

Annual Meeting, 1999

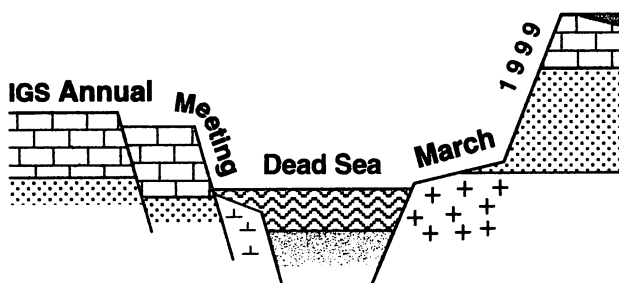
Dead Sea

8-10 March 1999

Cover design: Bat-Sheva Cohen
Photo: Avner Furshpan



Annual Meeting, 1999



Editors:

Shimon Ilani

Yehudith Harlavan

Moshe Shirav (Schwartz)

8 - 10 March, 1999

Israel Geological Society Committee 1998/1999:

Moshe Shirav (Schwartz) – President

Avner Ayalon – Vice-President

Shimon Ilani – Activities Coordinator

Yehudit Harlavan – Secretary

Yoetz Deutch – Treasurer

Arie Gilat – Member

Dov Ginzburg, Manager, Scientific Fund in the name of the Late Dr. Peretz Grader.

Contents

The Geology of the Southern Dead-Sea Basin Across the Entire Width of the Basin Al-Zoubi A., H. Shulman, Z. Ben-Avraham	1
Three-dimensional crustal structure of the Dead Sea region by local earthquake tomography Aldersons F., E. Kissling, T. Al-Yazjeen, Z. Ben-Avraham, A. Hofstetter	2
Sinkhole hazard along the western Dead Sea shore Arkin Y., A. Gilat, L. Kofman	3
Radar Surface Roughness Classification and Lineament Detection in the Arid Arava Valley Floor, Israel. Arkin Y., C. Ichoku, A. Karnieli	4
Potential use of coherence and interferometric images in geologic interpretation: an example from central Jordan Valley. Arkin, Y., A. Kamieli, C. Ichoku	5
Transport of Organic and Inorganic Contaminants in Desert Soil - Evaluation of Contaminants Flushing Potential from a Contaminated Soil near Ramat-Hovav Industrial Park Arnon S., E. Adar, Z. Ronen, A Yakirevich	6
Dissolved components' signature: characterization of aquifers based on the relation between water tables and dissolved components independent of time Artsztein P.	7
The influence of a centralized sewer system in reducing groundwater nitrate in Kfar Bara Avisar, D., J. Kronfeld, A. Talma	8
Lithology as the main factor causing aridization – an example from Burma (Myanmar) Avni Y.	9
Coseismic Deformation Associated with the November 1995, Mw=7.1 Nuweiba Earthquake, Gulf of Elat (Aqaba), Detected by SAR Interferometry Baer G., D. Sandwell, S. Williams, Y. Bock, G. Shamir	10
Localization of Unmonitored Salinity Sources in Lake Kinneret Bar-Giora E., A. Katz, Y. Kolodny	11
Structures within the Lisan Formation in the central Dead Sea basin Bartov Y., Z. Reches, M. Stein, A. Agnon	12
3D Imaging of the Evrona Active Fault Zone and its Implications to the Understanding of the Recent Tectonic Activity of the Dead Sea Rift Basson U., Z. Ben-Avraham, Z. Garfunkel	13

Current Motion of the Sinai Subplate From GPS Observations Bechor N., S. Wdowinski	14
Intensity-duration of rainfall required for generating debris flows in a hyperarid environment. Ben David-Novak H., Y. Enzel, E. Morin	15
Effect of the influence of Hydrodynamic processes on bacterial distribution in bottom sediments (Jordan River – Lake Kinneret contact zone) Bergstein-Ben Dan T., B. Shteinman, Y. Kamenir, A. Hochman	16
The dolerite dyke from Mt. Timna - the youngest Precambrian magmatic event in southern Israel Beyth M., A. Heimann	17
Identification of the source of salinity in the Hazeva aquifer, northern Arava Valley, based on the new subdivision of the Hazeva Formation Calvo, R., Y. Bartov, A. Ayalon	18
Detection of potentially dangerous subsurface karstic zones using electrical and electromagnetic methods in the Mishor Rotem area Ezerski, M.	19
Weathering of Fuel Oil Spill on the Coast Near Ashdod Ezra S., S. Feinstein, I. Pelly, D. Bauman, I. Miloslavsky	20
Stop the Press: An Evaporate body, that is beyond halite, is responsible for the salinity of Lake Kinneret. Flexer A., A. Yellin Dror, J. Kronfeld, E. Rosenthal, Z. Ben-Avrahaml, P. Davidson, P. Artzstein	21
A Tertiary Submarine Canyon: The Key to Understand the “Palmahim Disturbance” Under the Continental Slope of Israel Folkman Y.	22
Mid-Holocene Dead Sea level and uplift rate of Mount Sedom diapir: new evidence Frumkin A., G. Kadan, Y. Enzel, Y. Eyal, H. BenDavid-Novak	23
Non-tectonic settlement of the Herodian harbor in Ceasarea Gill D.	24
Red sedimentary units as indicators for reconstructing Early Pleistocene tectonic activity in the southern Negev Ginat, H., E. Zilberman, R. Amit	25
Depth Imaging: Faulting in the Dead Sea Rift Ginzburg, A., Y. Makovsky, Z. Ben Avraham	26
Seismic Response Estimation from the Strong Motion Record Database in Israel Gitterman Y., A. Shapira, U. Peled	27

The Paleoseismology and the Morphological Expression of the Recent Tectonic Activity Along the Carmel Fault Gluck D., A. Heimann, Y. Enzel	28
Optical dating geochronology of anthropogenic sediments at Hayonim cave Godfrey-Smith, D.	29
Thermoluminescence dating of Early Iron Age smelters at the Birimi, Ghana archaeological site Godfrey-Smith, D., Casey, J.L.	30
ESR and OSL geochronology of the East Milford, N.S., Canada, mastodon locality, and the timing of the Illinonian-Sangamon transition Godfrey-Smith, D., P. Scallion, A. Grist, R. Stea	31
Regional Density Differences as a Possible Cause of Different Uplifting Styles of the Dead Sea Transform Shoulders Goldshmidt V., M. Rybakov, Y. Rotstein	32
Systematic release of Pb and REE during granitoid weathering: a sequential leaching study Harlavan, Y., Y. Erel	33
Determination of earthquake energy release in the Eastern Mediterranean Region Hofstetter R., A. Shapira	34
The Afar Depression: Interpretation of the 1973-1997 Earthquakes Hofstetter R., M. Beyth	35
The Interaction of Regional Aquifers With a Rift Seated Lake: an Example From the Sea of Galilee. Hurwitz S., A. Rimmer, H. Gvirtzman	36
A geomorphic analysis of the 31-12-1998 flood in the Mount Carmel Area Inbar M., L. Witenberg, N. Shtober	37
Soil magnetic studies in the vicinity of the Early Neolithic site Kfar Hahores (Israel) Itkis, S., N. Goring-Morris, Y. Goren, A. Tsatskin	38
Analyzing Potential Cliff Erosivity from ERS-SAR Satellite Imagery. Karnieli A., N. Manspeizer, Y. Arkin	39
Preliminary Results of Basin Mapping of the Lower Cretaceous traps in Northern Israel Katz Y., L. Eppelbaum	40
Remote Sensing for Lithological Mapping, Using the Airborne Hyperspectral Scanner DAIS 7915. An Example from the Timna Valley, Southern Dead Sea Rift Kaufmann H., E. Ben-Dor, M. Beyth, O. Crouvi, D. Avigad	41

The problem associated with obtaining- fluid-samples inflow during exploratory drilling. Kheyfets I.	42
Cement stratigraphy and diagenetic phases of Late Triassic buildups from the subsurface of northern Israel Korngreen, D., Ch. Benjamini	43
Contamination processes affecting the water quality in the Pleistocene aquifer in the western Galilee Kronfeld, J., J. Guttman	44
Fault pattern in the southern Dead Sea basin Larsen B., Z. Ben-Avraham	45
SAR Penetration and its Correlation to Shallow Geophysical Methods: Applications in Middle-Eastern Environments Lazar M., Z. Ben-Avraham, D.G. Blumberg, T. Neta	46
Using Hyperspectral Remote Sensing for Quantitative Monitoring of Lake Kinneret, Israel Lazar M., Z. Ben-Avraham, E. Ben-Dor	47
Bubble Growth in Ascending Magma: Experiments on Rhyolitic Melts, and Numerical Modelling Lensky N., A. Chekhnir, V. Lyakhovsky, O. Navon	48
Evidence for Neotectonic Activity in the Shallow Continental Shelf off Tel Aviv Levy, R., and Y. Mart	49
The K/T boundary biological turnover: a trophic non-catastrophic process Lewy Z.	50
Eastern Mediterranean lithosphere plates and hydrocarbon basins Livshits Y.	51
Repeated Transform Faulting and Lake Level Changes: Results from Trenching in the Beteiha Valley Marco, S., T. Rockwell, A. Agnon, A. Heimann	52
The structural setup of Eratosthenes Seamount and Cyprus: thrusting and incipient obduction Mart Y., J. Benkelil, J. Mascle	53
Method and Automated Monitoring Geocontrol System Mavashev, B	54
Planning the Negev for the 21st Century: Geological Aspects E. Mazor	55
The organic matter content of the Mount Scopus Group sequence – its possible use as a stratigraphic tool Minster T., A. Flexer, Y. Nathan	56

Combining Ground Penetrating Radar with Magnetometry for Archaeological Mapping in Caesarea	
Miran I., Z. Ben-Avraham	57
Geochemistry of Amram Massif Rocks, Southern Israel: Preliminary Results	
Mushkin, A., O. Navon, S. Stein, L. Haliez	58
Geocemical characterization of cherts from northern Israel (western Galilee)	
Nathan Y., I. Segal, C. Delage	59
Radiocesium in the soils of Israel and nearby regions	
Ne'eman, E., A. Yaniv, N. Lavi, V. Rogojin, M. Agami, S. Ilani, A. Flexer, J. Panciner, J. Kronfeld	61
Chemical and isotopic composition of hydrocarbon gases in the Dead Sea – Jordan River segment of the east African rift valley	
Nissenbaum A., E. Faber, P. Gerling	62
The GPS Geodynamic Reference Network in Israel (G1'96) Results of Processing by Bernese Software	
Ostrovsky E.	64
Current deformation across the Dead Sea Fault as observed from 18 months of continuous GPS monitoring	
Pe'eri S., S. Wdowinski, A. Shtibelman, N. Bechor, Y. Bock	65
Monitoring the current uplift and deformation of Mt. Sodom using Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (D-InSAR)	
Pe'eri S., Z. Ben-Avrahaml, H. A. Zebker	66
The Behavior of Micronutrients in soil developed on weathered Basaltic Rocks	
Penner N.	67
Further Development in Automatic Location of Regional Sources	
Pinsky V.	69
Quaternary Maps of Makhtesh Hatira and Makhtesh Hazera	
Plakht J.	70
Water influence on tunnels' stability in Chalk	
Polishook B. (Zali)	71
Combined Gravity and Seismic Interpretation in Lake Kinneret	
Reznikov M., Y. Ben Gai, Z. Ben Avraham	72
Nitrogen and $\delta^{15}\text{N}$ in the groundwater of the Judea Group in the Haifa Bay region	
Rogojin, V., J. Kronfeld, I. Carmi	73
The Unique Area North of Alexandria	
Rybakov M., R. Hofstetter, V. Goldshmidt	74
Jointing and Faulting Along the Western Margins of the Dead Sea	
Sagy, A., Z. Reches	75

Applications of GIS for Analysis of Mountain Fronts Sagy Y., R. Amit, Y. Enzel, A. Ben-nun	76
The Thermal History of the Zemah-1 Well - Evidence from Clay Minerals and the Thermal Alteration Index of Organic Matter Sandler, A., Y. Nathan, Y. Eshet, M. Raab	77
The control of mantle plume activity on the lithostratigraphy of Israel Segev A.	79
The geoid in Israel: Haifa pilot Sharni D., H. Papo, Y. Forrai	81
Correlation between the Deposition of Smectite in the Tethys Margin and the Volcanism Activity During the Divergence and Convergence of this Ocean Shoval S.	82
Luminescence of Cr³⁺ in the Minerals Diaspore and Boehmite from the Pisolitic Flint-clay of the Jurassic Mishor Formation, Makhtesh Ramon Shoval S., M. Gaft, G. Panczer, M. Boudeulle, B. Champagnes	83
The sediment dynamic in Jordan River – Lake Kinneret contact zone Shteinman, B., Y. Kamenir	84
The Subsurface Distribution Of The Lisan And Mt. Sedom Diapirs Shulman H., Z. Ben-Avraham	85
Geological map of the Dead Sea - Wadi Araba area (1:250,000), with earthquake epicenters, seismic lines and water wells data Sneh A., K. Ibrahim, Y. Bartov, I. Rabba, T. Weissbrod, K. Tarawneh, M. Rosensaft	86
Geotechnical Map of the Planned Urban Area Southwest of Jerusalem: Preliminary Results and Computerized Presentation with AutoCad Map and QuickSurf Soffer R., Z. Reches, D. Wachs, A. Gazit	87
Numerical Modelling of Brine Migration during the Evolution of the Dead Sea Rift Stanislavsky E., H. Gvirtzman	88
Stability of underground openings in jointed chalky rock - A case study from the Bell Shaped Caverns, Belt Guvrin National Park Tsesarsky M., Y. H. Hatzor	89
Fluid Inclusions in Emerald from Central Nigeria Vapnik Y., I. Moroz	90
Pliocene Pleshet Formation in the District Ramot, Beer Sheva Voznesensky V., E. Shimshilashvili	91
Progress review of the project "Establishment of GPS infrastructure in Israel for geodetic and geophysical applications" Wdowski S., Y. Bock, Y. Forai, Y. Melzer, G. Baer, D. Levitte	92

Characteristics of joint propagation in layered rocks, Judea Group, Israel Weinberger R.	93
Subsurface imaging and interpretation of the Mishor Yamin area using multi-geophysical methods Weiner D., I. Bruner, M. Goldman, R. Kalvo, Y. Bartov	94
Seismic energy channelling along an active fault zone: The paleo-behaviour of the Dead Sea Fault and its implications for seismic hazard assessment Wust H., D. Wachs	95
Delineation of Fresh and Saline Groundwater Bodies Along the Dead Sea Shore Using the TDEM and NMR Methods Yechieli Y., U. Kafri, M. Goldman, A. Legchenko	96
Provenance of Ochre from the Natufian Assemblages of el-Wad, Eynan and Hayonim Zackheim, O., S. Ilani, M. Weinstein-Evron	97
Dynamic Characteristics of Residential Buildings in Ashgabat, Turkmenistan Zaslavsky Y., A. Shapira	98
Site Response from Microtremors: the Case of Tel-Aviv Zaslavsky Y., A. Shapira	99
Site Effect and Microzonation in Ashgabat Using Ambient Noise Recordings Zaslavsky Y., A. Shapira, Y. Gitterman, E. Kanel, E. Essenow, B. Karryev	100

THE GEOLOGY OF THE SOUTHERN DEAD-SEA BASIN ACROSS THE ENTIRE WIDTH OF THE BASIN

Abdallah Al-Zoubi¹ , Haim Shulman² , Zvi Ben-Avraham².

¹Natural Resources Authority, P.O. Box 7, Amman, Jordan.

**²Department of Geophysics and Planetary Science, Tel-Aviv University,
Tel-Aviv 69978, Israel.**

Recent release of seismic data from the Southern Dead-Sea basin (SDS) by both Israel and Jordan enable us, for the first time, to get a better view over the entire width of the basin. Two seismic profiles, one from each side of the international border, that dissect the basin right in the middle – are presented. Although they were acquired by using different energy-sources and a gap of two km exists between the two lines – the basin-fill reflections can be accurately carried across the gap.

The composed seismic section shows that the SDS is a full graben. An intermediate block is interpreted in the eastern side of the graben, thus, indicating that all three major structural steps, known to exist in the west: (1) rim block (2) intermediate block and (3) deep-sunken block – occur in the east. It also suggests that vertical and normal deformation took place, equally, on both sides. These findings are broadly confirmed by a gravity profile constructed over the seismic lines and beyond. It also suggests that the thickness of the entire sedimentary section, in the deep-sunken block, is close to 10 km, of which the three main sequences of the basin-fill occupy about 7.0 km.

A 900m thick Pliocene salt interval, penetrated in the western part of the deep-sunken block, can be carried across to the east, all the way to the eastern intermediate block, maintaining the same thickness. The salt interval is conformable with the overlying Pleistocene layers and no holokinesis elements associated with it are recognized. It is assumed that it is part of the original thick salt-rock, that prevailed over the entire basin and that was squeezed westward and northward to form the Sedom and Lisan diapirs.

Three-dimensional crustal structure of the Dead Sea region by local earthquake tomography

F. Aldersons ¹, E. Kissling ², T. Al-Yazjeen ³, Z. Ben-Avraham ¹, A. Hofstetter ⁴

¹ **Department of Geophysics, Tel-Aviv University, Israel.**

² **Institute of Geophysics, ETH-Hoenggerberg, Zurich, Switzerland.**

³ **National Resources Authority, Amman, Jordan.**

⁴ **Geophysical Institute of Israel, Holon.**

The Dead Sea basin is one of the biggest pull-aparts on Earth. Located on a relatively simple segment of the Dead Sea transform, its tectonic setting makes it an ideal case for modelling pull-aparts in general. Various geological and geophysical data sets are available for the area but mid- and deep-crustal range information remains scarce. Seismic Tomography from local earthquakes is an imaging technique especially sharp at these depths. The main product of such a study is a three-dimensional velocity field intimately related to crustal composition. An important by-product of the method is a series of improved hypocentral locations that could be accurately correlated with known faults and suggest active faulting in areas poorly covered by other methods. As with most inversions, great care must be taken from data selection to final interpretation in order to guarantee geological significance of the results. Preliminary results show that a one-dimensional model derived from quarry blasts improve the routine location process, a trend that will be further expanded through inversions of the data.

SINKHOLE HAZARD ALONG THE WESTERN DEAD SEA SHORE

Yaacov Arkin¹, Arie Gilat¹ and Lev Kofman²

1. Geological Survey of Israel., 30 Malkhe Yisrael Street, Jerusalem 92342.

2. Cnaan-Engineering Services Ltd., 55 Liberia St., 34980 Haifa.

Sinkhole occurrence along the western shore of the Dead Sea has become a major concern in the development of tourist areas such as Ein Gedi and Mineral Beach. Repeated infilling and collapse of these holes indicate the extent of this ongoing process and the significance of this developing hazard.

The main types of sinkholes recognized are gravel holes occurring in alluvial fans, mud holes occurring in the intervening bays of clay deposits between fans and a combination of both types at the front of young alluvial fans where they overlap mud flats.

Sinkhole development is directly related to the regression of the sea and the corresponding lowering of the regional water table. Subsurface erosion in the form of piping, at discrete locations along subsurface flow lines begins the process of gravel hole development. Typical groundwater movement under most conditions occurs as a smooth flow at relatively slow velocity. The water follows a path that is relatively straight and parallel to the path walls. Rapid influx into the flow path, due to a natural or man-made flood event or dissolution of salt components in the sediment causes a disruption of smooth flow. A heterogeneous mixing of flow lines and head loss occurs resulting in a change from laminated to turbulent flow, where fines are washed out and the larger particles to settle. A hollow is formed, the roof of which is unstable in the unconsolidated fan material. Roof collapse continues upwards to the surface in the form of a pipe a few meters in diameter. As the process nears the surface circular subsidence occurs followed by sudden collapse forming a funnel like structure. The gravel holes typically form along these flow lines.

Mud hole development is associated with a gravel layer or recrystallized salt within the clay sequence. Laminated flow becomes turbulent becomes turbulent where fines are washed out and/or dissolution of salt occurs, forming a hollow. Piping continues upwards similarly to the above. Collapse of the clay occurs as extraneous water reduces the effective strength of the clay by dilution of the interstitial water and destruction of the ionic clay bonds. At the surface mud holes continue to expand in diameter as the walls collapse by slumping and mud-flow caused by desiccation and dilution of interstitial water. In a mud environment the sinkholes may coalesce to form an eroded gully.

Particular concern of this hazard is related to the Ein Gedi area where sinkholes have developed in the built-up areas. A recent ground penetrating radar (GPR) survey using a range of 100-600MHz antennas shows good promise in revealing undisclosed holes. Within this frequency range an antenna of 300MHz was found to give the best results, penetrating to depths of up to 8m. The presence of additional sinkholes that are in the process of development and have not as yet reached the surface are indicated.

RADAR SURFACE ROUGHNESS CLASSIFICATION AND LINEAMENT DETECTION IN THE ARID ARAVA VALLEY FLOOR, ISRAEL.

Yaacov Arkin¹, Charles Ichoku², Arnon Karnieli³.

1. Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael Street, Jerusalem 95501.
2. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD20771.
3. Jacob Blaustein Institute. For Desert Research, Sede Boqer 84990m, Israel.

Radar imagery is of particular interest in geology due to enhanced sensitivity to topography and surface material processes that are related to rock type: structure and vegetation cover with respect to optical images. The independence of radar with respect to weather and sun angle is an important factor in data acquisition and interpretation. Different land forms, such as escarpments, drainage networks, alluvial cover and geological structures are recognized

In the present study radar satellite digital data from RADARSAT has been evaluated for delineating linear and surface features in an arid valley floor. The study site is located on the western side of the southern basin of the Arava Valley around Lotan, about 60km north of Elat. The area includes alluvial fans reaching down from both sides of the rift, that consist mainly of unconsolidated clastic material several hundred meters thick, and originating from Precambrian basement rocks and Paleozoic and Mesozoic sediments. Those in the west consist of these later sediments of limestone and dolomite pebbles and boulders, sand and silt, with rare or no Precambrian elements. Sand flats, partly covered by low bushes, grit surfaces without vegetation, sand dune fields and talus slopes occur between fans. Some surfaces have been cultivated or covered by date palm plantations.

Thematic classification and lineament detection was performed on a Radarsat (C-band, HH-polarized) Synthetic Aperture Radar (SAR) georeferenced full resolution image. The image was acquired on 8 November, 1996 in the S1 mode which denotes standard mode (12.5x12.5m pixel size) with low incidence angle. Image processing involved supervised classification (or more appropriately color density slicing, since the SAR image consists of only a single channel).

A simple approach was used to correlate radar backscatter with real ground feature types. This involved working from the ground to a radar image of 1500x3000 pixels. For this purpose, "groundels" (denoting a ground element in the same way as pixel designates picture element) 12.5x12.5m squares of size equal to the pixel size of Radarsat Standard mode images (as compared to 30x30m pixel size of Landsat-TM) were marked out on each surface in the field. Each groundel was characterized by dimensions and density of the surface material in order to evaluate the effects of these parameters on radar backscatter. Areas representing the different surfaces were accurately identified in the image at various locations and the corresponding average backscatter values estimated and used for classification.

This preliminary use of image processing and evaluation of radar surface roughness to indicate variations in landforms and identification of geological lineaments shows good prospects in areas of superficial deposits covering active seismic areas such as the arid Arava Valley.

POTENTIAL USE OF COHERENCE AND INTERFEROMETRIC IMAGES IN GEOLOGIC INTERPRETATION: AN EXAMPLE FROM CENTRAL JORDAN VALLEY.

Yaacov Arkin¹, Arnon Karnieli², Charles Itchoku³ with contributions by Jean Chorowicz⁴, Thomas Fleury⁴ and Jean-Paul Rudant⁴.

1. Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael St., Jerusalem 95501, Israel.
2. Jacob Blaustein Institute for Desert Research, Ben Gurion University of the Negev, Sede Boqer Campus 84990, Israel.
3. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771.
4. Laboratoire de Geologie-Geomorphologie Structurale et Teledetection, Universite Pierre et Marie Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris 05, France.

Synthetic Aperture Radar (SAR) is generally known to possess a number of advantages over visible/infrared systems. These include all-weather, day and night image acquisition capability unhindered by cloud cover, the prominent expression of surface roughness and the ability to penetrate soil in some cases.

ERS-SAR images provide good ground resolution of 12.5m and are sensitive to variations in surface roughness, soil water content and differences in topographic relief. In semi-arid regions, where few changes in vegetation occur, the main physical parameters in radar reflection are related to slope variations. In this work, both an interferogram and coherence image were generated using ISAR software developed by the European Space Agency (ESA). A pair of Single Look Complex (SLC) images whose baseline component of 183m, perpendicular to the look direction, were used. They were acquired on 1 and 13 January 1994 (12 day interval) from two almost repeat orbits. The center of the area covered by the images corresponds almost exactly with the center of the study area.

The study area covers the central part of the Jordan Valley segment within the major Syro-African Rift System. The area is between the Sea of Galilee and the Dead Sea centered approximately at latitude 32°06' N and longitude 35°32' E. A number of geomorphostructural characteristics make up the area. Topographically, it consists of three distinct levels. The top level corresponds to the regional topography and geology of Mesozoic and Cenozoic carbonates and clastics forming the border mountains of the rift. Below this is the pre-present day Jordan River flood plain (Ghor) with alluvial fans and other deposits, as well as the Plio-Pleistocene Lisan Formation of chalk, marl and conglomerates forming the rift floor. The third level represents the flood plain (Zhor) of the present day Jordan River with typical Quaternary to Holocene deposits of alluvium and conglomerates. Tectonic NW to W trending splays depart from the general N-S strike of the rift, particularly on the western side and in some cases reaching the Mediterranean Sea. Both the lithologic and tectonic features of the area can be observed on the interferogram and coherence images.

Transport of Organic and Inorganic Contaminants in Desert Soil- Evaluation of Contaminants Flushing Potential from a Contaminated Soil near Ramat-Hovav Industrial Park

Arnon, S.,^{1,2} Adar, E.,^{1,2} Ronen, Z.,² Yakirevich, A.²

- 1. Department of Geological and Environmental Sciences , Ben Gurion
University of the Negev, 84105 Beer Sheva**
- 2. The Jacob Blaustein Institute For Desert Research, 84990 Sede Boker**

During the years 1987 -1991 a total area of 26 acres was sprayed with wastewater from *Ramat - Hovav* industrial park. The spraying was an additional method for diminishing the volume of wastewater. The wrong assumption that the contamination will be adsorbed within the topsoil caused a severe soil and groundwater contamination that finally led to stop this method of discharge. The cluster of contaminants in the topsoil is considered as a potential source for a continuous groundwater contamination.

The main objective of this research was to evaluate the possibility of reducing groundwater and downstream contamination by flushing out the contaminants from the soil.

Dozens of organic and inorganic contaminants were identified mainly in the topsoil. Four major contaminants, TBP (Tribromophenol), TBBPA (Tetrabromobisphenol A), Cl⁻ and Br⁻ were chosen as tracers for the research experiments. An undisturbed contaminated soil taken from the sprayed area was packed in columns and flushed by water. According to the breakthrough curves the average retardation factors for TBP and TBBPA were 2 and 3 respectively. The residual concentrations in the flushed soil were mainly those of TBBPA because it's low solubility. In soils that are contaminated for a long period of time, a biphasic desorption (fast and slow) is a common phenomenon. Fast desorption and transport of TBBPA in the soil occurs mainly in areas located close to the main flow channels. Slow desorption and/or diffusion rates compared to the advective flow rate may account for the slow release of TBBPA in the second phase. This slow release of TBBPA can last months or even years. Hence, the amount of TBBPA that did not flushed and removed during the fast phase is what found in the soil as the residual concentration.

Because the spraying area is located mostly on a slope and the soil contains large amount of sodium that upon wetting causes dispersion of soil particles, even small amounts of rainfall infiltrates and seals the topsoil. The rest of the rainfall turns into runoff. The sealing of the soil and the strong evaporation results in almost no deep percolation toward groundwater therefore most of the contaminants are concentrated in the upper part of the soil. Despite of the above-mentioned, contaminant migration toward groundwater can occur through preferential flow path in the soil and through fractures in the chalk formation. Also, contaminants might be transported in the runoff as solutes or sorbed on soil particles. The contamination in the runoff drains to the nearby stream and into the alluvial aquifer, or into the Eocene aquitard via fractures in the underlying Chalk.

**DISSOLVED COMPONENTS' SIGNATURE: CHARACTERIZATION OF
AQUIFERS BASED ON THE RELATION BETWEEN WATER TABLES AND
DISSOLVED COMPONENTS INDEPENDENT OF TIME**

Artsztein, P. P.

Dept. of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University, 69978 Tel Aviv

Collecting all data couples of water level values and dissolved concentration values corresponding to a given water well, sampled at the same time, neutralizes the time parameter.

A two-dimension graphic presentation of all data corresponding to a water well, where the X-axis depicts the water level and the Y-axis depicts the values of the dissolved concentration, it is possible to define in a unique manner the distribution of the points for each water well. The spread of the points on the graph (Dissolved Components' Signature - DCS) can be seen in either a monotonous manner or as a cluster of dots.

Comparison of a water well's DCS with that of adjacent water wells is liable to help in either the confirmation or rejection of two or more water wells pertaining to the same aquifer cell.

Selecting a strip containing numerous water wells and displaying all its DCS on a three-dimensional graph, enables tracing of the aquifer's location and tracking of its various water levels. Also possible is the comparison between a given aquifer's range of the dissolved components with those of an aquifer on a different level in order to site water transition between both aquifers. In this three-dimensional graph the X-axis depicts the relative position of each water well on the strip, the Y-axis depicts the values of the water levels and the Z-axis depicts the dissolved concentration.

The influence of a centralized sewer system in reducing groundwater nitrate in Kfar Bara

Avisar, D.¹, Kronfeld, J.¹, Talma, A.S.²

1. Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel-Aviv University
2. Quaternary Research Dating Unit, C.S.I.R., Pretoria, South Africa

Nitrate is a pollutant of increasing concern in groundwater. High concentrations of groundwater nitrate can have deleterious effects on human health. The Israel standard of 70 mg/l NO₃ is greater than the maximum permissible levels of 45 mg/l NO₃ set by the EPA in the United States. Over the years there has been a rise in the nitrate concentrations in the groundwater sources in several regions in Israel. The central region contains villages where increasing levels of nitrate has been noted in local water supply wells. The present study compares nitrate concentrations and the $\delta^{15}\text{N}$ values in the water supply of two villages which had relied upon cesspools for domestic waste disposal. These wells were compared to wells exploiting the same aquifer from nearby areas. Both villages had high nitrate concentrations reaching to approximately 60-65 mg/l NO₃. However, once the village of Kfar Bara was connected to the central sewer system the nitrate concentrations have dropped dramatically. The $\delta^{15}\text{N}$ value of the nitrate in the water is presently similar to regional background values. In Kfar Kassim, two km south, only about half the village, (which used 2000 cesspools) has recently been connected to the central sewer system. The yearly trend of increasing nitrate concentrations has begun to level off, or even to decrease. The $\delta^{15}\text{N}$ values of approximately 8 per mil (air), are clearly much higher than and the regional values, which includes now Kfar Bara. The study indicates that the source of nitrate is primarily leakage from the cesspools into the aquifer and thence into the village water supply. By connecting the houses of the village to a regional sewage disposal network the problem of high nitrate concentrations in the water supply of the region should be ameliorated.

Lithology as the main factor causing aridization - an example from Burma (Myanmar)

Yoav Avni

Ramon Science Center, P.B. 194 Mizpe Ramon 80600

Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael St., Jerusalem 95501

Geological lithology and structure have a great importance on the environment in the deserts and in the margins of desert lands. The main reason for this is the shallowness of the soils developed under desert conditions. In much of these regions the bedrock is exposed which influences local environmental conditions and the ability of the biosphere (including human activity) to use the desert land. Lithology becomes a critical factor when the only source for drinking water and for irrigation is based on methods of water harvesting. This method is widely used in developing areas. One of these areas is the central part of Burma.

Burma is bordered by the Tibetan plateau in the north and the gulf of Bengal in the south. The morphotectonic structure of Burma is based on two parallel north-south mountain ridges situated along the eastern and western borders with an elongated valley located in the middle. Along the valley, a major river - the Irowaddi - drains the eastern margin of the Tibetan plateau towards the Bengal gulf. About 500 km upstream the river bed reaches an elevation of 150 m, forming a flat plain between high mountain ranges. This configuration sharply reduces the rainfall in the Irowaddi valley during the monsoon season to an annual amount of 350-500 mm (compared to 2000 - 2500 mm in the western mountain range).

This structural-climatic conditions form a wide dry zone in central Burma. The dry conditions increase as a result of the geological section exposed in the region: the clastic, mainly sandstone Irowaddi Formation underlined by the Pegu Formation, consists mainly of thick sandstone and clay beds. This sequence was deformed by Plio-Pleistocene tectonic deformation forming a series of anticlines and synclines.

As a result of the high porosity of the Irowaddi Formation and because of the absence of clay interbeds, the high infiltration rates of the rare monsoon rains into the section caused a severe aridization of the Irowaddi valley. The area is almost bare of vegetation and agriculture is limited to rare red soils of lateritic origin. On the other hand, in areas in which the Pegu Formation is exposed, relatively high runoff values can be concentrated from the clay and massive sandstone layers.

A pre-laminar survey indicated that the difference in runoff generation in different lithologies can be used for runoff harvesting that can improve the ability of the local population to use the dry zone of central Burma. Simple lithological mapping can be the base for planning of reservoirs, shallow wells and agricultural fields in the region. The situation in central Burma can serve as an example for other developing countries that are dependent on simple techniques for development of water resources and agriculture in dry zones.

Coseismic Deformation Associated with the November 1995, $M_w=7.1$ Nuweiba Earthquake, Gulf of Elat (Aqaba), Detected by SAR Interferometry

Baer, G.,¹ Sandwell, D.,² Williams, S.,² Bock, Y.,² Shamir, G.³

¹Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael Street, Jerusalem, 95501

²Cecil H. and Ida M. Green Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, CA 92093-0225, USA.

³Geophysical Institute of Israel, P.O. Box 2286, Holon

The November 22, 1995, $M_w=7.1$ Nuweiba earthquake occurred along one of the left-stepping segments of the Dead Sea Transform in the Gulf of Elat (Aqaba). Although it was the largest earthquake along this fault in at least 150 years, little is yet known about the geometry of the rupture, the slip distribution along it, and the nature of postseismic deformation following the main shock. In this study we examine the crustal deformation pattern during the coseismic phase of the earthquake in an attempt to better elucidate the earthquake rupture process. As the entire rupture zone was beneath the waters of the gulf, and there are no GPS data available to us in the region for the period spanning the earthquake, interferometric synthetic aperture radar (INSAR) provides the main source of information of crustal deformation associated with this earthquake.

We chose four synthetic aperture radar (SAR) scenes of about 90x90 km each spanning the rupture area, imaged by the ERS-1 and ERS-2 satellites. The coseismic interferograms show contours of equal satellite-to-ground range changes that correspond to surface displacements due to the earthquake rupture. A high displacement gradient is seen on the western side of the Gulf, 20 km to 40 km south of Elat and Aqaba, where the total satellite-to-ground range changes are at least 15 cm. The displacement gradient is relatively uniform on the eastern side of the Gulf, and the range changes are less than 10 cm. Interferograms that span the earthquake by one week show similar fringe patterns as those that span the earthquake by six months, suggesting that postseismic deformation is minor or confined to the first week after the earthquake.

In order to interpret these results we compared them with synthetic interferograms calculated from elastic dislocation models with parameters derived from seismological observations. This results in interferograms showing good consistency with the deformation pattern expressed in the coseismic interferogram. They therefore confirm geometrical parameters of the Nuweiba earthquake such as the general epicenter location and the rupture length and direction. On the other hand, there is no simple consistency with respect to the mean dislocation. The present study shows that if the rupture reached the surface, the mean dislocation was about 1.4 m, compared to the seismologically-estimated ~ 3 m. This higher slip value is possible if the rupture patch was buried about 4 km deep, but more realistic options should involve slip gradients over the rupture patch.

Localization of Unmonitored Salinity Sources in Lake Kinneret

Bar-Giora E., Katz A. and Kolodny Y.

Department of Geology, Institute of the Earth Sciences, The Hebrew University, Jerusalem 91904.

Several studies have demonstrated that a large fraction of the salt input (e.g. ~88% of its chloride in 1996-7) of Lake Kinneret is of unknown source (Rimer and Shaw, 1997). This research uses the seasonal stratification of Lake Kinneret, in order to differentiate between inputs from deep and shallow bottom saline water into the lake.

Depth profiles in Lake Kinneret were performed during the evolution of the pycnocline in the summer. The samples were analyzed for their chemical composition. A few samples were also analyzed for Ra Isotopes. The preliminary results show significant differences between the epilimnion and hypolimnion composition. Examples are furnished by the Mg-Cl-Sr triplet. The epilimnion is distinguished by a low Mg/Cl ratio, a high Sr/Cl ratio and by lower Sr concentration relative to the hypolimnion.

The lowering of the Mg/Cl ratio in the epilimnion (0.36 versus 0.37) can be explained by localization of the unmonitored salt springs in the shallow margins of the lake. The calculated Mg/Cl ratio of the unmonitored springs is 0.17 (Kolodny et al., 1999), compatible with this suggestion.

The Sr/Cl ratio can be accounted for similarly, again using the calculated ratio in the unmonitored springs. The low Sr concentration in the epilimnion cannot be explained by coprecipitation in calcite alone.

Structures within the Lisan Formation in the central Dead Sea basin

Yuval Bartov, Ze'ev Reches, Mordechi Stein and Amotz Agnon,

Institute of Earth Sciences, Hebrew University, 91904 Jerusalem.

The Lisan Formation that covers the Dead Sea Basin preserves evidence of the tectonic deformation during the last 70,000 years. The present work analyzes presents the structure of two areas in the central Dead Sea Basin: the Massada Plain located close to the western margins fault belt, and the Lisan Peninsula, an area deformed by a salt diapiric intrusion.

The young tectonic activity in Massada plain is observed along three zones of fault and flexures that are subparallel to the border faults generally striking N-S. The western fault zone is the most prominent one with the relatively larger displacements (4-7 m). One of these faults in this zone is located southeast of Massada, and it is a N-S trending normal fault, with an exposed length of about 1 Km. The eastern block is downthrown with the minimum amount about 4 m of the uppermost layers of the Lisan Formation. The fault zone is exposed in a small graben that preserves pebbles beds related to the last desiccation phase of the lake Lisan: these beds are also faulted at the amount of 1.5 m and showing post-Lisan activity from the last 15,000 years. Smaller displacements are observed in other faults in the area indicating only syn-depositional activity. It seems that in most cases the faults in Massada plain reflect activity of buried older major faults.

The main structure of the Lisan Peninsula is an elongated dome of about 9 X 6 km, with a secondary southern closed dome of 3 X 2 km, generally trending 225°. Both domal structures, reflect an active salt diapir that is buried about 100m below the surface. The diapir was penetrated in borehols and observed in a seismic line that crossed the peninsula in a E-W trend. The section shows a well-developed salt diapir, predating the deposition of the Lisan Formation that formed an overhanging wall against the deformed Pleistocene layers. These layers wedge out toward the salt including syn-sedimentation development of the structure that caused local unconformities or facies changes.

Major faults displace the Lisan and the younger Ze'elim Formations On both east and west sides of the peninsula, these faults form the elongated shape of the peninsula. Along the western margin of the peninsula normal faults displace the topmost beds (~1.5-0.5 m). A set of subparallel normal faults striking N-S are exposed at the eastern of the peninsula, with displacement of about 3 m, displacing young sediments of the Ze'elim Formation.

3D Imaging of the Evrona Active Fault Zone and its Implications to the Understanding of the Recent Tectonic Activity of the Dead Sea Rift

Basson, U.,^{1,3} Ben-Avraham, Z.,¹ Garfunkel, Z.,²

¹Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel-Aviv University, Ramat Aviv, Tel Aviv 69978

²Institute of Earth Sciences, Hebrew University, Jerusalem 91905

³GeoSense Ltd., P.O.Box 921, Even-Yehuda 40500

The extensive tectonic activity of the Dead Sea Rift in the southern Arava area, since early Miocene, resulted in a very clear landscape expression: a rift valley bounded by distinct high mountains. While the continuing long-term tectonic activity of this part of the Dead Sea Rift is well established with abundant geological evidences, the neotectonic activity is not very clear on the surface. Furthermore, surficial inspection of the Elat-Evrona basin can give an impression that this prominent transform plate-boundary hardly produces meaningful recent tectonic activity.

However, shallow subsurface imaging using Ground Penetrating Radar (GPR) indicates very extensive neotectonic activity. A three-dimensional GPR image of an important strip crossing the Evrona Fault Zone has been created. This cubic image, more than a kilometer in length by several hundreds of meters wide, ranging from a depth of about 25 meters up to the surface, contains vast information on neotectonic activity, from the upper Pleistocene to present time.

Analysis of these neotectonic records, reveals dense inhomogeneous arrays of faults. Many tens of prominent subsurface faults per kilometer of lateral distance have been detected and mapped: strike-slip faults that form flower structures, normal faults, reverse faults and listric faults. The faults appear with a variety of dip-slips and spatial orientation, and a variety of offsets and different depths of penetration. The north-south strike slip component appears to be dominant, while vertical displacement components vary from 0-1.5 meters. This pattern that appears along many kilometers of GPR profiles may indicate that the wide area of Evrona is a diffuse fault zone.

A close inspection of the cubic imaging shows a segmented structure in three dimensions. Relative displacements within these micro-segments are very complex. Several of the segments appear in compressional settings, other segments are not deformed, while others appear in extensional setting and form micro-basins. In parts of the inspected area, the topmost units show little deformation, suggesting relatively low tectonic activity in the recent years.

Current Motion of the Sinai Subplate From GPS Observations

Bechor, N., Wdowinski, S.

Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University

The first GPS-derived velocity estimate of the Sinai subplate has been obtained from GPS observations collected in Bar-Giora (Sinai). The data show a 6 ± 3 mm/yr north-westward motion of Sinai with respect to Eurasia. The data were collected by the Survey of Israel in 1-2-week-long yearly campaigns over a period of 5 years (1992-1996) and were processed simultaneously with data from 42 IGS sites located around the globe using the GAMIT and GLOBK software packages.

The motion of the Sinai subplate has been the subject of debate, centering on whether it moves as part of Africa or as a separate plate. In order to resolve this debate, we compare the current motion of Bar-Giora with two tectonically derived predictions for the relative motion of Sinai with respect to Eurasia. The motion of Bar-Giora as part of Africa was calculated, using the NUVEL-1A model, as 8 ± 3 mm/yr northward. The motion of Sinai as a separate plate was calculated by combining NUVEL-1A angular velocity vectors with the results of the most recent regional kinematic analysis [Joffe and Garfunkel, 1987] as 7.7 ± 3.6 mm/yr north-northwestward.

Our resulting GPS-derived northwestward motion agrees with the predicted motion of Sinai as a separate plate. It also agrees with previous SLR-derived velocity for the same site (9 ± 4 mm/yr north-northwestward), obtained by Smith et al. [1994], and with preliminary calculation of the motion of a continuous GPS site in Tel-Aviv with respect to Eurasia, which shows shortening of 6.5 ± 0.8 mm/yr in an azimuth of $N56^\circ W\pm 14^\circ$, based on 20 month of data. Therefore, we suggest that the current motion of Sinai is independent of Africa, as indicated by the long-term tectonic observations.

Intensity-duration of rainfall required for generating debris flows in a hyperarid environment.

BenDavid-Novak, H., Enzel, Y., Morin, E.

Institute of Earth Sciences and Dept. of Geography, Hebrew University, Jerusalem, 91904.

Debris flows on escarpments in a hyperarid environment are caused by intense rain storms. However, there has been no direct observation on the rainfall intensity and duration required for initiating this process, as exist for temperate zones. We report on the only case study that is known to us in which detailed rainfall measurements were taken during a debris flow event in an arid region.

On November 2, 1995 two convective rain cells produced extreme rainfall within five hours at the Ein-Gedi Nature Reserve located on the western escarpment of the Dead Sea. This storm produced debris flows in 38 high-gradient, small ($<3\text{km}^2$) drainage basins on the escarpment. Here, we define the threshold values of rainfall intensity and duration that are required for generating debris flows on the Dead Sea western escarpment.

