שלה מצויים באזור המפתן המובילי המקיף את השילד הערבו-נובי והנתון בין השילד מדרום לאורוגן מצפון.סינתזה של נתונים גיאופיסיים (מגנטיים, גרבימטריים וסייסמיים), ממצאי קידוחים ומחקרי פני השטח מראים שמערך בלוקים הסביע חותמו על הגיאולוגיה של ישראל בפאלאוזואיקון ובמזוזואיקון. גבולות הבלוקים, "צרובים" בתוך התשתית הפריקמברית. שלושה גרבנים בכוון צפון-מזרחי, תחומים משני עבריהם ע"י הורסטים, שורטטו במהלך העבודה. אלה הם הגרבנים של יהודה, הגליל ופלשת (הנמצא באזור הרחק חופי של ישראל). אל הבלוקים הפונים לצפון מזרח נוספת מערכת בלוקים המכוונת לצפון-מערב כמו הכרמל וקיסריה, וכולם יחד מהווים את הפסיפס התת-קרקעי של הבלוקים בישראל (ציור 1).

הבלוק של חלץ המהווה בעצם את ההורסט המזרחי של גרבן פלשת, הנו בעל מעמד מיוחד. הוא מצטיין בהיסטוריה גיאולוגית מיוחדת , בתשתית בעלת הרכב מעורב ובחתך סדימנטרי בעל מעברים פאציאליים חדים . דומה והוא מייצג בלוק חריג שניתן לכנותו אולי בשם מיקרולוח או TERRANE.

המערך הטקטוני התת-קרקעי של ישראל מזכיר סגנון טקטוני הרווח בחלקים אחרים של האזור המובילי המקיף את השילד הערבו-נובי. פסיפס כזה של גרבנים והורסטים מוכר גם בים-הצפוני ובחלקים שונים אחרים של הפלטה הארופאית. ההתפתחות הספיציפית הטקטונוסטרטיגרפית של כל בלוק בארץ גוררת עמה אסטרטגיה שונה של חפושי נפט כך שכל בלוק מהווה בעצם פרובינצית חיפושים עצמאית.

איפיונים פטרולוגיים וגיאוכימיים ושלבים בהתפתחות של חומר פחמי עשיר מימן בקידוח עגור 1

ש. פיינשטיין[1], פ. ברוקס[2], פ. גודרזי[2], ד. קירסט[2],
ז. איזנשטט[3] וי. סלגר[4]

[1] המחלקה לגיאולוגיה, אוניברסיטת בן גוריון, באר שבע.
[2] המכון לסדימנטולוגיה וגיאולוגיה של נפט, קלגרי, אלברטה, קנדה.
[3] המרכז למחקרי אנרגיה, המחלקה לכימיה אורגנית, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
[4] ISRAMCO INC (EMOG), תל אביב.

חמש דוגמאות של פצלים עשירי חומר אורגני ופחם משכבות הקרטיקון והיורה מקידוח עגור 3 נבדקו במגמה לבחון את ההתפתחות הדיאגנטית שלהן ואת הפוטנציאל שלהן כסלע מקור אפשרי לנפט או גז.

הדוגמה מהקרטיקון מאופינת על ידי הרכב פחמי "נורמלי" ודרגת מטורציה נמוכה. לארבעת הדוגמאות מהיורה הרכב מצרלים ומאפיינים כימיים מיוחדים המצביעים על שני שלבים דיאגנטיים. בשלב הראשון נוצרו משקעים פחמיים של חומר יבשתי בתנאים מחמצנים. המקור היבשתי והתנאים המחמצנים באים לידי ביטוי ברור בסוג המצרלים, ובתכולה הגבוהה של ALKYLBENZENE, השכיחות של טבעות ריאקציה (בעיקר ב- VITRINITE ו- RESINITE), היחס PRISTANE TO PHYTANE, והתפלגות ה- ALKANES הנורמליים והטבעתיים במתמצים של הדוגמאות. בשלב השני ככל הנראה עבר החומר הפחמי הובלה לטווח מוגבל תוך סילוק סלקטיבי של חלק מהחומרים ההומיים, השקעה מחדש וביודגרדציה (בעיקר של חלק מה- LIPID הצימחי) ודיאגנזה בתנאים מחזרים. כתוצאה מהשלב השני חלו העשרה יחסית של EXINITE, בעיקר MATRIX BITUMINITE, ריבוי של VITRINITE פלואורוסצנטי (לרבות חלקיקים בעלי טבעות ריאקציה), והעשרה יחסית של מימן. תופעות אלה הקשורות לשלב השני מאפיינות בעיקר את החומר הפחמי בפצלים ופחות את אופקי הפחם. אופי השתמרות המצרלים והשיכוב העדין של החומר האורגני מצביע על כך שההשקעה בשלב השני היתה בקירבה יחסית למקור הפחמי ובתנאים של אנרגיה נמוכה. היות והמרכיבים האורגניים הם רובם ככולם ממקור יבשתי עם אחוז גבוה יחסית של EXINITE ושליטה של SPORINITE ו- MATRIX BITUMINITE בפרקציה האקסיניטית אפשר להגדיר את החומר הפחמי היורסי שנבדק כ- CANNELOID.

עקב הדיאגנזה המאוחרת שהתפתחה תחת תנאי חיזור החומר שנבדק מאופין בתכולה גבוהה יחסית של מימן, המתאימה ברמתה לסלעי מקור לנפט, זאת בניגוד למה שניתן בדרך כלל לצפות מחומר פחמי מסוג זה. מאידך, מדדים שונים מצביעים על דרגת מטורציה נמוכה יחסית, בהתחלת התחום של הווצרות הנפט. בגלל ההרכב המיוחד של החומר האורגני התוצרים העיקריים הצפויים עם עלית המטורציה הם גז, נפט ארומטי ותרכובות עשירות יחסית בחמצן.

בעומקים 1, 2, 4, ו-9 מ' לאורך חור הקידוח. בין התחנות בקירות ובין תחנת התיקרה לריצפה חוברו CONVERGENCE TAPES אופקי ואנכי בהתאם. מעל סדקים בתקרה מוקמו תשעה CRACK BRIDGES.

תוצאות המדידה הוצבו במודל של אלמנטים סופיים במחשב לקבלת מודול אלסטיות של מסת הסלע שהוא אמת המידה לדפורמציה בסלע.

נמצא כי מודול האלסטיות של הסלע השתנה בחתכים השונים ונע בתחום הערכים 20,000 - 30,000 ק"ג/סמ"ר. ערכים אלו של מודול האלסטיות הינם גבוהים משמעותית בהשוואה לערכי מודול האלסטיות שנתקבלו בבדיקות מעבדה על הלעיני קידוחים והיו בתחום הערכים 5,000 - 7,000 ק"ג/סמ"ר.

1. FLEXER, A. , DIMANT, E., POLISHOOK, B. & LIVNAT, A., 1984. RELATION OF JOINTS IN THE AVEDAT GROUP (EOCENE) TO THE TECTONIC PATTERN OF ISRAEL. ISR. J. EARTH-SCIENCE, VOL. 33, PP. 12-25.
2. FLEXER, A., POLISHOOK, B., YAVNE, A. & DIMANT, E., 1986. GEOLOGY OF UNDERGROUND STORAGE FOR HYDROCARBONS IN ISRAEL CONCEPTS AND CASE HISTORIES. ISR. J. EARTH-SCIENCE., VOL 35, PP. 85-95.
3. HUDSON, J.A. & PRIEST, S., 1975. INSTRUMENTATION AND MONITORING, TUNNELS & TUNNELLING, SEPT., PP. 64-70.
4. PETROLEUM SERVICES LTD, 1978. MESILAT-ZION GEOTECHNICAL REPORT. ENG. DEPT., VOL. 1, 27 P.

מדידות דפורמציה במסת סלע סביב מנהרת מאגר הפ"מ בתנאי לחץ

ב. פולישוק ח. ארבל

חברת שרותי נפט בע"מ

חברת שרותי נפט בע"מ (המחלקה ההנדסית) ביצעה מדידות דפורמציה במסת הסלע סביב מנהרת מאגר הפ"מ שנדחס בה אויר בלחץ של עד 7 בר.

המדידות בוצעו במטרה לבחון ולחזות את דפורמצית מסת הסלע לאחר מילוי המאגר בהפ"מ.

המנהרה בעלת חתך דמוי פרסה במידות הובה 9.35 מ', רוחב 6.5 מ' ואורך 285 מ' מצופה בבטון בעובי נומינלי של 0.3 מ' ובחומר איטום פולימרי.

המנהרה כרויה במסלע קירטוני המשתנה במקומות מקירטון מצורר עד קירטון חוארי מתצורת צרעה גיל איאוקן תחתון (FLEXER ET AL, 1986 PETROLEUM SERVICES, 1978). שכבות הסלע אופקיות עד תת אופקיות סדוקות ע"י שתי סדרות סדקים ראשיות בעלות כיוון ממוצע של 67° ו-142° (FLEXER ET AL. 1984).

מערך המדידה הינו שילוב של שלושה סוגי מדידות:

א. מדידת תזוזת הסלע סביב המנהרה באמצעות EXTENSOMETERS.

ב. מדידת תזוזה בפני המנהרה באמצעות CONVERGENCE TAPES.

ג. מדידת הפתיחה של סדקים קיימים באמצעות CRACK BRIDGES.

ציוד המדידה הותקן במנהרה בשלושה חתכים בהתאם לגיאולוגיה ומידות המנהרה (HUDSON & PRIEST 1975). בכל חתך מוקמו 5 תחנות מדידה - 3 בתיקרה ו-2 בקירות. בחתך האמצעי נוספו שתי תחנות מדידה בקירות ואחת בריצפה. בכל תחנה נקבעו 4 EXTENSOMETERS מטיפוס תיל רוטט, מוטות טלסקופיים, עוגנים מודבקים בדיס צמנטי ומדידה חשמלית,

ניבגי פיטריות (fungal spores) ואקריטרקים במעבר פרם-טריאס וחשיבותם להבנת קטסטרופות אקולוגיות גלובליות

יורם עשת, המכון הגיאולוגי, ירושלים

לימוד מפורט של נפיצות פלינומורפים במעבר מהפרם לטריאס בתת-הקרקע של ישראל מאפשר שיחזור של סידרת אירועים אקולוגיים בתקופה זו שבמהלכה מתקיימת השמדה המונית של אורגניזמים ופגיעה כמעט בכל המערכות האקולוגיות בכדור-הארץ. במחקר הובחנה סידרת האירועים הבאים בגבול P-T:

(1) המאספים הפלינולוגיים מהפרם העליון כוללים פלינומורפים ממוצא יבשתי המהווים את ה- Zone Lueckisporites virkkiae (Eshet, 1987; Eshet & Cousminer, 1986).

(2) בחלקו העליון של ה-Zone L. virkkiae מצוי אופק העשיר בגרגירי אבקה בעלי סטריאציות, בעיקר מהסוג Protohaploxypinus.

(3 השיכבה העליונה ביותר בטור הפרמי מכילה מאסף פלינולוגי הנשלט על-ידי נבגים (spores) של פיטריות יבשתיות, כמעט ללא כל שריד לצומח יבשתי אחר. מאסף זה, המצוי במעבר מהפרם המאוחר לטריאס הקדום מכונה כאן ה-"Fungal Spore Spike". השילטון הכמעט מוחלט של ניבגי פיטריות והעדרותו של צומח יבשתי אחר בשיכבת מעבר דקה זו, מעידים על קטסטרופה אקולוגית שגרמה להכחדה של כמעט כל הצומח היבשתי בגבול P-T.

(4) השכבות הקדומות ביותר של הטריאס (Scythian stage) כוללות מאסף הנשלט ע"י אקריטרקים (פיטופלנקטון ימי) המגיעים לכ-85% מהמאסף. אפיזודה זו קרויה כאן ה-"Acritarch Spike". האקריטרקים הם, כנראה אוכלוסיית החלוץ האופורטוניסטית המשתלטת על הסביבות הימיות שדולדלו בזמן המשבר האקולוגי של ה-"Fungal Spore Spike" במעבר P-T. נדירותם של פלינומורפים ממוצא יבשתי בשכבות ה- "Acritarch Spike" מעידה כי בשלבים הראשונים של הטריאס הקדום הצומח היבשתי עדיין לא התאושש מהמשבר של המעבר P-T.

(5) ראשית הופעתו של צומח יבשתי מתחילה בשלב זה ומיוצגת על-ידי פלינומורפים יבשתיים, בעיקר ליקופודים כמו Endosporites papillatus ו-Kraeuselisporites spp. המהווים את ה-Zone E. papillatus (Eshet,1987).

(6) בשלב זה נוספים למאספים הפלינולוגיים של ה-Zone E. papillatus גם פולן של צמחי יבשה עילאיים כמו Lunatisporites noviaulensis המייצגים צומח יבשתי מפותח ומציינים את שיקומה המוחלט של צמחיית היבשה מהמשבר האקולוגי בגבול P-T.

רצף האירועים שתואר לעיל מוכר בחלקו או במלואו גם באירופה (Visscher & Brugman, 1981,1988), בגרינלנד (Balme, 1979) ובפקיסטן (Balme, 1970). רצף זה מייצג, כנראה, את שלבי השתקמותן של מערכות שנפגעו במשבר האקולוגי הגלובלי של המעבר מהפרם לטריאס.

מקורות

ראה תקציר אנגלי

תנועת גרופת באפיק הירדן העליון

משה ענבר ומשה אבן ניר

החוג לגיאוגרפיה, אוניברסיטת חיפה

הירדן העליון זורם לפני השפכו לכנרת באזור קניוני ובמבנה של פזרות.מקור הגרופת המוסעת על ידו בגלישות של המתלולים הבזלתיים של הקניון.העמידות המורפולוגית השונה של חלקי זרמי הבזלת הוא הגורם העיקרי לתהליכי הגלישות,המתרחשות בעיקר בעת סופות גשמים.השיעור השנתי הממוצע של הספקת חומר על ידי הגלישות הוא של כ-0001 מ"ק.החומר כולל בולדרים בגודל מקסימלי של 2 מ' קוטר בינוני וגושי בזלת בגדלים שונים.המקטעים הדקים מחול נעים בגאויות ברחיפה ומגיעים אל הכנרת.מרבית הגרופת היא במקטעים הגסים ושוקעת באזור הפזרות,במבנים סדימנטריים שונים. גודל הגרגר הוא הגורם העיקרי המשפיע על התכונות הפלנימטריות במערכת הפזרות.שיעור אינדקס הפזרות מושפע מ:(1)גידול ברמת ספיקת המים,הגורמת לגידול בשיעור הפזרות בכל קטעי המערכת.(2)גודל הטעונת-הערך הגבוה ביותר מתקבל במקטע של חצצים (4-46 מ"מ).מרכיבי הטעונת הגדולים כגון בולדרים אינם חומר סחיף בגאויות הרגילות ומתנהגים כחומר מלוכד.מידת הליכוד הנמוכה של החצצים גורמת לסחיפת גדות,השקעת שרטונות ובהתאם לכך לגידול במספר האפיקים.(3) רוחב עמק הנהר-כאילוץ מורפולוגי- מגביל את התפתחות מערכת הפזרות.הערך המקסימלי של צפיפות פזרות הושג בעמק שרוחבו 003 מ'.(4) הגאות החריגה של ינואר 9691 גרמה לגידול של מקדם הפזרות בכל קטעי המערכת. הקשרים שנמצאו בין אינדקס הפזרות לתנאים הידראוליים,סדימנטולוגיים והידרולוגיים הם מיוחדים לתנאים של גרופת גסה מאד,שיפועים גדולים ומשטר זרימה בעל גאויות שיא.

המבנים הסדימנטולוגיים נוצרו במערכת הפזרות בארוע של ינואר 9691 ולאחר מכן לא חלו בהם שינויים משמעותיים.בגאות של פברואר 5891 שרטונות פנימיים מיוצבים נסחפו וחלה חתירה באפיק המרכזי.בגאות של 9691 ניתן להבחין במספר שלבים:(1) בשלב העולה של הגאות חלה סחיפה של המשקעים הדקים שכיסו את אזור הפזרות.(2)בשיא הגאות התנועה היא בחזית של בולדרים תוך השקעת שרטונות רוחביים.(3) בשלב היורד של הגאות חלה התחתרות באפיקים הראשיים ומושקעים בהם שרטונות אורך,קודקוד ואלכסוניים. התופעה המורפולוגית הניכרת ביותר שנוצרה בעקבות הארוע החריג של ינואר 9691 היתה הדלתה של הירדן אשר לא היתה קיימת בתקופות ההיסטוריות.חוסר התפתחותה של הדלתה בתקופות קודמות מוסברת על ידי מיעוט הסחופת שסופקה על ידי הירדן ופיזורה המהיר על ידי זרמי הכנרת.המשך גידול הדלתה יגרום להרחבת שטח בקעת בית צידא ברוחב של מספר מאות מטרים.

גיאומורפולוגיה ומשטר הידרולוגי של נחלים בזלתיים הדריים

משה ענבר - החוג לגיאוגרפיה, אוניברסיטת חיפה

מורפולוגיית האפיק והגיאומטריה ההידראולית של נחלים בזלתיים תלויים במשטר ההידרולוגי ובמסלע הבזלתי של אגני ההקוות. יחסים אלה נחקרו באפיק הירדן ובנחלי הגולן. הפעילות הגיאומורפולוגית או עבודת הנהר המתבטאת בתהליכי הסחיפה וההסעה של הטעונת מתבצעת בעיקר בגאויות השיא השנתיות.

בנחלי הגולן, בספיקות שיא גבוהות, כושר ההסעה הוא למרבית מרכיבי הגרופת ואין השקעה של חומר באפיק; התהליך השכיח הוא בדרך כלל של התחתרות, פעילות המציינת מערכת נהרית דינאמית המתאימה את עצמה לתנאי אנרגיה גבוהים. המגמה של גידול שטח האפיק עם גידול שטח האגן היא ברוכה, הודות לתנאים ליתולוגיים הומוגניים ולגודל אגן ההקוות שהוא בדרך כלל פחות מ-100 קמ"ר. באפיקים הנמצאים בחלק העלי של אגן ההקוות, המערכת הנהרית צעירה ולא ניכר מפלס של גדות מלאות; למעשה כמעט כל החומר הזמין מוסע, גם בגאויות בינוניות. באפיקים במורד, המדרגות הנהריות מיצגות מפלס של ספיקה עם תקופת חזרה של 1.1 שנה, ז.א. שכמעט כל ספיקת שיא שנתית מציפה אותו; ערך זה נמוך מן המקובל - 1.5 שנים - עבור אזורים אחרים בעולם.

באזור הפזרות של הירדן, ניתן לנתח בצורה כמותית שינויים גיאומורפולוגיים על ידי היחסים בין הספק הזרימה וספיקת גרופת. הגרופת מורכבת בעיקר מבולדרים וחלוקים, שמקורם במתלולי הקניון ולכן מרחק ההסעה קצר. החלקיקים הדקים לא מושקעים באיזור ומוסעים לכנרת. המורפולוגיה הנהרית נקבעה על ידי הגאות הקטסטרופית של ינואר 1969. בולדרים בקוטר מעל 1000 מ"מ נעים רק בגאויות שיא בעלות שכיחות נמוכה. גודל הבולדרים באזור הפזרות קטן במורד האפיק וגודל חלקיקי הגרופת מתאים לשיפוע, צפיפות הפזרות והספק הזרימה. הערכים של הגיאומטריה ההידראולית "באתר" הם אופייניים למערכות נהריות של פזרות עם חומר גס, אשר מתנהג כחומר מלוכד.

היחסים בין אינדקס פזרות, גודל חלוק והגיאומטריה ההידראולית הם מיוחדים לחומר גס מאוד, שיפועים גדולים ומשטר של גאויות עם שיאים גבוהים.

מדידות בקדוחים בישראל בעזרת TELEVIEWER - תוצאות ראשוניות

יאיר עמיאל וזאב רכס, המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים,
ומארק זובק, המחלקה לגיאופיסיקה, אוניברסיטת סטנפורד, קליפורניה.

ה-TELEVIEWER הוא מכשיר לוגים חדש בישראל המאפשר למשתמש לראות את פרטי חור הקדוח והגיאומטריה התלת-מימדית שלו בהפרדה של 1-10 ממ. ה-TELEVIEWER הוא סוקר על-קולי הפועל בקדוח המלא מים או בוץ. התמונות של ה-TELEVIEWER מציגות סדקים, שברים, משורי שכוב, שכוב צולב, אזורי רסוק של קיר הקדוח ונזק לצנרת. יתרה מכך, התמונות מאפשרות מדידת מפתחי הסדקים וכווניהם, חשוב כוון מאמצים טקטוניים ומדידת צפיפות הסדוק.

המכשיר מופעל בישראל לצרך מדידת מאמצים-במקום (IN-SITU STRESSES) לפי כווני BREAKOUTS, שהם אזורי רסוק בקירות הקדוח הנגרמים כתוצאה מרכוז מאמצי גזירה. בנוסף לכך עשוי המכשיר לתרום לנתוח סטרטיגרפי, הנדסת מאגרים, גיאוטכניקה ופענוח לוגים.

קטעים בתמישה קדוחים נמדדו בעזרת ה-TELEVIEWER: שלשה קדוחים בשדה כוכב (באדיבותה של נפטא-לפידות), ושני קדוחי מים, שומרה ועגור (באדיבותה של מקורות). לוגים אלו נותחו במערכת העבוד במחלקה לגיאופיסיקה באוניברסיטת סטנפורד, קליפורניה. יוצגו הלוגים המעובדים ובהם התופעות העקריות הבאות:

א. משטחי שכוב נכרים כעקומות סינוסואידליות כהות על תמונות ה-TELEVIEWER. שכבות העבות מכ-3 סמ מבחנות בתמונות. הפרדה עדינה זו מרשימה במיוחד בשכבות חוריות, מסיביות, כמו חצורת תלמי יפה, שהלוגים שלה למעשה אחידים.

ב. סדקים (ושברים) מופיעים גם הם כעקומות סינוסואידליות כהות. בדרך כלל הסדקים תלולים מהשכבות והם מופיעים במערכות תואמות (CONJUGATE SETS). נמדדו הנטיות של כ-180 סדקים (ושברים) שנצפו בקדוחי כוכב, והן תוצגנה כמערכת אפשרית של שבירה.

ג. BREAKOUTS מבחנים כזוג אזורי רסוק אנכיים בחור הקדוח הנבדלים ב 180° זה מזה. הם מציינים את כוון המאמץ האפקי המירבי, שהוא נצב לקטר המחבר את שני אזורי הרסוק. נמצאו רק מעט BREAKOUTS בקדוחים הנוכחיים. בקדוח כוכב 31 נמצאו BREAKOUTS מפותחים בחלקם, בחוך חצורת תלמים, המציינים לחיצה אפקית מירבית בכוון צפ' מז'-דר' מע'. החסר בBREAKOUTS כנראה מצביע על מאמצים טקטוניים חלשים במערב ישראל.

ההתרוממות של השוליים המערביים של מפרץ סואץ על סמך אנליזות של עיקבות ביקוע בגבישי אפטיט

ג.א. עומר[1], ב.פ. קון[2], מ.ס. סטקלר[3] ו ו.ר. באק[3]

1 - המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה של פנסילבניה, פילדלפיה.
2 - המחלקה לגיאולוגיה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, באר שבע.
3 - המכון הגיאולוגי למונט-דוהרטי, אוניברסיטת קולומביה.

הבקע הניאוגני של מפרץ סואץ מוקף על ידי גושים גבוהים של המסד הפרקמברי שהתרוממו במהלך הריפטינג. ידיעת זמן, כמות וגיאומטרית ההתרוממות חיוניים להבנת ההתפתחות התרמלית של הבקע ולהגדרת תנאי גבול למודלים גיאופיזיים.

גילי עקבות ביקוע שהתקבלו מ- 55 דוגמאות אפטיט מסלעי המסד בצפון המדבר המערבי לאורך שולי מפרץ סואץ - ים סוף נופלים בתחום שבין 11 עד 382 מליוני שנים. הגילים הקדומים נמצאים לעיתים בקירבה גיאוגרפית לגילים הצעירים יותר ואין קורלציה בינם לבין הגובה הטופוגרפי או המרחק משולי הבקע.

על סמך גילי האפטיט והתפלגות אורך העקבות האופקיות הובחנו שלוש קבוצות: 1) תחום גילים 43 עד 382 מליון שנה והתפלגות אורך עקבות POSITIVELY SKEWED עם התרחבות הדרגתית ואורך ממוצע קטן ככל שהגיל יורד. 2) תחום גילים 23 עד 31 מליון שנה והתפלגות אורך עקבות NEGATIVELY SKEWED עם "זנב" ברור של עקבות קצרות. 3) תחום גילים 11 עד 20.5 מליון שנה עם התפלגות אורך עיקבות אונימודלית צרה, NEGATIVELY SKEWED ועקבות ארוכות מאשר בשתי הקבוצות האחרות.

גילי האפטיט מקבוצות 1 ו- 2 הם כנראה "גילים מעורבים" של דוגמאות אשר לפני ההתרוממות והקירור היו קבורות בעומקים שונים והיו נתונות לטמפרטורות ברמות שונות בתחום המחיקה החלקית של עיקבות ביקוע באפטיט. דוגמאות קבוצה 3 היו נתונות לפני התרוממות לטמפרטורות בתחום המחיקה המלאה של עיקבות ביקוע באפטיט, כלומר טמפרטורות גבוהות יותר מקבוצות 1 ו- 2. הגילים שהתקבלו מדוגמאות אלה מייצגים את זמן וקצב ההתרוממות ללא השפעה משמעותית של מחיקה חלקית על עיקבות הביקוע, דבר המעיד על קירור מהיר יחסית. להערכתנו, הגיל הקדום ביותר בקבוצה 3 (20.5 ± 1.3 מליון שנה) מייצג את תחילת התרוממות המסד הפרקמברי כתוצאה מהריפטינג. גיל זה תואם לראשית תקופת המתיחה המירבית לשקיעה והצטברות סדימנטים מכסימלית באגן של מפרץ סואץ. החפיפה בזמן בין תחילת ההתרוממות והשקיעה המקסימלית מפורש כעדות ל"ריפטינג פסיבי" של מפרץ סואץ.

לסיכום

מסתבר שבתחום התנודות האנכיות של מפלס מי התהום התרחשו תהליכי בליה אינטנסיביים יותר ביחידות החד"צ ובשיכבת שוקולד הבסיס. תופעה זו נובעת ככל הנראה מגורמים "אינטרא-פאציליים". מנגנוני הבליה המוצעים הם כדלקמן:

א. חד"צ:
ירידת מפלס מי התהום מלווה בהתרוקנות מהירה של המטריקס הארניטי, למעט הפיזוליטים החרסיתיים שהם בעלי תאחיזת מים גבוהה. שיחרור איטי של מי הפיזוליטים אל המטריקס גרם לתהליכי בוקסיטיזציה בפיזוליטים, ולמעבר סיליקה עודפת אל המטריקס, לגיבוש נוסף של גבישי הקאוליניט.

ב. שוקולד הבסיס :
עם ירידת מפלס מי התהום אל האקוויפר הגירי, התרחשה "תפיסה נימית" של מי התהום ע"י החרסית הסמוכה לגיר עד למרחק כ- 3 מ'. בכך נשמרה השיכבה להשפעת מי התהום גם בתקופות השפל של מפלס מי התהום. הברזל שנשטף מסידרת החרסיות כלפי מטה התגבש בחלקו בשיכבה זו בצורת כתמים לימוניטיים.

מקורות :

Goldbery, R. ,1979 - Sedimentology of the Lower Jurassic flint clay bearing Mishhor Formation, Maktesh Ramon, Israel, Sedimentology (1979) 26, 229-251.

HINCKLEY, D. ,1963 - Veriability in "crystallinity" values among the kaolin deposits of the coastal plain of georgia and South - Carolina, from the Eleventh National Conference on Clay and Clays Minerals 229-235.

תהליכי בליה ובוקסיטיזציה אינטנסיביים בתצורת מישחור, מכתש רמון

* סער ח., שקד ד. ** גור א. ***מינסטר צ.

* חברת חרסית וחול זך בנגב בע"מ
** תמ"י (תעשיית מחצבי ישראל)
*** המכון הגיאולוגי

מחקר להבנת השפעת חרסית דמויית צור גלמית על תכונות תוצרים חסיני-אש במפעל רמון, העלה ממצאים חדשים המהווים פרק נוסף בלימוד הגנזה של סידרת החרסיות שבתצורת מישחור.

תצורת מישחור (יורא תחתון) הנחשפת במכתש רמון, בנויה בחלקה התחתון מסידרת חרסיות קאולין. התצורה מונחת על משטח ארוזיבי מאבן גיר של תצורת מוחילה (טריאס). בליית הגיר מאופיינת בעיקר בבורות ושקעי המסה, אשר ממולאים בסלעים הדומים בהרכבם לאלה שבסידרת החרסיות.

סידרת החרסיות מורכבת, על פי Goldbery (1979), מעשרה ליתופאצייסים, הנחלקים לשתי קבוצות גנטיות, כדלהלן :
1. קבוצת האלכטוניים, הכוללים מרכיבים לטריטיים כקונגלומרט פיזוליטי וארניט לטריטי. 2. קבוצת האוטוכטוניים, הכוללים חד"צ פיזוליטי עשיר אלומינה, חד"צ דל אלומינה, לטריט, וחרסיות מגוונות. גולדברי (שם) הראה שהפאצייסים האוטוכטוניים נוצרו מן האלכטוניים כתוצאה מבליה כימית אפיגנטית במגע עם מי תהום.

במחקר הנוכחי נבדקו דוגמאות חרסית ממחצבות הממוקמות בין בורות-רעף במערב למיצד-מישחור במזרח. הבדיקות כללו אנליזות כימיות, פטרוגרפיה בעזרת מיקרוסקופ אלקטרוני, וניתוח מינרלוגי בעזרת קרני X.

מימצאי המחקר

1. אינדקס הקריסטליניות שנמדד בדיפרקטוגרמות (על פי HINCKLEY, 1963) נלקח כמדד להערכת דרגת הגיבוש של הקאוליניט. ערכי אינדקס קריסטליניות גבוהים יחסית נמצאו ביחידות החד"צ (C.I.=0.35-0.85) וכן בשיכבת שוקולד שבבסיס סידרת החרסיות (C.I.=0.65-0.95). לעומת זאת, ערכים נמוכים יחסית (C.I.=0.20-0.25) נמצאו בחרסיות האחרות שמופיעות בסידרה.

2. עליה בדרגת הגיבוש של הקאוליניט באה לידי ביטוי מורפולוגי בכך שגבישי הקאוליניט, הבוהמיט והדיאספור הם גדולים ומושלמים יותר. תופעה זו מבטאת דרגת השתנות גבוהה יותר של סלעי המקור בתהליכי הבליה האפיגנטיים.

3. תחמוצת הברזל המלווה את סידרת החרסיות היא המטיט (HEMATITE). שיכבת שוקולד הבסיס מלווה בנוסף ע"י לימוניט (GOETHITE) היוצר כתמים צהובים.

השפעת חרסית דמויית צור גלמית על תכונות המוצר במפעל רמון

* ח. סער, ד. שקד ** א. גור *** מינסטר צבי

* חברת חרסית וחול זך בנגב בע"מ
** תמ"י (תעשיות מחצבי ישראל)
*** המכון הגיאולוגי

חרסית דמויית צור (חד"צ) במכתש רמון מנוצלת לייצור חומרים חסיני-אש במפעל רמון. התוצרים עומדים בספציפיקציות הבאות :

1. תכולת אלומינה.
2. תכולת תחמוצת הברזל.
3. צפיפות מרחבית של המוצר הקלוי (S.B.D.).

מניסיון הייצור נמצא שלחומר הגלם השפעה דומיננטית על הצפיפות המרחבית של המוצר הקלוי.

מחקר להבנת הקשר בין חומר הגלם לבין ה-S.B.D. התבסס על אנליזות כימיות, פטרוגרפיה בעזרת מיקרוסקופ אלקטרוני, וניתוח מינרלוגי בעזרת קרני X.

אינדקס הקריסטליניות שנמדד בדיפרקטוגרמות (על פי HINCKLEY,1963) נלקח כמדד להערכת דרגת הגיבוש של הקאוליניט שבחד"צ. נמצא שקאולין בדרגת גיבוש נמוכה (C.I.=0.35-0.55) מתקבל ממרבצים הנותנים בייצור S.B.D. גבוה, ואילו קאולין בדרגת גיבוש גבוהה (C.I.=0.50-0.85) מתקבל ממרבצים הנותנים בייצור S.B.D. נמוך.

לסיכום -
מדידת דרגת הגיבוש של הקאוליניט בחד"צ הגלמית עשוייה להוות כלי נוח ואמין להערכת ה-S.B.D. של המוצר. במידה ותוכח התאמה טובה בין נתוני ה-S.B.D. מהייצור השוטף לאלו שיתקבלו בקליית הדוגמאות במעבדה, אזי ניתן יהיה למפות את מרבץ החד"צ על פי ה-S.B.D. הצפוי, להעריך את תכונות המוצר ללא צורך בקלייה מוקדמת של הדגמים, ולתכנן את הייצור בהתאם.

מקורות :

HINCKLEY, D. ,1963 - Veriability in "crystallinity" values among the kaolin deposits of the coastal plain of georgia and South - Carolina, from the Eleventh National Conference on Clay and Clays Minerals 229-235.

חרסיות ניאוגניות מעומקו של בקע הירדן

עמיר סנדלר, מנחם ראב, יעקב נתן
המכון הגיאולוגי, ירושלים

המחקר עוסק במינרלוגיה של חרסיות שמקורן בגלעין בן 11 מ' מעומק של 3799 עד 3810 מ' בקידוח צמח 1 (עמק הירדן). טור הסלעים שנקדח עד לעומק 4249 מ' כולל חילופין של חוארים, קרבונטים, אבפוריטים, סלעי פרץ וסלעי מחדר שגילם פלייסטוקן עד ניאוגן. טור זה שונה מכל טור הידוע עד כה בארץ. גיל מיוקן משוער הוצע עבור הסדימנטים הבונים את הגלעין. המדידה העמוקה ביותר של טמפרטורה בקדוח, שבוצעה בעומק של כ-3500 מ' היתה 124.5 C, ולפיכך הסדימנטים של הגלעין, שנלקח כ- 300 מ' יותר עמוק, היו נתונים אף בטמפרטורות גבוהות יותר.

שינויים בולטים נצפו במינרלוגית החרסיות לאורך הגלעין. גגו כולל מאסף המאופין ע"י מינרל מעורב שכבות (MIXED - LAYER) של כלוריט - מינרל תופח בתוך סלע המכיל 50% קרבונטים (בעיקר קלציט) ואלביט אותיגני נפוץ. מאסף החרסיות בחלקו האמצעי של הגלעין מאופין ע"י קורנסיט (מינרל מעורב שכבות מסודר של כלוריט-סמקטיט). מספר מדגמים מחלק זה של הגלעין מכילים מינרל מעורב שכבות אחר בנוסף לקורנסיט. סלעים אלו מכילים כ-70% קרבונטים (דולומיט רווח) ועשירים בחומר אורגני (כדי 1%). המינרל האופייני בחלקו התחתון של הגלעין הוא הכלוריט. הליתולוגיה של חלקו התחתון של הגלעין דומה לזו של גגו. כמויות משתנות של סמקטיט ואיליט מצויות במרבית המדגמים. במיקרוסקופ אלקטרוני סורק נצפתה פאזה בעלת כימיה ומורפולוגיה של סמקטיט, המכילה כמויות גבוהות במיוחד של נתרן.

ניתן לשער שההבדלים במאספי החרסיות בתחום 11 המטרים של הגלעין, שהיו נתונים לתנאי לחץ וטמפרטורה דומים, אינם תוצאה של דיאגנזה, אלא משקפים הבדלים כימיים בתוך הסדימנטים המקוריים.

הרכב המים במערכת הירדן העליון ותרומתה לכנרת

עמיר סנדלר, לודויג הליץ, יצחק ברנר, יהודה פלד

המכון הגיאולוגי, ירושלים

יואל גייפמן - מקורות, חבל הירדן

הרכב המים של 17 תחנות דיגום שנפרסו מהבניאס ועד גשר אריק נקבע בתשעה מועדים שונים במהלך 1985-1987. הקביעה כללה מרכיבים עיקריים נוטריינטים ויסודות קורט. כל המרכיבים נקבעו במצב מומס (לאחר סינון בפילטר 0.45U) וחלקם גם במצב כולל (מיצוי בחומצה של מידגם גולמי). בנוסף, נדגמו גם מי הכנרת.

ההרכב העיקרי של מי הירדן בכניסתם לכנרת הוא סידן ביקרבונטי (לעומת הרכב נתרן כלורידי של מי האגם). הרכב זה מוכתב על ידי מי המקורות (דן ובניאס) שהרכבם אף הוא סידן ביקרבונטי כשנוספת להם תרומה יחסית של סיליקה נתרן ומגנזיום מהמים הבזלתיים וסולפט מקרקעות הכבול. השתנות המרכיבים העיקריים בזמן אינה גדולה (סטיית תקן 6-30%) בעוד שיסודות הקורט משתנים ביותר מסדר גודל (סטיית תקן 30-170%). התנודות בריכוזים יכולות להיות קצרות מועד בשל הדינמיות של המערכת ההידרולוגית. התנודות ממסכות את השינויים העונתיים וממוצע דגימות החורף דומה לממוצע דגימות הקיץ עם מגמה של עלייה בריכוזים בקיץ.

במהלך הזרימה עולים ריכוזי יסודות הקורט לעומת המקורות כשבעמק החולה מתוספים לתעלות הראשיות שפכים, ניקוזי מאגרים/ברכות דגים וניקוזי שטחים מעובדים. במים המתנקזים מקרקעות הכבול מצויים הריכוזים הגבוהים ביותר של רב היסודות. הזיהום מתרכז בתעלה המערבית שבה גם ריכוז הנוטריינטים הוא הגבוה ביותר. מאחר וזרימת מי התעלה המערבית לירדן צומצמה באמצעות מאגרים הרי שהשפעת המזהמים על הרכב מי הירדן אינה גדולה. רמת ריכוזי יסודות הקורט בגשר אריק גבוהה אך במעט (עד כ-60%) מזו שבגשר יוסף.

מהתוצאות לא ניתן להסיק כללים ברורים להתנהגותם הגיאוכימית של יסודות הקורט. לחלק מהמתכות נמצא מתאם חיובי לברזל ואילו לבורון לבריום ולסטרונציום מתאם חיובי עם מגנזיום סידן וסולפט. לא נמצא קשר בין יסודות קורט לבין נוטריינטים ופחמן אורגני (COD).

בהשוואה להרכב מי הכנרת ההבדלים הבולטים הם בריכוזי ברזל אלומיניום ומנגן גבוהים וריכוזי בורון ובריום נמוכים במי הירדן.

ההתפתחות בזמן של המונוקלינות בנגב הצפוני

עמוס סלמון וצבי גרפונקל
המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

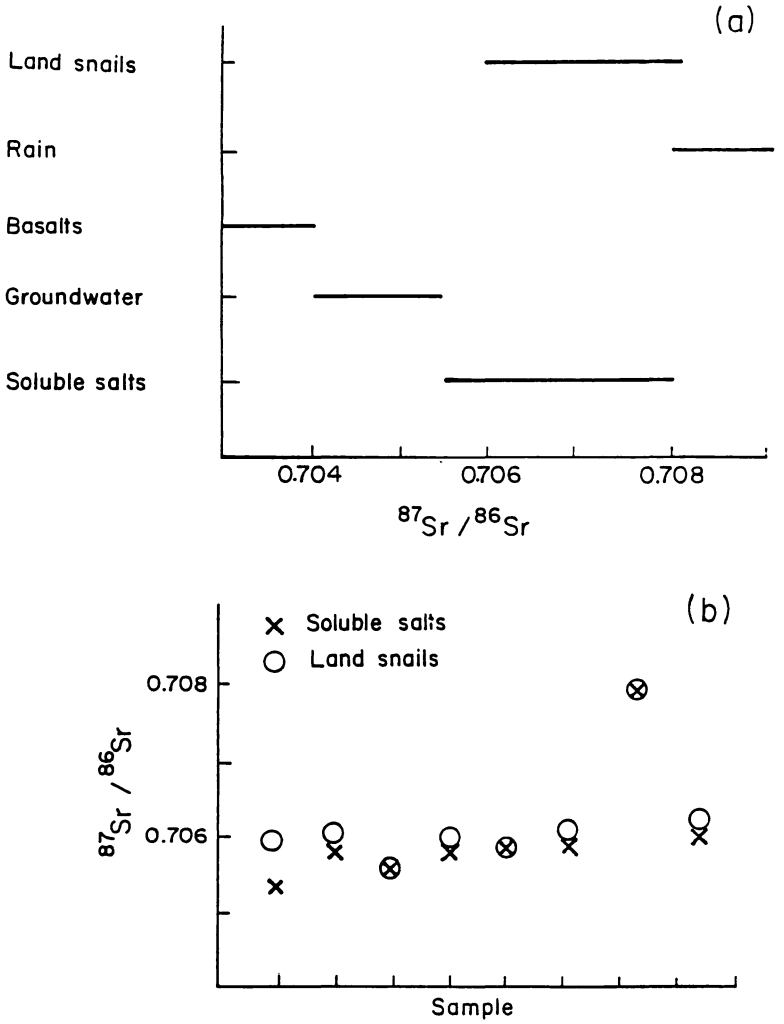
התפתחות המונוקלינות בנגב הצפוני כפי שהיא מתבטאת בנתוני השדה נידונה בהשוואה להתפתחות התאורתית הצפויה על-פי מודל גיאומטרי. נתוני השדה כוללים אי התאמות זויתיות ואירוזיביות, ושנויי עובי בתצורות אשר במהלך הווצרותן התפתח המבנה. הנתונים המשקפים את התפתחות גובה המבנה ונטיות אגפיו, מראים כי מראשית הווצרותם בתחילת הסנון ועד לסוף הקמפן השיגו המיבנים כחצי מגודלם הנוכחי. המודל הגיאומטרי מתאר את התפתחות גובה המבנה, נטית האגף התלול וההתקצרות שחלה על המבנה, כתלות בנטית האגף המתון. נראה שגובה המבנה ונטיות אגפיו מתפתחים בצורה לינארית בזמן, בעוד שההתקצרות גדלה באופן אכספוננציאלי.

שתי סיבות נראות כגורמים אפשריים להתפתחות המונוקלינות: **א.** התנועה על השבר ההפוך בתת הקרקע אשר גורמת להתרוממות המבנה והגדלת נטיות האגפים. **ב.** הצורך בספיגת התקצרות רגיונלית אשר באה לבטוי בהגדלת משרעת הקמט. אם התנועה על השבר ההפוך היא הגורם המכתיב, הרי שהמבנים התפתחו מהר בתחילת הקימוט והקצב דעך אכספוננציאלית בזמן. מאידך, אם ההתקצרות היא הגורם הקובע, אזי המבנים התפתחו בקצב לינארי עד למיוקן ומאז הקצב דעך.

לא ניתן לקבוע בוודאות אם המיבנים פעילים כיום. למרות שנראה כי מהמיוקן ההתפתחות איטית, המודל לא מאפשר להסיק אם המבנים ממשיכים להתפתח גם כעת. בהנחה שהמיבנים התפתחו בשדה המאמצים של הקשת הסורית הסוטה ב- 20 מעלות מצירי המיבנים, אפשרי שיפעלו גם בשדה המאמצים הנוכחי של ים המלח הסוטה בכמות דומה. כמו כן האזור נתון לתהליכים אירוזיביים המקשים על מציאת עדויות לפעילות נוכחית, והארועים הסייסמיים מועטים.

הופעת הלינאמנטים הצעירים באזור הסינקלינלי מול שיאי המבנים של חתירה וחצרה מראה כי קיימת פעילות מסוימת. תופעת זו אינה מאפיינת את כל המיבנים ולכן אינה מהווה עדות להמשך פעילותו של מנגנון הבלוקים הנטויים שיצר את המיבנים. בעבודה הנוכחית מוצע לראות בלינאמנטים אלו בטוי לשקיעת המונוקלינות של חצרה וחתירה אל תוך הבקע במנגנון מסוג DRAPE.

סיכום: עיקר התפתחות המונוקלינות ארעה מתחילת הסנון ועד למיוקן ומאז הם דועכים. נראה כי מנגנון הבלוקים הנטויים שבו נוצרו המיבנים אינו פעיל כיום, והם מושפעים מהפעילות בבקע תחת מנגנון מסוג DRAPE.



ציור 1. היחס $^{87}Sr/^{86}Sr$ בקונכיה של שבלול יבשה (Helix sp.) ובסביבתו הקרובה.

מקור הסידן בקונכית שבלולים החיים על בזלות (רמת הגולן)
עפ"י ההרכב האיזוטופי של סטרונציום

אברהם סטרינסקי ואריאל היימן
המחלקה לגיאולוגיה,האוניברסיטה העברית והמכון לחקר הגולן

קונכית שבלולים עשויה בעיקרה $CaCO_3$ (קלציט או ארגוניט). בשעה שבאזורים גיריים מצוי החומר בונה הקונכיה בשפע, הרי באזורי בזלות, המיגרלים של $CaCO_3$ נדירים יחסית ואינם יוצרים סלעים. במחקר הנוכחי נבדק מקור ה-Ca שבקונכיה (בשבלול .helix sp) ע"י מעקב אחרי ההרכב האיזוטופי של יסוד קורט המלווה אותו, הוא - Sr.

מקורות אפשריים ל-Ca שנבדקו ברמת הגולן הם כדלקמן:
(1) סלע הבזלת (2) מי גשם (3) מי תהום (4) מלחים מסיסים בקרקע בו חי השבלול.
ערכי $^{87}Sr/^{86}Sr$ בשבלולים ובארבעה מקורות אפשריים אלה מוצגים בציור 1a.
היחסים $^{87}Sr/^{86}Sr$ בצמדים של שבלול - מלחים מומסים מקרקע בה חי השבלול מוצגים בציור 1b. ההרכב האיזוטופי של Sr בשבלולים שונה לגמרי מזה של מי הגשם, מי התהום והמלחים שברמת הגולן ודומה לזה של המלחים המומסים בקרקע. נראה, שאם ל-Sr ול-Ca שבקונכיה מקור משותף,הרי מקור ה Ca הוא במלחים המומסים במי הרטיבות בבוץ בו חי השבלול. הערך של $^{87}Sr/^{86}Sr$ בקרקע הוא תוצאה של ערבוב Sr משני מקורות עקריים: Sr ממלחים המומסים במי גשם (0.708-0.709) ו-Sr מהסלע או מי התהום (0.703-0.7055).