Debris flow deposits and their source drainage basins were mapped. Rainfall quantities and spatial distribution were determined by 10 rain gages, and then used to calibrate rainfall intensity distribution that is based on radar data. The spatial distribution of the debris flows is highly dependent on that of the rainfall ($p_v < 0.001$) and not on major geomorphic factors such as drainage area.

We conclude that on the western escarpment of the Dead Sea debris flows are likely to occur when mean rainfall intensity exceeds 30 mm/hr for the duration of one hour. However, a less conservative analysis suggests that a much higher intensity is needed at the top of the escarpment (40-50 mm/hr for one hour).

Effect of the hydrodynamic processes on bacterial distribution in bottom sediments (Jordan River – Lake Kinneret contact zone)

Bergstein-Ben Dan, T.,¹ Shteinman, B.,¹ Kamenir, U.,¹ Hochman, A.²

¹Israel Oceanographic and Limnological Research, Yigal Allon Kinneret Limnological Laboratory, P.O.Box 345, Tiberias 14102, Israel

²Department of Biochemistry, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Tel Aviv, Israel

Transportation by river alluvial particles, and the many kinds of chemical and biological pollutants attached to them, stops at the river mouth region, causing an accumulation in this area of the various anthropogenic pollutants produced in the watershed region. Changes in the concentrations of particulate matter and pollutants associated with the particles were documented along the flow. These changes are produced by two main mechanisms: sedimentation, caused by attenuation of the jet flow velocity, and by dilution of river water with lake water. The first process dominates in the region from the exit cross-section of the jet to the crest of the bar, and the second process dominates after the bar. Quantitative estimates of the influence of each of these processes on the dynamics of the particulate matter and bacteria are presented, using the microbial communities of the River Jordan - Lake Kinneret contact zone as an example. Abundances of fecal coliforms (Nf), *E. coli* (NE) and *Klebsiella pneumoniae* (NK) were related to water flow velocity (V) estimates. Sedimentation of suspended particles is caused by attenuation of flow velocity. The results show that the disappearance of bacteria from surface water was governed by flow velocity at the river mouth. Hydrodynamic analysis provided an explanation for the observed distribution patterns of bacterial pollution in the bottom sediments of the Jordan River mouth area.

The dolerite dyke from Mt. Timna - the youngest Precambrian magmatic event in southern Israel

Beyth, M. and Heimann, A.,

Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael St., Jerusalem 95501

The doleritic dyke of Mt. Timna intrudes relative homogeneous alkali granite, which was previously fractured and intruded by rhyolitic, andesitic and andesitic-rhyolitic composite dykes. The doleritic dyke directly underlies the sandstone of Amudei Shelomo Formation of Early Cambrian age. The sandstones do not exhibit any sign of contact metamorphism. Similar doleritic dykes were found intruding the Late Precambrian volcanic rocks of Mt. Amram, 10 km south of Mt. Timna.

Preliminary radiometric dating of two samples of the doleritic dyke using the K-Ar method yielded a mean age of 543.9 ± 10.7 Ma. We are now presenting a $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ spectrum of one of these samples. The plateau age of 531.7 ± 4.6 Ma (Fig. 1) represents 67% of the ^{39}Ar that was released during the measurement. We believe that this age is the best estimate for the formation age of the doleritic dyke.

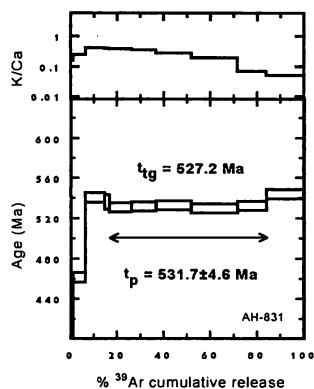


Fig. 1. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ spectra of the Doleritic dyke of Mt. Timna

Since this dyke intruded the youngest Precambrian units and did not affect overlying Cambrian units, it may represent the youngest Precambrian magmatic event in southern Israel. Therefore, this age suggests new constrain for the Cambrian/Precambrian boundary in the Arabian Nubian Shield.

Identification of the source of salinity in the Hazeva aquifer, Northern Arava Valley, based on the new subdivision of the Hazeva Formation

R. Calvo^{1,2}, Y. Bartov², and A. Ayalon²

1. Department of Geology, The Hebrew University, Jerusalem.

2. Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael St., 95501, Jerusalem.

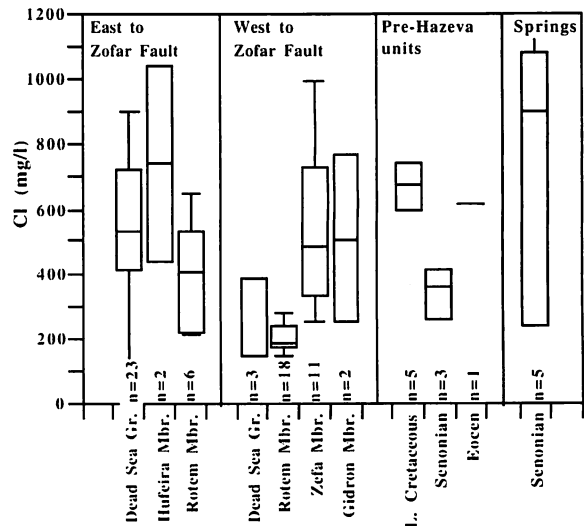
A redefinition of stratigraphic data derived from water wells in the Arava Valley is based on the new subdivision of the Hazeva Formation into the following members: Shahaq, Mashaq, Gidron, Zefa, Rotem, and Hufiera (Calvo et al., 1997). Of the 146 water wells are present between Idan in the north and Be'er Menuha in the south, those from which water is pumped from a single member were used for the chemical study.

In the area west of the Zofar Fault, water in the Rotem Member (18 wells) has a low chloride content (152-283 mg/l Cl), while that in the Zefa Member (11 wells) contains considerably more chloride (255-1000 mg/l) (Fig. 1). Although only two wells pump from the Gidron Member, it appears that its Cl content (255-769 mg/l) is comparable to that of the water from the Zefa Member. Na, SO₄, Mg, K, Ca, HCO₃ and Na/Cl ratio are always highest in Zefa Member water, similar to aquifers below the Hazeva Formation.

In the area east of the Zofar Fault, water in the Rotem Member (6 wells) have higher Cl contents (218-650 mg/l), probably because of saline water moving from the Zefa sub-aquifer in the west into the Rotem sub-aquifer in the east, both of which occur at the same structural level.

There is no relationship between salinity of the water and faults in the Arava Valley. In most cases, more saline water was found near the middle of blocks and not at the margins, close to the faults. Wells that penetrate both the Rotem and Zefa members show higher salinities with depth, with increasing salinity since measurements began.

Based on field observations and subcrop interpretation, the Zefa Member was deposited above an erosion surface. This surface cuts deep below the lower part of the Hazeva Formation, penetrating both the Avedat and Mt. Scopus groups. The Zefa Member is in contact with all these older units which have very saline water. Because of its clay layers, the Zefa Member acts as a confined aquifer and saline water from older units moves through the member down-dip toward the east. On the other hand, the Rotem Member is a phriatic aquifer.



Detection of Potentially Dangerous Subsurface Karstic Zones using Electrical and Electromagnetic Methods in the Mishor Rotem Area

Ezerski, M.

The Geophysical Institute of Israel, P.O. Box 2286, Holon 58122

Frequency Domain Electromagnetic (FDEM) and Continuous Vertical Electric Sounding (CVES) investigations were carried out in the Mishor Rotem area. The distinctive features of this technology are: (1) the use of a dense observation grid and (2) 2D mapping of the subsurface using apparent resistivity measurements followed by inversion of the data. Four FDEM lines and one CVES profile were sited at two water reservoir sites belonging to the Rotem Amfert Negev Ltd. plant. A low resistivity strip-like structure ($\rho_a=8-15$ ohm-m) was detected under the dried up reservoir. This structure underlies the reservoir bottom at the western side. Two high resistivity structures ($\rho_a>500$ ohm-m) were located in the subsurface of the area surrounding the dried up reservoir. CVES measurements detected the higher resistivity anomaly ($\rho_a>60-80$ ohm-m) at a depth of 18-31 meters inside a low resistivity environment ($\rho_a>2-10$ ohm-m). The lateral location of the detected anomaly coincides roughly with a low velocity anomaly detected by the high resolution reflection seismics carried out previously. The depth to this anomaly, however, is different: it appears at a depth of 60 meters in the seismic cross-section while the depth to the geoelectric anomaly is between 18-30 meters. Such a difference is explained by the different investigation depth in both models. Analysis allows us to assume that the detected low resistivity strip-like structure could be interpreted as soil saturated by the heavily mineralized water. The high resistivity structures can be interpreted as subsurface caves detected under the dried up reservoir bottom.

Weathering of fuel oil spill on the coast near Ashdod

Shai Ezra¹, Shimon Feinstein¹, Ithamar Pelly¹, Dan Bauman², Irena Miloslavsky

1. Department of Geological and Environmental sciences, Ben - Gurion

University of the Negev

2. Department of Geography and Environmental Development, Ben - Gurion

University of the Negev

3. Department of Organic Chemistry and Kasaly Institute, The Hebrew

University of Jerusalem

Contamination of marine and coastal environments by petroleum and its breakdown products is a common phenomenon. Detailed understanding of weathering process of the oil is required in order to develop effective cleanup strategies and to reduce environmental damage. Spilled oil is subjected to various weathering processes (e.g. evaporation, dissolution, bacterial degradation) which operate with different rates on various components. Thus, variation over time in concentration of different petroleum components can be used for monitoring of the weathering processes.

On February 8, 1998 heated fuel oil spilled into the sea from the Eshkol power station north of Ashdod. The fuel was transported by the waves and polluted the beaches over eight-kilometer stretch north of the power station and 1 kilometer to the south. We sampled fuel from the leaking tank and pollution at the beach, starting 48 hours after the leakage. Sampling of the pollution was performed regularly until today, at three different sites. The pollution samples were separated by wet chromatography into four fractions: saturated hydrocarbons, aromatics, resins and asphaltenes. The alkanes and aromatic compounds were analyzed by gas chromatograph (GC) and gas chromatograph - mass spectrometer (GC-MS). In addition differential thermal analysis (DTA) was performed on some of the samples.

Comparison of the preliminary data with the source material indicates gradual change in the chemical composition of the spilled fuel oil over time. In the first stage the change is mainly characterized by decrease in the content of normal alkanes lighter than C₂₀, particularly in the < C₁₆ range. Later, a decrease in heavier normal alkanes up to C₂₃, and gradual removal of iso - alkanes and probably light PAH's are recorded. The rate of degradation decreases gradually with time, and becomes very slow after about two months. At this stage, the n - alkanes at the < C₁₇ range are almost completely gone and there is a considerable decrease in n-C₁₇ and n-C₁₈ components. The iso - alkanes pristane and phytane show the same trend and point to a relatively rapid degradation.

DTA figures show addition of a low temperature endothermic peak (~100°C) and disappearance of a higher temperature endothermic peak (~450°C) in the spill, compared with the original fuel oil. Laboratory simulation experiments, which included prolonged mixing of fuel oil with both distilled water and with synthetic sea water, resulted in DTA figures similar to those of the spill. It appears that the first peak (~100°C) is caused by water absorption on the residual components while the second one (~450°C) represents removal, by sea water, of the soluble compounds.

Stop the Presses: An Evaporate body, that is beyond halite, is responsible for the salinity of Lake Kinneret.

A. Flexer¹, A. Yellin-Dror¹, J. Kronfeld¹, E. Rosenthal², Z. Ben-Avraham¹, L. Davidson¹, P.P. Artzstein¹

1. Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel-Aviv University

2. Hydrological Services of Israel, Jerusalem

For the past thirty years considerable efforts have been expended to understand the processes that are responsible for raising the salinity of Lake Kinneret. An internal source has been suspected, because the major fresh water input, the Upper Jordan River, is less than one tenth as saline as the lake itself. Saline thermal springs along the shoreline provide clues to the primary salinity source. The possibility that an underlying solid evaporite body was the prime culprit was rejected due to the low sodium, and high bromide, potassium and magnesium in the spring water relative to the dissolution of halite. However, the equating of the evaporate body to salt meaning halite, was misleading. Our investigation, has concluded that a Neogene salt body, as found in the Zemah-1 well, containing considerable post-halite evaporite minerals would explain the purported chemical anomalies. The existing fault systems would not only provide the appropriate conduits to the springs for hot ascending fluids, but would also explain the geographic distribution of CaCl_2 versus MgCl_2 springs. Mineralogical study based upon the logs from the Zemah-1 well support the contention that the Neogene sea, that had intruded into the rift valley, evaporated beyond the stage of halite precipitation. Indeed, corroborating evidence of post-halite evaporite minerals is found in the rift valley to the south at the Lisan Peninsula and in Mount Sedom. Geochemical modeling of the source of the mineral content of the water from selected springs, indicates that post-halite evaporite minerals can account for up to a full third of the salinity. Modern recharge water flows thorough the down thrown faulted aquiferial blocks to depth under the lake. As the now heated fresh water rises, it dissolves portions of the solid sal. body. Thus a new line of investigation is opened to explain, and prevent, the salinity of Lake Kinneret.

A Tertiary Submarine Canyon: The Key to Understand the “Palmahim Disturbance” Under the Continental Slope of Israel

Folkman, y.

Isramco Inc., 8 Granite , 49222 Petah-Tiqwa

A deep Tertiary buried submarine canyon was identified and mapped under the graben shaped “Palmahim Disturbance” under the continental slope of Israel. Like the Afiq canyon 50 kilometers to the south, this canyon incised the continental slope during the Oligocene time, deep into Early Cretaceous rocks and traversed several Syrian Arc anticlinal ridges on its way to the west.

During the Miocene, the canyon was filled with clastic sediments. However in the Late Miocene there was still a residual submarine valley over the fill. This valley was formed by differential compacting of the canyon fill and perhaps by land slides as well. In this valley a thick sequence of evaporites, mainly salt, was deposited later in the Messinian and therefore at the end of the Miocene the canyon was overlain by several hundreds of meters of evaporites while only one hundred meters were deposited elsewhere on both sides of the canyon.

The canyon was finally buried under thick Pliocene - Pleistocene clays. However due to the anomalous thick overlying salt, the areal extent of the canyon can be outlined on an isopach map of the evaporites or even on a simple time map of the base evaporites seismic marker (N).

A thick sequence of salt under the “Palmahim Disturbance” is an essential component in the model proposed by Garfunkel, Arad and Almagor (1979) to interpret the feature as a large scale seaward sliding related to salt tectonic. The pre-existing Tertiary canyon explains why there is an unusually thick accumulation of salt under the “Palmahim Disturbance”.

The Miocene sediments that filled the canyon were transported from the continent in the east to the shelf by a drainage system that was previously outlined based on seismically defined channels. A new approach to the seismic data suggests that the previously interpreted Miocene channels are residual morphological valleys between prograding fluvial fans. Therefore it is more correct to reconstruct the Miocene drainage system based on the prograding fans rather than the valleys.

Mid-Holocene Dead Sea level and uplift rate of Mount Sedom diapir: new evidence

Frumkin, A.,¹ Kadan, G.,³ Enzel, Y.,^{1,2} Eyal, Y.,³ BenDavid-Novak, H.²

1. Department of Geography, The Hebrew University of Jerusalem, 91905

2. Institute of Earth Sciences, The Hebrew University of Jerusalem, 91904

3. Department of Geological and Environmental Sciences, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva 84105

Dead Sea terraces in several places along its western shores indicate a mid-Holocene stable Dead Sea level at -375 – -378 m MSL. The morphological evidence is constrained by radiocarbon dates of organic matter in Holocene sediments at Nahal Darga.

The same event was radiocarbon dated in Mount Sedom, where corresponding Dead Sea features reach ~ -345 m MSL. Dating was performed on wood fragments embedded in alluvial flood sediments within salt caves. Rapid downcutting rates in the extremely soluble salt allow cave channels to become graded with respect to base level in up to a few hundred years. Diapir uplift leaves the older passages high and dry.

The almost fixed altitude of mid-Holocene Dead Sea terrace north of Mount Sedom (~-376 m) indicate tectonic stability relative to Mount Sedom, in which the same terrace is >30 m higher. The inferred mean diapir rising rate since mid-Holocene is 6-9 mm/year. Earlier estimates of the diapir rising rate ranged from 3 to 9 mm/year.

Non-tectonic settlement of the Herodian harbor in Caesarea

Gill, D.

Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael st., Jerusalem 95501

The neotectonic disposition of the immediate vicinity of Israel's Mediterranean shoreline, and in particular the presence of shore-parallel faults that have been active in historic times, is a question of utmost importance for assessing the seismic hazard of this region. One of the key locations for investigating the problem is the Herodian harbor of Caesarea. Offshore Caesarea, the seabed within about 160 m off the shoreline consists of an abraded platform of kurkar bedrock. West of this platform it consists of unconsolidated sands. The Herodian moles span both substrates. The parts which were built on kurkar bedrock are found today exactly at their original level, whereas the western parts which are underlain by unconsolidated sands have apparently subsided by some 5 to 6 m. The subsidence has been attributed by Neev, Raban, and others to faulting. This explanation was refuted by Mazor, Flemming, Arad, and Ecker. However, the tectonic interpretation has been recently revived by Mart and Perecman who mapped seven 2 to 4 km long shore-parallel faults within 3 km off the shore on the basis of a new (1996) high resolution seismic survey. Their "breakwater fault" runs along the western edge of the kurkar platform. It is 4 km long, and its inferred vertical displacement is 1 to 3 m.

The validity of the new tectonic interpretation is questionable on several grounds: (1) The seismic profiles do not indicate any faults - they do not display any reliable marker horizons that can be shown to be displaced. The vertical exaggeration in the published seismic profiles is 16:1. Consequently, the marked "faults" appear almost vertical. However, in undistorted displays the apparent faults assume a very moderate slope. The seismic profiles simply show the erosional relief of the kurkar unit, a feature that is known throughout the continental shelf of Israel. (2) The postulated faults contradict well established empirical relations between earthquake rapture parameters and seismic source magnitude. The vertical displacement of a normal fault whose surface rapture length is 4 km cannot be greater than 8.5 cm. To affect a vertical displacement of 1 m, the surface rapture has to be 23 km long (40 km long for a displacement of 5 m). Therefore, the postulated faults embody physically impossible circumstances. (3) The Richter magnitude of an earthquake that causes a 1 m displacement is 6.6 (7.1 for a 5 m displacement). Such a strong earthquake would have devastated Caesarea and all the nearby coastal towns. However, no evidence for such a catastrophic destruction have been found. Quite to the contrary, as already elaborated upon by Flemming, Galili and Sharvit, the archaeological evidence clearly testifies to neotectonic stability on land for at least the last 2500 years. (4) The postulated faults could be expected to cause at least some present-day micro seismic tremors, but no such activity has been recorded.

Thus, it appears that the subsidence of the moles was not due to faulting. Instead, it can be attributed to underwater scouring which removed sands from under the moles, and perhaps also to liquefaction and load-induced compaction of the unconsolidated sandy substrate. After the destruction of the moles, storms, currents and waves removed sands from the previously protected harbor and lowered its seabed floor to the present level. The resolution of the situation offshore Caesarea carries important implications for the correct interpretation of similar features all along the Israeli Mediterranean nearshore shelf, some of which (*e.g.* off the Carmel coast) have been likewise misinterpreted as indicative of recent faulting.

Red sedimentary units as indicators for reconstructing Early Pleistocene tectonic activity in the Southern Negev

Ginat, H., Zilberman, E., Amit, R.

Geological Survey of Israel, 30 Malkhei Israel St., Jerusalem

Red alluvial units were deposited in the Early Pleistocene along the western margins of the southern Arava Valley, Dead Sea Rift. The red units consist of coarse to fine-grained alluvium of local origin with interbedded calcic paleosols. They were deposited in semi-closed tectonic basins and abandoned stream-valleys during a tectonic phase, that reactivated the Zihor, Milhan and the marginal faults of the rift valley. The tectonic activity was accompanied by a regional east and northeast tilting of the southern Negev, due to upwarp (arching) of the central Negev. This deformation terminated the regional, north-flowing Pliocene drainage system, and established the present northeast-flowing Nahal Zihor and Nahal Hiyyon.

The calcic paleosols in the red units occur as rhizcretions and stage II to III Bk calcic horizons. The stable environments required for this stage of soil development were established in abandoned stream valleys when these became nearly horizontal during regional tilting and local reversal of their original westward gradient. Soil formation terminated when ongoing eastward tilting established east-flowing streams, which eventually incised in the previous valley fill and exposed the buried sequence of the red units.

All the fluvial terraces that developed along the present (post red units) drainage systems contain gypsic reg soils. The transition from calcic soils in the red units to gypsic soils in the younger terraces indicates a climatic change from semi-arid in the Early Pleistocene to arid in the Middle and Late Pleistocene.

Therefore, the red units reflect a distinct tectonic and climatic regime and as such can serve as regional morphostratigraphic markers of Early Pleistocene age, which can be used for reconstructing tectonic deformation and landscape evolution.

Depth Imaging: Faulting in the Dead Sea Rift

A. Ginzburg¹, Y. Makovsky² and Z. Ben-Avraham

1. Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University,
Tel Aviv 69978

2. Paradigm Geophysical Ltd., P.O.B. 2061, Herzliya 46120

Based on reflection profiles obtained in the course of petroleum exploration in the Dead Sea basin it is certain that the western side of the Dead Sea basin is bounded by a system of normal faults. The southern limit of the basin is bounded by a number of faults the most noteworthy of which is the Amazyiahu fault. This fault is believed to be a listric fault that affected the young fill and terminated at the Cretaceous basement of the basin. This interpretation was based solely on time interpretation of the reflection data. In order to clarify the structural configuration of the western and southern boundary faults of the basin, depth imaging of a number of seismic reflection lines was undertaken.

The reflection data were processed and interpreted using the GeoDepth model based system. The velocities were initially determined by coherency inversion and were updated and refined by tomography. The resulting interval velocities were used for prestack depth migration of the data.

Prestack depth migration has yielded details of the Amazyiahu fault previously not seen. It comprises a system of normal step faults with a total throw of some four km. At the base of the young fill and adjacent to the step faults Miocene salt pillows which are prevalent throughout the Dead Sea basin were imaged. This result should be taken into consideration in the development of models of the formation of the Dead Sea basin.

Seismic Response Estimation from the Strong Motion Record Database in Israel

Gitterman, Y., Shapira, A. and Peled, U.

Seismology Division, The Geophysical Institute of Israel, 58122 Holon,
e-mail: yefim@iprg.energy.gov.il

The main reason for initiating this study was to investigate the effects of enhanced (as compared with known attenuation relationships) Peak Ground Acceleration (PGA) values observed at many stations of the Israel Accelerograph Network during the Nuweiba (November 1995) and Cyprus (October 1996) earthquakes which were felt throughout Israel. The site amplification effect can be assumed for this phenomenon owing to sediment layers under many stations. To check this hypothesis we attempted to evaluate local site-effects using all available 3-component strong motion records. A simple method was utilized to estimate the spectral seismic response function for a specific site. We calculated and analyzed spectral ratios of the horizontal to vertical component (H/V ratio) of the most intensive part of strong motion records (mainly S-wave and S-coda). Actually, it is a modification or application to earthquake data of the Nakamura method for microtremors (Nakamura, 1989), as noted by Lermo and Chavez-Garcia (1993), who applied, for the first time, the H/V ratio technique to weak motion and strong motion records of earthquakes. The empirical single-station spectral ratio method was applied for accelerograms under the same assumptions, which are common in microtremor investigations:

- reliable estimation of the fundamental resonance frequency f_{res} ;
- only qualitative evaluation of amplification levels.

The results obtained were verified, where available, by comparison with:

- 1) average site response H/V ratio estimations using weak motion observations of microtremor and small events (Nakamura's technique);
- 2) analytical computation of the transfer function by: a) a linear 1-D SH model; b) a Joyner non-linear model; c) Rayleigh wave spectral ratio (ellipticity).

The calculation procedure includes: a) selection of a processing time window (usually the most intensive part of S&S-coda waves); b) calculation of amplitude spectra and H/V spectral ratios and their smoothing in some frequency window, depending on the time window length - usually 0.7-1.0 Hz; c) calculation of averaged H/V ratio overall both horizontal components and all available recordings of several earthquakes at a station.

All available 34 digital strong motion records at 25 stations from 13 earthquakes (1984-1997) were used. The accelerograms can be roughly divided into two groups:

- 1) records from strongest ($M_L > 6$) and distant ($r > 100$ km) earthquakes (Nuweiba and Cyprus);
- 2) all other records from weaker ($M_L < 5.5$) and closely located ($r < 100$ km) events.

Analysis of obtained site-effect parameters (amplification factors and fundamental frequency or frequency range) for all triggered stations showed:

1. Owing to local site-effects, most Israeli accelerographs have probably been recorded over the instrument triggering threshold (0.006g). If so, this has major consequences on evaluating earthquake hazards.
2. H/V spectral ratio estimates of site-response based on strong motion records are consistent with results obtained from weak motion seismograms of microtremor and small events (if available at a specific station) and from analytic computations. For engineering applications, the differences in estimates of resonance frequencies and amplification factors at the Eilat station are not significant and the estimates can be averaged.

The paleoseismology and the morphological expression of the recent tectonic activity along the Carmel Fault

Gluck, D.,^{1,2} Heimann, A.,¹ Enzel, Y.²

1. Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael Street, 95501 Jerusalem

2. Institute of Earth Sciences, The Hebrew University of Jerusalem, 91904 Jerusalem

The Carmel Fault, a branch of the Dead Sea Transform, extends from the Fari'a – Bet-Shean area to the continental shelf of the Eastern Mediterranean. The northern Carmel Fault (from Yoqneam to the continental shelf) comprises of two sections: (1) the southern section trending north–south from the Yoqneam Junction area to the Ha'amaqim Junction area; and (2) the northern section trending southeast-northwest from the Ha'amaqim Junction to the continental shelf. The sense of movement along the Carmel Fault is sinistral with a vertical component. Based on information from seismic reflection lines, Rotstein et al. [1993] suggested that the main movement along the northern section is sinistral, and that the movement along the southern section is sinistral with a compression component. The seismic data implies that the Carmel Fault is still active. In this paleoseismological and morphological research along the Carmel Fault we attempt to describe the expression of the faulting at the surface and its sense during the late Quaternary.

Along the northern section of the Carmel Fault small alluvial fans are displaced relative to their past feeding streams and are currently blocking them. These alluvial fans are displaced by 50-80 m and form shutter ridges. Within the mountain front along the southern section of the Carmel Fault, Achmon [1986] showed channels left-laterally displaced by ~300 m. In this study active stream channels at the base of the mountain were mapped and found to be displaced left-laterally by 45-135 m. At the center of the southern section two morphological scarps 1-2 m high were detected. A high-resolution seismic line across these scarps shows normal and reverse faults close to the surface underneath them. A trench five meters deep was excavated across the lower scarp in order to expose recent sediments and to examine surface rupture. No faults were detected in this trench although there is a zone of deformation underneath the morphological scarp and directly above one of the main reverse faults identified by the seismic line. A trench was also excavated in the northern section, north of Kibbutz Yagur. There, sediments 35,000 yr B.P. are vertically displaced by 20 cm.

The sense of faulting during the Pleistocene and Holocene observed in this work is in accordance with the model suggested by Rotstein et al. [1993] for the movement along the Carmel Fault. The presence of faults near the surface in the seismic lines and the offset stream channels together with the alluvial fans at the base of the mountain front imply that faulting at the surface must have occurred along the Carmel Fault during the Late Pleistocene and possibly also during the Early Holocene. The absence of faults and the presence of deformation in the trenches suggest that there was no surface rupture at least during the last several thousand years.

Optical dating geochronology of anthropogenic sediments at Hayonim Cave, Israel.

Godfrey-Smith, Dorothy I.^{1,2}

1. Department of Earth Sciences, Dalhousie University, Halifax, N.S., Canada, B3H 3J5
2. Dept. of Structural Biology, the Weizmann Institute of Science, 76100 Rehovot

Many geological deposits of the later Quaternary Period lack the organic remains or are beyond the range appropriate for radiocarbon dating. In many such cases, luminescence dating may be applied successfully to unheated sediments, provided that these were exposed to sunlight during deposition, and contain adequate amounts of quartz or feldspar mineral.

Both of the above conditions were successfully tested by the application of optical (OSL) dating to sediments from Hayonim Cave, a karstic cavity in the Galilee hills west of the town of Karmiel. Using a sequence of physical and chemical separation steps, the quartz component of the 4-11 μm silt fraction was extracted from carbonate dominated, heavily phosphatic sediments. The multiple-aliquot protocol was chosen for the extracts, using green light stimulation of 48 previously irradiated aliquots per sample.

Adequate zeroing of the optical dating signal of sediment deposited deep within the cave was confirmed by a luminescence date of 580 ± 60 y on a post-Byzantine horizon previously dated by radiocarbon. A luminescence date of 14.2 ± 1.8 ka (1 ka = 1,000 y) on a Natufian cultural layer is in excellent agreement with independent radiocarbon and typological age estimates. An age of 48 ± 6 ka confirmed extensive mixing of the Kebaran and Mousterian horizons, which was suggested by the presence of both Mousterian and Kebaran artifacts in the sediment layer dated. Four dates on samples of the deep Mousterian cultural layers range from 110 to 196 ka, and are in correct stratigraphic order, as are two dates of 72 and 85 ka on overlying units.

As these ages appear to be younger than TL dates on flints collected from similar levels, depth-related changes in sediment geochemistry are used to explain radioisotope inhomogeneities bearing on the dosimetry, and therefore the dates, of the sediments at Hayonim Cave.

These encouraging results indicate that optical dating may be successfully applied even to the minor aeolian quartz component of a carbonate-dominated sediment matrix in caves.

Thermoluminescence dating of Early Iron Age smelters at the Birimi, Ghana archaeological site.

Godfrey-Smith, D.I. ^{1,2}, Casey, J.L. ³

1. Dept. of Earth Sciences, Dalhousie University, Halifax, NS, Canada, B3H 3J5
2. Dept. of Structural Biology, the Weizmann Institute of Science, 76100 Rehovot
3. Department of Anthropology, University of South Carolina, Columbia SC 29208, USA.

We report the results of a chronological study of the iron smelting component of the Birimi archaeological site in northern Ghana. The site is located on a 2m terrace beside the Birimi stream on the Gambaga Escarpment, and 3.5 km NW of the village of Nalerigu in the Northern Region, Ghana. The 1996 survey and excavation of this site has revealed the presence of three distinct components. The eastern half of the site includes a 3500-3830 calBP Later Stone Age Kintampo component which appears to intrude artificially into the underlying sediments and may extend down to 160cm b.s. Underlying it is a Middle Stone Age (MSA) component which appears to be in archaeological context, and which has been dated by us to 27ka using the optical dating technique. The western half of the 200x50m site is dominated by the remains of several Iron Age smelters and numerous slag heaps, and is the subject of this report.

Archaeological investigations on the Gambaga escarpment during the 1980s have documented the evidence of iron smelting. Radiocarbon dates for these smelter remains and slags are scarce and perform indirect. While the Middle to Later Iron Age period in Ghana spans a broad range of 940-300 calBP, the ages of smelters in Northern Region rest on a single date of 510±90 calBP.

Birimi site sediments are derived from a well sorted and heavily oxidized medium to coarse sandstone which constitutes the bedrock of the Escarpment, and fine quartz sand to silt dominate the sedimentary column throughout. The lower limit of the downward leaching zone is indicated by a layer of nodular iron oxides at 56 cm b.s., clearly discernible in most erosional contexts such as terrace edges and stream gullies. The location of the smelting activities is directly related to the presence and easy access to this easily extractable natural source of iron.

The sediments, as well as ceramic, architectural, and industrial remains at Birimi are dominated by quartz and are particularly well suited to direct chronometric study using luminescence. We have completed thermoluminescence (TL) analyses of three best-preserved smelters at the site. High temperature and multiple-activation pre-dose TL analyses were performed on 120-150um quartz grains extracted from smelter walls. Excellent TL plateaus was obtained. Measured dose rates of 1.6 - 2.3 Gy/ka and nonlinearity intercepts $I_0 = 0.03 - 0.3$ Gy, yielded TL ages of 1060 ± 60 y (BRSM1), 1600 ± 95 y (BRSM4), and 1090 ± 70 y (BRSM5).

These results allow us to interpret the exact nature of exploitation of the iron resource at Birimi, and to conclude that iron smelting in northern Ghana was already well established during the Early Iron Age. Based on our results, we also conclude that the Birimi site was utilized for iron smelting for a prolonged period of time of at least 500 years.

ESR and OSL geochronology of the East Milford, N.S., Canada, mastodon locality, and the timing of the Illinoian-Sangamon transition.

Godfrey-Smith, D.I.^{1,2}, Scallion, P.¹, Grist, A.¹, Stea, R.R.³

1. Dept. of Earth Sciences, Dalhousie University, Halifax, N.S., Canada,
2. Department of Structural Biology, The Weizmann Institute of Science, 76100 Rehovot.
3. Dept. of Natural Resources, 1701 Hollis St., Halifax, N.S., Canada.

The final results of a multidisciplinary geochronological study of sediments and the fossil remains from the East Milford, N.S. mastodon locality, are reported. The unconsolidated sediments containing the fossil were dated using optical dating (OSL), the fossil dental enamel was dated using electron spin resonance (ESR), and the fossil bone collagen was dated using ¹⁴C dating.

Optical dating analyses of two sediment samples, based on added doses of up to 2400Gy, yielded statistically indistinguishable ages of 127 ± 13 ka (EMM1) and 143 ± 16 ka (EMM2), with an average of 135 ± 15 ka. This suggests that the sediments mantling the wall of the cavity in which the mastodon foundered were deposited during the deglaciation at the end of oxygen isotope stage 6, or at the beginning of oxygen isotope stage 5. Pollen data confirm an interglacial climate, which provides a low-precision independent geochronological support for the early onset of stage 5 suggested by the Devil's Hole data of Winograd et al. (1988, 1992).

The fossil dental enamel was ESR dated at 74.5 ± 6.9 ka, and indicates death at the end of oxygen isotope stage 5a, when the mid-Wisconsinan climatic cooling had already begun. Fission track analysis of the tooth showed minimal U uptake, restricted to <10 - $25\mu\text{m}$ in enamel and to 100 - $300\mu\text{m}$ in dentine. Some U uptake in bulk bone was present. We suggest that the gypsum geochemistry and very long residence at subzero temperatures during the Wisconsinan inhibited U mobility. This direct age indicates that the specimen became mired in a cavity that was already infilled or partly infilled with much older, probably waterlogged, sediments.

The dosimetric ages are in agreement with independent, non-finite radiocarbon ages on the mastodon and fossil wood from an overlying organic horizon. Our results also confirm that pre-Sangamon glacial and interglacial sediments are preserved in Nova Scotia, and that finite absolute ages for them can be obtained for them using luminescence dating techniques.

Regional Density Differences as a Possible Cause of Different Uplifting Styles of the Dead Sea Transform Shoulders

Goldshmidt, V., Rybakov, M. and Rotstein, Y.

Geophysical Institute of Israel, PO Box 2286, Holon 58122, Israel

The well known asymmetric topography of the Dead Sea transform (DST) region were analyzed using Bouguer and Freeair gravity maps, seismic refraction and regional density distribution. These data suggest a low density continental crust east of the DST and a dense, suboceanic crust to the west of the DST. We assume that this different existed prior to the initiation of the DST motion. The DST used the boundary of these various blocks as a weak zone. On the other hand, however, the DST has broken up the crust thus facilitating the uplift of the low density eastern shoulder.

Isostatic gravity anomalies were calculated to estimate the gravitational equilibrium of the region. The calculation of the isostatic correction, g (isost) was made in accordance with the hypothesis of Airy with the Heiskanen and Beining-Meines modification. We assumed an average topography, a crustal thickness ranging from 26-44 km, a compensation depth of 30 km, a crustal density of 2.8 g/cc and a density contrast between the crust and upper mantle of 0.40 g/cc in a 3-D gravity calculation. The isostatic anomalies, G (isost) were calculated as:

$$G \text{ (isost)} = G \text{ (Bouguer)} + g \text{ (isost)}$$

The resulting isostatic gravity map shows that the region as a whole is not isostatically compensated and parts of the region are characterized by the large positive (southern part of the eastern shoulder) and negative (transform valley) isostatic anomalies. At the same time small isostatic values are typical for the rest of the region; thus we expect that parts of the region will be associated with different recent vertical motion.

Systematic release of Pb and REE during granitoid weathering: a sequential leaching study

Yehudit Harlavan, The Geological Survey of Israel

Yigal Erel, The Hebrew University, Jerusalem

A sequential leaching of fresh granite experiment was conducted in order to investigate the release of Pb and rare earth elements during granitoid weathering. Two aliquots of granite sample from the El-Capitan Granite pluton, Sierra Nevada, California, were leached several times using 0.6M HCl solution. The amount of Si released in the first and final acid-leach is estimated to be equivalent to the release of Si during ~80 and ~500 kyr, respectively. The major element composition was found to decrease systematically with each successive leach. In addition, the acid-leach fractions exhibit a preferential release of Mg, Fe, K, and Na over Si. During early stages of granitoid weathering, as simulated by the first acid-leach fractions, Pb and REE are preferentially released due to dissolution of some of the accessory phases (i.e. allanite, sphene, and apatite). This results in higher Pb ratios and different REE patterns in the acid-leach fractions, compare with the whole rock values. Allanite dissolution dominates the early stages of weathering, which results in increase in the $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, $\text{Ce}_\text{N}/\text{Yb}_\text{N}$, and Ce/Pb ratios in the acid-leach fractions toward allanite value. Because of the preferential dissolution of allanite, the weathering solutions are enriched in LREE compare with the successive stages. The Pb isotope ratios and the $\text{Sm}_\text{N}/\text{Eu}_\text{N}$ ratio, indicate that in the following stages, dissolution of apatite and sphene occur. In the final stages the Pb isotope ratios and the normalized-REE patterns reflects the depletion of the accessory phases on one hand and the growing dissolution of feldspar on the other hand. Using the isotopic ratios of Pb, elemental compositions, and the REE concentrations we were able to establish the following order of the relative weathering rates of accessory phases; allanite >>apatite >> sphene. In addition, biotite was found to be twice as less resistant to weathering than hornblende and is probably dissolved completely after less than ~500 kyr.

This findings has relevancy to many geological studies including; soil nutrients and development, natural Pb in the soil, groundwater REE composition, the isotopic composition of Pb in marine deposits including sediments and ferromanganese crusts, and the major elements contribution to the ocean after new surfaces are exposed (e.g. glacial retreat)

Determination of earthquake energy release in the Eastern Mediterranean Region

R. Hofstetter and A. Shapira

Geophysical Inst. of Israel, PO Box 2286, Holon 58122, Israel. Tel: +972 3 557 6053; Fax: +972 3 550 292; E-mail: rami@iprg.energy.gov.il

We determined the energy radiated from earthquakes in the Eastern Mediterranean Region using the short period and broad band recordings of the Israel Seismic Network. Our dataset includes 134 local and regional earthquakes that occurred during 1990 to 1997 at distances of up to 1500 km, with body-wave magnitude range from 3.0 to 6.2. The released energy is calculated by executing an integration of the squared ground-motion velocity. An empirical attenuation relation of the energy as a function of the distance is obtained. We present the relation between the energy, seismic moment and magnitude.

The Afar Depression: Interpretation of the 1973-1997 Earthquakes

Hofstetter, R.¹ and Beyth, M.²

¹Geophysical Institute of Israel, PO Box 2286, Holon 58122, Israel

²Geological Survey of Israel, 30 Malkhei Israel St., Jerusalem 95501, Israel

The triangular Afar Depression (AD) is located between the Ethiopian, Somalian and Yemen plateaus. It is a triple junction of three rifts: Red Sea, Gulf of Aden and East Africa, and thus part of the Cenozoic continental rift system. The crust is attenuated (thinned), locally ruptured at the axial volcanic ranges, where new oceanic crust has begun to form. The tectonic model discussed by Beyth (1991) enforces dextral movements along E-W transverse structures. In the area of the Triple Junction the results of the fault plane solutions of strong to moderate earthquakes indicate either dextral or sinistral movements and normal components. In the Danakil Depression, the dominant component strikes dextrally NW-SE with normal or reverse components. In the Red Sea the striking tectonic trends are NW-SE with dominant reverse sinistral motion. The distribution pattern of epicenter locations fits well with the known active fault zone propagation in the AD and the axial volcanic ranges. The Bab El Mandab area is not active as expected.

The Interaction of Regional Aquifers With a Rift Seated Lake: an Example From the Sea of Galilee.

Hurwitz, S.¹, Rimmer, A.², Gvirtzman, H.¹

¹Institute of Earth Sciences, The Hebrew University, Jerusalem 91904

²Yodfat Engineers, POB 1346, Teradion 20179

Three groups of onshore saline springs, Tiberias, Fuliya and Tabgha are located along the western shore of the Sea of Galilee (Lake Kinneret). Groundwater emerging at the springs is a mixture of two end members, deep seated brines and shallow, fresh circulating groundwater. Chloride concentration in the springs ranges between 300 to 18,000 mg/l, depending on location and season. Spring discharge, hydraulic head in observation wells and nitrate and chloride concentration in springs were collected weakly between 1989-1997.

The data shows that In Tabgha the peaks of the above parameters precede those in Fuliya and Tiberias by approximately two months. This implies that the temporal mixing and drainage trends differs between the groups of springs. A conceptual model was proposed, describing the interaction between the regional aquifers, between the aquifers and the lake and between the aquifers and the springs. In Tabgha and Fuliya, the system consists of two aquifers, a lower saline and a shallow fresh water. The separation between the aquifers is at a depth of 200 to 400 m. In Tiberias, there is only the saline aquifer. A set of differential equations was developed to describe the mixing process between the two water bodies and the drainage of the aquifers during the summer and fall. The analytical solution of the equations are in fit with the measured parameters. The solutions show that in Tabgha, discharge and concentration trends of springs are mainly controlled by temporal recharge changes in the Galilee and the decay of the hydraulic heads in the aquifers follows an exponential function. Therefore, it is assumed that the mixed aquifer is confined near the lake. In contrary, the trends in Fuliya and Tiberias are in phase with lake level and hydraulic head decay follows a sine function. This phenomena implies that the mixed aquifer in the sub-lacustrine parts of these areas is partially phreatic and salt seepage into the lake is more extensive.

The different patterns are attributed to the fractured pattern of the lake sediments in contact with the aquifers offshore Fuliya and Tiberias compared with less fractured sediments offshore Tabgha.

A geomorphic analysis of the December 31, 1998 flood in Mt. Carmel

Inbar, M., Wittenberg, L., Shtober, N.

Department of Geography, University of Haifa, 31905, Haifa

Rare events in Mediterranean environments are a major factor in channel and floodplain modifications. On December 31, 1998 a rare climatic event affected the Mt. Carmel western area and caused major damages to agriculture, houses in moshav Tzerufa, and to roads, water and sewage pipes and drainage canals in the coastal plain area. After the flood a preliminary survey was conducted and a study was started with the aim to analyse the effects of catastrophic events with low frequency and high magnitude.

The storm was caused by a shallow "low"- and therefore difficult to forecast- which brought warm and moist air from the west to the Carmel mountain range. The rapid lifting of the air caused intensive rainfall of more than 100 mm for a 24 hour period in a narrow stretch area of 12 km to 24 km, and 200 mm in 7 hours in the center of the affected area. The event is probably the country record of rainfall for more than 200 mm in a 7 hours period, and the recurrence interval of the climatic and hydrologic event is probably more than 1:100 years.

Peakflow in the Me'arot stream was about 70 m³/sec and the specific peak discharge was 3 m³/sec/km², 20 times more than the specific peak discharge at the nearby Oren river in the same event. The difference is explained by the amount and intensity of rainfall in the Me'arot stream basin and the volcanic lithology of part of the basin. The estimated total volume of water flow for the Me'arot stream is ¾ to one million cubic meters, part of it flooded the coastal plain valley and the largest part reached the sea. Runoff/ rainfall rate for the storm was about 30%.

The major geomorphic changes occurred in the Me'arot and Maharal stream channels, where most of the alluvial plain areas were flooded and coarse sediment deposited. In the Me'arot stream valley a 30m width and 300m length alluvial fan was deposited. The Harubim stream- main tributary to the Me'arot- was the most active carrying large quantities of coarse sediments. Coarse poorly sorted sediments were deposited in levees along the river valleys at the lower segments of the channel. At lower slope channel angles, downstream road 4, only fine sediments- mainly silt and clay- were deposited. In several channel reaches water flow caused bed scour and weathering into hard limestone bedrock, supplying fresh bed material to the channel. In the coastal plain area the flood epitomized the process of alluvial filling and formation of deep soils by sequences of catastrophic floods from the Carmel rivers. The flood in its way to the sea overflowed the kurkar ridge by more than one meter and scoured a wide channel into the sandy coastal beach. Fine sediments were carried into the sea and only a very thin layer of clay sediment was found on some parts of the beach. The total sediment yield from the Me'arot and Maharal streams was significant and larger by orders of magnitude than the average annual sediment yield.

SOIL MAGNETIC STUDIES IN THE VICINITY OF THE EARLY NEOLITHIC SITE KFAR HAHORESH (ISRAEL)

ITKIS, S.,¹ GORING-MORRIS, N.,² GOREN, Y.,³ TSATSKIN, A.⁴

¹ Balaban str. 17/9, 97481 Jerusalem

² Institute of Archaeology, Hebrew University, 91905 Jerusalem

³ Institute of Archaeology, University of Tel-Aviv, 69978 Tel-Aviv

⁴ Department of Archaeology, University of Haifa, 31905 Haifa

Soil magnetism studies in the environs of Kfar HaHoresh, a 9th millennium BP Early Neolithic site in Lower Galilee, include three interrelated topics: magnetic prospecting of so far unearthened archaeological features, magnetic susceptibility (MS) measurements of soils, and experimental investigation of a kiln effects on total magnetic field.

Magnetic prospecting was carried on three plots of 2,000 m² general square with a 1 m grid spacing. On the plots "A" and "B", adjacent to the archaeological site, a magnetic anomaly of up to 15-20 nT in strength has been detected. A smaller anomaly was found in the valley floor of Nahal Zvi, whereas at the slope break it constitutes 0-2.5 nT. Hence a magnetic anomalies pattern roughly follows the surface topography. Detailed geomorphological and soil observations in trenches showed that the maximal anomaly occurs on a planar, colluvial slope where sediments with high density of artifacts attain more than 3 m thickness, filling a karstic, erosional hollow in the limestone bedrock. A survey on the opposite slope (plot "D" thus far not excavated) has revealed a similar magnetic anomalies pattern on a terrace-like surface at the convergence of a small erosional channel with Nahal Zvi.

MS measurements in soil pits on plots "A" and "D" showed substantial magnetic enhancement up to 400×10^{-5} SI units at about 2 m depth where brickearth, associated with the Early Neolithic occupation level, occurs. Micromorphological and mineralogical studies confirmed the presence of heated and man-made materials such as phosphate rich burnt clay, wood charcoal, and black aggregates rich in organic materials (manure ?) which all are embedded in the carbonated soil matrix. MS values of soils in the valley bottom and on steep slopes range between $100-200 \times 10^{-5}$ SI units. One more location with enhanced soil MS values at about 1 m depth was determined in a soil pit on the opposite slope of Nahal Zvi (plot "D"), which, along with magnetic prospecting results, may indicate existence of a minor prehistoric settlement perhaps contemporaneous to the key site.

Experimental work focused on plot "B" where an experimental kiln was constructed. After several days of wood combustion, ash accumulated on the walls and floor of the kiln which resulted in a magnetic anomaly of 10-12 nT. The results indicate the necessity of measuring soil magnetism with a denser grid within prehistoric sites than is commonly practiced, taking into account dimensions of ancient structures.

Analyzing Potential Cliff Erosivity from ERS-SAR Satellite Imagery.

Arnon Karnieli ¹, Neil Manspeizer ², Yaacov Arkin ³

1. The Remote Sensing Laboratory, J. Blaustein Institute for Desert Research, Ben Gurion University, Sede Boker Campus, 84990, Israel.
2. Graduate School of Geography, Clark University, 950 Main Street, Worcester, MA01610, USA.
3. Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Israel St., Jerusalem, 95501, Israel.

This paper demonstrates a method for elucidating the potential erosivity of cliff strata that fall within the radar shadow of SAR imagery. ERS-1 imagery of cliff faces in the Israel's Negev Desert, that look "away" from the satellite illumination direction, contain alternating gray to black stripes that correspond to the sedimentological units that make up the cliff. High Digital Number (DN) values relate to gently sloping surfaces with softer lithologies that yield higher rates of weathering. Conversely, lower DN values represent steeper surfaces with harder lithologies that yield a slower rate of weathering. Backscatter and Z-score values were extracted from the image to derive a Potential Erosivity Index (PEI) for strata at the feature and sub-feature level. This method, which may be used to determine relative erosivity of cliff strata, to complement existing geological mapping techniques, as well as to refine topographical representation of cliff faces in existing Digital Elevation Models (DEM).

Preliminary Results of Basin Mapping of the Lower Cretaceous traps in Northern Israel

Katz, Yu.¹ and Eppelbaum, L.²

¹ Paleontological Division of the Zoological Museum, Faculty of Life Sciences, Tel Aviv University, Ramat Aviv 69978, Tel Aviv, Israel

² Dept. of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University, Ramat Aviv 69978, Tel Aviv, Israel

The Early Cretaceous magmatic associations of Northern Israel have been studying during many years by use petrographic (Mimran, 1972; Shimron, 1989; Shimron and Lang, 1989, etc.) and radiometric investigations (Lang and Mimran, 1985; Lang and Steinitz, 1987; Shimron and Lang, 1988, etc.), on the basis of regionally-geological and tectonic conception (Garfunkel, 1989, 1992, etc.) and gravity and magnetic data interpretation (Folkman, 1976; Ban-Avraham and Hall, 1977; Ginzburg and Eppelbaum, 1994, 1995, etc.). These data were applied for preliminary estimation of the Tayasir traps distribution in Northern Israel. The conducted investigations allowed to recognize

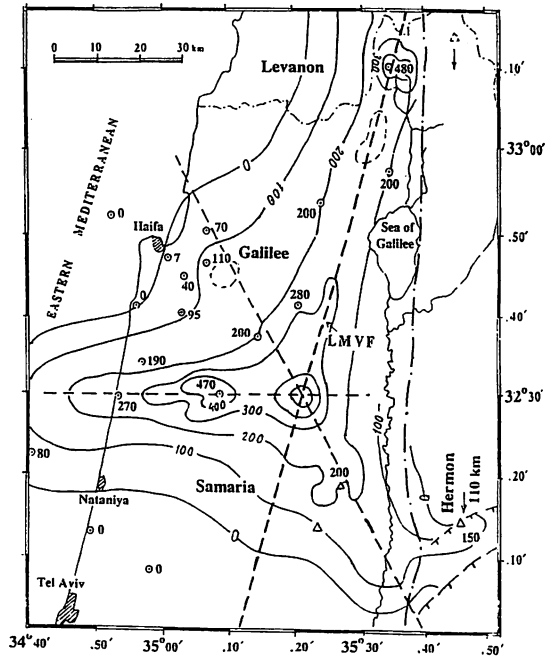
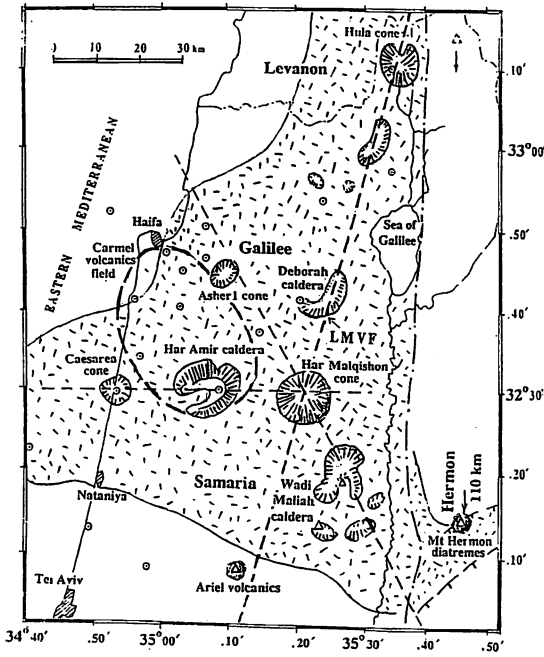


Figure 1: Paleogeography of the Tayasir traps (K₁h₂-b) and epigenetic Cenomanian volcanics in Northern Israel

Figure 2: Distribution of the Tayasir traps (in m) within the LMVF

Circles and triangles designate location of boreholes and outcrops, respectively

a relationship between these volcanic-tectonic structures and the Low Cretaceous Levantine Marginal Volcanic Fault (LMVF) (Figures 1 and 2).

Remote Sensing for Lithological Mapping, Using the Airborne Hyperspectral Scanner DAIS 7915. An Example from the Timna Valley, Southern Dead Sea Rift

Kaufmann, H.¹; Ben-Dor, E.²; Beyth, M.³, Crouvi, O.^{2,3,4} and Avigad, D.⁴

1 GFZ, Berlin, Germany

2 Department of Geography, Tel-Aviv University

3 Geological Survey of Israel, Jerusalem

4. Hebrew University, Jerusalem

The DAIS 7915 hyperspectral scanner of the German Space Agency (DLR) was operated in Israel in the summer of 1997 to acquire data over few locations in Israel. The sensor consists of 79 channels across the visible, near-infrared, short-infrared and thermal-infrared spectral range (0.4-12.3 μm), enabling the extraction of detailed spectral information from every ground 5x5 m pixel. The large number of spectral channels in the DAIS sensor enables the extraction of more precise lithological information than most of the sensors of the same range. For the first time the distinction among rocks by remote sensing from a combined refractive and emissive sensor is obtainable. The data presented were collected from an area of 36 km² over the Timna Valley from an altitude of 10,000 feet (along two flight paths). The digital data enable generation of relatively high-quality images from the spatial and spectral aspects. The ongoing study is currently focusing on the quantitative analysis of the ground reflectance spectra taken from the image, as compared with the available lithological/minerological spectral library, which combines data from the literature and data obtained in the Timna Valley. The purpose of the study will be to demonstrate the DAIS's hyperspectral lithology mapping and to compare it with the information obtained from the scanner with existing knowledge of the area (from both field measurements and map perspectives).

The problem associated with obtaining fluid samples inflow during exploratory drilling.

Kheyfets, I.

I.R.D. - Fuel Technologies Ltd. PO Box 146, Livna (Shani), 90411.

The essential process of exploratory drilling is to give the maximum information available about the petroliferous stratum. Acquiring maximum information from a single trial is only possible given the condition of establishing a reliable hydraulic connection between the oil containing stratum and the well. The sample of fluid in-flow is much more informative, than the analysis of the saturation of the cores. But, there are the problems in creation and maintenance of the hydraulic connection between the well and the stratum. During drilling of the oil-bearing rock, the hydrostatic pressure of drilling fluid exceeds the reservoir pressure (repression). This repression forced the filtrate of the drilling fluid to proliferate in the capillary of reservoir on distance of 1-5m and more, pushing away and blocking the oil. The colloidal components of the drilling fluid form a permanent plug within the capillaries 3 - 8mm deep. At this point, it is very difficult, if not impossible to reestablish a hydraulic connection between the petroleum reservoir and the well. There are a number of events in standard well completion procedure that significantly complicate the problem. The process of running casing creates the piston effect which farther increase repression. The process of cementing also contributes to repression, because of relatively high density of the liquid cementing mixtures. In the end the perforation of the casing. Perforating blow increases the hydrodynamic pressure within the shaft by many folds, which forces the well's fluid to fill and block the remaining channels in the reservoir rock. If the level of the perforating fluid contamination is up to 50mg/l, will decrease the permeability of the capillaries 10 folds. (The solids get into the perforating fluid as the latter is treated and injected into the well.) Considering that the practical contamination level of the perforating fluid is never less than 1500-2500mg/l, it is clear that almost all capillaries are completely obliterated. This was confirmed by photographs of the perforating channels. We also were able to confirm this data by analyzing the efficiency of producing wells by means of the umbrella-type flow meter. For instance, a 30m oil pool thickness the casing was uncovered with cumulative perforation (20 perforations per meter). The study of this particular area had shown, that the whole flow of crude oil took place, through only one opening, which retained the hydraulic connection with the well. Any following attempts to increase the amount of connecting channels and to intensify the flow of oil are based on the use of that single connecting channel. In these circumstances, all attempts to create additional perforations are outweighed by the risk of losing that single remaining channel, and are being abandoned. Many years of studies have shown that in the average well, 85% to 97% of the channels are completely obliterated. Studies conducted in the USA have shown similar result. According to specialists in the US, the efficiency of wells after perforations is just 10 - 20% of what is theoretically expected for a particular reservoir.

Hence, we can conclude that in order to obtain reliable information about location of oil reserves, it is extremely important to establish and be able to maintain a reliable hydraulic connection between the well and the oil reservoir.

CEMENT STRATIGRAPHY AND DIAGENETIC PHASES OF LATE TRIASSIC BUILDUPS FROM THE SUBSURFACE OF NORTHERN ISRAEL

Korngreen, D. Benjamini, Ch.

Department of Geological and Environmental Sciences, Ben Gurion University of the Negev, POB 653 Beer Sheva 84105

Platform carbonates from the Norian part of the Asher-Atlit 1 borehole correspond to the lagoonal, back-reef, central reef and fore-reef ramp or slope subenvironments of the alpine Dachstein platform of the late Triassic described by Flugel (1981). Limestone and dolomite are the predominant lithologies and shale is secondary. Volcanics with associated breccias are intercalated. Diagenetic processes obscured and eliminated original textures and fossil remains in the carbonate phase.

Using CL cement signatures, the section may be divided into sequential compositional concentric zones (SCCZ's), each with at least 2 distinguishable generations of cement. The SCCZ's cross carbonate units, but not volcanic beds, and are preserved through later diagenetic overprints. Genesis of the cement zones therefore date from earliest burial only. SCCZ signatures for each subunit can also eliminate confusion due to cavings.

Deeper proximal or distal fore-reef environments shallow upwards via bioherm or oolitic shoals to lagoonal facies or subaerial exposure. CL cement signatures suggest criteria for recognition of these subaerial exposure events despite rarity of recognizable paleosol features. Zoned cements became ordered according to the particular redox history of the vadose and phreatic zones following exposure. Thus each lowstand imprinted a cementation history onto the top of the underlying progradational facies.

In the studied section, at least six such shallowing-upwards cycles can be observed using cement stratigraphy. The two lower cycles are intimately connected with volcanism. The third, and sixth, have no volcanic intercalations, and correspond to facies shifts which indicate relative sea level change, either tectonic or eustatic, one of which is probably the global highstand of the mid-Norian described by Embry & Mork (1998). The fourth and fifth cycles are indicative of the combined influence of relative sea level shift, with vertical movements connected to local volcanism.

For the present, the order and hierarchy of these cycles and their utility in correlation outside the region are unknown. Ultimately, the sea level curve of the Late Triassic of northern Israel will be a composite of events which are volcanically, tectonically or eustatically related.

Contamination processes affecting the water quality in the Pleistocene aquifer in the western Galilee

Kronfeld, J.¹, Guttman, J.^{1,2}

1. Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel-Aviv University,
Ramat-Aviv 69978

2. Tahal, Consulting Engineers Ltd., Tel-Aviv

This work summarizes the results of research carried out to study the salinization processes affecting the Pleistocene aquifer in the western Galilee region. The study area extends from Kibbutz Shamrat in the south, to the cliffs at Rosh Hanikra in the north, and from the sea shore eastwards to the foothills of the Galilee.

For the past 40 years the water levels in the wells have been found to be very stable. At the same time there has been a sharp rise in the salinity and the nitrate concentrations in the groundwater from a fair number of wells. It is possible to define two regional groups of groundwater. Water from the carbonate Judea Group aquifer is predominately of high quality. The Pleistocene aquifer is much more susceptible to increasing salinity and nitrate inputs (reaching to 200 mg/l NO₃).

The $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$ values in the water from the Judea Group aquifer are quite uniform compared to water from the Pleistocene aquifer as a whole. Within the Pleistocene aquifer there are samples (usually corresponding to those wells that are undergoing salinization and containing high nitrate) that are clearly enriched in the heavier isotopes of hydrogen and oxygen, suggesting that they have undergone a certain amount of evaporation. Likewise, the isotopes of uranium and ¹⁴C define clear differences between the two aquifers. Thus, where water from the two aquifers mingle (eg., near Moshav Ben-Ami) the area of inter-aquiferial connection is delineated by intermediate values between the two end members. The use of ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratios point out that the salinization is not due to sea water intrusion. It appears that there is an inverse correlation between the nitrate concentration and the $\delta^{15}\text{N}$. The lower $\delta^{15}\text{N}$ values (closer to that of the fertilizer values), are associated with the highest nitrate concentrations. The recycling of irrigation water used in agriculture is the principle process affecting the salinization of the Pleistocene aquifer.

Fault pattern in the southern Dead Sea basin

Larsen, B.,¹ Ben-Avraham, Z.¹

¹ Tel Aviv University, Department of Geophysics and Planetary Sciences, Ramat Aviv, 69978 Tel Aviv, Israel.

The Dead Sea basin is a large strike-slip basin, (110 km long, 16 km wide and 6-12 km deep) located within the Dead Sea transform. The Dead Sea transform is a plate boundary separating the Arabian plate from the African plate and connects the divergent plate boundary in the Red Sea to the convergent plate boundary in the Taurus Mountains in southern Turkey.

The basin is divided into two sub-basins. The northern basin is covered by a ~300 m deep lake and the southern basin is subareal. Over the years numerous multichannel seismic profiles have been obtained by the oil industry in the southern basin. These profiles reveal much detail about the internal anatomy of the basin and the active tectonic processes.

Seismic reflection profiles in the southern sub-basin were used to construct a series of two-way time structural maps and two-way time isochore maps, using the computer program ZYCOR, for the different reflectors and sequences recognized in the area. The electrical and geophysical logs from wells in this area were then used to relate the mapped reflectors and sequences with geological units.

One of the new findings is that north of the large Amazyahu fault, that cut across the southern basin, the detailed seismic study shows movement of the depocenter towards the southeast probably in conjunction with movement of the fault. This is an interesting aspect since earlier studies suggested, that on a larger scale, movements of the depocenter was towards the north. Another finding is the much larger amount of salt in the Dead Sea basin than earlier assumed. Also the close relationship between the movement on the large Sedom fault, a large normal fault striking north-south with offset up to 1000m, and the salt tectonics is clearly visualized in this study. It shows that a large subsidence along the Sedom fault caused salt migration up the fault plane because of the extra load of sediments on the hanging wall.

SAR Penetration and its Correlation to Shallow Geophysical Methods: Applications in Middle-Eastern Environments

Lazar, M.,¹ Ben-Avraham, Z.,¹ Blumberg, D. G.,² Neta, T.²

¹Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University, P.O. Box 39040, Ramat Aviv, 69978 Tel Aviv.

²Department of Geography and Environmental Development, Ben Gurion University of the Negev, P.O. Box 653, 84105 Beer Sheva

Synthetic Aperture Radar (SAR) has proven to be a useful tool in geological remote sensing. The longer L-band radar wavelengths are particularly useful for looking beneath surfaces in areas of high aridity. SAR missions have obtained penetration data from different areas, among them the Sahara desert that showed braided channels beneath an old river valley and Death Valley, where a fault that extends into the valley under the sand was mapped. On the ground and in optical photographs, these features are invisible because they are entirely covered by windblown sand. So far, this technology has proven useful in arid to hyper-arid regions.

Using Ground Penetrating Radar (GPR) and other shallow geophysical methods as ground truth, this study examines the correlation of SAR penetration with geophysical data and investigates the feasibility of using the penetration capability of SAR as a research tool in semi-arid areas. The study covers several areas in Israel, such as the Jericho plain and the Carmel fault, as well as other sites in the region.

Preliminary studies using C and L-band data from the SIR-C/X-SAR mission show a distinct difference between the C and L-band reflectance along some of the small dry washes in the Negev. Comparison was conducted between radar and visible data, which further lead to the mapping of the continuation of some wadis, which are not visible in optical data. For example, in Nahal Mubra. Preliminary field studies reveal a carbonate layer at a depth of approximately 1 meter beneath the sand. Further studies will include wide spread coring and geophysical methods to determine if this in fact a buried dry wash revealed by the radar.

Using Hyperspectral Remote Sensing for Quantitative Monitoring of Lake Kinneret, Israel

Lazar, M.,¹ Ben-Avraham, Z.,¹ Ben-Dor, E.²

¹ Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University, P.O. Box 39040, Ramat Aviv, 69978 Tel Aviv.

² Department of Geography, Tel Aviv University, Ramat Aviv, 69978 Tel Aviv

Current monitoring of water quality in Lake Kinneret, Israel, is based on research carried out by the Kinneret Research Laboratory and "Mekorot" Israel Water Management Ltd. This monitoring is based on systematic collection of physical, chemical and biological data using traditional oceanographic methods. Measurements are collected regularly from a small number of fixed monitoring stations distributed across the lake at representative positions. Under these conditions, the monitoring program of the lake is incomplete and suffers from under sampling - both spatially and temporally.

Sophisticated remote sensing techniques have been applied to the lake with the aim of finding a solution and an applicable tool, suitable for high resolution, whole lake monitoring. Preliminary hyperspectral images were collected over the Lake on April 12, 1997 using a Compact Airborne Spectrographic Imager (CASI). Coincident measurements were taken from six points on the lake and fourteen points on the shore using a portable GPS to allow comparison with the CASI images. Measurements of Chlorophyll-a, total suspended sediments and secchi depth were acquired from the test points on the lake. The images were corrected for the atmosphere, allowing detailed thematic analysis to be carried out. The resulting maps, are in good correlation with the lake measurements. By applying this relatively new and advanced technology, and using the lake as a natural laboratory for research, a better understanding of the dynamic processes contributing to the quality of water in Israel's main water reservoir can be reached.

BUBBLE GROWTH IN ASCENDING MAGMA: EXPERIMENTS ON RHYOLITIC MELTS, AND NUMERICAL MODELING

Lensky N., Chekhmir A., Lyakhovsky V. and Navon O.

Institute of Earth Sciences, The Hebrew University, Jerusalem, 91904, ISRAEL

Bubble growth in ascending magma controls the style of volcanic eruptions. Efficient vesiculation will cause extreme rates of magma expansion and ascent and may lead to explosive eruptions. We used experimental and numerical simulations to study the growth of water bubbles in silicic melts under variable pressure. We hydrated samples of rhyolitic obsidian at 150 MPa (850 °C) and decompressed them to 110 MPa (700 °C), where bubbles were allowed to grow to their final equilibrium radius. The bubble-bearing samples were quenched, photographed, and then re-loaded to 110 MPa, 700 °C. After reaching thermal and mechanical equilibrium we released pressure gradually, from 110 MPa to 70 MPa over ~30 seconds, and quenched again. We re-examined the samples under the microscope, compared the initial and final radii of individual bubbles, and documented the number and distance of neighboring bubbles. To simulate our experiments, we used the model of Lyakhovsky et al. (1995) that follows the growth of water bubbles from a shell of melt that surrounds them. We modified the model to include the effects of variable pressure and the dependence of viscosity and diffusivity on both temperature and concentration of water.

in the simulations the input includes the measured initial radius, initial separation between bubbles, and the path of decompression vs. time. Model-calculated radii are in excellent agreement with measured radii for the whole range of bubble sizes. Small bubbles closely follow the equilibrium growth-path. Larger bubbles do not approach the equilibrium size, but their radii closely agree with model predictions. This deviation from equilibrium reflects the less efficient diffusive transfer of water from the larger melt shells around the large bubbles.

These results, together with previous success of the model in simulating growth under constant pressure (Lyakhovsky et al., 1995; Navon et al., 1998) assure the accuracy of our mathematical model. To study eruption dynamics in the inaccessible parts of a volcano one must include the coupled effects of bubble growth and magma flow that amplify each other. The major difficulty in solving this problem is the unknown behavior of bulk and shear viscosities of the bubble bearing magma. We are now applying the growth model to examine the effect of bubble growth on bulk viscosity and the equation of state of expanding magmas.

Evidence for Neotectonic Activity in the Shallow Continental Shelf

off Tel Aviv

Levy, R., and Mart, Y.

Leon Recanati Center for Marine Studies, University of Haifa. Haifa 31905

Historic documents bear evidence on numerous earthquakes and tsunamis that hit Jaffa and neighboring cities since the Roman period. The evidence is equivocal, and it is clear that their indication on earthquake magnitude is negligible. Most of the historic documents reporting earthquakes and tsunamis request aid, such as the letters discovered in the Cairo Geniza, which beg for support for the Jewish community in Ramle, after being severely hit by a tremor in 1034. It seems that the descriptions of loss and damage in these and other letters are exaggerated, but some earthquake damage did probably occur. Furthermore, tsunamis affect in a coastal city does not necessarily reflect a local seismic event, and the wave could have arrived from a distant marine earthquake. Bearing these constraints in mind, we know of earthquake damages in the Jaffa region in 130 C.E. (the report is from Caesarea and Lod), 363 (reports from Ghaza, Nablus and Apollonia), 1034 (reports from Ramle. This earthquake may overlap the reports of the Ramle earthquake in 1063). Tsunami strikes were reported in 115 (Caesarea and Yavne were hit), 551 (in Caesarea) and 1546 (in Jaffa).

The association between damaging earthquakes and neotectonic offset is a possibility, but is not a certainty. Earthquake may lead to the destruction of houses, especially if built, or founded, not according to shear resistance regulations. However, evidence for tectonic (but not geotechnical) offset suggests the occurrence of an earthquake. The common distinction between tectonic and geotechnical displacement is that the latter is likely to form an arcuate scarp, while the former would produce a straight escarpment. Intensive human activity in the coastal plain of central Israel for millennia caused abundant anthropogenic landforms, which makes the determination of faulted escarpment dubious.

A high resolution seismic reflection survey has been carried out recently in the proximal continental shelf between Bat-Yam and the Yarkon River, using a Chirp system, with penetration of nearly 50 milliseconds (ca. 40 m), and DGPS navigation. The reflections were from the layer of unconsolidated sediments and the top of the calcareous sandstone ("kurkar") layer. No reflectors were determined under the top of the sandstone. The survey detected regular bedding in most of the surveyed area, but sandstone escarpments were discerned in some anomalous sectors, which may indicate recent faulting. Since the length of the faulted escarpment is relatively short, the main indication to rule out slumping and geotechnical rupture is the gentle gradient of the proximal continental shelf. The sandstone escarpments probably indicate neotectonic faulting in the shelf off Tel Aviv. A large outcrop of calcareous sandstone was discovered west of Jaffa, along the projected extension of the original trace of Ayalon River, 2-3 km from the coast and at water depth of ca. 30m. Several E-W trending faults were discerned in this site. Another series of calcareous sandstone hills were encountered also off the mouth of the Yarkon River, ca. 3.5 km from the coast, but the hills here are buried in the sediment, and only a fraction outcrops at the seafloor. East-west trending faults were observed here as well. A third site of calcareous sandstone was discovered off bat-Yam, also mostly buried in the sediment. It seems that the rivers that transect the coastal plain in Tel Aviv area follow along a trace of faults that uplift their southern flank.

THE K/T BOUNDARY BIOLOGICAL TURNOVER: A TROPHIC NON-CATASTROPHIC PROCESS

Lewy, Z.

The Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael St., 95501 Jerusalem

Recent studies show gradual impoverishment of faunal assemblages, and stepwise disappearance of species much before the Deccan (India) intensive volcanism and the Chicxulub (Mexico) meteorite impact. These events had a destructive effect, but could not have caused the selection in the survival and disappearance of the Cretaceous fauna and flora.

The K/T boundary biological crisis occurred within the Upper Cretaceous-Lower Tertiary high productivity settings, evidenced in the Tethyan region by organic rich sediments, phosphate and biogenic silica beds. Isotope studies similarly suggest high productivity and a global warm climate during the Upper Cretaceous, with some fluctuations and minor cooling towards the K/T boundary. These Late Cretaceous optimal living conditions on land and in the marine environments resulted in the increase in biodiversity and total biomass, as well as gigantism of many organisms. Many carnivores, especially the dinosaurs and the marine mosasaurs became efficient killers that none could withstand. Locally they over-consumed their favored easy prey, and then turned to other prey, which became scarce to smaller carnivores. These latter looked for alternative kinds of prey. Thus the local food-chain collapsed, first in the densely populated (low latitudes) regions, gradually (diachronically) extending north and southward (high latitudes). Carnivores learned to utilize their prey's periods of highest vulnerability to predation. Those which temporarily lived without shelter or could not escape, formed easy prey until their total extinction.

Most Cretaceous life forms of the extensive bioprovinces lived as small populations in marginal niches as well, or withdrew to such protected habitats under the predatory pressure. There some survived unchanged into the Tertiary, but the majority modified under the local ecological stresses. Much of the genetic information obtained by the Cretaceous life forms survived (partly unexpressed) within the genes of these protected populations. The changed and unchanged Cretaceous descendants migrated into the open bioprovinces with the stabilization of the ecosystems in Early Tertiary times. There they rapidly diversified by physiologically and morphologically expressing their latent genetic properties while adapting to the new ecosystems. The Early Tertiary evolutionary rapid speciation while filling the vacant niches was highly exaggerated. Only a few groups disappeared during this reverse food chain collapse. The K/T boundary biological turnover is an extensive transformation of Cretaceous life forms into Tertiary ones rather, than a mass extinction, followed by intensive speciation.

Eastern Mediterranean Lithosphere Plates and Hydrocarbon Basins

Livshits Yuri

Dept. of Geophysics & Plan. Sci., Tel Aviv University Ramat Aviv 69978, Tel Aviv, Israel

Eastern Mediterranean ensemble of bordering lithosphere plates fixes the position of main hydrocarbon basins. African plate in Oligocene - Early Miocene was cut off from Arabian plate (with its enormous hydrocarbon resources) by the Red Sea Rift system (RSRS) and its branch the Dead Sea Rift zone (DSRZ). Prior to this separation all hydrocarbon basins have been developed as a part of a single African-Arabian ancient platform. However, since Triassic on the ancient platform rim the peculiar Eastern Mediterranean (Levant) basin (EMB) began to develop. EMB limits from west the Israel-Sinai subplate (ISS), which was formed as the African plate's wedge between the RSRS and DSRZ. Thus, on the Eastern Mediterranean part of African plate two main structures are presented: marine Eastern Mediterranean basin and terrestrial Israel - Sinai subplate. The boundary between these structures is defined as a separate historical-structural unit - the Marginal Fault Belt - MFB - ("paleodepositional hinge-belt", "edge of Cretaceous carbonate platform", etc.). The MFB extends along the Mediterranean Sea beach on Israel, Sinai, and Egypt Coastal Plains for a length of more than 600 km. In Israel it runs in the longitudinal direction. At the same time, in Sinai and Egypt the MFB' strike is sublatitudinal. The MFB can be divided in Israel into some parallel blocks (total width 5 - 12 km). Its highest part - western horst-anticline - is complicated by series of echelon anticlines with the Helez oil field. The difference in the geological development of the main structures of the African plate in Eastern Mediterranean have been emerged during the all geological history. Beginning of these differences were expressed by the formation of the Riphean molasse basin on the present Israel-Sinai subplate area. The EMB and especially MFB were developed as vastly more mobile structures, than ISS.

Hydrocarbon basins in the region under study have been developed in accordance to the evolution of the above mentioned main tectonic elements. The most attractive for petroleum exploration is the Eastern Mediterranean basin (including MFB). Within this basin are known the oil fields of Helez and Ashdod (Israel) and gas field Sadot (Sinai) (onshore), a number of oil/gas/condensate fields in Nile delta (onshore and offshore) and a lot of other hydrocarbon discoveries and shows in Egypt, Sinai and Israel (offshore and onshore). The "kitchen" for hydrocarbons is situated probably in the EMB marine part. The source rocks in Israel probably are represented by the Middle Jurassic bituminous carbonates. The second type of the hydrocarbon basins is presented by the RSRS with well-known oil/gas fields in Red Sea (onshore and offshore), and by the DSRZ. In the DSRZ the gas and very small oil fields are discovered now only in the graben rim. The Senonian bituminous shales in deeply buried parts of the Dead Sea graben (under salt) are proposed as the source rocks. Just the deeply part of the Dead Sea graben is the more attractive part of the DSRZ. The third type of hydrocarbon basin is associated with the Israel - Sinai subplate. The Triassic- Jurassic and possible Paleozoic rocks from the buried and inverted Mesozoic grabens are proposed as source of the oil/gas migration. Thus, the very complicated evolution of the Eastern Mediterranean caused the genetic variability of the hydrocarbon basins in this area.

Repeated Transform Faulting and Lake Level Changes: Results from Trenching in the Beteiha Valley

Shmuel Marco¹, Thomas Rockwell², Amotz Agnon³, and Ariel Heimann¹

¹The Geological Survey of Israel

²Dept. Geological Sciences, San Diego State University, California

³The Institute of Earth Sciences, The Hebrew University of Jerusalem

Mapping the Jordan Fault north of Lake Kinneret and direct detection of active strike-slip faulting are hampered by the poor exposures and the dominantly fault-parallel drainage. The recent discovery of repeatedly offset man-made structures on the north end of the Jordan Gorge (Ateret) has motivated us to seek evidence of faulted alluvial systems. We have identified a N-S lineament, colinear with the Jordan Gorge, extending southward through the agricultural Beteiha Valley (the northern flooding plain of Lake Kinneret). The lineament is associated in places with a west-facing eroded scarp, up to a meter high. High resolution seismic profiling (by GII) has shown discontinuity of shallow reflectors across the lineament, corroborating its tectonic origin and recent activity.

We have excavated a network of trenches across the lineament in the Beteiha Valley. An E-W channel, active during rainy years according to air photos, crosses the lineament at the selected trenching site. At the surface the channel did not leave remarkable deposits, and a well developed soil dominates the whole site. At depths exceeding 1.5 meters, however, we found a conglomerate body composed of well defined facies and flood units, with pebbles up to 10 cm diameter. At shallower levels the channel deposits are fossil rich, with an assemblage resembling the mouth of the active Jordan and Meshushim Rivers. The buried stream deposits are offset along the lineament, with the last offset amounting to 2.6 left lateral and 0.4 vertical (west down). A total vertical throw of identifiable alluvial units in excess of 1.0 meter accounts for the surface scarp, and is a result of repeated events. We emphasize that the well developed stream facies excavated in three dimensions allow a clear identification of tectonic deformation as opposed to alluvial features such as meanders and cascades.

A multistage geological history emerges from the excavations: (1) The fault creates a scarp in the alluvial plain. (2) A stream crosses the scarp flowing west toward the Jordan River. (3) Repeated faulting along the Lineament offsets the stream, with the last phase reaching 2.6 left-lateral motion. (4) Following the last faulting event the lake rises to a steady level close to the site (-206 m). (5) With the subsequent regression of the lake, the stream channel is deserted except in peak flooding events. Some of these hydrographic changes may have resulted from the surface deformation associated with the last faulting event. Underway radiometric dating of charcoal samples from the trenches will constrain the timing of the geological history outlined above. This will enable comparison with historical, archeological, and limnological studies of regional earthquakes and climate changes.

The structural setup of Eratosthenes Seamount and Cyprus: Thrusting and incipient obduction

Y. Mart¹, J. Benkhelil², J. Mascle³ and PrisMed II shipboard science party

1. Center for Marine Studies, Haifa University, Haifa 31905, Israel
2. University of Perpignan, 66860 Perpignan, France
3. Geodynamic Observatory, 06230 Villefranche-Sur-Mer, France

The neotectonic regime of Cyprus in the eastern Mediterranean and its interaction with Eratosthenes Seamount to the south, shed light on the structural evolution of the Levant and the easternmost Mediterranean. Furthermore, Eratosthenes Seamount and Cyprus present a rare example of incipient obduction. Eratosthenes is a rounded submerged plateau, located south of Cyprus, measuring some 100 km in diameter, and its peak is submerged at ca. 700 m. The seamount is founded on continental crust, and its Cretaceous-Eocene lithology comprises sedimentary rock series which are not very different from the contemporaneous sequence encountered in northern Israel and Lebanon.

A composite geophysical survey, carried out aboard R/V *l'Atalante*, verified that a series of northward dipping thrust faults separate the seamount from Cyprus. The survey encountered structural evidence that the seamount is being driven northwards and downwards. The Eratosthenes Seamount is bounded by a square-set system of faults, trending NNE and NW, but the northern flank of the seamount is sliced by a series of E-W trending normal faults. These faults trend nearly parallel to the thrust faults that separate it from Cyprus, and systematically lower the northern blocks. Similar features have been reported from the western Pacific Ocean, where seamounts are undergoing subduction. Eratosthenes seamount is surrounded by a moat, which deepens towards Cyprus, and correlation with seamounts elsewhere suggests that the moat was formed by the subsiding structure. The faults and the moat are probably the products of the downward pull of Eratosthenes Seamount as it is being thrust under Cyprus. Similar moat has been reported from the Ionian Sea, where Bannock Seamount is being subducted under the Mediterranean Ridge. Consequently the considerable uplift of Cyprus since the Pliocene seems to be the balancing product of Eratosthenes underthrusting. It seems that continued thrusting would obduct the marine volcanics of Troodos ophiolites in southern Cyprus on top of the continental crust of Eratosthenes Seamount, and would form features similar to the obducted ophiolites in Baer-Bassit, Hatai or Oman.

Method and Automated Monitoring Geocontrol System

Boris Mavashev

**Center For Technological Education Holon
207/33 Neve Yaqov St. Jerusalem 97350, Israel**

By studying the atmospheric processes forming the weather condition it was given till last time little attention to seismic processes or it was thought, that the development of the atmospheric processes is not connected with the conditions of the earth crust. There is wide spread the meaning, that there are possible situations in zones of seismic activity, when the quick basic systems change and called by it sharp atmosphere pressure change are provoking the earthquake ripened in the nature depends from the atmospheric processes.

The carried out investigations and long-years considerations made by the author upon the weather anomalies and seismic activity on the Tashkent seismic - geophysics range (The Middle Asia) and in another regions of the Earth (1980 - 1996 years) are pointing that there exists definite correlation connection between seismic - tectonic and atmospheric processes. This connection displays in the weather deviation from the usual process in one or another region and precedes (accompanies) the seismic activity in seismic zones.

As is known, the earthquake creation is connected with the sharp shift moving of the mountains breed in the earth crust. In the period of the preparation of the earthquake under the influence of tectonic strains and huge pressures there are changing the volume and the form of separated parts of the mountain breed and there is going decreasing of the density of the materials on account of the creation of micro splits, and as the consequence, the increase of the volume (dilatans'y), what moves to the earth surface deformation on the big square.

On this ground there is changing sharply the warm stream income intensity and the earth surface albedo, which are defining the dynamics of atmosphere processes and the weather condition before and after the earthquake. The meteorological consequences are as deeper and longer especially in the epicenter zone as more the magnitude of expected earthquake. These circumstances are giving the possibility to estimate and to separate the effective features of the meteorological harbingers of the earthquakes and to develop the method of the forecast of its place, time and magnitude and so it opens the possibility to consider the problems of weather cataclysms creation from the new scientific positions.

The complex using meteorological and radon earthquakes predictions according to our preliminary estimations reliability of forecast is 90 - 95 % when the method would be used.

Planning the Negev for the 21st Century: Geological Aspects

Emanuel Mazor

Environmental Sciences and Energy Research, Weizmann Institute of Science
and
Ramon Science Center, Desert Research Institute, Ben Gurion University of the
Negev

The Negev is perceived by most planners as a monotonous land - a desert that has a low population capacity. The various master plans, including Israel 2020, deal mainly with the populated northern half of the country, paying little attention to the Negev. Thus, the Negev may develop into the backyard of the country and the wastebasket of the north. This approach has to be fundamentally changed, emphasizing all the natural wealth of the Negev, which should be developed into the beautiful and well preserved part of Israel - spatial lungs of wilderness and heritage, linked with modern development.

The various planning schemes relate to physical aspects, such as the distribution of urban and rural centers, location of roads, quarries, mining complexes, military training grounds and reserves. But the planning lacks relevance to the virtues of the terrain and the assets of landscape, nature and heritage. The Nature Reserves of the Negev are of low potential as they (a) overlap by 40% with military training grounds, (b) quarrying, mining and other devastating activities are allowed within each reserve, and (c) the areas of the reserves are poorly defined in meaningful geographical terms, and are not related to specific assets of landscape, geology, biology, archeology or history (e.g. there is a Judean Desert Reserve at Ein Yahav; Makhteshim and Ein Yahav Reserve includes no makhtesh: Large Rivers and Ketura Reserve includes two small rivers and is 20 kms. away from Ketura, and there is another Reserve called Ketura - a real mix-up; there are 4 Zinim Cliff reserves and most of them do not include Nahal Zin at all; etc.).

In light of dialogues with a long list of experts of the planning agencies and local and regional authorities it is proposed that the status of the existing set of reserves will be left unchanged, but an additional "layer" of Specific Reserves will be added to the new Master Plan 35 now in preparation. The Specific Reserves are (a) selected mainly from reserves that are not overlapping military grounds, (b) defined by an "umbrella" topic (mostly geological, e.g. makhtesh, sand dunes, cradle of cooper exploitation, or tsalt dome). Local upgrading of reserves will be necessary, e.g. exclusion of quarrying and mining in the makhteshim. Examples of the suggested Specific Reserves (SR) are: SR Strongholds of the Rebel: Mezada-Ein Gedi; SR Mt. Sedom Salt Dome and Hatrurim Desert; SR Be'eri-Besor Badlands; SR Makhtesh Katan; SR Makhtesh Gadol; SR Desert and Man: Avdat-Sde Boqer; SR the Spice Road: Moah-Avdat; SR Makhtesh Ramon National Geological Park; SR Arif Makhteshim; SR Thrust Faults: Grofit; SR The Cradle of Cooper: Timna; SR Igneous Rocks: Eilat; and SR Coral Reefs.

The Specific Reserves will bring out the variability of assets of nature, landscapes and heritage, tagging the Northern Negev as *the country of the Dead Sea Rift Valley, strongholds of the rebel and the mounts (tilim)*; the Central Negev - *country of the makhteshim, desert cities and ancient trade routes*; and the Southern Negev - *country of the igneous rocks, coral reef and the cradle of cooper exploitation*.

The Negev is a colorful rocky desert, exposing variegated domains of geological wilderness. The planning of the Negev for the 21st century has to be based on this resource, adopting the sustainable development approach.

The Organic Matter Content of the Mount Scopus Group Sequence - Its Possible Use as Stratigraphic Tool

Tsevi Minster¹, Akiva Flexer² & Ya'acov Nathan¹

¹ - Geological Survey of Israel, 95501 Jerusalem.

² - Dept. of Geophysics & Planetary Sciences, Tel-Aviv University, 69978 Tel-Aviv

Significant portion of the Mount Scopus Group sequence in various synclinal basins around Israel is characterized by its anomalous organic matter (OM) content. Sharp transitions between nil, low and relatively high OM concentrations are recognized all along the sequence. Some of these transitions can be traced on a domestic, regional scale and also in Jordan.

In locations rich in OM within the Phosphorite Member, of the Mishash Formation sequence, there is a negative correlation between P₂O₅ and OM content. Thus, and especially in the upper part of the formation, peaks of low OM content correspond well with the phosphoritic beds. This phenomena is found in the Oron and Nahal Zin phosphorite fields and are well proved from the subsurface of the Mishor Rotem basin. There are indications from boreholes that other transitions in OM content may be traced and laterally correlated also in the Mishash sequence, below the Phosphorite Member.

The most easily traced sharp, vertical, transition in the OM content is that of the top Mishash - bottom Ghareb contact, which shows a sharp increase in the OM content upwards. This transition can be traced even in sequences where no clear lithological changes can be seen in the Campanian-Maastrichtian sequence (i.e., nil or low phosphate content), like in the En Zeitim Formation. Another transition can be traced in many underground logs within the Ghareb Formation, between a lower (high in OM) and an upper (low in OM content) sub-units. This transition can be correlated between the subsurface sequences in Mishor Rotem and Oron basins in the Northern Negev, Zor'a in the Shefela and in Arbel, close to Lake Kinneret.

The last appearance of a 'dark', organic matter enriched lithology within the Ghareb Formation has no stratigraphic significance. On the other hand, it is indicated that in places, the lowermost part of the Taqiye Formation in the subsurface is traceable by a rise in the OM content from almost nil to few percents.