משמעות גיאולוגית של החלפת קרבונט בתוך אפטיטים: הפוספוריטים של ישראל כדוגמא

(2 (1 (1

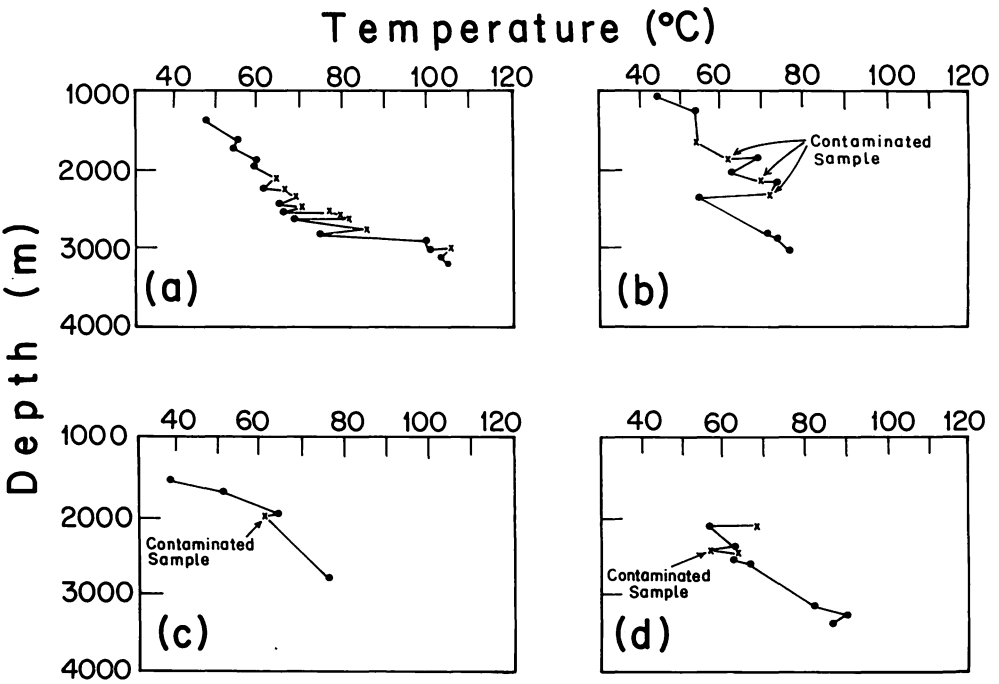
י. נתן, ד. סודרי וא. אביגור

1) המכון הגיאולוגי, ירושלים.

2) חב' הפוספטים בנגב, בע"מ.

מידת החלפת יון הקרבונט בתוך אפטיט נמדדה בתוך 177 מדגמים נבחרים של פוספוריטים מגיל סנטון עד איאוקן. התוצאות מראות שאפטיטים בלתי בלויים, ממרווחים סטרטיגרפיים שונים, מאופיינים ע"י ערכי C02 שונים, בעוד שאלה השייכים לאותו מרווח סטרטיגרפי, מאופיינים ע"י ריכוזים דומים. ככלל, אפטיטים מסלעים דלי פוספט מראים על ערכי החלפה גבוהים יותר מאלה שבסלעים עשירי פוספט; לדוגמא, אפטיטים ממישקעים עתירי קרבונט של תצורת מנוחה מכילים בממוצע C02 5.5%, בעוד שסלעי הפוספט של תצורת מישאש מראים תכולה ממוצעת של C02 3.7&. הבדלים אלה משקפים כנראה את הסביבה הדיאגנטית המוקדמת, וליתר דיוק, הם פונקציה של שינויים בהרכב המים האינטרסטיציליים.

אפיגנזה ו/או בליה, גורמים לירידה משמעותית בריכוזי הקרבונט, דבר המביא לטישטוש התמונה המקורית. יוצא איפוא, שהשימוש בערכי ה-C02 כאינדיקטור לסביבות השקעה, הינו יעיל רק במשולב עם ניתוח פטרוגרפי יסודי; זאת, על מנת להפריד בין תהליכי דיאגנזה מוקדמת, לבין תהליכים אפיגנטיים מאוחרים.



1. פירוס הטמפרטורות עם העומק בארבעה קידוחים עמוקים כפי שנמדדו בדוגמאות נוזלים ממבחנ קנה קידוח (כוכבית) או בעזרת תרמומטר מכסימום (עיגול מלא) בבוץ הקידוח.

שיטה נוספת לסינון דוגמאות מי תצורה מייצגות באקוויפרים עמוקים

רונית נתיב

מרכז סיגרם למדעי הקרקע והמים

הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים

דגימת מי תצורה מקידוחים עמוקים נעשית בדרך כלל בעזרת מבחן קנה קידוח (D.S.T) או מבחן swab, ומציבה בעיות רבות שכדוגמתן אין נתקלים בנטילת דוגמה דומה בקידוח מים שטוח בעת מבחן שאיבה ממושך. בוץ שאבד במהלך הקדיחה (LOC), תסנין הבוץ, מי נטל (cushion water), או חומצות המשמשות לשיפור התולכה בסביבת בור הקידוח עלולים לזהם את הדוגמה ולהפכה לבלתי מייצגת את מי התצורה שנבדקה.

באקוויפרים העמוקים שבנגב, היתה הטמפרטורה של מי תצורה שנדגמו במהלך מבחני קנה קידוח גבוהה תמיד מטמפרטורת המכסימום שנמדדה באותו קידוח ובאותו אינטרבל בבוץ הקידוח במהלך הקדיחה, כמודגם בקידוח קרן בשרטוט 1a. במקרים בהם נצפתה תופעה הפוכה, כמודגם, למשל, בקדוחים שריף, באר שבע וגרר (שרטוטים 1b, 1c ו-1d), הסתבר על פי מהלך המבחן כי המים שנדגמו נמהלו עם תסנין הבוץ או מי הנטל ואינם מייצגים את מי התצורה. מוצע בזאת להשתמש במדידות טמפרטורה כקריטריון נוסף לבחינת יציגותם של מים הנדגמים במהלך מבחני קנה קידוח או swab, ולהקל בכך על האיבחון של דוגמאות מזוהמות.

התנאים המתוארים להלן נראים כנחוצים ביותר כדי שסירת-עץ המצויה באזור החוף ובמים כה רדודים תעמוד בפני שני סוגי הפרוק העיקריים שנזכרו - פיסיקליים וביוכימיים כאחד:

1. קבירתה הראשונית של הסירה חייבת היתה להיות מהירה: א. הסירה, לאחר טביעתה, חדרה לתוך הסדימנט הבוצי הלא-מלוכד והרווי במים המאפיין חלקים ניכרים מקרקעית הכנרת וגם כמה מאזורי החוף שלה. ב. שקיעה מהירה של סדימנטים בסביבת הסירה, אולם לא עד כדי כיסויה המלא. נחל-צלמון היה ללא ספק התורם העיקרי של סדימנטים שגרמו לקבורתה המהירה של הסירה.

2. העובדה כי כל חלקיה של הסירה שנמצאו מעל למפלס 211מ'(-) נעלמו, בעוד אלה שמתחת למפלס זה היו מכוסים סדימנט ולכן נשתמרו, תומכת בטענתם של בן-אריה (1965) ונון (1977), כי סף-הירדן ביציאתו מהאגם לא ירד אל מתחת למפלס זה בתקופות היסטוריות. יתכן כי הסירה בחלקיה שנשתמרו, מעולם לא נחשפה לאטמוספירה בתנאים טבעיים (טרום שינויי שנות השלושים והעמקת מוצא הירדן בדגניה בכ-3 מטר). כל זאת מותנה כמובן ביציבות טקטונית של האזור הנדון.

3. השמוש שנעשה בשרף-אורן לחיזוק ולעמידות טובה יותר של עץ-הסירה, עובדה שהתגלתה עם בדיקת העץ (WHITE, בדפוס), הוכיח עצמו כיעיל ביותר להגנה על הסירה בפני גורמי פרוק שונים.

אין ספק כי השתמרות סירת-עץ בתנאים שתוארו הנה יוצאת דופן במידה רבה, אולם בגלל האופי המיוחד של הסדימנט מחד גיסא, ומהירות הצטברותו מאידך גיסא, יתכן גילוי סירות נוספות.

רשימת מקורות

בן-אריה, י., 1965. תנודות מפלס פני הכנרת. "מדע", כרך 9, עמ' 307-312.

נון, מ., 1977. הכנרת: מונוגרפיה של אגם. הוצ' הקבוץ המאוחד; 263 עמ'.

WHITE, R.,(IN PRESS). THE KINNERET BOAT ETC. ANALYSIS OF ORGANIC MATERIAL FROM VAIROUS STRAKES.

הסירה הקדומה מהכנרת - הסבות להשתמרותה

יעקב ניר

המכון הגיאולוגי

בתחילת ינואר 1986, עת מפלס הכנרת היה בשפל והגיע לרמת 212מ'(-), שפל קיצוני שלא ארע כ-50 שנה, נתגלתה סירת-עץ עתיקה ע"י משה ויובל לופן מקבוץ גינוסר. הסירה הידועה כ"סירת ישו" או "סירת הכנרת" נמצאה באזור החוף ובמרחק של כ-400מ' מדר' דר' מע' לשפך נחל-צלמון לכנרת. היא נשתמרה ברוב חלקיה והיתה שקועה בבוץ, חול וחלוקים. זמן מה לאחר גילויה נחפרה הסירה ע"י שלי וקסמן וקורט רווה מאגף העתיקות*. לאחר חפירתה וטיפול לשימורה בתנאים אטמוספיריים, העברה הסירה למוזיאון מיוחד שבחוף גינוסר ומשמשת כמוקד משיכה תיירותי-צלייני מיוחד.

הסירה נמצאה נטויה קמעה כשחרטומה, שקוע בבוץ לעומק רב יותר מירכתיה שהיו שעונים על גזע עץ כנראה כרות. חלקה העמוק ביותר של הסירה מצוי היה בעומק של כ-212מ'(-), כלומר כמטר מתחת לקרקעית האגם באזור כיום (211מ'-). כל חלקיה של הסירה אשר בלטו מעל למפלס 211מ'(-) לא נשתמרו, והיא כאילו נחתכה במישור אופקי; בעוד חלקיה אשר היו מתחת למפלס הקרקעית, כלומר בתוך הסדימנט, נשתמרו כמעט במלואם ובמצב מניח את הדעת משך אותן 2,000 השנים מאז טבעה.

אין כל ספק כי השתמרות גוף בנוי-עץ, למרות שטופל לחיזוקו בשרף-אורן, באזור הנתון להשפעת הגלים והזרמים המסיעים ומרסקים, וכן מספקים חמצן הדרוש לפרוק בקטריאלי הנה יוצאת דופן. כמו כן יש לזכור כי האזור מושפע משינויי מפלס, הנגרמים גם בעטיים של הגשמים וגם עקב ירידה כללית בבסיס מוצא(י) הירדן מהכנרת בין דגניה לבית-ירח.

---

* - המחבר לא השתתף בחפירה עצמה - החומר הבסיסי, נתוני השטח, תאור הסירה וסביבתה העברו למחבר ע"י וקסמן ורווה ולהם נתונה תודתי.

לפעילות שגם בנתה בודאי ענן אבק סמיך שגרם להפחתת קרינת השמש האפקטיבית המגיעה אל כדור הארץ. תהליך זה התרחש בתקופה בה הלך אוקיאנוס טתיס ונסגר, והשפעתו האקלימית הממתנת של הזרם האוקיאני המשווני הלכה ופחתה. אירוע זה של הפחתת קרינת השמש עשוי היה להביא להתקררות של מי האוקיאנוס ולגרום לריאקצית שרשרת שגרמה לתחילת הצטברות קרחונים בקטבים, לירידת פני הים וחוזר חלילה עד שהתפתחה התדרדרות אקלימית חמורה ביותר שהכחידה מינים רבים של יצורים וצמחים שהתקיימו לפני 56 מיליון שנה.

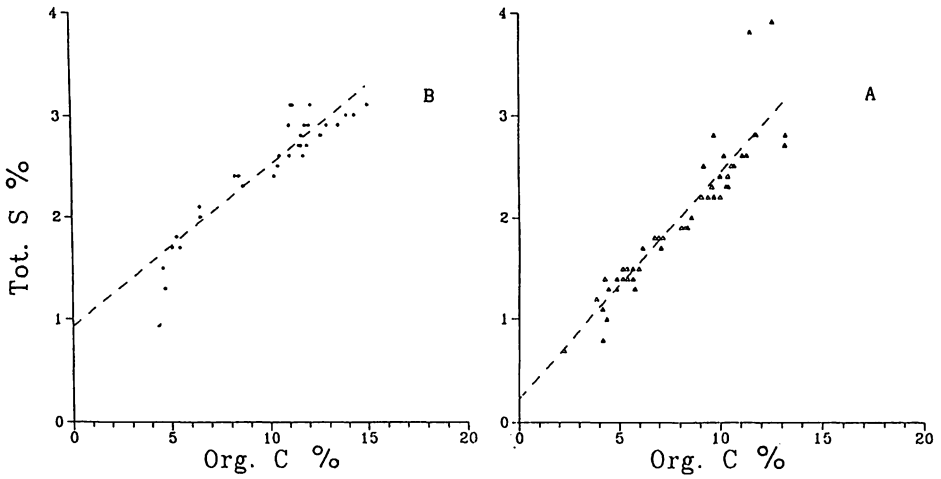
הטקטוניקה של איזור סיישל והארוע של תום הקרטיקון

יוסי מרט
המכון הלאומי לאוקיאנוגרפיה, חיפה.

פענוח חדש של נתונים גאופיזיים מאיזור האוקיאנוס ההודי המשווני המערבי מציע הסבר לארוע ההכחדה של תום הקרטיקון. הניתוח הטקטוני של איזור סיישל -מסקרן מבהיר את הסיבות למיקומו יוצא הדופן של הגוש המגמתי הפריקמברי של סיישל בלב איזור הבזלות האוקיאניות של מערב האוקיאנוס ההודי. הוא מסביר כמו כן את ההעתקות של ציר התפשטות קרקעית הים והשפעותיהן על ההצטברויות העצומות של הבזלות ברמות הימיות של האוקיאנוס ההודי המערבי.

איזור האיים ומדפי היבשת של סיישל ומסקרן מהווים סדרה של איזורים ימיים רדודים וגדולי ממדים עם איי קטנים במקומות, הבונים מערכת ענק של רמות אוקיאניות קשתיות במערב האוקיאנוס ההודי המשווני (ציור 1). רוב האיים באיזורי סיישל ומסקרן מכוסים בשכבה בלתי מלוכדת של חול, טין ושברי קונכיות, אולם למרות קרבתם הגאוגרפית והדמיון בכסוי החולי, שונים איזורי סיישל ומסקרן זה מזה מבחינה גאולוגית באופן משמעותי. איזור סיישל בנוי ברובו על תשתית של סלעים מגמתיים חמוצים פריקמבריים ובמקומות נמצאו מחשופי גרנו-דיוריט אאוקני. איזור מסקרן, המצוי מדרום לאיי סיישל, בנוי מבזלות מגיל מאסטריכט מאוחר ופלאוקן קדום. גם האגנים האוקיאניים המצויים סביב לאיזור סיישל - מסקרן נוצרו בתקופות שונות המבטאות את המורכבות של תהליכי התפשטות קרקעית הים באוקיאנוס ההודי המערבי. גילו של האגן הסומאלי, הממוקם מצפון מערב לאיי סיישל, הוא יורא מאוחר - קרטיקון קדום, ונוצר כתוצר של הפרדות גוש מדגסקר - הודו מהגוש האפריקני. אגן מסקרן, המצוי מדרום מערב לאייסיי של, נוצר בקרטיקון הקדום והתיכון כתוצר של התפשטות קרקעית הים בין הודו ומדגסקר. התפתחות האגן של צפון מערב האוקיאנוס ההודי, המפריד בין רמת סיישל- מסקרן לבין רמת צ'גוס - לקדיב (ציור 1), החלה בפלאוקן הקדום לאחר העתקתו של הרכס המרכז-אוקיאני מזרחה והיא נמשכת בהווה. הסלעים המגמתיים החמוצים הפריקמבריים של איזור סיישל הם חלק מהמסיב הגונדבני הגדול. עיצובו הטקטוני של איזור סיישל החלה עם הפרדתו של גוש הודו - סיישל מגוש אפריקה - מדגסקר, בסנון הקדום או התיכון (ציור 1). שלב טקטוני נוסף חל בין הודו וסיישל במאסטריכט המאוחר ובפלאוקן הקדום, כאשר מרכז ההתפשטות האוקיאני העתיק את מיקומו אל ממזרח לסיישל. עדויות רבות מורות כי העתקה זו היתה מלווה בפעילות וולקנית נמרצת, שבנתה רמות בזלתיות משני עברי הרכס של מרכז האוקיאנוס ההודי: רמת מסקרן ממערב, ורמת צ'גוס - לקדיב ממזרח, וכן את שפכי הבזלותהנרחבים של רמת דקאן בהודו.

הפעילות הוולקנית הקשורה בהעתקת רכס מרכז האוקיאנוס ההודי בסוף המאסטריכט היתה כנראה בעלת משמעות סביבתית ניכרת. כמות עצומה של בזלתהצטברה מקרקעית האוקיאנוס ועד פניו בשתי שלשלאות ענק, שאורכן כ-2000 ק"מהאחת, רחבן כ- 300 ק"מ והן התנשאו יותר מ-, 4,000 מ' מעל קרקעית הים. הצטברות בזלתית בכמויות כאלה עשויה היתה להתשך מאות אלפי שנים, והיתה קשורה



n = 33 ρ = 0.915
Tot. S % = 0.929 + 0.157 C %

n = 55 ρ = 0.928
Tot. S % = 0.221 + 0.225 C %

ציור 1: A - תוצאות של דוגמאות מתצורת מישאש, סינקלינת אורון. B - תוצאות של דוגמאות מתצורת ע'רב, סינקלינת אורון. n = מספר הדוגמאות. ρ = מקדם המתאם.

מראי מקום:

Berner, R. A. (1970) Sedimentary pyrite formation. Am. Jour. Sci., 268: 1-23.

Berner, R. A. and Raiswell, R. (1983) Burial of organic carbon and pyrite sulfur in sediment over phanerozoic time. Geochim. et Cosmochim. Acta, 48: 605-615.

Francois, R. (1987) A study of sulphur enrichment in the humic fraction of marine sediments during early diagenesis. Geochim. et Cosmochim. Acta, 51: 17-27.

Leventhal, J. S. (1987) Carbon and sulfur relationships in Devonian shales from the Appalachian Basin as an indicator of environment of deposition. Am. Jour. Sci., 287: 33-49.

Raiswell, R., Buckley F., Berner, R. A. and Anderson, T. F. (1988) Degree of pyritization of iron as a paleoenvironmental indicator of bottom-water oxygenation. Jour. Sedim. Petrol., 58: 812-819.

Vairavamurthy, A. and Mopper, K. (1987) Geochemical formation of organosulphur compounds (thiols) by addition of H2S to sedimentary organic matter. Nature, 239: 623-625.

יחסי פחמן אורגני וגפרית במסלע מועשר בחומר אורגני מגיל סנון בישראל - אינדיקטור לאיפיון סביבת השקעה

צבי מינסטר, יעקב נתן - המכון הגיאולוגי
עקיבא פלכטר - אוניברסיטת תל-אביב
אריאלה רווה - פמא

בשנים האחרונות נעשה שימוש גובר והולך ביחסי פחמן אורגני וגפרית ככלי עזר לשיחזור סביבות השקעה. Leventhal (1979) ו- Berner & Raiswell (1983) השתמשו בתכולת הגפרית הסולפידית לחישוב היחס בעוד ש- Leventhal (1987) השתמש בתכולת הגפרית הכללית. Leventhal (לעיל) הראה כי ברגרסיה לינארית של נתונים מסביבות שונות מתאפיינות סביבות נורמליות (מאווררות) בחיתוך הגרף בסביבות ראשית הצירים בעוד סביבות מוגבלות (אאוקסיניות) מתאפיינות על ידי חיתוך של ציר ה-S. נקודת החיתוך המתקבלת בדוגמאות מקרקעית הים השחור היא בערך של כ-1.3% S, בקרוב.

בעבודה הנוכחית נעשה שימוש בתכולת הגפרית הכללית, וזאת משני טעמים: 1) תכולת הברזל לאורך החתך הנבדק היא נמוכה, במיוחד בתצורת מישאש, ומביאה לריכוזי פיריט נמוכים בדרך כלל. לאור זאת השימוש בערך הגפרית הפיריטית לחישוב היחס עלול להביא לסטיות של ממש בשל אי-דיוקים אנליטיים. 2) ריכוז ה-S של המקטע האורגני הוא גבוה במיוחד (כ-10%) ותורם את עיקר תכולת הגפרית בדוגמאות. מקורו הוא, קרוב לודאי, בתגובה בין H_2S, הנוצר מחיזור בקטריאלי, לבין החומר האורגני הסדימנטרי, בשלבים דיאגנטיים מוקדמים (Francois, 1987; Vairamurthy & Mopper, 1987). עם זאת יצוין כי בשימוש בערך הגפרית הכללית עלולות להיגרם סטיות בשל תכולת הגבס.

יחסי S/C, שנבחנו בלמעלה מ-300 דוגמאות, מראים הבדל ברור בין האוכלוסיה של המסלע העשיר בחומר אורגני מגיל קמפן (ציור 1, A) אשר לגרף שלה חיתוך בקרבת ראשית הצירים, לבין הדוגמאות מגיל מאסטריכט אשר להן חיתוך גבוה יותר על ציר הגפרית (ציור 1, B). מוצע, איפוא, כי המשקעים המועשרים בחומר אורגני מגיל מאסטריכט הורבדו בסביבה ימית מוגבלת, דלת חמצן (במקומות אפילו אנאוקסית, בנוכחות H_2S), בעוד המסלע המועשר בחומר אורגני מגיל קמפן הושקע בתנאים מאווררים יותר, בנוכחות חמצן. לעתים בכמות מוגבלת. בנוסף לכך נמצאו הבדלים, של ממש ביחסי C/S בתצורת ע'רב באזנים שונים; כך למשל נראה כי תנאי סביבת ההשקעה באזן הרטוב היו פחות מוגבלים (אנאארוביים) מאשר באזן של מישור רותם. דרך נוספת להבדיל בין סביבות השקעה אוקסיות ואנאוקסיות היא באמצעות "דרגת הפיריטיזציה" (Degree of Pyritization, Berner, 1970; Raiswell et al., 1988) או בקיצור - DOP. ערך זה מוגדר כריכוז הברזל הפיריטי בדוגמא מחולק בסכום הפרמטרים ברזל פיריטי + ברזל מסיס ב-HCl. באופן גס ניתן לומר כי ערכי DOP קטנים מ-0.4 מצביעים על תנאים אארוביים בעוד שערכי DOP גבוהים מ-0.7 מייצגים תנאים אנאוקסיים; ערכי ביניים מבטאים תנאים מוגבלים. חישובים אחדים של ערכי DOP לגבי דוגמאות מתצורות מישאש וע'רב מראים התאמה לתוצאות שנתקבלו מיחסי S/C.

סקר מוקדם למניעת ארועי זיהום של מי שתיה

קריטריונים הידרוגיאולוגיים והערכה ראשונית

של סיכוני הזיהום בקדוחי אבן

חיים מיכלסון, משה בוטבול, אברהם מרכדו
תכנון המים לישראל בע"מ

העבודה הנוכחית מציגה את הערכת סיכוני הזיהום המיקרוביאלי של קידוחי אבן במדינת ישראל המשמשים לאספקת מי שתיה. עבודה זו הוכנה ע"י חברת תה"ל - תכנון המים לישראל, כחלק מ"סקר מוקדם למניעת אירועי זיהום מי שתיה", שבהזמנת נציבות המים.

מסקנות והמלצות

1. מימצאי הסקר מצביעים על הפגיעות הגבוהה של קידוחי אבן המספקים מי שתיה. כאשר כ-40% מהם הוגדרו כבעלי פוטנציאל זיהום גבוה עד בינוני, בהסתמך על תכונותיהם ההידרוגיאולוגיות וסמיכותם למקורות זיהום.

2. עם התרחבות תחומי הישובים והתרבות מספר מתקני הטיהור ומאגרי הקולחים, מספר הקידוחים המועדים לזיהום עלול לגדול במידה ניכרת, שכן רק כ-30% של הקידוחים מוגנים היטב בפני חדירת מזהמים ע"י אופי החתך הגיאולוגי.

3. נתונים ראשוניים שאספנו לגבי ארועי זיהום בקטריאלי מצביעים על כך שהערכות אלו רחוקות מלהיות היפוטטיות. ב-10 השנים האחרונות נרשמו כ-600 ארועי זיהום חריגים בכ-20% של קידוחי האבן של חברת מקורות. נתונים חלקיים של משרד הבריאות מצביעים על היקף זיהום גבוה יותר בקידוחי המיגזר הפרטי.

4. מימצאים אלה מחייבים פעולה דחופה של משק המים ומוסדות הבריאות למנוע הידרדרות נוספת באיכות מי השתיה של קידוחי האבן. מוצעות לצורך כך הפעולות הבאות:

   - סקר מפורט של כל קידוחי האבן, שיכלול בין היתר איתור ומיפוי מקורות זיהום פוטנציאליים ברדיוס של עד 1 ק"מ.
   - תכנון וביצוע של פתרונות לסילוק וצמצום מפגעים.
   - תכנון וביצוע מתקני טיפול במים (בעיקר חיטוי) בקידוחים בהם לא קיימת אפשרות סבירה לסילוק המפגעים.
   - אכיפה של הקריטריונים המוצעים כאן, ואחרים במסגרת התכנון והביצוע של קידוחים ומתקני ביוב חדשים.
   - עיבוד סטטיסטי מתקדם של אירועי זיהום שנרשמו בקידוחי הפקה.

עוד פן של גיאולוגיה כלכלית: תיירות ונופש עתירי מדע

עמנואל מזור
הקבוצה הגיאואיזוטופית, מכון ויצמן למדע
ניר אורין
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

העומד מן הצד יכול להבחין במגמה מוזרה קצת במדיניות המאמצים בענף הגיאולוגיה הכלכלית בארץ: עד כה השקיעו רבות במה שאין, או יש בצמצום: ברזל, נחושת, נפט, זהב ושאר דברים של ארץ אלדורדו. ולעומת זאת התעלמו לחלוטין מן המשאבים הבטוחים והגלויים - פיסות הארץ הייחודיות אשר לנופיהן וסלעיהן פוטנציאל תיירותי בלתי נדלה.

כמו בכל מחצב כלכלי, כן גם בתיירות, ניתן לשווק את החומר הגולמי כמות שהוא, אך ניתן גם לבסס עליו תעשיה ענפה ולמכור מוצרים מתוחכמים עתירי ערך מוסף.

נופים עוצרי נשימה ותופעות טבע מעניינות אפיינו אזורים נרחבים בארצות הברית אך רובם הפכו לאזורי בניה, חקלאות, ייעור ומרעה. אחדים קבלו ממשק מיוחד וערכם לא יסולא כיום בפז: היש מחיר לפארקים הלאומיים של ילוסטון, יוסמיטי או צִיון? הניתן לתאר כיום את כלכלת ארה"ב (וחיי התרבות הלאומיים) ללא רשת הפארקים, מונומנטים ומוזיאונים גיאולוגיים? ואנו יושבים בצד ונותנים לאוצרות הבאים לחמוק מבין ידינו: פארק וולקני בגולן, שמורת טבע קרני חיטין (הר הגעש, אם החיטה), שמורת חוף הבונים (פוטנציאל מוכר?), שמורת השונית המאובנת בנחל המערות, פארק המלח בהר סדום, אתר הקניון הקבור בבאר-שבע ופניני תיירות וכלכלה דומות. המכתש הקטן והמכתש הגדול זנוחים, בבקע המפשים אולי עלי אדמות אין מאומה ועוד ועוד.

לאחרונה הוגשה תכנית אב למארג תיירות-נופש-מדע-אומנות (תנמ"א) בנגב. התכנית מבוססת על רשת של פארקים ושמורות גיאולוגיות ייחודיות, כל אחת שונה מרעותה, ולידן מתקני תיירות ונופש ומערכי הדרכה פעלתנית ברמה גבוהה, לכל גיל ובכל שפה. החיזה היא שמארג התנמ"א יהפוך את הנגב לאסם תרבות אשר יפרנס את תושבי האיזור בכבוד ויביא לארץ תוספת של כשלושה מיליון ימים (ולינות) של תיירות בשנה, ותעסוקה לכדי 140 אקדמאים במשרות הדרכה ומחקר.

למגמה זו השלכות מעשיות: המכון הגיאולוגי מן הדין שיאמץ את נושא הפיתוח של פארקים ושמורות גיאולוגיות בעלות מגמות תיירותיות, כפי שהוא מטפל בשאר ענפי הגיאולוגיה הכלכלית. ובמוסדות האקדמאיים מתבקשת הכללת נושאי ההדרכה בתכנית הלמודים, שכן יש להביא לאקדמיזציה של ההדרכה במקצועות השדה.

אתגר החומש הקרוב לגיאולוגים הינו הצלת כברות ארץ ייחודיות והפיכתן למוקדי מחקר בצד אתרי תיירות שוקקים.

מסקנות

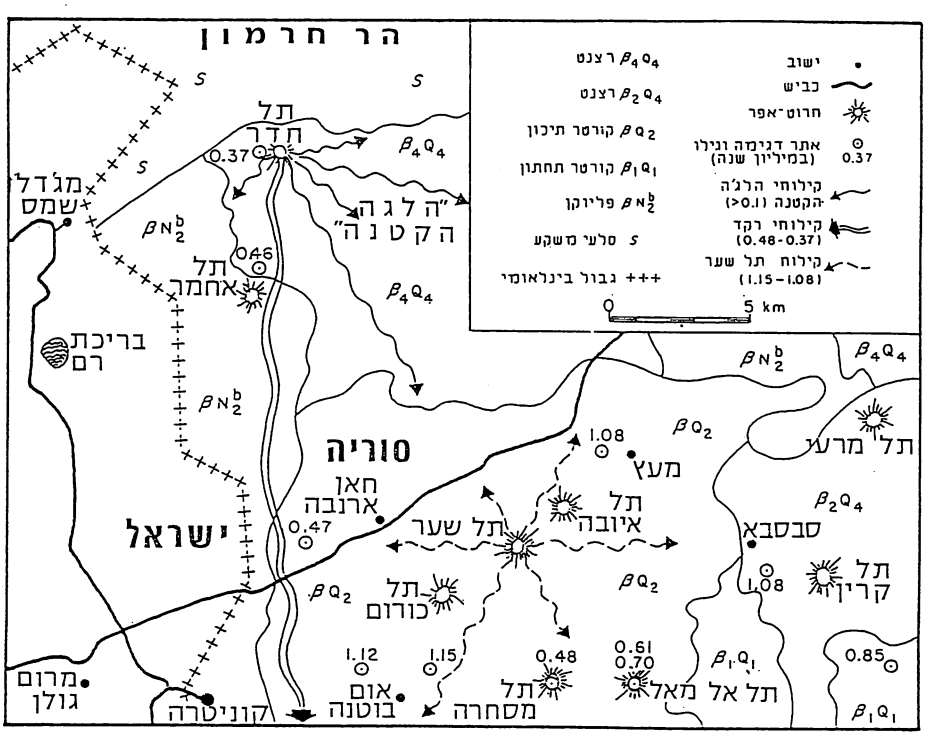
1. כל הוולקניזם שנבדק באיזור האמור הוא פליסטוקני, וגילו צעיר מ-1.5 מיליון שנה, כמו בצפון הגולן. היחידה הוולקנית הפליוקנית, שסומנה ע"י פוניקרוב וחבריו במערב איזור זה ובכל צפון רמת הגולן - אינה קיימת (פרט לשטח קטן בהר רם, מור 1986).

2. אותרו 4 אירועים וולקניים עיקריים:
צעיר מ-0.1 מ.ש. - תצורת לג'ה (לא נמדדה במסגרת עבודה זו).
0.47-0.37 מ.ש. - תצורת גולן.
0.85-0.61 מ.ש. - תצורת אורטל (חלק עליון).
1.15-1.08 מ.ש. - תצורת אורטל (חלק תחתון).

3. חרוט הלבה הראשי באיזור, שבמרכזו נמצא תל שער - נבנה באירוע הראשון, לפני 1.15-1.08 מיליון שנה. ארבעה חרוטי-אפר היושבים על שיפוליו נבנו באירוע השני, לפני 0.85-0.61 מיליון שנה.

4. חרוט חאדר נבנה לראשונה באירוע הוולקני השלישי, לפני 0.47-0.37 מיליון שנה. קילוח לבה גדול שפרץ בעברו הדרומי זרם כלפי דרום ומילא אפיק קדום, בין חרוטי האיזור וחרוטי הגולן. בהמשכו נפלה הלבה אל תוך קניון הנרקד הקדום (מול רמת מגשימים) בואכה בקעת כנרות. אורך הקילוח כ-90 ק"מ.

5. באירוע הוולקני הרביעי, לפני פחות מ-100,000 שנה, התפרץ תל חאדר פעם נוספת: קילוחי לבה גדולים ("הלג'ה הקטנה") פרצו ממנו לכיוונים שונים, ובעיקר למזרח, מהכר כ-40 ק"מ.



המפה הגיאולוגית של אזור ה"מובלעת". היחידות הוולקניות המסומנות הן על פי החלוקה הסטרטיגרפית של Ponikarov et al., 1963-4.

גילי K-Ar של הוולקניזם בדרום-מערב סוריה (איזור "המובלעת")

ד. מור(1), נ. שולמן (2), ג. גבירצמן (1), ג. שטייניץ(1)

(1) - המכון הגיאולוגי, ירושלים
(2) - המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

בתקציר זה מוצגים גילי K-Ar של דוגמאות בזלת שנאספו ב-1973/4 בדרום-מערב סוריה (איזור "המובלעת" שלאחר מלחמת יום כיפור). פרט לחלקו הצפוני, בו מתנשא החרמון הסדימנטרי - בנוי רוב רובו של האיזור מפלטו וולקני המשתפל בהדרגה מתל חאדר שבפינתו הצפון-מערבית (1,475 מ' מעפה"י) לכיוון דרום ולמזרח (900-800 מ' מעפה"י). פלטו זה בנוי ממספר חרוטי-לבה נרחבים ובעלי מדרונות מתונים, כאשר על כל אחד (במרכזו ולפעמים על שוליו) נמצאים חרוטי-אפר תלולים. קילוחי-לבה צעירים מכסים לעיתים את מדרונות חרוטי-הלבה, או עוברים ביניהם.

Dubertret (1960) מיפה את חלקו הצפוני של האיזור. Ponikarov et al (1963-4) מיפו את כל האיזור בקנה מידה 1:200,000 על סמך קריטריונים מורפולוגיים. לדעתם נחלקת הבזלת באיזור זה ל-5 יחידות, מפליוקן עד רצנט (ראה מפה).

לאחרונה בוצעו 11 מדידות בשיטת K-Ar על דוגמאות בזלת והגילים שהתקבלו מאפשרים קורלציה עם הוולקניזם של הגולן. כמו כן נמדד מחדש גילו של אתר חמת גדר באפיק הירמוך בתחום ישראל. התוצאות מפורטות להלן:

אתר	הסלע	מבנה וולקני	מס' מדידות	גיל (מ.ש.)	תצורה (בהשוואה לגולן)
תל חאדר	בזלת	חרוט-לבה	3	0.37	
תל אל אחמר	"	קילוח	3	0.46	תצורת גולן
סכר ארנבה	"	"	3	0.47	(בזלת רקד)
חמת גדר (ישראל)	"	"	3	0.48	
תל אל מאל	סקוריה	חרוט-אפר	3	0.61	חלק
" " "	בזלת	"	3	0.70	עליון
תל מסחרה	"	"	3	0.84	
תל ענתר	סקוריה	"	3	0.85	תצורת
צומת מעץ	בזלת	חרוט-לבה	3	1.08	אורטל
סבסבא	"	"	4	1.09	
רסם שרידה	"	"	5	1.12	חלק
אום בוטנה	"	"	4	1.15	תחתון

הארות בדבר השוואות סטרטיגרפיות

גוידו מנחם מארטינוטי
המכון הגיאולוגי

קיימות הרבה יחידות סטרטיגרפיות. הן מאורגנות בסכימות רבות, ומתיחסות לאזורים שונים ולשיטות סטרטיגרפיות שונות. כתוצאה מכך, לקט המונחים הסטרטיגרפיים נעשה כה מסורבל ומפורט יתר על המידה, עד שהחוקר יוצא נבוך כאשר נזקק להם בהשוואה בין חתכים סטרטיגרפיים שונים. נכון שקיימים לוחות השוואה בין סכימות סטרטיגרפיות שונות; אך אינם מקלים בהרבה, גם משום שבדרך כלל אינם מביאים פרטים מספיקים על המרקרים אשר מאפשרים את הגדרת הגבולות בין היחידות הסטרטיגרפיות.

לכן, במידת האפשר כדאי לפשט ולאחד את מדריך המונחים הסטרטיגרפיים, לא להשתמש במונחים מקומיים, ולהעדיף סכימות סטרטיגרפיות בינלאומיות על המקומיות. כך, גם הסטרטיגרפיה המקומית תהיה יותר מובנת, וההשוואה בין חתכים סטרטיגרפיים שונים קלה יותר.

הדבר מוסבר באמצעות דוגמאות סטרטיגרפיות מהשלישון הים-תכוני.

חפושי נפט ברמת הגולן

פול מאי
ת.ד. 1853 ירושלים

חיים שולמן
חפושי נפט (השקעות) בע"מ

חיפושי הנפט ברמת הגולן התחילו בשנה 1983 עם ביצוע קו סייסמי ניסיוני ובעקבותיו סקר סייסמי כללי על מישור רמת הגולן כולו.
עדיין לא נקדח קידוח מבחן.
הפרוספקטים שתוכננו עד כה, מיועדים לבדיקת מבנים בעומק 2200 עד 2500 מ' אשר זוהו כשוניות בתצורת זוהר שבירא התיכון. נקבוביות, אם קיימת בשוניות עשויה להיות אטומה על ידי פצלי כידוד. תבליט המבנים השונתיים בערך 50 מ', ונתן למפות אותם בשטח של 45 קמ"ר, שמשתרע במרכז הרמה ובשוליה לקראת בקעת הירדן - ים המלח. הסגירה האפקטיבית של המבנים נוצרת על ידי מבנה השוניות ובהעתקת שברים. אזור נקבובי (נקבוביות ווגית, אבן-גרגר (GRAINSTONE) דולומיטית) המיוחס לשוניות מצוי ממערב לבקע הירדן - ים המלח בקידוחי אל מונטר 1 ויריחו 1.
תופעת שוניות עמוקה יותר נרמזת בתצורת שריף התחתונה בעומק 2500 - 2900 מ'.
יעד פוטנציאלי עמוק לגז נמצא בקרבונטים טריאסיים בעומקים 4900 - 6000 מ'.
בהקשר לזה נציין שגז וקונדנסט מופקים מקרבונטים טריאסיים באזור פלמירה שבסוריה. יתכן שהגולן ממוקם בהמשך של דרום מזרחי בקע פרמו-טריאסי. אף על פי כן אותר עד כה פרוספקט מבני בגולן ליעדים פרי-יוראסיים.
סלעי המקור פוטנציאליים כוללים פצלים ואבני גיר טריאסיות. אלה הגשימו מטורציה עד לשלב של גז וקונדנסט. פחמימנים הנובעים ממקור זה עשויים להלכד בשכבות טריאסיות תחת אטימה של סלעים אבפוריטיים. אבני גיר ופצלים של היורא התחתון והתיכון מהווים מקורות פוטנציאליים לנפט שעשוי להילכד בסלעי המאגר הקרבונטיים שמתחת לפצלי כידוד. שכבות מקור נוספות הן חוואירים בוטומניים של הקרתיקון העליון בבקעת הירדן - ים המלח, ששקעו לעומק של מטורציה. נפט וגז הנובעים משכבות מקור שבבקע עשויים לנוע לתוך מלכודות שבסלעים יורסיים וקרטיקוניים לאורך השוליים המערביים של רמת הגולן. החוואירים של הקרטיקון העליון לא הגשימו מטורציה באזור הרמה, ותופעות של נפט שניצפו בבאר מים בדרום הגולן חן כנראה תוצאה של חימום וולקני מקומי.

שבירה הפוכה בזוית נמוכה בהר חרמון:

היתפוזת עבודה

פול מאי

ת.ד. 1853, ירושלים

המפוי של דוברטרה לאורך מורדות הר החרמון, (מספר קילומטרים ממזרח לקו הפסקת האש הנוכחית) נהדפו מעל שכבות של קרטיקון תיכון, קרטיקון עליון ואאוקן. שכבות הפוכות קרטיקוניות נצפו באותו השטח. במבט מזרחה מפסגת החרמון לכיוון בית ג'ין רואים שלושה קימוטים חריפים בשכבות היורה והקרטיקון המעידים על רובד דק שעבר קומפרסיה לטרלית.

מבנים הקשורים לשבירה הפוכה אינם נצפים בצד הישראלי של הגבול, במקום זה השכבות נוטות כלפי דרום-מזרח, אל מתחת לכסוי הבזלות. גם בסקר הסייסמי של חנ"ה לא נצפו שברים הפוכים. בגלל איכות הגרועה של הנתונים הססייסמיים בצפון הגולן אין לשלול את קיום השבירה ההפוכה, אלא במערב הגולן סמוך לבקע.

לפי שיקולים רגיונלים ואיסוסטטיים סביר להניח ששבירה הפוכה בזוית נמוכה קיימת בהר חרמון ובצפון רמת הגולן, למרות שלהוכחת קיומה יש צורך בבדיקה נוספת של נתוני השדה והגיאופיסיקה. קיומה של שבירה הפוכה היא בעלת חשיבות לגבי חיפושי נפט בצפון הגולן. בהעדרותה, הסיכוי קלוש לקיום מבנים פרופסקטיביים, מאידך אם היא אכן קיימת, ניתן למצוא מבני מלכודת ברובד הסדימנטרי העליון, והמטורציה של פחמימנים מתחת להעתק תהיה מוגברת.

פתרונות אפשריים הם:

1) קיומה של שבירה "עיוורת" (שלא יוצאת לפני השטח), שבה ההעתקה נקלטה בתופעות קומפרסיונליות זעירות ומבני קשקשת; ההעתקה הולכת ונעלמת בכיוון דרום-מזרח בתזוזות על מישורי השיכוב.

2) ההעתקה מתגברת כלפי צפון-מזרח ומתאפסת בקצה המערבי.

3) חלק ניכר של השבירה ההפוכה עובר דרך אבני הגיר היוראסיות בהר החרמון, ומשום כך, המורדות הדרומיים של ההר שייכים לתת-רובד, או לפרוסה של מבנה קשקשת.

סדימנטציה דיסאוכסית בקנומן-טורון של ישראל

1. ש. ליפסון בניתאח ; 2. ע. פלכסר; 3. א. רוזנפלד;
3. א. הוניגשטיין; 3. ב. קונוואי; 4. צ. ארז

1. המכון הישראלי לנפט ואנרגיה, תל-אביב
2. החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב
3. המכון הגיאולוגי הישראלי, ירושלים
4. האוניברסיטה הפתוחה, תל-אביב

סדימנטציה דיסאוכסית התרחשה בישראל בזמני קנומן-טורון בסמוך לקצה מפתן היבשת הקדום. הסדימנטים הצטברו בארבעה תת-אגנים חצי סגורים שהיו קשורים לים הפתוח במערב (תרשים 1)*.

סדימנטים אלה (תצורת דליה) מאופיינים כחוארים פיריטיים ביטומיניים עם אינטרקלציות ריתמיות של פצלים שחורים עלעליים המכילים חומר אורגני (2-1%).

חלק נכבד של החומר האורגני מועשר בצורה יוצאת דופן בציסטות של דינופלגלטים. חומר ספרופלי זה הושקע במים שקטים בתנאי חוסר חמצן בשולי הפלטפורמה הימית הרדודה. ריבוי הציסטות ושימורם, מציאת קליפות כיטיניות של פורמיניפרה ואוסטרקודים פירטיים, מעידים על תנאים מחזרים, ועלית זרמים.

התקופה הדיסאוכסית ניתנת לחלוקה בעזרת פורמיניפרה ואוסטרקודה לארבע פרוסות זמן:א. קנומן המוגדר על ידי ROTALIPORA CUSHMANI ZONE. ב. המעבר קנומן-טורון המוגדר על ידי WHITEINELLA ARCHAEOCRETACEA ZONE . ג. טורון תחתון-תיכון המוגדר על ידי HELVETOGLOBOTRUNCANA HELVETICA AND CYTHEREIS RAWASHENSIS KENAANESIS ZONES . ד. טורון עליון המוגדר בעיקר ע"י OERTLIELLA DEXTROSPINATA ZONE.

הנדידה צפונה עם הזמן של הפאציאס הדיסאוכסי קשורה להתקדמות הטרנסגרסיה העולמית שגרמה להצפה של האגנים העמוקים אצלנו מחוץ למפתן היבשת תחילה, ורק לאחר מכן חלה הצפה של האגנים שעל פני הפלטפורמה.

מוצע שהשילוב של אירועים אוקיניים עולמיים (עליית זרמים, הגברת אזור מדולל החמצן) יחד עם שינויים מקומיים באקלים, טקטוניקה וולקניזם, אחראים להשקעה ולתפוצה של הסדימנטציה הדיסאוכסית הנודדת במרחב (מדרום לצפון) ובזמן (מקנומן לטורון).

כללית, משך התקופה הדיסאוכסית בישראל מתאים למשך התקופה בעולם בזמן קרטיקון תיכון (האירוע האנוכסי האוקיני-2), אלא שבישראל גורמים מקומיים האריכו קמעה את משך התקופה.

---

* התרשים מצוי בתקציר האנגלי.

תורת השדות הדואליים בארץ משוכבת

דן לבנטל

הפקולטה למדעים מדוייקים ע"ש ריימונד ובברלי סאקלר,
החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים
אוניברסיטת תל-אביב
רמת אביב 69978

בהרבה מדידות הנעשות בפיסיקה מתמטית אנו מבחינים בשני שדות משלימים ורציפים המתעוררים על ידי אותו מקור עצמו. כך הוא הדבר בשדות החשמליים הנשלטים על ידי משוואות מקסוול. באקוסטיקה ממלאים שדה הלחץ ושדה מהירות החלקיק כזו מערכת דואלית.

היחס בין שני השדות הטרנזינטים ידוע כאימפדנס (עכבה) ומהווה את תגובת היחידה של המערכת הדואלית.

אנו מציעים להסתכל על השדות הגרביטציונים כלומר - הכוח והתאוצה, כמערכת של שדות דואליים. כפי שרזיסטורים (נגדים) מוגדרים כיחס בין השדה החשמלי לשדה המגנטי כך אנו מגדירים את המסה כיחס בין שדה הכח לשדה התאוצה. במרחב אין סופי, המסה החדשה זהה לאימפדנס האופייני ומתאחדת עם מושג המסה המסורתי. אולם אם המדידות נעשות מעל גוף לא הומוגני המורכב ממספר שכבות אופקיות מעל חצי מרחב אין סופי - המסה החדשה תשתנה עם התדירות.

בתדירויות גבוהות המסה הנראית תשאף למסה של השכבה בה ממוקם הקולט.

בתדירויות נמוכות המסה הנראית תשאף לצפיפות המסה של חצי המרחב התחתון. באופן כללי המסה תהיה מושפעת על ידי שכבות רדודות ועמוקות.

ב)בנוסף לתופעות הגרבניזציה פעלו באזור אינברסיות משני סוגים- 1) טילט ו-2) ורטיקלית. דוגמאות לאינברסית הטילט מהוות היתד של תצורת גוונים המתעבה לכיוון דרום-מזרח והיתד של הקרתיקון התחתון אשר מתעבה כלפי צפון-מערב. אינברסיה ורטיקלית ארעה כידוע בסוף הקרתיקון כאשר הגרבנים הפכו לבלוקים מורמים וההורסטים הפכו לבלוקים ירודים אשר עליהם שקעו סדימנטים סינקליניליים בדרך כלל עשירים בחומר אורגני.

ניתן לומר שהמגמה הכללית של המשך חיפושי הנפט תיקבע ע"י ממצאי החקר האגני אשר כתוצאה ממנה יאותרו האזורים המבטיחים ביותר. הקדיחה תהיה סלקטיבית כאשר היא מהווה את השלב האחרון בתהליך האקספלורציה אשר תחילתו במחקר הרגיונלי וסופו לאחר שלבי ביניים בסימון אתרי קדיחה נבחרים.

בנוסף לחקר האגני חברת חנ"ה ביצעה בשנתיים האחרונות סקרים ואינטרפרטציות סייסמיים מעמיקים בבקעת ים-המלח. בשלב זה מכינים את הפרוספקט הראשון אשר יהיה מוכן לקדיחה בשבועות הקרובים.

פרוספקט קדיחה נוסף הושלם באזור פלמחים, מצפון לזכיון אשדוד במישור החוף. פרוספקט זה מצוי בקצה המזרחי של הבלוק של חלץ בדומה לשדות הנפט של חלץ, ברור כוכב ואשדוד.

תוצאות הניתוח האגני שנערך ע"י חברת חנ"ה והשפעותיהם על המשך חיפושי הנפט והגז בישראל

צפניה כהן
חיפושי נפט (השקעות) בע"מ

חברת חנ"ה עוסקת זה מספר שנים בניתוח אגני. ההחלטה לבצע את פרויקט הניתוח האגני נבעה מחוסר איזון שהיה קיים במערכת חיפושי הנפט בארץ בין העבודה העיונית ובין הזרוע המבצעת.

עבודת הניתוח האגני נעשית בשני שלבים: בשלב א' עסקנו בעיקר בהגדרת התהליכים הטקטוניים שפעלו בארץ בתקופות שונות ובהגדרת פרוביניציות גיאולוגיות לחיפושי נפט. במהלך שלב ב' שאנחנו כבר נמצאים בעיצומו נעשית סינטזה של המרכיבים הגיאולוגיים העיקריים הקשורים ליצירת ונדידת הידרוקרבונים הכוללים טקטוניקה, סטרטיגרפיה וגיאוכימיה, במגמה להגיע לאיתור מקומות ספציפיים אשר בהם יומלץ לבנות פרוספקטים לקדיחה.

הממצאים הגיאולוגיים העיקריים שעלו תוך כדי השלב הראשון הם:

א)המבנה הטקטוני הבסיסי של ישראל היה מורכב בתקופות הפליאוזואיקון והמזוזואיקון מסדרת הורסטים וגרבנים צפון מזרחיים (פלשת, יהודה וגליל) (ציור 1, ראה תקציר פלכסר וחבריו להלן) וממספר בלוקים צפון מערביים. היחידות הטקטוניות האלה מוגבלות על ידי שברים רגיונליים הצרובים בתוך התשתית הפריקמברית. הגרבנים נוצרו בשלש תקופות: פרה-פרמיאן עליון, טריאס תחתון-תיכון ויורה תחתון תיכון. כל תקופת גרבניזציה הסתיימה בבסן דמוי קערה רחבה מסוג DEPOSITIONAL SAG BASIN אשר השתרע על שטח הגרבן וההורסטים שתוחמים אותו (ציור 1, ראה קפצן וחבריו להלן). תקופות הגרבניזציה נפרדות על ידי לקונה ואי התאמה זוויתית.

שלושת הגרבנים וכמו כן גרבן בקעת ים-המלח וחלקים של הבלוק של חלץ נחשבים לאגני יצירת נפט פוטנציאליים.(ציור 1).

השפעת ההיסטוריה הגיאולוגית של שולי אגן הניאוטתיס, בעידן המזוזואיקון, על התהוותן של מלכודות הידרוקרבונים באזור מדינת ישראל.

ענת ילין-דרור, חיים פליגלמן, עקיבא פלכסר.

המחקר עוסק בשלבי התפתחות האגן הסדימנטרי הניאוטתי בעידן המזוזואיקון והאפשרות למציאת מלכודות הידרוקרבונים בו. המחקר מתבצע באמצעות ניתוח כמותי כולל של האגן הסדימנטרי המתבסס על תוצאות האנליזות הכמותיות הנעשות בכל אחד מהקידוחים הבודדים, או במקומות אחרים, לאורך חתכים סיסמיים.

איזור המחקר משתרע ממדף היבשת של ישראל במערב עד הרי יהודה במזרח וממורדות הכרמל בצפון עד הנגב הצפוני בדרום.

המחקר כולל שיחזור גיאוהיסטורי של תהליכי ההרבדה והקבורה של שכבות סלעי המשקע באגן, שיחזור היסטורית השקיעה הטקטונית של הקרום וחיזוי הטמפרטורות עבור כל שכבה לבדיקת אפשרות של הווצרות תנאים תרמליים מתאימים להתהוות סלעי מקור לנפט.

המחקר עוסק בהערכת פוטנציאל סלעי המקור ליצור הידרוקרבונים במשך היסטורית התפתחות האגן. כמו כן מאפשר המחקר לבדוק סכויי הווצרות מלכודות נפט בזמן נתון, מיקומן, גודלן ואפשרות הריסתן בזמנים מאוחרים.

חשיבות נוספת למחקר הינה בהבנתם של תהליכים גיאולוגיים שחלו בשולי היבשת ובמיוחד אבחונם של תהליכים טקטוניים והבנתם של תהליכים אירוזיביים.

לצורך הדגמת שיטות העבודה והצגת תוצאות ראשוניות של המחקר נבחר חתך משוחזר, שכוונו צפון-צפון-מערב - דרום-דרום-מזרח, המייצג איזור גיאוגרפי רחב וחוצה את קידוחי הנפט: ציקלג, געש ודלתא.

התגבשות halite מתמיסות היפרסליניות:- שטפים והרכב כימי

מאיה טפרברג ואמתי כץ
המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים

ריכוזי SO_4, Sr, Mn, K, Ca, Mg ב-halite, ושטפים (fluxes) של NaCl המתגבש מתמיסות היפרסליניות, נמדדו בדרום ים המלח במשך שנתיים.

עוצמת השטפים נעה בין $0.1 - 150 *10^{-7}$ gm NaCl/(cm^2*sec), גודל השטף בנקודה מסוימת תלוי במספר גורמים:

1. עומק בעמודת התמלחת יחסית לגובה הפן הביני.
2. קצב האיוד.
3. עירבול המים ע"י הרוח.

היסודות הנלוים מתחלקים בין התמיסה ההיפרסלינית הלכודה בין הגבישים ובין פאזות מוצקות הכלולות במלח. נראה שכמות התמלחת הכלואה בין הגבישים עולה עם העליה בשטף המלח.

מנגן שריכוזו בהליט הוא מסדר של עשרות ppm, אינו קשור לריכוז התמלחת הלכודה, לעומת כל היסודת האחרים המראים קשר כזה.

Ca מופיע בעיקר בתמלחת וכן בכמויות קטנות של גבס או אנהידריט בגבישי המלח.

K, Mg ו-Sr, מופיעים בפאזות מוצקות משניות: K ו-Mg בקרנליט ו-Sr בגבס או אנהידריט.

ההכרה המפורטת של שטפי המלח לאורך עמודת המים מאפשרת לחשב את קצב סילוקם של יסודות אלו לקרקעית.

אנליזה כמותית בשולי היבשת של הלבנט בשלישון : תוצאות ראשוניות

גדעון טיבור וצבי בן-אברהם
החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים
אוניברסיטת תל-אביב.

חיים פליגלמן
חיפושי נפט והשקעות בע"מ, תל-אביב.

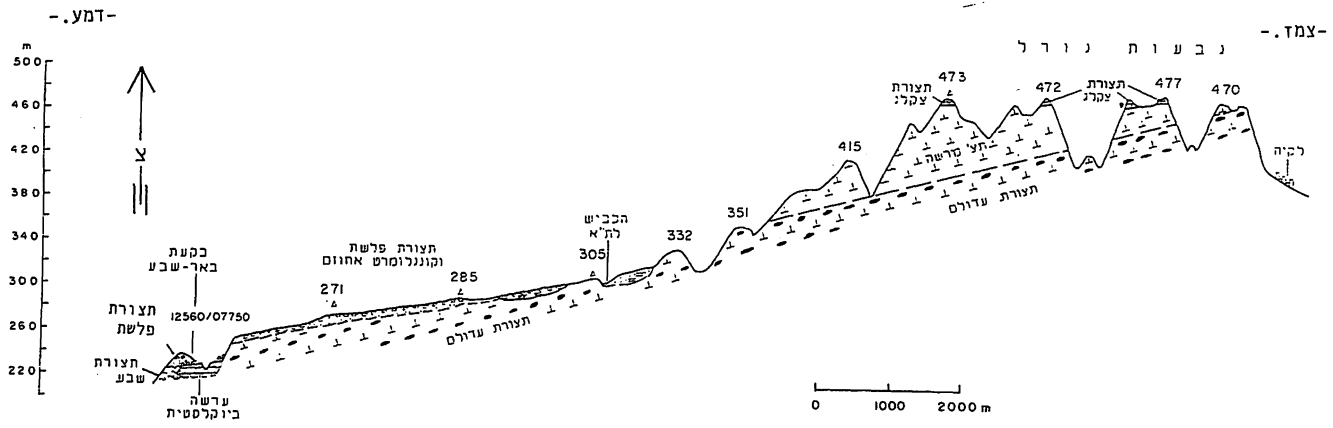
אחד מהתהליכים העיקריים שהתרחשו בשלישון והשפיעו על התפתחות הים התיכון ושולי היבשת של הלבנט היה הארוע המסיני. אופיו ומקורו של ארוע זה שנוי במחלוקת. הדעות העיקריות נעות בין "המודל העמוק" (Hsu 1972, Ryen and Cita 1978, Cita 1982), לבין "המודל הרדוד" (Sonnenfeld 1975, Gvirtzman and Buchbinder 1976).

הארוע המסיני בשולי היבשת של הלבנט מול ישראל נחקר בעבודה זו באמצעות שיחזור הפלאו-בתימטריה, השקיעה הטקטונית, והגאו-היסטוריה של שולי הלבנט באותה תקופה. לימוד זה נעשה בעזרת שיטות כמותיות באנליזה של אגנים סדימנטריים הכוללת תהליך הפשטה חד-מימדי ודו-מימדי. ההפשטה החד-מימדית נעשתה על קידוחים וכללה שני שלבים: 1. שיחזור עובי וצפיפות הסדימנטים בעבר. 2. הסרה איזוסטטית של תעוקת הסדימנטים ותעוקות אחרות. תוצאות אנליזה זו הן השקיעה הטקטונית והגאו-היסטוריה של שכבות הסדימנטים בקידוח מסויים. ההפשטה הדו-מימדית נעשתה על חתכים סייסמים ומטרתה היתה לשחזר את הפלאו-בתימטריה של אופקים עיקריים. אנליזה זו נעשתה ע"י הפשטת הסדימנטים שיכבה אחר שיכבה, ותיקון איזוסטטי של תגובת התשתית לתעוקות ולשקיעה הטרמית הצפויה מאז ועד היום.

תוצאות ראשוניות של אנליזות אלו בשולי היבשת באזור נתניה מאפשרות לנו להעריך את הפלאו-בתימטריה, גאו-היסטוריה והשקיעה הטקטונית שהתרחשה במסיניין.

מיפלסי תצורת ציקלג ותצורת פלשת מצפון לבאר-שבע

חתך צפמז.-דרמע. מגיבעות גורל אל השוליים הצפוניים
של ביקעת באר-שבע



מייצגת את קו החוף של הים הפליוקני, בשולי הרכס שנוצר על ידי ההרמה של הקשת הסורית בסוף המיוקן או תחילת הפליוקן. ניתן לעקוב אחריה הן לצפון, לאורך הרי יהודה (Sneh & Buchbinder, 1984) והן לדרום מערב, לאזור הר חורשה (Zilberman, 1984).

קיומה של מדרגה זו, לא מאפשר לעשות קורלציה בין העדשות הביוקלסטיות הנמצאות מתחת לתצורת פלשת (במפלס השפלה הנמוכה), לבין תצורת ציקלג הנמצאת על גב השפלה הגבוהה. למסקנה זאת יש השלכה על הבנת הפלאוגיאוגרפיה של תעלת באר שבע בנאוגן ועל שלבי התפתחותם של תואי הנוף העיקריים באזור באר שבע.

מקורות

Gvirtzman, G. & Buchbinder, B., 1969; Outcrops of Neogene formations in the central and southern Coastal Plain, Hashefela and Be'er Sheva regions. Isr. Geol. Surv. Bull. 50, 52 p.

Martinotti, G. M., Gvirtzman, G. & Buchbinder, B., 1978; The Late-Miocene marine transgression in the Be'er Sheva Area. Isr. J. Earth Sci., 27: 72-82.

Sneh, A. & Buchbinder, B., 1984; Miocene to Pleistocene surfaces and their associated sediments in the Shefela region, Israel. Isr. Geol. Surv. Current Research, 1983-1984, p. 60-64.

Zilberman, E., 1986; Pliocene-Early Pleistocene surfaces in the northwestern Negev: paleogeography and tectonic implications. Isr. Geol. Surv. Report GSI/26/86, 52 p.

העדשה הביוקלסטית במחצבת באר שבע-בדיקה מחדש

זילברמן עזרא, לוי זאב ובוכבינדר בנימין

המכון הגיאולוגי, ירושלים.

גוף עדשתי של גיר ביוקלסטי ששקע במים רדודים, תואר לראשונה ממחצבת באר שבע על ידי Blake (1935) שייחס לו גיל מיוקן. Gvirtzman & Buchbinder (1969), ראו בעדשה הביוקלסטית לשון של תצורת ציקלג, ששקעה מעל תצורת שבע (כפי שהוגדרה מחדש על ידי Martinotti et al., 1978), בסוף מחזור ההצפה של המיוקן העליון. גוף עדשתי ביוקלסטי נוסף, התגלה לאחרונה צפונית מערבית לבאר שבע.

מישור ארוזיבי מפריד בין תצורת פלשת מגיל פליוקן, לבין לשון צקלג (הגופים העדשתיים הביוקלסטיים) ותצורת שבע מתחתה, שגילם מיוקן עליון (Martinotti et al., 1978).

החתך הטיפוסי של תצורת ציקלג באזור זה, תואר מרכס הר להבים-גיבעות גורל (Gvirtzman & Buchbinder, 1969), שם מכסה תצורת ציקלג מישור ארוזיבי כמעט אופקי (מישור השפלה הגבוהה), הגודע את ראש הרכס בגבהים של 460-470 מ'.

סדרת מדרגות ארוזיביות מפרידות בין מיפלס הגידוע עליו מונחת תצורת ציקלג בראש הרכס, לבין מישור גידוע אברזיבי-פלוביאלי בעל שיפוע מתון למערב (מישור השפלה הנמוכה), המשתרע ממערב לו בגבהים של 270-310 מ'. מישור זה, המכוסה בסדימנטים של תצורת פלשת, ויימשך גם מדרום מערב לביקעת באר שבע, לאזור חצרים (Zilberman, 1986).

תצורת ציקלג שבראש רכס גיבעות גורל, מונחת כ-170 מ' מעל כ"לשון ציקלג" בתעלת באר שבע (כ-6 קמ' מדרום). הצטברות של סדימנטים של ים רדוד בני אותו גיל על תבליט כה חריף, מעוררת תהיות לגבי מהימנות הקורלציה בין העדשה הביוקלסטית בתעלת באר שבע לתצורת ציקלג.

המדרגה המפרידה בין המפלס של תצורת ציקלג בראש רכס גבעות-גורל, לבין מישור הגידוע הנרחב עליו מונחת תצורת פלשת, לא נוצרה בעקבות הענקה או קימוט, אלא היא

ההידרותרמליים($\delta^{11}B$ =3.9±1.0‰) המהווים את מקור הבור באגן הטיבטי, דומה להרכב הסלעים הגרניטיים של האגן ($\delta^{11}B$ =-2.4 - 3.7‰). מכאן שמיצוי בור מסלעים בטמפרטורות גבוהות נעשה ללא פרקציונציה איזוטופית. תכולת הבור במעיינות ההידרותרמליים (39 ppm B) גבוהה במספר סדרי גודל מבור במי גשם (10-30 ppb B). אי-לכך, תרומת בור אטמוספרי עם ערכי $\delta^{11}B$ גבוהים על ההרכב האיזוטופי של התמלחות תהיה זניחה באיזורים הצחיחים של צפון טיבט.

ההרכב האיזוטופי של בור בתמלחות מאגמים מלוחים מדרום ומערב אוסטרליה ($\delta^{11}B$ = 25.5 - 48.7‰) שונה מהרכב סלעי הסביבה (פצלים קריטיקוניים וגרניטים ארכאיים, $\delta^{11}B$ = -8.7 - 12.0‰) ודומה להרכב מי ים. יחסי B/Cl נמוכים ממי ים (טווח של $4*10^{-4}$ - $4*10^{-6}$ לעומת $8*10^{-4}$ במי ים).

אנו מציעים שתי אפשרויות של מקורות הבור באגמים המלוחים האוסטרלים. בור שמקורו מריני, ממלחים הנישאים באטמוספרה עשוי להגיע לערכי $\delta^{11}B$ נמוכים ממי ים על ידי מיהול עם מי תהום דלי ^{11}B, ולערכי $\delta^{11}B$ גבוהים ממי ים כתוצאה מתהליכי ספיחה וסלוק סלקטיבי של ^{10}B מהתמלחות. ערכי B/Cl נמוכים יכולים להיות תוצר של המסת הליט. מצד שני בור הנושא חותם איזוטופי יבשתי עשוי אף הוא להגיע לערכי $\delta^{11}B$ גבוהים ויחסי B/Cl נמוכים תוך תהליכי ספיחה לחרסיות ופרקציונציה איזוטופית גבוהה.

תמלחות ים המלח מעושרות ב-^{11}B ($\delta^{11}B$ = 49.1 - 54.5‰) ומדוללות בסה"כ בור (בור מנורמל לליתיום, B/Li=2.6-2.8) יחסית למי ים (B/Li=16.4). אנו מציעים כי מקור הבור בים המלח הוא במי ים עתיקים פליוקנים שעברו אינטראקציות עם סדימנטים שגרמו לסלוק של סה"כ הבור והעשרה ב-^{11}B.

גיאוכימיה איזוטופית של בור בסביבות יבשתיות

א. ונגוש*, א.ר. שיבס*, מ.מ. מבקולוך*, י. קולודני**,
א. סטרינסקי**
* האוניברסיטה האוסטרלית הלאומית, קנברה, אוסטרליה
** המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

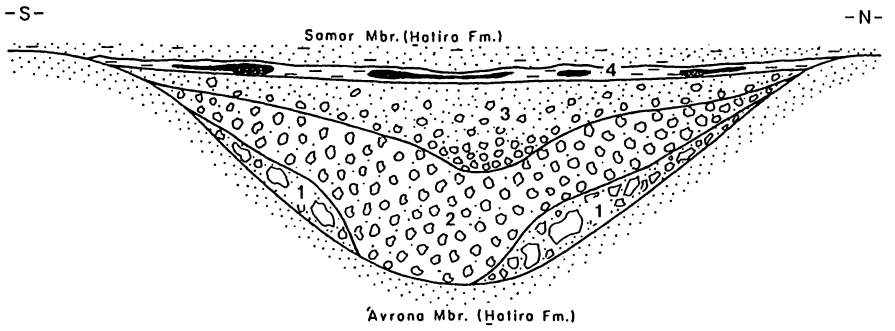
אנליזות איזוטופיות של בור תוך שימוש ביוניזציה תרמלית של יונים שליליים, נעשו במי ים מאויידים , מי תהום, תמלחות וסדימנטים מסביבות יבשתיות רצנטיות מאוסטרליה, סין וישראל.

באידוי מי ים לדרגות רוויה של הליט, הבור מתנהג קונסרבטיבית: היחס B/Cl עולה, והרכבו האיזוטופי אינו משתנה. ההרכב האיזוטופי של בור בסביבות היבשתיות תלוי במקורות הבור.

שני מקורות של בור אובחנו: בור ממלחים מריניים הנישאים באטמוספרה ובור יבשתי. בור ממקור אטמוספרי (מריני) מודגם באגמים הממוקמים בתוך לועות וולקנים בויקטוריה, אוסטרליה. יחסי Na/Cl והערכות של זמן שהות של בלור בתמלחות מעידים כי מקור המלחים באגמים הוא ממלחים של מי ים הנישאים באטמוספרה. גם יחסי B/Cl הם מריניים, אך רק באגמים של מליחויות נמוכות. במליחויות גבוהות התמלחות מדוללות בבור ומעושרות ב-^{11}B ($\delta^{11}B$ = 54 - 59‰, מנורמל לסטנדרט NBS 951) יחסית למי ים ($\delta^{11}B$ = 39‰). דלדול הבור והעשרה האיזוטופית מעידים על ספיחה ושיתוף של בור בסדימנטים החרסיתיים והקרבונטיים של האגמים תוך פרקציונציה איזוטופית.

בור ממקור יבשתי מודגם בהרכב האיזוטופי של מי תהום מהאגן הארטזי הגדול (GREAT ARTESIAN BASIN), אוסטרליה ($\delta^{11}B$ = -15.9 - 2.2‰). ערכים אלו ויחסי B/Cl גבוהים ($4*10^2$ - $1*10^3$) מייצגים את ההרכב האיזוטופי של סלעי הסביבה, (פצלים קרטיקונים מריניים, ‰ 9- - 7- = $\delta^{11}B$) ומעידים על תרומה של בור מהסלעים החרסיתיים.

היחסים האיזוטופים של בור בתמלחות מ-QAIDAM BASIN, צפון טיבט (סין) ($\delta^{11}B$=0 - 14.6‰) ויחסי B/Cl (0.365 - $6.5*10^{-3}$) שונים מהרכב מי ים ומייצגים סביבה יבשתית. ההרכב האיזוטופי של המעיינות



על פי הנתונים והממצאים החדשים על הרכב חומר המילוי והגיאומטריה של התופעה, ומשיקולים פליאוגיאוגרפיים אין לקבל עוד את הפרשנות הגורסת כי התופעה ארוזיבית-נהרית מעיקרה. כיום יש ראיות לכך כי הפער שנוצר בפרט עברונה (וביחידות שתחתיו), שהוא מקומי ויחידי מסוגו באזור, הינו מכתש פריצה וולקני (explosion caldera) בעל שלוחות קויות. חומר המילוי הוא לפיכך רסק הטרוגני של סלע מקומי ובזלת, שחזרו ומלאו את המכתש סמוך מאד להיווצרותו.

מוצע שיחזור סדר ארועים כדלקמן:

1) התפרצות מטיפוס פיצוץ פריאטו-מגמטי על פני אזור יבשתי שעליו נחשף והתבלה אותה עת חלקו העליון של פרט עברונה. ההתפרצות יצרה מכתש חרוטי והיתה מלווה בהחדרת בזלת דרך צנורות (diatremes) או סדקים בתוך המכתש ובשלוחותיו. הפקק הבזלתי שהתגלה כ-2 ק"מ מזרחה לאתר תמר קשור אף הוא לארוע זה.

2) סמוך להתפוצצות התמוטטו חלקים מקירות המכתש ויחד עם החומר שהועף אל השוליים גלש וכיסו את מורדות החרוט שנפער, חלקם כ-debris flow (יחידה 1).

3) טבעת החומר ההיקפית שנערמו בה ברקציה בזלתית וסדימנטרית עם רסיסים גרניטיים, עברה הרס ובליה וגלשה או נשטפה אל פנים המכתש (יחידה 2), שאולי עמד בו אגם. סדימנט חולי הובא מהסביבה הרחוקה יותר והתערבב עם שאריות הברקציה הבזלתית (יחידה 3).

4) בשלב האחרון נותר מן המכתש שקע רדוד אשר בו התקיים אגם עונתי או פלייה, ובו הורבדו חרסיות, טינים ומשקעים כימיים (יחידה 4) ובהם התפתחו תהליכים פדוגניים.

5) לאחר יצירת הפנפליין שבין פרטי עברונה וסמר (תצורת חתירה) חלה שקיעה אזורית ובעקבותיה הורבדו אבני החול הנהריות של פרט סמר שכיסו וקברו את התופעה הוולקנוקלסטית.

פעילות וולקנית נרחבת מגיל קרטיקון מוקדם ידועה ממספר מקומות בארץ ובארצות סמוכות. מציאותה של תופעה וולקנוקלסטית באתר שהוא מאז הטרציר מצוי על קו טרנספורם פעיל, מרמז אולי על אנומליה קרומית בראשית התפתחותה.

תופעה וולקנוקלסטית מגיל קרטיקון מוקדם בתמנע: פירוש חדש כ"קיר המשוגע"

ט. ויסברוד(1), ע. שגב(1), מ. בייט(1), וי.נ. תרון (2)

(1)המכון הגיאולוגי, ירושלים
(2)המכון הגיאולוגי, בלוויל, דרום אפריקה

אנומליה סטרטיגרפית קיימת בתוך סדרת אבני החול הפליאו-מזוזואית בצפון בקעת תמנע בצורת חומר, וולקנוקלסטי בעיקרו, הממלא פער מקומי שנחתר בפרט עברונה של תצורת תתירה. הפער גדל לכיוון מזרח, היכן ששרידים אקראיים של חומר המילוי מונחים באי-התאמה על תצורות אמיר, שחורת ותמנע. השרידים פזורים בצדי נחל או נחלים של מערכת הניקוז הנוכחית אשר קרוב לודאי שהיא עוקבת וחותרת במערכת המילוי הקדומה.
המחשוף העיקרי של התופעה (אתר תמר) מצוי כרגלי מעלה מלחן וצורתו כסהרון שאורכו כ-1,100 מ' וגובהו המירבי כ-40 מ'. התופעה, כמו גם פרט עברונה שבו חומר המילוי הושקע, מכוסים על ידי פרט סמר של תצורת תתירה.

התופעה דווחה על ידי ברטורא (1956) וזכתה לכינוי "הקיר המשוגע". היא פורשה עד היום כמילוי סדימנטרי של מערכת ניקוז פוסילית, בעלת אופי מקומי קניוני, אשר נחתרה בסדרת אבני החול מאוחר להרבדת פרט עברונה, ונתמלאה במשקעים שתחילתם נהריים וסופם אגמיים.

בבדיקה מחודשת של התופעה נמצא כי חומר המילוי מורכב מגושי סלע גסים ודקים של סלעי הסביבה ומצרורות של בזלת בלויה במטריקס דק יותר של גרגרי קוורץ ובזלת. רובו של החומר אינו משוכב וככלל גודל המרכיבים הולך וקטן מחלקו התחתון של החתך לגגו וכמות הבזלת פוחתת כלפי מעלה. ניתן להבחין ביחידות הבאות (ראה תרשים סכמתי).

יחידה 1 - ברקציה וולקנוקלסטית פולימיקטית גסה ובה בלוקים גדולים וזוויתיים (עד קוטר 1.5 מ') של אבני חול מקומיות וגושים קטנים יותר של גרניט, אבני חול ודולומיט אף הם ממקור מקומי. המרכיב הדק ביותר נשטף על ידי רסיסי בזלת. ליחידה צבע חום אדמדם ועוביה המירבי כ- 13 מ'.

יחידה 2 - ברקציה וולקנוקלסטית דקה ובה גושים זוויתיים (עד קוטר 10 ס"מ) של בזלת אלקלינית בלויה, שקשה להבחין בה לעתים במרקם ובמינרלוגיה מקוריים, וכן גושים וחצץ מגמטיים וסדימנטריים של סלעי הסביבה. צבע היחידה ירוק עד שחור ועוביה החשוף המירבי כ-20 מ'.

יחידה 2 - אבן חול גסה עד דקה, מסיבית, עשירה ברסיסים וגרנולים של בזלת בלויה הפוחתים בהדרגה מבסיס היחידה לגגה וצבעה משתנה בהתאם לכך מירקרק לצהוב. עוביה המירבי מגיע לכ- 20 מ'.

יחידה 3 - סדרה של חרסיות וטין בשיכוב דק מאד עם תרכיזים עדשתיים של צור. צבע היחידה ירקרק עד חום ועוביה הנפוץ כ- 3 מ'.

אוריינטציה אופטית, ומעידים על תהליכי שטיפה בקרקע. בין האלמנטים הביוגניים הנוספים שזוהו בקלקריטים בשיטות מיקרומורפולוגיות: פילמנטים שונים (של פטריות ואצות) שחלקם מצופים במיקריט, נבגים, RHIZOCRETIONS ו-MICROCODIUM

הפלאוסולים נוצרו בו זמנית עם שקיעת הסדימנט (סדימנטציה ופדוגנזה לסירוגין) תחת אקלים סמי-ארידי חם, וכמות המשקעים השנתית נעה בסביבות 350 $\pm$ מ"מ. הזרימה באפיקים - שטפונית, תוך שהנחלים משנים ערוצם וכך התקבלו מחזורי הקונגלומרט והחרסיות זה מעל זה. מסקנות אלו מבוססות על אופי הקלקריט והמינרלים שהתפתחו בו, ומקבלות חיזוק מתוצאות בדיקת הפולן, שמצביעה על צמחיה עצית ערוצית דלה.

פלאוסולים מתצורת בית ניר (מיוקן עליון) באזור מסילת ציון

סמדר וינר ובנימין בוכבינדר
המכון הגיאולוגי, ירושלים

דן יעלון
המכון למדעי כדוה"א, האוניברסיטה העברית, ירושלים

תצורת בית ניר, הבנויה מחילופין של קונגלומרטים, סילטים וחרסיות, מופיעה בעובי עד 50 מ' במחשופים מוגבלים לרגלי המונוקלינה של הרי יהודה באזור מסילת ציון. היא יבשתית ומכילה פלאוסולים אשר נבדקו במספר קידוחי גלעין. העבודה התמקדה בעיקר בשיטות מיקרומורפולוגיות - מיקרוסקופ מקטב ו-SEM.

הפלאוסולים התפתחו על מערכת פלוביאלית כאשר הסדימנטים המהווים את חומר האב לקרקעות הם קונגלומרט, סילטים וחרסיות, שהצטברו באפיקים, בגדות ובמישורי הצפה, בהתאמה.

התופעות הפדוגניות שנצפו בדוגמאות יד של הגלעינים כוללות תצבירים וקרומים של גיר בפצייסים הדקים, ליכוד גירני בקונגלומרטים, מישורי החלקה וכתמי PSEUDO-GLEY בפצייסים החרסיתיים וכן שרשים מפוחמים ונבירות. בפצייס החרסיתי התפתחה קרקע אדומה (5YR 5/6) גרומוסולית (VERTISOL), במקומות מחוזרת, ובפצייס הסילטי חרסיתי התפתחה קרקע חומה בהירה אריזית.

בקונגלומרט התפתח קלקריט (CALCRETE) שמידת התפתחותו תואמת את שלבים III עד VI לפי GILE ET AL.(1966) ו-BACHMAN & MACHETTE(1977). הוא מורכב מחלוקים מלוכדים מסיבית ע"י קרבונט. על החלוקים נוצרו קרומים מפותחים (בחלקם גרביטציוניים) הכוללים (בבדיקות מיקרוסקופיות) למינות ופלואידים ביניהן, ובקטעים המפותחים ביותר - נצפו ברקציאציה וצמנטציה מחודשת.

בסילטים ובחרסיות, התפתח קלקריט נודולרי (NODULAR CALCRETE), התואם את שלבים III עד IV, ובשני מפלסים בקידוח אחד התקבל קרום נוקשה (HARDPAN) המהווה את השלב המתקדם ביותר - VI. הקלקריט המפותח פחות כולל תצבירים בגדלים ובסטרוקטורות שונים, ואילו המפותח ביותר הינו קשה, מלוכד, צבעו לבן והוא מורכב מקרבונט מיקריטי, כשהפרגמנטים שבתוכו שבורים ומלוכדים מחדש. המיקריט יוצר לרוב למינות, סטרוקטורות גושישיות (CLOTTED) או גלבולריות (GLAEBULES). הקרבונט המשני הממלא חללים מורכב מספריט בפצייס הקונלומרטי ומימקריט בפצייסים דקי הגרגר.

בפצייסים השונים נמצאו גם המרכיבים הפדוגניים הבאים - סיליקה, דולומיט מיקריטי ופליגורסקיט. הפליגורסקיט מהווה חלק ניכר מהפרקציה החרסיתית. היא מופיעה בסיבים מאורכים המצפים גבישים וגרגרים מכל הסוגים וכן את החרסיות הדטריטיות בקרקע, המופיעות כמסה אמורפית (כוללות מונטמורילוניט, MIXED-LAYER, קאוליניט ואיליט). בריט אוטיגני זוהה בשני מפלסים בקידוח אחד בפצייס הסילטי-חרסיתי, והוא מופיע בגבישים אידיומופריים גדולים (עד 600 מיקרון). צפויי חרסיות (CLAY CUTANS) נצפו בשקפים. הקוטנים מצפים גרגרים שונים ומראים

שיחזור סביבות ההשקעה של שדה הפוספטים הר ההר

א. י. וינטר (1), א. פלאי (2)

(1) המכון לחקר המדבר אוניברסיטת בן גוריון בנגב (2) המחלקה לגיאולוגיה ולמינרלוגיה אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

תוצאות מחקר גיאוכימי שנערך על שדה הפוספטים הר ההר מאפשרות לשחזר את ההשתנות של סביבות ההשקעה בחלק המרכזי של סינקלינת צין בנגב הצפוני בסוף הקמפן. החתך הסטרטיגרפי שנחקר, מגיל קמפן עליון, כולל את החלק העליון ביותר של תצורת מישאש (יחידת הפוספוריט) ואת בסיס תצורת ע'רב (בסיס פרט פצלי השמן).

מתוצאות המחקר (שחלקם תואר בתקציר נוסף של המחברים בחוברת זו) נראה שבשכבות הטפל, ישנה ירידה הדרגתית, כלפי גג יחידת הפוספוריט, בתכולת החרסיות, החומר האורגני ויסודות הקורט הנלוים אליהם ואילו תכולת הדולומיט והמנגן עולה. מגמה זו נשמרת ללא קשר להופעתן של שכבות הפוספוריט בחתך הסטרטיגרפי. בשכבות הפוספוריט, מגמות השינויים של יחסי הריכוזים כפלואור/תחמוצת זרחן וסטרונציום/תחמוצת זרחן בחתך הסטרטיגרפי דומות לזו של CO2 שבאפטיט. ערכים גבוהים של CO2 באפטיט ויחסי הריכוזים הנ"ל נמצאו בבסיס החתך הסטרטיגרפי שנחקר (שכבת פוספוריט עצמות II), ערכים אלה נמוכים במרכז החתך הסטרטיגרפי (שכבות פוספוריט פליטיות) והם עולים בהדרגה כלפי גג יחידת הפוספוריט.

מתוצאות ניתוח הגורמים והבדיקות הפטרוגרפיות, נראה שזמינות החמצן בקרקעית אגן ההשקעה היתה הגורם החשוב ביותר בדיאגנזה של הסדימנט (ראה/י תקציר נוסף מאת המחברים, בנושא דיאגנזה של פוספוריטים, בחוברת זו). ממסקנה זו בצירוף התוצאות שתוארו לעיל נובעות מסקנות נוספות כדלקמן:

א. הרגרסיה של הים הקמפני בזמן השקעת יחידת הפוספוריט, כפי שנראה לפי שכבות הטפל, היתה רציפה, ללא קשר להופעתן של שכבות הפוספוריט בחתך הסטרטיגרפי. נראה לכן שהתהליכים הטקטוניים היוו גורם מישני בחשיבותו לגבי הגנזה של הפוספוריטים. לאור המודלים הקיימים כיום לגבי חשיבותם של זרמי ה-UPWELLING לגנזה של הפוספוריטים הרצנטיים, נראה שזרמי UPWELLING היוו את הגורם הראשוני להיווצרות שכבות הפוספוריט באזור הנגב הצפוני בסוף הקמפן.

ב. ההרדדה של אגן ההשקעה מתבטאת במעבר מסביבת השקעה עם צירקולציה טובה וזמינות גבוהה של חמצן לסביבת השקעה של אגן סגור למחצה דל בחמצן וכלה בסביבה (סבחה ?) דולומיטית. בהתאם לכך, חלו שינויים בתהליכים הדיאגנטיים של השכבות השונות בחתך הסטרטיגרפי ולכן באופיין הפטרוגרפי והגיאוכימי. כלומר, חל מעבר מפוספוריט עצמות לפוספוריטים פליטיים, המתעשרים בתכולת עצמות יחסית לפלט פוספטי ככל שעולים בחתך הסטרטיגרפי. התכולה הנמוכה של CO2 שבאפטיט בשכבות שבמרכז החתך הסטרטיגרפי, יחסית לשכבת הפוספוריט התחתונה, נובעת כנראה מהרדדה וסגירה חלקית של אגן ההשקעה מהים הפתוח, אם כי האגן נותר עמוק יחסית ואילו העלייה ההדרגתית בתכולת CO2 שבאפטיט כלפי גג יחידת הפוספוריט נובעת מהמשך תהליך ההרדדה של אגן ההשקעה בסוף הקמפן ומיתון התנאים האנאוקסיים סמוך לקרקעית האגן.

ג. אופקי הבולבוסים (גיר פוספטי עשיר בעצמות), המופיעים בשכבות הפליטיות במרכז החתך הסטרטיגרפי שנחקר, מציינים ארועים קצרי זמן של עליה בזמינות החמצן בקרקעית אגן ההשקעה בתקופות בהן שרר בדרך כלל מחסור בחמצן בקרקעית האגן.

ד. חוסר ההתאמה, <u>בניגוד לממצאים מתצורת מישאש</u>, בין הריכוז הגבוה של CO2 שבאפטיט והאופי הפטרוגרפי של הפרגמנטים הפוספטיים (תכולה גבוהה של עצמות ביחס לפלט) לבין התכולה הגבוהה של החומר האורגני בבסיס תצורת ע'רב, מהווה עדות אפשרית לאופי הדטריטי של בסיס התצורה. כלומר, יתכן שהדיאגנזה של הפרגמנטים הפוספטיים בעת השקעת בסיס תצורת ע'רב לא התרחשה במקום ההשקעה. ממצאים אלה תומכים בהשערה שההפסקה בהיווצרות הפוספוריטים בתחילת תקופת המאסטריכט (בסיס תצורת ע'רב) קשורה להפסקת פעולתם של זרמי ה-UPWELLING בנגב הצפוני והגברת קצב אספקת החומר הטריגני מהיבשה.

גורמים בדיאגנזה של פוספוריטים לאור מחקר גיאוכימי של שדה הפוספטים הר ההר

א. י. וינטר (1), א. פלאי (2), א. אביגור (3)

(1) המכון לחקר המדבר אוניברסיטת בן גוריון בנגב (2) המחלקה לגיאולוגיה ולמינרלוגיה אוניברסיטת בן גוריון בנגב (3) תרכובות ברום בע"מ באר שבע.

במסגרת מחקר גיאוכימי על שדה הפוספטים מגיל קמפן עליון של הר ההר, המהווה חלק מהסינקלינה של נחל צין בנגב הצפוני, בוצע דיגום של השכבות השונות בחתך הסטרטיגרפי (הן שכבות טפל והן שכבות פוספוריט), הפטרוגרפיה שלהן נבדקה בעזרת שקפים ובוצעו אנליזות כימיות (כ-20 יסודות). נוסף לכך, נקבעה באופן חצי כמותי התכולה של המינרלים העיקריים בדוגמאות וכן תכולת CO2 שבאפטיט בדוגמאות הפוספוריט. עיבוד התוצאות כלל ניתוח גורמים סטטיסטי בצירופים שונים של נתונים, כימיים, מינרלוגיים וסטרוקטורליים, הן לכל שכבה בנפרד והן לפי סוג המסלע.

המשמעות שניתנה לתוצאות ניתוח הגורמים לפי סוג המסלע (צירוף של מספר שכבות עם מסלע דומה) שונה מזו של תוצאות ניתוח הגורמים של כל שכבה בנפרד. ניתוח הגורמים <u>לפי סוג המסלע</u> מראה את פיזור היסודות בסדימנט בשלבים המוקדמים של הדיאגנזה והוא מייצג למעשה את אגן ההשקעה כמערכת אחת. ניתוח הגורמים <u>לפי שכבות</u> מראה את פיזור היסודות בשכבות השונות, כפי שהוא כיום.

ניתוח הגורמים של כלל שכבות הטפל הראה שהגופרית הונדיום, הקדמיום, האבץ והניקל (בחלקו) קשורים לפקטור החומר האורגני. הברזל, הכרום והנחושת קשורים לפקטור החרסיות. הפלואור והסטרונציום קשורים לפקטור הפרנקוליט. הנתרן והכלור מצויים בפקטור נפרד, כנראה של הליט. המנגן והמגנזיום קשורים לפקטור הדולומיט. נוסף לתוצאות הנ"ל, נמצא בניתוח גורמים של כלל שכבות הפוספוריט קשר שלילי בין החומר האורגני וכן הקדמיום והאבץ לבין CO2 שבאפטי'ט.

מההבדלים בין תוצאות ניתוח הגורמים לפי סוג המסלע לבין תוצאות ניתוח הגורמים של כל שכבה בנפרד נראה שזמינות החמצן בקרקעית אגן ההשקעה היתה הגורם החשוב ביותר בדיאגנזה של הסדימנט. בתנאי זמינות של החמצן בסדימנט בזמן הדיאגנזה, החומר האורגני התפרק, CO2 השתחרר לסדימנט, הקרבונטים הביוגניים עברו גיבוש מחדש, הושקעה קלציט נוספת (עקב שחרור CO2 לסדימנט) ויסודות קורט שמקורם בחומר האורגני (כגון קדמיום) ובקרבונטים (מנגן) עברו לפאזות יציבות יותר, כגון החרסיות והפרנקוליט. העובדה שניתן למצוא הן קשר בין הפטרוגרפיה של הפרגמנטים הפוספטיים בשכבות לבין תכולת CO2 שבאפטיט והן קשר שלילי בין תכולת CO2 שבאפטיט לבין תכולת החומר האורגני, מהווה עדות מרכזית לחשיבות של גורם זמינות החמצן בסדימנט לתהליכי הדיאגנזה של הפוספוריטים וכן שדרגת הבליה של החומר האורגני בשדה הר ההר היא חלשה.

שוני בזמינות החמצן בעת הדיאגנזה בא לידי ביטוי בפטרוגרפיה של השכבות השונות. עצמות הן המרכיב הפוספטי האופייני לאחר דיאגנזה בתנאי חמצן זמין, ואילו האובוליטים (PELLETAL FRAGMENTS) נוצרו בתנאים אנארוביים. המטריקס האופייני, לאחר דיאגנזה אירובית, הוא קלציט ספריטי לא למינרי ואילו המטריקס האופייני, לאחר דיאגנזה אנארובית, הוא חוואר מיקריטי למינרי, עשיר במאובני פורמיניפרים. הפורמיניפרים נשמרו בשכבות החוואריות האנאוקסיות, כאשר קצב החימצון האיטי של החומר האורגני מנע את תהליך הגיבוש מחדש של המטריקס והשקעה של קלציט ספריטי.

הדמיון בין מגמות השינויים של יחסי הריכוזים פלואור/תחמוצת זרחן, נתרן/תחמוצת זרחן, סטרונציום/תחמוצת זרחן וברזל/תחמוצת זרחן בחתך הסטרטיגרפי לבין מגמת השינויים בתכולת CO2 שבאפטיט, בצירוף העובדה שנמצא יחס שלילי בין תכולת החומר האורגני בשכבה לבין תכולת CO2 שבאפטיט, מעידים על כך שרמת ההחלפות בשריג האפטיט נקבע בזמן הדיאגנזה והיא פונקציה של רמת החמצן בסדימנט. ערכים גבוהים של יחסי הריכוזים הנ"ל ושל CO2 שבאפטיט נמצאו בשכבות פוספוריט עצמות ואילו ערכים נמוכים נמצאו בשכבות הפוספוריט הפליטיות.

מנתוח המפה הסטרוקטורלית של גג חבורת ערד ניתן להבחין באזורי רום סביב לקידוח כורנוב 1 (355+מ') וסביב לקידוח נפחא 2 (19+מ'). כמו כן ניתן להבחין במרזבים סטרוקטורליים לאורך הרצועה שכיוונה: כורנוב 1 - רחמה 1 - אפעה 1 - כידוד 3 - דבשת 1 ולאורך הרצועה שכיוונה: כורנוב 1 - רחמה 1 - שרשרת 1 - פלשת 1 ונחל עוז 1.
מתברר כי מן היחס בין מיקומם של מרזבים סטרוקטורליים אלה ובין מיקומם של סלעי חבורת כורנוב המכילים אחוז גבוה של מרכיבים מוליכים, ניתן להצביע על אפשרות לקיומם של שני נתיבי זרימה עיקריים בחבורת כורנוב:

א. מכיוון כורנוב לכיוון צפון-מזרח אל עבר כידוד-דבשת וים-המלח.
ב. מכיוון כורנוב לכיוון צפון וצפון-מערב אל עבר פלשת ונחל עוז.