In several cases the use of the vertical changes in the OM content proved to be useful for stratigraphic application purposes and such indications were supported by paleontological examinations. It is recommended to consider the use of this tool when studying of the Mount Scopus Group successions in the subsurface.

The described data may contribute some useful indications about the geological history and the paleogeographical framework. When vertical transitions in the OM content are well correlated laterally, on localized or regional scales, it may indicate about connections between water bodies which prevailed during the times of deposition.

Combining Ground Penetrating Radar with Magnetometry for Archaeological Mapping in Caesarea

Miran, I., Ben-Avraham, Z.

Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University,
Ramat Aviv 69978

During the last few decades the ancient city of Caesarea has been extensively excavated by archaeological expeditions from several universities and archaeological research institutes from around the world. The last campaign of the Israeli Antiquities Authority revealed a large palace in the southern part of the Roman city, which is believed to have served the Roman governors during the 1st century AD. The excavation of this "Governers' Palace" reached, in the south, an exposed existing wall of late Byzantine period. Since the wall abruptly interrupts the southern part of the palace, it is suggested that the palace may extend more to the south, beyond the wall. The study area, situated immediately to the south of the wall, is bounded to the west by a small cliff, exposing along the beach a thick (2-4 m) layer of pottery shards containing in some places large building blocks. To the east, lies the well-known Roman theatre, originally built by King Herod.

A GPR (Ground Penetration Radar) survey was conducted on a tight 1 m spaced grid over an area of 40 x 50 m, with a sampling interval of 25 cm along each line, using two antenna frequencies: 100 MHz and 200 MHz. Magnetometric-gradiometric sections were taken on the same grid, using different sensor spacings. GPR and magnetic results show the existence of anomalies in some locations, including the continuation of exposed wall traces.

The primary aim of this study is to map the buried archaeological features in the surveyed area in order to determine to what extent the "Governers' Palace" continues to the south - thus aiding potential future excavation planning, while special emphasis is given on the **combination** of the two different geophysical techniques for archaeological prospection. Since GPR and magnetics are based on two totally different physical concepts - wave propagation and potential field respectively - their combined analysis represents a synergetic enhancement of the information extractable from acquired data.

Due to the complex setting of the surveyed area, both magnetic and GPR raw data contained a high level of undesired artifacts, caused by artificial modern elements above, on and below the surface. Novel processing and displaying techniques were developed in order to rid the data of these effects.

Geochemistry of Amram Massif Rocks, Southern Israel: Preliminary Results

Mushkin, A.,^{1,2} Navon, O.,¹ Stein, S.,¹ Halicz, L.,²

1. Institute of Earth Sciences, The Hebrew University, 91904 Jerusalem

2. Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael Street, 95501 Jerusalem

Amram Massif is comprised of a late Proterozoic magmatic rock suite, exposed over an area of 6 square km and overlaid unconformably by Cambrian sandstones. This study is focused on the magmatic units exposed in the massif: alkali granite, rhyolite, monzonite, quartz monzonite, and the dikes emplaced into them. These rocks belong to the final stage in the evolution of the Arabian Nubian Shield and represent the transition from orogenic to intra-plate magmatism.

Field relations in the Amram massif reveal the following sequence of events: 1) Emplacement of hypabyssal alkali granites 2) Rhyolitic volcanism 3) Intrusion of sub-volcanic monzonite 4) Intrusion of sub-volcanic quartz monzonite. All these rocks are intruded by mafic and felsic dikes. The rocks of the Amram massif are metaluminous, display alkaline affinity and span a wide and continuous range of chemical compositions: 45% - 78% SiO₂. Petrological and geochemical data associate these rocks with A-type granites that appear in other parts of the ANS as well. Variation diagrams of major and trace elements develop along smooth, continuous lines, and suggest that the parental magmas of these rocks evolved along similar pathways. The uniformity of incompatible element ratios (e.g. Nb/Y = 0.6 - 0.75), indicates that these rocks share a common source. The contrasting variation in the concentration of compatible and incompatible elements in mafic and felsic rocks (e.g. V vs. Nb), suggests that fractional crystallization was the main mechanism that governed the evolution path of the parental magmas. An increase in REE concentrations with increasing SiO₂ content is noticeable, as well as the similarity in REE profiles for all the rocks. A negative Eu anomaly develops in the felsic rocks. This suggests the importance of plagioclase in the crystallizing assemblage at the final stages of fractional crystallization.

Field relations and geochemical data suggest that the parental magmas of Amram massif rocks were derived from a common source and developed through recurring cycles of fractional crystallization and mafic magma recharging. A tectonic classification of A-type granites (Eby, 1992) relates Amram rocks to intra-plate, post orogenic, mantle derived magmas. This classification further supports the attribution of these rocks to the final stage in the evolution of the ANS. We suggest that the rocks of Amram massif sample the sub-continental lithosphere soon after the transition from an orogenic environment to an intra-plate stable environment at the end of the Proterozoic.

GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF CHERTS FROM NORTHERN ISRAEL (WESTERN GALILEE).

Y. Nathan and I. Segal, Geological Survey of Israel, Jerusalem 95501, Israel

Ch. Delage, Centre de Recherche Francais de Jerusalem, P.O. Box 547, Jerusalem, Israel

In order to determine the provenance of prehistoric chert artifacts in northern Israel, a chemical survey of cherts from the area was carried out. Ninety-three samples of chert were collected from six chert-bearing formations (Deir Hanna, Yanuh, Yirka, Bina, Mishash and Zor'a). All samples were analyzed for aluminum, iron, calcium, magnesium, barium, chromium, manganese, strontium and zinc (using ICP-OES). Twenty-five selected samples were analyzed for 34 elements (major, minor, and trace, using also ICP-MS).

The chemical results were used for a discriminant analysis. The results of the statistical analysis showed that four groups could be distinguished by their geochemical signatures: Deir Hanna, Yanyirk, group which includes the samples from two formations (Yanuh and Yirka), Zor'a and Mishash. The relatively small amount of samples from the Bina Formation (only 8) were not homogeneous enough to form a group, however, the six samples from the Mishash Formation had significant similarities. The trace elements were more useful than the majors to discriminate between groups. Ba and Mn were the two most significant. Tables 1 and 2 summarize the results of the discriminant analysis.

Table 1 - Last Classification Matrix

Stat. Discrim. Analysis	Rows: Observed classification Last step (7)					
	Percent Correct ^a	Deir Hanna p=.207 ^c	Yanyirk ^b p=.435	Bina p=.087	Mishash p=.066	Zor'a p=.207
Deir Hanna	63.2	12	6	0	0	1
Yanyirk	95.0	0	38	1	1	0
Bina	12.5	0	5	1	2	0
Mishash .	50.0	0	3	0	3	0
Zor'a	68.4	3	3	0	0	13
Total	72.8	15	55	2	6	14

^a - This column gives the percentage of cases which have been correctly classified in each group. The remaining columns show the number of cases that are misclassified in each group, and how they are misclassified except for the diagonal of the matrix, which shows the number of cases that were correctly classified.

^b - group which contains the samples from both the Yanuh and the Yirka formations.

^c - This line in each column header indicates the *a priori* classification probabilities

Table 2 - Stepwise Analysis

STAT. DISCRIM. ANALYSIS	Summary of Stepwise Analysis				
	Variable Enter/Remove	Step	F to enter/remove	Lambda	F-value
Ba - (E)	1	22.02	0.497	22.02	
Mn - (E)	2	10.17	0.337	15.52	
Al ₂ O ₃ - (E)	3	5.46	0.268	12.08	
V - (E)	4	4.24	0.223	10.19	
Zn - (E)	5	2.61	0.198	8.68	
CaO - (E)	6	1.86	0.182	7.54	
Ni - (E)	7	2.13	0.126	6.81	

Radiocesium in the soils of Israel and nearby regions

Ne'eman, E.¹, Yaniv, A.², Lavi, N.¹, Rogojin, V.¹, Agami, M.³, Ilani, S.⁴, Flexer, A.⁵, Penciner, J.⁶, Kronfeld, J.⁵

1. Radiation Protection Laboratory, Ministry of the Environment
2. School of Physics and Astronomy, Tel-Aviv University
3. Department of Botany, Tel-Aviv University
4. Geological Survey of Israel, 30 Malke Yisrael, Jerusalem
5. Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel-Aviv University
6. School of Chemistry, Tel-Aviv University

This report presents the results, up until the end of 1998, of a gamma-radiometric survey of the soils of Israel, though including several other areas of the eastern Mediterranean. In Israel, radiocesium was encountered in almost all samples. Where sufficiently good counting statistics were obtained, it was found that the $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ activity ratio, when extrapolated backwards to April 1986 (the time of the Chernobyl reactor explosion), yielded a ratio of 0.5. This ratio is characteristic of the Chernobyl-derived contamination. It was therefore concluded that the radiocesium residing in the soil surface (0-5 cm) is dominantly from Chernobyl. Any remnant of fallout from atmospheric testing, if present, was minor. Several samples recently measured (9/98) from the Isle of Skiatos and from Gregolimano (north east of Athens), yielded ratios of 0.4 ± 0.03 (extrapolated back to 4/86)-which may indicate the greater presence of fallout or some other process. The distribution of radiocesium is geographically highly variable. The ^{137}Cs activity is found to range from 0.3 to 115 Bq/kg in Israel, with most samples falling in the smaller range of approximately 3-20 Bq/Kg. The maximal values in Israel are considerably lower than the maximal values encountered in the regions such as Greece and Turkey where the contamination plume arrived earlier. Where profiles were taken, it was found that an appreciable amount of radiocesium had migrated down into the profile, generally with only a little more than half of the total activity currently remaining at the surface. It is calculated that the cumulative average individual dose in Israel from the Chernobyl-derived radiocesium for the time period 1986-1998 is less than 10% of the total 'background' exposures in a single year.

CHEMICAL AND ISOTOPIC COMPOSITION OF HYDROCARBON GASES IN THE DEAD SEA-JORDAN RIVER SEGMENT OF THE EAST AFRICAN RIFT VALLEY

Nissenbaum, A.,¹ Faber, E.,² and Gerling, P.²

¹Weizmann Institute of Science, Rehovot 76100, Israel

²Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover, Germany

The water column of the Dead Sea was analyzed for dissolved hydrocarbon gases. Only methane was found with concentrations between 100 and 900 nL/liter. Those values exceed by up to about two orders of magnitude the values of methane concentration expected by equilibrium with the atmosphere. The $\delta^{13}\text{C}$ values of the methane were quite consistent between -35‰ and -39‰ and are typical for thermogenic gases. It is suggested that early diagenesis of the Senonian "oil shales", produces both solid and semi-solid asphalts and gases in sunken blocks in the center of the Rift Valley, which then migrated towards the surface along faults relating to tectonic activity in the rift margins or in association with surface and sub-surface salt diapirs. Methane inclusions in Dead Sea asphalt gave $\delta^{13}\text{C}$ value of -39.9‰, very close to the value of dissolved methane in the Dead Sea.

Springs along the western margins of the Dead Sea show a wide spectrum of salinities and temperatures. The concentration of methane in the freshwater sources is very low, at about atmospheric equilibrium values. The gases extracted from the sulfide-rich hypersaline sources contain methane, ethane, and propane with a $\text{C}_1/\Sigma\text{C}_n$ ratios of around 0.98 to 0.99. $\delta^{13}\text{C}$ and δD values of the methane were, respectively, -25‰ and -108‰ in the southern sources and -40‰ and -156‰ in samples from near the central part of the coast. The waters contained relatively large amounts of CO_2 with $\delta^{13}\text{C}$ values of -14‰. The chemical and isotopic values suggest a thermogenic source for the hydrocarbons by cracking of organic matter before reaching the oil window. The $\delta^{13}\text{C}$ values are lower than those found with "mature" gases in the northern Negev ($\delta^{13}\text{C}$ of -50 to -52‰). It is proposed that the source rock, and the conditions under which the hydrocarbons were generated, are similar for the Dead Sea and for the hypersaline springs along its shores.

Another group of sulfide-containing saline springs with salinities of 1 to 30 gm/liter and temperatures of up to 60°C occurs in the Sea of Galilee area. The $\delta^{13}\text{C}$ and δD values of the methane in the Hammat Gader water were -15‰ and -40‰, respectively. The water from the Tiberias Hot Springs contained methane with very positive $\delta^{13}\text{C}$ values (+32‰), which need to be confirmed by repeat analysis. In Ein Gofra methane gave thermogenic $\delta^{13}\text{C}$ values of -50‰, albeit with heavy deuterium (-80‰). The CO_2 in those samples gave $\delta^{13}\text{C}$ values of -10 to -18‰. The source of the heavy methane in the Sea of Galilee area is not known. The presence of heavier hydrocarbons and the "normal" groundwater values for the CO_2 , probably hint that the heavy methane is not a residue of bacterial oxidation of methane.

Similar very heavy $\delta^{13}\text{C}$ values were found in the Discovery Deep, Red Sea and were ascribed to a nearly complete oxidation of methane (ca. 90%). It is tentatively suggested that the hydrocarbon gases are formed in the sub-surface by rapid combustion of organic-rich carbonate rocks belonging to the Senonian sequence that are assumed to be the source of hydrocarbons in the Dead Sea area. Evidence for this can be cited from the presence of thermally metamorphosed carbonate rocks associated with extremely alkaline water (pH = 12.5) in the Maqarin area, Jordan, not far from Hammat Gader. This metamorphic event is probably of a geologically very young age. The methane and the heavier hydrocarbons could have been formed in relatively shallow depth by a rapid "heat shock" of the bituminous marls by strong geothermal gradient produced by igneous intrusions, rather than by more gradual diagenesis as is observed in the Dead Sea segment of the Rift. Laboratory simulation of the heating of those sediments showed the production of heavy methane (up to $\delta^{13}\text{C}$ of -10 ‰) at temperatures of 700°C.

Semi-commercial occurrences of methane are known from the Huleh Valley in the northern Jordan Valley. This methane is associated with Pleistocene peat deposits and have $\delta^{13}\text{C}$ values of -70 ‰ and δD values of -250 ‰. The $\text{C}_1/\Sigma\text{C}_n$ is >0.99. Those values are very typical for biogenic methane.

Thus the methane occurrences in the Dead Sea- Jordan River segment of the Rift Valley can be divided into three provinces from south to north: The Dead Sea where thermocatalytic hydrocarbon gases are found, the Sea of Galilee where catagenetic methane is found and the Huleh Valley in which biogenic methane can be found. Our findings point out the possible of multiple origins of natural gases in what might be considered a single geological system.

The GPS Geodynamic Reference Network in Israel (G1'96) : Results of Processing by Bernese Software

Ostrovsky E.

Survey of Israel, 1 Lincoln St., P.O.Box 14171-61141, 65220 Tel Aviv

G1'96 GPS Campaign was carried out both for transition to a modern GPS-based national geodetic control system and for the establishment of the Israel geodetic reference frame [Karcz and Levitte, 1995]. The practical realization of G1 Campaign was done in close cooperation between Survey of Israel (Ministry of Housing) and Geological Survey of Israel (Ministry of National Infrastructure). The network includes more than 150 GPS sites homogeneously distributed with a mean distance 10-20km, and three permanent tracking stations: KATZ, TELA and ELAT. The data processing has been performed using Bernese GPS Software Version 4.0, which is a leading scientific GPS software developed for most geodynamic studies of local (tens of kilometers), regional (hundreds of kilometers) and global (thousands of kilometers) scale.

The quality of a geodetic monitoring network is generally characterized by precision. It is well known that the formal error estimates, resulted directly from the GPS processing software are usually well below the real precision of the GPS coordinates because of unmodelled error sources. Truly independent, and more realistic, error estimates can be obtained from the comparison of session (half-day in the case of study) solutions and calculating repeatabilities. In describing the accuracy of the campaign as a whole, the mean rms repeatabilities were calculated by comparing the coordinates of the combined solution and daily station coordinates. In G1'96 campaign the rms of daily repeatabilities were estimated to be 1.5 mm for north component, 1.6 mm for east component and 5.7 mm for up-down component. This precision can be used to estimate in a simplified approach the potential of the G1'96 GPS network to detect movement rates. Deformations can only be derived after at least one further campaign, for each a similar precision can be assumed. Taking as conservative estimate for precision a standard deviation of $\sigma = 1.5$ mm for each horizontal coordinate component, the standard deviation σ_d of the coordinate difference between two epochs is in the range $\sigma\sqrt{2}$, i.e. about 2mm. From various statistical analysis concepts it is possible to derive a rule of thumb for the detectability of displacements: movements rates larger than $(3 \div 4) \sigma_d$ can be considered to be significant on 95% level. The result demonstrate that based on the achieved high accuracy of G1'96 geodetic network, it can be expected to determine in a reasonable time period local tectonic movement rates larger than 2-3 mm/year by adequate test statistics, provided the similar accuracy of the next campaigns. G1'96 GPS campaign fulfilled its objective and established a well maintained geodynamic reference network in Israel.

References

- Karcz I., & Levitte D., 1997, The Geodynamic GPS-Monitoring Network of Israel, GSI Current Research, vol. 10, 84-89.

Current deformation across the Dead Sea Fault as observed from 18 months of continuous GPS monitoring

Pe'eri, S.,¹ Wdowinski, S.,¹ Shtibelman, A.,¹ Bechor, N.,¹ Bock, Y.²

1. Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University
2. Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego

The Dead Sea Fault is the boundary between the Arabian plate and the Israel-Sinai sub-plate and, hence, is a major tectonic element in the eastern Mediterranean. Geological estimates of the relative motion between the two plates (6-10 mm/yr) differ considerably than the seismic estimates (2-3 mm/yr). In order to resolve and understand the difference between the two estimates, we measure directly the relative motion between the two plates across the Dead Sea Fault using Continuous Global Positioning System (CGPS) observations. This study is based on GPS data obtained at four permanent GPS stations, located at Katzerin, Tel Aviv, Elat and Metzokey Dragot. The first three stations were built and operated by the Survey of Israel, whereas the fourth station by the Dead Sea Research Center, Tel Aviv University. The data was processed simultaneously with data collected by the IGS global tracking sites using GAMIT/GLOBK software packages.

The first 18 months of observations (July 1996 - December 1997) show that Katzerin (Golan) and Elat have moved northward 2.3 ± 0.9 mm/yr and 2.1 ± 1.1 mm/yr, respectively, with respect to Tel-Aviv. Because both Katzerin and Elat are located within the plate boundary region (1-5 km from the fault), their displacement rates reflect interseismic deformation. By using a simple locked fault model, we estimate the relative motion across the Dead Sea Fault as 5-6 mm/yr. Our estimate of the current plate motion, which is based on 18 months of continuous GPS observations, agrees well with the long-term geological average rate. Furthermore, the good agreement between the two estimates emphasizes the deficit in seismic activity along the Dead Sea Fault.

Monitoring the current uplift and deformation of Mt. Sodom using Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (D-InSAR)

Pe'eri, S.¹, Z. Ben-Avraham¹, H. A. Zebker²

1. Department of Geophysics and planetary sciences, Tel Aviv University, Ramat Aviv 69978

2. Department of Geophysics, Stanford University, Palo Alto, California, U.S.A.

Mt. Sodom is a diapir salt body, which is located on the Dead Sea Fault, southwestern to the Dead Sea. It's topographic structure is a N-S ridge, approximately 11 Km long and up to 2 Km wide. This ridge, which reaches a topographic height of 240m above the Dead Sea level, forms a diapiric "salt wall" which originated in Pleistocene times. The "salt wall" extends to a depth of at least 6 Km and forms the main element of the ridge. Zak, (1967), Bentor and Vroman, (1961) and Picard and Vroman, (1950) state that in the last 20,000 years Mt. Sodom was uplifted 70m. Hence forth, the calculated average uplift rate is about **3.5 mm/Yr**.

The goal of the research is twofold, on one hand measuring the current uplift rate of the diapir, and on the other hand, constructing a deformation model of the salt body diapir, which will help in understanding the physical processes occurring within it.

Using the very accurate remote sensing technique (cm, mm level) of Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (D-InSAR), the research methodology will include: (a) Gathering and analyzing relevant literature; (b) Obtaining SAR data; (c) Processing the data and analyzing it in the D-InSAR technique; (d) Comparing results with other Geophysical/Geodetical methods (Leveling; Tiltmeters); (e) Constructing a salt body diapir model and calculating its current uplift rate; (f) Comparing the current uplift rate and the deformation model to other studies on Mt. Sodom and other salt body diapirs (using different geological/geophysical/geodetical techniques).

The significance of this study can affect the following three areas: (a) Examining the D-InSAR technique as a Geophysical/Geodetical; (b) Investigating the influence of recent geological processes in the study area, e.g., the Dead Sea Fault's strike-slip motion influence on the uplifting of Mt. Sodom; (c) Assessing Mt. Sodom as a safe underground repository for hydrocarbon liquids and toxic waste. Preliminary results show an uplift of several mm/Yr, but only further research can give a deeper insight to the research.

The Behavior of Micronutrients in soil developed on weathered Basaltic Rocks

Penner, N.

P.O.Box 7229, Petach Tikva

The present research deals with the effect of the rainfall amount on the behavior of micronutrients (iron, manganese, copper, zinc, vanadium) and titanium during the weathering of basalt rocks and the formation of soil. Micronutrients are essential for plants, but they become toxic in excess. The extent to which the micronutrients are enriched or depleted in the soil, their distribution within the various grain size fractions, and their availability to plants will be discussed.

The influence of the climate on soil formation was studied in three stations with a similar topography and ecology, which differ in the amount of rainfall (380 mm/yr - dry, 540 mm/yr - intermediate and 890 mm/yr -wet). The studied soils were developed on the weathered Dalwe basaltic flow in the Golan Heights. In order to understand the recent weathering soil samples were taken from C_R horizon, where the first stage of the weathering process tends to occur. A comparison was made between samples from C_R horizon to samples from the all soil profile.

The age of the parent rock, the mineralogical composition, the petrography and the composition of the total digestion were determined on the fresh rock, weathered rock, soil profile and various grain sizes from studied soil fractions from each station. In addition, soil was analyzed after leaching with weak diluted acid (HNO₃) and organic chelates (DPTA).

No significant differences were found between mineralogical composition of the parent rocks and the soil in all the stations. The behavior of the micronutrients in the soil was not influenced due to differences in the age of the parent rock in the three stations, due to differences in their petrography.

The content of the micronutrients in the soil is usually similar to the content in the parent rock, apart from the dry station, where the soil is depleted in most micronutrients' concentration. The content of the micronutrients of the whole profile is similar to those in C_R horizon. The order of concentrations is:

Fe(8-19%)>Ti(1-4%)>Mn(400-3500ppm)>Zn(110-300ppm)≥V(60-210ppm)>Cu(15-90ppm).

The concentrations of the oxide forming elements iron, manganese and titanium are high in the rock and the soil, whereas the concentrations of the trace elements vanadium, zinc and copper are low. Those elements are found to be associated with secondary components (such as clays and oxides).

Iron and titanium behave similarly, and their concentration remains constant in the soil, despite the changes in the rainfall amount. However, manganese is depleted in the wet station, whereas in the dry station manganese, iron and titanium behaves similarly. Vanadium, zinc and copper are present within the same minerals of the fresh rock. In the soil vanadium concentration remain constant in all the stations, but zinc and copper are enriched in the wet station. Copper is depleted in the two other stations, while zinc remains

constant in the dry station, and depleted in the intermediate station. The behavior of the vanadium is usually similar to iron, titanium and manganese, probably because vanadium is absorbed on to their oxides or precipitated with them. The organic matter tends to accumulate in the wet station, which explains the enrichment of copper and zinc in this station. Zinc that remains constant within the dry station probably tends to replace magnesium in clay minerals.

Iron, titanium and vanadium, which are bonded to low soluble oxides, have a low availability, especially after leaching with organic chelates, whereas the availability of copper is maximum under the same conditions. After leaching the soil with diluted HNO_3 the release of the micronutrients from the soil increases with the decrease in grain size. Because the concentration of the small grain size fraction is high in the wet station, the release of the micronutrients after leaching is the highest in this station. However manganese concentration tends to increase in the intermediate station relative to the wet station, and copper concentration decreases after leaching with HNO_3 with the increase of rainfall amount.

The results of this research indicate that within the range of rainfall amount between 380 to 890 mm/yr the micronutrients behave differently in the soil. Iron, titanium and vanadium are not influenced by the change in the rainfall amount. Manganese is depleted with the increase in the rainfall amount, whereas copper and zinc are enriched. The rainfall amount does not influence the distribution of the micronutrients between different grain size fractions, but differences in the rainfall amount does influence to which extent of micronutrients' availability.

FURTHER DEVELOPMENT IN AUTOMATIC LOCATION OF REGIONAL SOURCES.

Pinsky, V.

Seismology Division, Geophysical Institute of Israel, P.O. Box 2286, Holon 58122, Israel, tel: 972-3-5576050; e-mail:vlad@iprg.energy.gov.il.

Adoption of the CTBT regime leads to increased sensitivity of regional seismic networks and an expansion of the event flow. Automation of location thus becomes a crucial issue. Recently, several research groups concentrated on the possibility of using envelopes of the pre-filtered network seismograms for automatic location of event epicenters and provided simple and robust solutions. Our approach, tested with Israel Seismic Network (ISN) recordings, is based on inversion of characteristic time points: T_p and T_s - local maximums of the envelopes, related to P and S phases. For local ISN events the corresponding travel times were measured to be close to: $T_p(R)=2.5+R/6.4$ sec., $T_s(R)=3.5+R/3.6$ sec., where R is distance in kilometers.

The bottleneck of the whole approach is automatic recognition of the phases from seismograms or envelopes which is provided by a logic based on choosing the specific threshold levels and time windows [1]. However, misidentification of the phases frequently occurs. We overcome this problem by introducing the statistics $tp(R)$ and $ts(R)$, both having 2-modal (multi-Gaussian) distributions concentrated at $T_p(R)$ and $T_s(R)$. Vector statistic dT of differences of the measurements for all pairs of the network stations we represent as scalar statistic dt , described by the multi-Gaussian density function. Epicenter location is provided by maximization of the corresponding likelihood function through a grid search.

As a result of the preliminary study of a set of more than 120 local earthquakes and quarry blasts, $ML \sim 1.5-2.5$, we obtained an accuracy of approximately < 6 km for epicenter estimation for both types of events. The procedure was also successfully tested on a set of calibration quarry blasts with precisely known coordinates and ignition time. The algorithm can be considered as a first step, providing constrained time windows for P and S on-sets on the seismograms. Further improvement of results is achieved by estimating P and S wave arrival times within the time windows specified above, using the well-known maximum likelihood algorithm [2] with following application of the standard location procedure.

1. Pinsky, V. and Shapira, A., 1998. Regional event location using seismic energy time-space distribution, Proceedings of 20th Annual Seismic Research Symposium on Monitoring a Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty, Santa Fe, September 21-23, p.265-274.
2. Pisarenko, V.F., A.F. Kushnir and I.V. Savin (1987) Statistically adaptive algorithms for estimations of onset moments of seismic phases, Phys. Earth. And Planet. Interiors, 47, 888-900.

Quaternary Maps of Makhtesh Hatira and Makhtesh Hazera

Plakht, J.

Ramon Science Center, P.O.Box 194, 80600 Mizpe Ramon

Two maps depicting the Quaternary geology of Makhtesh Hatira and Makhtesh Hazera were prepared at the scale of 1:50,000. This work is the continuation of the project of Quaternary mapping in Makhtesh Ramon. The major mapping unit in both these maps is by genetic type of sediment, which is expressed by a series of major colors. Each type is further subdivided according to age, and it is assigned a corresponding shade of the main color. Such maps are referred to as genetic maps as differentiated from the chronological maps, where the major colors assign the ages of the sediments.

Quaternary mapping of these makhteshim as produced in Makhtesh Ramon is based on:

- (1) Definition of genetic types of sediments based on: (a) complex analysis of the regolith (its composition and textural and structural features); (b) definition of genetic types of landforms.
- (2) Development of a morphostratigraphic scheme by construction of geological-geomorphological cross sections and of longitudinal profiles along the main streams.
- (3) Absolute dating of terrace alluvium using a thermoluminescent method.

Genetically the Quaternary units mapped in Makhtesh Hatira and Makhtesh Hazera are:

- (1) Alluvium of river beds, flood plain, and terraces.
- (2) Colluvio-proluvial sediment of pediment cover.
- (3) Colluvium (slope debris).

The most obvious differences between Makhtesh Hazera and Makhtesh Hatira on the one hand, and Makhtesh Ramon on the other hand, are:

- (1) The genetic sequence of these makhteshim has been depleted of aeolian and alluvial fan landforms, which occur in different parts of Makhtesh Ramon.
- (2) Unlike Makhtesh Ramon where three loess units of different ages occur, in Makhtesh Hatira there is only one layer of alluvial loess, whereas loess units are completely absent in Makhtesh Hazera.
- (3) A different number of alluvial terraces occur within each makhtesh. Only six terraces have been mapped in Makhtesh Ramon, in Makhtesh Hazera eight terraces, and in Makhtesh Hatira nine terraces were distinguished. The full staircase of terraces, which occurs in Makhtesh Ramon, is also present within the two other makhteshim. These terraces are of the same heights and ages, which suggests a common mechanism of their development. Additionally, two and three highest terraces are presented in Makhtesh Hazera and Makhtesh Hatira respectively. Two possible explanations of this phenomenon can be taken into consideration: (a) these makhteshim are older than Makhtesh Ramon; (b) the highest terraces were destroyed in Makhtesh Ramon during the younger cycles of erosion (this explanation is more likely).
- (4) Occurrence of Miocene alluvium within Makhtesh Hatira indicates conclusively that this makhtesh began to develop well before the other makhteshim.

Water influence on tunnels` stability in Chalk

Polishook (Zali) B.

D. U. Y. Y. Tunnels, Hahorsha 17, Ra'anana 43613

In a tunnel mined in a chalk rock mass, of the Zor'a Formation, from the early Eocene age, in the Eshta'ol area, there has been collapse of rock blocks at different parts of the tunnel, in the last years.

At the access tunnel, which has the cross-section shape of a horseshoe, with the dimension of 4x4.5 m' and without any support, a phase of stability declining has been developed, and rock blocks of volumes up to 4-5 m³, have been collapsed. The instability begins in the section between the tunnel wall and the arched ceiling and its continuation is mainly in the wall towards the tunnel floor. In the unstable parts of the tunnel the rock mass is damp to wet and at some places water is dripping from the walls and the ceiling.

According to any criteria, wet sedimentary rocks have less self stability than dry rocks. In a chalk rock, which the cohesion between its particles is mainly mechanic, the dampness is causing the rock strength quality to be weak, and the self-stability of the rock to decline.

The tunnel was dug in the seventies, in a dry rock mass. The chalk rock mass stability was achieved without any support. In the early days of 1996 the dampness of the rock mass has been observed. The dampness of the rock mass has begun in a jointed section, and it spread to other areas. The situation today is that the rock mass, from the Portal to half of the access tunnel, is wet in one way or another. In this part of the tunnel rock blocks are collapsing, while in the dry parts the stability of the rock mass is remained.

In 1995 a forest fire has destroyed the plants that covered the hill which the tunnel was mined under. As a result of the damage caused to the plants, the erosion process increased and sealed joints with clay material were "opened". The meaning of the phenomena is that water penetrates into the joint, and drained to the tunnel level. The rock mass thickness above the access tunnel increase as the distance from the Portal grows. The growth of the rock mass thickness prevents the water from reaching the tunnel level, thus the half part of the tunnel which is remote from the Portal is dry. The estimate is that with the renewed plants above the tunnel, the joints will be sealed, and the rock mass wetting process will be decreased.

Combined Gravity and Seismic Interpretation in Lake Kinneret

Reznikov, M.,¹ Ben Gai, Y.,¹ Ben Avraham, Z.²

¹The Geophysical Institute of Israel, P.O.B. 2286, Holon 58122

²Tel Aviv University, P.O.B. 39040, Ramat-Aviv 69978

This study aims to analyze the combined 2-D gravity data, collected in Lake Kinneret in 1988 and multichannel reflection data from a recent (1997) survey. One of the main targets of the study was to estimate the top of the pre-rift Mesozoic sediments in the Lake and determine the existence of salt bodies close to the sea floor. The results of this study facilitate the refinement of active faults, previously detected by seismic data and provide a subsurface model of the Lake.

The multichannel seismic reflection survey infers the location of the marginal faults, bounding the Lake in the east and southwest. The results indicate the existence of a rhomb-shaped asymmetric basin in the north and a symmetric sedimentary basin in the south. One of the main results of the recent seismic study was the detection of active faults and the existence of a shallow pre-rift Mesozoic section in the northwestern part of the Lake, offshore Genossar.

It is evident that faults assumed from the seismic survey coincide with gravity anomalies observed along the gravity profiles, located in line or neighboring the seismic profiles. The strong gravity gradient to the northwest confirms the findings of the seismic data of shallow pre-rift Mesozoic section, which lies under the northwestern part of the Lake.

A combined interpretation of 2-D gravity and seismic data was carried out. Results from the recent seismic survey were used to constrain the shallow part of the gravimetric profiles for 2.5-D density modeling. For preparation of these models time seismic sections were converted to depth and the Gardner V_p -density relation was used.

The results of the combined seismic- gravity structural interpretation facilitate construction of a subsurface model of the Lake and the identification of existing faults. Intense fracturing under the northwestern part of the Lake and shallow pre-rift Mesozoic sediments, which was contoured from the seismic reflection data, supports the inferred 2.5-D density models. The combined gravity-seismic interpretation indicates possibility that new events could be detected.

Nitrogen and $\delta^{15}\text{N}$ in the groundwater of the Judea Group in the Haifa Bay Region

V. Rogojin^{1,2}, J. Kronfeld¹, and I Carmi³

1. Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel-Aviv University
2. Environmental Radiation Laboratory, Ministry of the Environment
3. Radiocarbon Laboratory, Weizmann Institute of Science

Nitrogen and its isotopes, as well as radiocarbon and tritium, were measured in the water of the Judea Group aquifer, as well as the Kurdani and Pleistocene aquifers that are fed by the Judea Group in the Haifa Bay region. The young water in the recharge region contains the least amount of nitrate (12-16 mg/l) combined with the lowest $\delta^{15}\text{N}$ values of 3.1- 4.2 ‰. In the water that infiltrated several thousand years ago the nitrate gradually increases (17-29 mg/l) with a concomitant increase in the $\delta^{15}\text{N}$ to 6.4-6.8 ‰. Except for wells near to agricultural settlements there appears to be no surface nitrate pollution. The literature shows that there is a trend of increasing $\delta^{15}\text{N}$ in a soil profile from plant, to litter, to the organic material in the soil. It is known that the forest and soil conditions have changed very considerably over the past millennia. The older water reflects the soil -nitrate conditions during the recharge that existed during Biblical times, when plant and soil cover was thicker and better developed.

The Unique Area North of Alexandria

Rybakov, M, Hofstetter, A. and Goldshmidt, V.

The Geophysical Institute of Israel, PO Box 2286, Holon 58122, Israel

We present a short description of the unique geophysical features of an area located in the southeastern Mediterranean (29E, 32N), north of the city of Alexandria. A pronounced positive Freeair gravity reaching 200 mGal can be clearly seen, even on a global scale gravity map of the world. At the same time, neither a Bouguer gravity anomaly nor a seamount has been mapped at this location. The prominent magnetic high coinciding with the Freeair anomaly is not typical for this part of the Mediterranean. The EGM96 geoid model suggests local undulations of the geoid in the area. Several recent strong earthquakes suggest complex seismotectonic activity.

Jointing and Faulting Along the Western Margins of the Dead Sea

Sagy, Amir and Reches, Ze'ev

Institute of Earth Sciences, Hebrew University, Jerusalem 91904

The Dead Sea margins have undergone intense fracturing associated with basin subsidence during the last several million years. We have analyzed the fracturing processes along the western margins, and present a model that explains the geometry of the local joint and fault systems and their interrelationships.

The field work was focused on the character and geometry of joint systems. Measurements were attained in 40 stations distributed in three subregions: (1) the fault belt, west of the Dead Sea; (2) the Judea Desert height, west of the fault belt; and (3) Emunah-1 borehole, north to Massada. Joints were mapped at scale of 1:10 in some stations, and measured by scanline in others. The dilational nature of joint sets was determined by rib marks and plumose structures on their surfaces. Subsurface fractures data were measured on CAST logs that provide images of borehole walls and allows mapping of discontinuities.

The measurements in the fault belt and Emunah-1 revealed two dominating sets of subvertical joints that trend in NNE and NNW directions. These sets were also observed in some stations of the Judea Desert height. The dominating fracture sets in the Judea Desert however, are similar in orientation to fracture sets of the northern Negev (Reches, 1976). The attitudes of a few tens of normal fault segments were measured within the fault belt. These faults usually appear in orthorhombic patterns with zigzag segments trending NNE and NNW (Agnon, 1983; Raz, 1983). Thus, the directions of the fault segments are similar to the directions of the joint systems.

It is generally accepted that jointing is a process of brittle fracturing and that joint surfaces are normal to the axis of maximum tensile stress. Based on this concept, we quantitatively investigated the similarity of joints and faults orientations in the western margins of the Dead Sea. We hypothesize that displacement along a buried normal fault could modify the local stress field, and we calculated this stress field in two methods: stress distribution within a 2D elastic model with a fault within a rigid basement, and stress distribution in a 3D elastic half-space with an array of zig-zag dislocations. The calculations show that a wide zone of tensile stresses develops within the layers above the fault, and that the stress intensity and width of this zone increase with magnitude of fault displacement. The calculations also show that the orientation of the axis of maximum tension within this zone is normal to the fault trend. Therefore, joints are expected to be parallel to the faults and not to the regional tensile stress. The model further predicts that rock bodies above normal faults will be more densely jointed than other zones.

Financial support was kindly provided by: "The Alexander Silberman Hebrew University Foundation for Applied Science" and "USA General Fund FC"

Applications of GIS for Analyses of Mountain Fronts

Sagy Yael^{1,2}, Amit Rivka¹, Enzel Yhouda², Ben-nun Adi³.

1 Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael st. Jerusalem 95501.

2 Institute of Earth Sciences, Hebrew University, Jerusalem 91904.

3 The GIS center, Hebrew University, Jerusalem 91904.

The assessment of the relative tectonic activity of mountain fronts can be determined using geomorphic parameters. Usually, a continuous rapid uplift of mountains forms a distinct suit of landforms having a straight mountain front, a V-shaped valley and steep profiles of streams. In comparison, in areas subjected to a lower tectonic activity, the rates of the erosive processes are higher relative to the tectonic uplift or base level lowering, and therefore the landforms are gentle and embayed.

To quantify the characteristics of the mountain front and to compare between different sections and basins along the mountain front, a few parameters were developed in tectonically active regions in the world. For example: the sinuosity of the mountain fronts (S), the valley floor - valley height ratio (V_f), the concavity of the longitudinal stream profile (K). In addition, the different rates of tectonic activity affect the morphology of the alluvial fans and the basin fill architecture. The main goal of this study is to assess the relative tectonic activity in different sections along the Edom Mountain front in the southern Arava Valley. The steep relief and the morphology of the Edom Mountains suggest a continuous and recent uplift.

The morphologic mapping and the calculation of the different parameters are carried out within a Geographic Information System (GIS). The data base includes DTM (Hall, 1996), aerial photographs, satellites images and geologic and topographic maps. Vector and raster models were used for analyzing the data. A major advantage in using GIS system is a rapid analysis of large variety of spatial parameters. Furthermore, the processes developed here can be applied in other setting.

Preliminary results show that the morphologic features vary between different sections along the Edom mountain front. We suggest that this variability reflect the difference in the rate of tectonic activity along the different segments. A detailed morphologic mapping along the southern part of this mountain front, from Elat to the Yotvata playa, demonstrates that the size and form of the drainage basins are dependent on basins positions relative to these sections. Large drainage basins are located at the boundaries and between mountain front sections. Smaller basins are located at the central part of a mountain-front section.

The small basins directly draining the mountain front seem to be more sensitive to vertical movements than the basins draining the interior of the mountains. Streams draining the mountain front are steeper and less concave than basins draining the interior of the mountains. These results are compatible with the hypsometric curves, which are convex and reflect active uplift of the mountain front. A comparison of the values of the different morphometric parameters, the longitudinal stream profiles, and the hypsometric curves of the various sections, will determine the relative tectonic activity along the mountain front.

The Thermal History of the Zemah 1 Well - Evidence from Clay Minerals and the Thermal Alteration Index of Organic Matter

Sandler, A., Nathan, Y., Eshet, Y., Raab, M.

Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael St., Jerusalem 95501

The Zemah-1 well, located in the central Jordan Valley penetrates 4249m of marls, limestones, gypsum, halite beds and thick magmatic sequences of basalts and gabbros. The thermal gradient, calculated from temperature measurements in the well, is about 20°C/km below 1400 m and somewhat higher above it, similar to gradients in the Dead-Sea Basin, 200 km to the south.

Bulk samples and <2 μ m and <1 μ m fractions were examined by XRD, "wet" chemical analyses, SEM and FTIR. The maximum temperature of each diagenetic stage was estimated from the color change of the organic matter, using the thermal alteration index (TAI) method. The clay mineralogical composition shows changes with depth from dioctahedral to trioctahedral Mg-rich clays that allow division of the section into four assemblages. The TAI examination reveals that an immature zone extends from the surface down to 647m, which is equivalent to assemblage I. A mature zone (Oil Window) extends from 647m to about 1713m, which is equivalent to assemblages II and III. An overmature zone extends from 1713m to bottom and is equivalent to assemblage IV.

Assemblage I, characteristic of the shallow buried beds, is similar to clay fraction compositions reported of Neogene to Recent sediments in the Dead-Sea Rift. It is mainly detrital and probably represents the composition of the whole sequence before burial. The saponite-rich assemblage II is apparently diagenetic, since it has not been found in the equivalent outcrops and is not known from any other outcrop or borehole in Israel. Two other associated mineralogical changes in this interval are the disappearance of kaolinite and palygorskite. The first might be circumstantial and not diagenetic, but the latter is in accord with its predicted instability at temperatures and with its disappearance in the Dead-Sea basin drill holes observed at ~ 80°C. The first C-S (mixed-layer chlorite-smectite) to appear (1065m) is a "corrensite" of a ~40C-S composition and an R=1 type ordering. The following appearance of chlorite (1244m) indicates assemblage III reflecting an advanced stage of diagenesis in spite of the shallow depths. Diagenetic albite also appears in this interval. Chlorite becomes more pronounced in assemblage IV of the deepest interval, together with the persistent and apparently continuous presence of talc. Talc is a common mineral in evaporites, and at least in some of these occurrences it was formed at near-surface conditions. Yet, reports on talc in metamorphosed Mg-rich rocks and in hydrothermal systems estimate its formation in the range of 250 - 400°C. The absence of talc from the thick sequence of salt rock above assemblage IV, as well as from the equivalent rock-salt at the Dead Sea Basin, implies that the formation of talc, like corrensite, is temperature dependent.

The described changes both in clay mineralogy and in organic matter maturity are in accordance with a gradual diagenetic evolution. Possible relationships between clay mineralogy and local magmatic occurrences could not be traced nor were abrupt changes recorded in the general color/maturity trend with respect to the proximity of intrusive bodies or any other parameter. Therefore, this evolution must be a result of a thermal gradient, and not of local thermal anomalies due to contact with magmatic bodies. Both mineralogical

changes and organic matter maturity indicate a much higher thermal gradient than the current one. It is suggested that basaltic events in the area, either at the end of the Cover Basalt period or a later event, dated from 0.7 to 1.6 Ma, caused this high thermal gradient.

The control of mantle plume activity on the lithostratigraphy of Israel

A. Segev

Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Israel St., Jerusalem 95501

The whole geological record of Israel, from Permian to recent time, have been controlled by lower mantle plumes. This record include epirogenic movements, intensive fracturing and rifting, magmatism, extinctions and regional lithofacies changes. The present work correlates between reliable radiometric ages of magmatic events and the lithostratigraphic sequence (Fig. 1). A discussion of the intra-plate magmatic activity is based on an evolutionary model of an upwelling mantle plume (1000's of km) that causes stretching and thinning of the lithosphere, regional uplift, upwelling mantle material and the development of melts within the crust, and their rise to the surface. In most cases, the continuation of this process caused continental breakup, development of a mid-ocean ridge and drifting.