מפענוח של ממצאים גיאופיסיים מסתמנת אפשרות למעבר מי תהום מחבורת כורנוב לחבורת יהודה לאורכם של העתקים טקטוניים. תנאים כאלה זוהו לאורך ההעתק בין סינקלינת רביבים לרכסי שיבטה, צאלים וחלוצה; בין אזורי קרן וניצנה; לאורך העתק נבטים ונגראבן באר-שבע וכן באזור קוהל-ציה.

מודל של זרימת מי תהום במערכת אקויפרית בנגב הצפוני ובבקעת באר-שבע

[1]וינברגר ג.; [2]רוזנטל א.; [1]פלכסר ע.; [1]בר י.

1. החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב
2. מחלקת המחקר, השירות ההידרולוגי, ירושלים

גיבושם של מודלים הידרוגיאולוגיים והידרוכימיים אזוריים מתבסס, בדרך כלל, על שילוב של ממצאים הידרולוגיים עם נתונים גיאולוגיים. דלותם ולעיתים אף חוסר מהימנותם של הנתונים ההידרולוגיים, באזור המחקר, חייבו שימוש נרחב בנתונים ובשיקולים גיאולוגיים.
מאמצי המחקר מוקדו להכרת תכונותיהן והשתרעותן של שכבות חוצצות בין חבורות ערד, כורנוב ויהודה; להגדרת עוביים, יחסיהם והשתרעותם של מרכיבי סלע מוליכים בחבורת כורנוב ולבחינת קיומם של אלמנטים סטרוקטורליים המאפשרים קשר הידראולי.
שכבות החציצה ההידראולית בין אקויפר חבורת ערד ובין אקויפר חבורת כורנוב מכילות את התצורות: כידוד, באר-שבע וחלוצה מגיל יורא עליון. תצורת כידוד בעלת האופי האקויקלודי נשמרת בשלמותה בכל שטח המחקר, תצורת באר-שבע נגדעת באופן חלקי באזור הצפון-מערבי ובאזור הדרום-מזרחי של המחקר ואילו תצורת חלוצה לא הותבדה כלל ברצועה שמדרום מזרח לקו: בוקר-נבטים-ציה ומצפון-מערב לקו: רחמה-אפעה.
אזור החציצה ההידראולי מאופיין ברובו על-ידי שכבות קרבונטיות המתחלפות לסירוגין עם שכבות פצלים. אזורים המורכבים בעיקרם משכבות קרבונטיות מופיעים במרכזו ובמזרחו של אזור המחקר בעוד שמובלעות המורכבות ברובן משכבות חרסיתיות מובחנות בחלקו המרכזי והצפון-מערבי של אזור זה.
דליפה או זרימה רגיונלית ישירה של מי תהום מתוך אקויפר חבורת ערד לתוך אקויפר חבורת כורנוב תיתכן רק בחלקו הדרום-מזרחי של אזור המחקר. בגזרותיו האחרות, יתכן מעבר של מים, בין חבורות אלו, רק לאורכם של העתקים.

חבורת כורנוב, מורכבת, באזור המחקר, מרצף של אבני חול, חרסיות וסלעים גירניים. כדי לאבחן את התכונות ההידראוליות של מרכיבי החבורה, הוכנו מפות המפרטות את עוביין, השתרעותן ויחסיהם ההדדיים של המרכיבים הליתולוגיים העיקריים.

מפות אלו מצביעות על העובדות הבאות:

1. טור החולות של חבורת כורנוב מתעבה מכיוון צפון-מערב לכיוון דרום-מזרח. במקביל פוחת עוביו של טור הקרבונטים והפצלים ועולה היחס: פצלים/קרבונטים.
2. יחס גבוה של פצלים לעומת קרבונטים נרשם באזור הקידוחים: נבטים 1 - בתרים 1. באזור זה מתדקק במיוחד עוביו של הטור החולי. יחס דומה מובחן מדרום ומצפון-מזרח לקידוח אפעה-1 וכן ממזרח לקידוח נפחא-1.
3. יחס גבוה של קרבונטים וחולות (שכבות מוליכות) לעומת פצלים (שכבות לא מוליכות) מובחן באזורי הקידוחים: עבדת 1 - שורר 1; ציה-1; חצרים 1 - גרר 1; נירים 2,1 - בארי מערב 1 וכן בין הקידוחים: ניר- עם 7,5 - יכיני 1.
4. יחס נמוך של קרבונטים וחולות לעומת פצלים מובחן באזור: נבטים 1 - בתרים 1 - ציקלג 1 - שדות עקיבא 1 וכן מדרום וממזרח לקידוח ברבור - 1 וממזרח לקידוח נפחא - 1.

הווצרותם של המחזורים הסדימנטריים בתצורת חתירה, הוכתבה בעיקרה על ידי תהליכים טקטוניים אשר התחולכו מחוץ לאזור הנדון.
מסות החול אשר הורבדו בתוך מחזורים סדימנטריים אלה, היוו ביטוי למאזן הקלסטי אשר הועבר מן האזורים הגבוהים במזרח ובדרום לכיוון צפון ומערב, במגמה להביא לשיווין איזוסטטי לאחר תהליכי האורוגנזה בגמר היורא.
התפתחותו של רכס אוקיינוס(?) במרכזה של ימת השוליים המזוגאית אשר החלה בשלהי תקופת הטריאס והסתיימה בתקופת הקרטיקון העליון; אי יציבותו הטקטונית של מדף היבשת, וכן אי יציבותם היחסית של שוליו היבשתיים, תרמו אף במעט להווצרותם של השינויים האיאוסטטיים הדרמטיים באזורנו.
הצפות ימיות אלו נבעות בעיקרם משינויים איאוסטטיים אשר נגרמו כתוצאה מתמורות בנפחם של רכסים מרכז אוקיינוסים ובעיקר בזה של האוקיאנוס האטלנטי.

המסגרת הטקטונו-פאציאלית של תקופת הקרטיקון התחתון בצפון הנגב

וינברגר גבריאל; פלכסר עקיבא
החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים
אוניברסיטת תל-אביב

הטור העמודי המאפיין את תצורת חתירה בנגב הצפוני מורכב ממחזורים סדימנטריים, המכילים: פרקי הרבדה יבשתיים; מכלולי הרבדה המציינים מעבר בין ים ויבשה ואירועי הצפה ימיים.
פענוחן של "שרשראות מרקוב" מגלה כי מודל ההשקעה העיקרי אשר מאפיין את סביבות ההשקעה היבשתיות של תצורת חתירה, במכתשי הנגב, מורכב מהתפתחות מחזורית של גדות השקעה נהריות בתוך תעלות זרימה עקלתניות (meander) ובתוך תעלות זרימה רב-ערוציות (braided).
על התפתחותן של מערכות הובלה נהריות אלו על פני רלייף מתון הנתון לשינויים טקטוניים קלים בלבד, ניתן ללמוד מן העובדות, כדלקמן:

א. שכיחותן הגבוהה של תעלות זרימה עקלתניות לעומת תעלות זרימה רב-ערוציות.
ב. הרכביהן הקלסטי והליתולוגי של גדות ההשקעה בתעלות הרב-ערוציות.
ג. היעדר מערכות זרימה נהריות רב-ערוציות, מטפוס: SCOTT ומטפוס: TROLLHEIM.
ד. היעדר מניפות סחף כלשהן.

סביבות ההשקעה הימיות המובחנות במחשופיה של תצורת חתירה, במכתשי הנגב, מעידות על הרבדה אוסצילטורית של סדימנטים במפלסיו הרדודים של מדף היבשת.
מתוך "אנליזת מרקוב" מתברר כי בבסיסם של יחסי המעבר הוורטיקליים השכיחים בסביבות אלו, הורבדו סלעים קרבונטיים מגוונים. מעליהם הובחנו, בדרך כלל, חרסיות גיריות שמקורן בסביבות סבטיידליות. בהמשך, הורבדה ליתולוגיה הטרוגנית מתוך סביבות גיאות ושפל. התרדדותן הטיפוסית אופיינה על ידי הרבדה של אבני חול מתוך סביבות השקעה חופיות.
מגמת ההשתנות של מפלס פני האוקיינוסים בעולם, במשך תקופת הקרטיקון התחתון, מצביעה על עלייה עקבית אשר נבלמה מעת לעת.
ירידת המפלס הבולטת ביותר של תקופה זו, נרשמה במעבר בין תקופת האפטיאן ובין תקופת האלביאן. שינוי איאוסטטי זה נרשם על פניהם של מחשופים רבים בעולם ובכללם גם באזורנו.
סמיכות התרחשותם של השינויים האיאוסטטיים הגלובליים ושל פרקי ההצפה באזורנו כמו גם יציבותו היחסית של הקראטון, מפחיתים במידה ניכרת את האפשרות להווצרותן של הצפות אלו כתוצאה מהשפעתה של טקטוניקה מקומית.
מגמת השתפלותו האיטית של אזור הלבנט המזרחי במהלך תקופת הקרטיקון התחתון והשתלבותו בתוך המחזור הטקטוני אשר החל בגמר היורא (עת הורם האזור) והסתיים בגמר האיאוקן התיכון (התרוממות מחודשת), מאוששים את ההנחה כי ניתן להתייחס אל תקופת הרבדתה של תצורת חתירה, כאל יחידה טקטונו-פאציאלית אחת וזאת על אף תזוזותיו הספורדיים של הקראטון היציב בדרך כלל.

סביבות השקעה נהריות מגיל קרטיקון תחתון במכתשי הנגב

וינברגר גבריאל ופלכסר עקיבא
החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים

לימוד סדימנטולוגי של מחשופי תצורת חתירה במכתשי הנגב מגלה כי חתכיה היבשתיים של תצורה זו, הורבדו בסביבות השקעה נהריות עקלתוניות (meander) ובסביבות השקעה נהריות רב-ערוציות (braided), כדלקמן:

1. נהרות מיאנדר דקי גרגר
גדות ההשקעה של נהרות מיאנדר אלה, הורכבו על פי רוב, על ידי צורות שיכוב חוליות אשר הורבדו בתהליכי מיגרציה ואגרדציה לתרכיים על פני תשתית חרסיתית ו/או חולית אירוזובית מתוך גופי מים בעלי מהירויות זרימה האופייניות למשטר הידרודינמי תחתון. ירידתם של פני המים ודעיכתן ההדרגתית של הזרימות, גרמו להרבדתן של צורות שיכוב חוליות דקות יותר.
בחלקן העליון של גדות ההשקעה, הורבדו סדימנטים דקים מתוך גופי מים האופייניים לפשטות הצפה.
2. נהרות מיאנדר דקי-גרגר בעלי אופי שטפוני
א. גדות ההשקעה האופייניות לנהרות אלה, עוצבו על ידי זרימות שטפוניות חזקות וקצרות מועד אשר הובילו סדימנטים בעלי-גודל גרגר בינוני-גס בבסיסן של תעלות הזרימה ואשר הרבידו מתוכן דיונות חוליות עבות.
שינויים באחידותן וברציפותן של זרימות אלו, גרמו, לעיתים, להיווצרותן של דיונות חוליות "מורכבות".
קיומן של זרימות חזקות בחלקן העליון של התעלות, הביאה, בדרך כלל, לפריצתן של הגדות הטבעיות (natural levee) ולהרבדתן של למינות חול אופקיות האופייניות למשטר זרימה הידרודינמי עליון.
ב. זרימות שטפוניות מקוטעות, חלשות וממושכות יותר, אפשרו הרבדה מחזורית של גלוני חול דקים ושכבות חרסיתיות דקות, לסירוגין עד למילויין הסופי של התעלות.
3. תעלות זרימה נהריות מיאנדריות מוטות
א. תהליכי ההטייה של נהרות המיאנדר נגרמו כתוצאה מהסתתם של כיווני הזרימה העיקריים בתהליכי: chute cut-off ו/או avulsion. פריצתם של תוואי הזרימה, נגרמה הן כתוצאה ממילויין ההדרגתי של תעלות הזרימה העיקריות והן כתוצאה מהתהוותם של נחשולי מים שטפוניים אשר פרצו מבעד לגדותיהן הטבעיים של תעלות אלו.
ב. נטישתן של תעלות הזרימה העיקריות התבטאה, בעיקר, על ידי הפחתת זמינותם של גופי המים בתוכן. קילוחי זרימה מזדמנים אשר הגיחו מכיוון תוואי הזרימה החדשים הרבידו: גלוני חול דקים, למינות חוליות ושכבות חרסיתיות דקות שהביאו למילויין ההדרגתי של התעלות הנטשות.
4. תעלות זרימה נהריות בעלות סינוסואידליות נמוכה
יחס גבוה של מרכיבי גרופת לעומת מרכיבים חוליים; יחס גבוה של פאציאס חולי לעומת פאציאס חרסיתי וכן היעדרן של צורות שיכוב חוליות דקות, היוו סימני היכר בולטים לתהליכי ההרבדה של מערכות זרימה נהריות בעלות סינוסואידליות נמוכה, בתצורת חתירה.
5. מערכות זרימה נהריות רב-ערוציות
תעלות הזרימה הרב-ערוציות מאופיינות, בדרך כלל, על ידי הרבדה של למינות חול טבולריות על פני אונות חול רוחביות ומוגבהות השכיחות באזורי השפך של מערכות ניקוז אלו. בערוצי הזרימה אשר התפתחו בין אונות החול, הורבדו דיונות חוליות לינגואידיות.
גופי המים אשר זרמו על פניהן של אונות החול הרוחביות, הרבידו בדרך כלל: גלוני חול דקים ועבים; למינות חול אופקיות ולמינות-חרסיתיות- כל זאת - בהתאם לאופיה המתפתח של הזרימה.
מעבר לגדותיהם של ערוצי הזרימה, באזורי פשט ההצפה, הורבדו סדימנטים דקים מתוך גופי מים סטגנטיים, בדרך כלל.

מיקרומורפולוגיה של פאליאוסול בזלתי בקבורה עמוקה בוולקני אשד (יורה) בצפון ישראל

משה וידר[1], אריה זינגר[2], וגדליהו גבירצמן[3]

[1]המחלקה לגאורפיה, אוניברסיטת בר אילן, רמת גן 52100
[2]הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית מירושלים, רחובות 76100
[3]המכון הגאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

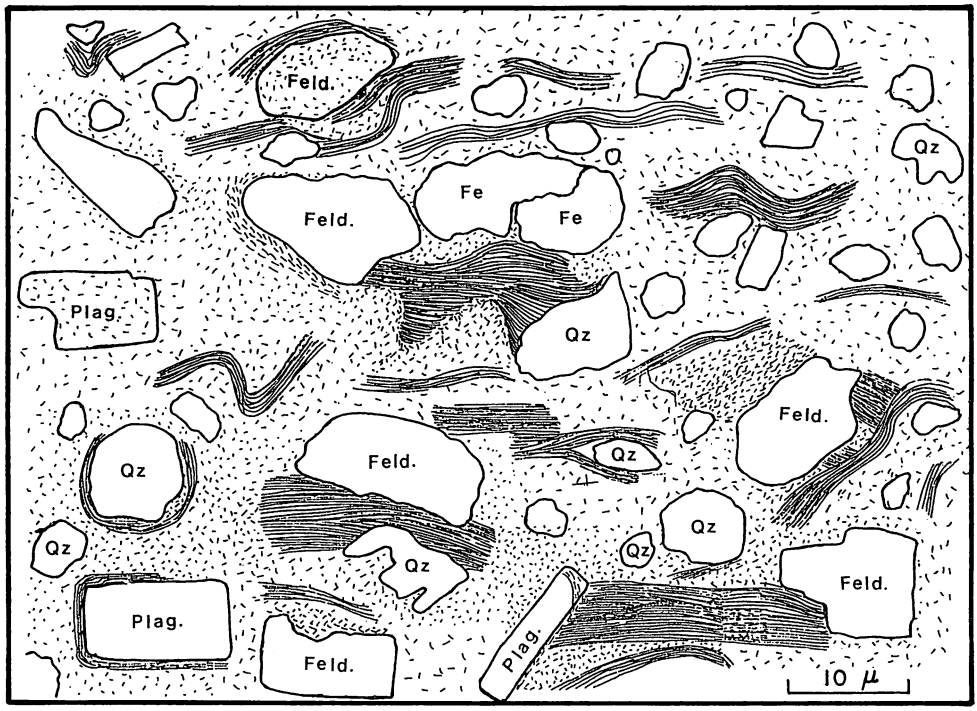
בקידוח עתלית 1, בטווח העומק של 2.9 - 5.4 ק"מ, נחדר רצף וולקני מגיל יורה מוקדם, המכונה וולקני אשד. רצף זה בנוי זרמי לבה בעובי של כ 30 - 20 מ' כל אחד וביניהם שכבות חרסיתיות בצבע אדום-חום. בדיקות מיקרומורפולוגיות של מדגמים זעירים אשר לוקטו ביד מתוך מטחן קידוח, מהעומקים 3106, 3378, 3392, ו- 4189 מ', העלו כי חלק מן המדגמים נגזר מפאליאוסולים. למרות העומק הרב, נותרו במדגמים אלו מאפיינים פדוגניים רבים הדומים לאלו של קרקעות בזלתיות מודרניות. הזרמים הבזלתיים הרוכבים שמרו כנראה על החומר הקרקעי המונח מתחתם. בדיקות דיפרקציה בקרני-X הראו כמות ניכרת של מינרלי חרסית בעלי יחס התפשטות של 2:1, דבר המעיד על העדר שינויים דיאגנטיים. המאפיינים הפדוגניים כוללים סימני אילוביאציה, נודולות של ברזל-מנגן וכן אינקלוזיות רבות של תחמוצת ברזל בתוך הפלזמה. מבנה אספטי-פלזמי ומישורים קרזיים מזכירים במידה רבה מבנה של קרקעות מודרניות. כמה מדגמים מראים שינויים דיאגנטיים משמעותיים כמו התאבכות דמויית שריטות במבנה אומניספטי. החומר החרסיתי בפאליאוסולים אלו עבר כנראה לחץ ניכר, אולם לא עד כדי טשטוש המאפיינים הפדוגניים. המצאותם של פאליאוסולים בתוך וולקני אשד תומכת בהנחות קודמות הטוענות כי רצף זה הצטבר בסביבה יבשתית. הפאליאוסולים קבורים כיום בטווח עומק של 3.1 - 4.2 ק"מ, בטמפרטורה הנאמדת ב- 100·C - 80, מאז 180 - 190 מליון שנה לפני ההוה. למרות תנאים אלו, נותר עדיין המבנה המקורי של מינרלי החרסית והמאפיינים המיקרומורפולוגיים נשמרו. אלו כנראה התנאים הקיצוניים ביותר הידועים עד כה אשר בהם פאליאוסולים בזלתיים שמרו על מרבית תכונותיהם המקוריות.

מיקום יחסי של רעידות אדמה קטנות

טורילד ואן-אק
המכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה, חולון

הסייסמיות בישראל, כפי שנמדדת ע"י רשת הסייסמוגרפים הישראלית, מראה על קיום של מספר צבירי רעידות. במספר צבירים חלק מהרעידות מוקמו בעזרת העובדה של הקרבה היחסית ביניהן. בשיטה המתוארת נקבל את המיקום, אשר נעשה יחסית לאירוע מרכזי חזק, ויהיה יותר מדויק מאשר אלו המתקבלים בתכניות מיקום מקובלות. זה מתאפשר הודות לעובדה כי במיקום יחסי אפשר להזניח אפקטים של מסלול, אשר בד"כ גורמים לאי-ודאות רבה בגלל חוסר מידע מדויק של מבנה הקרום.

אנו מציגים את השיטה וכן תוצאות לגבי צבירים בים-המלח ובכנרת. בעזרת נתונים של רשת הסייסמוגרפים אפשר להגיע לדיוקים של כ-100 מ'. עבור שברי החלקה אפשר להראות את כוון התנועה על גבי מישור השבר ובכך לפתור את הבעיתיות של קביעת מיכניזם השבירה. המיקומים המדויקים מאד הם בסדר גודל של גודל המקור של רעידת אדמה כפי שמקבלים בעזרת אנליזה ספקטרלית של אירועים בעלי מגניטודה 2-3, ובכך יש לנו כלי חשוב בלימוד תהליכי שבירה הקשורים לרעידות במגניטודה כזאת או יותר.



Fe - Iron oxides
Qz - Quartz
Plag - Plagioclase
Feld - Feldspar

Clay
Oriented Clay
Mica
Weathered fragment

Figure 1 - Petrography of a micaceous siltstone (schematic) from the Paleozoic sequence, Timna, Israel.

מיקות נאומורפיות בחתך הפליאוזואי, תמנע ישראל

י. הרלבו (2,1), ג. שטייניץ(1), א. סטרינסקי(2).

(1)המכון הגיאולוגי, ירושלים.
(2)האוניברסיטה העברית, ירושלים.

החתך הפליאוזואי בדרום ישראל כולל את התצורות עמודי שלמה, תמנע, שחורת ונטפים. זהו חתך קלסטי בעיקרו למעט יחידה קרבונטית בתצורת תמנע. החתך כולל רבדים עשירי מיקה המכילים שלושה מרכיבים פטרוגרפים עיקריים:

א. פרגמנטים דטריטיים בגודל חול-סילט.
ב. מינרלים חרסיתיים.
ג. מיקות

א. הפרגמנטים: כוללים גרעיני פלדספר אשלגני, פלגיוקלז וקוורץ. רובם מעוגלים פרט לפלגיוקלז המתבלה על פי מישורי התאום שבו. בפרגמנטים השונים ניכרת בליה דיאגנטית רבה שתוצריה הם חרסיות.

ב. המרכיב החרסיתי: ברובו איכיט שהינו מגובש היטב אך נמצאו גם גבישי קאוליניט.מקור האיליט הוּ בדטריטוס וכמוצר בליה מקומית.

ג. המיקות הוּ ביוטיט ומוסקוביט. הביוטיט מכיל אינקלוזיות ברזל והמוסקוביט נקי או לעיתים מכיל mixed layers של קאוליניט. המיקות (הוּ הביוטיט והוּ המוסקוביט) מראות צורות עוות גדול וצורות של גידול מחדש תוך התחשבות בפרגמנטים וחלקים קיימים.

עפ"י יחסים פטרוגרפיים אלה בין המיקות לפרגמנטים הדטריטיים ולמרכיב החרסיתי נראה שהמיקות הוּ נאומורפיות. מקובל שמיקות כאלה נוצרו על חשבון מינרלי החרסית (איליט) בתהליך של מטמורפיזם נמוך (עד 200°C). על סמך המסקנה שמיקות אלה הוּ נאומורפיות, נערך עליהוּ עתה מחקר גיאוכרונולוגי.

(סילט וחרסיות) ובמיכשור אחר לחומר היותר גס (חול וחצץ).
מדידות ישירות של גודלי גרגר היו עד לפני שנים מספר מסובכות, איטיות ויקרות ובוצעו ידנית בעזרת מיקרוסקופ. בעשור האחרון פותחו מערכות ממוחשבות חלקית (Schaefer et al, 1981; Mazzullo and Kennedy, 1985; Schaefer and Teyssen, 1987) אשר לא חדרו למעבדות הגאולוגים עקב מחירן. בכוונתי להציג מערכת מתוחכמת וידידותית המשפרת במידה רבה מאוד את איכות המדידות הישירות ומאפשרת לבצע מדידות כמותיות במהירות רבה ובצורה אוטומטית לחלוטין. מערכת **Galai CIS-1** (Karasikov et al, 1988) היא מערכת דואלית המאחדת בתוכה שתי שיטות מדידה שונות. המערכת הבסיסית היא מערכת אלקטרו-אופטית המשתמשת בטכניקת ליזר לבצוע מדידות ישירות של גודלי גרגר במהירות ובדיוק יחסי רב. השיטה מבוססת על מדידת זמן החשכה כתלות בגודל, כאשר המערכת מודדת ציר סטטיסטי של אלפי גרגרים במשך דקות ספורות ומתאימה בשלב זה של פתוח לטווח מדידות בין חצי מיקרון ועד לכ- 1200 מיקרון. מאחר והמערכת ממוחשבת, עבוד הנתונים הוא מידי ונתנת האפשרות לעבד את הנתונים כהתפלגויות של גודל אבסולוטי או לחלופין שטח או נפח מחושבים. המערכת המשלימה היא מערכת מתוחכמת של עבוד תמונות ממוחשב ואטומטי, כך שבמקביל אפשר לבצע אנליזה ישירה של מאפיני הצורה והגודל של הגרגרים בעזרת המחשב ומערכת הוידאו שמחוברת אליו. בזמן בצוע האנליזה הבודק יכול לראות את הגרגרים הנמדדים. טווח המדידה של מערכת עבוד התמונות נע בין מיקרונים בודדים לחמישה מילימטר עם אפשרות לבצע המדידות גם בחומר גס יותר.

1. Ehrlich, R., 1983: Size analysis wears no clothes, or have moments come and gone! Editorial. Jour. Sed. Petrology, 53, 1.
2. Hartmann, D., 1988: Coastal sands of the southern part of the Mediterranean coast of Israel: Reflections of dynamic sorting processes and environmental discrimination. Ph.D Thesis, Aarhus, Denmark. pp 330.
3. Karasikov, N, Kraus, M., and Barazani, G., 1988: Measurement of particles in the range of 150-1200 microns using a Time-of-transition particle size analyzer. in Lloy, P.J., (Ed.) Particle size analysis, J. Wiley & Sons, p. 51-62.
4. Mazzullo, J.M., and Kennedy, S., 1985: Automated measurement of the nominal sectional diameters of individual sedimentary particles. Jour. Sed. Petrology, 55, 593-596.
5. Schaefer, A., and Teyssen, T., 1987: Size, shape and orientation of grains in sands and sandstones image analysis applied to rock thin-sections. Sed. Geology, 52, 251-271.
6. Schaefer, A., Weissbrod, T., and Sneh, A., 1981: Application of the kontron videoplan method in determining the grain-size distribution and shape of Nubian sandstones from thin sections. Current Research., 15-17.

מדידת גודלי גרגר - טכנולוגיות מדידה חדשות בעזרת מערכת Galai CIS-1 תוצרת כחול-לבן

דניאל הרטמן
באר שבע

אבוד האמון בחשיבות האנליזות הגרנולומטריות ובאינפורמציה הטמונה בהן כפי שהוצג אצל Ehrlich (1983) הוא אחת הבעיות המרכזיות כיום בסדימנטולוגיה. מדידת גודלי גרגר היא אמצעי להשיג אינפרמציה תאורית על תכונות הסדימנט הנדגם לשם אפיונו ולשם הבנת התהליכים היוצרים אותו ולא מטרה בפני עצמה, כאשר קים קשר ישיר בין איכות האינפורמציה לבין העלות להשיג אינפורמציה זו. דגימה מועטה ומדידה פשוטה תספק מעט אינפורמציה שרק תחשוף טפח מתכונות החומר הנבדק לעומת דגימה מרובה ומדידה מתוחכמת. תוצאות המדידות נתנות לעבוד פשוט עם איכות אינפורמציה מוספת נמוכה או לעבוד מסובך עם איכות אינפורמציה מוספת גבוהה. Hartmann (1988) מראה בעבודתו שהתפלגויות גודלי גרגר הכן נושאות בחובן אינפורמציה גאולוגית חשובה המתגלה רק כאשר כמות הבדיקות ואיכותן גבוהה מספיק בכדי להוריד את הרעש הגאולוגי לרמה מינימלית.

העוסקים בחקר חלקיקים או גרגרים נתקלים בבעיה שעליהם להחליט איזו תכונה של החלקיקים היא נושא המחקר האמיתי וכיצד לבצע מדידה מדויקת של התכונה הנדרשת. תכונות החלקיקים הנתנות למדידה הן שונות ובאפשרותינו לדוגמא למדוד תכונות ראשוניות כגון גודל החלקיקים, נפחם, שטח פניהם ומשקלם וכן תכונות יותר מורכבות כגון היחס בין שטח הפנים לנפח או את מהירות השקיעה של הגרגרים במדיום כלשהו. מדידות אלה מספקות התפלגות של תוצאות מאחר ולתכונה הנבדקת יש אופי הסתברותי ואין מדובר בערך כמותי יחיד אליו הדוגמא שואפת להגיע. תהליך המדידה עצמו ותכונות המכשור משפיעים גם על תוצאות המדידה. בנוסף להתפלגות הטבעית יש להוסיף את הסטיות האקראיות של תהליך המדידה החיבות להשמר ברמה של רעש נמוך בתוך התוצאות.

מדידת תכונת הגודל מחיבת החלטה איזה ציר למדוד מאחר ורוב הגרגרים הטבעים והמלאכותים אינם כדורים ורק בקרוב נתן לתאר אותם כאליפסואידים בעלי שלושה צירים שונים. השמוש במערכת נפות לאפיון גודלי גרגר מקובל מאוד לטווח מדידה שבין סנטימטרים בודדים עד לכ-40 מיקרון. תוצאות של מחקרים רבים מראות שתהליך הניפוי מודד את התפלגות הציר הבינוני של הגרגרים כתלות בצורתם. שיטה זו היא ידנית, איטית ובעלת מגבלות רבות. אפיון תכונות מורכבות יותר של גודלי גרגר מתבסס על תכונות שונות שאחת מהן לדוגמא היא מהירות השקיעה של הגרגרים במדיום נוזלי בעזרת צנור השקעה. רוב השיטות המתוחכמות יותר כדוגמת Coulter counter, Sedigraph ואחרים כרוכות בהנחות שאינן מתקימות תמיד ולכן אינן מקובלות על הכל. הבעיות האופיניות לחקר גודלי גרגר הן השוואת תוצאות כפי שנמדדו במכשירים ובשיטות שונות וכן הקושי הרב בהשגת דוגמה שתהווה מדגם מיצג לאוכלוסיה הנדגמת. בעיה נוספת היא ההכרח לבצע מדידות במכשור מסוג אחד לחומר העדין

6. בנחל מריש (יובל של נחל דישון המתנקז אל החולה) נמצאה בזלת מגיל 2.3 מ.ש. שזרמה לאורך אפיק הנחל. גובהו הנוכחי של האפיק נמוך אך בשני מטרים מבסיס הבזלת, המסמן מצידו את גובה האפיק הקדום. נראה לכן שקיימת כאן עדות לכך שעמק החולה (המהוה את בסיס הנקוז) הגיע לגובהו הטופוגרפי הנוכחי כבר לפני כשני מליון שנה. לפיכך קצב השקיעה של העמק מאז שווה בממוצע לקצב הצטברות הסדימנטים בתוכו.

7. יתכן ושבר קרן נפתלי (שהוא באמור השבר העתיק באזור הנדון) היווה עם תחילת יצירת עמק החולה, לפני 4 מליון שנה (Heimann and Steinitz, in press), את השבר המערבי הראשי של העמק. על שבר זה התרחשה כנראה התנועה האנכית העיקרית באותה תקופה. מאוחר יותר השתנה מודל השבירה ונוצרו מערכות שבירה בכיוונים השונים.

במקומות אחדים נמצא שבזלות מכסות את השברים בעוד שבמקומות אחדים הן שבורות. על מנת להגדיר את יחסי הזמן בין השברים השונים תוארכו בזלות (בשיטת K-Ar) משתי אתרים:

מס' סדורי	אתר	נ.צ.	מספר מדידות	גיל במליוני שנה
1	נחל קובעת	2023/2678	3	2.42±0.29
2	נחל מריש עליון	2008/2718	3	2.30±0.19
3	נחל מריש תחתון	2014/2714	3	2.25±0.08
4	תל משב	2008/2692	3	2.20±0.15
5	נחל מכברם	2031/2702	3	1.53±0.23
6	נחל חצור (חלוקי			
	בזלת מתוך קג"ל	2035/2688	1	2.54±0.06
	חצור)		3	1.81±0.16

<u>תוצאות ומסקנות:</u>

1. ניתן לחלק את השברים לשלוש מערכות עיקריות בכיוונים °070, °310, °325 ולעוד שבר ראשי אחד בכיוון °015, הוא שבר קרן נפתלי.
2. הבזלות באזור הוצבו במהלך שתי תקופות של התפרצויות וולקניות: הראשונה מגיל 2.1-2.4 מ.ש., הידועה גם מבלוק בורזים ומהגליל המזרחי (רמת דלתון) והשניה מגיל 1.5-1.8 מ.ש. שמוברת גם היא מהגליל המזרחי (באזור רמת עלמה).
3. שבר קרן נפתלי הוא השבר הקדום באזור היות והוא מוסט על ידי מערכות השברים האחרות. לשבר זריקה ורטיקלית, סטרוקטורלית וגם טופוגרפית, של עד 400 מ'.
4. על פי יחסי שדה בין השברים לבין עצמם ובין השברים והבזלות (שחלקן תוארך) מתברר שהמערכת שבכיוון °070 עתיקה מ-2.3 מ.ש.. המערכת שכיוונה °310 נוצרה בתקופה שבין 2.3 מ.ש. ל-1.7 מ.ש. באשר חלק משברים אלה פעלו פעם נוספת מאוחר ל-1.7 מ.ש.. מערכת השבירה בכיוון °325 היא הצעירה ביותר וגילה צעיר מ-1.7 מ.ש..
5. נסיון לאתר מישורי שבירה בהם ניתן להבחין בכיוון התנועה נכשל בדרך כלל עקב השימור הגרוע של מישורי השבירה. בנחל חצור, הזורם לאורך שבר חצור, נתגלה משור בודד המצביע כנראה על שבירה עם מרכיב של תנועה אופקית ימנית. הסטה ימנית של שברים קטנים לאורך שבר חצור מסייעת לעדות זאת.

מערכות השברים בדרום מערב עמק החולה ומורדות הגליל המזרחיים
תיארוך ומסקנות טקטוניות

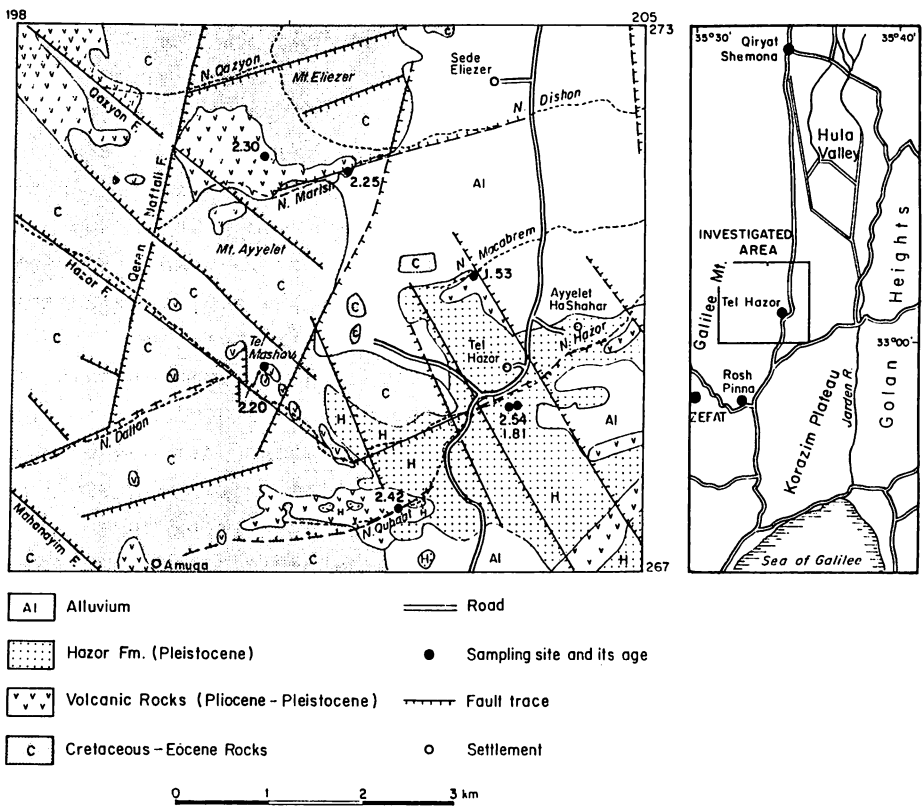
אריאל היימן (1)(2), גידי שטייניץ(2)

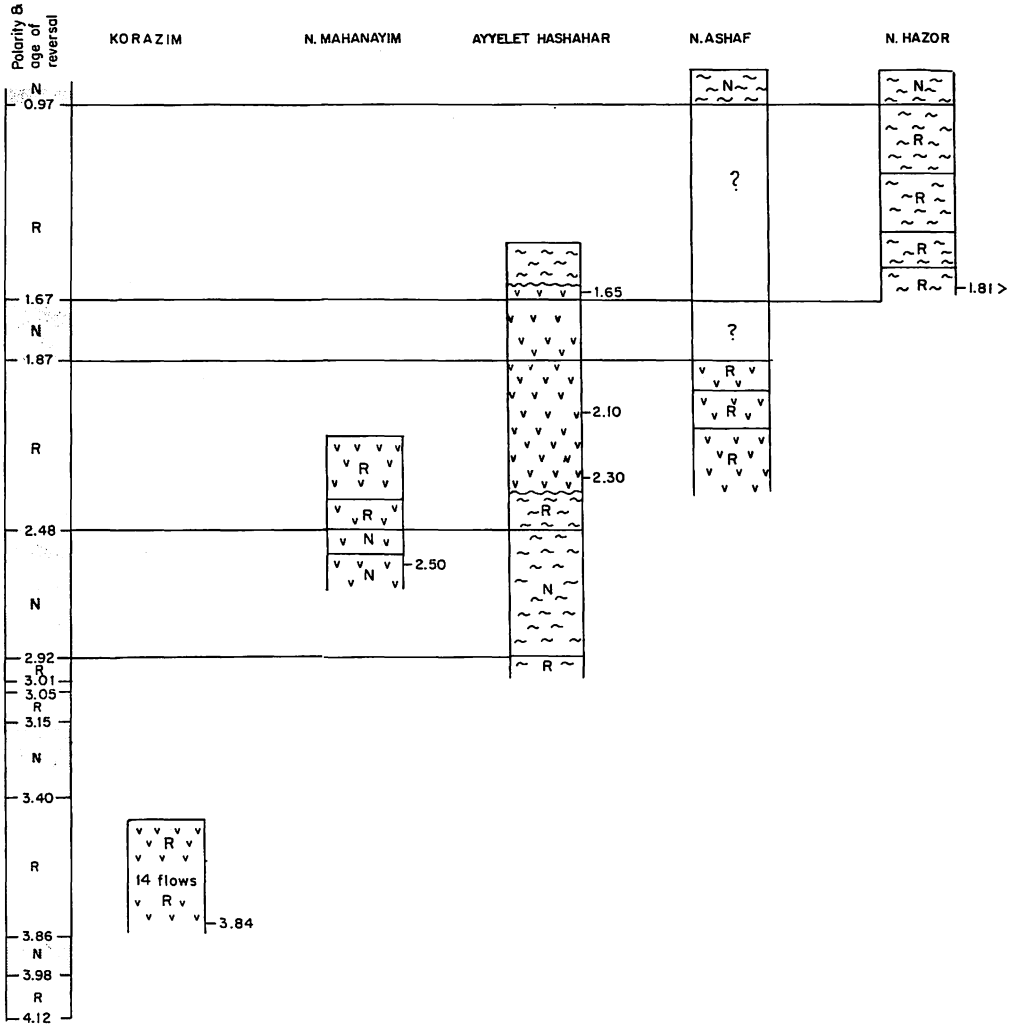
(1) המכון לחקר הגולן
(2) המכון הגיאולוגי

הגבול המערבי של עמק החולה משתנה באופיו מצפון לדרום. חלקו הצפוני של העמק מוגבל ממערב על ידי שבר בולט ומוגדר המגביה יחסית את אזור מגרה-יפתח. גבול העמק דרומה מאזור מושב שדה אליעזר הינו מתון יותר טופוגרפית ומורכב ממספר מערכות שבירה.

אזור מורדות הגליל המזרחיים מופה על ידי גליקסון (1964). הוולקניזם בגליל המזרחי תוארך על ידי מור וחבריו (1987) ואילו היימן וחבריו (1987) תיארכו את הוולקניזם בבלוק בורזים שמדרום.

לאחרונה נערך מיפוי מפורט של השברים באזור הדרומי (ציור 1):




Polarity & age of reversal
KORAZIM
N. MAHANAYIM
AYYELET HASHAHAR
N. ASHAF
N. HAZOR
N
0.97
R
1.67
N
1.87
R
2.48
N
2.92
R
3.01
3.05
R
3.15
N
3.40
R
3.86
N
3.98
R
4.12
14 flows
3.84
2.50
1.65
2.10
2.30
?
?
1.81 >

צילור 1

הסטרטיגרפיה והדפורמציה של בלוק כורזים: עדויות גאוכרונולוגיות ופאלאומגנטיות

אריאל היימן[1] תגי רון[2]
(1) המכון לחקר הגולן
(2) המכון למחקרי נפט וגאופיסיקה

רמת כורזים הינה בלוק סטרוקטורלי לחיצתי מוגבה בין מבני המתיחה של הכנרת והחולה הממוקמים לאורך גבול הלוחות הטרנספורמי של בקע ים המלח.

לצורך הבנת היחסים הסטרטיגרפים בין הבזלות לסדימנטים המכסים את בלוק כורזים, וכן לצורך הגדרת הגיל והבנת אופי המעוות שעבר הבלוק נערכו מדידות גאוכרונולוגיות (בשיטת K-Ar) ומדידות פאלאומגנטיות. הצלבת נתוני שיטות אלו מאפשרת רזולוציה סטרטיגרפית גבוהה וכן הגדרת אופי המעוות וגילו.

הרצף הסטרטיגרפי של בלוק כורזים נלמד בעזרת חמשה חתכים בהם שולבו שתי השיטות. בסך הכל נדגמו 29 זרמי בזלת ואופקי סדימנטים בחתכים אלו (6 גלעינים מכוונים בכל יחידה) לצורך בדיקות פאלאומגנטיות, ונדגמו 25 אתרים לצורך בדיקות גיל של בזלות באזורים שונים בבלוק (כולל בחתכים הללו). המדידות הניבו את התוצאות הבאות:

(1) החתך בדרום ומרכז האזור מורכב מבזלת הכסוי בטווח גילים של 5.1-3.6 מ.ש. והפולריות המגנטית של 14 זרמי בזלת רצופים מחלקו העליון של החתך הראתה כיוון הפוך.

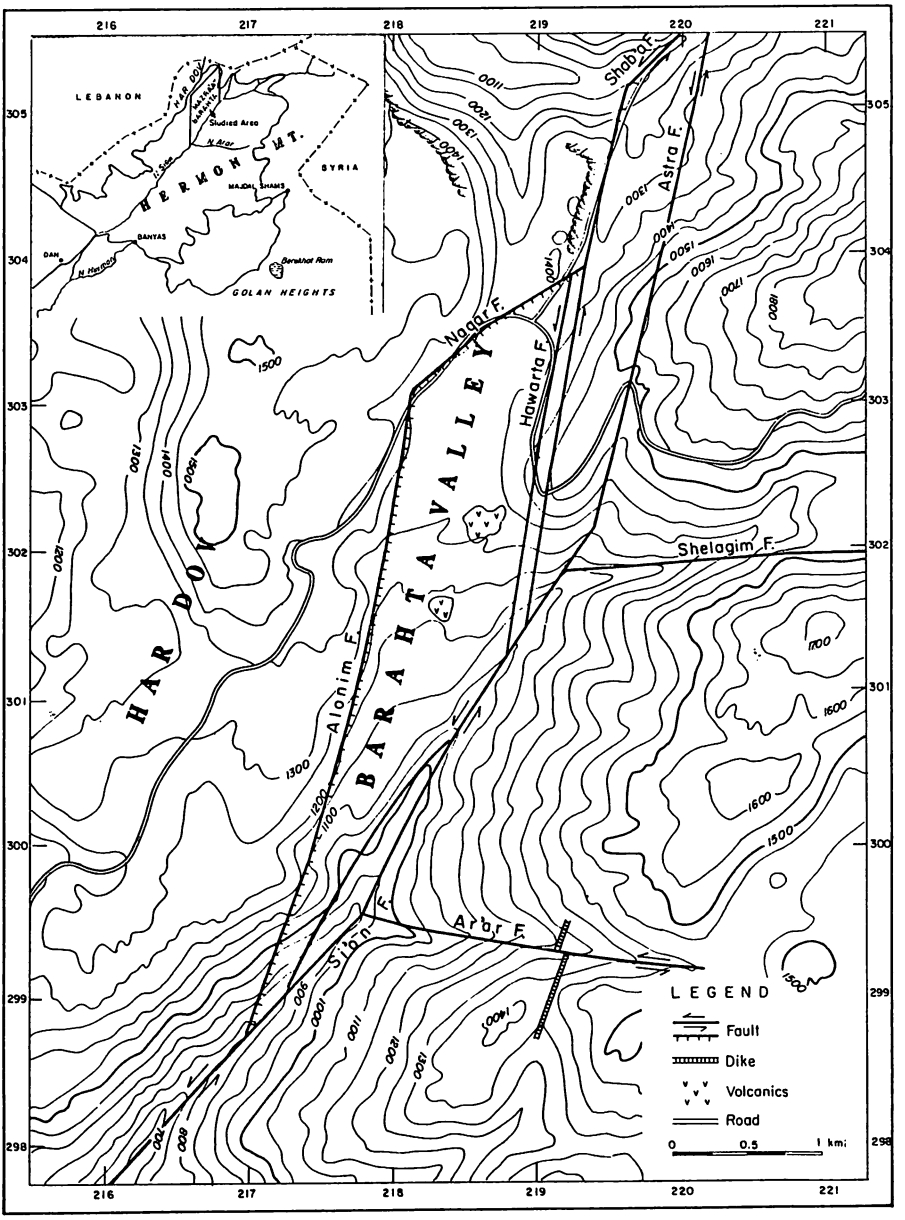
(2) החתכים במרכז וצפון האזור מורכבים מבזלות וסדימנטים שטווח גילם הוא של מ-3.0 מ.ש. ועד פחות ממליון שנה שהראו פולריות מגנטית משתנה.

תוצאות המדידות והקורלציה בין החתכים מוצגות בציור 1.

(3) נתוני הדקלינציה המגנטית הראו כיוון אנומלי המסובב נגד כיוון השעון בשעור של $12.2^0 \pm 5.9^0$ ביחס לכוון הצפוי בעוד שנתוני האינקלינציה הניבו את הערך של $47.4^0 \pm 5.9^0$ שאינו שונה סטטיסטית מהערך הצפוי.

שעור סבוב זה נמדד בסלעים המיצגים טווח גילים מ-3.9 ועד פחות מ-1 מליון שנה ולפיכך ניתן להסיק שגיל המעוות הפנימי של בלוק כורזים צעיר ממליון שנה. האינטרפרטציה המוצעת לכיוון האנומלי של הדקלינציה היא שבלוק כורזים עבר מעוות פנימי ע"י מערכות השבירה המשניות, שכיוונן בדרום האזור הוא 290^0 ובצפון האזור הוא 315^0. מעוות פנימי זה נרכש ע"י תנועה אופקית ימנית על מערכת השברים הפנימית (בשעור של עשרות עד מאות מטרים עם רכיב של תנועה הפוכה) בשלוב עם סבוב נגד כיוון השעון. זאת בהתאם למודל המשלב תנועות העתקה אופקיות וסבוב בלוקים.