1. Permo-Triassic magmatism - The center of the igneous province was in Central Europe at the time of collapse or disintegration of the Variscan orogen and the SW Tethyan active margins (Cimmerides). The Levant area, which was affected by rifting and magmatism, was situated at the SE edge of this major swell. In most parts of Israel the stratigraphic sequence starts with the Early Permian rocks which indicates a pre-Early Permian Major event of uplift and erosion. Exposed magmatic rocks from this time are known in SW Sinai and NE Africa. From the limited geochronological evidence, we can presume magmatic events at ~280, ~260 and 245 Ma.
2. Jurassic magmatism - It belongs to the upwelling of a mantle plume in the present area of the Mediterranean; a mid-oceanic ridge developed during the opening of the Neotethys. Deep erosion of upper Triassic units and the absence of Early Jurassic rocks indicate regional uplift and denudation associated with two magmatic events: 207-205 and 191-189 Ma. Later, a still inferred volcanic event (~160 Ma), was coeval with a large Callovian hiatus. Correlative magmatic events have been reported from NE Africa.
3. Cretaceous magmatism - The distribution of this magmatism indicates a large swell from the Levant to northern Sudan, probably as a consequence of lithospheric stretching and thinning followed by crustal uplift, signifying the initial stages of a mantle plume. Although the timing of these events are well established, the geodynamic processes are still not clear. Regional uplift and denudation was repeated at the beginning of this period, associated with two magmatic events: 138-132 and 125-123 m.y. Later events occurred at 111-108, 97-94 and ~83 m.y. Equivalent magmatism is known from NE Africa.
4. Tertiary to Recent magmatism - The overwhelming magmatism presumably belongs to a large mantle upwelling which first resulted in a mid-ocean ridge between India and Africa (Deccan event - 66-64 m.y.) and later resulted in the break-up of the NE Afro-Arabian plate and the opening of the Gulf of Aden and the Red Sea. The present uplift and denudation began during the Oligocene. The eruption center of the magmatism (31-20 m.y.) was in Ethiopia and Yemen with northward propagation during the Miocene (~24-19, 16~13 and 5~0.1 m.y.).

The stratigraphic record of these four mantle plumes is similar, and characterized by regional denudations, thickening and northwestward dispersion of continental sediments (sandstone, clays and evaporites), as well as magmatism coeval with the hiatus intervals. The Tertiary-Recent morphotectonic and lithostratigraphic pattern is well-representing these four evolutionary plume process.

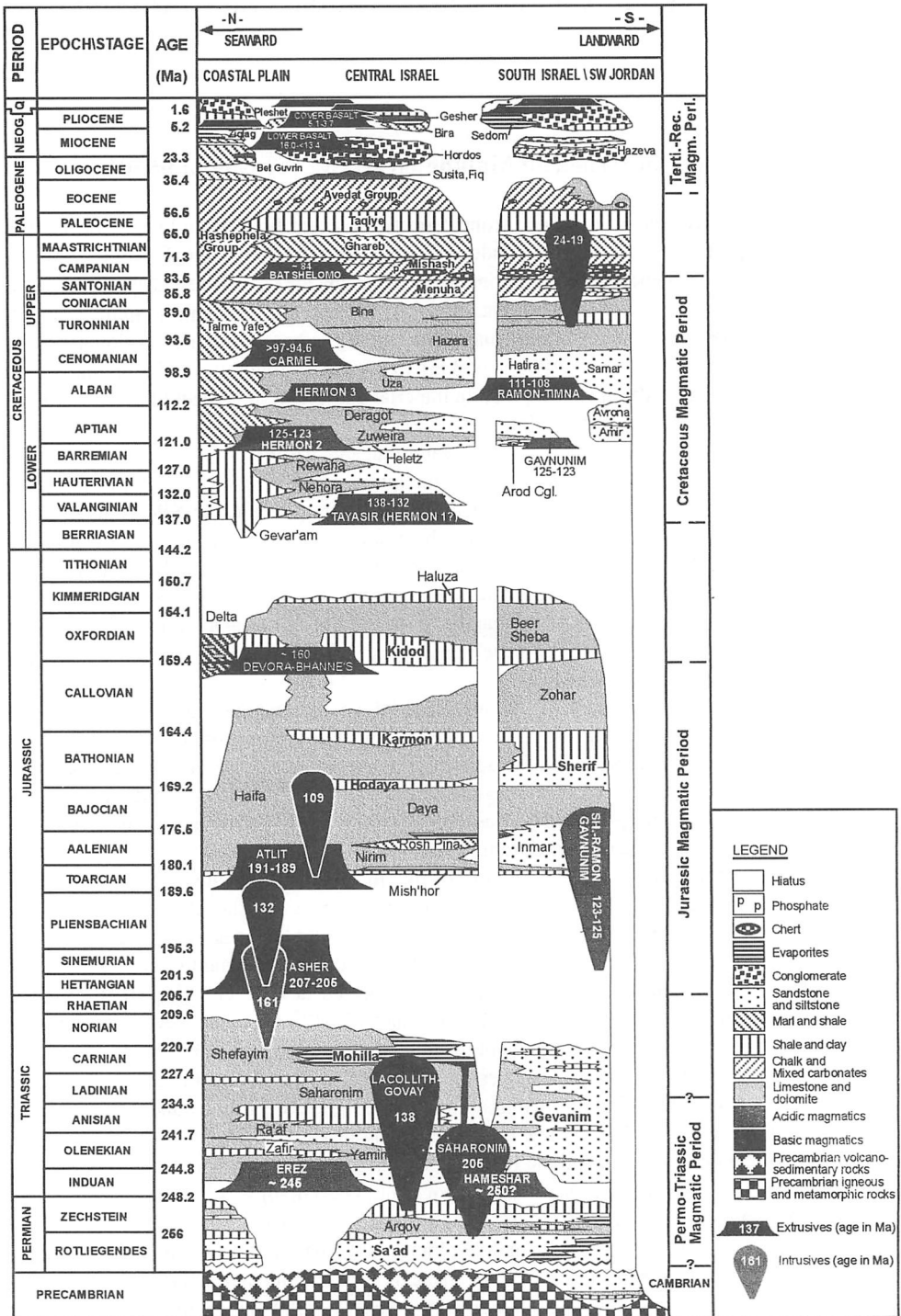


Fig. 1. Generalized lithostratigraphy of the sedimentary cover in Israel within a chronostratigraphic and Paleogeographic framework, showing the cycles of sedimentation, erosion and magmatism.

The geoid in Israel: Haifa pilot

Sharni, D.¹, Papo, H.¹, Forrai, Y.²

¹Geodetic Engineering, Technion, Haifa, ISRAEL 32000

²The Survey of Israel, Lincoln 1, Tel Aviv, ISRAEL 61141

A pilot-project, for the compilation of an accurate geoid for Israel, had been funded and supported by the Survey of Israel - in collaboration, under contract, with the Technion Research & Development Foundation. The purpose of the pilot is to analyze feasibilities; define methodology; design field and office specifications, develop and test computer programs; and execute a survey of a ± 4 -cm-accurate geoid, in the Carmel Mountain area. The extent of the pilot is about 600 sq.km.

The geoid computations are based on indirectly "measured" undulations, obtained by GPS (vertical) survey, and accurate short-leg trigonometric leveling. The interpolation method, between measured-undulation points, is a remove/restore process: Remove global-model (initially OSU'91, later EGM'96) undulations at all "observed" points; and also remove global-model free-air anomalies from all observed gravity-anomaly values. Perform Stokes' integration on the residual anomalies, at each measured undulation point; add indirect effect. This results in a residual-undulation field. Interpolate within this field; and finally restore, by adding-back global-model undulations. The basic field-data used in the pilot consisted of 67 measured undulations; a dense set of some 48,500 point observed free-air gravity anomalies; and a high-density digital elevation model. Analysis of the results indicate that an accuracy (one sigma) of ± 4 -cm can be achieved for undulation-differences between any two points within the pilot area. The above procedures are being implemented by the Survey of Israel, with the objective of creating an accurate geoid map for the State of Israel.

Correlation between the Deposition of Smectite in the Tethys Margin and the Volcanism Activity During the Divergence and Convergence of this Ocean

Shoval, S.

Geology Group, The Open University of Israel, 16, Klausner St. Tel Aviv 61392, Israel. E-mail: shoval@oumail.openu.ac.il

Correlation between the deposition of smectite in the Tethys margin, Israel area, and the volcanism activity during the divergence and convergence of this ocean supports the suggestion that much of the smectite deposited in the Tethys margin was supplied from the alteration of submarine volcanic rocks, erupted during the divergence and convergence events.

It has been pointed out that smectite was found to be absent from argillaceous marine sediments of the Paleozoic Era. Indeed, before the disintegration of Pangea, the Israel area was a stable platform located within Gondwanaland, far from any submarine volcanic activity. Smectite was found to be the most characteristic clay mineral in the argillaceous marine sediments of the Tethys margin from the Early Mesozoic time. It is well known that in the Early Mesozoic, the disintegration of Pangea were occurred leading to the Tethys opening. Volcanism of mid-ocean ridge which was developed due to the ocean opening probably supplied the smectite at this stage. It has been pointed out that the Early Mesozoic volcanism is accompanied by rifting which produced the passive continental margin of the Levant Basin of the Eastern Mediterranean. At the Oxfordian time a huge amounts of smectite was deposited on the shelf platform, forming the thick regional clayey Kidod formation.

Smectite was found to be dominates in all marine clay assemblages since Late Cretaceous time. It is well known that since Late Cretaceous, the convergence of the Tethys ocean were occurred. Volcanism of island arcs which was developed due to the subduction probably supplied the smectite at this stage. At the Maastrichtian and Paleocene time a huge amounts of smectite was deposited on the shelf platform, forming the thick regional Ghareb and Taqiya Formations.

The thick clayey Formations were deposited on the Tethys margin during marine transgressions. Upwelling were probably took place in the transportation of the smectite to the Tethys margin. The transgressions were probably followed the active events in the sea floor, corresponding to intensive volcanic activities which supplied the smectite. Thus, the frequency of clayey Formations may provides information on the events in the ocean floor during the divergence and convergence of the Tethys.

Luminescence of Cr³⁺ in the Minerals Diaspore and Boehmite from the Pisolitic Flint-Clay of the Jurassic Mishor Formation, Makhtesh Ramon

Shoval, S.,¹ Gaft, M.,¹ Panczer, G.,² Boudeulle, M.,² Champagnon, B.²

¹Geology Group, The Open University of Israel, 16, Klausner St. Tel Aviv 61392, Israel. E mail: shoval@oumail.openu.ac.il

²LPCML, UMR 5620 CNRS, University Claude Bernard Lyon 1, France.

Pisolitic flint-clay of the Jurassic Mishor Formation, Makhtesh Ramon area, were examined by luminescent spectroscopy with Micro-Raman equipment. Narrow luminescence lines (half-width of 2.4 nm) in the red part of the spectrum are detected under laser excitation ($\lambda = 514.5$ nm). The lines are situated at 694.4 and 691.0 nm in the pisolith and near 702.5 and 689.0 nm in the flint-clay matrix. Micro-Raman analysis allows to reveal that the minerals with emission are diaspore [α -AlO(OH)] in the pisolith and boehmite [γ -AlO(OH)] in the flint clay matrix. Lines similar to those found in pisolith are observed in mineral diaspore supplied by Ward's.

The detected spectral type is typical for ${}^2E \rightarrow {}^4A_2$ transitions in Cr³⁺ luminescence centers (R-lines). It is well known that mostly Cr³⁺ appears in minerals as trace constituent substituting for Al³⁺ in a pure octahedral or a distorted octahedral symmetry site. It is in agreement with the crystallochemical properties of diaspore and boehmite, both having orthorhombic structure with Al ions occupying octahedral coordinated sites. But the oxygen arrangements are different in both minerals: hexagonal array in diaspore and cubic array in boehmite.

Narrower luminescence lines appear at 694.4 and 693.0 nm after heating the flint clay pitholite or the Ward's diaspore at 1000°C. These lines are characteristic for Cr³⁺ luminescence in corundum (trigonal α -alumina) which probably formed when diaspore is heated. Similar narrow lines, accompanied by lines at 691.0 and 686.5 nm are detected after heating the flint clay matrix at 1000°C. The latter lines are characteristic for Cr³⁺ luminescence in spinel (cubic γ -alumina) which probably formed when boehmite is heated.

The sediment dynamic in Jordan River-Lake Kinneret contact zone

Shteinman, B., Kamenir, Y.

**Israel Oceanographic and Limnological Research, The Yigal Allon
Kinneret Limnological Laboratory, P.O.B. 345, 14102 Tiberias**

River mouth regions are specific natural areas that enclose zones of transformation from the river hydrological regime to the hydrological regime of the lake. Deposition of alluvium, brought by the river, is one of the most characteristic features of the river - lake contact zone. External evidence of these river-mouth processes is the formation of rather stable forms of relief, such as emergent and underwater deltas, mouth bars and spits. The velocity attenuation of the river flow in the mouth region produces a decline in the sediment transportation capacity of the flow.

Natural radioactive and the artificial fluorescent (FT) tracer methods were used to study the processes of sedimentation and redistribution of river alluvia in the river mouth area.

Three zones can be marked inside river mouth area:

1. A zone of maximal gamma-activity in bottom sediments is delimited by an isoline of the ^{40}K isotope concentration in the sediments of 1.8 relative units. The same place is marked by maximal concentrations of FT (means of 10^{-12} - 10^{-14} from corresponding FT concentrations at the river mouth gauge). The estimated area of zone 1 is about 0.5 km^2 .

2. A zone of high gamma-activity in bottom sediments, delimited by an isoline of the ^{40}K isotope concentration in the sediments of 1.4 relative units. Mean concentrations of FT are about 10^{-16} - 10^{-22} from their initial concentrations at the river mouth gauge. The estimated area of zone 2 is about 2 km^2 .

3. A zone of upgraded gamma-activity of bottom sediments, delimited by isolines of the ^{40}K isotope concentration in the sediments of 1.0 relative units. It is characterized by mean FT concentrations of about 10^{-22} - 10^{-30} from their initial concentrations at the river mouth gauge. The estimated area of zone 3 is about 6 km^2 .

The above conclusions are supported by the results of direct measurements of the change in suspended particles concentration along the jet flow.

The Subsurface Distribution of the Lisan and Mt. Sedom Diapirs

Shulman, H., Ben-Avraham, Z.

**Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel-Aviv University,
Ramat-Aviv 69978**

Reevaluation of most of the land and shallow marine seismic sections (Telseis), in the Southern Dead-Sea basin, enables the delineation of the subsurface distribution of the Lisan and Mt. Sedom diapirs.

Salt is a significant component of the thick basin-fill of the Dead-Sea graben. The Pliocene lake, that deposited the Sedom Formation, occupied most of the basin, from the Jordan delta in the north to, at least, the Iddan fault in the south. The salt varies in thickness, pending on the rate of subsidence of the basin and the topographic relief on which it was deposited. In the northern basin it is rather thin and characterized by numerous small diapirs (Neev & Hall, 1976). In the southern basin it reached several thousand meters that were partly squeezed, at a later stage, to form the piercing Lisan and Mt. Sedom diapirs.

The most significant finding of the reinterpretation is that the Lisan diapir extends well beyond its surface expression. In the west it occupies the entire subsurface of the mud-flats area of Mor (Nahal Rahaf), stretching as far west as the Western boundary-fault of the graben. It is a domal-mushroom type of structure that has a relatively thick cap-rock that may consist of alternating clastics and evaporites. Although the base of the salt can not be accurately defined on the seismic sections, its thickness is assumed to be more than the 3500 meters of salt that were penetrated by the Lisan-1 borehole. To the south the Lisan-Mor salt complex extends under most of Pan-5, of the Dead Sea Works, and form, together with Mt. Sedom – one range of salt diapirs. Half way between the Mor dipairs and Mt. Sedom, a narrow elevated salt-body is recognized. It coincides with a strong negative magnetic anomaly (Ram, 1989). The Pleistocene fill between the peaks of these salt-bodies show deformation that can be related to halokinetic movements. Part of this fill, however, may have deposited in erosional channels that were cut in the salt.

Another significant finding is that, the Sedom-fault deviates toward the NW and is actually branching off the Western boundary-fault at the Nahal Heimar area. As a result, Mt. Sedom expands in the north and occupies most of the northern part of the Amiaz plain and the adjacent Zohar valley (Neve Zohar). Here the top of the salt is rather shallow, ± 200 meters, and may be, indirectly, connected to the near-surface karstic phenomena.

Geological map of the Dead Sea - Wadi Araba area (1:250,000), with earthquake epicenters, seismic lines and water wells data

Sneh, A.¹, Ibrahim, K.², Bartov, Y.¹, Rabba', I.², Weissbrod, T.¹, Tarawneh, K.² and Rosensaft, M.¹

¹Geological Survey of Israel, Jerusalem, Israel

²Natural Resources Authority, Amman, Jordan

For the first time, subsequent to the scientific cooperation agreed upon between Jordan and Israel in the field of earth sciences, a research project was carried out jointly by GSI and NRA geologists and completed, culminating in the joint publication of a regional geological map and associated thematic maps of the Dead Sea Rift Valley on both sides of the border along Wadi Araba.

The geological map is based on more than thirty large-scale geological maps prepared by various authors as well as on current mapping by the present authors. The Israeli team of the Geological Survey of Israel in Jerusalem, and the Jordanian team of the Natural Resources Authority in Amman have worked together for 18 months, including joint field excursions in both countries. This has enabled the preparation of a stratigraphic correlation table which in turn serves as the base for defining geological mapping units.

Other presentations within this compilation include: (1) a satellite image of the Dead Sea - Wadi Araba area prepared by S. Roesner of the Geoforschungszentrum, Potsdam, Germany; (2) location and depth of water wells; (3) location of seismic reflection lines; (4) a tectonic map showing major faults along the Dead Sea Transform (including faults recorded by geophysical methods, after U. Frieslander, Geophysical Institute of Israel, 1995); (5) a summary of seismic activity along the Dead Sea - Wadi Araba area, 1982 - 1986.

The maps were printed on a base of the 1:250,000 geographic map of the Survey of Israel or over the shaded relief map prepared by J.K. Hall of the Geological Survey of Israel.

The maps are a basis for future projects, such as, exploration for mineral resources, setting geohydrological models, investigation of seismic activity along the Rift, as well as overall regional planning.

Geotechnical Map of the Planned Urban Area Southwest of Jerusalem: Preliminary Results and Computerized Presentation with AutoCad Map and QuickSurf

Roe Soffer, Ze'ev Reches, Institute of Earth Sciences, Hebrew university of Jerusalem

Daniel Wachs, Geological Survey of Israel Jerusalem

Arad Gazit, CAES software, Ramat Gan.

A city with population of 100,000 is planned in Zur Hadassa-Mevo Betar region, southwest of Jerusalem. The planning of underground infrastructure, including tunnels, requires knowledge of the sub surface geological properties. We present here the preliminary geotechnical map of this region that was prepared with AutoCad Map 3 and QuickSurf 5.1. These programs enable the integration of geotechnical database and GIS mapping with engineering and planning tools. The computerized map would provide updated information and facilitate virtual planning of alternative projects.

Detailed stratigraphic sections were measured in the field. The following units are exposed: Sorek Fm.- dolostone layers interchanging with marl, thickness 154m; Kesalon Fm.- massive, hard dolostone, thickness 22m; Beit Meir Fm.- layered dolostone, thickness 47m; Motza Fm.- calcitic marl, thickness 21m; Aminadav Fm.- thick layered dolostone, thickness 38m; Weradim Fm. - massive, poor layering dolostone, 25m minimum thickness. The study area is located within the synclinal bend between the Hebron and Ramalla monoclines, and the layers inclination is very gentle. We also measured features that effect the strength and stability of the rocks, like fracture patterns, fracture density, carst occurrence, and small scale structures. Based on the field observations, the stratigraphic section was divided into four geotechnical units marked A, B, C, and D. A and B are two dolostone units that differ in thickness and frequency of layering; unit A is well layered and includes the Sorek and Beit Meir Formations, and unit B is massive consisting of the Kesalon, Aminadav and Weradim Formations. Unit C is the marl unit (Motza) and D is the soil coverage. We used detailed photogrametric mapping, field results and borehole data to built the surfaces of the geotechnical units in AutoCad Map. The capabilities of AutoCad Map 3 and QuickSurf 5.1 will be presented by constructing cross-sections, virtual tunnels, and road cuts.

Numerical Modeling of Brine Migration during the Evolution of the Dead Sea Rift

Stanislavsky, E.,¹ Gvirtzman, H.¹

¹ Institute of Earth Sciences, The Hebrew University of Jerusalem.

The structural evolution of the Dead Sea rift is described by a chronological sequence of detailed geological cross-sections. These serve as the basis for hydrodynamic calculations which assess the effects of tectonics on fluid migration, salinity redistribution and heat transport. Numerical simulations were conducted using a two-dimensional finite element code (OILGEN) which solves the coupled variable-density groundwater flow and conductive-convective heat transfer equations. Results indicate the coexistence of two basin-scale groundwater migration systems. The first is a gravity-driven groundwater flow from the rift flanks towards the deep basin through relatively shallow aquifers (down to about 1 km). The second is a salinity-driven migration of brine through deeper aquifers (down to 4-5 km) in the opposite direction, from the rift westwards. The configuration of the two flow systems has changed during the structural development of the basin, in a way that both were deepening with time. Therefore, at an intermediate horizon, the intruded brine has washed out later. Salinity distribution is still far from steady state conditions and thus, brine still migrates from the Dead Sea basin westward through the deep Jurassic and Triassic formations, whereas brine is washed out from the Cretaceous formations eastward into the Dead Sea. Simulations reconstruct the transport of oil and gas with groundwater flow from a source rock (Mount Scopus Group) within the Dead Sea basin to Zohar gas field.

Stability of underground openings in jointed chalky rock - A case study from the Bell Shaped Caverns, Beit Guvrin National Park

Tsesarsky, M., Hatzor, Y. H.,

Department of Geological and Environmental Sciences, Ben Gurion University of the Negev, Beer-Sheva.

Comprehensive geotechnical investigation of the bell shaped caverns in the Beit-Guvrin National Park was conducted. The stability of the caverns was studied using geotechnical mapping, rock mechanics testing, back analysis of key-block failure, empirical rock mass classification, numerical analysis of stress distribution in continuous rock, block theory and real time monitoring of key block displacement.

The caverns were excavated between the 7-11 centuries A.C. in the jointed chalk of the middle Eocene Zor'a Formation. Four major sub vertical joint sets were mapped, the contact between the chalk and overlaying nari (calcrete) is considered here as a planar sub horizontal discontinuity as well. Overall joint frequency is $\lambda = 0.16$ joints/meter.

The rock is elastic, non linear, and transversely isotropic. Mechanical behavior is determined by the angle (β) between the major principle compressive stress axis and the normal to the bedding plane. Uniaxial compressive strength values are: $\sigma_c (\beta = 90) = 11.2 \text{ MPa} \pm 4.9 \text{ MPa}$ parallel to bedding (PB), $\sigma_c (\beta = 0) = 3.9 \text{ MPa} \pm 1.4 \text{ MPa}$ normal to bedding (NB). Tensile strength is: $\sigma_T (\beta = 90) = 1 \text{ MPa}$ and $\sigma_T (\beta = 0) = 50 \text{ kPa}$ (estimated by back analysis of key block failure).

The studied caverns are in a state of a progressive failure. Numerical stress distribution analysis in continuous rock (FLAC) and stability analysis in discontinuous rock (Block Theory) shows the combined destructive effect of strength failure of intact rock and displacements of removable blocks into the cavern space.

Strength failure occurs as a result of: A) development of horizontal tensile stresses exceeding tensile strength (PB) in the roof of the caverns; B) development of vertical compressive stress up to uniaxial strength (NB) in the common side walls of adjacent openings. In addition strength failure may occur when a critical tensile stress (NB) is developed at the roof of a potential removable block.

Block theory analysis shows the existence of removable blocks. It is shown that since the sliding plane inclination is greater than 80° and the peak available friction angle is not greater than 60° , each removable block is mechanically unstable. The displacements of removable blocks is confined by a horizontal compressive arch developed around the bell shaped caverns. Loss of supportive rock mass in the walls, due to key block sliding, diminishes the effectiveness of the compressive arch.

Real time monitoring, using joint meters (LVDT's) shows two modes of deformation: A) reversible, periodical deformations due to changes of swelling pressure in the clayey component of the chalk as a response to climatic changes; B) progressive deformation with a linear trend, independent of such changes. The second mode of deformation is correlative to the different failure modes predicted by the numerical modeling and analytical solutions.

Fluid Inclusions in Emerald from Central Nigeria

Vapnik, Ye.¹, Moroz, I.²

¹Department of Geological and Environmental Sciences, Ben Gurion University of the Negev, 84105 Beer Sheva

²Institute of Earth Sciences, The Hebrew University of Jerusalem, 91904 Jerusalem

For the gemmologist the identification of inclusions in gems is of the utmost importance both for their authentication and for the determination of the genesis of gems, of PT-conditions of their formation and composition of fluid responsible for their growth.

Fluid inclusions in the Nigerian emerald (Central Nigeria, Jos complex) were investigated by the microthermometric method at temperatures between -190 and +500°C with a Fluid INC. heating-freezing stage. The accuracy of temperature measurements is about $\pm 0.5^\circ\text{C}$ at the low-temperature range (-190+50°C) and $\pm 5^\circ\text{C}$ at the high temperature range (100-500°C). The temperature data on phase transitions in brine inclusions were obtained by the method of sequential heating and freezing. The emerald was sampled in miarolitic cavity and its genesis is likely related to the greisenization and albitization of alkali granite ring complexes.

Fluid inclusions are mainly primary and pseudosecondary. Primary inclusions are distributed within the central part of the emerald; pseudosecondary inclusions fill the middle and outer parts of the emerald and arranged along the growth faces of crystal. There are two types of fluid inclusions: 1) multiphase inclusions which are composed of Na-Ca-Cl solution with NaCl/CaCl₂ ratio of about 30/10, the whole salinity is up to 45%, low-density gas phase (CO₂±CH₄±H₂S), halite and carbonate solid phases; 2) gaseous (CO₂-H₂O) inclusions with CO₂ phase of low density. Both types of inclusions are contemporaneous and related to the emerald growth. Considering the data on fluid inclusions the conditions of the emerald crystallization were estimated as follows: T>400-550°C, P<0.3 kbar.

Our data on fluid inclusions in Nigerian emerald and their comparison with the published data on Colombian emerald permit to reason that although the visual appearance of inclusions can be similar, they may show many different features during freezing-heating experiments. The row of criterions on fluid inclusions permits easily distinguish the Nigerian and Colombian emeralds. The results of the study can be of great use in determining emerald sources and, more generally, in understanding conditions under which it is formed.

Pliocene Plesheth Formation in the District Ramot, Beer Sheva

Voznesensky, V., Shimshilashvili, E.

Department of Geological and Environmental Sciences, Ben Gurion University of the Negev, 84105 Beer Sheva

The Pliocene Plesheth Formation is exposed in the southern undeveloped part of the District Ramot, in Beer Sheva. A good outcrop of the formation can be observed in the vicinity of the University Campus, at the steep northeastern slope of the deep (4-6 m) trench extended along railway, at the distance of 270-300 m to northwest from railway bridge over the Sederot Uri Zevi Greenberg (Fig.1, A). The strata dip gently ($5-6^\circ$) in northwestern ($310-320^\circ$) direction and form the northwestern flank of a northeast trending anticline. The rocks sequence is the following: (a) Quartz sandstone, yellow-white, calcareous, fine to medium grained, with cross-bedding. Small fragments of black chert are observed. Thickness of the unit in the outcrop is 0.6 m. Thickness of yellow-white, cross-bedded sandstone in the neighbouring outcrop situated alongside of the railway bridge (Fig.1, B) is no less than 4.5 m. (b) Uncemented quartz sand, pale yellow-white, in upper part of the unit is rusty in colour, calcareous, fine to medium grained, porous, with patches of gravel consisting of chert fragments. The obscure parallel bedding is observed in lower part of the unit. The clusters of small sub-vertical tubes (infilled burrows) are seen in its upper part. Cemented sandstone with thickness of 20 cm forms the top-most of the unit. Total thickness of the unit is 0.7- 1.0 m. (c) Conglomerate with well rounded, unsorted pebbles are composed of the light-brown chert (mainly small and medium pebbles) and limestone (pebbles of 10-20 cm in dimension). In generally, the pebbles are closely packed, and cement constitutes of 10- 15% of the rock. Small beds of sandstone are observed in the northwestern part of the outcrop. Here, thickness of conglomerate is up to 60 cm, but it is reduced down to 30 cm in the southeastern part of the outcrop. The clearly visible erosion surface is extended in the base of the conglomerate. (d) Light-gray or pink-gray quartz sandstone (sandy limestone), is fine grained, very hard, well cemented, with caverns and cells on the surface of the outcrop. Under the microscope this rock is composed of angular to sub-rounded quartz grains (which constitute only 25-30% of the rock) and calcite cement (calcite-microsparry with bioclastic material). Thickness of the unit is no less than 2.0-2.5 m. The sequence is overlain by loessial deposits, which form the upper part of the trench slope. The excellent stratigraphic correlation is established between the described rock sequence and rock sequence of the Pliocene Plesheth Formation exposed in northwestern part of Beer Sheva.

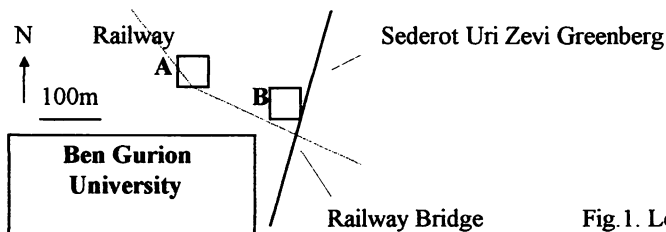


Fig.1. Location map

Progress review of the project “Establishment of GPS infrastructure in Israel for geodetic and geophysical applications”

Wdowinski, S.,¹ Bock, Y.,² Forai, Y.,³ Melzer, Y.,³ Baer, G.,⁴ Levitte, D.⁴

1. Department of Geophysics and Planetary Sciences, Tel Aviv University
2. Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego
3. Survey of Israel, 1 Lincoln St., Tel Aviv
4. Geological Survey of Israel, 30 Malchai Israel St., Jerusalem

The project “Establishment of GPS infrastructure in Israel for geodetic and geophysical applications” aims to establish a permanent GPS network that will serve basic and applied research in Israel. The project is sponsored by the Israel Space Agency and by the Survey of Israel and is conducted by researchers from Tel Aviv University, Scripps Institution of Oceanography, the Survey of Israel and the Geological Survey of Israel.

Project goals:

The principal goals of the project are:

- Monitor plate motion and crustal deformation across the Dead Sea Fault - a major tectonic element in the eastern Mediterranean.
- Establish a reference network for precise GPS measurements in Israel.
- Develop meteorological GPS infrastructure for monitoring atmospheric precipitable water content - an important element in weather forecasting analyses.

Progress of the project:

The project started in 7/1997. At the end of 1998 we have accomplished the following:

- Construction and operation of three Continuous GPS (CGPS) stations: Kabri (KABR), Ma’ale Gilbo’a (GILB) and Mitzpe Ramon (RAMO).
- Construction of a GPS data collection and processing center at Tel Aviv University.
- Continuous processing of the data collected at CGPS stations (since day 162/1998).
- Registration of the Mitzpe Ramon (RAMO) site as the first Israel-based tracking station in the IGS and EUREF networks.
- Construction of an archive holding all data collected at the Israel-based CGPS stations.

On-going activities:

- Construction of the 4th CGPS station in the eastern Golan.
- Re-construction of the Dead Sea Research CGPS station in Metzokai Dragot.
- Construction of a GPS data collection and processing center at the Survey of Israel.

Future activities:

- Construction of the 5th CGPS station in the western Negev.
- Mapping atmospheric water vapor content.
- Collecting and processing GPS data in near real-time (hourly operation).
- Deliver the operational responsibility of the network to the Survey of Israel at the end of the project (8/2000).

GPS data archive:

The permanent GPS station data, including the stations operated by the Survey of Israel, are archived at the GPS data processing center at Tel Aviv University. The data are available to the entire scientific and surveying communities in Israel by anonymous FTP to the computer geol.tau.ac.il under /pub/gps.il. Raw and RINEX data are located under the year/Julian-day directories (e.g., 98data/225). Recent data are also located in the directory last_10_days.

Characteristics of joint propagation in layered rocks, Judea Group, Israel

Weinberger, R.

Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Israel Street, Jerusalem

Several studies have pointed out that layer boundaries disrupt joint propagation, causing joints to be selectively confined to certain layers, commonly with differing orientation and spacing. However, the nucleation and kinematics of joint propagation in layered rocks are not well understood. In this research, I combine field observations and modeling to document the initiation location and 3D propagation paths of joints in different layers. This is accomplished primarily by analyzing the joint diagnostic surface morphology in the sedimentary rocks of the Soreq Formation, Judea Mountains, and by modeling joint nucleation and growth in layered rocks. This study further the understanding of 3D joint connectivity in layered rocks, and may provide insight into water and contaminant migration in the Soreq Formation.

In the Rammalla anticline, near Givat Ze'ev, the studied outcrops have dissimilar dolomite layers that range in thickness from 0.4 m to 3 m. Part of the layers are rich in spherical cavities, which are commonly rimmed with silica. The cavities are non-uniformly distributed and vary in size within individual layers and among layers. Some dolomite layers are fractured by well-developed cross-folded joints that strike approximately east-west and form en-echelon arrays. The joints are confined to certain layers and show two modes of fracturing, depending on layer characteristics: (1) In cavity-rich layers, joints preferably nucleate at cavities, propagate vertically toward the layer boundaries and horizontally toward adjacent joints, forming elliptical fractures. The lower and upper vertical terminations of a joint are generally intersections between the joint and the layer boundaries. The lateral terminations of a joint are blind, where pairs of closely spaced joints overlap along straight paths; (2) In cavity-free layers, joints preferably nucleate at the upper layer boundaries, propagate downward toward the lower boundary and adjacent joints, forming semi-elliptical fractures. Terminations are similar to that of joints in cavity-rich layers.

A detailed analysis of cavity distribution and dimensions along a 10 m long a section reveals that cavity-driven joints range in size from medium to large, and are preferably located close to the center of the layers. For cavity-driven joints, location appears to be more important than size and shape, because larger cavities with elliptical shape that located at the bottom of the layers, are not associated with joint nucleation. Analysis of joint dimensions indicates that joints are longer in thinner layers than in thicker ones. Joint fronts are elliptical or semi-elliptical, deviating from the theoretical circular front, indicating that the joints interact with the boundaries and adjacent offset joints under mixed-mode (I+III) conditions. The consistent location of joint origins at cavities and layer boundaries strongly suggests that stress concentration due to flaw and surface discontinuities plays a fundamental role during joint formation in layered rocks. Fracturing of layered rocks is currently being modeled numerically to further our understanding of the role of boundary conditions on the mode of fracturing and connectivity of joints in such rocks.

Subsurface Imaging and Interpretation of the Mishor Yamin Area Using Multi-Geophysical Methods

Weiner, D.¹, Bruner, I.², Goldman, M.², Calvo, R.³ and Bartov, Y.³

¹ Nuclear Research Center, Negev

² Geophysical Institute of Israel, Holon

³ Geological Survey of Israel, Jerusalem

The aim of this work is to study the subsurface structure of the Mishor Yamin syncline, located between Hazeva and Hatira anticlines which form part of the Syrian Arc system. The geophysical surveys complement the surface geological mapping and are intended to determine the continuity of the layers, the location of the faults within the structure, the thickness and lithology of the Hazeva Formation, the extent of the marly layers of the Har Ha'Zofim Group and the depth of the Judea Group. The present work includes the following geophysical surveys:

- a) A high resolution seismic survey which is intended to determine the continuity of seismic markers and fault lines. The survey includes one strike line and three dip lines.
- b) A TDEM survey – after calibrating the method close to existing boreholes, it was used to identify markers within the Hazeva Formation (base of Rotem Mbr. or base of the main sand body of the Zefa Mbr.), top of the Main Chert Mbr. of the Mishash Formation, the top clay layer of the Marly Mbr. of the Menuha Formation (“near top Judea Gr.”). All in all, a total of 30 points were measured.
- c) A seismic refraction survey – data taken from the above mentioned reflection survey as well as from old seismic lines originally used for oil exploration but unsuitable for a high resolution survey. Refractors do not necessarily show a single stratigraphic boundary, but rather a large difference in low and high velocities. This method facilitated mapping of the anomalies causing these differences in velocity. In some parts of the study area, where the marl and sandstone of the Hazeva Fm. overlies the Judea Gr. or the Har Ha'Zofim Gr., its base was identified by mapping the refractor. In other areas, where the conglomerate at the base of the Zefa Mbr. was found, its top was mapped.
- d) 3-D seismic reflection survey – this type of survey is intended to yield a detailed picture of selected areas and provide some indication of the potential of such surveys which have not as yet been implemented in Israel.

The main conclusions which may be drawn from this investigation are:

- The use of these different techniques in combination, together with borehole data, obviates the drilling of stratigraphic boreholes.
- Good continuity was observed in the interval between the Judea Gr. and the Top of the Mishash Fm.
- A thick section lying under the Hazeva Fm., which is part of the marls and chalk of the Har Ha'Zofim Gr., was found.
- A system of channels connected to the Dimona channel was found within the Zefa Fm.
- The boundaries of the main sand body in the Hazeva Fm. were determined.
- Faults located by this study do not show any significant stratigraphic separation. No recent faults were identified coming out near the surface.

Seismic energy channelling along an active fault zone: The paleo-behaviour of the Dead Sea Fault and its implications for seismic hazard assessment

Wust, H. and Wachs, D.

**Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Israel St.,
95501 Jerusalem, Israel**

For centuries, the Dead Sea Fault (DSF) has been the cause of human losses and has incurred heavy damage to Northern Israel and its surroundings. This study investigates different paleo-behavioural aspects of the fault system in order to assess the extent and the type of hazard it poses at the present time.

Analyses of earthquake-triggered paleolandslides reveal an abnormal seismic sensitivity of regional landslides (Wust and Wachs, 1998) whose epicentral distance is up to one order of magnitude above worldwide observations (Keefer, 1984). Furthermore, their distribution pattern is elliptic and differs from the geometry of the weak lithologies available (Wust and Wachs, 1998). These observations corroborate a survey of ancient man-made structures showing a disproportionate number of failed lifelines within the near field of the fault zone. However, the selective distribution of damage observed during past earthquakes both along the DSF and close to it, contrasts sharply with a low Q model for seismic attenuation predicted by geophysical surveys carried out in the DSF graben (ten Brink et al., 1993).

The apparent contradiction between paleoseismic observations and geophysical surveys can be reconciled if one considers an alternative model in which the seismic energy is refracted and channelled as head waves (Hough et al., 1994) either along subvertical fault zones or along the material interface between the graben structure and the surrounding lithologies.

Should this selective propagation of seismic energy be further confirmed, it would require reassessing seismic hazards for the region and redesigning seismic hazard zones, emphasising narrow corridors of higher seismic hazard along active fault zones rather than wide areas of lower seismic hazard level.

Delineation of Fresh and Saline Groundwater Bodies Along the Dead Sea Shore Using the TDEM and NMR Methods

Yecheili Y.¹, Kafri U.¹, Goldman, M.², Legchenko, A.³

¹. Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael Street, 95501 Jerusalem

². Geophysical Institute of Israel, P.O.Box 2286, Holon 58122

³. BRGM, B.P. 6009-45060, Orleans CEDEX 2

Preliminary TDEM (time domain electromagnetic) and NMR (nuclear magnetic resonance) surveys were carried out along the Dead Sea shore to delineate fresh and saline groundwater bodies, the interface in between and the general configuration of the above.

The survey is based on the following findings:

TDEM resistivities greater than 5 ohm-m represent different lithologies which might be unsaturated or saturated with fresh to brackish waters. Resistivities between 0.2 ohm-m and 2 ohm-m represent concentrated brines to seawater concentration respectively. Intermediate ones exhibit diluted seawater or diluted brine. NMR measurements provide indications on water-bearing segments in the subsurface.

The present work shows the results of cross-sections along the streams of Og, Temarim, Darga, Hazazon, En Gedi, Hever and Ze'elim with the following implications:

- 1) NMR data provide indications for existing or apparent perched water horizons, some of which occur more than 10 meters above the expected or observed regional water table.
- 2) In all sites the saline groundwater is found in the eastern side close to the Dead Sea and below the relatively fresh groundwater, as expected. The fresh-saline water interface was found to be very shallow due to the large density difference between the different water bodies, although it does not follow exactly the Ghyben-Herzberg approximation.
- 3) In those few cases where there is data of both TDEM and actual groundwater salinities in boreholes, the results show a good correlation between them indicating the validity of the TDEM method in the study area.

Provenance of Ochre from the Natufian Assemblages of el-Wad, Eynan and Hayonim

Zackheim, O.¹, Ilani, S.,² Weinstein-Evron, M.¹

1. Department of Archaeology, University of Haifa, 31905 Haifa.

2. Geological Survey of Israel, 30 Malkhe Yisrael St, 95501 Jerusalem.

"Ochre" is defined as "any of various natural earths containing ferric oxides, silica, carbonate and alumina: used as yellow or red pigments". Both the yellow (Goethite) and red (Haematite) ochre appear in various mineralogical forms (jasperoids, sandstones, oolites). It has been reported from prehistoric sites perhaps as early as the Lower Palaeolithic. However, it is well documented in Middle Palaeolithic, Upper Palaeolithic and Epipalaeolithic sites. Ochre was probably used for a wide range of activities, including funerary and artistic practices. In addition to these ceremonial and symbolic functions, ochre may have been used for more practical purposes such as dyeing of hides. In any case it was a raw material widely used by prehistoric people.

A geological survey of the ochre outcrops in the Mount Carmel area, the western Lower Galilee, and along the western margins of the Hula Valley, together with lithological, mineralogical and geochemical comparisons between geological and archaeological samples, was conducted in order to identify the provenance of materials used by the occupants of three major Natufian basecamps: el-Wad, Eynan and Hayonim. Such determinations can provide information concerning exploitation patterns, catchment areas of prehistoric populations in northern Israel, as well as, trade/exchange networks.

The results of the mineralogical (XRD) and chemical (ICP-AES, SEM) analyses of the iron oxide fragments found in the three sites and that of the iron mineralizations of their geological surroundings are usually similar. This suggests that these local sources provided the ochre used by the Natufians of each site.

Goethite is the common iron oxide in the geological mineralizations and thus readily available, while haematite is rarer in outcrops. On the other hand, archaeological samples consisted almost entirely of haematite. Since the alteration of goethite to haematite takes place at 280-400 °C, it is probable that goethite was heated by the occupants of each of the sites. The burning of an earth substance in order to obtain a desired product, in this case a bright red-coloured pigment, may well have had some symbolic function.

The Hayonim ochre assemblage is unique in that it includes, besides the locally available materials, an exotic haematite type distinguished by very high concentrations of titanium oxide (anatase) which is not found in geological outcrops of Israel. Through a review of the literature, three exotic potential sources for this exotic ochre were identified. These are at Radjou in northern Syria (500 km north of Hayonim), the region of Wadis Hayyan and Qabqab in Saudi-Arabia (700 km south of Hayonim) and Abu-Ghalqa in the Eastern Desert of Egypt (1100 km south of Hayonim). This indicates the existence of long-distance trade/exchange networks during the Natufian. This conforms well with other evidence from these sites pointing to trade/exchange, notably the occurrence of *Dentalium*, and *Cypraea-moneta* shells from the Red Sea, and *Aspatharia* shells from the Nile River.

In order to verify this assumption additional research is required incorporating analysis of ochre assemblages from additional Natufian sites. With such studies it will be possible to reconstruct a Natufian 'Ochre Route', a primary path for exchange. Such trade routes probably formed the basis of networks used in later periods such as the 'Obsidian Route' during the Neolithic period.

Dynamic Characteristics of Residential Buildings in Ashgabat, Turkmenistan

Zaslavsky, Y. and Shapira, A.

Seismology Division, Geophysical Institute of Israel, Holon, Israel

The current study adheres to the general concept that the vulnerability of a building to ground shaking is governed primarily by the resonance effect, i.e., the displacements and accelerations developed on the building at frequencies that are close to its natural frequencies of motion. Consequently, an important step toward improved evaluation of the earthquake risk is associated with determining the dynamic parameters of existing buildings. The dynamic characteristics of real structures can be determined experimentally using very simple and inexpensive measurements by monitoring the shaking of the structure caused by ambient noise

Two modern, prefabricated, residential buildings and one old stone building were each temporarily instrumented with three seismograph stations. Two stations were located on the roof and the third in the basement of the building. Each location was equipped with a pair of horizontal seismometers, placed perpendicular to each other and parallel to the outer walls of the structure. Table 1 summarizes the dynamic characteristics of the buildings determined by ambient noise.

Table 1 - Natural frequencies and damping ratios of selected buildings

Building	Mode	Frequency Hz	Damping ratio (%)
9 story	First mode NS direction	2.8	2.5
	First mode EW direction	2.8	2.5
	First torsional	3.6	1.5
	Second mode NS direction	9.0	-
	Second mode EW direction	8.7	-
	Second torsional	10.3	-
4 story	First mode NS direction	5.6	3.5
	First mode EW direction	4.95	3.5
	First torsional	6.8	-
2 story	First mode NS direction	7.6	3.5
	First mode EW direction	8.0	3.5

The dynamic characteristics obtained by the spectral analysis technique could be compared with characteristics from future periodic tests. Repeated measurements may be used to detect changes in the dynamic properties of a structure that, in turn, are indicative of possible increase of the vulnerability to seismic vibrations.

Site Response from Microtremors: the Case of Tel-Aviv

Zaslavsky, Y. and Shapira, A.

Seismology Division, Geophysical Institute of Israel, Holon, Israel

Quantitative prediction of the fundamental frequencies and amplifications of ground motion by complex geology during earthquakes is one of the principal factors for seismic hazard estimation and risk mitigation. A temporary seismic network was deployed at five sites in Tel-Aviv: Beit Azrieli, Aylon highway junction; Tel Baruch beach; the Exhibition Grounds and two sites at the Yarkon river mouth. The data set, collected by short period digital seismic stations, consists of several windows of microtremors. Ground motion amplification is determined in terms of horizontal-to-vertical spectral ratio of microtremors (Nakamura ratio).

Four types of site effect are observed. The stations which were deployed at the Yarkon mouth exhibit amplification effects (up to 5) in the frequency range 2.5-3.0 Hz. The second response type was observed at stations installed at the Tel Baruch beach, where amplification levels of 2.8-3.0 are observed in the frequency range 3.0-4.0 Hz. The third type of response is observed at stations deployed near the Exhibition Grounds. A prominent peak is observed within the 1.4-1.8 Hz band, with an amplification factor up to 3. The data collected at Beit Azrieli and the Aylon highway junction site do not show amplification, i.e. we concluded that there is no amplification owing to the sedimentary layers.

Acceleration response spectra for buildings constructed on soft alluvium may be several times larger than the acceleration response spectra required by Israel Building Code 413. It is worth noting that the seismic resistance of old buildings in Tel-Aviv is significantly lower than that of modern buildings; consequently, loss of life and property may be significant from even moderate earthquakes (an earthquake of magnitude 6.0 in the Dead Sea for example).

Site Effect and Microzonation in Ashgabat Using Ambient Noise Recordings

Zaslavsky, Y.¹, Shapira, A.¹, Gitterman, Y.¹, Kanel, E.¹, Essenow, E.² and Karryev, B.³

1. Seismology Division, Geophysical Institute of Israel, Holon, Israel

2. Institute of Seismology, Academy of Sciences, Turkmenistan

3. Scientific Information Bureau, Academy of Sciences, Turkmenistan

In this study the effects of ground motion amplification due to local geology were evaluated for Ashgabat by analyzing the records of microtremors at 59 sites. The spectral ratio between horizontal and vertical components (H/V ratio) has been used to estimate fundamental periods and amplification factors of the site (Nakamura method). The predominant frequencies range from 1-7 Hz with an amplification factor up to 3. The compiled geological, geotechnical and intensity data and the empirical site response determinations lead to the preparation of a zonation map that divides the town into four zones characterized by their fundamental resonance frequency: Zone 1 - 1.0-2.0 Hz, Zone 2 - 2.0-3.0 Hz; Zone 3 - 3.5-6.0 Hz and Zone 4 - >6.0 Hz.

Based on these results, the following conclusions can be made: the distribution of predominant frequencies across Ashgabat shows a correlation with surface geology information. Using the Nakamura technique provides stable results for many, but not at all, sites. This technique can provide good estimates not only of the ground natural frequency, but also of the corresponding spectral amplification. To reach a better agreement between experimental data from microtremors and a map of microzonation of Ashgabat it is necessary to obtain recording of earthquakes at several sites within the city.

In site specific design spectra estimation, 1-D soil response approximation under non-linear conditions may provide valuable information. A subsurface model based on geophysical and geological data may be an over simplified presentation of the real conditions. The empirical seismological evaluations of the site response are fundamentally more reliable.



הגיאואיד בישראל: הפילוט בחיפה

שרני, ד.ג., פפו, ח.ג., פוראי, י.ג.

¹ השטח להנדסה גיאודטית, הטכניון, חיפה 32000
² המרכז למיפוי ישראל, לינקולן 1, ת"א 61141

פרויקט-פילוט, ליצירת גיאואיד מדויק לישראל, מתקצב ונתמך ע"י המרכז למיפוי ישראל - בשיתוף פעולה, במסגרת חוזה מחקר, עם מוסד הטכניון למחקר ופיתוח בע"מ. מטרת הפרויקט היא לנתח אפשרויות; להגדיר מתודולוגיה; לתכנן נוהלי שדה ומשרד, לפתח ולבדוק תוכנות מחשב; ולבצע מיפוי של גיאואיד מדויק ל- ± 4 ס"מ, באזור הכרמל. היקף הפילוט כ- 600 קמ"ר.

חישוב הגיאואיד מבוסס על ערכי גליות "מדודים" בעקיפין, באמצעות מדידות GPS (גובה) ואיזון טריגונומטרי מדויק, בטווחים קצרים. שיטת הביון, בין נקודות בעלות גליות ידועה, היא תהליך של החסר/החזר: החסר מכל ערך גליות מדודה את הגליות ממודל עולמי (תחילה יושם מודל OSU'91, ואחריו EGM'96); החסר גם מכל אנומליות אוויר-חופשי מדודה את האנומליה במודל. בצע אינטגרציה של Stokes על האנומליות השיריות, בכל נקודת גליות ידועה; הוסף את האפקט העקיף. התוצאה היא שדה של גליות שירית. בין בשדה זה; ולבסוף החזר לשדה הממשך, ע"י הוספת הגליות במודל. הנתונים הבסיסיים שיושמו בפרויקט כללו 67 ערכי גליות מדודה; רשת צפופה של כ- 48.500 אנומליות אוויר-חופשי מדודות; וסריג מפורט של גבהים. ניתוח התוצאות מראה שחיזוי הפרשי גליות מתבצע בדיוק (שר"ב) של ± 4 ס"מ, בין כל זוג נקודות בתחום הפרויקט. הנהלים לעיל מיושמים ע"י המרכז למיפוי ישראל, ליצירת מפת גיאואיד מדויק לישראל.

הדינמיקה של המשקעים בכנרת באזור שפך הירדן

שטיינמן, ב., קמינר, יורי.

חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ, המעבדה לחקר הכנרת ע"ש יגאל אלון, ת.ד: 345, טבריה 14102, ישראל

שפך הנחל הוא אזור אופייני לשינוי משטר הידרולוגי של נחל למשטר הידרולוגי של אגם. השיקוע של הסחף המגיע עם מי הנחל הוא אחד המאפיינים העיקריים של אזורי השפך. הוכחות לתהליכים באזור השפך הן יצירת צורות שונות של חבליט, יצירת דלתות מתחת לפני המים ויצירת מחסומים וזרועות. ירידת מהירות הנחל באזור השפך גורמת לירידת יכולת ההובלה שלו. נוטבים רדיואקטיביים ופלורסצנטיים (FT) שמשו לחקר תהליכי השיקוע ופיזור הסחף באזור השפך. ניתן להגדיר שלושה אזורים בשפך:

1. אזור בעל פעילות-גמא מקסמלית בסדימנטים של הקרקעית. מוגדר כ- *isoline* של 1.8 יחידות יחסיות של איזוטופ K^{40} . באזור הזה בולטים ריכוזים מקסימליים של FT (ממוצעים של 10^{-12} - 10^{-4} לעומת הריכוזים המקבילים שנמדדו בשפך הנהר) שטח אזור זה הוא כ- 0.5 קמ"ר.
2. אזור בעל פעילות-גמא גבוהה בסדימנטים של הקרקעית, המוגדר כ- *isoline* של 1.4 יחידות יחסיות של איזוטופ K^{40} אופיין ע"י ריכוזי FT ל 10^{-22} - 10^{-16} לעומת הריכוזים ההתחלתיים המקובלים בשפך הנהר. שטחו של אזור זה הוא כ- 2 קמ"ר.
3. שטח של פעילות-גמא גבוהה יחסית בסדימנטים של הקרקעית המוגדר כ- *isoline* של 1.0 יחידות יחסיות, מאופיין ע"י ריכוזי FT של 10^{-30} - 10^{-22} לעומת ריכוזיהם ההתחלתיים המקבילים בשטח הנהר. שטחו כ- 6 קמ"ר.

המסקנות הנ"ל נתמכות ע"י מדידות ישירות של השינוי בריכוז החלקיקים המרחפים לאורך הזרימה.

ההשתרעות התת-קרקעית של דיאפיר הלשון ודיאפיר הר-סדום

שולמן, ח., בן-אברהם, צ.

המחלקה לגיאופיזיקה ומדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב, רמת-אביב 69978.

מהערכה מחודשת של חתכים סיסמיים שבוצעו הן ביבשה והן במים רדודים (טלסייס) בחלק הדרומי של אגן ים-המלח, ניתן לעמוד על תחומי השתרעותם התת-קרקעית של דיאפיר הלשון ודיאפיר הר-סדום, על תפוצת המלח שביניהם ותופעות מלח אחרות.

המלח הנו מרכיב חשוב בתוך כלל משקעי-המילוי של אגן ים-המלח. אגם המלח הפליוקני, שהשקיע את תצורת סדום, כסה את מרבית שטחו של האגן משפך הירדן שבצפון ועד, לפחות, להעתק עידן שבדרום. עוצמת המלח משתנה בהתאם למידת השתפלותו של האגן והתבליט הטופוגרפי עליו הוא שקע. בעוד שבחלקו הצפוני של האגן עוביו קטן יחסית והוא מאופיין במספר דיאפירים קטנים (ניב והול, 1976), הרי שבחלקו הדרומי עוביו הגיע לכדי אלפי מטרים שהתרוממו בשלב מאוחר יותר, ויצרו את הדיאפירים של הלשון והר-סדום החשופים בחלקם.

הממצא החשוב ביותר שהתגלה במהלך הפענוח הוא שדיאפיר הלשון משתרע בתת-הקרקע הרחק מעבר לביטויו על פני השטח. במערב הוא מצוי מתחת למלוא השטח הבוצי של אזור מור (נחל רחף) ומגיע עד להעתק הגבול המערבי של הבקע. בקטע זה שלו הוא בעל מבנה כפתי-פטרייתי שבחלקו העליון מצוי סלע חיפוי עבה, המורכב, ככל הנראה, מחילופין של קלסטים ואופוריטים. קשה לאמוד את עוביו הכולל של הדיאפיר מאחר ולא ניתן לזהות במדויק את בסיסו על גבי החתכים הסיסימיים. מכל מקום, עוביו הנו רב יותר מ-3500 המטרים של מלח שנחדרו בקדוח לישן-1. בדרום משתרע גוש המלח העבה של הלשון-מור מתחת לפני מרבית שטחה של ברכה-5, של מפעלי ים-המלח, בואכה הר-סדום. גופי מלח אלה מהווים לפיכך יחידה אחת. במחצית המרחק שבין דיאפיר מור והר-סדום, באזור בוקק, ניתן להבחין בנציב-מלח, צר ממדים, החופף אנומליה מגנטית שלילית חזקה (רם, 1989). בין פסגות מבני המלח האלה מצוי מילוי פליסטוקני שמחד ניכרת בו דפורמציה הקשורה לתנועות הלוקינטיות ומאידך ניתן לייחס אותו למילוי של תעלות שנוצרו ככל הנראה מתהליכי המסה בחלקו העליון של המלח. המסה זו היא אולי הגורם שבחלק זה של הקומפלקס הדיאפירי המלח לא מצוי על פני השטח.

ממצא נוסף בעל חשיבות הנו שבצפון, הר-סדום מתפשט בתת-הקרקע ומצוי בעוצמה רבה מתחת למרבית שטחו הצפוני של מישור עמיעז ואזור עמק זוהר (נווה-זוהר) הצמוד אליו. העתק סדום, המפריד בין בלוק הביניים של עמיעז והאגן העמוק ושלאורכו התרומם, ככל הנראה, הדיאפיר, פונה במרכזו של הר-סדום כלפי צפון-מערב וחובר להעתק הגבול המערבי של הבקע באזור נחל חימר. גג המלח באזור זה מצוי בעומק של כ-200 מ' או אפילו רדוד יותר, ולממצא זה יש אולי השלכה, אם כי לא במישורין, להיווצרות התופעות הקרסטיות (בלועים) באזור נווה-זוהר.

זהירה של Cr^{3+} במינרלים דיאספור ובוהמיט בחרסית דמוית צור פיזוליתית מתצורת משחור מהיורא במכתש-רמון

שובאל, ש.¹, גפט, מ.¹, פנזר, ג.², בודיאול, מ.², שמפניון, ב.²

1. קבוצת הגיאולוגיה האוניברסיטה הפתוחה, רחוב קלאוזנר 16, תל-אביב 61392.
2. LPCML, UMR5620 CNRS, אוניברסיטת קלוד ברנרד, ליון 1, צרפת.

חרסית דמוית צור פיזוליתית מתצורת משחור מהיורא במכתש-רמון, נבדקה בספקטרוסקופיית זהירה במכשיר מיקרו-רמאן. בערוך לייזר ($\lambda=514.5$ ננומטר) מתקבלים בתחום האדום של הספקטרום קווי זהירה צרים (רוחב במחצית הגובה 2.4 ננומטר). מיקום קווי זהירה אלה הינו 691.0, 694.4, 694.4 ננומטר בפיזולט ו- 702.5, 689.0 ננומטר בקירוב במטריקס של החרסית דמוית הצור. אנליזת מיקרו-רמאן מאפשרת לקבוע כי המינרלים הפולטים הם דיאספור [α -AlO(OH)] בפיזולט ובוהמיט [γ -AlO(OH)] במטריקס של החרסית דמוית הצור. קווי זהירה דומים לאלה שנמצאו בפיזולט מתקבלים במינרל דיאספור שסופק על ידי חברת Ward's.

טיפוס הספקטרום המתקבל אופייני למעבר ${}^2E \rightarrow {}^4A_2$ במרכזי זהירה של Cr^{3+} (קווי R). ידוע היטב כי Cr^{3+} מצוי כמרכיב קורט במינרלים ומחליף Al^{3+} בעמדות עם סימטרייה אוקטאהדרלית מושלמת או מעוותת. עמדות כאלה תואמות לתכונות הקריסטלוקימיות של דיאספור ושל בוהמיט שלהם מבנה אורתורומבי שבו יוני Al מאכלסים עמדות עם קורדינציה אוקטאהדרלית. אולם, סידור החמצנים שונה בשני מינרלים אלה: מערך הקסגונלי בדיאספור ומערך קובי בבוהמיט.

קווי זהירה צרים יותר מתקבלים ב- 694.4 ו- 693.0 ננומטר לאחר חימום של הפיזולט של החרסית דמוית הצור או הדיאספור של Ward's בטמפרטורה של $1000^\circ C$. קווי זהירה אלה אופייניים לזהירה של Cr^{3+} בקורונדום (α -אלומינה טריגונלית) הנוצר כנראה בשל חימום הדיאספור. קווי זהירה דומים המלווים בקווים נוספים ב- 691.0 ו- 686.5 ננומטר מתקבלים לאחר חימום המטריקס של החרסית דמוית הצור בטמפרטורה של $1000^\circ C$. הקווים הנוספים אופייניים לזהירה של Cr^{3+} בספינל (γ -אלימינה קובית) הנוצר כנראה בשל חימום הבוהמיט.

מתאם בין הרבדת סמקטיט בשולי הטתיס והפעילות הגעשית במהלך פתיחתו וסגירתו של אוקיינוס זה

שובאל, ש.

קבוצת הגיאולוגיה, האוניברסיטה הפתוחה, קלאוזנר 16 תל-אביב, 61392 ישראל.

מתאם בין הרבדת סמקטיט בשולי הטתיס, אזור ישראל, והפעילות הגעשית במהלך פתיחתו וסגירתו של אוקיינוס זה תומכת בסברה כי עיקר הסמקטיט במשקעים החרסטיים הימיים שהורבדו בשולי אוקיינוס הטתיס סופק מתוצרי אלטרציה של סלעים געשיים תת-ימיים שהתפרצו במהלך אירועי הפתיחה והסגירה.

צויין בספרות כי סמקטיט אינו מצוי במשקעים החרסטיים הימיים והיבשתיים מתור הפליאוזואיקון. אמנם, בטרם ההיפרדות של פנגיאה, אזור ישראל היווה משטח יבשתי יציב ששכן בתוך גודוונה, רחוק מאזור פעילות געשית תת-ימית כלשהו. סמקטיט נעשה למינרל החרסיתי האופייני במשקעים החרסטיים הימיים של שולי הטתיס מאז תחילת המזוזואיקון. כידוע, בתחילת המזוזואיקון התרחשה ההיפרדות של פנגיאה אשר במהלכה נפתח אוקיינוס הטתיס. בשל פתיחת האוקיינוס, התפתחה געשיות של רכס אמצע אוקייני, אשר כנראה היוותה מקור לסמקטיט באותה עת. צויין בספרות כי הגעשיות בתחילת המזוזואיקון מלווה בביקוע שיצר את שולי היבשה הסבילים של אגן הלבנט במזרח הים התיכון. במהלך האוקספורדיאן הורבדו על מדף היבשת כמויות עתק של סמקטיט שיצרו את המשקעים החרסטיים העבים של תצורת כידוד שהשתרעה נרחבת.

סמקטיט נעשה למינרל החרסיתי השליט בכל המשקעים החרסטיים הימיים מאז הקרטיקון העליון. כידוע בקרטיקון העליון אוקיינוס הטתיס החל להיסגר. בשל ההפחתה, התפתחה געשיות של קשתות איים, אשר כנראה היוותה מקור לסמקטיט באותה עת. במהלך המסטרטיכט והפליאוקן הורבדו על מדף היבשת כמויות עתק של סמקטיט שיצרו את המשקעים החרסטיים העבים של תצורות עירב וטקיה שהשתרעותם נרחבת.

תצורות חרסיתיות עבות הורבדו בשולי הטתיס במהלך הצפות ימיות. זרמי מעלה נטלו כנראה חלק בהובלת הסמקטיט אל שולי הטתיס. ההצפות התרחשו כנראה בעת אירועי פעילות בקרקעית האוקיינוס שלוו באירועים געשיים נמרצים שהיוו מקור לסמקטיט. כך, תכיפות ההופעה של תצורות חרסיתיות עשויה לספק מידע על האירועים שהתרחשו בקרקעית האוקיינוס במהלך הפתיחה והסגירה של הטתיס.

שימוש במערכת ה-GIS לניתוח מורפומטרי של חזית הרים (Mountain-Front)

שגיאה יעל^{1,2}, אמית רבקה¹, אנזל יהודה², בן-נון עדי³.

1. המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501.
2. המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית, ירושלים 91904.
3. מרכז ה-GIS, האוניברסיטה העברית, ירושלים 91904.

מידת הפעילות הטקטונית, ניתנת להערכה באמצעות פרמטרים גיאומורפים. כאשר קצב התהליכים הארוזיבים נמוך יחסית בהשוואה לקצב הפעילות הטקטונית האנכית נוצרים לרוב בשולי אגנים חזיתות הרים ישרות, עמקים בעלי מדרונות תלולים חתורים בצורת V, ואפיקים בעלי שיפוע תלול. לעומת זאת, באזורי פעילות טקטונית מתונה יש נטיה להוצרות חזיתות הרים מבוטרות, עמקים רחבים ואפיקים בעלי שיפוע מתון. בכדי לכמת תכונות נוף אלו ולהשוות בין קטעים או אגנים שונים בחזית ההרים ולמרגלותיהם, פותחו בעולם מספר פרמטרים מורפומטרים: מידת ביתור חזית ההרים S, היחס בין גובה העמק לרוחבו V_f , מידת הקעירות של אפיקים K, והיחס בין גודל מניפות הסחף לאגני הניקוז.

מטרת המחקר הנוכחי היא הערכת מידת הפעילות הטקטונית היחסית בקטעים שונים לאורך חזית הרי אדום בערבה הדרומית. התבליט החד והמורפולוגיה של חזית הרי אדום מעידים על התרוממות מתמשכת וצעירה יחסית.

המיפוי ומדידת המשתנים המורפולוגיים לחישוב הפרמטרים השונים, נערכו בעזרת מערכת מידע גיאוגרפית (Geographic Information System- GIS). בסיס הנתונים כולל נתוני DTM (Hall, 1996), נתונים מצלומי אוויר, תצלומי לוויין, מפות גיאולוגיות ומפות טופוגרפיות. המודל הוקטורי ומודל הרסטר משמשים במחקר הנוכחי לביצוע אנליזות מרחביות של הנתונים שנאספו. במערכת ה-GIS מבוצעות אנליזות מרחביות של הנתונים הנייל המוצגות על ידי (Grid). אחד היתרונות הבולטים בשימוש במערכת ה-GIS היא האפשרות לבצע מגוון רחב של אנליזות מרחביות (כגון: שימוש בנתוני DTM למטרות מפוי מדרונות, קביעת מיקום פרשות מים והגדרת רשתות) תוך זמן קצר יחסית לאמצעים אחרים הנערכים באופן ידני. תהליך חישוב הפרמטרים המפותח יאפשר בעתיד ניתוח דומה של אזורים אחרים פעילים טקטונית.

תוצאות ראשוניות מעידות על כך שהתכונות המורפולוגיות משתנות בין קטעים שונים לאורך חזית הרי אדום. אנו מעריכים כי שונות זו מבטאת את השונות בפעילות הטקטונית לאורך המקטעים. נערך מיפוי מורפולוגי מפורט, של אגני הניקוז ומניפות הסחף, לאורך חזית ההרים הדרומית מאזור אילת ועד למלחת יוטבתה. נמצא כי גודל האגנים וצורתם תלוי במיקומם ביחס לקטעי חזית ההרים. אגנים גדולים מצויים בקצוות ובגבולות הקטעים, בעוד שהאגנים הקטנים מצויים במרכזם.

האגנים המנקזים את חזית ההרים בלבד רגישים יותר לתנועות האנכיות מאשר האגנים המנקזים גם את החלק הפנימי יותר של הרי אדום. תצפית זו נתמכת על ידי הבדלים במידת הקעירות של פרופילי האפיקים הראשיים. הפרופילים של האפיקים המנקזים את חזית ההרים בלבד הנם קצובים ותלולים יותר מאשר אלו המנקזים גם את החלק הפנימי של הרי אדום. ממצאים אלו נמצאים בהתאמה לצורת העקום ההיפסומטרי של האגנים השונים. רוב העקומות ההיפסומטריות הן בקירוב קמורות ומצביעות על התרוממות פעילה של חזית ההרים. השוואה בין ערכי הפרמטרים השונים, פרופילי אפיקים ועקום ההיפסומטרי יאפינו פעילות טקטונית יחסית בין המקטעים, כפי שנמצא במקומות אחרים בעולם.

תהליכי סידוק והעתקה בשוליים המערביים של ים המלח

שגיא אמיר ורכס זאב

המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית, ירושלים 91904

השוליים המערביים של אגן ים המלח נתונים במיליוני השנים האחרונות לתהליכי מתיחה וריסוק כחלק מהשתפלות האגן והתנועה לאורכו. במחקר הנוכחי נותחו מבני סידוק והעתקה במחשופי שדה לאורך שולי ים המלח ובקדוח אמונה-1. לאור תוצאות המדידות פותח מודל המסביר את הגיאומטריה של המבנים והיחסים בין מערכות הסדקים ומערכות ההעתקים.

מרבית העבודה התמקדה בנתוח ומדידה של אופי וגיאומטריה של מערכות הסדקים באזור. המדידות בוצעו ב-40 תחנות המפוזרות בשלושה אזורים: (1) מצוק ההעתקים התוחם את אגן ים המלח ממערב; (2) רמת מדבר יהודה, מערבה למצוק ההעתקים; (3) תת-הקרע בקידוח אמונה-1, צפונה למצדה. במספר תחנות מופו הסדקים בקנה מידה של 1:10, ובאחרות נמדדו הסדקים לאורך קוי מדידה (Scanline). נתוני הסדקים וההעתקים בתת הקרע נמדדו בעזרת מערכת CAST היוצרת הדמיה של פני חור הקידוח ומאפשרת מפיץ מישורי אי-רציפות החוצים אותו. במחשופים זהו הסדקים כמבני מתיחה על סמך סימני צלעות וסימני נוצות על משטחיהם.

בתחנות המדידה במצוק ההעתקים ובמדידות בקדוח אמונה-1 נצפו שתי מערכות שולטות של סדקים תת אנכיים: האחת בכיוון NNE והשנייה NNW. מערכות סדקים אלו שולטות מאזור נחל דרגה בצפון ועד נחל בוקק בדרום. מערכות אלו נצפו גם בחלק מתחנות מדידה של רמת מדבר יהודה, בין נחל יעלים לצוק תמרור, שם הן מופיעות עם מערכות שברים אחרות שכיוון דומה לכיווני שברים שנמצאו בסלעי חבורת יהודה בנגב הצפוני (רכס, 1972). בנוסף, נמדדו הכוונים והנטיית של כמה עשרות העתקים נורמלים מעין פשחה ועד לנחל בוקק. בדרך כלל ההעתקים מופיעים במערכת אורתורומבית עם מקטעים "מזוגזגים" בכיוון NNW ו-NNE (רז, 1983; עגנון, 1983). מצאנו כי כווני מקטעי ההעתקים דומים לכווני מערכות הסדקים השולטות.

מקובל להניח כי סידוק הוא תהליך שבירה פריכה (brittle) ומשטח הסדק ניצב למאמץ המתיחה המירבי. על סמך הנחה זו והדמיון בין כיווני ההעתקים הנורמלים ומערכות הסדקים בשולי ים המלח, נבדק קשר אפשרי בין התפתחות הסדקים וההעתקים. הנחנו כי תנועה על העתקים נורמלים הקבורים בעומק יכולה לשנות את שדה המאמצים המקומי וליצור מאמצים המספיקים לסידוק הסלעים מעל ההעתקים. חישבנו את המאמצים הנוצרים בעקבות תנועת העתקים בעומק בשתי שיטות: ראשית, חישוב פיזור התנועות והמאמצים בתווך אלסטי לינארי דו מימדי שבבסיסו מופעל העתק נורמלי, ושנית חישוב התנועות והמאמצים המתפתחים בתווך אלסטי לינארי תלת מימדי כתוצאה מהעתקה על דיסלוקציות. תוצאות החישובים מצביעות על קיום רצועה רחבה של מאמצי מתיחה אופקיים בגוש הרוכב במקביל למישור ההעתק, כאשר עוצמת המאמצים ברצועה ורחב הרצועה גדלים ככל שהתנועה על ההעתק גדלה. החישובים מראים כי כוון מאמץ המתיחה המירבי מעל העתק נורמלי נצב להעתק, ולפיכך כווני הסדקים יהיו מקבילים לכיווני ההעתקים המזוגזגים. כמו כן קובע ניתוח זה כי גושי הסלע הממוקמים מעל העתקים יהיו סדוקים בעצמה רבה יותר מגושי סלע אחרים.

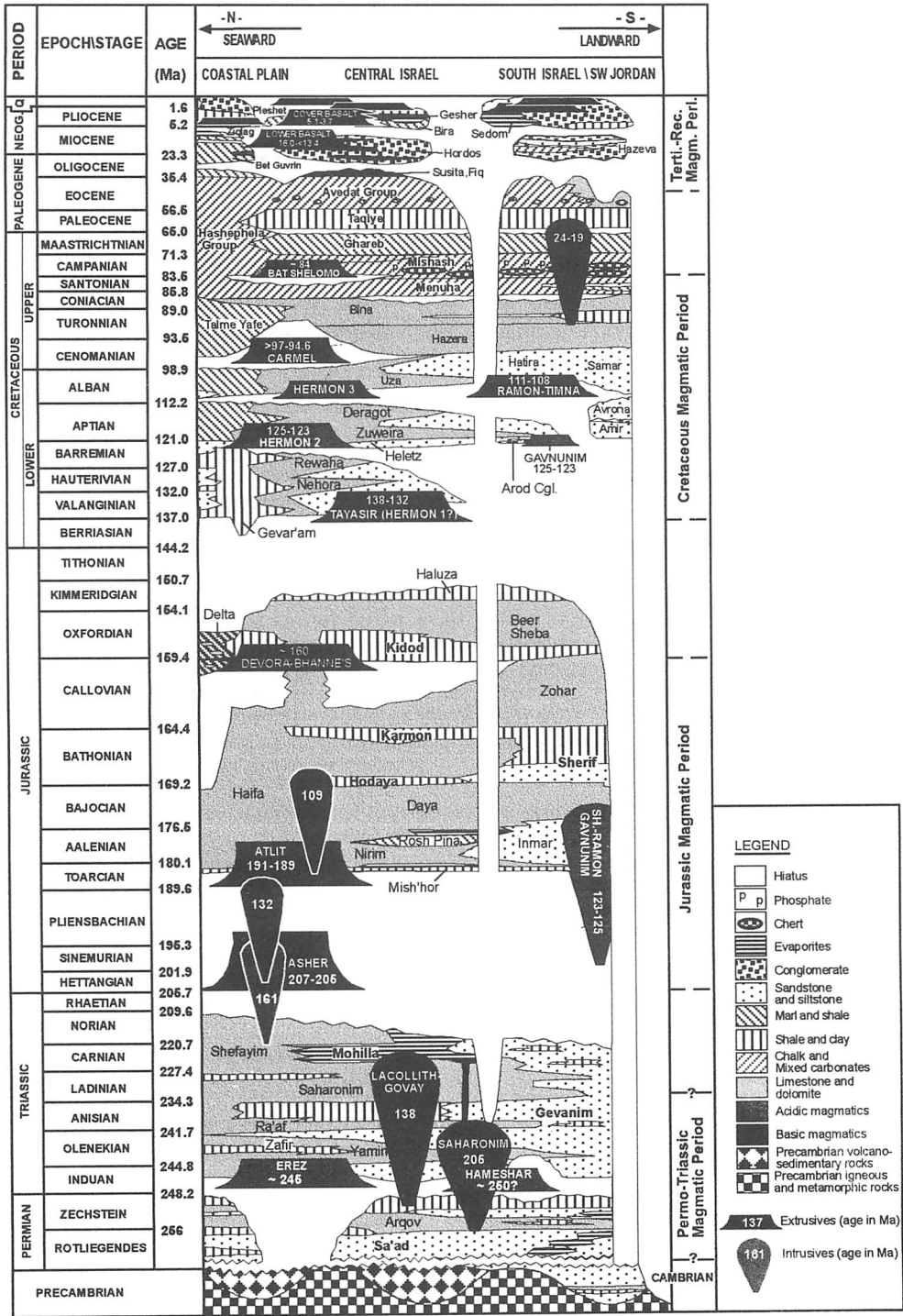


Fig. 1. Generalized lithostratigraphy of the sedimentary cover in Israel within a chronostratigraphic and Paleogeographic framework, showing the cycles of sedimentation, erosion and magmatism.

השפעת פעילות פלומים מעטפתיים על החתך הליתוסטרטיגרפי בישראל

שגב, ע.

המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

אירועי הרמה, השתפלות, שבירה אינטנסיבית וביקוע, מגמטיזם, הכחדה ושינויים ליתופציאליים ברקורד הגיאולוגי של אזורנו, החל מהפרם ועד להווה, נשלטים ע"י פעילותם של פלומים מעטפתיים. הסקירה הנוכחית בודקת את התאמתם של גילים רדיומטריים אמניים, של אירועים מגמטיים, לחתך הליתוסטרטיגרפי בישראל (איור 1) והדיון מתבסס על הגישה המסבירה את הפעילות המגמטית, התוך לוחית, באזורנו ע"י מנגנון של פלום מעטפתי נרחב (אלפי קילומטרים) הגורם למתיחה והתדקקות הליתוספרה, הרמה רגיונלית ועליית חומר מעטפתי תוך יצירת התכות בקרום ועלייתן לפני השטח. במרבית המקרים המשך התהליך גורם לביקוע של הלוח והתפתחות רכס מרכז אוקייני.

1. **המגמטיזם הפרמו-טריאסי** - מרכז הפרובינציה המגמטית (פלום מעטפתי?) נמצא במרכז אירופה, בעת ההתמוטטות (התפרקות) האורוגן הווריסקי (הרציני) והשוליים הדר-מעי, הפעילים, של התטיס (הקימרידים). אזור הלבנט, אשר עבר הרמה, ביקוע ומגמטיזם בתקופה זו, מצוי בקצה הדר-מז' של הפרובינציה. במרבית אזורי הארץ החתך הסדימנטרי מתחיל בסלעי הפרם התחתון, עובדה המצביעה על הרמה רגיונלית וגדוע סמוך לתחילת הפרם. עדויות לפעילות מגמטית בתקופה הזו נמצאו בדר-מעי סיני ובצפ-מז' אפריקה. מהמידע הגיאוכרונולוגי ניתן לשער שהיו אירועים מגמטיים לפני כ- 280 מ.ש., כ- 265 מ.ש. וכ- 245 מ.ש., האירוע האחרון מצוי בגבול בין הפרם לטריאס היכן שנמצא היאטוס אזורי וכן אירוע גולבלי של הכחדה.

2. **המגמטיזם היוראסי** - מכלול אירועים ליוו את עלייתו של פלום מעטפתי באזור בו מצוי כיום הים התיכון וגרמו להרמה רגיונלית מלווה בביקוע ובהמשך, להיווצרות רכס מרכז אוקייני אשר פתח את הניאותטיס ממערב ומצפון ללבנט. גדוע עמוק בחלקו העליון של החתך הטריאסי יחד עם העדר סדימנטים מראשית היורא מצביעים על הרמה וגדוע רגיונליים. וולקני אשר ועלתית בצפון ישראל והמחדר של סהרונים ברמון מעידים כי האירועים המגמטיים מתקופה זו חלו במרווחי הזמן של 207-205 ו- 191-189 מ.ש., אירוע מאוחר יותר (דבורה בצפון ישראל ובנהס בלבנון), מלפני כ- 160 מ.ש. עדיין לא בוסס, אך גילו חופף היאטוס בקלוביאן. מגמטיזם דומה דווח מצפ-מז' אפריקה.

3. **המגמטיזם הקרטיקוני** - מהות התהליך הגיאודינמי שגרם לו עדיין לא ברור, אולם נראה שהתפתח בלבנט, בדרום מצרים וצפ' סודאן (swell), כתוצאה ממתחה, התדקקות הליתוספרה, הרמה המלווה בגידוע עמוק ומגמטיזם, אשר מאפיינים את שלביו המוקדמים של פלום מעטפתי. האירוע מתחיל במחדרים של הרי גובי והלקוליט ברמון ובולקני תיאסיר בצפון (132-138 מ.ש.), לאחריהם הוצבו המחדרים החמוצים במרכז הנגב (125-123 מ.ש.) וולקניים בצפון. האירוע הבא, מלפני 111-108 מ.ש., מוכר כוולקני הרמון, מחדר מלווה בולקניים בתמנע ופעילות בצפון (בחרמון ועוד). וולקניים מאוחר יותר, לפני כ- 97-94 מ.ש. ואח"כ ב- 83 מ.ש., מוכר באזור הכרמל דווח מצפ-מז' אפריקה.

4. **המגמטיזם מהטריאיר עד להווה** - האירוע בכללותו משתייך, כפי הנראה, לפלום מעטפתי נרחב אשר גרם, בתחילתו, לתהליכי הביקוע והיווצרות הרכס המרכז אוקייני שבין תת-היבשת ההודית לבין יבשת אפריקה (המגמטיזם של הדקן בהודו ואיי סיישל מלפני 66-64 מ.ש.). מאוחר יותר, וכחמשך, התבקע חלקו המזרחי של הלוח האפריקאי-ערבי במפרץ עדן והים האדום. ההרמה והגדוע של אזור הלבנט החלה באוליגוקן והיא אשר עיצבה את תבנית אזורנו בהווה. מרכז הפעילות המגמטית, שעיקרה באוליגוקן (31-20 מ.ש.), היה באתיופיה ותימן והתקדמה ללבנט במיוקן, לפני כ- 24-19 מ.ש., ואח"כ לפני 16 עד כ- 13 מ.ש.; הפעילות מתעצמת בין 5 ל- 3 מ.ש. ונחלת, אך ממשיכה עד סמוך להווה.

רקורד הסטרטיגרפי של ארבעת הפלומים המעטפתיים שצוינו דומה למדי והוא כולל גדועים רגיונליים, התפשטות יחידות יבשתיות (אבני חול, חרסיות ואופוריטים) לצפ-מעי ונוכחות של סלעים מגמטיים בהתאמה גבוהה לתקופות היאטוס. המחשה טובה לתהליך אבולוציוני זה, החוזר ארבע פעמים, ניתן לראות במכלול האירועים, מהטריאיר ואילך, אשר עצבו את אזורנו במתכונתו הנוכחית.

פענוח גרבימטרי-סייסמי באגם הכנרת

רזניקוב, מ.¹, בן-גיא, י.¹, בן אברהם, צ.²

1. המכון הגיאופיסי לישראל

2. אוניברסיטת תל אביב

מטרת המחקר היא להציג מודל של תת-הקרקע של אגם הכנרת באמצעות פענוח משולב של הנתונים הסייסמיים החדשים מסקר סייסמי רב-ערוצי, שנעשה במי הכנרת בשנת 1997 והנתונים הגרבימטריים שנאספו באגם בשנת 1988. הפענוח מתרכז בהגדרת עומק בסיס המילוי, מיפוי שברים ובדיקת קיומם האפשרי של גופי מלח בקרבת הקרקעית.

הסקר הסייסמי בכנרת מספק מידע על מיקומם של שברי הגבול במזרח ובדרום מערב הכנרת, ושבירה משמעותית מול חוף גינוסר. הנתונים מראים על אפשרות כי בסיס הבקע מול חוף גינוסר הוא רדוד יחסית. מפות האופקים מראות כי הכנרת בחלקה הצפוני קיבלה צורה רומבית א-סימטרית. בחלק הדרומי האגן הוא סימטרי.

ניתן להבחין בהתאמה בין שבירה שהובחנה בחתכים סייסמיים רדודים, לבין אנומליות גרבימטריות. בצפון מערב הכנרת הנתונים מראים שגרדינט חזק שנצפה בחתכים גרבימטריים בכוון מזרח-מערב תואם לממצאי הסקר הסייסמי, למשל קרבת בסיס המילוי לפני השטח. לצורך בניית מודל, בוצע *time to depth conversion* של חתכים סייסמיים.

לצורך בניית המודל של תת-הקרקע נעשה D-2.5 מודלינג לאורך חתכים גרבימטריים נבחרים. לצורך הוצאת השפעתו של החתך הרדוד השתמשנו במפות עומק מהסקר הסייסמי הרב-ערוצי בכנרת, אשר אפשרו קבלת מידע אמין יחסית בחתך הרדוד. יחס בין מהירות סייסמית לצפיפות בחתך סדימנטרי הוגדר לפי Gardner.

בחינת חתכים גרבימטריים לאחר תיקונו של החתך הצעיר, מצביע על מבנה תת הקרקע של אגם. בצפון מערב הכנרת הנתונים מראים על גושים שבורים וקרבת בסיס המילוי לפני השטח. הנתונים מצביעים על מקומם של שברי הגבול ושברים בצפון-מערב האגם וכנראה על קיומם של שברים גם בחלק המרכזי של הכנרת.

חנקן ו- $\delta^{15}\text{N}$ במים של חבורת יהודה באזור מפרץ חיפה

1. רוגוזין^{1,2}, י. קרונפלד¹, י. כרמי²

1. המחלקה לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב
2. המעבדה לקרינת הסביבה, משרד הסביבה
3. מחלקה למדעי הסביבה וחקר האנרגיה, מכון וייצמן

חנקן והאיזוטופים שלו וכן פחמן – 14 וטריטריום נמדדו במים של אקוויפר חבורת יהודה ובאקוויפר הפליסטוקני של קורדני אשר ניזון מחבורת יהודה באזור מפרץ חיפה. מים צעירים באזור המילוי החוזר מכילים את הכמות הקטנה ביותר של חנקות (12-16 mg/l) ואת הרמות הנמוכות ביותר של ($\delta^{15}\text{N}$) ואת הרמות הנמוכות ביותר של $\delta^{15}\text{N}$ (3.1-4.2%). במים שחדרו לפני מספר אלפי שנים ריכוז החנקות עולה בהדרגה (17-29 mg/l) יחד עם עליה מקבילה של $\delta^{15}\text{N}$ (6.4-6.8%). להוציא בארות ליד ישובים חקלאיים נראה כי אין זיהום חנקות מפני השטח. מסקר ספרות עולה כי בפרופיל הקרקע יש נטית עליה ב- $\delta^{15}\text{N}$ במעבר מהצמח אל האשפה אל החומר האורגני בקרקע. ידוע כי תנאי היערות והקרקע באזורנו השתנו במידה ניכרת במשך האלף האחרון. המים העתיקים יותר מצביעים על תנאי החנקות בקרקע בזמן המילוי החוזר בתקופת המקרא, כאשר צפיפות הצמחים היתה יותר גדולה וכיסוי הקרקע יותר מפותח.

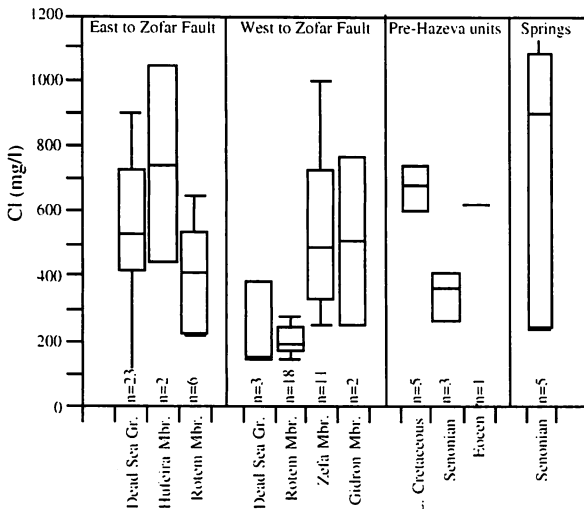
שימוש בחלוקה הסטרטיגרפית החדשה של תצורת חצבה לזיהוי מקורות ההמלחה באקויפר החצבה, ערבה צפונית, ישראל.

קלבו רני^{1,2}, ברטוב יוסף², אילון אבנר²

1. המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים, 91904.
2. המכון הגיאולוגי, רחי מלכי ישראל 30, ירושלים, 95501.

בעקבות החלוקה החדשה של תצורת חצבה לפרטים שחק, משק, גדרון, צפע, רותם וחופירה (קלבו ואחרים, 1997) פוענחו מחדש 146 קידוחי מים בערבה, בין צומת הערבה בצפון וצומת באר מנוחה בדרום. מתוך אוסף הקידוחים נבחרו לבחינה הכימית אך ורק הקידוחים אשר אין ספק כי הם שואבים מפרט אחד בלבד, והם חולקו, על פי מיקום המסננות בקידוח, לקבוצות בהתאם לפרטים אלה.

באזורים הנמצאים ממערב לשבר צופר נמצא כי המים בפרט רותם (18 קידוחים) הם בעלי תכולת כלור נמוכה (152-283 מ"ג כלור לליטר) בעוד שהמים בפרט צפע (11 קידוחים) הנם בעלי תכולת כלור גבוהה בהרבה (1000-255 מ"ג כלור לליטר, איור 1). בפרט גדרון, הקביעה קשה בשל המספר הקטן של הנתונים אך נראה שהמצב דומה לזה של פרט צפע (255-769 מ"ג כלור לליטר).