מוצע שהגורם העקרי למעוות הפנימי של בלוק כורזים הוא תנועה אופקית שמאלית על העתק אלמגור שכיוונו תת מקביל לכיוון תנועת הלוחות ולכן יוצר רכיב של לחיצה בבלוק זה. לפיכך גיל העתק אלמגור צעיר אף הוא ממליון שנה בדומה לגיל המעוות הפנימי.


LEBANON
SYRIA
HERMON MT.
Studied Area
BANYAS
GOLAN HEIGHTS
HAR DOV
BARHTA VALLEY
Shaba F.
Astra F.
Naqqar F.
Hawarta F.
Shelagim F.
Alonim F.
Sion F.
Arbor F.
LEGEND
Fault
Dike
Volcanics
Road
0 0.5 1 km
216
217
218
219
220
221
305
304
303
302
301
300
299
298

ציור 1

הרומב גרבן של ברחתא שבחרמון - תוצר מתיחה באזור של לחיצה

אריאל היימן (1), יהודה אייל (2), משה אייל (2)

(1) המכון לחקר הגולן
(2) המחלקה לגיאולוגיה, אוניברסיטת בן גוריון

הר החרמון הוא חלק ממבנה אנטיקלינלי בכיוון צפון מזרח, שנוצר כתוצאה מלחיצה הקשורה בעיקרה בתנועה לאורך טרנספורם ים המלח. השבר הראשי של בקע ים המלח מתפצל בצפון עמק החולה לחמישה שברים (Heimann and Ron, 1987) שאחד מהם שבר רשיא חוצה את החרמון בצידו המערבי. שבר זה הוא שבר אופקי שמאלי עם הסטה של 1000 מ' (פרוינד, 1980; היימן, 1985). לשבר רשיא שני קטעים: שבר שיאון הדרומי ושבר שבעא הצפוני, המדורגים בינהם בדרוג (en-echelon) שמאלי. בתוצאה מהדרוג והתנועה השמאליים נוצר באזור זה גרבן בצורת מעויין.

עמק הברחתא מוקף מארבעת עבריו בשברים (ציור 1): מדרום-מזרח שבר שיאון שהוא כאמור שבר אופקי גדול עם מרכיב אנכי של כ-300 מ' באזור ברחתא; שבר אלונים ממערב ושבר נקר מצפון הם שברים נורמלים בעיקרם; ממזרח מופיעים מספר שברים מקבילים, כאשר הראשיים שבהם - שברי אסתרא וחוורתא, הינם שברים אלכסוניים עם מרכיב תנועה אופקי משמעותי. תיאור והגדרת השברים נעשו בעזרת מישורי שבר, ברקציות של שבר, מינרליזציה, שיקולים מורפולוגים וחריצי החלקה (slikensides). חישובים קינמטיים הראו כי תנועה אופקית של כ-700 מ' הועברה משבר שיאון אל שבר שבעא בעיקר על ידי שברי חוורתא ואסתרא.

השוואת מבנה גרבן ברחתא למודל הקלאסי של pull apart (למשל Aydin and Nur, 1982) ולמודל הרוטציה שהוצע על בסיס ניתוח אזור ביר זריר (Eyal et al., 1986) מראה שהיווצרות גרבן זה תואמת יותר את מודל הרוטציה אך שונה ממנו בכמה מרכיבים. נראה לפיכך כי תנאי הכרחי להיווצרות רומב גרבנים הוא מבנה מדורג (en-echelon) של שברי הסטה אופקית אך אופן ההיווצרות שונה בכל מקרה ותלוי בעיקר בכיוון השברים המקיפים את הגרבן.

במספר מקומות ניתן להגדיר את סדר הזמנים בפעילות על שברי השוליים. במקומות אלו נצפה שהשברים הצעירים יותר ממוקמים לכיוון פנים העמק ולפיכך הפעילות נדדה כלפי מרכז האגן.

(2) באזור הבקע בצפון ישראל ניצפו מבנים הנוצרים כתוצאה ממתיחה באזור המאופיין על ידי התקצרות (כמו הרומב גרבן של ברחתא בחרמון), או לחילופין מבני לחיצה באזור שעבר מתיחה (כמו הגבעות - אנפה, שחומית ואחרות, בעמק החולה). תופעות אלו מוסברות כל אחת על ידי האי-רגולריות והדרוג של השבר הספציפי לאורכו נוצרו.

(3) בלוק בורזים הממוקם מדרום לעמק החולה מכוסה בזלות וסדימנטים צעירים (בני 5 מ.ש. ועד כמליון שנה). הדפורמציה החזקה הנראית ביום על פני השטח פעלה באופן אחיד על כל יחידות הסלע ולפיכך היא צעירה ממליון שנה. נראה שהתפתחות המבנה הנוכחי של בלוק בורזים, כמו גם הדפורמציה באזור, היא תוצאה של שינוי במיקום השבר הפעיל בקטע המחבר את החולה לכנרת, משבר אפיק הירדן לשבר אלמגור המצוי מערבית לו.

לסיכום: בקע ים המלח בצפון ישראל, במבנהו הנוכחי, החל להתפתח לפני 4 מ.ש., בו זמנית להתפרצות בזלת הבסוי. התנועה האופקית הקודמת לגיל זה התבצעה לאורך מערכת שברים שלאורכה לא נוצרו מבנים מורפולוגים שרישומם ניכר כיום. התפתחות הבקע בפליוקן העליון ובפליסטוקן התבצעה על מערכות שבירה שונות, תוך יצירת מבנים מורכבים ובמקביל להרבדת סדימנטים בעמק ולהתפרצות בזלות בסביבותיו. השברים הצעירים והפעילות הסייסמית הנוכחית מצביעים על המשך הפעילות הטקטונית אף כיום.

ההיסטוריה של בקע ים המלח בצפון ישראל בפליוקן ובפליסטוקן

אריאל היימן
המכון לחקר הגולן

בקע ים המלח בצפון ישראל מורכב משלושה אגנים עמוקים - הבנרת, החולה ועמק עיון, וביניהם מפרידים שני אזורים מוגבהים סטרוקטורלית- בלוק כורזים ואזור כפר גלעדי-מטולה. מבנה הבקע הנוכחי הוא תוצאה של שבירה במספר מערכות מורכבות שהתפתחו על גבי מבנים קודמים.

הגורם העיקרי להיווצרות האגנים היא התנועה האופקית לאורך הבקע בשלוב עם המבנה המדורג (en-echelon) של השברים הראשיים כפי שבא לידי ביטוי בחולה ובעמק עיון ופחות בבנרת. בצפון עמק החולה מתפצל השבר הראשי של הבקע לחמישה שברים הפעילים כנראה אף כיום. מבין שברים אלו מהווה שבר הימונה את המשך שבר הטרספורם המגיע לדרום טורקיה (Wilson, 1965).

חלקה הראשון של התנועה האופקית לאורך בקע ים המלח התרחש לאורך מערכת שבירה אחת, ללא היווצרות מבנה של בקע (Garfunkel, 1981). רק בתוצאה משינוי במיקום קוטב התנועה של פלטות ערב ואפריקה החלה מתיחה בכיוון אלכסוני לכיוון הטרנספורם שגרמה לפתיחת הבקע (Joffe and Garfunkel, 1987).

מנתונים גיאוכרונולוגים מעמק החולה מתברר ששלב התנועה השני ותחילת היווצרות עמק החולה (ויתכן שגם האגנים האחרים לאורך הבקע) החלה לפני 4 מליון שנה. מידת ההסטה האופקית שהתרחשה מאז היא כ-25 ק"מ (על פי אורכו המירבי של עמק החולה) בלומר בקצב ממוצע של 6.2 מ"מ בשנה. המפלס הנוכחי של עמק החולה התייצב כבר לפני כ-2.3 מ.ש. ומאז קצב שקיעת העמק (שהוא 0.5-0.7 מ"מ בשנה) שווה (בממוצע) לקצב הצטברות הסדימנטים.

עם פתיחת הבקע והמשך התנועה האופקית לאורכו נוצרו מבנים מורכבים שמביניהם נדון במסגרת זו בשלושה:

(1) שברי שיאון (רשיא), שמיר ושייח-עלי, מתפצלים משבר השוליים המזרחי של הבקע לצפון מזרח. הפעילות על שברי שיח-עלי ושמיר החלה לפני יותר מ-2 מ.ש. (ופחות מ-4 מ.ש.), והם שייכים לכן, לשלבים הראשונים של התפתחות האגנים באזור. גיל תחילת הפעילות על שבר שיאון אינו ידוע, אך מנגד נמצא שהשבר פעל עד לפני עשרות אלפי שנים ויתכן שהוא פעיל אף כיום.

טקטוניקה של רכס הכרמל לפי רעידות בשנים 1984-1988.

א. הופשטטר, ט. נאן-אק, ח. רון -
המכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה

רכס הכרמל הינו גוף טקטוני בולט בחלק הצפוני של ישראל. אזור זה ידוע במבנהו הטקטוני והגיאולוגי המסובך, ושיא גובהו מעל פני הים מגיע מעל 500 מ'. מצד צפון-מערב וצפון-מערב של הרכס ישנו שבר הכרמל עם המשך לתוך מדף היבשת של הים התיכון. ההעתקה לאורך השבר מסובכת ובנויה מהחלקה שמאלית ושברים נורמלים. השבר ידוע כפעיל מאז המיוקן. פעילות סייסמית ומורפולוגית מראה את פעילותו הנוכחית. אין עדות גיאולוגית התומכת בתנועה בכוון דרום מזרח של השבר לכוון שבר עמק הירדן. בתאריך 24/8/84 רעידה בעוצמה 5.1 קרתה בחלק הצפוני של שבר זה בסמוך לעיר חיפה אשר גרמה לנזקים קלים בחיפה וסביבתה. רעידה זאת לוותה לפני ואחרי במספר רב של רעידות חלשות יותר, אשר גרמו להתענינות מחודשת באזור זה, בגלל אי ידיעה של מידת הסייסמיות. אירוע זה הדגיש את חשיבות השבר והטקטוניקה של הכרמל, למרות שהקשר לטקטוניקה של כל אזורנו עדין לא ברור כלל. מיקום של המוקדים תוחם את קו השבר וכן את עמק יזרעאל, הנמצא צפונית לרכס הכרמל פתרונות של מיכניזם השבירה מראים שברים נורמלים וכן שברי החלקה שמאליים. יתכן וזה מעיד על חלוקה של השבר למספר תת-שברים.

טרנספורם ים המלח בצפון ישראל - מבט כללי

צבי גרפונקל, המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים

הקטע של טרנספורם ים המלח בצפון ישראל נבדל מחלקיו הדרומיים יותר של הטרנספורם במספר מאפיינים. באיזור זה התרחשה פעילות וולקנית חזקה; ממערב לו ישנה דפורמציה חשובה ע"י שבירה שהיתה בו זמנית לפעילות הוולקנית ולתנועה הטקטונית של הטרנספורם; באיזורי כורזים ומטולה אין לאורך הטרנספורם שקע המוגבל על ידי שברים. בקנה מדה רגיונלי קטע זה של הטרנספורם מהווה מעבר בין חלקו הדרומי,שבו התנועה הטקטונית בדר"כ מלווה על ידי מעט מתיחה ניצבת לקטע שבלבנון שבו התנועה הטקטונית מלווה על ידי קומפרסיה ניצבת, דבר הגורם לסיבוכים במבנה.

החתכים הסטרטיגרפיים המוכרים משני צידי הטרנספורם(בעיקר מגיל יורה-קרטיקון-אאוקן) נבדלים זה מזה, וההבדל נעלם עם תקון ההסטה הטקטונית. ההבדלים הללו פחות בולטים מבדרום כיוון שכאן החתכים ימיים ברובם ועומק הגדוע של תחילת הקרטיקון אינו משתנה הרבה לטרנספורם.

הסלעים הנאוגניים באיזור מעידים על טקטוניקה לאורך קו הטרנספורם כבר במיוקן התיכון. בגולן נראית פלכסורה לאורך הטרנספורם לפני תצורת הורדוס. האגן של הבזלת התחתונה-תצורת הורדוס היה כנראה מוגבל במזרחו על ידי שבר לאורך קו הטרנספורם. הוולקניזם המיוקני ומערכת השבירה של עמק יזרעאל-הגליל אינם נמשכים ממזרח לטרנספורם, דבר המעיד על פעילותו כבר במיוקן התיכון.

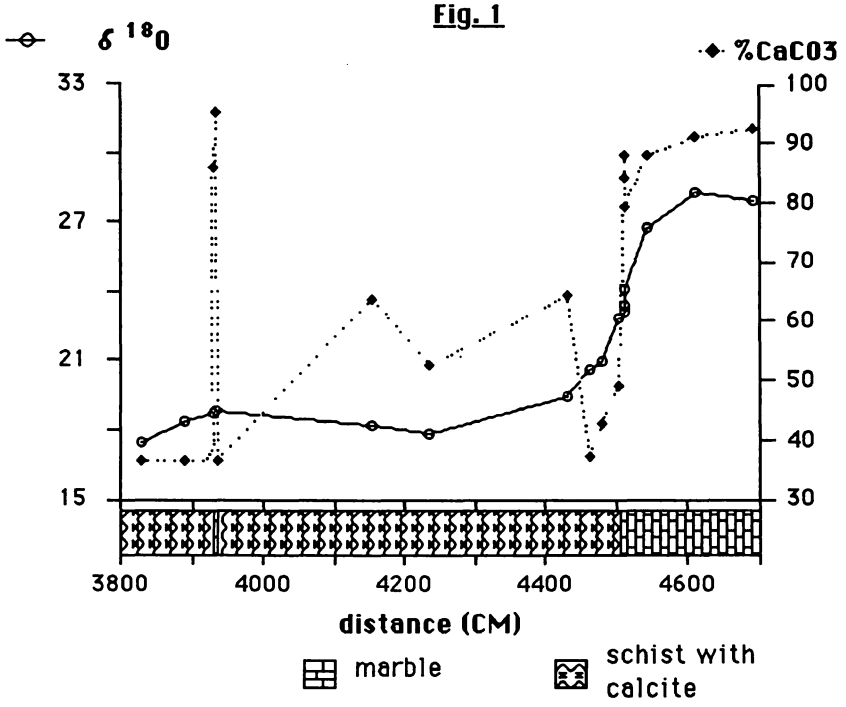
המגמתיזם שבאיזור הנו חלק מתופעה רגיונלית שאינה קשורה ישירות לטרנספורם ים המלח, אלא מלווה את תהליך בקוע היבשות הרגיונלי. עם זאת, סביר שהשבירה המקומית השפיעה על אפן עלית המגמות ואפשרה הצטברות סדרות וולקניות עבות בעמק החולה, מדרום לכנרת ובגליל הדרום מזרחי. אי אפשר לזהות קשר בין תפוצת גילי הפעילות הוולקנית לבין תנועת הלוחות (כמו בהוואי, למשל). תפוצת הוולקניזם הצעיר ביותר נראית כהפוכה לצפוי מתנועה הלוחות באיזור. נראה לכן שמתחת לאיזור ישנם מקורות מגמה רבים ומפוזרים שפעלו לסירוגין (ככל שהדבר מתבטא בוולקניזם בפני השטח), ולא ממקור נקודתי אחד.

מבחינה סטרוקטורלית, האיזור מיוחד בכך שהוא צריך היה לחלוף על פני נקודת הכפוף של קו הטרנספורם שמצפון למטולה. השבירה החזקה בגליל שגרמה למעוות רגיונלי נכבד (ע"י רוטציה של בלוקים) מבטאת כנראה את העוות של האיזור בזמן שהוא חלף על פני הכפוף. זה יכול לגרום להיסטוריה מסובכת של מאמצים מקומיים.

היצירה המוקדמת של הענף של עמק יזרעאל קשורה כנראה גם כן למאמצים המקומיים באיזור הכפוף. המצב הסטרוקטורלי האיזורי היה כנראה הגורם לארגון מחדש בפליוקן-קורטר של המבנה לאורך הטרנספורם עצמו, ולשינויים במשטר המאמצים לאורכו.

יחידת השיש. מכך שאופק השיש הדק, בתוך יחידת השיסט, נמצא בשיווי משקל עם השיסט, בעוד שהשיש הבלתי חדיר שומר על הערכים הסדימנטריים ניתן להסיק שהתמיסות חדרו דרך יחידת השיסט הפרמאבילית מבלי לחדור אל יחידת השיש הלא פרמאבילית. זאת אומרת שיחידת השיסט הוותה צינור דרכו עלו התמיסות. הנתונים הקיימים אינם מאפשרים להעריך את כמות התמיסות, שהיו מעורבות בתהליך, אך על פי התוצאות הראשוניות נראה, שכמות התמיסות, היתה קטנה יחסית.

Fig. 1



מעורבות תמיסות במטמורפוזה רגיונלית:
מחקר פרלימינרי של פרופיל הרכבים איזוטופיים של קלציט בסיפנוס (האיים הציקלדיים, יוון)

יבחר גנאור ואלן מתיוס
המכון למדעי כדור הארץ, המחלקה לגיאולוגיה
האוניברסיטה העברית בירושלים

במחקרים העוסקים במעורבותן של תמיסות בתהליכי מטמורפוזה רגיונלית, נעשה שימוש רב באיזוטופים יציבים. ההערכות במחקרים אילו מתבססות על מאזני חומר ולכן, מידת תקפותן תלויה בטיב הערכותינו לגבי ההרכבים האיזוטופיים לפני חדירת התמיסות. בעבודה הנוכחית מוערכת מעורבותן של תמיסות, בשיטה אחרת, שכמעט ואינה מסתמכת על הנחות מוקדמות בדבר הרכבם האיזוטופי של הסלעים. בשיטה זו נמדד פרופיל הרכבים איזוטופיים של קלציט, דרך מגע ליתולוגי בין שיסט לשיש. ההערכות מתבססות על ההבדלים בפרמאביליות בין השיסט לשיש ועל הרכב השיש לפני חדירת התמיסות, עליו ניתן ללמוד תוך התבססות על התוצאות.

המחקר הפרלימינרי בשיטה זו, מתמקד במגע שיש - שיסט במפרץ קמרס, סיפנוס. איזור זה המהווה חלק מהאורוגנזה האלפינית, עבר מטמורפוזה פרוגרדית בפציאס אקלוגיט ולאחריה מטמורפוזה רטרוגרדית בפציאס גרין שיסט. במפרץ קמרס חשופה יחידת שיש עבה ובתוכה אינטרקלציה של שיסט (ציור 1). יחידת השיסט, מורכבת מתערובת של מינרלים סיליקטיים בפציאס גרין שיסט וקלציט. אחוז הקלציט משתנה מ 36% ועד 95% (באופק שיש הכלול ביחידת השיסט). ההרכב האיזוטופי של החמצן בקלציט ביחידת השיסט הוא כ- 18‰ ובשיש כ- 28‰. ההרכב האיזוטופי של הקלציט באופק השיש בתוך יחידת השיסט הוא 18.7‰, בדומה להרכב שאר הקלציט בשיסט ושונה מביחידת השיש העיקרית. קיים מעבר בצורת S בין הערכים בשיסט לערכים בשיש, כשנקודת הפיתול מצוייה על המגע.

ערכי $\delta^{18}O$ של השיש (28‰) הם ערכים מקובלים לקרבונטים ימיים, דבר המעיד על כך שהפרוטוליט של השיש היה גיר. אופקי השיש ביחידת השיסט דומים פטרולוגית ליחידת השיש העיקרית וסביר להניח שהפרוטוליט שלהם היה זהה ומכאן שגם ביחידת השיסט היה הרכב הקלציט, במקור, 28‰. הערכים הנמוכים, שנמדדו, מעידים על חילוף חמצנים בין הקלציט ביחידת השיש למינרלים או תמיסות בהרכב איזוטופי קל. למרות שיחסי הכמויות סיליקטים/קלציט משתנים לאורך יחידת השיסט, נשמר ההרכב האיזוטופי קבוע. ההרכב הקבוע מעיד שיחידת השיסט כולה, לאורך מספר מטרים, נמצאת בשיווי משקל איזוטופי ולא מדובר בשיווי משקל בקנה מידה של סנטימטרים בודדים. שיווי משקל, בקנה מידה כזה, יכול להתקיים רק בנוכחות תמיסות, שככל הנראה, קיבלו את הרכבן כתוצאה מהיותן בשיווי משקל עם יחידת השיסט. יחידת השיש העיקרית, לעומת זאת, אינה מושפעת מהתמיסה ושומרת על ערכים סדימנטריים מקוריים. צורת ה- S של פרופיל ההרכב האיזוטופי, לאורך המגע בין יחידת השיסט ליחידת השיש, אופיינית למעבר דיפוזיבי בין שתי יחידות. מיקום נקודת הפיתול על המגע מעיד שלא היתה אדבקציה של תמיסות אל תוך יחידת השיש, שכן אדבקציה היתה גורמת להזזת נקודת הפיתול אל תוך

האיזופח היורסי בצפון הנגב, רגלי הרי יהודה ושפלת החוף הדרומית

א. גלברמן, י. גרוסוביץ
חפושי נפט (השקעות) בע"מ, תל-אביב

מפת האיזופח היורסי היא תוצאה של פענוח סייסמי רגיונלי אשר נשלם בחנ"ה בשנת 1988. הנתונים הסייסמים באזורים הנ"ל פוענחו על ידי א. גלברמן, ג'. קמיס, י. גרוסוביץ, ב. דייויס וב. אייזן.

העובי הכולל של החתך היורסי מוכתב בעיקר ע"י מערכת של קוים טקטונים בכוון צפון מזרח אשר היו פעילים כשברים נורמלים או פלקסורות החל מהטריאס עד אמצע, ובמקומות עד החלק העליון של היורא. שברים אלו יצרו מערכת של הורסטים וגרבנים. העובי הכולל של החתך היורסי נע בין 1200 מ' עד 3200 מ', הוא עבה בגרבנים ודק בהורסטים. שנויים בעובי החתך בתוך בלוקי שבירה מעידים כי הטיה רגיונלית לכוון דרום מזרח היתה קיימת באזור הדרום מזרחי בחלקים מהעידן היורסי, ואשר המשיכו כנראה תופעה דומה עוד מהעידן הטריאסי.

רוב השברים הנידונים עברו התחדשות בזמן פזת הקמוט של הקשת הסורית כאשר כוון הזריקה של השברים התהפכה. משום כך עובי רב יותר של החתך היורסי מצוי בדרך כלל באזורי האנטיקלינות של הקשת הסורית

שלבים בהתפתחות הנוף בבקעת עובדה

חנן גינת, המכון הגיאולוגי, ירושלים

בקעת עובדה, המצויה בנגב הדרומי, הוא גרבן דמוי מקבילית, התחום בצדו המזרחי ע"י העתק מילחן ובצדו המערבי ע"י מספר העתקים מקבילים שכוונם לצפון צפון מזרח. בשוליח מופיעים שרידי מפלסים ארוזיביים וקונגלומרטים רבים, חלקם קדומים ומקצתם שבורים לתוכח. הבקעה, שהיא טקטונית במקורה, ובחלקה תוצר של פעילות ארוזיבית צעירה, החלח להתפתח בפליוקן התיכון ואולי מאוחר יותר. נתוח מורפומטרי וסדימנטולוגי, מוכיח כי המפלסים והמשקעים הצעירים שבה התפתחו במספר שלבים.

שלב א: נסיגת הים האאוקני ויצירת מפלסים גבוהים והסרה של כל התתך שמעל תצורת מישאש.

שלב ב: העתקה, לאורך העתק מלחן כחלק מיצירת מבני השוליים של הבקע. לאורך מצוק ההעתקים בשולי הערבה נוצרו מספר גרבנים קטנים בהם נחשפים סלעי התצורות מנוחה ומישאש. עדויות לאי התאמות חריפות המצויות במרבית המחשופים של תצורות מרמזות שחפעילות הראשונית בחם חיתח מגיל סנון.

שלב ג: לאחר רגיעה טקטונית נוצר משטח ארוזיה גבוה ועל גביו הורבדו קונגלומרטים הכוללים בעיקר חלוקי גיר מחבורת יהודה. חלוקים אלו מקורם ממזרח ומדרום לבקעת עובדה הנוכחית והובלו במערכת נחלים לתוך אגן נחל חיון.

שלב ד: חידוש הפעילות לאורך העתק מלחן והעתקה נוספת במרחק של מספר קילומטרים מערבה ממנו ויצירת בקעת ראשונית. התחלה של התחתרות נחלים לכוון הבקעה.

שלב ה: שקיעה לא רצופה של הבקעה. בתקופות של רגיעה טקטונית נוצרו בשוליה מפלסים וכתפיים במדרונות הנחלים המתנקזים אליה. לאורך העתק מילחן מובחנת העתקה אופקית ואנכית. ממערב לבקעה פועלים שלושה העתקים, ונראה שאלו הקרובים יותר אליה פעלו בתקופה מאוחרת יותר. בצפון הבקעה מושקעים קונגלומרטים הבנויים בעקר מחלוקים של גיר יהודה. אפיק נחל חיון העובר בבקעת נעצוץ מנקז בתקופה זו את בקעת סיירים, בקעת עובדה ובקעת שזפון.

שלב ו: יצירת פרופילים קמורים של נחלים המתנקזים לבקעה ממזרח; הצטברות משקעים צעירים בעובי של כמה עשרות מטרים בתוכה; וסדימנטים דקים בצפון הבקעה (לעומת התחתרות המאפיינת את מרבית אגני הנקוז בנגב); וליניאמנטים החוצים מניפות סחף צעירות במערב הבקעה - מרמזים על המשך פעילות טקטונית צעירה. טיבה של פעילות זו דורש עבודת מחקר נוספת.

דיונות בצפון בקעת עובדה

חנן גינת

המכון הגיאולוגי ירושלים

מצפון מערב לבקעת עובדה, באזור הנחלים כסוי ויתרו, על פני שטח של 15 קמ"ר מפוזרים מיצבורי חול בהיר הכוללים חוליות סיף, חוליות נופלות וחוליות מטפסות. החול בנוי מ-60% גרגרים קלציטים, 35% גרגרי קוורץ ומעט גרגרים נוספים של אלביט, דולומיט ופוספט. חלק מהגרגרים הקלציטים הם שברי פורמיניפרים ימיים מקרטיקון עליון ואיאוקן. מרבית גרגרי החול מצויים בתחום הגדלים שבין 0.063-0.250 מ"מ.

גרגרי החול מקורם במרכיב הדק של הקונגלומרטים שעל גבי משטח הארוזיה הגבוה באזור שממערב לבקעת עובדה וסיירים, הכוללים בעיקר חלוקי גיר מחבורת יהודה שהובלו ממזרח ומדרום במערכת נחלים אל תוך אגן נחל חירון. גרגרי הקוורץ, האלביט והפורמיניפרים האיאוקנים, מעידים על קיום מחשופים של הטור הסדימנטרי כולו באגן הניקוז (כנראה באזור גבל חאשם א-טריף).

הווצרות הבקעות כתוצאה מפעילות טקטונית גרמה לשינויים במערכת הניקוז. החלקים הדרומי והמערבי של אגן נחל חירון נשבו ע"י נחל פארן. חלק ממרכיבי הקונגלומרטים נסחפו אל תוך הבקעות. התמיינות החומר הפלוביאלי בתוך בקעת עובדה כתוצאה מירידה בעוצמות הזרימה, גרמה להיצטברות חומר חולי ותרסיתי בצפונה. סופות רוח דרומית מערבית ומערבית חזקות שעוצמתן מתגברת בצפון הבקעה, עקב המבנה דמוי המשפך, מסיעות את החול 3 ק"מ מזרחה אל תוך הנחלים. הרוח הצפונית השכיחה, שעוצמתה בינונית, מסייעת בבניית הדיונות בתפרוסתן הנוכחית.

2) חמת-רקת: שם המעיין (תלמוד בבלי, תלמוד ירושלמי). האתר (חפירות ארכיאולוגיות).

3) חמת גדר: הווצרותו (בראשית-רש"י, תלמוד בבלי). שם המעיין (תלמוד בבלי). האתר (תלמוד בבלי, תלמוד ירושלמי, תוספתא, יוסף בן מתיתיהו). תכונות המים (עבדאלכה יאקות (מאה ה-13), ספר גיאוגרפיה).

ה. בקעות ורמות

1) בקעת בית שאן: שם האתר (שופטים, שמואל א', ב',). הרכב האוכלוסין באתר (תלמוד בבלי, תלמוד ירושלמי). פוריות הבקעה (משנה, תלמוד בבלי, תלמוד ירושלמי). החיטה הזית והפשתן בבקעה (תלמוד ירושלמי, מדרש).

2) בקעת גנוסר: שם האתר (במדבר- תרגום אונקלוס, מדרש). פוריות האתר (בראשית, משנה, תלמוד בבלי, תוספתא, ספר המכבים, יוסף בן מתיתיהו).

3) רמת ארבל: האתר (תלמוד ירושלמי, תוספתא, ספר המכבים, יוסף בן מתיתיהו). תופעות וולקניות בבקעה (פסיקתא דרב כהנא). פוריות הבקעה (תלמוד ירושלמי, מדרש). החיטה והפשתן בבקעה (תלמוד ירושלמי, מדרש) האתר בעתיד - בשורת הגאולה (תלמוד ירושלמי).

4) רמת הלג'ה (קרקונא): שם האתר (דברים- תרגום אונקלוס, מלכים א'- תרגום יונתן).
תאור האתר: (סטרבו - גיאוגרף).
פוריות האתר: (עמוס, תלמוד ירושלמי תוספתא).

הכנרת וסביבותיה בספרות חכמי ישראל

דב גינזבורג
המכון הגיאולוגי, ירושלים.

בספרות חכמי ישראל: בתנ"ך, במשנה, בתלמוד, בתוספתא ובמדרשים השונים; ישנה התייחסות לתופעות שונות ולעובדות מתחום מדעי כדור הארץ באתרי נוף סביב ימת הכנרת ובקעת הירדן הצפוני.

הפרשנים לספרים הנ"ל, כל אחד בתקופתו, מביאים עובדות ופרשניות המבוססות על מקורות אגדתיים, ספרות יהודית היסטורית (ספר המכבים, יוסף בן מתיתיהו וכו') ספרות חכמי אומות העולם (הברית החדשה, סטרבו, עבדלכה יאקות (מאה - 13) ואחרים) ועל עדויות לרוב של נוסעים; מהם ניתן ללמוד על הרכב סכע, פוריות קרקע, תכונות מים (הרכב וטמפרטורה), מעיינות חמים ותופעות וולקניות אחרות של ימת הכנרת, הנהרות בסביבה (ירדן וירמור), המעיינות החמים והבקעות בסביבות הימה.

א. <u>ימת הכנרת</u>

שם הימה ומקורה (במדבר - תרגום אונקלוס, תלמוד בבלי, תלמוד ירושלמי, יוסף בן מתיתיהו).

המים בימה לצורכי מרפא (תלמוד ירושלמי, תוספתא, מדרש). הדגה בימה (תלמוד בבלי, תוספתא, הברית החדשה).

ב. <u>ברכת רם</u>

מקור (בראשית - רש"י, תלמוד בבלי, תלמוד ירושלמי, יוסף בן מתיתיהו, ילקוט שמעוני).

ג. <u>נהרות</u>

1) <u>ירדן:</u> שם הנהר (תלמוד בבלי). מקורות הנהר (תהילים, תלמוד בבלי, יוסף בן מתיתיהו.). מהלך הנהר והמים בנהר (משנה ותוספתא).
2) <u>ירמור:</u> המים בנהר (משנה ותוספתא).

ד. <u>מעיינות חמים</u>

1) <u>חמי טבריה</u>: מקורם והיווצרותם (בראשית - רש"י), שם המעיין (תלמוד בבלי, תלמוד ירושלמי). טמפרטורת המים (משנה, תלמוד בבלי). הרכב המים (משנה - רמב"ם).
העיר טבריה (תלמוד בבלי, תלמוד ירושלמי, יוסף בן מתתיהו).

ריאקציות הידרותרמליות של גרוסולר עם תמיסות MgCl2.

א. גבריאלי(1), א מתיוס(1), מ. בר-מתיוס(2)

1. המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית ירושלים.
2. המכון הגיאולוגי, ירושלים.

נחקרו הריאקציות ההידרותרמליות של גרוסולר טבעי (Ca-גרנט: $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$) בגודל 44-53µm עם תמיסות MgCl2 בטמפרטורות של 550°C ו- 750°C ובלחץ של 2Kbar. נמצא כי מסלולי הריאקציות והתוצרים הסופיים מורכבים ותלויים בריכוז התמיסות ובטמפרטורה:

molal conc.	bulk Mg:Ca	550°C	750°C
2	1.8:1	Gr-->Chl+Qz+Mull	Gr-->Chl+An-->Cd+For+Sp
1	0.9:1	Gr-->Chl+CaAl-silicate	Gr-->An+For
.5	0.45:1		Gr-->An+Fas+Clin
.2	0.18:1	Gr-->(Gr)+Chl+An	Gr-->(Gr)+An+Fas

Gr-grossular, Chl-clinochlore, Qz-quartz, Mull-mullite, An-anorthite, Cd-cordierite, For-forsterite, Sp-spinel Fas- fassaite (aluminium pyroxene), Clin-clintonite.

תוצרי הריאקציה אינם מתגבשים בו זמנית והמערכת עוברת מסלול ריאקציה: הכלוריט והאנורטיט מתגבשים בדרך ככלל ראשונים ובהמשך מתגבשות הפאזות האחרות, לעיתים על חשבון שתי הראשונות. תופעה זו ניכרת במיוחד לגבי הכלוריט אשר ב- 750°C מהווה פאזת ביניים ואיכו ב- 550°C הינו תוצר סופי בכל הריכוזים.

הגורמים המכריעים במסלול הריאקציה הינם השינויים ביחס המולרי Mg:Ca במערכת הסגורה (תמיסה + מוצק). במערכות עם תמיסות מרוכזות, בהן יחס זה גבוה, המינרלים המגנזיים יציבים ואיכו בתמיסות הפחות מרוכזות הפאזות היציבות הינן קלציות.

מסלולי הריאקציות והתוצרים הסופיים דומים רק באופן חלקי לצפוי מנתונים תרמודינמיים. קינטיקת הריאקציות נמצאה כתלויה בריכוזי התמיסות: בתמיסת 2 מולל ב- 750°C הגרוסולר מתפרק בתוך פחות מ- 30 דקות ואילו בתמיסות המרוכזות פחות, נמשכת הריאקציה מספר ימים והגרוסולר לא לגמרי מתמוסס. חישובי קינטיקה המבוססים על המודל המקובל של Wood and Walther צופים זמן ריאקציה של כ- 10 ימים. מכאן ברור כי ריאקציות הידרותרמליות של תמיסות מרוכזות מהירות במידה ניכרת מהמקובל לחשוב.

מנגנון הריאקציה העיקרי הוא של המסה-השקעה. בשכבי ההתמוססות הראשוניים של הגרוסולר מופיעים לעיתים חורי המסה (etch pits) קוביים המסודרים באורינטציה קווית ברורה. תופעה זו אינה צפויה במינרל איזוטרופי כדוגמת הגרנט והיא משקפת את השפעת הפגמים בשריג על ההתמוססות.

תוצרי הריאקציה מתגבשים בשני אופנים שונים: צברים של גבישונים קטנים, חלקם מקיפים ומחליפים את הגרוסולר (כדוגמת הכלוריט), וגבישים בודדים אידיומורפיים (כדוגמת האנורטיט). האחרונים מכיכים לעיתים אינקלוזיות של גרוסולר המהווים כנראה מרכזי גיבוש. אינקלוזיות אלו נעלמות עם הזמן, בתהליכי דיפוזיה והחלפה.

שבר שדות - גבול גיאולוגי וגיאופיזי משמעותי במזרח התיכון

י. ברטוב, המכון הגיאולוגי, ירושלים
י. רוטשטיין, המכון למחקרי נפט וגיאופיזיקה, חולון

שבר שדות הוכר במהלך פרוספקציה להידרוקרבונים במזרח סיני. מתברר ששבר זה נמצא על גבי קו המתמשך ממפרץ סואץ בכיוון צפון-מזרח לעבר ג'בל מע'רה ג'בל ריסאן עניזה בסיני, ובתחומי ישראל הוא עובר בקרבת המבנים הידועים בתת הקרקע של נירים, סעד-בארי, חלץ ונגבה ונמשך לעבר השבר של נעילין-קיביה. קו זה מתאפיין בתופעות הגיאופיזיות הבאות:

1. אנומליה גרבימטרית קוית ברורה למן מפרץ סואץ ועד להרי יהודה, המצביעה על אזור מוגבה מצפון מערב לקו.
2. חתכי הרפרקציה (גינזבורג ואחרים, 1979) מצביעים על התעבות הקרום מזרחה לקו זה.
3. שבירה (מגיל קרטיקון תחתון וקדומה יותר) בחתכי הרפלקציה הסיסמית החוצים קו זה הן בישראל (גלברמן וקמיס, 1987) והן בסיני, ועדויות לתנועות קימוט ושבירה המאוחרות לקרטיקון.
4. אינדיקציה לשבירה לאורך הקו בחתכי הרפלקציה העמוקה במישור החוף (יובל נרוטשטיין, 1987) ובחתכים מגנטיים (פולקמן 1970) ממערב לרמאללה.

עדויות גיאולוגיות לקיום קו זה המתבססות על מפוי כוללות:

1. שברים פוסט קרטיקון תחתון במחשופים בג'בל ריסאן עניזה (ארקין ואחרים, 1975) ובאזור ג'בל חמייר (פוסט יורא).
2. שכבות הפוכות של סלעי קרטיקון בג'בל לגמה.
3. שבירה אינטנסיבית בהרי יהודה (שבר נעילין-קיביא).

כן קיימות עדויות רבות מקידוחים עמוקים המצביעות על קו שבר עתיק, מיורא תחתון ואילך, ועל תנועות טקטוניות לאורכו עד הניאוגן ועד בכלל.

בהנחה שקו זה נמשך עד לבקע יש לחפש את המשכו ממזרח בהסטה אופקית לצפון, ולפיכך מוצע לראות המשך זה בקו תרמון-פלמירה, אשר לאורכו ידועות תופעות דומות.

במסגרת העבודה בוצעו סדרת נסיונות על מנת לקבוע פרמטרים אופטימליים לביצוע העבודות בשדה. הנסיונות כללו בחירת מקור אנרגיה, סוג הקולט ופריסת קולטים. על סמך הפרמטרים שנקבעו בוצעו שני קוים סייסמיים במקומות שונים בשדה זוהר.

במרכז עיבוד הנתונים שבממנ"ג, נבדקו תהליכי עיבוד אופטימליים לצורך קבלת חתך סייסמי אמין ובאיכות גבוהה.

התוצאות הראשונות מראות כי בעזרת שילוב של שתי שיטות סייסמיות (רפלקציה ורפרקציה), ניתן למפות בצורה סבירה את החלק הרדוד של תת-הקרקע.

בדיקת יישימות השיטות הסייסמיות למיפוי תת הקרקע הרדוד בשדה זוהר

א. ברונר, ו. שטיבלמן, א. בק, א. לוי, א. פריזלנדר, ע. דקל

(המכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה)

י. לוי (חב' פוספטים בנגב)

שיטות סייסמיות הוכיחו עצמן ככלי יעיל ביותר לפתרון בעיות גיאולוגיות שונות. בפרט, שיטת הרפלקציה בטכניקת הפרדה גבוהה נוסתה בהצלחה רבה למיפוי עומקים בינוניים (מאות מטרים) של תת הקרקע למטרות שונות באזורים שונים בארץ.

בעבודה זו נעשה נסיון להשתמש בטכניקה הנ"ל (יחד עם שיטת רפרקציה) לצורך מיפוי החלק הרדוד (עשרות מטרים) של תת-הקרקע. לצורך בדיקת יישימות השיטות נבחר איזור שדה זוהר המהווה בעיה מענינת וחשובה הן מבחינה כלכלית (כרית פוספטים) והן מבחינה גיאולוגית (מיפוי יחידות פוספטיות והצור המסיבי).

שדה זוהר הינו חלק מבקעת ערד אשר הינה סינקלינוריום המוגבל במערב ע"י אנטיקלינת הר עירא ובמזרח ע"י אנטיקלינת הר כידוד, זוהר ודימונה. שדה זוהר נמצא במזרח הבקעה ומצוי בתוך סינקלינה מישנית בין רכס דבשת ורכס כידוד זוהר.כיוון המבנים האלו מקביל למבנים הראשיים. ניתן למצוא בבקעה מספר רב של מיבנים קטנים ומשניים דמויי כיפה בעלות גודל משתנה וכיוונים שונים מהכיוון הרגיונלי.

החתך הפוספטי בר הניצול בנוי משכבות פוספט ושכבות ביניים טפלות בעובי כולל של 10 מטר, ומתחלק לשכבה עליונה ותחתונה.

הכיסוי העליון בנוי מחוואר וקירטון מתצורת ער'רב, קונגלומרטים וחול של תצורת חצבה, הממסכים את התמונה הגיאולוגית ברוב האיזור. החתך המונח מתחת לחתך הפוספטי כולל את הפוספט המצורר בעובי של 5-20 מטר. מתחת ליחידה זו מונחת יחידת הצור המסיבי בעובי של 12-18 מטר המהווה את בסיס תצורת מישאש.

מטרות המיפוי העיקריות היו גג הפוספט ובסיס הסידרה הפוספטית בתצורת מישאש. השיטות הסייסמיות מאפשרות מיפוי של אופקים אלו בהנחה שהמעברים הליתולוגיים מאופיינים ע"י שינוים במהירויות סייסמיות.

1. כיוון קבוצת השברונים הראשונה 011° וסימני הגרירה האופקיים שנמצאו עליה תואמים את כיוון מערכת השבירה השניה $N10^{o}E$ שנמצאה בחתכים הסייסמיים. ההסטות השמאליות שנמצאו לאורך השברים בפיענוח הקווים הסייסמיים מחזקת את ההשערה כי גם השברונים הם שמאליים. שברים ושברונים אלו נוצרו בשדה המאמצים בו נוצר בקע ים המלח (DEAD SEA STRESS FIELD - DSS) בו כיוון הלחיצה המכסימלי - NNW-SSE עד N-S וכיוון המתיחה E-W עד ENE-WSW. כיוון קבוצת השברונים הנורמליים, די, מצביע אף הוא על התארכות בכיוון E-W בהתאמה ל DSS.
2. פיענוח החתכים הסייסמיים מצביעים על הסטה אנכית שונה בקטעים שונים לאורך שבר קרן. שבר זה מקביל לכיוון הקמטים של הקשת הסורית (SYRIAN ARC) וההסטה לאורכו היתה תחילה, עד לטורון, נורמלית ואחר כך, מהטורון ואילך, הפוכה. ממדידות השברונים המתאימים לשדה המאמצים של הקשת הסורית (SAS - SYRIAN ARC STRESS FIELD) עולה כי כיוון הלחיתה המכסימלי היה E-W עד WNW-ESE, אזימוט ממוצע של כ 285°. קטעים שונים של שבר קרן נמצאים בזווית שונה לכיוון ההתקצרות ועל כן ההסטה האנכית לאורכם משתנית בהתאם.

יחסים בין מאקרו-סטרוקטורות שפוענחו בסייסמיקה רדודה למזו-סטרוקטורות
אזור שבטה.
אילן ברונר, המכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה, חולון
יהודה אייל, המחלקה לגיאולוגיה ומינרלוגיה, אוניברסיטת בן-גוריון ב-ש.

פיענוח סקר סייסמי בטכניקת הפרדה גבוהה (HIGH RESOLUTION) שבוצע במסגרת בדיקות חברת החשמל לישראל באתר המוצע לתג"ר באזור שבטה העלה את התוצאות הבאות (הכיוונים הניתנים להלן - כיווני הסטרייק):

א. קיומה של מערכת שברים עיקרית בכיוון $N50^{O}E$ - $N80^{O}$. זוית נטית משורי השברים גבוהה והתנועה המאפיינת מערכת זו היא שבירה הפוכה.

ב. קיומה של מערכת שברים משנית בכיוון $N15^{O}E$ - N-S. נטיות משורי השברים קרובה לאנכית ולאורכם ניתן למצוא עדויות למרכיב תנועה אופקי, כנראה שמאלי, בנוסף לשבירה ההפוכה.

שברונים עם סימני גרירה (SLICKENSIDES) שנמדדו באזור זה מתחלקים למספר קבוצות בהתאם לכיוונם ולאופי סימני הגרירה.

א. שברונים שכיוונם 011° ועליהם סימני גרירה אופקיים;

ב. שברונים שכיוונם 268° ועליהם סימני גרירה אופקיים;

ג. שברונים שכיוונם 235° ועליהם סימני גרירה אופקיים ואנכיים כאשר האנכיים מאוחרים לאופקיים;

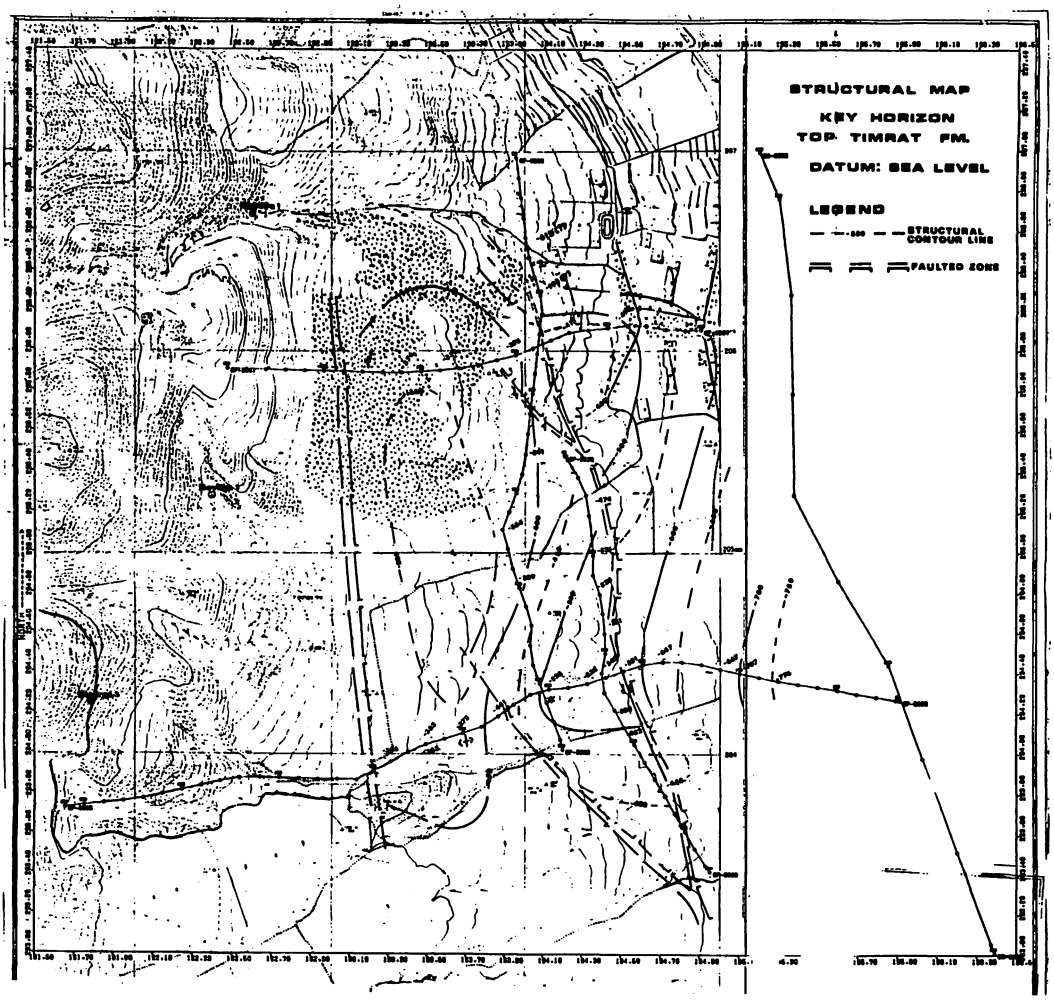
ד. מערכת משלימה (CONJUGATE SET) של שתי קבוצות שברים נורמליים, האחת ל - 008° והנטיה - $52^{O}/098^{O}$, והשניה ל - 185° והנטיה - $75^{O}/275^{O}$, עם סימני גרירה מקבילים לנטית השברים, $55^{O}/099^{O}$ ו $75^{O}/272^{O}$ בהתאמה.

בהתאם לסימני הגרירה ניתן להעריך את כיוון התנועה לאורך השבר, בכיוון הנטיה (DIP-SLIP), בכיוון הסטרייק (STRIKE-SLIP) או בכיוון אלכסוני (OBLIQUE-SLIP). קביעה חד משמעית של אופי השברים, ימני-שמאלי, נורמלי-הפוך אינה אפשרית על פי סימני הגרירה בלבד. שילוב התוצאות שנתקבלו במדידות הסייסמיות ובמדידות השברונים מאפשר:

א. העדפת אינטרפרטציה אחת ביחס לאופי השברונים על פני השניה;

ב. אישור וחיזוק התוצאות הסייסמיות ;

ג. הסבר טוב יותר לכמות הסטה שונה שנמצאה בחתכים הסייסמיים לאורך שבר כלשהוא.


STRUCTURAL MAP
KEY HORIZON
TOP TIMRAT FM.
DATUM: SEA LEVEL
LEGEND
STRUCTURAL CONTOUR LINE
FAULTED ZONE

סיסוס במדידות סייסמיות ברגישות גבוהה ללברור המודל ההידרוגיאולוגי בעמק בית - שאן

ס. בראון[1] א. רוזנטל [2]

1 "גיאופרוספקט" 1986 ירושלים בע"מ ת.ד. 3720 ירושלים

2 השרות ההידרולוגי נציבות המים ת.ד. 6381 ירושלים

בכדי ליעל את מערך הקידוחים המספקים מים בעמק בית-שאן נוצר צורך למידע גיאולוגי על המבנה התת קרקעי של העמק שלרגלי הגלבוע. למטרה זו בוצעו 4 חתכים סייסמיים ברגישות גבוהה (High Resolution Seismic Reflection). בשיטה זו מתקבלות החזרות בתחומי עומק של מספר מאות מטרים בעוד שבמדידות סייסמיות רגילות ההחזרות היכן בתחומי עומק גדולים בהרבה (אלפי מטרים). המחקר הנוכחי היכו מהראשונים שנעשו בארץ לברור מודל הידרוגיאולוגי. על יסוד הנתונים שנתקבלו מ 4 החתכים הסייסמיים שסוקמו בין הנחלים עבינדב בצפון ובזק בדרום. הוכנו חתכים גיאולוגיים ומפות סטרוקטורליות. הממצאים הגיאולוגיים העיקריים מצביעים על קיום מערכת העתקי מדרגות המקבילים להעתק המתווה את השוליים המזרחיים של הגלבוע. בין שולי הגלבוע לכביש הבקעה מובחנת בתת הקרקע שתי מדרגות טקטוניות (ראה מפות). בין שתי מדרגות אלו משתרע בלוק בו גג חבורת עבדת מצוי ברום 350- מטר מ.פ.ה.ממזרח מצוי גוש טקטוני נוסף בו גג חבורת עבדת מצוי ברום 500- עד 600- מטר מ.פ.ה. בהתאמה גג חבורת יהודה ממוקמת ברום בין 450- ל 500- מטר מ.פ.ה. מציאותו של גוש טקטוני הקבור לרגלי הגלבוע , וברור הקשרים ההידרוגיאולוגיים שבינו לבין אקויפר הגלבוע המנוצל ע"י קידוחי רויה ושוקק מאפשרים אופטימיזציה של מערכת הקידוחים וכל מערכת הספקת המים שבעמק. שמשמעותם חסכון ניכר בהוצאות האנרגיה לשאיבה וקיצור קוי ההולכה.

פיענוח החתכים הסייסמיים שבקטע שממזרח לכביש הבקעה מורה על האפשרות של המצאות מבני מלח. ממצא זה עומד בהתאמה לחתך שנמצא בקידוח הנפט צמח 1. המצאותם של מבני מלח בקרבת המעינות המלוחים שבמדרגה התיכונה , מאפשרת את ההנחה שהתסיסות השאריתיות של גופי אלה הינם הסקור והסיבה לתופעות ההמלחה הנצפות במעינות העמק.

<u>המחשוף הבודד והמיקרוסקופ:</u> מספר מבנים נוצרו בזמן חדירת הדייקים והסילים: סדקים מקבילי-דייקים נוצרו משני צידי הדייקים באזורים שרוחבם אינו עולה על כמה עשרות מטרים; שברים שמידת ההסטה לאורכם אינה עולה על מספר מטרים נוצרו לאורך דייקים, ובין קטעים סמוכים של דייקים וסילים בזמן חדירתם; קמטים אסימטריים נוצרו בין קטעים סמוכים של סילים. מבין כל המבנים מרשימות במיוחד ה"אצבעות", שנראות כתעלות ברוחב 10-1 ס"מ ובאורך 1-0.1 מ' ומופיעות במקוטעין על קירות הדייק כאשר ביניהן אזורים חלקים. ניתוח מנגנון החדירה של הדייק שיובא כאן מבוסס במידה רבה על תצפיות מפורטות באצבעות אלה.

השפעת תכונות סלע הסביבה על כווני ההתקדמות, מנגנוני החדירה והגיאומטריה של המחדרים הכווחיים נלמדה עבור שני סוגי סלעים: אבני חול של תצורת אינמר שהן נקבוביות, מסיביות לא מלוכדות, ואחך משוכב של סלעים קרבונטיים ופצלים מתצורת ארדון. באבן החול הנקבובית ניכרת חשיבות רבה ללחץ הנוזלים שבחללי הסלע. עלייה בלחץ זה כתוצאה מהתקרבות הדייק וחדירת נוזלים מהדייק לסלע הנקבובי גורמים להזרמה של סלע הסביבה ולאצבוע צמיג בין נוזלי הדייק לסלע הזורם. התקדמות הדייק באבן החול הנקבובית משלבת למעשה שני תהליכים: אצבוע צמיג (שיוצר את האצבעות) ושבירה פריכה (שיוצרת משטחים חלקים ומדרגות).

בסלעים המשוכבים שונה מנגנון החדירה, והתקדמות הדייק נקבעת לא מעט על ידי עוצמת המאמצים בקצהו. זו מושפעת מההבדל במקדמים האלסטיים ובמאמצים בשתי שכבות סמוכות, ומההתנגדות להחלקה על המגע בין השכבות.

Garfunkel, Z. and Derin, B., 1988. Reevaluation of Latest Jurassic - Early Cretaceous History of the Negev and the Role of Magmatic activity. Israel Journal of Earth Sciences, 37, 2-3, 43-52.

Lang, B., Hebeda, E.H., Priem, N.A., Steinitz, G., and Verdurmen, Ed A.Th., 1988. K-Ar and Rb-Sr Ages of Early Cretaceous Magmatic Rocks from Makhtesh Ramon, Southern Israel. Israel Journal of Earth Sciences, 37, 2-3, 65-72.

מחדרים מגמטיים, פעילות טקטונית והתפתחות סטרוקטורלית בקרטיקון המוקדם, מכתש רמון, ישראל

גדעון בר[1], יוסף ברטוב[1], צבי גרפונקל[2] וזאב רכס[2]

[1]המכון הגיאולוגי, ירושלים

[2]המחלקה לגיאולוגיה, המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

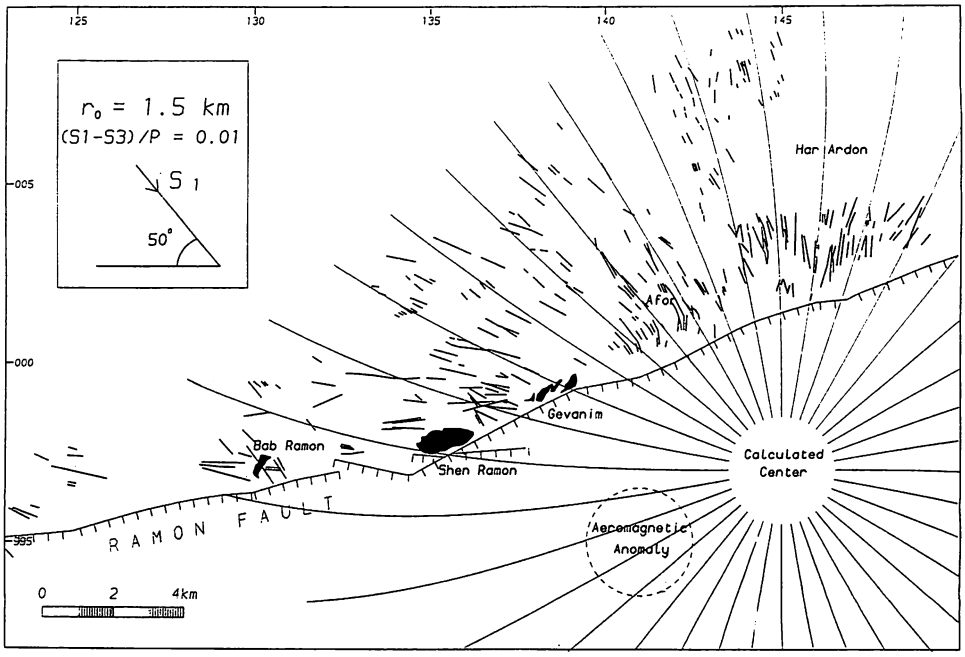
סלעים סדימנטריים מגיל טריאס ויורא במכתש רמון חדורים על ידי מספר גופים מגמטיים מגיל קרטיקון מוקדם. חשיפתם המצוינת מגלה פרטים רבים ומאפשרת הבנה טובה יותר של המכניקה של מחדרים מגמטיים ושל הקשר בין הטקטוניקה והמגמטיזם. תופעות מקנה המידה הרגיונלי של כל הנגב, דרך קנה המידה האזורי של מכתש רמון, קנה המידה של המחשוף הבודד ועד לקנה המידה המיקרוסקופי יוצגו להלן.

<u>בקנה המידה הרגיונלי:</u> פרק הזמן שבין 135 מ"ש ל-120 מ"ש מאופיין על ידי מחדרים מגמטיים במרכז הנגב ובמחוזות שכנים (Lang et al., 1988). פעילות זו, ששיאה בדרום הרמון, נגרמה ככל הנראה מהתחממות הליתוספירה וקשורה להרמה רגיונלית של הנגב (Garfunkel & Derin, 1988). עם סיום תקופת המגמטיזם החלה התקררות, השתפלות וולקניזם נרחב, בין 120 מ"ש ל-115 מ"ש.

<u>בקנה המידה האזורי:</u> גופי המחדר ברמון הכוללים דייקים, שאורכם החשוף מגיע עד 20 ק"מ, סילים בעובי עד 25 מ', לקוליט ומספר סדנים שגודלם מכמה עשרות מטרים עד כמה קילומטרים, הוצבו בעומק רדוד של כ-1 ק"מ. רב הדייקים חדרו במערכת רדיאלית, מלווים בסדקים ובשברים נורמליים. כווני הדייקים והשברים נקבעו על ידי סופרפוזיציה של שני שדות מאמצים: 1. שדה עיקרי רדיאלי, סביב גוף מחדר בקוטר כ-3 ק"מ שהוצב ככל הנראה במרחק של כמה קילומטרים דרומית לקו הרמון הנוכחי. גוף המחדר הזה שמש מקור לדייקים וסילים שהתקדמו ממנו בצורה אופקית. 2. שדה טקטוני אחיד עם רכיב מתיחה חכש בכוון NE-SW. השפעת שדה זה כמעט זניחה ביחס לשדה הרדיאלי. מחישובי הכחץ המניע את הדייקים עולה שההתקדמות האופקית והצבת גופי המחדר בעומק רדוד הם תוצאה של ההבדלים בצפיפות המגמה וסלעי הסביבה. הצפיפות הממוצעת של סלעי התשתית (תצורת צניפים) ושל הסלעים הסדימנטריים שמעליהם נמדדה בדוגמאות שנלקחו מקידוח רמון-1 וממחשופים ברמון והיא 2.55±0.07 גר/סמ"ק בסלעי התשתית ו-2.36±0.21 גר/סמ"ק בכסוי הסדימנטרי. תנאים של הצבה רדודה והתקדמות אופקית של המחדרים מצריכים צפיפות מגמה ממוצעת של 2.5 גר/סמ"ק.

<u>בקנה המידה המקומי:</u> המבנים המקומיים שנוצרו בתקופה זו קשורים למחדרים המגמטיים. הבולט שבהם הוא כיפת גוונים, שמימדיה 4x2 ק"מ ושהחלה להתפתח מעל מחדר קורנץ-סיאניטי. מצב המאמצים המקומי בכיפה הוא $\sigma 1$ אנכי, $\sigma 2$ רדיאלי ו-$\sigma 3$ היקפי. הדפורמציה מרוכזת ברצועה של שברים הפוכים היקפיים ושברים נורמליים רדיאליים ברוחב מספר מאות מטרים מעל שולי המחדר.

אי התאמות מקומיות בין כווני הדייקים ומסכולי המאמצים (כמו למשל באזור אפור, ציור 1) יכול להיות מוסבר על ידי קיום מקור או מקורות מגמה נוספים, או על ידי שנויים עם הזמן בעוצמות המאמצים הטקטוניים או המגמטיים.



ציור 1: מפת מסכולי המאמץ הראשי ($\sigma 1$) ומחשופי הדייקים ברמון. המשתנים שנבחרו עבור מפה זו מצוינים במסגרת.

המאמצים הקשורים למערכת הדייקים הרדיאליים במכתש רמון, ישראל

גדעון בר

המכון הגיאולוגי, ירושלים

מערכת רדיאלית ובה יותר מ-200 דייקים בזלתיים וטרכיטיים מגיל קרטיקון תחתון נחשפת במכתש רמון, דרום ישראל. עוביים של הדייקים במערכת 0.2-3 מ' ואורכם של דייקים בודדים מגיע עד 20 ק"מ. תצפיות שדה של הפרדה לקטעי דייק ושל אצבעות מעידות על כוון התקדמות תת-אופקי של הדייקים ממקור דרומית לרמון, צפונה (Baer & Reches, 1987).

המאמצים בעת חדירת הדייקים מחושבים בעזרת מודל דו-מימדי לדגם דייקים (Ode, 1957). המודל מניח מקור עגול אשר מפעיל לחץ כלפי חוץ, בתוך הומוגני, איזוטרופי ואלסטי ליניארית, ושדה מאמצים רגיונלי אחיד. מסלולי המאמצים (Stress trajectories) שמחושבים על ידי המודל תלויים בארבעה משתנים: מיקום המקור, קוטר המקור, כוון המאמצים הרגיונליים ומאמץ הגזירה הטקטוני מנורמל על ידי הלחץ המגמטי במקור ((S1-S3)/P). מפות מסלולי מאמצים חושבו עבור טווח רחב של המשתנים הללו והושוו למפת הדייקים בכדי להעריך את המשתנים המתאימים.

מנתוח המפות עולה שבעת חדירת הדייקים התקיים ברמון מצב מאמצים שעקרו רדיאלי עם מאמצי גזירה טקטוניים נמוכים ((S1-S3)/P=0-0.02), ככלומר שדה המאמצים הרגיונלי היה כמעט איזוטרופי (ליתוסטטי). כוון המאמץ הטקטוני המירבי אינו ניתן לקביעה ברורה בעזרת המודל; יחד עם זאת, מערכת דייקים מקבילים (בנוסף למערכת הרדיאלית) מצביעה על כך שכוונו היה כנראה צפון-מערב. מרכזו המשוער של המקור היה בנ.צ.מ. 145/997, דרומית לשבר הרמון וקוטרו 2-3 ק"מ (ציור 1). נקודה זו נמצאת כ-3 ק"מ צפונית-מזרחית לאנומליה אירומגנטית (Domzalski, 1967). האנומליה לא אושרה עדין בשיטות אחרות, אך אם היא אכן מציינת את גוף המחדר המרכזי של מערכת הדייקים, הרי המיקום השונה של האנומליה והמרכז המחושב עשוי להצביע על תזוזה אופקית ימנית בשעור כ-3 ק"מ לאורך שבר הרמון, לאחר חדירת הדייקים.

הבתימטריה של הכנרת

צבי בן-אברהם[1], גדעון עמית[2], אריק גולן[2],
אהוד רם[1], יובל קוסט[1] וזאב ב.בגין[3]

1. החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב
2. חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ
3. המכון הגיאולוגי

הוכנה מפה חדשה של עומקי הכנרת. היא מבוססת על מדידות לאורך שריג של 100 מ' בכוונים צפון-דרום ומזרח-מערב. נעשו בערך 170,000 מדידות עומק לאורך של כ- 3,800 ק"מ קווי נסיעה.

הסקרים הבתימטריים נעשו בשנים 1986-1987. המדידות נעשו בעזרת מד עומק אנלוגי/דיגיטלי מסוג ODOM Echotrac DF-3200 בעל תדירות 200Hz ומהירות דיגום גבוהה. דיוק המערכת 0.001%. הנווט נעשה בעזרת מערכת נווט מסוג Mini Renger של חברת Motorola בעלת דיוק של 3±מ'.

הנתונים עובדו בעזרת תוכנות מחשב שונות. נעשתה גם קונטורציה ביד כדי לבדוק את התוכנות. הוכנו מספר מפות בסקלות שונות ובמרווחי קונטורים שונים של כל הכנרת וסידרה של מפות מפורטות של חלקים נבחרים.

השוואה עם המפה הבתימטרית של תה"ל, שמבוססת על מדידות בשנת 1961, 1964 ו-1968 ושפורסמה ב-1969, מראה דמיון רב למפה החדשה. באופן כללי, לא התגלו פרטי נוף גדולים שלא היו ידועים קודם לכן. למשל, המצוקון בקו רוחב 238 שמופיע במפה הקודמת מופה בפירוט. צורתו במפה החדשה שונה במידת מה מזו שבמפה הקודמת.

אחד הממצאים המפתיעים הוא שהמפה החדשה שהתקבלה, המבוססת על כמות רבה פי כמה של נתונים, מראה בתימטריה הרבה יותר חלקה מהמפה הקודמת. דבר זה פירושו שתופעות כמו ערוצונים, שמופיעים במפה הקודמת בשוליים המערביים של האגם בין קוי הרוחב 241 ו-245 לא קיימות למעשה. מספר התופעות הבתימטריות שנראות במפה החדשה כנראה מצביעות על פעילות טקטונית. אחת מהן היא מדרגה בתימטרית שכוונה צפון-דרום במרכז האגם שמצביעה כנראה על נוכחות של שבר פעיל.

מחקרים גיאופיסיים בכנרת

צבי בן-אברהם

החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב

לאחרונה הכנרת נחקרה במגוון של שיטות גיאופיסיות. שיטות אלו כוללות חתכי רפלקציה ורפרקציה, רדודים ועמוקים, מדידות מגנטיות, מדידות גרבימטריות, מדידות שפיעת חום ומיפוי בתימטרי. תוצאות המחקרים הללו נותנות מידע רב על מבנה הקרקעית ותת-הקרקעית באגם ועל התהליכים הטקטוניים הפעילים באיזור.

מבנה תת קרקעית האגם מסובך למדי. הוא מחולק למספר אגנים קטנים. מספר שברים פעילים מסיטים את קרקעית האגם.

בין שאר הממצאים שהתגלו היו מעיינות חמים ומלוחים שמיקומם לא היה ידוע קודם לכן. מחקרים גיאופיסיים מפורטים בסביבת מעיינות ידועים הביאו להבנה רבה יותר של מנגנון יצירתם. השימוש במספר שיטות גיאופיסיות חשוב כדי ללמוד על הקשר שבין מבנים בקרום מתחת לאגם לבין תופעות רדודות שבטוויין נראה על קרקעית האגם.

דיאגנזה של גופרית בליגניטים של מים מתוקים באגן החולה:
משמעויות לגבי יחסי S-C בסדימנטים אורגניים

ע. ביין[1], ה. ניכסן[2]

1 המכון הגיאולוגי, ירושלים.
2 המכון הגיאוכימי, אוניברסיטת גוטינגן, גרמניה.

קורלציה הפוכה בין העומק, תכולת הגופרית ו- $\delta^{34}S$ של החומר האורגני הינה מפתח להבנת הדיאגנזה של ליגניטים של מים מתוקים באגן החולה. מדגמים נאספו לאורך טור סדימנטים שעוביו 2450 מ' (קידוח נוטרה) ומיצגים טווח גילים ממיוקן עד הוה.

התעשרות בתכולת הגופרית האורגנית בליגניטים לעומת צמחי המוצא בפקטור על פי 6 עד 9, מעידה על בקרה דיאגנטית. מכיון שכל מקורות המים באגן ההיקוות מתוקים ביותר ודלים בסולפט, חימצון החומר האורגני עצמו מהוה מקור עיקרי לגופרית הנוספת בחומר האורגני.

הגופרית האורגנית בצמחים, הנקלטת באסימיליזציה, משתחררת עם חמצון החומר האורגני, מגיבה עם החואריס ליצירת גבס ונקלטת בשארית החומר האורגני כסולפט אסטרי. הרכבים איזוטופיים כבדים ודומים זה לזה של הגופרית במקורות המים, בצמחי הבצה, בגבסים ובליגניטים העליונים יחסית תומכים במנגנון זה. ערכים איזוטופיים שליליים של גופרית אורגנית בליגניטים הקבורים עמוק מציינים לעומת זאת, שקיימת קליטה דיאגנטית נוספת של גופרית שמקורה בחיזור בקטריאלי. הירידה ההדרגתית בתכולת הגופרית האורגנית וההקלה בהרכבה האיזוטופי עם העומק מוסברת בשבירת קשרי הסולפט האסטרי עם המטורציה וגופרית שמקורה בפרוק בקטריאלי של סולפט זה נקלטת שוב בחומר האורגני, הפעם בקשרי S-C.

המעבר מחומרים הומיים לקרוגן בתחילת תהליך המטורציה (עד כ- 0.3% R_o) כוללת שבירה חלקית בכבד של תרכובות המכילות סולפט אסטרי כפי שמוכח ע"י ירידה בתכולת הגופרית תוך שמירה על ההרכב האיזוטופי הכבד. עם התקדמות המעבר מחומרים הומיים לקרוגן במטורציה גבוהה יותר (כ- 0.5% R_o) נשברים כליל קשרי הסולפט האסטרי והקרוגן הנוצר מכיל כבר גופרית ממוצא בקטריאלי בלבד.

ההתעשרות הדיאגנטית של גופרית אורגנית בליגניטים היא הוכחה יחידה לכך שהכמות הניכרת של חומר אורגני המצויה בסדימנטים אלה הינה רק חלק מכמות החומר האורגני המקורית שנוצרה באגן.

מסלקות גופרית ויחסן לחומר אורגני בקרבונטים קרטיקוניים

עשירי חומר אורגני: משמעויות להערכת סביבות השקעה דלות-חמצן

ע. ביין [1], א. אלמוגי-כבין [1], וא. שש [2]

1 המכון הגיאולוגי, ירושלים.
2 המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.

חומר אורגני הוא המסלקה (sink) העיקרית לגופרית מחוזרת, הנוצרת בחיזור בקטריאלי, בסדימנטים קרבונטיים עשירי חומר אורגני ודלי-ברזל.
נתוח פרמטרים המאפיינים את מסלקת הגופרית המחוזרת בסדימנטים אלה, דהיינו כמות הגופרית הפיריטית והאורגנית, יחסי ה- S/C האורגניים וההרכב האיזוטופי של הגופרית המחוזרת, בתוספת יחסי פיריט, ברזל וחומר אורגני, מספקים אינפורמציה, על תנאי השקעה בסביבות דלות חמצן.
ערכים גבוהים ואחידים של דרגת הפיריטיזציה (DOP) עבור ערכים משתנים של חומר אורגני מאפיינים את מגבלות זמינות הברזל במערכת, בעוד שערכים גבוהים ואחידים של S/C בחומר אורגני מציינים כי יכולת הקליטה הדיאגנטית של גופרית בחומר האורגני מוגבלת ומוצתה אף היא. הרכבים איזוטופים כבדים של הגופרית המוחזרת כולה (בפיריט ובחומר אורגני), הקרובים לערכים הימיים המקוריים, מציינת מערכת סגורה בקירוב שבה כל ה- H_2S נלכד ונשמר. הרכבים קלים, לעומת זאת מציינים מערכת בה רוב ה- H_2S שנוצר נמלט.

ערכי חיתוך (intercept) חיוביים של גופרית פיריטית עבור אפס חומר אורגני המתקבלים באקסטרפולציה בדיאגרמת S-C, אינם בהכרח עדות לתנאים אוקסיניים בהם קיים H_2S חופשי בגוף המים התחתון. מתאן, המתחמצן כליל בתהליך חיזור סולפט, או H_2S, המפעפעים כלפי מעלה מרבדים קבורים מכילי-חומר אורגני, יכולים להיות מקור גופרית לפיריט זה.

אפטיט, הנפוץ בסביבות אלה, מראה כ-2% החלפה איזומורפית של פוספט בסולפט. ההרכב האיזוטופי של הגופרית באפטיט תמיד כבד במדה ניכרת מזה של הגופרית המחוזרת. הרכבים הכבדים במקצת מאלה המאפיינים את הסביבה הימית המקורית, ובעיקר הרכבים קלים יותר, מציינים יצירה בסביבה שבה מאגר הסולפט כולל מוצרי חמצון של H_2S מחיזור בקטריאלי. סביבות כאלה מצויות בסמיכות לסביבות דיסאירוביות ואנאירוביות, ומתחלפות אתן.

הסולפט המקיים את תהליך פרוק החומר האורגני בחיזור בקטריאלי, מסופק לסביבה הדיאגנטית בדיפוזיה וע"י פירוק סולפט אסטרי המתחבר לחומר האורגני בשלבי הדיאגנזה ההתחלתיים ביותר. הסולפט שמקורו בסולפט האסטרי, מספיק לחמצון של עד כ-20% מהתרכובות האורגניות הנושאות אותו.

תוצר לואי של סקר ה - $^3He/^4He$ הוא היבולת להשתמש בהרכב האיזוטופי של הליום כסמן לקביעת קשרים גנטיים אפשריים בין נפט וגז מבארות שכנות.

לנפט שנדגם בבארות חלץ 1, כוכב 6, כוכב 30 ואשדוד נפט 2 יחס $^3He/^4He$ דומה ($8\cdot10^{-7}$-7), תצפית המחזקת את ההשערה בדבר היסטוריה גיאולוגית משותפת והתומכת בהצעה קודמת של קיום סלע מקור משותף (Bein and Sofer, 1987).

בגזים הבקטריאליים שבשפלת החוף ניתן להבחין בשתי אוכלוסיות: ההרכב האיזוטופי של הליום בדוגמאות משתי פרפורציות בקידוח אשדוד גז 1 מצביע על העדר קומפוננט משמעותי של הליום מעטפתי , בעוד שבדוגמאות משיקמה 1, ניר עם גז 1 וסחף גז 1a מסתמנת תרומה מהמעטפת של כ4-6% מההליום.

מתוך שלושת המאגרים שנדגמו באיזור ערד, נמצא הקומפוננט המעטפתי הגדול ביותר בצוק תמרור 1 (9% מההליום הינו מעטפתי). תצפית זו מובנת על רקע מיקום המאגר ליד שבר הגרבן והיותו עמוק יותר מהמאגרים של גורים 2 וקידוד 3.

References

Aldrich L.T. and Nier A.O., Phys. Rev. 74,1590-1594, 1948.

Andrews J.N., Chem. Geol. 49, 339-351, 1985.

Bein A. and Sofer Z., AAPG Bull. 71, 65-75, 1987.

Kamenskiy I.I., Yakutseni V.P., Mamyrin B.A., Anufriyev S.G. and Tolstikhin I.N, Geochem. Int. 8, 575-589, 1971.

Mamyrin B.A. and Tolstikhin I.N., Elsevier, Amsterdam, 273p., 1984.

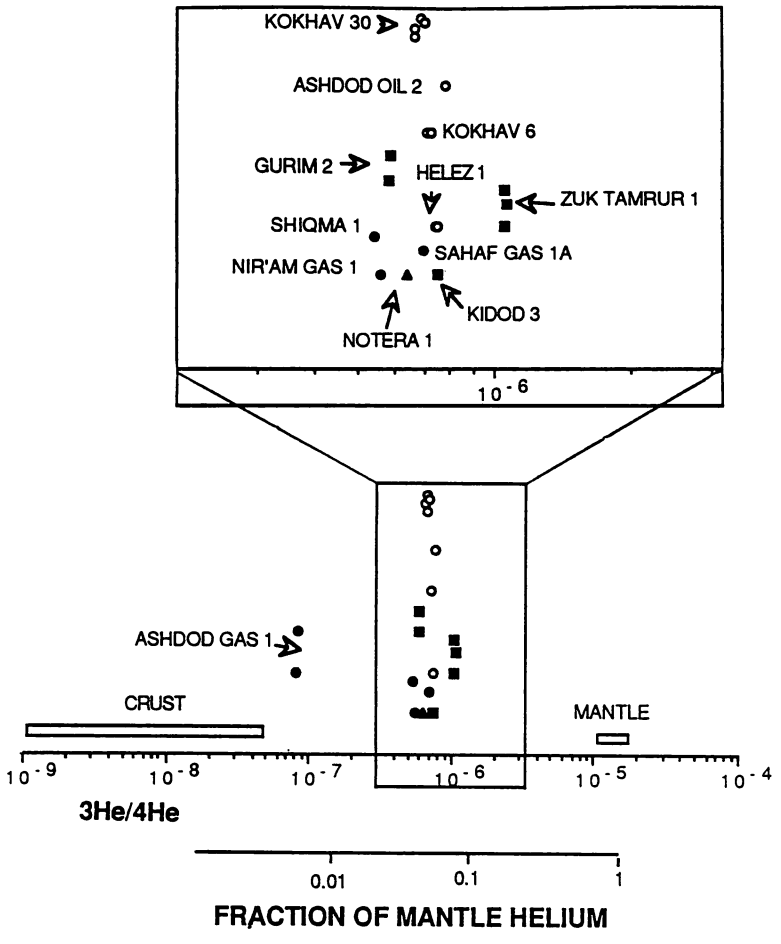
Oxburgh E.R. and O'Nions R.K., Science 237, 1583-1588, 1987.

Poreda R.J., Jenden P.D., Kaplan I.R. and Craig H., Geochim. Cosmochim. Acta 50, 2847-2853, 1986.

Sano Y., Tominaga T., Nakamura Y. and Wakita H., Geochem. J. 16, 237-245, 1982.

Voronov A.N. and Prasolov E.M., Geochem. Int. 1200-1208, 1974.

Wakita H. and Sano Y., Nature 305, 792-794, 1983.



<u>איור 1</u>. יחסי $^3He/^4He$ (מתוקנים עבור הליום אטמוספירי) בדוגמאות נפט משפלת החוף (o); ובדוגמאות גז טבעי משפלת החוף (●), מאזור ערד ממערב לגרבן ים המלח (■) ומגרבן החולה (▲). ערכי ה-$^3He/^4He$ בקרום וב- depleted mantle נלקחו מהספרות. גודל הפרקציה של הליום מעטפתי מתוך סה"כ ההליום מוערך בהנחה שיחסי ה-$^3He/^4He$ בקומפוננט הקרומי והמעטפתי הינם $2\cdot10^{-8}$ ו $1.2\cdot10^{-5}$ בהתאמה. מסתמנת תרומה משמעותית של הליום מעטפתי לתוך רוב הדוגמאות שנמדדו, תצפית המחייבת אינטרפרטציה גיאולוגית מתאימה.

תרומות מהמעטפת לחליום בסאגרי נפט וגז בישראל

עדי בוש[1], ריינהולד באייר[2], פיטר שלוסר[2], יוג'י סנו[3], הירושי ווקיטה[3] ועמנואל מזור[1]

[1] גאואיזוטופים, מכון ויצמן למדע, רחובות
Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg, F.R.G.[2]
Laboratory for Earthquake Chemistry, the University of Tokyo, Japan[3]

ההרכב האיזוטופי של הליום בזורמי הקרום מוסבר ע"י עירוב שני מקורות הליום עיקריים: הקרום והמעטפת. מקור ההליום[3] וההליום[4] שבמעטפת בד"א הוא בגז פרימורדיאלי ובתוספות נוקלאוגניות. ערכי ה-$^3He/^4He$ שנמדדו בחומרי המעטפת העליונה (depleted mantle) נופלים בתחום $1-1.5.10^{-5}$ (Mamyrin and Tolstikhin, 1984).

לעומת זאת, בסלעי הקרום נוצר ההליום בראקציות נוקלאוגניות בלבד. יחסי ה-$^3He/^4He$ המחושבים עבור ייצור הליום בסלעי הקרום נופלים בתחום $10^{-8}-5\cdot10^{-9}$, בהתאם להרכבם הכימי (Mamyrin and Tolstikhin, 1984, Andrews, 1985). הפער הגדול בהרכב האיזוטופי מאפשר הבחנה במרכיב הליום מעטפתי, כאשר הנ"ל מהווה 1% או יותר מסה"כ ההליום שבדוגמא. יחס ה-$^3He/^4He$ נכנס לשימוש לשם הערכת תרומות מעטפתיות של הליום במערכות גז טבעי ונפט (לדוגמא, Sano et al., 1982) (הליום מעטפתי אינו מלווה בהכרח בהידרוקבונים מעטפתיים). דוגמאות גז מאזורים יציבים טקטונית בארה"ב, בריה"מ ובריטניה אכן הראו ערכי $^3He/^4He$ דומים לערכים המחושבים עבור ייצור ההליום בסלעי הקרום (Voronov and Prasolov, 1974; Oxburgh and O'Nions, 1987; Aldrich and Nier, 1948; Kamenskiy et al., 1971). לעומת זאת, ההרכב האיזוטופי של ההליום בדוגמאות גז טבעי מאזורים פעילים ביפן, קליפורניה ואירופה הצביע על נוכחות של הליום מעטפתי (Wakita and Sano, 1983; Poreda et al., 1986; Oxburgh and O'Nions, 1987).

במסגרת סקר גזים אצילים נמדדו יחסי $^3He/^4He$ במגוון דוגמאות נפט וגז מישראל (איור 1). מהתוצאות מסתמנת תרומה משמעותית של הליום מעטפתי, 4%-6 במרבית הדוגמאות, ו- 9% בצוק תמרור 1. באינטרפרטציה יש להביא בחשבון שני מקורות אפשריים להליום מעטפתי: (1) שחרור מסלעים מעטפתיים (כגון בזלות), ו (2) הולכה בשברים עמוקים החודרים למעטפת. מכאן נקודות אחיזה חדשות (ואולי בלתי צפויות כבמקרה הדוגמאות משפלת החוף) לאינטרפרטציה הגיאולוגית של האזורים הנדונים.

שלג החרמון ותרומתו למקורות הירדן

מאת

יוחנן בונה - דרור גלעד

מקורות המים של אגן הירדן העליון ובמיוחד המעינות העיקריים הנובעים לרגלי החרמון, כמו הדן, הבניאס והוזאני ניזונים בחלקם ממי הפשרת השלגים הנופלים בחרמון.

עד למחקר זה כמעט ולא היו קיימים נתונים או הערכות לגבי גודלה של תרומת השלג, אופיה ופילוגה בזמן ובמרחב. הסיבה העקרית הינה חוסר אפשרות גישה לחלק גדול מאזור החרמון.

מטרת המחקר הינה למצוא פרמטרים אופייניים, כגון שטח כסוי השלג פירוסו וצפיפותו, המבטאים את הקשר בין נפח השלג בחרמון לבין שעור תרומתו לזרימה התקינה של מקורות הירדן וכן לבדוק האם ניתן לאמוד מראש, על סמך פרמטרים אלו את כמויות המים שיתקבלו כתוצאה מהפשרת השלגים.

שטח האגן המכוסה בשלג התקבל מתוך תמונות לווין (IMAGES) של הלווינים מסדרת LANDSAT וכן מצלומי אויר. האזורים המכוסים בשלג הותוו על גבי מפות ושטחם חושב לכל אחד מתחומי ההתנקזות בנפרד - המערבי (הירדן) והמזרחי (אגן דמשק).

נתוני השטח המושלג ממספר שנים, נבחנו לעומת נפחי השפיעה של יובלי הירדן ומעינות הדן והבניאס. במקביל בוצעו במשך כמה שנים סדרות של מדידות עומק ותכולת המים של שכבת השלג במספר אתרים בחרמון הישראלי, בתחום הרומים של 1500-2100 מ' מעל פני חים.

הממצאים שהתקבלו עד לסיום תקופת המחקר מצביעים על כך, כי תרומת מי השלג משמעותית רק מהאזור הגבוה מעל לרום של כ- 1400 מ', כלומר מהכסוי המשתרע לכל היותר על 200 קמ"ר בתחום אגן הניקוז של הירדן. יחד עם זאת מקובל עלינו שחלק מתרומת השלג באגן המזרחי מגיע לאגן מקורות הירדן.
תכולת המים בשכבת השלג עלתה כצפוי, עם הרום, מ- 10 ס"מ ועד ל- 65 ס"מ בממוצע.

לפיכך נפח המים העשוי להתקבל מהפשרת השלג באגן מקורות הירדן הגיע לפחות ל-50 מלמ"ק לשנה בממוצע לתקופה זו. כמות מים זו מהווה כשמינית משפיעת כל מעינות מקורות הירדן וכרבע עד לשליש משפיעתם הקיצית של מעינות הדן והבניאס.

יכולת הזיהוי של פעילות טקטונית באמצעות שינויים בצורתם של נחלים

זאב ב. בגין

המכון הגיאולוגי

מעוותים אנכיים של קרום כדור הארץ גורמים לשינויים בשיפוע עמקים ואלה גורמים לשינויים בצורת הנחלים. זהו הבסיס להנחה שניתן לזהות תנועות קרום אזוריות, אנכיות, איטיות באמצעות השפעתם על צורת הנחלים במבט-על.

במחקר זה נעשה נסיון לבדוק את שעור השינוי האנכי המזערי הדרוש כדי לגרום שינוי מדיד, משמעותי, בהילוך הנחלים. התוצאות מצביעות על כך ששיעור זה תלוי במידה מעטה בלבד בגודל הנחל, אך תלוי בפרמטרים הסטטיסטיים המתארים את הקשר בין שיפוע העמק לפיתוליות הנחלים; בשפוע והפיתוליות המקוריים, וכן בשעור הסדימנטים הדקים בנחל ובגדותיו.

המסקנה היא שכדי לגרום לשינויים מדידים בהילוך הנחלים דרוש שינוי אנכי של מטרים אחדים. שינויים כאלה, באיזור שאינו פעיל מאד מבחינה טקטונית, נוצרים במשך אלפי שנים לפחות.

מניפות דלתאיות מטיפוס גילברט בגג עמודת חליסן - ים המלח

דן באומן

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באר שבע

במסגרת מודל סדימנטרי-פאציאלי של משקעי חליסן, (סנח, 1979) תואר פאציס קונגלומרטי גס, חמורכב מגופים מניפתיים חנוחתים במתינות לבקע. עבודתי מציגח יחידת מניפות דלתאיות נוספת רכובח על גבי חגופים שתוארו קודם ודנח במשמעותח חאקלימית חידרולוגית.

על גבי חגופים חמניפתיים שבפיתחי חנחלים רכובות מניפות דלתאיות חמורכבות מיחידות חזית ממוינות, חנוחתות בתלילות מזרחח וחמחופות ע"י יחידח סב-חוריזינטלית, תוך חצגת מחזוריות טקסטורלית ברורח. מניפות דלתאיות אלח חן מטפוס גילברט. חן חמציינות את גג עמודת חלשון בשולי חבקע וחן שונות מאד טכסטורלית וסטרוקטורלית ממניפות חשוליים עליחן חן רכובות. מניפות מטיפוס גילברט הובחנו רק באגנים קטנים יחסית (מור, רחף, בוקק) וחן חסרות בבירור באגנים חגדולים (ערוגות, צאלים), דבר חמצביע על יכולת חאגנים חגדולים למסך בזרימותיחם חחזקות את חחולשח חחידרולוגית. חולשח חידרולוגית זו באח לכן לידי ביטוי רק באגנים קטנים תוצאת חכיסוי חצמחי חיעיל שנבע מחתגברות חלחות ובעקבותיח חקטנת חנגר חעילי, נפילח באנרגית חזרימח ובכושר חדיספרציח של חנחלים. מניפות מטפוס גילברט מהוות גופים עדשתיים חמצטבעים מזרחח, אך גם מערבח לעבר מצוק חחעתקים, כלומר חן אינן מדקקות מחגוש חעלוי למורד ולכן אינן ממלאות פונקציח של גשור מניפתי. צורתן חמורפולוגית גם חיא מעידח איפח כי סיבת חווצרותן אינח פעימח טקטונית.

מאד יתכן כי חמניפות חדלתאיות מטיפוס גילברט מציינות את חשינוי חאקלימי בכוון חגברת חלחות לקראת סיום תקופת חליסן.

הגיאולוגיה של המזרח התיכון: ביבליוגרפיה

ו. ארד, המכון הגיאולוגי

במרכז הדוקומנטציה של המכון הגיאולוגי שוקדים על הכנתה של ביבליוגרפיה ממוחשבת של המזרח התיכון, מראשית המחקר הגיאולוגי ועד היום. פרויקט זה הינו הרחבה והמשך למפעלו של פרופ' מ. אבנימלך (1965, 1969).

הביבליוגרפיה תקיף 6 כרכים:

כרך א: לבנון, סוריה, ירדן
כרך ב-ג: ישראל
כרך ד: ערב הסעודית
כרך ה: עירק
כרך ו: מצרים: סיני והמדבר המזרחי

במסגרת זו קוטלגו עד כה כ-25,000 פריטים. לכל פריט כ-10-25 מילות מפתח הכוללות נושאים, תקופות, איתור גיאוגרפי וכו' ומאפשרות שליפה סלקטיבית לפי דרישה (עם שאילתות בוליאניות ואפשרות חיפוש לפי חלקי מלים). במקביל לרישום הביבליוגרפי נעשית גם פעולת איסוף ורכש - במגבלות תקציביות - והמטרה הסופית היא לרכז את מירב החומר עצמו בספרית המכון.

קיטלוגו של כרך א הושלם והעבודה סוכמה ב-3 דו"חות פנימיים: הביבליוגרפיה של לבנון; הביבליוגרפיה של סוריה והביבליוגרפיה של ירדן. תיקונים ועידכונים נעשים באופן שוטף.

כרך ב-ג - ישראל - עומד בפני סיום. במסגרת זו יצאו לאור מספר ביבליוגרפיות: **אזוריות:** ים המלח וסביבתו; רמון; הגולן; הכרמל וחוף הכרמל; הערבה ואזור אילת. בהכנה: הגליל; החולה; מישור החוף; שומרון ורמות מנשה; הנגב הצפוני. **נושאיות:** המים בישראל; חיפושי נפט (בהכנה); פוספטים (בהכנה); תעלת ימים (בהכנה).

כרך ד - ערב הסעודית - עומד לפני סיומו. כרך ה - עירק - נמצא בשלבי הכנה. כרך ו: סיני - יצא לאור; המדבר המזרחי - נמצא בהכנה.

העבודה מתבצעת על מחשב וקס 750 של המכון הגיאולוגי באמצעות תכנה המבוססת על GDMS שנכתבה ע"י חברת 2001 לפי דרישות מפורטות שהעמיד המרכז לדוקומנטציה.

על מנת לסייע בביצוע המפעל מתבקש ציבור החוקרים לעדכן את עורכי הביבליוגרפיה באופן שוטף. כל המעוניין יכול לפנות לספרית המכון הגיאולוגי לקבלת רשימה אישית של פרסומיו על מנת לעדכנה.

מי תהום מליחים בסינקלינוריום השפלה, ישראל

עמוס אקר
המכון הגיאולוגי, ירושלים

סינקלינוריום השפלה נמצא מערבית להרי יהודה וחברון. אקויפר חבורת יהודה (גירים ודולומיטים) הוא האקויפר העיקרי באזור. עוביו 800-900 מ'. מי התהום נמצאים בו ברוב האזור במצב של כליאה. בהרי יהודה, בבקעת באר שבע וברגלי ההרים שמצפון לסינקלינוריום מי התהום הם באיכות של מי שתיה. שכבות הסנון-אוליגוקן המונחות מעל לאקויפר בנויות מקירטונים, גירים-קירטוניים וחרסיות המהוות אקויקלוד שעוביו 100-600 מ'. סדקים בתוך האקויקלוד מאפשרים למי הגשם לזרום דרכם באיטיות רבה ולהגיע אל האקויפר שלמטה.

קדוחי מים שנקדחו בשנות ה-50 בסינקלינוריום תוכננו לשאוב את המים המתוקים מאקויפר חבורת יהודה. כאשר הקדוחים הגיעו לגג האקויפר, לאחר שחדרו את האקויקלוד, נמצאו בגג האקויפר מים מליחים, ברכוזים מעל ל-1000 מיליגרם כלור בליטר.