מוצגות להלן תוצאות של כלור בלבד, אך גם תכולת Ca , K , Mg , Na , SO_4 , HCO_3 ויחס Na/Cl גבוהים יותר בפרט צפע, ודומים לאלה המצויים בתצורת עתיקות לתצורת חצבה.

ממזרח לשבר צופר המים בפרט רותם הם בעלי תכולת כלור גבוהה יותר (218-650 מ"ג כלור לליטר), כנראה כתוצאה מנדידתם של מים מלוחים מפרט צפע שבחלק המערבי אל תוך פרט רותם שבחלק המזרחי, הנמצא באותו גובה סטרוקטורלי.

לא נמצאה המלחת יתר בסמיכות לשברים בערבה באף אחד מהפרטים. בחלק לא מבוטל של המקרים המים המלוחים יותר נשאבו דווקא במרכזי בלוקים ולא בשוליו. קידוחי מים שחדרו את פרט רותם ועברו אל תוך פרט צפע מראים המלחה מיידית, וכן המלחה מתמשכת במהלך שנות ההפקה.

מיחסי השדה, כפי שנלמדו ממחשופים ומפענוח תת הקרקע, עולה כי פרט צפע הושקע על גבי מישור אי התאמה נרחב הגודע את הפרטים הנמוכים של תצורת חצבה ובמקומות הוא מונח ישירות על גבי חבורת עבדת או נמוך יותר בחתך הסטרטיגרפי. פרט צפע, המכיל שכבות חרסיתיות, הנו אקויפר כלוא המוביל מים מהיחידות העתיקות, במורד הנטיות, מזרחה. עומד המים באקויפר זה הנו ארטזי. לעומתו, פרט רותם החולי, המצוי מעל לפרט צפע, הנו אקויפר פריאטי המקבל את עיקר הספקתו ממילוי חוזר. עומד המים באקויפר רותם מצוי מספר מטרים מתחת לפני השטח.

סטרטיגרפיית צמנטים ופאזות דיאגנטיים ב- buildup מהטריאס העליון מתת-הקרקע בצפון ישראל.

קורנגרין ד., בנימיני, ח.
המחלקה למדעי הגיאולוגיה והסביבה, אוניברסיטת בן-גוריון שבנגב, ת. ד. 653,
באר-שבע 84105

הפלטפורמה הקרבונטית מגיל נוריאן (טריאס עליון) בקדוח אשר-עלתית 1, מראה סביבות השקעה של Dachstein - fore-reef ramp, central reef, back-reef, או מדרון, בדומה לטריאס העליון של platform האלפיני שתואר ע"י (1981) Flugel. גירים ודולומיטים הנם דומיננטים ופצלים הם משניים. בחתך מופיעות אינטרקלציות של יחידות וולקניות באסוציאציה עם ברקציות. תהליכים דיאגנטיים שטטשו ואף העלימו טקסטורות מקוריות ושרידי מאובנים בחלקים הקרבונטיים.

בעזרת צמנטים בעלי מאפיינים הנראים תחת CL, ניתן לחלק את החתך ליחידות ליתולוגיות בעלות צמנטים בעלי איזורים קונצנטריים מורכבים רציפים (Sequential Compositional Concentric Zones, (SCCZ's)), שכל אחד מכיל לפחות שני דורות של צמנטים. ה- SCCZ's חוצים יחידות קרבונטיות אך לא את השכבות הוולקניות, והם נשמרו דרך חותמות דיאגנטיים מאוחרות יותר. איזורי הצמנט אם כך נוצרו בשלבי קבורה מוקדמים בלבד. ה- SCCZ's המאפיינים לכל תת-חלוקה של החתך מונעים גם טעויות עקב caving.

היחידות הפציאליות מראות הרדדה מסביבות של fore-reef דיסטלי או פרוקסימלי דרך שרטונות אוואוליטיים או ביהורמים לפציאסים לגונריים עד חשיפה לפני השטח. חלק מה- SCCZ's מאפשרים יצירת קריטריונים לזיהוי אירועי חשיפה אלו, למרות נדירות מאפיינים פאליאוסוליים. הצמנטים המאזורים מסודרים בהתאם בעיקר להיסטוריית החיזור של האזור הוואדווי והפריאטי לאחר החשיפה, כך שכל lowstand מטביע את היסטוריית הצמנטציה שלו על הפציאסים הפרוגרדיים.

בחתך הנחקר, הובחנו בעזרת סטרטיגרפיית צמנטים לפחות 6 מחזורי הרדדה; שני המתזורים התחתונים קשורים בצורה אינטימית עם וולקניזם. המחזור השלישי והשישי חסרי אינטרקלציות וולקניות ולכן ההרדדה באה לידי ביטוי בהסטה של הפציאסים המצביע על שנוי יחסי של גובה פני הים (טקטוני או איאוסטטי), שאחד מהם כנראה מראה את ה- highstand הגלובלי מהנוריאן התיכון שתואר ע"י Embry & Mork (1998). המחזוריים הרביעי והחמישי מורים על השפעה משולבת של שינוי בגובה פני הים עם תנועה וורטיקלית הקשורה לוולקניזם מקומי.

נכון להיום, הסדר, ההירארכיה והתועלת הישומית של מחזורים אלו לקורלציה מחוץ לאזור לא ידועים. בסופו של דבר, עקומת מפלס הים של הטריאס העליון מצפון ישראל תהיה מורכבת מאירועים וולקניים, טקטוניים ו/או איאוסטטיים.

חישה מרחוק למטרות מיפוי מינרלוגי על ידי סורק רב ערוצי מוטס בתחום 0.4-12 μ m: דוגמא מבקעת תמנע.

הרמן קאופמן¹, איל בן-דור², מיכאל בייט³, און כרובי^{2,3,4} ודב אביגד⁴

1. Berlin GFZ

2. המחלקה לגיאוגרפיה אוניברסיטת תל-אביב

3. המכון הגיאולוגי, ירושלים

4. האוניברסיטה העברית, ירושלים

הסורק הרב ערוצי DAIS-7915 (חיישן) של סוכנות החלל הגרמנית DLR הוטס לישראל בקיץ 1997 כדי לאסוף נתונים ממספר אתרים. לחיישן 79 ערוצים בתחום הנראה התת אדום הקרוב והרחוק (0.4-12 μ m) אשר מאפשרים קבלת ספקטרום מפורט אודות כל תא שטח (פיקסל) בגודל של 5x5 מטרים. המספר הרב של הערוצים מאפשר איסוף מידע מדויק אודות פני השטח מעבר ליכולתם של חיישנים אחרים בתחום הספקטרום הנ"ל. גיחת הצילום בבקעת תמנע נערכה בגובה של 10,000 רגל וכיסתה שטח של כ- 36 קמ"ר בשני פסי טיסה. הנתונים הדיגיטליים שנאספו אפשרו הפקת הדמאות באיכות מרחבית וספקטרלית גבוהה המאפשרים אבחון סוגי המסלע השונים. איכות הנתונים הגבוהה מחד גיסא, והיכולת לקבל מידע גם בתחום התרמי מאידך גיסא, מאפשרים לראשונה הגדרת סלעים מחיישן המשלב קליטת קרינה של אור מוחזר ומדידת האנרגיה התרמית הנפלטת. המשך העבודה יתבסס על ניתוח כמותי ממוחשב של הספקטרום הקרקעי של כל פיקסל בהשוואה לספריות ספקטרה קיימות (הן מהספרות והן ממדידות בשטח העבודה) תוך ניצול מספר הערוצים הרב של החיישן. המטרה היא להשוות את המיפוי הליתולוגי המתקבל ממדידות החיישן למפה הגיאולוגית של האזור ובדרך זו לפתח כלי למיפוי גיאולוגי בחישה מרחוק.

יציבות חללים תת-קרקעים בסלע קרטוני סדוק - דוגמה ממערות הפעמון, גן לאומי בית גוברין

צ'סרסקי מ., חצור, ח. י.,

המחלקה למדעי הגיאולוגיה והסביבה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

יציבות של מערות הפעמון בגן הלאומי בית-גוברין (המערה הצפונית והמערה הדרומית) נבדקה על ידי מיפוי גיאולוגי הנדסי, בדיקות מכניות, ניתוח לאחור של אירועי כשל, סיווג איכות מסת הסלע, חישוב פיזור המאמצים בסלע רציף, ניתוח יציבות בסלע בלתי רציף והתקנת מדידי תנועה.

מערות בית גוברין הן מערכת חללים תת-קרקעיים רדודים אשר נחצבו בין המאה השביעית למאה האחת עשרה בתוך מסלע קרטוני סדוק (פרט מרשה, החלק העליון של תצורת צרעה) מגיל איאוקן תיכון. בסלע נמצאו ארבע מערכות סידוק תת-אנכיות, ובנוסף מישור המגע התת-אופקי בין הקירטון לכיסוי הנארי, אשר מוגדר כאן כמישור אי רציפות. ממוצע צפיפות הסידוק הנו כ- 0.16 סדקים למטר.

קירטון מרשה הנו סלע אלסטי, לא ליניארי בעל איזוטרופיה רוחבית. חוזק הסלע והתנהגותו המכנית מוכתבים על ידי היחס (זווית β) בין כוון המאמץ הראשי המרבי (σ_1) ומישור השכוב (מישור האיזוטרופיה). חוזק לחיצה חד-צירי במקביל לשכוב: $\sigma_c (\beta = 90) = 11.2 \text{ MPa} \pm 4.9 \text{ MPa}$. חוזק לחיצה חד-צירי בניצב לשכוב: $\sigma_c (\beta = 0) = 3.9 \text{ MPa} \pm 1.4 \text{ MPa}$. חוזק המתיחה במקביל לשכוב: $\sigma_T (\beta = 90) = 1 \text{ MPa}$ חוזק המתיחה בניצב לשכוב: $\sigma_T (\beta = 0) = 50 \text{ kPa}$, הוערך בעבודה זו באמצעות אנליזת שיווי משקל גבולי, אשר בוצע על בסיס מיפוי בלוקים אשר כשלו בעבר.

מערות הפעמון אשר נחקרו במסגרת מחקר זה נמצאות בתהליך של כשל פרוגרסיבי. תהליכי ההרס במערות הפעמון מוכתבים על ידי גיאומטריית החללים, חוזק הסלע ומבנה מסת הסלע. ניתוח פיזור מאמצים בתוך הרציף סביב המערות (FLAC) וניתוח היציבות עבור תווך בלתי רציף (Block Theory) מראים שהרס המערות מתרחש כתוצאה מפעולתם המשולבת של ריכוז מאמצים העולה על חוזק הסלע הרציף וכתוצאה מתנועת בלוקים קריטיים אל חלל המערות.

כשל דרך הסלע הרציף מתפתח כאשר מתפתחים מאמצי מתיחה אופקיים העולים על חוזק הסלע למתיחה במקביל לשכוב בתקרת הפעמונים. כמו כן מאמצי לחיצה אנכיים העולים על רמת המאמצים של תחילת הסידוק או על החוזק החד צירי בניצב לשכוב מתפתחים בדפנות המשותפות לפעמונים סמוכים. עוצמת המאמץ האנכי בדופן עולה ככל שעובי הדופן המשותפת קטן. כשל חוזק מקומי המתבטא בהשתחררות בלוקים מדופן הפתח מתרחש כתוצאה מהתפתחות מאמצי מתיחה אנכיים העולים על חוזק הסלע למתיחה בניצב לשכוב.

בלוקים ברי-תזוזה נוצרים מהצטלבות מישורי סידוק ודפנות החללים וחופשיים, מבחינה קינמטית, לנוע אל החלל. זווית החיכוך השוירית של הסדקים כ- 28° . זווית החיכוך המרבית עבור מאמצים נורמלים נמוכים כ- 60° . נטיית הסדקים באתר עולה על 80° , לכן בלוק החופשי לנוע מבחינה קינמטית אינו יציב מבחינה מכנית. בפועל תנועתם מוגבלת על ידי קשת לחיצה אופקית המתפתחת סביב הפעמונים. ביטול אפקט הקשת כתוצאה מאיבוד מסת תמיכה בדפנות הפעמונים יוביל לתנועת בלוקים אל החלל ולהתמוטטות.

ניטור תזוזות במסת הסלע על ידי מדידי תנועה מראה שני סוגי דפורמציה: (א) דפורמציה הפיכה ומחזורית המתרחשת כתוצאה משינוי לחץ התפיחה במרכיב החרסיתי של הקירטון בתגובה לשינוי לחות עונתיים, (ב) דפורמציה המשכית בעלת מגמה ברורה אשר אינה תלויה בגורם האקלימי. סוג זה של דפורמציה קורלטיבי למנגנוני הכשל החזויים על ידי הניתוח הנומרי עבור סלע רציף וניתוח היציבות בתווך בלתי רציף. בנוסף לתרחישים אלו נתגלה סגנון כשל נוסף, רוטציה של בלוקים (Toppling), אשר לא טופל במסגרת ניתוח היציבות.

מפלס ים המלח בהולוקן התיכון וקצב התרוממות הר סדום: ממצאים חדשים

פרומקין, ע. ¹, כדן, ג. ³ אנזל, י. ^{1,2}, אייל, י. ³, בן דוד-נובק, ח. ²

1. המחלקה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים 91905
msamos@mscc.huji.ac.il

2. המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים 91904

3. המחלקה למדעי הגיאולוגיה והסביבה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, באר שבע
84105

טרסות חוף במקומות שונים לאורך החוף המערבי של ים המלח מצביעות על מפלס יציב בהולוקן התיכון סביב 375--378- מ' מתחת פני הים התיכון. טווח הזמן של העדויות המורפולוגיות ניתן על ידי גילי פחמן 14 של חומר אורגני בסדימנטים הולוקניים ממניפת נחל דרגה.

אותו ארוע מן ההולוקן התיכון זוהה בהר סדום, שם מופיעה מורפולוגיה אופיינית למפלס הגבוה של ים המלח עד גובה 345- מ'. תיארוך פחמן 14 בוצע על ענפי עצים בתוך משקע אלוביאלי שטפוני במערות מלח. התחתרות מהירה של ערוצים תת-קרקעיים במלח המסיס הביאה את מוצא הערוצים למפלס בסיס הניקוז תוך מאות שנים לכל היותר. התרוממות דיאפיר סדום הביאה לנטישת המפלסים העליונים על ידי המים, וליצירת מחילות נמוכות תחתיהם.

הגובה הכמעט אחיד של טרסות ים המלח מההולוקן התיכון מצפון להר סדום (~376- מ') מעיד על יציבות טקטונית יחסית להר סדום, שם הטרסה המקבילה מוגבהת בכדי 30 מ' לפחות. מכאן נובע קצב התרוממות ממוצע של 6-9 מ"מ לשנה של דיאפיר סדום מאז אמצע ההולוקן. הערכות קודמות של קצב התרוממות הדיאפיר נעו בין 3-9 מ"מ לשנה.

גבוהה במיוחד. מיצוי בעזרת HNO_3 מהול גרם לעליה בשחרור מתכות (עליה בזמינות) עם הירידה בגודל הגרגר, והשפעת גודל הגרגר גדלה עם העלייה בכמות הגשם. כלומר, נמצא שאחוז המיצוי של כל המיקרונוטריינטים בעזרת HNO_3 מהולה ובעזרת DPTA גדל עם עלייה בכמות הגשם, למעט: (1) ירידה באחוז המיצוי של מנגן בתחנה הגשומה לעומת התחנה האמצעית. (2) ירידה באחוז המיצוי בעזרת HNO_3 של נחושת עם העלייה בכמות הגשם. העלייה בזמינות המיקרונוטריינטים עם העלייה בכמות הגשם נובעת מהעלייה באחוז המשקלי של הפרקציות הקטנות עם העלייה בכמות הגשם.

תוצאות המחקר מצביעות על כך ששינוי בכמות הגשמים בטווח שבין 380 מ"מ לשנה ועד 890 מ"מ לשנה משפיע על כמותם של מנגן, נחושת ואבץ, אך לא על כמותם של ברזל, טיטניום וונדיום בקרקע. ההשפעה על מנגן, נחושת ואבץ שונה: בעוד מנגן נשטף עם העלייה בכמות הגשם, נחושת ואבץ מצטברים בקרקע. לשינוי בכמות הגשמים אין השפעה על התפלגות ריכוזי היסודות בין פרקציות גודל הגרגר, אך יש השפעה על האחוז המשקלי של גודלי הגרגר השונים, ועקב כך יש השפעה על זמינות המיקרונוטריינטים.

התנהגות מיקרונוטריינטים בקרקעות המפתחות על סלעי בזלת

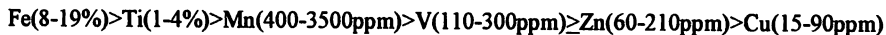
פנר, נ.

ת.ד. 7229, פתח תקווה

המחקר עוסק בהתנהגות מיקרונוטריינטים (ברזל, מנגן, נחושת, אבץ, ונדיום) וטיטניום בזמן הבליה של סלע בזלת והיווצרות קרקע. הדיון מתמקד במידת השינוי בכמויות המיקרונוטריינטים בקרקע (תוספת או הפחתה), בהתפלגותם בין פרקציות גדלי הגרגר השונות בקרקע ומידת זמינותם לצמחים. המיקרונוטריינטים שנבחרו למחקר הם יסודות חיוניים לצמח, אשר הופכים לרעילים בכמויות עודפות.

נבדקו קרקעות המתפתחות על סלעי בזלת דלווה בגולן בשלוש תחנות. התחנות מקבלות כיום כמויות משקעים שונות (380 מ"מ לשנה, 540 מ"מ לשנה ו-890 מ"מ לשנה), אולם התנאים האקולוגיים והטופוגרפיים, חומר האב וגיל הקרקע דומים. על מנת להסתכל על מערכת הבליה הרצנטית נעשתה השוואה בין דוגמאות קרקע באופק C_R , שבו מתרחשת הבליה הרצנטית, לעומת דוגמאות מכלל פרופיל הקרקע.

לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין שלוש התחנות בסוג המינרלים בסלע ובקרקע, אך נמצאו הבדלים בפזיור ובהרכב המינרלים. בדרך כלל לא נמצאה השפעה של הבדלים אלה ושל הבדלים בגיל הסלע הטרי על התנהגות היסודות בקרקע. נמצא כי תכולת היסודות בקרקע דומה לזו של הסלע הטרי, להוציא את התחנה היבשה בה נמצאה ירידה יחסית בריכוזי מרבית היסודות בקרקע לעומת הסלע הטרי. בנוסף תכולת היסודות בסך הפרופיל דומה בדרך כלל לתכולתם באופק C_R . סדר ריכוזי היסודות בסלע ובקרקע הוא:



ברזל, מנגן וטיטניום הם יסודות יוצרי תחמוצות, וריכוזם בסלע ובקרקע גבוה. ונדיום, אבץ ונחושת הם יסודות קורט, שריכוזם בסלע ובקרקע קטן, והם נמצאים כמרכיבי משנה בתוך חלקיקי הקרקע השונים (למשל חרסיות ותחמוצות) או ספוחים אליהם.

טיטניום וברזל מתנהגים בצורה דומה, וכמותם בקרקע אינה משתנה עם שינוי בכמות הגשם. לעומתם מנגן נשטף בתחנה הגשומה, ואילו בתחנות היבשות התנהגותו של המנגן דומה לברזל ולטיטניום. התנהגותם של ונדיום, אבץ ונחושת בסלע הטרי דומה. אולם בקרקע כמותו של הונדיום אינה מושפעת מהשינוי בכמות הגשם, בעוד שאבץ ונחושת מצטברים בקרקע של התחנה הגשומה, ונשטפים או אינם משתנים בקרקע של התחנות האחרות. התנהגותו של הונדיום דומה בעיקר לברזל ובמידה פחותה לטיטניום ולמנגן. ייתכן כי הדמיון נובע מתהליכי ספיחה של ונדיום לתחמוצת הברזל, טיטניום ומנגן או שקיעה עם תחמוצות. לעומת זאת קיימת הצטברות של נחושת ואבץ בתחנה הגשומה כנראה כתוצאה מהעשרה בחומר אורגני בתחנה זו. אבץ לא נשטף בתחנה היבשה כנראה בגלל נטייתו להחליף מגנזיום במינרלי חרסית.

ליסודות טיטניום, ברזל וונדיום הקשורים לתחמוצות קשות תמס זמינות נמוכה יחסית, בעיקר למיצוי בעזרת קילטור אורגני. לעומת זאת זמינות הנחושת למיצוי בעזרת קילטורים אורגניים הינה

והרי החדשות ועיקרן תחילה: גוף אבפוריטי שאינו רק הליט אחראי ראשי להמלחת הכינרת

ע. פלכסר¹, ע. ילין-דרור¹, י. קרונפלד¹, א. רוזנטל², צ. בן-אברהם¹,
ל. דוידסון¹ ופ. ארטשטיין

1. החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב.
2. השירות ההידרולוגי, נציבות המים.

המחקר הנוכחי מציע: א. גורם חשוב בהמלחת הכינרת הוא גוף אבפוריטי ניאוגני המצוי מתחת לדרום הכינרת ב. הגוף האבפוריטי מורכב לא רק מהליט (מלח בישול) אלא גם משורת מלחים פוסט-הליטים.

במהלך ארבעים השנים האחרונות הושקעו משאבים רבים להבנת מעגן ההמלחה של הכינרת ומציאת פתרון מעשי לבעיה. הרעיון התומך בגוף אבפוריטי ניאוגני כאחד ממנגוני ההמלחה נפסל על הסף על ידי כל המחקרים בגלל מיעוט נתון וריבוי ברום, אשלגן ומגנזיום במי המעינות. המחקרים השונים ניסו לקשור את ההמלחה למודלים כגון: תמלחות קלציום-כלורידיות, מי ים שמילאו את הבקע, תמלחות אגם הלשון מהפלייסטוקן העליון, תמלחות קרטיקוניות, יוראסיות וטריאסיות, מי ים תיכון נוכחיים שמתננים לכינרת או מקור מאגמתי בעומק.

להערכתנו, כל הפתרונות המוצעים במודלים הני"ל נתקלים בבעיות לא פתורות בתחומי הגיאוכימיה, ההידרולוגיה וגיאולוגיה. המחקר הנוכחי מציע מודל החוזר לעסוק בגוף אבפוריטי ניאוגני כגורם חשוב בהמלחת הכינרת. המודל מתבסס על המסה של גוף מלח הקבור מתחת לכינרת ונתגלה בקידוח צמח-1. החידוש שאנו מציעים הוא טיפול בחלק מאוד מסוים של גוף המלח והוא החתך האבפוריטי הפוסט הליטי של מלחים דלי נתון ועשירי אשלגן ומגנזיום עמם גם גדל היחס Br/Cl. יש להדגיש שמחקרים באזור ים המלח (הר סדום וחצי האי הלשון) דווחו על מציאת שלב התאדות פוסט-הליטי בחתך האבפוריטי בכמויות גדולות שהצדיקו עבודת פרוספקציה להפקת קרנליט וסילביט.

המחקר הנוכחי מציע שגם באזור הכינרת התרחשו תהליכי התאדות סופיים, כלומר נוצר מחזור או מחזורים אחדים הכוללים את כל הרצף האבפוריטי. הרכב המלח של מעיינות הכינרת מבטא אפוא המסה של גוף המלח המורכב מהליט ומלחים מסיסים יותר, כמו הקיסריט, הקרנליט והבישופיט. בעזרת מודל זה ניתן להסביר בקלות את האנומליות הגיאוכימיות של המעינות השונים שמחקרים קודמים התקשו להסבירן.

היפותזות עבודה זו מחייבת כמובן בדיקות שניתן לבצען בשלוש שיטות:

- א. שיטת עיבוד נתוני לוגים גיאופיסיים מקידוח צמח-1 המסוגלים להצביע על סוגי המלחים שבעומק.
- ב. חישובים מודליים המאפשרים מציאת ערכים מחושבים המשחזרים את אותם המלחים שהומסו ויצרו את מליחות המים.
- ג. שיטות גיאוכימיות: שימוש באנליזות XRD, אנליזות SEM ואנליזות ICP של דוגמאות המלח מקידוח צמח-1 לזיהוי סוגי המלחים בחתך הנבדק.

בשיטת הגיאופיסיית נבדקו עד כה בצורה איכותית מספר אופקים של הגוף האבפוריטי. הבדיקות הפרלימניריות מציגות נוכחות ברורה של מינרלים פוסט-הליטיים. מודלים הידרוכימיים מצביעים כי המים המלוחים שלאורך החוף המזרחי והדרום-מערבי של הכינרת נוצרו מהמסה של: טאכיהידריט 13%, קרנליט 5.1%, בישופיט 10.6% והליט 65%. כלומר יש נוכחות של מלחים פוסט-הליטיים וכמותם גבוהה למדי. חישובים ראשוניים מראים שמס בעלי הרכב זה הגיעו גם לחמי טבריה. דוגמאות ממטחני קידוח צמח עדיין לא נבדקו בשיטות הגיאוכימיות.

המודל החדשני המוצע במחקר זה עשוי לסייע בתכנון פתרון מושכל להקטנת המליחות בכינרת. על פי המבנה הגיאולוגי, מי האקוויפר הקנומן-טורוני היורדים מהגלעד, מרמת הגולן ומדרום הגליל, זורמים לכיוון הגוף האבפוריטי הגדול של צמת, ממיסים דיפרנציאלית את המלחים השונים ומובילים את התמלחת כלפי מעלה בנתיבים שונים עד לפריצה במעינות.

קניון טרציארי תת-ימי: המפתח להבנת "הפרעת פלמחים" שמתחת למדרון היבשת של ישראל

פולקמן, י.

ישראלמקו אינק., גרניט 8, 49222 פתח-תקווה

מתחת למבנה דמוי הגרן של "הפרעת פלמחים", שבמדרון היבשת של ישראל, זוהה ומופה קניון טרציארי עמוק. בדומה לקניון אפיק הנמצא כ-50 ק"מ מדרום לו, חתר גם הוא, כנראה בזמן האוליגוקן, מאות מטרים אל תוך מדרון היבשת דאו, עמוק אל תוך סלעי הקרטיקון התחתון וחצה בדרכו מערבה מספר רכסים אנטיקלינליים של הקשת הסורית.

במשך תקופת המיוקן התמלא הקניון בסדימנטים שעוביים מגיע למאות מטרים, אך במיוקן המאוחר עדיין נותר לאורכו שקע תת-ימי שנגרם, בין השאר, מהידוק דיפרנציאלי של הסדימנטים הצעירים שבקניון ואולי גם מגלישות קרקע. בשקע זה הצטברו בתקופת המסיניין אוופורטים עבים, ובעיקר מלח. עובי האוופורטים שבגג התעלה מגיע כיום למאות מטרים בעוד שמעבר לשוליה העובי הרגיל הוא עשרות מטרים בלבד.

הקניון נקבר מתחת לחרסיות הפליוקניות שמקורן מהנילוס, אך ניתן לזהות את מיקומו בקלות בעזרת איזופח הסדרה האוופורטית שבגגו, או אפילו ע"י מיפוי המסמן הסייסמי של בסיס המלח (N) בלבד.

בדרך זו מוסברת הימצאות חתך עבה של מלח מתחת ל"הפרעת פלמחים". מלח עבה זה דרוש להיווצרותה הרצנטית של "הפרעת פלמחים", בדרך שהוצעה ע"י גרפונקל, ארד ואלמגור (1979), כגלישת ענק על גבי מלח.

הסדימנטים המיוקניים שמילאו את הקניון הובלו למדף היבשת ברשת ניקוז. רשת זו זוהתה אמנם בעבר בחתכים סייסמיים רבים, אולם לפי פרוש חדש של הנתונים הסייסמיים, המוצג בזאת לראשונה, מה שהוצג בעבר כתעלות מיוקניות אינו אלא עמקים שבין מניפות סחף. בהתאם לפירוש זה לא העמקים אלא דווקא מניפות הסחף הן המצביעות על מיקום מוצא הנחלים. כמו בקניון פלמחים כך גם בעמקים שבין מניפות הסחף המיוקניות שקעה בתקופת המסיניין סדרה עבה של אוופורטים העשויה להגיע לעובי של מאות מטרים.

מיפוי רביעוני של מכתש חתירה ומכתש חצירה

פלכט, י.

מרכז מדע רמון, ת.ד. 194, מצפה רמון 80600

הוכנו שתי מפות גיאולוגיות של הרביעון בקנ"מ 1:50,000 במכתש חתירה ומכתש חצירה. עבודה זו מהווה המשך לפרויקט מיפוי רביעוני של מכתש רמון. יחידות המיפוי העיקריות בשתי המפות נעשו על-פי מוצא הגנטי של הסדימנט המבוטא בסדרה של צבעים ראשיים. כל אחד מהצבעים הראשיים חולק לחלוקות משנה על-פי הגיל היחסי ונצבע בצבע הראשי בתוספת גוון כהה המתחזק עם הגיל היחסי. שתי המפות הגנטיות שונות ממפות כרונולוגיות בהן הצבעים הראשיים מבטאים את גיל הסדימנט.

המיפוי הרביעוני של שני המכתשים, בדומה לזה שבוצע במכתש רמון, מבוסס על:

- (1) הגדרת המוצא הגנטי של הסדימנטים על-פי: (א) ניתוח מורכב של הרגוליס (מיקום, מרקם ומאפיינים מבניים); (ב) הגדרת המוצא הגנטי של צורות קרקע.
- (2) פיתוח סכמה מורפוסטרטיגרפית בעזרת חתכי רוחב גיאולוגיים-גיאומורפולוגיים ופרופילים אורכיים בערוצים העיקריים.
- (3) תיארוך אבסולוטי של טראסות אלוביאליות בשיטה של טרמולומיניסציה.

היחידות הגנטיות של המיפוי הרביעוני במכתש חתירה ומכתש חצירה הן:

- (1) משקעי אלוביום בערוצי נחלים, מישורי הצפה וטראסות.
- (2) משקעים קולוביאליים-פרולוביאליים (כיסוי סדימנטים).
- (3) קולוביום (משקעים מדרוניים).

ההבדלים העיקריים בין המכתשים חתירה וחצירה לבין מכתש רמון, הם:

- (1) ברצף הגנטי של מכתש חתירה וחצירה חסרות מניפות סחף וצורות נוף איאליות (דיונות, שטחים מכסי חול נודד וכ"ו) המצויות באזורים שונים של מכתש רמון.
- (2) להבדיל ממכתש רמון בו מצויות שלוש יחידות לס בגילאים שונים, במכתש חתירה קיימת שכבה אחת בלבד של לס אלוביאלית ומכתש חצירה חסר יחידות לס לחלוטין.
- (3) בכל מכתש נמצא מספר שונה של טראסות אלוביאליות. רק שש טראסות מופו במכתש רמון, שמונה במכתש חצירה ותשע במכתש חתירה. מערך הדירוג המלא של הטראסות במכתש רמון מופיע גם בשני המכתשים האחרים. טראסות אלו הן בנות אותו גיל וגובה, עובדה המרמזת על מנגנון התפתחות דומה. בנוסף לכך שתיים ושלוש מהטראסות הגבוהות ביותר מיוצגות במכתש חצירה ומכתש חתירה, בהתאמה. שני הסברים אפשריים לתופעה הם: (א) מכתשים אלו עתיקים ממכתש רמון; (ב) הטראסות הגבוהות ביותר במכתש רמון נהרסו במהלך מחזור בליה צעיר יותר (הסבר זה מתקבל יותר על הדעת).
- (4) המצאות אלוביום מיוקני במכתש חתירה מעידה בצורה חד-משמעית כי מכתש זה החל להתפתח הרבה לפני המכתשים האחרים.

השפעת המים על יציבות מנהרות בקירטון

פולישוק (צלי) ב.

ד.א.י. מנהרות, החורשה 17 רעננה 43613

במנהרה הכרויה במסת סלע קירטונית מתצורת צורעה, גיל איאוקן תחתון עד תיכון, באזור אשתאול בשנים האחרונות התמוטטו גושי סלע בקטעים שונים של המנהרה.

במנהרת הכניסה בעלת חתך פרסה, במידות 4 x 4.5 מ' וללא תימוך התפתח תהליך של חוסר יציבות וגושי סלע בנפחים של עד 4-5 מ"ק התמוטטו. חוסר היציבות תחילתו באזור המעבר בין קיר המנהרה לתקרה הקמורה והמשכו בעיקר בקיר המנהרה כלפי קרקעיתה. מסת הסלע בקטעי המנהרה הבלתי יציבים לחה עד רטובה ובמקומות מטפטפים המים מהקירות והתקרה.

בהתאם לכל הקריטריונים סלעים סדימנטרים רטובים הם בעלי יציבות עצמית נמוכה יותר מסלעים יבשים. במסלע קירטוני שהקואזיה בין מרכיביו היא בעיקרה מכנית, הרטיבות גורמת להחלשה גדולה בתכונות החוזק של הסלע ובהתאם הקטנת היציבות העצמית.

כריית המנהרה בשנות ה-70 בוצעה במסת סלע יבשה. יציבות מסת הסלע הקירטונית הושגה ללא תימוך. בראשית שנת 1996 נצפתה רטיבות במסת הסלע. הרטבת מסת הסלע תחילתה באזור סדוק יחסית והיא התפשטה לאזורים אחרים. המצב היום הוא שמסת הסלע מהפורטל ועד מחצית מנהרת הכניסה, במידה כזו או אחרת רטובה. בחלק זה של המנהרה מתמוטטים גושי סלע ואילו בקטעים היבשים נישמרת יציבות מסת הסלע.

בשנת 1995 שרפת יער כילתה את הצומח שכיסה את הגבעה בה ממוקמת המנהרה. כתוצאה מהפגיעה הקשה בצומח התגברה פעילותם של תהליכי סחיפה וסדקים שהיו אטומים בחומר חרסיתי "ניפתחוי". משמעות התופעה שמים שחדרו לסדקים התנקזו דרכם אל מפלס המנהרה. עובי מסת הסלע מעל מנהרת הכניסה הולך וגדל ככל שגדל המרחק מפורטל המנהרה. הגידול בעובי מסת הסלע מונע מהמים להגיע למפלס המנהרה ולכן מחצית המנהרה הרחוקה מהפורטל יבשה. הערכה היא שעם חידוש הצמחייה מעל המנהרה ילכו ויאטמו פתחי הסדקים והרטבת מסת הסלע תלך ותקטן.

המעוות העכשווי לאורך שבר ים-המלח כפי שנימדד מ- 18 חודשי ניטור GPS רציף

פארי, ש.¹, ודובינסקי, ש.¹, שטיבלמן, א.¹, בכור, נ.¹, באק, נ.²

1. החוג לגיאופיסיקה ומדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב
2. המכון האוקיאנוגרפי סקרפס, אוניברסיטת קליפורניה, סאן דייגו

שבר ים-המלח הינו שבר תזווה שמאלי, המהווה גבול בין הלוח הערבי ותת-הלוח סיני, ולפיכך אלמנט טקטוני עיקרי במזרח התיכון. המהירות היחסית בין הלוחות משני צידי השבר, מוערכת בטווח 0-10 מ"מ לשנה בהתאם לטווח הזמן הנדגם ע"י התצפית. הערכים הגבוהים משקפים את המהירות היחסית הממוצעת של שבר ים-המלח לאורך פרק זמן של מיליוני השנה האחרונות, לעומת הערכים הנמוכים המשקפים את המהירות היחסית הממוצעת של שבר ים-המלח מתצפיות סייסמיות שנמדדו בעשרות השנים האחרונות. במחקר זה, המתבסס על 18 חודשים של תצפיות GPS רציף, נמדדה התנועה העכשווית בין הלוח הערבי לבין תת-הלוח סיני. המדידות בוצעו בעזרת רשת תחנות GPS קבועות, הפרוסות בקצרין, תל-אביב, אילת ומצוקי דרגות. שלושת התחנות הראשונות הוקמו ותופעלו ע"י המרכז למיפוי ישראל, והרביעית ע"י המרכז לחקר ים-המלח שבאוניברסיטת תל-אביב. הנתונים הגיאודטיים הנקלטים באתרים, מועבדים יחדיו עם נתונים נוספים הנאספים בתחנות המעקב עולמיות באמצעות סידרת התוכנות GLOBK/GAMIT, הייעודיות לנתוני GPS.

המידע המעובד של 18 החודשים (יולי 1996 - דצמבר 1997) מראה, כי קצב ההעתקה ברכיב הצפוני של קו הבסיס תל-אביב (הממוקמת על תת-הלוח סיני) - קצרין (הממוקמת על הלוח הערבי) הוא 2.3 ± 0.9 מ"מ לשנה ובקו הבסיס תל-אביב - אילת הוא 2.1 ± 1.1 מ"מ לשנה. מכיוון שקצרין ואילת ממוקמות באזור גבול הלוחות (מרחק של 1-5 ק"מ מהשבר), קצב ההעתקה שלהם משקף מעוות אינטר-סייסמי. תוצאות המדידה נבחנות ע"י מודל שבר נעול סמוך לפני השטח (0-12 ק"מ) ומחליק בעומק. בהנחה שאכן שבר ים-המלח נעול, תוצאות מדידת ה-GPS מראות תנועה מירבית של 5-6 מ"מ לשנה בין הלוח הערבי לבין תת-הלוח סיני. הערכה זו נמצאת בהתאמה עם הקצב הגיאולוגי הממוצע (לאורך פרק זמן של חמשת מיליוני השנה האחרונות). שתי ההערכות מראות כי קיים גירעון בפעילות הסייסמית לאורך שבר ים-המלח, ומדגישות את הסיכונים הסייסמיים הנובעים מכך.

מדידת קצב ההתרוממות העכשווי ומעוות פני השטח של דיאפיר הר סדום בעזרת שיטת D-InSAR

פארי, ש.¹, בן-אברהם, צ.¹, זבקר, ה.²

1. החוג לגיאופיסיקה ומדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב 69978,
רמת-אביב

2. החוג לגיאופיסיקה, אוניברסיטת סטנפורד, פאלו-אלטו, קליפורניה, ארה"ב

הר סדום הינו דיאפיר מלח, הממוקם על שבר ים המלח דרום-מערב לים המלח. ההר נמצא לידי חוף ים המלח והוא מרוחק כ- 3 ק"מ מצוקי רוס הגובלים את הבקע במערב. מבנהו הטופוגרפי הינו רכס, המשתרע בכיוון N-S באורך של כ- 11 ק"מ וברוחב של עד 2 ק"מ. פסגתו של ההר כמעט שטוחה ונטויה קלות למזרח וגובהו 240 מטרים מעל פני ים המלח. הרכבו הכימי הוא בעיקר: הליט (מלח בישול) עם רובדי חול, אנהידריט וגבס, דולומיט וחואר (Scelein and Spivak, 1978; Zak, 1967). מוצאו של הר סדום הוא משכבת מלח גדולה בדרום בקע שבר ים המלח. עובי השכבה מספר ק"מ ובסיסה מצוי כנראה בעומק העולה על 6 ק"מ (Zak, 1967). גופי מלח נוספים מתרוממים משכבה זו ומהוים יחד עם הר סדום "משפחת גופי מלח". לפי Zak (1967), (Bentor and Vroman (1963) ו-Picard and Vroman (1950), הר סדום התרומם 70 מטר ב- 20,000 השנים האחרונות. מכאן, קצב ההתרוממות הממוצע המחושב הינו כ- 3.5 מ"מ בשנה.

מטרות מחקר זה הם מדידת קצב ההתרוממות הממוצע העכשווי של הר סדום ובניית מודל מעוות של הדיאפיר. מטרות אלה יעזרו בהבנת התהליכים הפיזיקליים המתרחשים בדיאפיר.

D-InSAR (Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar) הינה שיטה בחישה מרחוק, המאפשרת דיוק חסר תקדים (סדר גודל של ס"מ ומ"מ). בעזרת מכשיר זה המותקן על גבי לוויין ניתן לעקוב אחר תזוזות בקרקע על פני שטחים נרחבים (סדר גודל של ק"מ). במסגרת עבודת הדוקטוראט של שחק פארי יערכו מדידות תקופתיות של הדמיות לוויין על איזור היעד (הר סדום). המידע שיאסף יעובד בתוכנות מדעיות ייעודיות. המידע המעובד יאפשר קבלת מודל מעוות של הר סדום וחישוב קצב ההתרוממות העכשווי. תוצאות המחקר יושוו למדידות גיאודטיות (איזון מדוייק) לצורך ביקורת על המחקר.

חשיבות מחקר זה יכולה להשפיע על שלושת התחומים הבאים: (א) בחינת D-InSAR כשיטה גיאודטית/גיאופיזית; (ב) חקירת מידת ההשפעה של תהליכים גיאולוגיים עכשוויים על אזור המחקר, לדוגמא, מידת ההשפעה של שבר ים המלח על קצב ההתרוממות דיאפיר הר סדום; (ג) הערכת הר סדום כמאגר תת-קרקעי בטוח עבור איחסון מוצרי נפט ופסולת רעילה. תוצאות ראשוניות מצביעות על קצב התרוממות ממוצע של מספר מ"מ לשנה, אך לצורך קבלת ערך בעל משמעות יש להמשיך בעיבוד הנתונים לאורך זמן רב יותר.

ניתוח גאומורפי של סופת 31.12.98 בכרמל

ענבר, מ., ויטנברג, ל., שטובר, נ.

החוג לגאוגרפיה, אוניברסיטת חיפה, 31905, חיפה

ארועים חריגים בסובב היס תיכוני הם הגורם המכריע בשינויים גאומורפים באפיק ובהסעת טעונת. ארוע אקלימי חריג פקד את אזור מערב הכרמל ביום 31.12.98 בשעות אחרי הצהרים שגרם לנוקים רבים בחקלאות, בבתי מגורים במושב צרופה ולתשתיות הכבישים, מים וביוב באזור. בעקבות הסופה נערך סקר ראשוני והוחל במחקר שמטרתו לבחון את המשמעות של ארועים בעלי שכיחות נמוכה ועוצמה גדולה.

הסופה נגרמה ע"י שקע רדוד- ולכן היה קשה לחזות אותה- שגרם לחדירת אויר לח וחם ממערב ובמפגש עם הגוש ההררי של הכרמל עלה במהירות עד לשכבות העליונות הקרות וגרם לירידה של כמויות גשם נדירות. ירדו מעל 100 מ"מ ב 24 שעות ברצועה צרה של 12 ק"מ על 24 ק"מ כאשר במרכז האזור ירדו 200 מ"מ ב 7 שעות. אזור זה כולל חלק מן האגנים של נחלי מהר"ל ומערות. בסופת המשקעים הקודמת של ה 9.12.91 רוב אזור הכרמל קבל בין 120 מ"מ ל 140 מ"מ ביממה. הארוע הנוכחי הוא כנראה שיא ארצי של ירידת משקעים מעל 200 מ"מ למשך של 7 שעות ולפי הערכה סבירה תקופת החזרה של ארוע זה עולה על 1 ל 100 שנה.

בנחל מערות ספיקת השיא היתה של כ- 70 מ"ק/שניה, וספיקה סגולית של כ- 3 מ"ק/שניה, פי עשרים מהספיקה הסגולית באותו יום בנחל אורן הסמוך. ההפרש מוסבר על ידי כמות ועוצמת הגשמים הגדולה שירדה על אגן נחל מערות ועל האחוז הגבוה של המסלע הגעשי באגן ההקוות שלו. על פי הערכה, כשלושה רבעים עד מיליון מטר מעוקב של מים זרמו בנחל מערות, חלקם הציפו את מישור החוף וחלקם העיקרי זרם לים. שיעור הנגר העלי היה כ 30% מכלל המשקעים.

השינויים הגאומורפים המשמעותיים ביותר התרחשו באפיקים של הנחלים מערות ומהר"ל, אשר גלשו במרבית הקטעים והציפו את כל אזורי הפשט תוך השקעת סחף רב. בנחל מערות הושקעה מניפת חלוקים ברוחב של 30 מ' וכ- 300 מ' אורך. נחל חרובים- יובלו של נחל מערות היה הפעיל ביותר והסיע כמויות גדולות של חלוקים וחצצים. החומר נס הגרר הושקע עם הקטנת השיפוע של האפיק ביציאת הנחלים אל מישור החוף. במורד כביש 4 הטעונת שהוסעה היתה של חומר דק- טין וחרסית. בקטעים רבים היתה חתירה באפיקים בתוך הסלע עם הספקה של חומר בלית חדש לטעונת הנחל. במורד הנחל השטפון הדגים את תהליך הוצרות הקרקעות העמוקות במרובה של חוף הכרמל אשר נוצרו על ידי שטפונות רבים שהשקיעו את הסחף ביציאתם מהכרמל. השיטפון עבר את רכס הכורכר בגובה של יותר ממטר מעליו וחפר אפיק באזור שפת היס. הסחף נשפך לים ורק שכבה דקה הושקעה בחלקים משפת היס. הכמות הכללית של הטעונת שהוסעה בארוע זה בנחלי מערות ומהר"ל היא משמעותית ועולה במספר סדרי גודל על ספיקת הטעונת השנתית הממוצעת.