שאיבות נסיון בקדוחים אלה הראו, בין היתר, ירידה מתמדת ברמת המליחות שלא התיצבה תוך כדי השאיבה. הפסקת השאיבה וחידושה לאחר מספר ימים הביאה לרמת מליחות גבוהה יותר מזו שהיתה בזמן הפסקת השאיבה. אחד ההסברים שניתן לתופעה היה שמים מליחים הנמצאים באקויקלוד זרמו לאקויפר דרך חור הקדוח הבלתי מצונר וגרמו להמלחת המים בסביבתו הקרובה. בזמן השאיבה נשאבו מים מתוקים ומליחים כאחד דבר שגרם להורדה מתמדת של רמת המליחות, סביב הבאר. הפסקת השאיבה למשך מספר ימים אפשרה למים המליחים הזורמים ללא הפסק דרך חור הקדוח הבלתי מצונר, להצטבר באקויפר סביב הבאר ולהעלות את רמת המליחות בקרבתה.

הסבר זה הביא למחשבה שאם יצקו פקק בטון בתוך הקדוח בבסיס הסנון הדבר ימנע את זרימת המים המליחים אל האקויפר. הנסיון נעשה בקדוח נטוש (עוזה 1). לאחר יצירת הפקק קדחו בתוכו בקוטר צר יותר והמים בבאר נמצאו מתוקים.

שיטה זו אמנם פתרה את הצד הטכני של אספקת מים באיכות שתיה באזור אולם לא ענתה על השאלה מה <u>מקור</u> המלחים באקויקלוד.

שאלה זו נחקרת ע"י המחבר (במסגרת עבודה לקבלת תואר דוקטור באוניברסיטה העברית). דוגמאות סלע מגלעיני קדוחים וממחשופים באזור השפלה ואזור באר שבע נטחנו לאבקה ועורבלו במים מזוקקים. רכוזי היסודות הראשיים של המלחים שהתמוססו במים נבדקו במעבדה. התוצאות הראשוניות מראות:

1. רכוז הכלור בסלעים שונה ממקום למקום.
2. רכוז הכלור בסלעים בגבעות בית גוברין הנו נמוך בהרבה מאשר באזור באר שבע ואזור משמר הנגב.
3. נראה שמקור המלחים הוא ימי.
4. התפוצה הגיאוגרפית של המלחים תואמת את האזור שהיה מוצף ע"י הים הפליוקני.

האפשרות שמי הים הפליוקני הנם המקור למליחות המים בסינקלינוריום השפלה ובאזורים אחרים בישראל נלמדת עתה.

פליאואוקיאנוגרפיה ופליאואקולוגיה של קרבונטים

עשירים בחומר אורגני שהורבדו באגן השפלה בקרטיקון העליון

א. אלמוגי-לבין,[1] ע. ביין[2] וא. שש

1 המכון הגיאולוגי, ירושלים.
2 המח' לגיאולוגיה האוניברסיטה העברית, ירושלים.

טור הסלעים שנחדר בקידוחי הגלעין של הרטוב וצרעה מורכב מקרבונטים עשירים בחומר אורגני (10-20%) הכוללים, בעיקר בחלקם התחתון, אופקים עשירים בדולומיט, פוספט וצור. עובי החתך הנחדר הוא כ-200 מ' וגילו קמפן עליון - מאסטריכט עליון. פרמטרים כימיים ופירוליטים מעידים כי החומר האורגני בסדימנטים הצטבר בתנאים דלי חמצן ומקורו בעיקר ביצורים ימיים בתוספת כמות זניחה של חומר אורגני ממוצא יבשתי. הפטרוגרפיה וההרכב הכימי והאיזוטופי של הקרבונטים מעידים כי רובם עשויים מרכיבים שלדיים קלציטיים ממוצא פלאגי שנחשפו למדות שונות של המסה דיאגנטית.

ניתן לחלק את החתך הנדון לשני חלקים השונים, במדת מה, זה מזה בהרכב ליתולוגי ובמאפיינים פאוניסטיים, כדלקמן:

1) החלק העליון מכיל פחות חומר אורגני, מצטיין במיגוון מינים אבל במיעוט פרטים של פורמינפרים בנתוניים ופלנקטוניים, ומתאפיין בשלטון רוטליאידים על פני בוליבינידים, והטרוהליצידים על פני גלוביגרינלואידים.

2) החלק התחתון מכיל יותר חומר אורגני, מצטיין ב"פריחות" חוזרות ונשנות של בוליבינידים, המלוות בעליה מסוימת במספר המינים והפרטים של כל שאר הפורמיניפרים הבנתוניים והפלנקטוניים, ומתאפיין בחילופין תדירים ביחסים הכמותיים שבין הטרוהליצידים וגלוביגרינלואידים ובין בוליבינידים ורוטליאודים.

הפורמינפרים הפלנקטוניים הינם תמיד בעלי $\delta^{18}O$ שליכי יותר ו-$\delta^{13}C$ חיובי יותר מאשר זה של הפורמיניפרים הבנתוניים, כאשר ההפרשים בערכים האיזוטופיים גבוהים יותר בחלק העליון של החתך.

מאסף הפורמינפרים מעיד על השקעה במפתן חיצון - מדרון עליון ובתנאי קרקעית מתחלפים בין דיסארוביות לאנארוביות. השינויים בין החלק העליון והתחתון של החתך עוקבים בעיקר אחר שינויים באינטנסיביות של upwelling ובסטגנציה של הקרקעית. ארועים מחזוריים של upwelling גבוה במהלך השקעת החלק התחתון של החתך גרמו ליצירת גוף מים מעורבב אשר בו פחתו ההפרשים האיזוטופיים בין הפורמינפרים הפלנקטונים והבנתוניים. עליה בפוריות בפרקי זמן אלה הביאה להצטברות רבה יותר של חומר אורגני. ירידות זמניות בשעור ה-upwelling ובפוריות הנלווה, הביאה לשיפור מה באורור הקרקעית. שינוי זה בקרקעית, בה עדיין היתה זמינות ניכרת של חומרי מזון, הביאה ל"פריחות" באוכלוסיות הבוליבינידים.

החלוקה הביוסטרטיגרפית שנקבעה בעבודה זו מאפשרת קורלציה בין תצורות מישש וערב במרכז הארץ ובנגב, ושחזור ארועים פליאו-סביבתיים על פני האזור כולו.

מינרליזציה ודיספרסיה של מתכות - אזור מחצבת הגבס, מנחמיה

א. איתמר, מ. שירב, כ. הליץ, ע. שגב
המכון הגיאולוגי, ירושלים 95501

המגע ביו בזלת לחוואר וגבס מתצורות בירה ושער במחצבת הגבס במנחמיה שימש מוקד לעבודות מגוונות הדנות בתופעות מטמורפוזה של מגע, פעילות הידרותרמלית, ובהיבטים בתחום הסטרטיגרפיה והמינרלוגיה. ביו המינרלים שזוהו בעבודות קודמות היו בעיקר גרנטים ומגנטיט. לאחרונה, במהלך סקר לאיתור אורניום ומיפוי גיאוכימי של האזור, נתגלו ריכוזים גבוהים של מספר מתכות בחוואר ובגבס במגעים עם הבזלת: נחושת (עד 2%), ברזל (3%), אבץ (0.3%), מנגן (0.3%), מוליבדן (1500 ppm), אנטימון (150 ppm), כסף (8 ppm), סטרונציום (<1%) וברים (<1%). מאסף המינרלים שהוגדר כוכל: מינרלי בצר- מלכיט, פירהוטיט, פיריט ומגנטיט; מינרלים ניכווים - גרנטים (גרוסולר ואנדרדיט), בריט, צלסטין ואפטיט.
המינרליזציה מופיעה הן במגע העליון והן במגע התחתון של גוף הבזלת, עובדה התומכת בהסבר (שהובא כבר בעבודות קודמות) כי גוף הבזלת באתר זה הוצב כסיל. המאסף המינרלוגי שנמצא באתר מצביע על האפשרות ששני תהליכים פעלו במגע ביו הבזלת לגבס והחוואר - מטמורפיזם של מגע (הוצע ע"י Nissenbaum et al., 1977, Kohn et al., 1977) ופעילות הידרותרמלית (הוצע ע"י Morag et al., 1987):
בשלב הראשון, עם חדירת סיל הבזלת, התפתחו במגעים אזורים מטמורפיים המאופייניים בעיקר על ידי גרנטים; בשלב השני, פעילות של תמיסות הידרותרמליות הביאה ליצירת המינרלים המתכתיים במגעים.

אתר המינרליזציה מנוקז על ידי נחל מנחמיה. אנליזות של דגימות סחף בנחל זה הראו ירידה סיסטמטית בתכולת נחושת וסטרונציום בכבד במורד הזרימה - מריכוז של 130 ppm נחושת ו-4000 ppm סטרונציום באזור המינרליזציה עד ל-30 ו- 1000 ppm (בהתאמה) במרחק של 1000 מ'. מתכונת הדיספרסיה הינה רגישה למתכות אלה ומאפשרת להבחין בבירור גם בכניסה מקומית של מים מועשרים במתכות מן המחצבה הדרומית אל האפיק הראשי.

התופעה שנתגלתה חשופה וחלק ממינרלי הבצר (מלכיט למשל) מורים על תנאי חימצון. תופעות מסוג זה ואף עשירות יותר עשויות להמצא באזור, בסמוך לאזורי מגע שבין חדירות מגמתיות לבין סכעי תצורות בירה ושער.

ביבליוגרפיה

Itamar, A., Segev, A., 1988. Follow-up survey on radiometric anomalies in the Shipon area, Israel. Rep. No. GSI/14/88. ZD/130/88.

Kohn, B., Schulman, N. & Aharon, P., 1977. Formation of magnetites in the gypsum deposit in Menahemiya. Isr. Geol. Soc. Ann. Mtg., Zikhron Yaacov (Abst.).

Morag, Y., Raab, M., Starinsky, A. & Schulman, N., 1987. Hydrothermal activity in the evaporite deposit in the central Jordan Valley (Menahemiya), Israel. Isr. Geol. Soc. Ann. Mtg., Mitzpe Ramon, pp. 95-97 (Abst.).

Nissenbaum, A., Nathan, Y. & Sass, E., 1977. Contact metasomatism in a Neogene evaporitic sequence of the central Jordan valley, northern Israel. Miner. Mag. 41.

Rosenfeld, A., Segev, A. & Halbersberg, E., 1981. Ostracode species and paleosalinities of the Pliocene Bira and Gesher Formations (north - western Jordan Valley). Isr. Jour. Earth Sci., Vol. 30, No. 4, pp. 113 - 120.

Segev, A. & Waks, D., 1979. Experimental geological and geophysical survey for identification of gypsum bodies in Menahemiya area. Geol. Surv. Isr. Rep. No. MP 588/79.

Starinsky, A., Bielsky, M., Schulman, N. & Steinitz, G., 1981. The effect of seawater on zeolite formation in Cenozoic basalts from northern Israel. 7th Europ. Col. Geochronol., Israel.

תופעות קונטקט-מטמורפיות ואלטרציה הידרותרמלית באבני גיר במכתש רמון

מאת: איתמר, א., בר, ג. והליץ, ל., המכון הגיאולוגי, ירושלים

תופעות קונטקט-מטמורפיות והתעשרות במתכות, נתגלתה בגירים טריאסיים ויוראסיים, במכתש רמון, במגע עם האינטרוזיות הקורנק-סייניטיות. גירים אלה הם לרב אדומים, לעיתים שחורים וכן גם ברקציוזיים במספר מקומות, שם הם מכילים עורקים מתכתיים. הגירים מכילים מינרלים כמו: אנקריט, סידריט, רודוכרוזיט, סמיתסוניט, פיריט, ספלריט, פלואוריט, אנהידריט, הידרוגרוסולר, קוורץ, לימוניט ומגנזיופריט. חלק מן המינרלים הקרבונטיים המתכתיים מועשר בסיליקה, אשלגן ואלומינה. הגירים מועשרים באופן בולט במספר מתכות כמו: ברזל, מנגן ואבץ ובמידה פחותה גם במוליבדן ועופרת. מספר מינרלים כמו: הידרוגרוסולר, פלואוריט, קוורץ וקלציט שעבר רקריסטליזציה, מצביעה על תהליך קונטק-מטמורפי בדרגה נמוכה שהתרחש בגירים. מינרלים אחרים, ובמיוחד הקרבונטים המתכתיים, הספלריט והפיריט, התפתחו תוך כדי החלפת הקלציט והדולומיט המקוריים של הגירים מתצורת סהרונים וארדון. נתונים אלה מצביעים על אלטרציה הידרותרמלית של הסלעים שהתפתחה כתוצאה מחדירת האינטרוזיות הקורנק-סייניטיות, וראקציות בין אבני הגיר לבין תמיסות שמקורן באינטרוזיות. התעשרות אבני הגיר במגע בסיליקה, אשלגן ואלומינה, כמו גם בכרום, ברזל, מנגן ואבץ, מעידה על היות האינטרוזיות מקור לשתי התופעות באבני הגיר גם יחד: קונטקט-מטמורפיזם ואלטרציה הידרותרמלית. לימוניט ומגנזיופריט נוצרו בשלב מאוחר יותר של חימצון המינרלים המתכתיים. הנתונים הגיאוכימיים והפטרוגרפיים מצביעים על שלושה שלבים בהווצרות התופעות באבני הגיר: (1) קונטקט-מטמורפיזם בדרגה נמוכה, מלווה בברקציאציה, במגע עם הקורנק-סייניט; (2) אלטרציה הידרותרמלית מלווה במינרליזציה, כתוצאה מכניסת תמיסות מן האינטרוזיות לאבני הגיר; (3) אלטרציה משנית מאוחרת וחימצון, שהתבטאה בהתפתחות תחמוצות ברזל והווצרות הצבע האדום בגירים. כל התופעות שצויינו לעיל מעידות על אפשרות המצאותה של מינרליזציה מתכתית מטפוס 'סקארן' בתת-הקרקע, בסלעים הסדימנטריים הנמצאים במגע עם הקורנק-סייניט.

וולקניזם חמוץ מגיל פרקמבריום באיזור ארדיני (דרום-מזרח סיני)

מאת: אריה איתמר, המכון הגיאולוגי, ירושלים

קבוצת סלעים וולקניים חמוצים מגיל פרקמבריום, חשופים בארדיני ובאיזורים סמוכים בדרום-מזרח סיני (ציור 1). הקבוצה, ששמה קבוצת הפירני, מורכבת מסלעים פירוקלסטיים כמו: איגנימבריטים ריוליטיים וריודסיטיים, טופים ואגלומרטים ובתוכם אינטרקלציות של לבות ריוליטיות. הקבוצה כוללת בתוכה אחד עשרה יחידות וולקנו-סטרטיגרפיות, כאשר כל יחידה כזו כוללת מספר זרמי לבה או שכבות פירוקלסטיות. היחידות מן הבסיס לגג הן (ציור 2): איגנימבריטים; טופים אפורים, דקי גביש ובלתי משוכבים; טופים שחורים משוכבים; טופים גבישיים; אגלומרט; איגנימבריט; טוף גבישי; טוף משוכב; חילופין בין לבות ריוליטיות וריודסיטיות לאיגנימבריטים; אגלומרט; טוף גבישי. סיום הפעילות הוולקנית מאופיין ע"י הצבה בהיקף נרחב של מיקרוגרניטים, שלהם מגע הדרגתי עם הסלעים הוולקניים. נראה שהמיקרוגרניטים מייצגים את המרכזים ההיפאביסליים של ההתפרצויות הוולקניות, שהתגבשו מיד לאחר סיום הפעילות הוולקנית. על פני כל הסלעים הקודמים מונחת באי-התאמה לבה וולקנית אנדזיטית. רב הסימנים מעידים שאין קשר בין סלע זה לקבוצת הפירני וייתכן שלבה זו אף איננה מגיל פרקמבריום.

תופעות מטמורפיות רגיונליות לא זוהו בסלעים הוולקניים של קבוצת הפירני, וסימני המטמורפיזם שנתגלו הם תופעות מגע שנוצרו בגלל חימום שנגרם ע"י חדירה מאוחרת של פלוטונים גרניטיים.

הסלעים של קבוצת הפירני הם הומוגניים מבחינה כימית וקשה לראות כיוון דיפֶרנציאציה כלשהוא בתהליך הווצרותם. הסלעים מוגדרים כתת-אלקליניים עד אלקליניים, קונטיננטליים מטיפוס של RIFT. המיקום הסטרטיגרפי האיזורי של קבוצת הפירני הוא בין שתי קבוצות שונות ובתוך קבוצת הסלעים "דוחן" הנחשפת במדבר המזרחי במצרים (ציור 3).

שינויים אקלימיים בסוף ההולוקן לפי נתונים איזוטופיים סנטיפים ומשקעי אגם בגליל

מאת
א. איסר*, א. ווקשל**, ס. גיא***, ס. וולף*

קורלציה טובה נמצאה בין העקומות המציגות את יחסי החמצן 18 ל-16 ופחמן 13 ל-12 בנטיפים במערות הגליל העליון ומשקעי קרקעית הכינרת.
התקופות של ירידה באיזוטופים הכבדים מציינות כנראה תקופות יחסית קרות.

התקופות הן כדלקמן:

4000-3200 לפנה"ס (כלקוליתי - ברונזה קדומה);
2400-2000 לפנה"ס (ברונזה קדומה עליונה - תחילת ברונזה תיכונה);
700 - 1200 לפנה"ס (תקופת הברזל);
500 לפנה"ס- 600 לספירה - (הלניסטית-רומית-ביזנטית);
סביב 1400 לספירה (תקופת הקרח הקטנה);
אמצע המאה הקודמת.

ברוב התקופות הנ"ל היתה עליה במספר ישובי הקבע בנגב.

* אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
** האוניברסיטה העברית, רחובות
*** חנובר, גרמניה המערבית

דולומיטיזציה אפיגנטית ומינרליזציה של ברזל לאורך שברים והמשך האפשרי בינם לפליאוהידרולוגיה של דרום ישראל

ש. איכני(1), א. רוזנטל(2), י. קרונפלד(3), ע. פלכסר(3)

(1)המכון הגיאולוגי, ירושלים
(2)השרות ההידרולוגי, ירושלים
(3)החוג לגיאופיסיקה ומדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל אביב

מינרליזציה של ברזל מצויה בסלעים קרבונטיים קרטיקוניים של חבורת יהודה בנגב ובצפון סיני. מינרליזציה זו המועשרת ביסודות מתכתיים שונים מופיעה בצורת עורקים. המינרליזציה הברזלית מצויה בתוך דולומיטים ואנקריטים אפיגנטיים המאוחרים לסלעי הסביבה הגירניים. התופעות האפיגנטיות עוקבות אחר כיניאמנטים טקטוניים רגיונליים. יחסי השדה והפרגנזה המינרלוגית מצביעים על כך שמעבר נוזלים ביו שתי סביבות גיאוכימיות שונות היה הגורם העיקרי להצבת המינרליזציה.

הדולומיטיזציה האפיגנטית נגרמה ע"י תמלחות עשירות במגנזיום שעלו לאורך אזורי השבירה. במהלך שכבים מאוחרים לדולומיטיזציה האפיגנטית חדרו נוזלים מהאקוויפר הקרסטי הפליאוזואי-מזוזואי לאקוויפר חבורת יהודה לאורך אותם שברים. יחסי השדה והיחסים הפרגנטיים המינרלוגיים של תופעות המינרליזציה מצביעים על כך שנוזלים אלה היו תחת עומד פיזומטרי גבוה יחסית, בעלי pH חומצי ו-Eh נמוך ונשאו ברזל ומתכות נוספות. לאורך השברים בנגב נוזלים אלה באו במגע עם גופי המים הקרבונטיים של חבורת יהודה. מגע זה הביא להצבת בצרי הברזל (תרשים 1*). על פי ההרכב הגיאוכימי של בצרי הברזל, ניתן להניח כי נוזלים אלה שטפו במקומות גופים מגמתיים נושאי מינרליזציה מתכתית המצויים בתת הקרקע באזורי השברים.

התמלחות עשירות המגנזיום התפתחו מאז הקמבריום ועד הקרטיקוו התחתון בתנאים יבשתיים. עלית התמלחות עשירות המגנזיום ועשירות הברזל מיוחסת למספר שכבים של ארועים טקטוניים הקשורים לפתיחת בקע ים המלח משר הפליוסטוקן.

*תרשים 1 בטכסט האנגלי.

תוכנית הלימוד בגיאולוגיה לחטיבה העליונה (עד 5 יח')

ניר אוריון
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

עמנואל מזור
הקבוצה הגיאו-איזוטופית, מכון וייצמן למדע.

בחודש אוקטובר 1988, הוגשו המלצות לתוכנית הלימוד בגיאולוגיה בחטיבה העליונה, למשרד החינוך. ההמלצות הוגשו ע"י ועדת מקצוע אשר מונתה על ידי משרד החינוך. הועדה כוללת 10 חברים נציגי אקדמיה (ירושלים, ב"ש, ת"א, מכון וייצמן), המכון הגיאולוגי ואנשי הוראה. הועדה המליצה שמקצוע הגיאולוגיה ילמד בחטיבה העליונה בשתי רמות: גיאולוגיה <u>בהיקף מצומצם (3 יח')</u> וגיאולוגיה <u>בהיקף רחב (5 יח')</u>.
מאחר ולהמלצות אלו השלכות משמעותיות על קהילית הגיאולוגים בתחום מקורות תעסוקה עתידיים ולגבי הסטטוס הציבורי של מקצוע הגיאולוגיה, ברצוננו לערב ולשתף בכך את ציבור הגיאולוגים.

<u>גיאולוגיה בהיקף מצומצם (גיאולוגיה כללית):</u> התוכנית המצומצמת כוללת את נושאי הלימוד הבאים: מבנה כדה"א, מינרלים, עולם הסלע, הרכב כימי של מינרלים וסלעים, סלעים מגמטיים, בליה ותוצריה, סלעי משקע, סלעים מותמרים, מחזור הסלעים, מאובנים, עקרונות הסטרטיגרפיה והזמן הגיאולוגי, כדור הארץ הדינמי, תאורית הלוחות, המפה הגיאולוגית, הגיאולוגיה של א"י, מי-תהום, משאבי כדה"א. היקף התוכנית 270 שעות ולפחות שליש מזמן הלימוד יערך במעבדה ובשדה. החומר ההוראתי הזמין כיום למורה ולתלמיד מאפשר הוראת התוכנית מייד עם אישורה ע"י משרד החינוך. כבר היום, קיימים מספר ספרי לימוד בעברית, אשר ניתן להתאימם להוראה בתיכון. לספר "גאולוגיה בפטיש ישראלי" חוברו "מדריך למורה" ו"חוברת מטלות" לתלמיד. כמו כן פותחו מכלול הוראתי לשלשה סיורים "מהים התיכון אל הבקע" ופעילויות מעבדה בהיקף של כ-40 שעות לימוד.

<u>גיאולוגיה בהיקף רחב:</u> התוכנית הרחבה תכלול את קורס הבסיס - גיאולוגיה כללית (3 יח') בצרוף שני קורסים נוספים, בהיקף של יחידת לימוד אחת, כל אחד. כבר היום זמינים למורה לגיאולוגיה שלושה קורסים שפותחו במיוחד לחטיבה העליונה והם: גיאוטופ (1 נקודה); כימיה של מינרלים וסלעים בישראל (1 נקודה); וסלעים מגמטיים ומותמרים, אילת-תמנע (1 נקודה).
בעתיד יושם דגש על פיתוח תוכניות לימוד אינטרדיסיפלינריות כגון: גיאופיזיקה, גיאוביולוגיה, גיאוכרונולוגיה, גיאולוגיה של א"י.

בשנים האחרונות החלו סטודנטים לגיאולוגיה להשתלב במערכת החינוך בתחום הוראת הגיאולוגיה. כפתרון זמני לחוסר במסלול לתעודת הוראה בגיאולוגיה, הומלץ להעניק <u>רשיון הוראה</u> לעונים על הדרישות הבאות: (א) בוגרי המחלקות לגיאולוגיה באוניברסיטאות. (ב) מורים במדעי הטבע וגיאוגרפיה אשר עברו הכשרה גיאולוגית. הכשרה זו תאושר, בכל מקרה לגופו ע"י תת ועדת המקצוע שתוקם במיוחד לצורך זה. הסדר זה מוצע לתקופת חומש אשר במהלכה תעודדנה המערכות האוניברסיטאיות לקיים לימודים לתעודת הוראה בגיאולוגיה.

בשנים האחרונות הוכנה תשתית מוצקה להוראת הגיאולוגיה בתיכון: המקצוע הוכר על ידי משרד החינוך, הוקמו גופי הכוונה ומעקב לתוכנית הלימוד, קיים גוף העוסק בפיתוח חומרי למידה והוראה ויישומם, פותחו תוכניות לימוד וחומרי הוראה ואף החלו להופיע ניצני הוראה במערכת החינוך. המשכו של התהליך תלוי במידה רבה בידי הקהיליה הגיאולוגית. הן במעורבותם האישית של חברי הקהיליה והן בהכרת המימסד הגיאולוגי בחשיבות הוראת הגיאולוגיה ברמה הקדם-אקדמית.

6. במאסטריכט המוקדם שוקעת על גבי התבליט הארוזיבי והפוספוריט הברזלי תצורת עירב. ניראה שגם בתקופה זו הוסיף מבנה הרמון להתרומם והפעילות הארוזיבית המשיכה לפעול על ראשו. מסקנה זו מתבססת על הופעת חתך מצומצם באגפו הצפוני- מערבי של המבנה ובו מספר מישורי אי- התאמה המלווים בחלוקים של צור, גיר ודולומיט. במעלה המבנה שוקע רק במאסטריכט המאוחר פציאס חופי המכיל גלאוקוניט וחוואר. במקביל מצטברת התצורה לעובי של כ- 45 מ' מדרום למבנה.

7. בחלק העליון של תצורת עירב במצוקי לוץ מופיעות עדשות של קג"ל, חול קוורץ גס וחול ברזלי המלוכדים במטריקס פוספטי. העדשות משולבות בתוך חוואר ירקרק מגיל מאסטריכט מאוחר.
המקור הסביר ביותר להספקת החול הגס הנם סלעי תצורת חתירה באזור הרמון. החולות נחשפו כניראה לארוזיה מתחת למישור הגידוע שהתפתח בראש קמר הרמון לאחר שהפעילות הארוזיבית הממושכת הצליחה להסיר את הכיסוי בן ה-500 מ' של חבורת יהודה. תוצרי הארוזיה הובלו אל שולי המבנה ע"י מערכת ערוצים, והם התערבבו בדרכם עם החלוקים ותרכיזי הברזל שנתרמו מחתך הסלעים של חבורת יהודה ושל הפציאס החופי של תצורת עירב.
תופעות ארוזיביות דומות מוכרות מתצורת עירב באזור שסביב הרמון, כמו בעריף א- נקה שבמזרח סיני (Bartov et al.,1980) ובהר נפחה (זילברמן, 1977). ניראה שבתקופה זו נחשפו ראשי המבנים שבאזור לארוזיה שפגעה בכל מבנה בהתאם למידת ההרמתו. המבנה הגבוה באזור היה העריף א- נקה שבו התפתח מכתש ראשוני עוד לפני השקעת תצורת עירב (Bartov et al.,1980).

8. בפלאוקן שוקעת סביב הרמון תצורת טקיה המגיעה באזור הסינקלינלי שמדרום למבנה לעובי של כ-20 מ' , והיא חסרה במעלה המבנה. בגלל מיעוט מחשופי התצורה בקירבת המבנה כתוצאה מגידוע המאוחר להשקעתה, אין אפשרות לברר אם המשיכה הפעילות הארוזיבית לפעול על ראשו של קמר הרמון גם בתקופה זו.

9. באאוקן התחתון התפתח באזור הרמון מישור גידוע נירחב בבסיס חבורת עבדת. מישור הגידוע מלווה בעדשות חולית של חול קוורץ וסילט דטריטי וכן בקג"ל שניגזר מחתך חבורת יהודה. בשלב זה ניגדע הרמון גידוע עמוק ונוצר בראשו נוף שטוח שהתבסס על משטחי הארוזיה הקודמים. נוף שטוח זה ניקבר בהדרגה כאשר מגיעה לאזור הטרנסגרסיה בזמן האאוקן המוקדם.
הפעילות הארוזיבית ברמון מתחדשת רק אחרי האאוקן המאוחר, כאשר מתפתח באזור מישור גידוע חדש, רחב מימדים, שעליו נמצאו במקומות רבים שרידים של תצורת חצבה. בראשו של הרמון חשפה הארוזיה המחודשת את מישורי הגידוע הקדומים אשר הסירו כבר במאסטריכט את כיפת המבנה. מישור הגידוע החדש הקנה לאזור הרמון את צורתו הנוכחית ואף הגדיר את צורתו של מכתש רמון העתיד להתפתח בשלב מאוחר יותר. (ראה להלן: שלבי התפתחות הנוף בחלקו המערבי של מבנה הרמון).

מקורות

גרפונקל, צ.,1964. בעיות טקטוניות בקו רמון.
עבודת גמר, האוניברסיטה העיברית, ירושלים.
גרפונקל,צ.,1987. בעיות סטרוקטורליות באזור מעבר ערוד והשלכותיהם על התפתחות קו רמון. ברטוב, י.,(עורך), מדריך לסיורים גיאולוגיים מכתש רמון. הכנס השנתי של החברה הגיאולוגית, מיצפה רמון, עמודים 64-70.
זילברמן,ע.,1977. הגיאולוגיה של קו סעד נפחא ורמת עבדת. עבודת גמר, האוניברסיטה העיברית, ירושלים.
סטרינסקי,א.,1964. פוספוריט ברזלי במישור הרוחות. עבודת גמר, האוניברסיטה העיברית, ירושלים.
Bartov,Y., Levy,Z., Stenitz,G., Zak,I.,1980. Mesozoic and Tertiary Stratigraphy, Paleogeography, and Structural history of the Gebel Arif En Naqa area, eastern Sini.
Isr. J. Erth Sci., V.1-25. pp.114-139.
Levy, Z., 1975. The geological history of Southern Israel and Sini during the Coniacian.
Isr. J. Earth Sci. 24: pp. 19-43.

ארועים ארוזיביים בחלקו המערבי של מבנה הרמון ויחסם להתפתחות המבנה

יואב אבני
המכון הגיאולוגי, ירושלים
המחלקה לגיאולוגיה והמחלקה לגאוגרפיה פיסית, האוניברסיטה העברית, ירושלים

בחלקו המערבי של מבנה הרמון נמצאו הבדלים משמעותיים בעובי תצורת ציחור וחברת הר הצופים על גבי מבנה ובשוליו. הבדלי עובי אלה, המוכרים ממקומות רבים במערכת המונוקלינות של הנגב, מגיעים בחלקו המערבי של הרמון ליותר מ-270 מ', והם מכווים בתבליט ארוזיבי שהתפתח בכמה שלבים על גבי האגף המזרחי של המונוקלינה.

התהליך הארוזיבי המפושך שפעל על מבנה הרמון מאז הסנון המוקדם הביא לקראת סוף המאסטריכט להסרת כל חתך חברת יהודה מאזור ציר המבנה. בשלב זה הגיע התבליט הסטרוקטורלי ליותר מ-700 מ' (מחושב לפי הסרת חברת יהודה בתוספת הצטברות דיפרנציאלית של חברת הר הצופים), והמבנה הגיע לכ-2/3 מגובהו הנוכחי. התפתחות משורי הגידוע הביאה כבר לפני האאוקן להסרת כיפת הסלעים הקשים של חברת יהודה, המהווה תנאי הכרחי ליצירת מכתש רמון בשלב מאוחר יותר.

בחלקו המערבי של הרמון ניתן להבחין בשלבים הבאים בהתפתחות המבנה והתבליט הארוזיבי הקשור בו:

1. בקוניאק הורם גוש הנגב וסיני והוטה לדרום מערב (Levy,1975). כתגובה מתפתח באזור משטח אברזיבי אשר גדע את תצורת ציחור במערב הרמון באופן לא אחיד: בעוד שמדרום למבנה נישמר חתך של כ- 50 מ', הרי שעל המבנה מגיע עובי התצורה ל 0-20 מ' בלבד. בכל המחשופים ראשה של התצורה גדוע ושעור הגידוע עולה לצפון מזרח. הבדלים אלה מיוחסים להרמת המבנה בשלב המקדים את הגידוע.

2. בין הקוניאק המאוחר לקמפאן המוקדם שוקעת על גבי תבליט מורפוטקטוני תצורת מנוחה. באזור הסינקלינלי שמדרום למבנה מגיעה התצורה לעובי העולה על כ-100 מ', ובקירבת ציר המבנה היא חסרה לחלוטין. באגף הדרומי של הרמון נמצא בגג הפרט החוורי של התצורה אופק קלסטי המכיל גריט פוספטי וחלוקי גיר קטנים המשולבים בדרגש קשה. אופק זה מעיד על ארוזיה חלשה שפעלה על האזורים הגבוהים תוך כדי השקעת התצורה.

3. ארוע טקטוני חריף התרחש בקמפאן המוקדם. חלקו המערבי של מבנה הרמון הורם ונוצרה אי התאמה זויתית בין תצורות מנוחה ומשש המגיעה במעבר ערוד לכ-30 מעלות (גרונקל,1964,1987). כתוצאה מארוע זה נחשפו לארוזיה בתנאים יבשתיים חלקים נירחבים של המבנה. במעבר ערוד מוכר קונגלומרט גס של חלוקי גיר ודולומיט בפטריקס מצורר הכולל גם מאובנים ימיים במעבר מתצורת מנוחה למישש (גרונקל,1964,1987). קונגלומרט בעל הרכב דומה נימצא בעבודה הנוכחית באזור הר רומם הפרוחק כ- 6 ק"מ מצפון מערב למעבר ערוד. כלפי מורד המבנה הופך הקג"ל לשיכבה של חול קוורץ, גלאוקוניט ופוספט המוכרת ממחשופים רבים באגפו הצפוני-מערבי של הרמון. (אבני, עבודת גמר בהכנה).
ניראה שבקרבת ציר המבנה העמיקה הארוזיה לגדוע את הפרטים הדולומיטיים של תצורת חצרה, ותוצרי הארוזיה הצטברו בסביבה חופית שהתקימה בשולי האזור החשוף. יתכן שחלק ניכבד מחתך התצורת חצרה הוסר כבר בשלב זה.

4. בקמפאן התיכון והמאוחר נמשכת הפעילות הארוזיבית בראש קמר הרמון במקביל להשקעת תצורת מישש באגן הסינקלינלי של הר לוץ, שבו מגיעה התצורה לעובי של כ-60 מ'. על המבנה שוקע חתך מצומצם הכולל קג"ל של חלוקי גיר, דולומיט וצור המלוכדים בפטריקס פוספטי. כמו כן מופיעים חלוקים בהרכב דומה בתוך הסידרה הפוספטית שהצטברה באגפו הצפוני- מערבי של המבנה.

5. לאחר הצפה קצרה בקמפאן המאוחר נחשף הרמון לפעילות ארוזיבית יבשתית אשר גדעה את חתך חברת יהודה שעל המבנה בפקביל להשקעת הפוספוריט הברזלי (סטרינסקי, 1964) בשולי האזורים החשופים. הרס מאוחר של המחשופים בראשו של המבנה אינו מאפשר לאמוד את עוצמת הגידוע.

הכיבושים מתחזק הניקוז לכיוון צפון על חשבון ניקוז קדום לצפון מזרח. כיבושים אלה מצויים ברובם בשלב עוברי והם יוצרים שינויים במערך הניקוז בסידר גודל של מספר קמ"ר.
תופעה זו נגרמת ככול הניראה מפעילות טקטונית שיצרה החרפה של הנטיה לצפון על אגפו הצפוני- מערבי של מבנה הרמון.

ז). במקביל להתפתחות מערכות הניקוז באזור הנגב המרכזי התפתח במערב אגן הניקוז הגדול של נחל אל- עריש. אגן ניקוז זה חתור לעומק של מאות מטרים מתחת למיפלס הנחלים של אזור הרמון. הפרש הגבהים הגדול גורם לארוזיה מואצת על שוליה של רמת הר חריף- הר חורשה תוך כדי כרסום באגני הנחלים המקומיים. תופעה זו מלווה את אגן ואדי אל- עריש לכל אורכו והיא בולטת במיוחד כאשר יובליו של ואדי זה כובשים גם את יובליו העיליים של נחל פארן היורד לערבה. מצב זה מבטא אגרסיביות מיוחדת של אגן האל- עריש ביחס למערכות הניקוז של הנגב. סיבותיה של התופעה אינם ברורים ודורשים מחקר נוסף.

ח). בשלב הנוכחי נמצא הנוף בעיצומו של תהליך פינוי המישקעים האלוביאליים - בעיקר משקעי כס - הממלאים עדין את חלקיהם העיליים של עימקי הנחלים. תהליך הפינוי מתרחש ע"י יצירת מפלים החותרים את העמקים לעומק של כ-1.5-2.5 מ' בקצב של מטרים אחדים לשנה. תופעה זו נימצאת כיום במחקר.

סיכום

שלא כטענתם של בן דוד ומזור (Ben-David and Mazor,1987,1988) הרואים בדגם הניקוז של מכתש רמון והאזורים שסביבו דגם המעוצב בעיקר ע"י כיבושי נחלים ונאו- טקטוניקה, הרי ששלבי התפתחות הנוף שפורטו לעיל מצביעים על כך שדגם הניקוז המסובך של האזור הינו דגם ניקוז מקורי שנחתר מראשיתו בהתאם להכתבה הטקטונית הפליוקנית. בדגם מקורי זה חלו מאז יצירתו שינויים קלים בלבד.

מקורות

גרפונקל, צ.,1970. הטקטוניקה של השוליים המערביים של הערבה הדרומית (תרומה להבהרת דרך הוצרות בקעים).
עבודת דוקטור, האוניברסיטה העיברית,ירושלים.

זילברמן, ע.,1987. אגן מחמל ונחל חווה. ברטוב, י.(עורך).
מדריך לסיורים גיאולוגיים במכתש רמון. הכנס השנתי של החברה הגיאולוגית,מיצפה רמון. עמודים 95-101.

ניר, ד.,1970. גאומורפולוגיה של א"י.
הוצאת אקדמון, האוניברסיטה העיברית, ירושלים. 404 עמ'.

Ben-David,R.,and Mazor,E.,1987. Ancient outlets of the Ramon River.
Isr. Geol. Soc. Annu. Meet., p.16 (Abstr.)

Ben-David,R.,and Mazor,E.,1988. Stages in the Evolution of Makhtesh Ramon and its Drainage System.
Isr. J. Earth Sci. 37(2-3) pp.125-135.

Picard, L., 1951. Geomorphogeny of Israel. Part 1 - the Negev.
Bull. No. 25 . 20 pp.

Zilberman, E., 1984. The Neogene and the Quaternary in the Central Negev: In "Outlines of the geology of the northwestern Negev" by Z. B. Begin (ed).
Isr. Geol. Sur.Rep. GSI/19/84.pp.54-69.

שלבי התפתחות הנוף בחלקו המערבי של מבנה הרמון.

יואב אבני
המכון הגיאולוגי, ירושלים
המחלקה לגיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים
המחלקה לגאוגרפיה פיסית, האוניברסיטה העברית, ירושלים

שלבי התפתחות הנוף בחלקו המערבי של מבנה הרמון נלמדו כחלק מפיתוי גיליון הר כוך. בעבודה זו נבדקו דגמי הניקוז של מערכות הנחלים באזור, אותרו ונבדקו סדימנטים אלוביאליים קדומים ונבחנו יחסי השדה בין מערכת הניקוז ובין המבנה הגיאולוגי. לאור הממצאים נקבעו השלבים הבאים בהתפתחות נופו של האזור:

א). לאחר נסיגת הים בסוף האאוקן נחשף האזור לפעילות ארוזיבית ממושכת אשר עיצבה משטח נירחב דמוי פנפליין (Picard, 1951; ניר, 1970; Zilberman, 1984). משטח זה גדע את מבנה הרמון גידוע עמוק, בקירבת ציר המבנה חשפה הפעילות הארוזיבית משטח גידוע קדום שהתפתח בראשו של קמר הרמון מאז הסנון המוקדם וחשף את אבני החול של תצורת חתירה כבר בסוף המאסטריכט. משטח הגידוע החדש מגיל אוליגוקן- מיוקן מוקדם העמיק לגדוע את המבנה וחשף במרכזו סלעים מגיל טריאס. החיתוך בין משטח הגידוע ומחשופי אבן החול של תצורת חתירה קבע את צורתו של מכתש רמון העתיד להתפתח מאוחר יותר. משטח גידוע זה מעצב את נופם של הרמות השטוחות שסביב הרמון ואת הפסגות שמעל למכתש.

ב). במיוקן המוקדם- תיכון שוקעת על גבי משטח הגידוע תצורת חצבה. שלא כמו בסיניי (גרפונקל, 1970) ובנגב הצפוני (זילברמן, בהכנה) שבהם חתורה התצורה בתוך משטח הגידוע, הרי שבנגב המרכזי נמצאו שרידי התצורה ברוב הפסגות הגבוהות שבאזור, כמו בהר חריף שבמערב ובהר ארדון שבמזרח. מצב זה מלמד שתצורת חצבה כיסתה את המשטח בכיסוי נירחב כמעט ללא חתירה.

ג). ארוע טקטוני שזמנו מיוקן מאוחר- פליוקן מוקדם מסיים את תקופת השקעת תצורת חצבה (זילברמן, 1987). ארוע זה פרים את מבנה הרמון ויוצר אי התאמה בין שיאו הסטרוקטורלי של המבנה, הממוקם בכיפת גוונים, ובין שיאו הטופוגרפי הממוקם בהר רמון שבחלקו המערבי של הרמון. האזור שממזרח להר רמון מוטה לכיוון מזרח בשיעור ממוצע של כ- 0.5 מעלות. בעקבות ההטיה הונמך, אך לא בוטל, שיאו הסטרוקטורלי של המבנה. הפעילות הטקטונית חידשה את פעולתם של מערכות השברים הקימות באזור מאז הסנון ואלה שברו את משטח הגידוע ויצרו תבליט פורפוטקטוני מסובך. לאורך קו רמון נוצרו בשלב זה מבנים מונמכים והסטות אנכיות עד כ- 200 מ'.

ד). כתגובה לפעילות הטקטונית החלו להתפתח באזור מערכות ניקוז מקומיות שהתחתרו בהתאם לתכתיב הפורפוטקטוני שנוצר בשלב הקודם. כיוון ההתחתרות ואופיה ניקבע ע"י שילוב של כיוון הנטיה האזורי וכיווני הנטיה המקומיים שנוצרו ע"י מערכות השברים ומבנים מונמכים החוצים את האזור. שילוב זה יוצר שינויים חדים בכיווני הניקוז בהתאם לתכתיבים המשתנים. הדוגמה הבולטת ביותר מצויה בנחל ניצנה מדרום להר חמת. במקום זה מצוי גרבן קטן המאלץ את נחל ניצנה הזורם לצפון מזרח לשנות באופן חד את כיוונו ולפנות לצפון מערב אל תוך רמת עבדת. הכתבה טקטונית דומה מוכרת גם מהנחלים צין וחווה.

ה). במשך הפליוקן נחתרו מערכות הניקוז במהירות בתוך העמקים שהוגדרו בשלב הקודם. הנחלים מפתחים עמקים רחבים הגבוהים בכ-30-50 מ' מעל מפלס העמקים הנוכחי והם מתלכדים באזור רמת ברנע למשטח הצפה נרחב החתור כ- 250 מ' מתחת למיפלס הנוף של תצורת חצבה המעצב עדיין את נופו של הר חורשה הסמוך. במקביל מתרוקן מכתש רמון מן התצורות הסחיפות ומגיע כמעט לצורתו הנוכחית.

ו). בין הפליוקן המאוחר לפליייסטוקן המאוחר ממשיכה פעולת החתירה, המשולבת במספר מחזורים של מילוי העמקים במישקעים אלוביאליים. מחזורים אלה נישלטים בעיקרם ע"י שינויים אקלימיים. לקראת סוף הפלייסטוקן מתפתחים באגפו הצפוני-מערבי של המבנה מספר כיבושי נחלים (בנחל ניצנה, כביר, עקרב ואלות). בכל

רגיונליות בתקופת המזוזואיקון והשפעתם על חיפושי הנפט
בישראל 118
רוטשטיין, י., ברטוב, י., - מבני לחיצה מצפון לכנרת ובמקומות
נוספים לאורך בקע ים המלח 119
***רכס, ז., בר, ג., חצור, י.,** - הפוך (inversion) מאמצים של
נתוני שברים ופתרונות מוקדים - השיטה וישומיה לנתוח
טקטוני 120
***שובאל, ש.,** - היווצרות סיגים בדופן תנור לצריפת כלי חרס
בתל-מיכל 121
***שובאל, ש.,** - מינרלים המתגבשים בעת נידוף מי ים במלח 122
***שובאל, ש., ארז, צ.,** - יחסים כמותיים של קאוליניט
ומונטמורילוניט-איליט במשקעי חמרה וכורכר במצוק חוף
השרון כבטוי לפלאו-אקלים בפלייסטוקן העליון 123
***שובאל, ש., ארז, צ., קירש, י., דויטש, י., כנפו, ר.,** -
מינרלוגיה ופטרוגרפיה של קבוצות כלי חרס מתל-הדר 124
שולמן, ח., מאי, פ., - סקר סייסמי ברמת הגולן ותוצאותיו 125
שומרוני, א., פליגלמן, ח., - תופעות סדימנטריות וטקטוניות
בתצורת ברנע - יורה והשלכותיהן על המצאות הידרוקרבונים
בדרום מישור החוף 126
**שטיבלמן, ו., ברונר, א., בק, א., לוי, א., פריזנלדר, א.,
דקל, ע., פדן, ע.,** - מיפוי מרבץ פצלי השמן במישור רותם
בעזרת שיטות סייסמיות - סקר היתכנות 128
שילוני, י., רודד, ר., - גלישות תצורת מזר ואפיקו של נחל צין
באיזור שלמרגלות מעלה העקרבים 130
***שילוני, י., איכני, ש., פנצר, ג.,** - שכבות עשירות בברזל בתצורת
ע'רב 131
** ***שירב וחב',** - מפה גיאוכימית ...
שליב, ג., - ההיסטוריה הגיאולוגית של האגן הנאוגני של הגליל
התחתון והעמקים והשלכותיה לגבי תארוך התנועה לאורך בקע
ים המלח 133
****שמרון, א.,** - טקטוניקה קרטיקונית ...
***שמרון, א., אביגד, ד., לינדר, א.,** - בלושיסט ואבני איזון
נוספות כסימנים לנמל הבית של ספינה טבועה מהתקופה
הפניקית 135
***שפיצר, מ., בייט, מ., מטיוס, א.,** - עדויות לדיפרנציאציה מגמתית
בתמנע 136
שפירא, א., - שינויים בקצב הפעילות הסייסמית בישראל כמבשרים
של רעידות אדמה 137

מינסטר, צ., נתן, י., פלכסר, ע., רווה, א., - יחסי פחמן אורגני וגפרית במסלע מועשר בחומר אורגני מגיל סנון בישראל - אינדיקטור לאיפיון סביבת ההשקעה 90
מרט, י., - הטקטוניקה של איזור סיישל והארוע של תום הקרטיקון .. 92
****מתיוס-גר, מ.,** - משקעי מערות ...
****נור, ע., וחב',** - פרמטרים לרעידות אדמה ...
ניר, י., - הסירה הקדומה מהכנרת - הסיבות להשתמרותה 94
נתיב, ד., - שיטה נוספת לסינון דוגמאות מי תצורה מייצגות באקוויפרים עמוקים 96
נתן, י., סודרי, ד., אביגור, א., - משמעות גיאולוגית של החלפת קרבונט בתוך אפטיטים: הפוספוריטים של ישראל כדוגמא 98
סטרינסקי, א., היימן, א., - מקור הסידן בקונכית שבלולים החיים על בזלות (רמת הגולן) על פי ההרכב האיזוטופי של סטרונציום 99
סלמון, ע., גרפונקל, צ., - ההתפתחות בזמן של המונוקלינות בנגב הצפוני 101
סנדלר, ע., הליץ, ל., ברנר, י., פלד, י., גייפמן, י., - הרכב המים במערכת הירדן העליון ותרומתה לכנרת 102
***סנדלר, ע., ראב, מ., נתן, י.,** - חרסיות ניאוגניות מעומקו של בקע הירדן 103
***סער, ח., שקד, ד., גור, א., מינסטר, צ.,** - השפעת חרסית דמוית צור גלמית על תכונות המוצר במפעל רמון 104
סער, ח., שקד, ד., גור, א., מינסטר, צ., - תהליכי בליה ובוקסיטיזציה אינטנסיביים בתצורת מישחור, מכתש רמון 105
עומר, א., קון, ב.פ., סטקלר, מ.ס., באק, ר., - ההתרוממות של השוליים המערביים של מפרץ סואץ על סמך אנליזות של עיקבות ביקוע בגבישי אפטיט 107
***עמיאל, י., רכס, ז., זובק, מ.,** - מדידות בקדוחים בישראל בעזרת Televiewer - תוצאות ראשוניות 108
ענבר, מ., - גיאומורפולוגיה ומשטר הידרולוגי של נחלים בזלתיים הרריים 109
***ענבר, מ., אבן ניר, מ.,** - תנועת גרופת באפיק הירדן העליון 110
עשת, י., - ניבגי פטריות (fungal spores) ואקריטרקים במעבר פרם-טריאס וחשיבותם להבנת קטסטרופות אקולוגיות גלובליות 111
פולישוק, ב., ארבל, ח., - מדידות דפורמציה במסת סלע סביב מנהרת מאגר גפ"מ בתנאי לחץ 112
****פורת, נ.,** - הרכב צבעים ...
פיינשטיין, ש., ברוקס, פ., גודרזי, פ., קירסט, ד., איזנשטט, ז., סלגר, י., - איפיונים פטרולוגיים וגיאוכימיים ושלבים בהתפתחות של חומר פחמי עשיר מימן בקידוח עגור 1 114
פלכסר, ע., כהן, צ., קפצן, ו., - מערך גרבנים והורסטים בתת הקרקע של ישראל 115
****פלז, מ.,** - מערכת מידע ...
****פלץ, ס.,** - משקעים אפיקלסטיים ...
***פנצר, ג., נתן, י., שילוני, י.,** - איפיון כימי של נודולות פוספטיות 116
קפצן, ו., כהן, צ., פלכסר, ע., - תנועות ורטיקליות והטיות

וידר, מ., זינגר, א., גבירצמן, ג., - מיקרומורפולוגיה של
פאליאוסול בזלתי בקבורה עמוקה בוולקני אשר (יורה)
בצפון ישראל 59
***וינברגר, ג., פלכסר, ע.,** - סביבות השקעה נהריות מגיל קרטיקון
תחתון במכתש הנגב 60
וינברגר, ג., פלכסר, ע., - המסגרת הטקטונו-פאציאלית של תקופת
הקרטיקון התחתון בצפון הנגב 61
***וינברגר, ג., רוזנטל, א., פלכסר, ע., בר, י.,** - מודל של זרימת
מי תהום במערכת האקויפרית בנגב הצפוני ובבקעת באר שבע . 63
וינטר, י., פלאי, י., אביגור, א., - גורמים בדיאגנזה של
פוספוריטים לאור מחקר גיאוכימי של שדה הפוספטים הר ההר . 65
***וינטר, י., פלאי, א.,** - שיחזור סביבות ההשקעה של שדה הפוספטים
הר ההר 66
וינר, ס., בוכבינדר, ב., יעלון, ד., - פאלוסולים מתצורת בית
(ניר מיוקן עליון) באזור מסילת ציון 67
***ויסברוד, ט., שגב, ע., בייט, מ., תרון, י.נ.,** - תופעה
וולקנוקלסטית מגיל קרטיקון מוקדם בתמנע: פירוש חדש
כ"קיר המשוגע" 69
ונגוש, א., שיבס, א.ר., מכקולוך, מ.ט., קולודני, י., סטרינסקי, א.,
גיאוכימיה איזוטופית של בור בסביבות יבשתיות 71
זילברמן, ע., לוי, ז., בוכבינדר, ב., - העדשה הביוקלסטית
במחצבת באר שבע - בדיקה מחדש 73
טיבור, ג., בן-אברהם, צ., פליגלמן, ח., - אנליזה כמותית בשולי
היבשת של הלבנט בשלישון: תוצאות ראשוניות 76
טפרברג, מ., כץ, א., - התגבשות halite מתמיסות היפרסליניות:
שטפים והרכב כימי 77
יכין-דרור, ע., פליגלמן, ח., פלכסר, ע., - השפעת ההיסטוריה
הגיאולוגית של שולי אגן הניאוטתיס בעידן המזוזואיקון
על התהוותן של מלכודות הידרוקרבונים באזור מדינת ישראל . 78
כהן, צ., - תוצאות הניתוח האגני שנערך ע"י חברת חנ"ה
והשפעותיהם על המשך חיפושי הנפט והגז בישראל 79
לבנטל, ד., - תורת השדות הדואליים בארץ משוכבת 81
***ליפסון, ב., פלכסר, ע., רוזנפלד, א., הוניגשטיין, א.,**
קונואי, ב., ארז, צ., - סדימנטציה דיסאוכסית בקנומן-
טורון של ישראל 82
** ***לנג וחב',*** - סקורית אודם ...
לנג וחב', - וולקנים פליוקניים ....
מאי, פ., - שבירה הפוכה בזוית נמוכה בהר חרמון: היפותזת עבודה . 83
מאי, פ., שולמן, ח., - חפושי נפט ברמת הגולן 84
מארטינוטי, מ.ג., - הערות בדבר השוואות סטרטיגרפיות 85
מור, ד., שולמן, נ., גבירצמן, ג., שטייניץ, ג., - גילי K-Ar
של הוולקניזם בדרום-מערב סוריה (איזור "המובלעת") 86
מזור, ע., אוריון, נ., - עוד פן של גיאולוגיה כלכלית: תיירות
ונופש עתירי מדע 88
מיכלסון, ח., בוטבול, מ., מרכדו, א., - סקר מוקדם למניעת ארועי
זיהום של מי שתיה, קריטריונים הידרוגיאולוגיים והערכה
ראשונית של סיכוני הזיהום בקדוחי אבן 89

רמון, ישראל 24
*בר, ג., ברטוב, י., גרפונקל, צ., רכס, ז., - מחדרים מגמטיים,
פעילות טקטונית והתפתחות סטרוקטורלית בקרטיקון המוקדם,
מכתש רמון, ישראל 26
*בראון, מ., רוזנטל, א., - שימוש במדידות סייסמיות ברגישות
גבוהה לברור המודל ההידרוגיאולוגי בעמק בית-שאן 28
ברונר, א., אייל, י., - יחסים בין מאקרו-סטרוקטורות שפוענחו
בסייסמיקה רדודה למזו-סטרוקטורות, אזור שבטה 30
*ברונר, א., שטיבלמן, ו., בק, א., לוי, א., פריזלנדר, א.,
דקל, ע., - בדיקת יישימות השיטות הסייסמיות למיפוי תת
הקרקע הרדוד בשדה זוהר 32
ברטוב, י., רוטשטיין, י., - שבר שדות - גבול גיאולוגי
וגיאופיזי משמעותי במזרח התיכון 34
**ברנר, י., - בזלות גולן - סטרטיגרפיה ...
** *ברנר, י., - בזלות גולן - פטרוגנזה ...
גבריאלי, א., מתיוס, א., בר-מתיוס, מ., - ריאקציות
הידרותרמליות של גרוסולר עם תמיסות $MgCl_2$ 35
** *גולדמן וחב' - קונדוקטיביות חשמלית....
**גיל, ד., שומרוני, א., פליגלמן, י.- לוגים פטרופיזיים ...
**גילת, א., נתן, י., - התפלגות Yb, Eu, Ce, La, Y...
גינזבורג, ד., - הכנרת וסביבותיה בספרות חכמי ישראל 36
*גינת, ח., - דיונות בצפון בקעת עובדה 38
גינת, ח., - שלבים בהתפתחות הנוף בבקעת עובדה 39
*גלברמן, א., גרוסוביץ, י., - האיזופח היורסי בצפון הנגב,
רגלי הרי יהודה ושפלת החוף הדרומית 40
גנאור, י., מתיוס, א., - מעורבות תמיסות במטמורפוזה רגיונלית:
מחקר פרלימינרי של פרופיל הרכבים איזוטופיים של קלציט
בסיפנוס (האיים הציקלדיים, יוון) 41
גרפונקל, צ., - טרנספורם ים המלח בצפון ישראל - מבט כללי 43
** *הול, ג'., קליב, ר., - פרויקט DTM ...
הופשטטר, א., ואן-אק, ט., רון, ח., - טקטוניקה של רכס הכרמל
לפי רעידות בשנים 1984-1988. 44
היימן, א., - ההיסטוריה של בקע ים המלח בצפון ישראל בפליוקן
ובפליייסטוקן 45
היימן, א., אייל, י., אייל, מ., - הרומב גרבן של ברחתא
שבחרמון - תוצר מתיחה באזור של לחיצה 47
היימן, א., רון, ח., - הסטרטיגרפיה והדפורמציה של בלוק כורזים:
עדויות מאוכרונולוגיות ופאלאומגנטיות 49
היימן, א., שטייניץ, ג., - מערכות השברים בדרום מערב עמק החולה
ומורדות הגליל המזרחיים - תיארוך ומסקנות טקטוניות 51
**הירש, פ., - טתיס ביורא ...
*הרטמן, ד., - מדידת גודלי גרגר - טכנולוגיות מדידה חדשות בעזרת
מערכת Galai CIS-1 תוצרת כחול-לבן 54
**הרטמן, ד., - כלים סטטיסטיים ....
*הרלבן, י., שטייניץ, ג., סטרינסקי, א., - מיקות נאומורפיות
בחתך הפליאוזואי, תמנע ישראל 56
ואן-אק, ט., - מיקום יחסי של רעידות אדמה קטנות 58

רשימת תקצירים

*פוסטר **ראה תקציר באנגלית

עמוד

אבני, י., - שלבי התפתחות הנוף בחלקו המערבי של מבנה הרמון ... 1
***אבני, י.,** - ארועים ארוזיביים בחלקו המערבי של מבנה הרמון
ויחסם להתפתחות המבנה 3
אוריון, נ., מזור, ע., - תוכנית הלימוד בגיאולוגיה לחטיבה
העליונה (עד 5 יח') 5
איכני, ש., רוזנטל, א., קרונפלד, י., פלכסר, ע., - דולומיטיזציה
אפיגנטית ומינרליזציה של ברזל לאורך שברים והקשר האפשרי
בינם לפליאוהידרולוגיה של דרום ישראל 6
***איסר, א., ווקשל, א., גיא, מ., וולף, מ.,** - שינויים אקלימיים
במשך ההולוקן לפי נתונים איזוטופיים מנטיפים ומשקעי
אגם בגליל 7
***איתמר, א.,** - וולקניזם חמוץ מגיל פרקמבריום באיזור ארדיני
(דר'מז' סיני) 8
***איתמר, א., בר, ג., הליץ, ל.,** - תופעות קונטקט-מטמורפיות
ואלטרציה הידרותרמלית באבני גיר במכתש רמון 9
איתמר, א., שירב, מ., הליץ, ל., שגב, ע., - מינרליזציה
ודיספרסיה של מתכות - אזור מחצבת הגבס, מנחמיה 10
***אלמוגי-לבין, א., ביין, ע., שש, א.,** - פליאואוקיאנוגרפיה
ופליאואקולוגיה של קרבונטים עשירים בחומר אורגני
שהורבדו באגן השפלה בקרטיקון העליון 11
אקר, ע., - מי תהום מליחים בסינקלינוריום השפלה, ישראל 12
***ארד, ו.,** - הגיאולוגיה של המזרח התיכון, ביבליוגרפיה 13
באומן, ד., - מניפות דלתאיות מטיפוס גילברט בגג עמודת הליסן -
ים המלח 14
בגין, ב.ז., - יכולת הזיהוי של פעילות טקטונית באמצעות
שינויים בצורתם של נחלים 15
****בהט, ד.,** - סידוק בקרבונטים בישראל
בונה, י., גלעד, ד., - שלג החרמון ותרומתו למקורות הירדן 16
***בוש, ע., באייר, ר., שלוסר, פ., סנו, י., וקיטה, ה., מזור, ע.,**
תרומות מהמעטפת להליום במאגרי נפט וגז בישראל 17
***ביין, ע., אלמוגי-לבין, א., שש, א.,** - מסלקות גופרית ויחסן
לחומר אורגני בקרבונטים קרטיקוניים עשירי חומר אורגני:
משמעויות להערכת סביבות השקעה דלות-חמצן 20
***ביין, ע., ניסן, ה.,** - דיאגנזה של גופרית בליגניטים של מים
מתוקים באגן החולה: משמעויות לגבי יחסי S-C בסדימנטים
אורגניים 21
בן-אברהם, צ., - מחקרים גיאופיסיים בכנרת 22
***בן-אברהם, צ., עמית, ג., גולן, א., רם, א., קוסט, י., בגין, ב.ז.**
- הבתימטריה של הכנרת 23
בר, ג., - המאמצים הקשורים למערכת הדייקים הרדיאליים במכתש

hyperbolic shape triangle: new statistical tools for the geologist.

הרלבן, י., שטייניץ, ג., סטרינסקי, א., - מיקות נאומורפיות בחתך הפליאוזואי, תמנע ישראל

וינברגר, ג., פלכסר, ע., - סביבות השקעה נהריות מגיל קרטיקון תחתון במכתשי הנגב

וינברגר, ג., רוזנטל, א., פלכסר, ע., בר, י., - מודל של זרימת מי תהום במערכת האקויפרית בנגב הצפוני ובבקעת באר שבע

וינטר, י., פלאי, א., - שיחזור סביבות ההשקעה של שדה הפוספטים הר ההר

ויסברוד, ט., שגב, ע., בייט, מ., תרון, י.נ., - תופעה וולקנוקלסטית מגיל קרטיקון מוקדם בתמנע: פירוש חדש ל"קיר המשוגע"

ליפסון, ב., פלכסר, ע., רוזנפלד, א., הוניגשטיין, א., קונוואי, ב., ארז, צ., - סדימנטציה דיסאוכסית בקנומן- טורון של ישראל

לנג, ב., הליץ, ל., שירב, מ., זילבר, א., (Lang, B., et al.,) - Anorthoclase megacrysts in Odem Scoria, Golan Heights.

סנדלר, ע., ראב, מ., נתן, י., - חרסיות ניאוגניות מעומקו של בקע הירדן

סער, ח., שקד, ד., גור, א., מינסטר, צ., - השפעת חרסית דמוית צור גלמית על תכונות המוצר במפעל רמון

עמיאל, י., רכס, ז., זובק, מ., - מדידות בקדוחים בישראל בעזרת Televiewer - תוצאות ראשוניות

ענבר, מ., אבן ניר, מ., - תנועת גרופת באפיק הירדן העליון

פורת, נ., (Porat, N.,) - Composition of fresco pigments from Masada.

פלץ, מ., (Peltz, M.,) - Geological informatics: a valuable scientific tool

פלץ, ס., (Peltz, S.,) - Paleolahar and epiclastic deposits: a key to the reconstruction of the volcanic structures

פנצר, ג., נתן, י., שילוני, י., - איפיון כימי של נודולות פוספטיות

רכס, ז., בר, ג., חצור, י., - הפוך (inversion) מאמצים של נתוני שברים ופתרונות מוקדים - השיטה וישומיה לנתוח טקטוני

שובאל, ש., - היווצרות סיגים בדופן תנור לצריפת כלי חרס בתל-מיכל

שובאל, ש., - מינרלים המתגבשים בעת נידוף מי ים המלח

שובאל, ש., ארז, צ., - יחסים כמותיים של קאוליניט ומונטמורילוניט -איליט במשקעי חמרה וכורכר במצוק חוף השרון כבטוי לפלאו-אקלים בפלייסטוקן העליון

שובאל, ש., ארז, צ., קירש, י., דויטש, י., כנפו, ר., - מינרלוגיה ופטרוגרפיה של קבוצות כלי חרס מתל-הדר

שילוני, י., אילני, ש., פנצר, ג., - שכבות עשירות בברזל בתצורת ע'רב

שירב, מ., בוגוש, ר., הליץ, ל., בייט, מ., (Shirav, M., et al.,) - Geochemical map of the Precambrian terrain in southern Israel.

שמרון, א., אביגד, ד., לינדר, א., - בלושיסט ואבני איזון נוספות כסמנים לנמל הבית של ספינה טבועה מהתקופה הפניקית

שפיצר, מ., בייט, מ., מטיוס, א. - עדויות לדיפרנציאציה מגמתית בתמנע

רשימת פוסטרים

אבני, י., - ארועים ארוזיביים בחלקו המערבי של מבנה הרמון ויחסם להתפתחות המבנה

איסר, א., ווקשל, א., גיא, מ., וולף, מ., - שינויים אקלימיים במשך ההולוקן לפי נתונים איזוטופיים מנטיפים ומשקעי אגם בגליל

איתמר, א., - וולקניזם חמוץ מגיל פרקמבריום באיזור ארדיני (דר'מז' סיני)

איתמר, א., בר, ג., הליץ, ל., - תופעות קונטקט-מטמורפיות ואלטרציה הידרותרמלית באבני גיר במכתש רמון

אלמוגי-לביון, א., ביין, ע., שש, א., - פליאואוקיאנוגרפיה ופליאואקולוגיה של קרבונטים עשירים בחומר אורגני שהורבדו באגן השפלה בקרטיקון העליון

ארד, ו., - הגיאולוגיה של המזרח התיכון, ביבליוגרפיה

בוש, ע., באייר, ר., שלוסר, פ., סנו, י., וקיטה, ה., מזור, ע., - תרומות מהמעטפת להליום במאגרי נפט וגז בישראל

ביין, ע., אלמוגי-לביון, א., שש, א., - מסלקות גופרית ויחסן לחומר אורגני בקרבונטים קרטיקוניים עשירי חומר אורגני: משמעויות להערכת סביבות השקעה דלות-חמצן

ביין, ע., ניסן, ה., - דיאגנזה של גופרית בליגניטים של מים מתוקים באגן החולה: משמעויות לגבי יחסי S-C בסדימנטים אורגניים

בן-אברהם, צ., עמית, ג., גולן, א., רם, א., קוסט, י., בגין, ב.ז., הבתימטריה של הכנרת

בר, ג., ברטוב, י., גרפונקל, צ., רכס, ז., - מחדרים מגמטיים, פעילות טקטונית והתפתחות סטרוקטורלית בקרטיקון המוקדם, מכתש רמון, ישראל

בראון, מ., רוזנטל, א., - שימוש במדידות סייסמיות ברגישות גבוהה לברור המודל ההידרוגיאולוגי בעמק בית-שאן

ברונר, א., שטיבלמן, ו., בק, א., לוי, א., פריזלנדר, א., דקל, ע., - בדיקת יישימות השיטות הסייסמיות למיפוי תת הקרקע הרדוד בשדה זוהר

ברנר, י., (Brenner, I.B.) - Geochemistry of Cenozoic alkali olivine basalts from Northern Israel and the Golan Petrogenetic implications

גולדמן, מ., ברטוב, י., שטיינץ, ג., רונן, ג., (Goldman, M., et al) - Electrical conductivity of rock units in Israel

גינת, ח., - דיונות בצפון בקעת עובדה

גלברמן, א., גרוסוביץ, י., - האיזופח היורסי בצפון הנגב, רגלי הרי יהודה ושפלת החוף הדרומית

הול, ג'., קליב, ר., (Hall, J.K., Cleave, R.,) - The DTM (Digital Terrain Map) project and the Historical Productions Spot/Landsat 5 satellite atlas of Israel.

הרטמן, ד., - מדידת גודלי גרגר - טכנולוגיות מדידה חדשות בעזרת מערכת Galai CIS-1 תוצרת כחול-לבן

הרטמן, ד., (Hartmann, D.,) - The hyperbolic distribution and the

18.00-17.40 באומן, ד., ניפות דלתאיות מטיפוס גילברט בגג עמודת הליסן - ים המלח
ונגוש, א., שיבס, א.ר., מכקולוך, מ.ט., קולודני, י., סטרינסקי, א., גיאוכימיה איזוטופית של בור בסביבות יבשתיות
מארטינוטי, מ.ג., הערות בדבר השוואות סטרטיגרפיות

18.20-18.00 ניר, י., הסירה הקדומה מהכנרת - הסיבות להשתמרותה
גילת, א., נתן, י., התפלגות Y, La, Ce, Eu ו-Yb בתהליך האפיגנטי, מדבר יהודה
סער, ח., שקד, ד., גור, א., מינסטר, צ., תהליכי בליה ובוקסיטיזציה אינטנסיביים בתצורת מישחור, מכתש רמון

18.40-18.20 גינזבורג, ד., הכנרת וסביבותיה בספרות חכמי ישראל
שפרברג, מ., כץ, א., התגבשות halite מתמיסות היפרסליניות: שטפים והרכב כימי
וינר, ס., בוכבינדר, ב., יעלון, ד., פלאוסולים מתצורת בית ניר (מיוקן עליון) באזור מסילת ציון

20.00-19.00 ארוחת ערב חגיגית

20.20-20.00 הרצאת הנשיא

סימפוזיון על הגיאולוגיה של בקע ים המלח הצפוני. מנחים: ע. ביין, צ. גרפונקל (הרצאות בנות 20 דקות כ"א): בן אברהם, צ., מחקרים גיאופיסיים בכנרת; היימן, א., ההסטוריה של בקע ים המלח בצפון ישראל בפליוקן ובפלייסטוקן; רוטשטיין, י., ברטוב, י., מבני לחיצה מצפון לכנרת ובמקומות נוספים לאורך בקע ים המלח; שליב, ג., תארוך התנועה לאורך הבקע; גרפונקל, צ., טרנספורם ים המלח בצפון ישראל. דיון.

יום ד' - 5.4.1989

עד 7.30 ארוחת בוקר

13.00-7.30 סיורים: ד-1 - אורתנברג, צ., סיור סובב כנרת; ד-2 - מיכלסון, ח., החתך המריני והיבשתי בדרום רמת הגולן; ד-3 - שירב, מ., לנג, ב., תילי געש בגולן, גיאולוגיה וכלכלה; ד-4 - ענבר, מ., קניון הירדן; ד-5 - מור, ד., תופעות וולקניות בדרום רמת הגולן.

14.00-13.00 ארוחת צהרים

ס י ו ר

17.00-15.00 סיור מודרך בעתיקות בית שאן - המעוניינים יפגשו בכניסה (בתשלום)

15.40-15.20	**סלמון, ע., גרפונקל, צ.,** ההתפתחות בזמן של המונוקלינות בנגב הצפוני	**פינשטיין, ש., ברוקס, פ., גודרזי, פ., קירסט, ד., איזנשטט, ז., סלגר, י.,** איפיונים פטרולוגיים וגיאוכימיים ושלבים בהתפתחות של חומר פחמי עשיר מימן בקידוח עגור 1	**בונה, י. (ז"ל), גלעד, ד.,** שלג החרמון ותרומתו למקורות הירדן
16.00-15.40	**אבני, י.,** שלבי התפתחות הנוף בחלקו המערבי של מבנה הרמון	**טיבור, ג., בן-אברהם, צ., פליגלמן, ח.,** אנליזה כמותית בשולי יבשת הלבנט בשלישון: תוצאות ראשוניות	**אקר, ע.,** מי תהום מליחים בסינקלינוריום השפלה, ישראל
16.20-16.00	**גינת, ח.,** שלבים בהתפתחות הנוף בבקעת עובדה	**ילין-דרור, ע., פליגלמן, ח., פלכסר, ע.,** השפעת ההיסטוריה הגיאולוגית של שולי אגן הניאוטתיס בעידן המזוזואיקון על התהוותן של מלכודות הידרוקרבונים באזור מדינת ישראל	**סנדלר, ע., הליץ, ל., ברנר, י., פלד, י., גייפמן, י.,** הרכב המים במערכת הירדן העליון ותרומתה לכנרת
16.40-16.20	**בר, ג.,** המאמצים הקשורים למערכת הדייקים הרדיאליים במכתש רמון, ישראל	**פולישוק, ב., ארבל, ח.,** מדידות דפורמציה במסת סלע סביב מנהרת מאגר גפ"מ בתנאי לחץ	**יעלון, ד., תארוך הלס בחתך נתיבות**
17.00-16.40	**הפסקת קפה**		

מושב IV

	<u>אולם א'</u>: יו"ר: רודד; ענבר	**<u>אולם ב'</u>**: יו"ר: דויטש; בר-מתיוס	**<u>אולם ג'</u>**: יו"ר: אלמגור; מארטינוטי
17.20-17.00	**בגין, ב.ז.,** יכולת הזיהוי של פעילות טקטונית באמצעות שינויים בצורתם של נחלים	**מתיוס-בר, מ., אילון, א., מתיוס, א.,** תנאים גיאוכימיים המכתיבים יצירת משקעי מערות	**עשת, י.,** ניבגי פטריות (fungal spores) ואקריטרקים במעבר פרם-טריאס וחשיבותם להבנת קטסטרופות אקולוגיות גלובליות
17.40-17.20	**ענבר, מ.,** גיאומורפולוגיה ומשטר הידרולוגי של נחלים בזלתיים הרריים	**אילני, ש., רוזנטל, א., קרונפלד, י., פלכסר, ע.,** דולומיטיזציה אפיגנטית ומינרליזציה של ברזל לאורך שברים והקשר האפשרי בינם לפליאוהידרולוגיה של דרום ישראל	**הירש, פ.,** ההתפתחות של ים התתים במשך היורא ביחס לשינויים הגלובליים של מפלס הים

יום ב' 3.4.1989

עד 7.30 **ארוחת בוקר**

18.00-7.30 **סיורים:** ב-1 - שימרון, א., המכלול המגמתי של נווה אט"ב; ב-2 - רון, ח., אייל, י., היימן, א., אייל, מ., תופעות דפורמציה בחרמון ובצפון עמק החולה; ב-3 - גולדברג, מ., ראב, מ., הטור היורסי של החרמון; ב-5 - היימן, א., רון, ח., הטקטוניקה של בקע ים המלח בצפון ארץ ישראל; ב-7 - מימרן, י., שליב, ג., חצור, י., לנג, ב., שולי הבקע מדרום לבית שאן ובמזרח הגלבוע.

20.00-19.00 **ארוחת ערב**

21.00-20.00 **אספה כללית**

23.00-21.00 **מושב פוסטרים**

יום ג' 4.4.1989

עד 7.30 **ארוחת בוקר**

13.00-7.30 **סיורים:** ג-2 - שליב, ג., מתלול פוריה; ג-3 - מורג, י., הגבס בצפון עמק הירדן; ג-4 - הורוביץ, א., סטרטיגרפיה של הרביעון בעמק הירדן התיכון; ג-5 - מימרן, י., אי התאמות בחבורת הר הצופים בגולן; ג-6 - לב-ארי, י., סיור טבע בעמק החולה וסביבותיו

14.00-13.00 **ארוחת צהרים**

מושב III **אולם א'** : יו"ר: ברטוב; מזור **אולם ב'**: יו"ר: שליין; שולמן **אולם ג'**: יו"ר: צור; איסר

15.00-14.40 אורין, נ., מזור, ע., תוכנית הלימוד בגיאולוגיה לחטיבה העליונה (עד 5 יח') — מאי, פ., שולמן, ח., חיפושי נפט ברמת הגולן — מיכלסון, ח., בוטבול, מ., מרכדו, א., סקר מוקדם למניעת ארועי זיהום של מי שתיה קריטריונים הידרוגיאולוגיים והערכה ראשונית של סיכוני הזיהום בקדוחי אבן

15.20-15.00 מזור, ע., אורין, נ., עוד פן של גיאולוגיה כלכלית: תיירות ונופש עתירי מדע — שולמן, ח., מאי, פ., סקר סייסמי ברמת הגולן ותוצאותיו — נתיב, ר., שיטה נוספת לסינון דוגמאות מי תצורה מייצגות באקוויפרים עמוקים

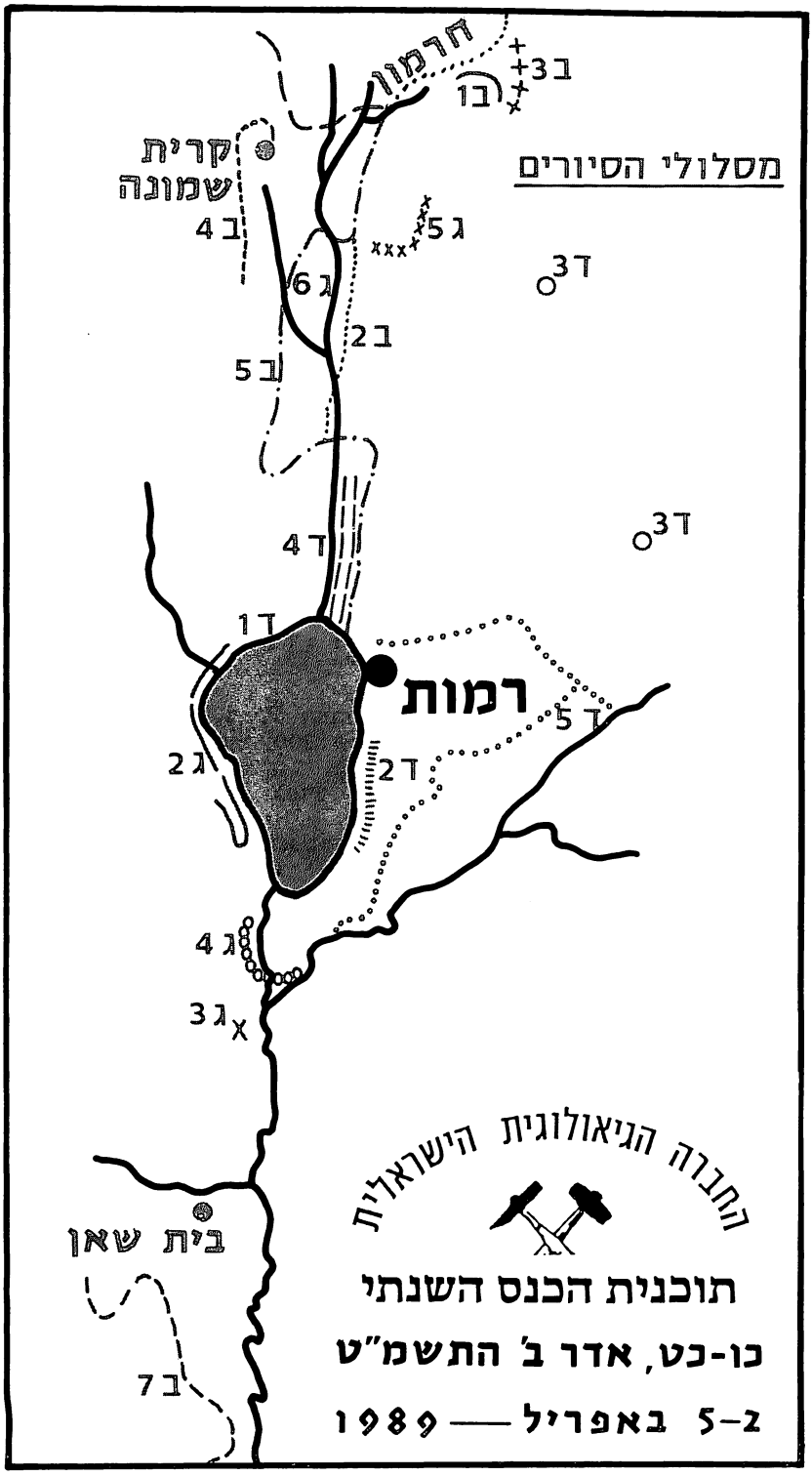
מושב II	אולם א': יו"ר: דרין; מור	אולם ב': יו"ר: קולודני; נתן	אולם ג': יו"ר: יעלון; מרט
15.40-15.20	מאי, פ., שבירה הפוכה בזוית נמוכה בהר חרמון: היפותזת עבודה	גנאור, י., מתיוס, א., מעורבות תמיסות במטמורפוזה דגיונלית: מחקר פרלימינרי של פרופיל הרכבים איזוטופיים של קלציט בסיפנוס (האיים הציקלדיים, יוון)	בהט, ד., סידוק בקרבונטים בישראל
16.00-15.40	שמרון, א., פעילות טקטונית מגיל קרטיקון תחתון בהר חרמון	גבריאלי, א., מתיוס, א., בר-מתיוס, מ., דיאקציות הידרותרמליות של גדוסולר עם תמיסות $MgCl_2$	מרט, י., הטקטוניקה של איזור סיישל והארוע של תום הקרטיקון
16.20-16.00	היימן, א., אייל, י., אייל, מ., הרומב גרבן של ברחתא שבחרמון - תוצר מתיחה באזור של לחיצה	איתמר, א., שירב, מ., הליץ, ל., שגב, ע., מינרליזציה ודיספרסיה של מתכות - מחצבת הגבס, מנחמיה	וינברגר, ג., פלכסר, ע., המסגרת הטקטונו-פאציאלית של תקופת הקרטיקון התחתון בצפון הנגב
16.40-16.20	היימן, א., רון, ח., הסטרטיגרפיה והדפורמציה של בלוק כורזים: עדויות מאוכרונולוגיות ופאלאומגנטיות	מינסטר, צ., נתן, י., פלכסר, ע., רווה, א., יחסי פחמן אורגני וגפרית במסלע מועשר בחומר אורגני מגיל סנון בישראל אינדיקטור לאיפיון סביבת ההשקעה	הרצמן, ד., תהליכי מיון לאורך החוף על פי אוכלוסיות גודלי גרגר
17.00-16.40	הופשטטר, א., ואן-אק, ט., רון, ח., טקטוניקה של רכס הכרמל לפי רעידות בשנים 1984-1988	נתן, י., סודרי, ד., אביגור, א., משמעות גיאולוגית של החלפת קרבונט בתוך אפטיטים: הפוספוריטים של ישראל כדוגמא	שילוני, י., רודד, ד., גלישות תצורת מזר ואפיקו של נחל צין באיזור של מרגלות מעלה העקרבים
17.20-17.00	מור, ד., שולמן, נ., גבירצמן, ג., שטייניץ, ג., גילי K-Ar של הוולקניזם בדרום-מערב סוריה (איזור "המובלעת")	וינטר, י., פלאי, א., אביגור, א., גורמים בדיאגנזה של פוספוריטים לאור מחקר גיאוכימי של שדה הפוספטים הר ההר	זילברמן, ע., לוי, ז., בוכבינדר, ב., העדשה הביוקלסטית במחצבת באר שבע - בדיקה מחדש
19.00-17.20	**מושב פוסטרים**	**למעוניינים:** מפגש קבוצת הקרטיקון	
20.00-19.00	**ארוחת ערב**		
21.00-20.00	**חלוקת פרסי החברה והרצאות חתני הפרסים**		
23.00-21.00	**פרופ' ל. פיקרד - המחקר הגיאולוגי בעמק הירדן**		

יום א' 2.4.89

עד שעה 12.00	**התכנסות והרשמה**
13.00-12.00	**ארוחת צהרים**

מושב I	**אולם א':** יו"ר: הנריק: נור	**אולם ב':** יו"ר: יעלון; ברנר	**אולם ג':** יו"ר: לבנטל; גיל
13.20-13.00	**ברטוב, י., רוטשטיין, י.,** שבר שדות - גבול גיאולוגי וגיאופיזי משמעותי במזרח התיכון	**ברנר, י.ב.,** גיאוכימיה של בזלות אלקליות מהקאינוזואיקון בצפון ישראל ובגולן - השלכות סטרטיגרפיות	**גיל, ד., שומרוני, א., פליגלימן, ח.,** איזור ממוחשב של לוגים פטרופיזיים באמצעות שיטת הקבצה רבת משתנים
13.40-13.20	**שפירא, א.,** שינויים בקצב הפעילות הטייסמית בישראל כמבשרים של רעידות אדמה	**לנג, ב., שירב, מ., הליץ, ל.,** וולקניזם אלקליני ביותר מגיל פליוקן, רמת הגולן	**שומרוני, א., פליגלמן, ח.,** תופעות סדימנטריות וטקטוניות בתצורת ברנע - יורה והשלכותיהן על המצאות הידרוקרבונים בדרום מישור החוף
14.00-13.40	**נור, ע., רון, ח., טל, ד.,** פרמטרים לרעידות אדמה על פי עדויות ארכיאולוגיות	**וידר, מ., זינגר, א., גבירצמן, ג.,** מיקרומורפולוגיה של פאליאוסול בזלתי בקבורה עמוקה בוולקני אשר (יורה) בצפון ישראל	**לבנטל, ד.,** תורת השדות הדואליים בארץ משוכבת
14.20-14.00	**כהן צ.,** תוצאות הניתוח האגני שנערך ע"י חברת חנ"ה והשפעותיהם על המשך חיפושי הנפט והגז בישראל	**סטרינסקי, א., היימן, א.,** מקור הסידן בקונכיות שבלולים החיים על בזלות (רמת הגולן) עפ"י ההרכב האיזוטופי של סטרונציום	**שטיבלמן, ו., ברונר, א., בק, א., לוי, א., דקל, ע., פדן, ע.,** מיפוי מרבץ של פצלי השמן במישור רותם בעזרת שיטות סייסמיות - סקר היתכנות
14.40-14.20	**פלכסר, ע., כהן, צ., קפצן, ו.,** מערך גרבנים והודסטים בתת הקרקע של ישראל	**פורת, נ.,** הרכב פיגמנטים של פרסקות ממצדה	**ואן-אק, ט.,** מיקום יחסי של רעידות אדמה קטנות
15.00-14.40	**קפצן, ו., כהן, צ., פלכסר, ע.,** תנועות ורטיקליות והטיות רגיונליות בתקופת המזוזואיקון והשפעתם על חיפושי הנפט בישראל	**עומר, א., קון, ב.פ., סטקלר, מ.ס., באק, ר.,** ההתרוממות של השוליים המערביים של מפרץ סואץ על סמך אנליזות של עיקבות ביקוע בגבישי אפטיט	**ברונר, א., אייל, י.,** יחסים בין מאקרו-סטרוקטורות שפועלחו בסייסמיקה רדודה למזו-סטרוקטורות, אזור שבטה

15.20-15.00	**הפסקת קפה**


חרמון
ב3
ב1
קרית שמונה
מסלולי הסיורים
ב4
ג5
ג6
ד3
ב2
ב5
ד3
ד4
ד1
רמות
ד5
ג2
ד2
ג4
ג3
בית שאן
ב7
החברה הגיאולוגית הישראלית
תוכנית הכנס השנתי
כו-כט, אדר ב' התשמ"ט
2-5 באפריל —— 1989

דו"ח קרן הפרס ע"ש פרץ גרדר ז"ל ליום 31.1.1989

בהתאם להוראות ועדת הביקורת של החברה הגיאולוגית הישראלית שנתנו לועד החברה וליושב ראש הקרן, מובא להלן מצב הקרן ליום 31.1.89.

א) השקעות בניירות ערך	ערך נקוב	ערך בשקלים חדשים
6% הוכליס סדרה 24	$ 18.00	31.85
6% " " 25	$ 85.50	152.25
6% " " 27	$ 36.40	63.16
6% " " 28	$ 8.40	14.88
6% " " 29	$ 16.92	29.69
6% " " 30	$ 33.30	58.56
ענבר קרן נאמנות	136.40 ש"ח	162.05
טופז קרן נאמנות	" 1,290.77	1,738.53
	*סה"כ ניירות ערך:	2,250.97 ש"ח

*ערך ניירות הערך בשקלים חדשים נכון ל-2.2.89

ב) השקעות במזומן

1.*	עוש 330-025002/21	604.53 ש"ח
2.*	פתמ 401/525002/56 (פקדון) ..... $ 5,480.29	
3.*	פת"מ 414/525002/06 ..... $ 78.05	10,036.68 ש"ח

*ערך נכון לתאריך: 6.2.89

הערות

1) בשנת 1988 חולק הפרס למר איתי גבריאלי וזאת לפי החלטת ועד הפרס. סכום הפרס היה 300 שקל חדש והוא ניתן בזמן האסיפה הכללית של החברה בעין בוקק.
2) הדו"ח הכספי נערך לפי מסמכי בנק לאומי בע"מ סניף ככר ציון, ירושלים.
3) השינויים בערך הנקוב של ניירות הערך בהשוואה לשנה שעברה נובעים מפדיון חלק מהניירות. ערכי פדיון ניירות אלו וכן הרווחים הוכנסו לחשבונות פת"מ בדולרים (שוטף) ולחשבון עו"ש בשקלים חדשים. הפרס שניתן מומן מיתרת עו"ש ומפדיון ניירות ערך דולריים.
4) יתרות חשבונות הפת"מ בדולרים (פקדון) גדלו הודות לרווחים שהצטברו בהם וכן מפדיון ניירות ערך. סה"כ ערך ניירות ערך קטנו בגלל פדיון של חלק מניירות הערך שתמורתם עבר לחשבון עו"ש.

בברכה,

דב גינזבורג
יו"ר הקרן

הרינו לאשר כי בדקנו את הדו"ח ומצאנו אותו מתאים למסמכים שהוצגו בפנינו.

ועדת ביקורת: יואב אבני יוסי יחיאלי

מאזן הכנסות והוצאות בשקלים חדשים לשנת 1988

הכנסות		הוצאות	
העברה משנת 1987 עו"ש	2,166.06	חתימה על	10034,
העברה משנת 1987 מזומן	105.76	כנס עין בוקק	34033,72
דמי חבר	13,097.19	הדפסות ומפות	18730,
כנס עין בוקק	36,449.73	החזרים	3294,
מכירת מט"ח	39.21	ניהול החברה	996,48
סיור יוון	4,640	רכישת צ'קים	5,006.58
ריבית בנקאית	85.95	דמי ריבית ועמלה	24.58
תרומות	11,380	עו"ש יתרה לשנה 89	159.67
מכירת פק"מ	5006.58	מזומן " " "	11.15
כנס רמות	620	רכישת מט"ח	7,999.99
מכירת חוברות וחולצות	14,135	כנס רמות	3,500
		סיור יוון	4,255
סה"כ	87,725.48	סה"כ	87,725.48

מאזן הכנסות והוצאות במט"ח לשנת 1988

חשבונות 307009 - 182 - בנק פאג"י, ירושלים
01-216321 - 905 - בנק ברקליס דיסקונט בע"מ

הכנסות U.S.$		הוצאות	
העברה משנת 1987	3,526.16	העברה לשנת 1989	
ריבית בנקאית	141.43		
רכישת מט"ח	5,000.00		
הכנסות במט"ח	65.00		
	8,732.59		$ 8,732.59
הכנסה	20.--		20.--

ירושלים, פברואר 1989

גזבר
אילני שמעון

ועדת ביקורת: יוסף יחיאלי יואב אבני

דו"ח פעילות לשנת 1988-89

באספה הכללית של החברה הגיאולוגית שהתקיימה בעין בוקק ביום 23 בפברואר 1988, במסגרת הכנס השנתי נבחרו לוועד החברים הבאים:

- עמיחי סנה - נשיא
- אריאל היימן, שמעון אילני, אריה איתמר - חברי ועד
- פרנסיס הירש, יעקב ארקין, אהובה אלמוגי-לבין, אליהו רוזנטל - חברים ממשיכים
- משה אייל - סגן נשיא
- יוסי יחיאלי, יואב אבני - חברי ועדת בקורת.

חלוקת התפקידים שנקבעה:
- שמעון אילני - גזבר
- אריה איתמר - מזכיר
- אריאל היימן - מרכז פעולות
- דב גינזבורג - ממשיך לנהל את הקרן ע"ש פרץ גרדר ז"ל.

בחודש אוקטובר 1988 התקיים סיור גיאולוגי לאיי יוון בהדרכת פרופ. אלן מתיוס ומר דב אביגד. השתתפו כ-30 איש. הסיור נחל הצלחה מרובה.

ב-26 לינואר 1988 נערך סיור גיאולוגי למדבר יהודה הצפוני בהדרכת ד"ר ז.ב. בגין, ד"ר מ. שירב ומר צ. מינסטר. השתתפו כ-30 איש. הסיור נחל הצלחה מרובה.

החברה הגיאולוגית הישראלית מודה

על התמיכה הכספית של:

כימיקלים לישראל בע"מ וחברות הבת

מפעלי ים המלח בע"מ

פוספטים בנגב בע"מ

פריקלס ים המלח בע"מ

רותם דשנים בע"מ

האקדמיה הישראלית למדעים

וכן חברת הנפט הלאומית בע"מ

המכון למחקרי נפט וגיאופיסיקה

חברת נפטא בע"מ

חברת לפידות בע"מ

חברת אימוג בע"מ

חברת החשמל לישראל בע"מ

משרד האנרגיה והתשתית

תודה על העזרה בארגון הכנס

למכון הגיאולוגי

הפקת החוברת: **"דן הפקות" 02-354972**

הכנס השנתי, 1989

כו-כט, אדר ב' התשמ"ט **רמות** 2-5 באפריל 1989

הכנס השנתי, 1989

כו-כט, אדר ב' התשמ"ט **רמות** 2-5 באפריל 1989