הסופה האקלימית הנדירה גרמה לשטפון בעל עוצמה אשר שינה בקטעים רבים את המורפולוגיה של האפיק והסיע כמויות גדולות של טעונת, בהתאם למשמעות של הארועים הקטסטרופיים בנוף היס תיכוני.

בליה של זיהום מזוט בחוף אשדוד

שי עזרא¹, איתמר פלאי¹, שמעון פיינשטיין¹, דן באומן², אירנה מילוסלבסקי³.

1. המחלקה למדעי הגאולוגיה והסביבה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.
2. המחלקה לגיאוגרפיה ופתוח סביבתי, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.
3. המחלקה לכימיה אורגנית ומכון קזאלי, האוניברסיטה העברית ירושלים.

זיהום הסביבה הימית והחופית בנפט ומוצרי, הן כתוצאה מתאונות והן מדליפות מתמשכות, הינו תופעה שכיחה. כדי לפתח אסטרטגיית טיפול יעילה ולהקטין את הפגיעה בסביבה נדרשת הבנה של תהליכי הבליה אותם עובר הנפט בסביבה הטבעית. הנפט שדלף נתון למגוון תהליכי בליה (אופורציה, שטיפה, בידודרציה) המשפיעים בצורה שונה על המרכיבים השונים. השנויים בריכוז התרכובות השונות עם הזמן יכולים לשמש כמדד לקביעת אופי וקצב הבליה.

בתאריך 8.2.98 דלף מזוט מחומם כתוצאה מתקלה טכנית בתחנת הכוח "אשכול" שמצפון לנמל אשדוד. מזוט זה הובל ע"י הזרמים וגלי הים חזרה אל החוף ויצר קטע חוף מזוהם, המשתרע שמונה ק"מ צפונית לתחנת הכוח וכק"מ דרומית לה. דגמנו את המזוט במיכל הדלק שדלף ואת הזיהום בחוף. הזיהום נדגם בקביעות (החל מ- 48 שעות לאחר הדליפה ועד היום) בשלוש תחנות קבועות. הדוגמאות הופרדו בעזרת כרומטוגרפיה רטובה לפרקציות של פחמימנים רוויים, ארומטיים, רזיניים ואספלטנים. לדוגמאות נעשו אנליזות של פחמימנים רוויים וארומטיים בגז כרומטוגרף (GC) וגז כרומטוגרף ספקטרומטר מאסות (GC-MS) וכן נעשתה אנליזה תרמלית של הדוגמה ע"י DTA (differential thermal analysis).

תוצאות ראשוניות שהתקבלו מצביעות על שינוי הדרגתי בהרכב הכימי של הזיהום בהשוואה למזוט במיכל. השינוי מתבטא בשלב ראשון בירידה ב- n-alkanes הקלים מ- C_{20} (במיוחד בתחום $C_{16} >$) יחסית למזוט. עם הזמן מבחינים בירידה גם ב- n-alkanes כבדים יותר עד C_{23} ובסילוק הדרגתי של iso-alkanes וככל הנראה גם של פוליארומטים (PAH's) קלים. קצב הדגרציה יורד בהדרגה עם הזמן ולבסוף מואט מאוד. לאחר כחודשיים n-alkanes הקלים מ- C_{17} נעלמים כמעט לחלוטין ויש ירידה ניכרת ב- n- C_{17} ו- n- C_{18} . יחסי ה- iso-alkanes (pristane ו phytane) מראים מגמה דומה ומצביעים על קצב דגרציה מהיר יחסית למצופה.

עקומות DTA מראות הוספת peak אנדותרמי בטמפרטורות נמוכות (~100°C) והיעלמות של peak אנדותרמי (~450°C) יחסית למזוט המקורי. מסימולציות במעבדה שכללו ערבוב ממושך של מזוט במים מזוקקים ובמים בעלי הרכב מי-ים התקבלו עקומות הדומות לעקומות הזיהום. ככל הנראה ה- peak בטמפרטורות הנמוכות הוא תוצאה של ספיחת מים, וה- peak האנדותרמי בסביבות 450° נגרם ע"י מרכיבים מסיסים במים.

מפה גיאולוגית של אזור דרום ים המלח והערבה (1:250,000), עם מוקדי רעידות אדמה, קווים סייסמיים ונתונים על קידוחי מים בשטח

סנה, ע.¹, איברהים, ח.², ברטוב, י.¹, רבע, א.², ויסברוד, ט.¹, טראונה, ח.² ורחנזפט, מ.¹

¹המכון הגיאולוגי, ירושלים, ישראל
²הרשות לאוצרות טבע, עמאן, ירדן

לראשונה מאז נחתמו ההסכמים לשיתוף פעולה בתחום מדעי האדמה בין ירדן וישראל הושלם פרוייקט מחקר משותף לגיאולוגים של המכון הגיאולוגי ושל הרשות לאוצרות טבע. הפרוייקט סוכם בפרסום משותף של מפה גיאולוגית אזורית ובמפות נושאות אחרות המציגות נתונים המתאייחסים לבקע ים המלח משני צדי הגבול לאורך הערבה.

המפה הגיאולוגית מבוססת על יותר משלושים מפות גיאולוגיות בקנה מידה גדול שפורסמו על ידי מחברים שונים ועל מיפוי שוטף שבוצע על ידי המחברים הנוכחיים. הצוות הישראלי של המכון הגיאולוגי בירושלים עבד בשיתוף פעולה עם הצוות הירדני של הרשות לאוצרות טבע בעמאן במשך כשנה וחצי ובתקופה זו נערכו סיורי שדה משותפים בשתי המדינות. עבודה זו אפשרה הכנה של טבלת קורלציות סטריגרפיות ועל ידי כך קביעה של יחידות מיפוי משותפות.

תצוגות אחרות שהוכנו בעקבות הקומפילציה הן: (1) תמונת לוויין של שטח ים המלח - הערבה, הוכנה על ידי ז. רוזנר, גיאופורשונגצנטרום, פוטצדס, גרמניה; (2) מיקום ועומק קידוחי מים; (3) מיקום קווי רפלקציה סייסמית; (4) מפה טקטונית המציגה את השברים הראשיים לאורך טרנספורם ים המלח (כולל מספר שברים שנצפו בשיטות גיאופיזיות לפי א. פריזלנדר, 1995, המכון הגיאופיזי של ישראל); (5) סיכום הפעילות הסייסמית בשנים 1982 - 1986.

המפות הודפסו על גבי בסיס גיאוגרפי של המרכז למיפוי ישראל בקנה מידה 1:250,000 ועל גבי מפת רליף שהוכנה על ידי ג' הול, המכון הגיאולוגי של ישראל.

המידע שנאסף משמש בסיס לפרוייקטים בתחומים שונים בעתיד כגון: חיפוש מחצבים, העמדת מודלים הידרוגיאולוגיים, חקר הפעילות הסייסמית לאורך הבקע ותכנון אזורי כולל.

מודל נומרי לנדידת תמלחות במהלך התפתחות אגן ים המלח

סטניסלבסקי, א.,¹ גבירצמן, ח.¹

1. המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית, ירושלים 91904

ההתפתחות הסטרוקטורלית של אגן ים המלח מתוארת בעזרת חתכים גיאולוגיים מפורטים, המשמשים כבסיס לחישובים ההידרודינמיים. חישובים אלו מאפשרים להעריך את השפעת ההתפתחות הסטרוקטורלית על נדידת תמלחות, פיזור מליחויות והסעת חום. הדמיה נומרית נעשתה באמצעות מודל דו מימדי של אלמטים סופיים (OILGEN). המודל פותר משוואות זרימה של מי תהום עם צפיפות משתנה והסעת/הולכת חום במצומד. התוצאות מצביעות על קיום שתי מערכות הידרולוגיות נפרדות של נדידת מי תהום. המערכת הראשונה הינה רדודה (עד עומק של 1 ק"מ), מי התהום זורמים בשכבות קרטיקוניות והכח המניע את תנועת מי התהום הוא כח הכבידה. במערכת זו זורמים מי התהום מכתפי הבקע אל האגן. המערכת השנייה הינה עמוקה (עד עומק של 4-5 ק"מ), בשכבות יוראסיות וטריאסיות והכח המניע את תנועת מי התהום הוא הפרשי המליחות בין מי ים למי ים המלח. במערכת זו, מי התהום זורמים בכיוון ההפוך, מהאגן מערבה. שתי מערכות הזרימה העמיקו במהלך התפתחות האגן ולכן, באזור המעבר בין שתי המערכות, התמלחות שזרמו מערבה, נשטפו מזרחה. פיזור המליחויות בחתך עדיין רחוק ממצב עמיד. תמלחות ממשיכות בנדידתן כיום מאגן ים המלח מערבה אל תוך השכבות היוראסיות והטריאסיות במערכת העמוקה, ונשטפות מהשכבות הקרטיקוניות מזרחה אל תוך הבקע. ההדמיה משחזרת בצורה טובה את הסעת הנפט והגז מסלעי מקור שבתוך אגן ים המלח (חבורת הר הצופים) לשדה הגז שנמצא בכיפת זוהר.

מפה גיאוטכנית של המרחב העירוני המתוכנן בצור הדסה-מבוא בית"ר:

תוצאות ראשוניות והצגה ממוחשבת בעזרת AutoCad Map ו-QuickSurf

רעי סופר, זאב רכס, המכון למדעי כדור הארץ האוניברסיטה העברית

דני וקס, המכון הגיאולוגי ירושלים

ערד גזית, חברת CAES, בית סילבר, רמת גן

כחלק מתהליך הפיתוח של מטרופולין ירושלים מתוכננת הקמת עיר בת 100,000 תושב במרחב צור הדסה מבוא בית"ר. הקמת מערכות תשתית בתת הקרקע, כולל מינהור לצורכי תחבורה, מחייבת ידע גיאואנדסי מקיף, ולצורך מטרה זו נמצאת בהכנה מפה גיאוטכנית של המרחב המתוכנן. מוצגת כאן מפה עם תוצאות ראשוניות שהוכנה ומוצגת בעזרת תכנות AutoCad Map 3 ו-QuickSurf 5.1. תוכנות אלה מאפשרות שילוב של בסיס נתונים וכלי מיפוי בשיטת GIS עם מערכת התכנות AutoCad המקובלת בהנדסה אזרחית. המפה הגיאוטכנית הממוחשבת מאפשרת עדכון נתונים ובעקר אפשרויות שונות לבחינה מקבילה של מבנים אלטרנטיביים.

באזור המפה בוצעו חתכים סטרטיגרפים מפורטים. מבסיס החתך חשופות התצורות הבאות: שורק-שכבות דולומיט בחילופין עם שכבות חואר, עובי 154 מ'; כסלון- דולומיט מסיבי קשה, עובי 22 מ'; בית מאיר-דרגשי דולומיט עובי 47 מ'; מוצא- חואר גירי, מדרון רך, עובי 21 מ'; עמינדב- דולומיט בשכוב גס ומסיבי, מדרון טרשי, עובי 38 מ'; ורדים- דולומיט גס ומסיבי, עובי חשוף (מזער) 25 מ'. אזור המיפוי נמצא בציר הסינקלינלי שבין מונוקלינות רמאללה וחברון והנטייה הכללית של השכבות קטנה. בנוסף נמדדה במחשופי כביש בחתך צפיפות הסידוק, צפיפות והיקף הקרסט, מבנים קטנים ומאפיינים נוספים להם השפעה על החוזק והיציבות ההנדסית של הסלעים. על בסיס תכונות השדה חולק החתך לארבע יחידות גיאוטכניות המסומנות A, B, C, ו-D. היחידות B ו-A הן יחידות הדולומיט המרכיבות את רובו של החתך, יחידה C היא היחידה החוארית הנמצאת במרכז החתך (תצורת מוצא), D כוללת את כיסוי הקרקע. יחידות A ו-B נבדלות ביניהן בצפיפות השכוב והחלוקה לדרגשים. יחידה A משוכבת וכוללת את התצורות שורק ובית מאיר, ויחידה B מסיבית וכוללת את סלעי התצורות כסלון, עמינדב וורדים.

בהכנת המפה הממוחשבת השתמשנו בנתוני מיפוי פוטוגרמטרי מפורט, נתוני עבודת שדה וקדוחים כדי לבנות את המשטחים של היחידות הגיאוטכניות. נציג חלק ממגוון האפשרויות של AutoCad Map ו-QuickSurf כולל "חיתוך" שכבות הסלעים, "פריצת" מנהרות, יצירת לוג לאפיון דפנות המנהרה, "פריצת" כבישים ניתוח יציבות המחשופים, שירטוט חתכי רוחב בכיוונים שונים ועוד. פעולות אלה נעשות תוך שימור הגישה המיידית לתכונות (attributes) הסלעים הנחשפים כפי שהוגדרו בבסיס הנתונים ומאפשרת ניתוח וקבלת החלטות מהירים.

היחסים הסטרוקטורליים של ההר הימי ארטוסתנס וקפריסין : שבירה הפוכה ותחילת חיפוי טקטוני

י. מרט¹, ז', מסקל², ז'. בן-חליל³ והצוות המדעי בהפלגת PrisMed II

1. המרכז ללימודי ים על שם ליאון רקנאטי, אוניברסיטת חיפה, חיפה 31905
2. המעבדה הסדימנטולוגית, אוניברסיטת פרפיניאן, פרפיניאן 66860, צרפת
3. המצפור הגיאודינמי, וילפרנש על הים 60230, צרפת

המשטר הניאוטקטוני של קפריסין במזרח הים התיכון ויחסי הגומלין שלו עם הר ארטוסתנס שמדרום לו, מבהירים את ההתפתחות הסטרוקטורלית של הלבנט והים התיכון המזרחי. ארטוסתנס וקפריסין מהווים גם דוגמא נדירה של תחילת התהליך של חיפוי טקטוני (obduction). הר ארטוסתנס הוא רמה ימית מעוגלת הממוקמת כ-100 ק"מ דרומית לקפריסין. קוטרה הוא כ-100 ק"מ ושיאה נמצא בעומק של כ-700 מ' מתחת לפני הים. התשתית הסלעית של ההר היא קרום יבשתי, והליתולוגיה שלו בתקופות הקרטיקון עד האאוקן בנויה סדרת סלעים סדימנטריים שאיננה שונה באורח משמעותי מהחתך בן תקופה זו מהגליל ולבנון.

סקר גיאופיזי משולב, שהתבצע מעל גבי ספינת המחקר הצרפתית "אטאלנט" באביב 1988, אימת תצפיות קודמות על שבר הפוך הנוטה צפונה, המפריד בין הר ארטוסתנס לבין קפריסין. הסקר מצא עדויות סטרוקטורליות שהצביעו על כך שהר ארטוסתנס מוסט צפונה וכלפי מטה. הר ארטוסתנס תחום על ידי מערכת שברים אורתוגונלית שכווניה הם לצפון-צפון-מזרח ולצפון-מערב, אולם אגפו הצפוני של ההר הוסט על ידי סדרה של שברים נורמליים שכוונם הוא מזרח-מערב. אגפם הצפוני של השברים האלה ירד, והם מקבילים בקירוב לשבר ההפוך המפריד בין קפריסין וארטוסתנס. מבנים דומים מוכרים ממערב האוקיאנוס השקט, ממקומות בהם עוברים הרים ימיים הפחתה. נראה כי הדחיקה כלפי מטה גרמה לשבירה זו של ההר הימי, ותופעות דומות מוכרות ממערב האוקיאנוס השקט, שם עוברים הרים ימיים הפחתה טקטונית. הר ארטוסתנס מצטיין גם במעין חפיר המקיף אותו סביב סביב, ועומקו גדל בכיוון קפריסין. השוואה עם הרים ימיים אחרים מצביעה על כך שהחפיר הוא תוצר, כנראה, של המאמץ הדוחף את ההר הימי כלפי מטה. חפיר דומה נצפה בים התיכון המרכזי סביב להר הימי "באנוק" העובר הפחתה מתחת לרכס הים התיכון. לפיכך ניתן להניח כי ההתרוםמות הניכרת שפקדה את קפריסין מאז הפליוקן הנה מאוזנת על ידי השקיעה של הר ארטוסתנס, והמשך השבירה הפוכה יציב את הסלעים הוולקניים הימיים של הר טרודוס על גבי הקרום היבשתי של ארטוסתנס, ויביא להוצרות מבנים של חיפוי טקטוני, בדומה לאלה של ביר באסיט, חאטאי ועומן.

רשת G1 והתחנות הקבועות - האתגר הגיאודטי

יוסף מלצר

המרכז למיפוי ישראל, רח' לינקולן 1 ת"א 65220

רשת G1 (רשת גיאודטית גיאודינמית ארצית) הוקמה במסגרת שיתוף פעולה בין המרכז למיפוי ישראל לבין המכון הגיאולוגי. שיתוף פעולה זה נמשך שנים רבות ושיאו התבטא בהקמת הרשת שמונה 152 נקודות, בפיזור ארצי הומוגני, במרחקים והדדיים של 20-7 ק"מ. פרויקט ההקמה בוצע במספר שלבים.

השלב הראשון כלל סיורים על בסיס מפות גאולוגיות במטרה לקבוע את הנקודות במקומות יציבים מחד ומייצגים תנועה (במידה וקיימת) מאידך. כמו כן עמד השיקול הגיאודטי בקביעת הנקודות סמוך לרשת הבקרה הלאומית וזאת על מנת לקשור את הרשת לתשתית הגיאודטית הלאומית. שלב זה בוצע ברובו ע"י המכון הגיאולוגי.

שלב הקמת נקודות הרשת נעשה אף הוא ע"י המכון הגיאולוגי. שלב זה התאפיין בעבודה תוך כדי קשיים לוגיסטיים לא מעטים וזאת בשל קשיי העבירות בשטח ואופי סימני הקרקע שחייב ציוד קידוח כבד.

שלב הכנת הנקודות למדידה בוצע ע"י המרכז למיפוי ישראל ובמהלכו חוברו לנקודות סימני מדידה מדויקים, הוכנו תיאורי מדידה הכוללים מדידה מקורבת באמצעות GPS.

מדידת הרשת בוצעה באמצעות גיאודזיה לוויינית (GPS) ע"י המרכז למיפוי ישראל. השיטה היתה כדלקמן: כל נקודה נמדדה במשך 48 שעות (שתי מערכות של 24 שעות), במהלך המדידה הופעלו 3 אתרי GPS למדידה רציפה, העבודה בוצעה בשיתוף חבי שמירה (מכרז) ששומריה שמרו על ציוד המדידה בשטח כאשר מודדי המרכז הציבו והניעו את הציוד מנקודה לנקודה.

עיבוד הנתונים בוצע ע"י מפי"י וכלל עיבוד נתונים גיאודטי באמצעות תכנות מסחריות ועיבוד נתונים מדעי באמצעות תכנה מדעית.

הקמת רשת G1 ומערך התחנות הקבועות מצעידה את הגיאודזיה בישראל צעד גדול קדימה. צעד זה מעצב את דמותה ואופיה העתידי של הגיאודזיה בישראל. עד לתחילת העשור הנוכחי נתפסה הגיאודזיה כמקצוע מסורתי הנשען בעיקר על מדידות קרקעיות ושיטות מדידה וחישוב סטנדרטיות. במרכז למיפוי ישראל רואים בהמשך העבודה ופיתוח הנושא אתגר מקצועי חשוב שלו יעדים מעשיים ברורים. עד כה בוצעו בתכנית זאת השלבים הבאים: הקמת רשת G1, הקמת מערך ארצי של תחנות קבועות, קשירת המערך הכולל למערכת ייחוס עולמית, הכרה מקצועית במעמדה הבכיר של הרשת (תקנות המודדים). המשך התכנית הוא לבצע את השלבים הבאים: המשך התמיכה בהפעלה והרחבה של מערך התחנות קבועות, קשירה וחיבור התשתית הגיאודטית החדשה לרשת ישראל החדשה, עדכון נהלי עבודה מקצועיים, שיפור זמינות הנתונים באמצעות רשת האינטרנט או אמצעים אחרים, הכנת מודל גליות ארצית כצעד חשוב לקראת איחוד רשת הבקרה האופקית והאנכית לרשת בקרה תלת מרחבית אחידה.

שילוב GPR (מכ"ם חודר קרקע) עם מגנטומטריה למיפוי אתר ארכיאולוגי בקיסריה

מירן, ע., בן-אברהם, צ.

החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל אביב, 69978 רמת אביב

בשנים האחרונות נערכו בקיסריה העתיקה חפירות רבות על-ידי משלחות ארכיאולוגיות ממספר אוניברסיטאות ומכוני מחקר מרחבי העולם. בחפירה שנערכה לאחרונה ע"י משלחת רשות העתיקות נחשף ארמון רב מימדים אשר שימש ככל הנראה את הנציבים הרומיים במהלך המאה הראשונה לסה"נ. חשיפת "ארמון הנציבים" נעצרה, בדרום, בחומה חשופה מהתקופה הביזנטית המאוחרת. הואיל והחומה קוטעת את חלקו הדרומי של הארמון, סביר להניח כי הוא נמשך עוד דרומה, מעבר לחומה זו. שטח המחקר, הממוקם מדרום לחומה הני"ל, גובל ממערב בחוף הים, שלאורכו נחשפת שכבה עבה (2-4 מ') המכילה בעיקר שברי חרס ובמקומות מסוימים אבני בנין גדולות עשויות כורכר. ממזרח, שוכן התיאטרון הרומי המפורסם שהקים המלך הורדוס.

חנכי מכ"ם חודר קרקע (GPR - Ground Penetrating Radar) נאספו על-פני שטח של 40 x 50 מ', בצפיפות קווים של 1 מ', עם מרווח דגימה של 25 ס"מ לאורך כל קו, ובעזרת שתי תדירויות שונות: 100 MHz ו-200 MHz. כן נאספו חתכים מגנטיים בעזרת מגנטומטר-גרדיומטר בגבהי חישן שונים. התוצאות המעובדות מעידות על קיומן של אנומליות במקומות מסוימים, בין היתר בהמשך לתוואי של קטעי קירות חשופים.

המטרה העיקרית של מחקר זה הינה מיפוי תת-קרקעי של האלמנטים הארכיאולוגיים הקבורים בשטח המחקר על-מנת לקבוע באיזו מידה נמשך "ארמון הנציבים" מדרום לאיזור שנחפר - ובכך להשלים את התמונה הארכיאולוגית ולסייע בתכנון חפירות עתידיות, כאשר דגש מיוחד ניתן על השילוב בין שתי השיטות הגיאופיזיות השונות לצורך המיפוי הארכיאולוגי. היות שה-GPR והמגנטיקה מתבססים על עקרונות פיזיקליים שונים לחלוטין, קרי התפשטות גלים ושדה פוטנציאל בהתאמה, הטיפול המשולב בשניהם יחד מעניק מימד נוסף לאינפורמציה שניתן להפיק מהנתונים הגיאופיזיים.

נוכח מורכבות תנאי השטח שנסקר, נתוני המכ"ם והמגנטיקה הגולמיים סבלו מרמה גבוהה של הפרעות בלתי-רצויות שמקורן מעל ומתחת לפני השטח (גדר מתכתית, יתדות ברזל, איזורי מילוי מלאכותי וכד'). טכניקות חדשניות פותחו בעיבוד הנתונים והצגתם על-מנת להתגבר על תופעות אלה.

הבטים גיאולוגיים בתכנון הנגב למאה ה-21

עמנואל מזור

המחלקה למדעי הסביבה וחקר האנרגיה, מכון ויצמן למדע
ומרכז מדע רמון, מכון י. בלאושוטיין לחקר המדבר, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

הנגב נתפס בעיני רבים כחבל ארץ שהינו מיקשה אחת - מדבר שקשה לישב אותו. אף תכניות המיתאר השונות ותכנית האב לישראל לשנות האלפיים (ישראל 2020) מתייחסות אל הנגב כאל חבל ארץ עם ישוב דליל, אשר על כן אין נותנים את הדעת לתכנונו המפורט. במצב זה עלול הנגב להפך לחצר האחורית של המדינה והוא יאלץ לקלוט את כל אשר הוצפון המאוכלס אינו רוצה בו. דרך חשיבה זו יש לשנות באופן סודי, תוך הבלטת כל הטוב של הנגב, כדי להגיע למצב בו הנגב יהפך לחלק היפה והמשומר של המדינה - הריאות המרחבית של טבע בראשתי ומורשת ייחודית.

בתכנון הנגב יש התייחסות לבעיות פיסיות כמו פיזור ישובים, התווית צירי כבישים, מיקום מחצבות ומיכרות, מיקום שטחי אימונים ושריון שטחים שמורים, ויש התייחסות כוללת לשטחים פתוחים. חסר לחלוטין - תכנון המתבסס על תכנים ועל ערכי טבע, נוף ומורשת. כלומר, תכנון הנגב נעשה על דף ניר המשמש מצע למפות וללא התחשבות במצאי הנוף, ערכי הטבע ושרידי האדם לדורותיו. שמורות הטבע אשר ברחבי הנגב מחטיאות את המטרה שלשמה הן הוכרוזו - הן משתרעות על שטחים שאין להם אחיזה ומשמעות גיאוגרפית או ערכית (לדוגמה, יש שמורת מדבר יהודה הממוקמת בעין יחב; שמורת מכתשים עין יחב אשר אינה כוללת אף מכתש; שמורת נחלים גדולים וקטורה הכוללת שני נחלים קטנים ומרוחקת 20 ק"מ מקטורה; יש 4 שמורות מצוק הצנינים ורבן אינו כולל את נחל צין; וכיו"ב). התוצאה - לשמורות המשוונות הללו לא הצליחו לחבר עד היום פרוגמות רעיוניות ותכניות ממשק ופתיחה לקהל. יתרה מזאת - כ-40% משטחי אותן שמורות חופפים שטחי אימונים והחוק מרשה בחלק מסוים משטח כל שמורה כרייה, חציבה ושאר פעילויות הורסות טבע. כלומר. אין שמורות טבע נטו והכל פרוץ.

לאור רבי-שיח עם שורה ארוכה של גורמי שילטון ותכנון מסתמנת הצעה להשאיר את שטחי השמורות והגנים בעינם כיחידות סטטוטוריות, אך במקביל להכין לתמ"א 35 "שיכבה" של שמורות נושאות, אשר תקבענה במידת האפשר בחפיפה לשמורות מוכרזות, במינימום חפיפה עם שטחי אש והעיקר - בגבולות טבעיים ובצמוד לתכנים. בהגדרת שטחי השמורות הנושאות יעשה שימוש בנושאי "מטרייה". לדוגמה, שמורת מכתש רמון תגן ממילא על מיגוון הצומח והחי ועל שרידי הארכיאולוגיה של נוודים אשר בתחומיה. מסתבר, שבהגדרת השמורות הנושאות בנגב הגיאולוגיה משמשת כלי מרכזי. כפי שניתן לראות ברשימה של 23 שמורות נושאות המוצעות להלן. השמורות הנושאות (ש"ן) נועדו להבליט את רב הגוונים של הנגב והן מצטרפות לתוויות נושאות של חבלי הארץ, כלומר הנגב הצפוני, מרכזי ודרומי, כדלקמן:

הנגב הצפוני: ארץ בקע ים המלח, מעוזי המרד ותילי הנגב

ש"ן מעוזי המרד ומדבר יהודה: מצד זהר-מצדה-עין גדי; ש"ן מלח הר סדום ומדבר חתרורים; ש"ן מורשת ספר המדבר: תל ערד - סוסיה; ש"ן בתרונות הבשור - בארי.

הנגב המרכזי: ארץ המכתשים, ערי המדבר ודרכי הסחר הקדומות

ש"ן ביתורי ארץ הככר; ש"ן מכתש קטן; ש"ן מכתש גדול; ש"ן חוליות עגור וערי המדבר: חוליות עגור, חלוצה, רחובות, שיבטה, ניצנה; ש"ן המדבר והאדם: עבדת - נחל צין - שדה בוקר; ש"ן ציר דרך הבשמים: חצבה - ממשית; ש"ן צומח בקע הערבה: שיזף; ש"ן ציר דרך הבשמים: מואה - עבדת; ש"ן מיקבצי הרגמים והחקלאות הקדומה: קדמת קדש; ש"ן מכתש רמון פארק גיאולוגי לאומי; ש"ן מכתשי הר עריף; ש"ן חריטות סלע: הר כרכום; ש"ן שער כרבלת צניפים.

הנגב הדרומי: ארץ סלעי היסוד, שוניות האלמוגים וערש הנוחשת

ש"ן מחשוף ההעתקים והתזוזות גרופית; ש"ן חקלאות קדומה: בקעות עובדה וסיירים; ש"ן מליחת יטבתה והקנאטים; ש"ן ערש הנוחשת תמנע; ש"ן סלעי יסוד אילת; ש"ן שוניות האלמוגים.

הנגב הינו מדבר סלעים צבעוני המשקף גיאולוגיה מגוונת השמורה במידה רבה במצב בראשתי. על כן, בפיתוח הנגב לקראת המאה ה-21 יש להביא את הנופים הגיאולוגיים בחשבון כמשאב מרכזי, אשר יש (א) למלא אותו תוכן לאור תוצאות המחקר המדעי, (ב) על הגיאולוגים לאמץ את עקרונות הפיתוח בר-קיימא, לפיו שימור שמורה לדורות עדיף לעתים קרובות על ניצול חד-פעמי של מחצב תוך הרס המשאב הנופי או הערכי.

הגיאוכימיה של סלעי מסיב עמרם, אזור אילת: תוצאות ראשוניות

מוסקין, ע.^{1,2}, נבון, ע.¹, שטיין, מ.¹, הליץ, ל.²

1. המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית בירושלים, 91904 ירושלים
2. המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, 95501 ירושלים

מסיב עמרם בנוי מסלעים מאגמתיים, מסוף הפרוטרוזואיקון, הנחשפים על פני שטח של כ 6 קמ"ר. מעליהם מונחות באי התאמה אבני חול קמבריות. המחקר המוצג מתמקד ביחידות המאגמתיות הבונות את המסיב: אלקלי גרניט עמרם, ריוליט עמרם, מונזוניט עמרם, קוורץ מונזוניט עמרם והדייקים החוצים אותם. סלעים אלו משתייכים כולם לפאזה האחרונה בהתפתחות השילד הערבי-נובי, ומייצגים את המעבר ממאגמתיות אורוגני למשטר מאגמתי תוך-לוחי השולט באזור בפנרוזואיקון.

יחסי השדה הנחשפים במסיב עמרם מעידים על סדר הארועים הבא: (1) חדירת גרניטים אלקליניים (היפ-אביסלים) (2) וולקניזם ריוליטי (3) חדירת מונזוניט סב-וולקני (4) חדירת קוורץ מונזוניט סב-וולקני. דייקים בהרכבים פלסים ומאפים חודרים יחידות אלו. סלעי מסיב עמרם הם מְטֵה-אלומים, בעלי אפיניות אלקלינית ופורשים טווח הרכבים רחב ורצוף: 45% - 78% סיליקה. הנתונים הפטרולוגים והגיאוכימיים מצביעים על דימיון לגרניטים מטיפוס A, המוכרים גם מאזורים אחרים בשילד הערבי-נובי. דיאגרמות ההתפתחות של היסודות העיקריים ושל יסודות הקורט, מראות לרוב התפתחות לאורך קוויס חלקים ורציפים, ומעידות על יחסים קו-גנטיים בין כל סלעי מסיב עמרם. יחסים קבועים בין יסודות אינקומפטבילים שונים (למשל, $Nb/Y = 0.6-0.75$), מרמזים כי כל הסלעים נגזרו ממקור משותף. הסלעים המאפים מראים שינוי רב בריכוז של יסודות קומפטבילים (למשל $V, 20-230 \text{ ppm}$), מול ריכוזים קבועים של יסודות אינקומפטבילים (למשל $Nb, 18-22 \text{ ppm}$). בסלעים הפלסים ניתן להבחין בשינוי משמעותי בריכוז של ה- Nb (20-60 ppm), מול שינוי מועט בלבד בריכוז של ה- V (5-20 ppm). מגמות התפתחות אלו מרמזות כי גיבוש חלקי היה המנגנון העיקרי אשר שלט בהתפתחות המאגמות. ניתן להבחין כי תכולת ה- REE בסלעים עולה עם עליית אחוזי הסיליקה, וכי קיים דמיון בפרופיל ה- REE של סלעי עמרם, פרט לאנומליה שלילית של Eu המתפתחת בסלעים הפלסים. אנומליה זו יכולה להעיד על חשיבותו הרבה של פלגיוקלו במאסף המתגבש בסופו של תהליך הגיבוש החלקי.

העדויות הגיאוכימיות, ויחסי השדה, מעידים על התפתחות של מאגמות ראשוניות בעלות מקור משותף, במחוזיים של גיבוש חלקי ותוספות של מאגמות מאפיות. קלסיפיקציה טקטונית של גרניטים מטיפוס A (Eby, 1992) מראה כי סלעי מסיב עמרם מוגדרים כסלעים שנגזרו ממקור מעטפתי בסביבה תוך לוחית, פוסט אורוגנית. קביעה זו מחזקת את שיוכם של הסלעים במסיב לפאזה האחרונה בתהליך התפתחותו של השילד הערבי-נובי. אנו מציעים כי הסלעים במסיב עמרם דוגמים את הליטוספירה התת יבשתית באזור, מיד לאחר המעבר מסביבה אורוגנית לסביבה תוך לוחית יציבה.

גידול בועות במהלך עלייה של מאגמה: ניסיונות במאגמות ריוליטיות והדמיות מחשב

לנסקי נ., צ'כמיר א., לייחובסקי ו. ונבון ע.

המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית בירושלים, 91904

הדינמיקה של התפרצויות וולקניות מושפעת במידה רבה מגידול בועות במהלך עליית המאגמה לפני השטח. גידול של בועות גורם לעלייה בנפח המאגמה ולהאצתה כלפי פני השטח בתהליך שמגביר את עצמו, עד כדי ריסוק המאגמה והתפשטות הגז בהתפרצויות אקספלוסיביות. הבנה ואפיון של התהליכים השולטים בגידול בועות לאורך מסלול עליית המאגמה מהתא המאגמטי אל לוע הר הגעש יאפשרו הבנה טובה יותר של המנגנונים השולטים באופי של התפרצויות וולקניות.

במחקר הנוכחי ביצענו ניסויי גידול בועות בנתך ריוליטי תוך כדי הורדת לחץ הדרגתית. ראשית התכנו אובסידיאן ריוליטי ב 150 MPa (850 °C) בנוכחות מים. ריכוז המים הגיע ל 5.3%wt. לאחר מכן הורדנו את הלחץ ל 110 MPa (700 °C) ואפשרנו לבועות לגדול עד להגעה לשינוי משקל. לאחר הקפאה של הדוגמה צילמנו את הבועות שבדוגמה, והחזרנו אותה לתנאים ההתחלתיים של הניסוי (110 MPa, 700 °C). בשלב הבא הורדנו את הלחץ באופן הדרגתי, כהדמיה למצב של עליית מאגמה, מ 110 MPa ל 70 MPa במשך 32 שניות, ושוב הקפאנו את הדוגמה. בשלב זה זיהינו מחדש את הבועות שצילמנו קודם ומדדנו את הרדיוסים של בועות לפני ואחרי הפלת הלחץ. כדי לנתח את התוצאות, השתמשנו במודל לגידול בועות (Lyakhovsky et al., 1995). המודל מחשב גידול של בועת גז (מים) מתוך מעטפת נתך המקיפה את הבועה כתוצאה של שני תהליכים עיקריים: תגובה צמיגה להפרש לחצים בין הבועה לסביבתה ודיפוזיה של מים מהנתך לבועה.

לכל ניסוי חישבנו את הגידול הצפוי של בועות בגדלים שונים כתוצאה מהורדת הלחץ. הרדיוסים המחושבים לאחר הורדת הלחץ נמצאו בהתאמה מצוינת לרדיוסים המדודים, בכל טווח הגדלים. נמצא שבועות קטנות גדלו במצב קרוב לשינוי משקל, כלומר הגיעו בקירוב לגודלן המרבי בהתאם ללחץ המקיף בכל רגע נתון, וזאת בניגוד לבועות גדולות. הסטייה של הבועות הגדולות ממצב שינוי משקל משקפת את חוסר היעילות של העברת מים בדיפוזיה מהנתך.

תוצאות חדשות אלו, ביחד עם הצלחת המודל בניבוי של גידול בועות בתנאים שונים (Lyakhovsky et al., 1995; Navon et al., 1998), מבטיחים את דיוק המודל המתמטי. כדי לחקור את הדינמיקה של התפרצויות וולקניות ולהבין את הגורמים השולטים במעבר בין סגנונות התפרצות שונים ניתן להשתמש במודל של גידול הבועות באופן מצומד לבעיית הזרימה של מאגמה בצינור המזין. הקושי בחישוב בעיה דינמית זו הוא באי הוודאות לגבי השפעת הבועות על הצמיגות הגזירית והצמיגות הדחיסתית של מאגמה המכילה בועות. כיום אנו לומדים בעזרת המודל את השפעת הגידול של בועות על הצמיגות הדחיסתית.

שימוש בחישה מרחוק היפרספקטראלית לניטור כמותי של אגן הכינרת

לזר, מ.,¹ בן-אברהם, צ.,¹ בן-דזר, א.,²

1. החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל אביב, ת.ד. 39040, רמת אביב, תל אביב 69978
2. החוג לגיאוגרפיה, אוניברסיטת תל-אביב, רמת אביב, תל אביב 69978

הניטור הנוכחי של אגן הכינרת מבוסס על מחקר המבוצע על-ידי המעבדה לחקר הכינרת וחברת מקורות בע"מ. ניטור זה מסתמך על איסוף שיטתי של נתונים פיזיקליים, כימיים וביולוגיים באמצעות שיטות אוקיאנוגרפיות קלאסיות. המדידות נלקחות ממספר מצומצם של תחנות קבועות המפוזרות ברחבי הכינרת האמורות לייצג את המצב באגן. בתנאים אלו, תוכנית הבקרה של האגם טובל מחסר במדידות - גם במרחב וגם בזמן.

שיטות מתקדמות בחישה מרחוק הופעלו על הכינרת במטרה למצוא פתרון, וכלי לבקרה וניטור ברזולוציה גבוהה, של האגן כולו. הדמיות היפרספקטראליות ראשוניות נאספו מעל לכינרת באפריל 1997, באמצעות חיישן מוטס מסוג CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager). מדידות ספקטראליות נוספות נלקחו בזמן הטיסה משש נקודות על פני האגן ומארבע עשרה נקודות על החוף על מנת לאפשר אימות של נתוני ה-CASI. כמו כן, דגימות מים נלקחו מהתחנות על האגם ובוצעו מדידות של כלורופיל, עכירות ותרחופת. ההדמיות תוקנו לגורם האטמוספירי, דבר שאיפשר ביצוע אנאליזה תמטית. המפות שהופקו תואמות את המדידות שנלקחו על פני האגם. על-ידי יישום שיטה חדישה זו, ושימוש באגן כמעבדה טבעית, ניתן להגיע להבנה טובה יותר של התהליכים הדינמיים התורמים לאיכות המים במאגר הגדול של מדינת ישראל.

חדירות SAR וקורלציה לשיטות גיאופיזיות רזודות: אפליקציות לתנאים ים-תיכוניים

לזר, מ.,¹ בן-אברהם, צ.,¹ בלומברג, ד. ג.,² נטע, ט. 2.

1. החוג לגיאופיזיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל אביב, ת.ד. 39040, רמת אביב, תל אביב 69978
2. החוג לגיאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, ת.ד. 653, באר-שבע 84105

ראדאר סינתטי מלווין (Synthetic Aperture Radar - SAR) הוכח ככלי יעיל בחישה מרחוק למטרות גיאולוגיות. התדירויות הנמוכות של ה L-band יעילות במיוחד להסתכלות בתת הקרקע באזורים צחיחים. נתוני חדירות מ SAR נאספו מאזורים שונים, ביניהם מדבר הסהרה - שם הם מראים נחלים עתיקים קבורים, וה- Death Valley - שם מיפו את המשך השבר המרכזי הנכנס לתוך העמק מתחת לחולות. על פני השטח ומתצלומי אוויר, לא ניתן לזהות תופעות אלו היות שהם מכוסים על-ידי חול. נכון להיום, טכנולוגיה זו הוכיחה את עצמה באזורים צחיחים מאוד (hyper-arid).

על-ידי שימוש ב ראדאר חודר קרקע (GPR) ושיטות גיאופיזיות רזודות אחרות, מחקר זה בוחן את הקורלציה בין חדירות ה- SAR לנתונים גיאופיזיים וחוקר עד כמה ניתן ליישם את יכולת חדירת ה SAR ככלי מחקר באזורים צחיחים למחצה (semi-arid). מחקר זה מכסה מספר אזורים בארץ כמו ערבת יריחו ושבר הכרמל, ומקומות שונים בסביבה.

תוצאות ראשוניות מנתוני SIR-C/X-SAR מראים הבדלים ברורים בין החזרי C ו- L-band בחלק מאזורי הוודיות בנגב. לדוגמה, בנחל מוברה שבו מתגלה שכבה קרבוטית בעומק של מטר מתחת לחול. בהמשך נבדוק באמצעות קידוחים את מהות הערוצים התת-קרקעיים המתגלים בראדאר.

עדויות לפעילות ניאו-טקטונית במדף היבשת הרדוד מול תל אביב

לוי, ר. ומרט, י.

המרכז ללימודי ים על שם ליאון רקנאטי, אוניברסיטת חיפה, חיפה 31905

מסמכים היסטוריים מעידים על מספר רעידות אדמה וצונמי שפגעו ביפו וסביבותיה מאז התקופה הרומית. העדויות האלה אינן חד משמעיות, ובודאי שאין הן מעידות על עוצמת הרעש. רוב המסמכים הקדומים המדווחים על נזקי רעידות אדמה וצונמי מבקשים את עזרת הנמענים, כמו למשל המכתבים שנמצאו בגניזה הקהירית, המתחננים לסיוע כספי לקהילה היהודית ברמלה, שנפגעה ברעידת אדמה בשנת 1034. סביר להניח כי תיאורי האבדות והנזקים במכתב זה ובמסמכים אחרים הם מוגזמים, אולם באותה מידה אפשר להניח כי פגיעה מסוימת של רעידת אדמה ביישוב המדווח אכן התרחשה. זאת ועוד, פגיעה של צונמי איננה קשורה בהכרח ברעידת אדמה מקומית, והצונמי יכול להגיע גם ממרחקים. בהתחשב בהסתברויות אלה מראים הקטלוגים של רעידות האדמה כי יפו וסביבותיה נפגעו מרעידות אדמה הרסניות בשנים 130 (הדווח הוא מקיסריה ומלוד), 363 (הדווח הוא מעזה, משכם, ומאפולוניה), 1034 (הדווח מרמלה. ייתכן שרעידה זו חופפת לדווח על רעש ברמלה ב-1063). פגיעות של צונמי דווחו בשנים 115 (פגיעה בקיסריה וביבנה), 551 (פגיעה בקיסריה), ו-1546 (פגיעה ביפו).

הקשר בין רעידות אדמה הרסניות לבין העתקה ניאו-טקטונית הוא אפשרי, אך איננו הכרחי. ייתכן כי רעידת אדמה תגרום להרס מבנים, בעיקר אם הבנייה איננה לפי סטנדרטים מתאימים, ללא העתקה של פני הקרקע באתר הנזק. מאידך, במידה ומוצאים עדויות להעתקה טקטונית (ולא גיאוטכנית) של סלעים רביעוניים, סביר להניח קיומה של רעידת אדמה. האבחנה בין העתקה גיאוטכנית וטקטונית איננה פשוטה, אך סביר להניח כי גלישה, או העתקה גיאוטכנית דומה, תיצור מתלול סהרוני, ומצוק ישר יהיה קשור לשבירה ניאו-טקטונית. פעילות אנושית נמרצת במישור החוף של מרכז ישראל במשך אלפי שנים מקשה על זיהוי מתלולי השבירה ביבשה.

סקר של החזרות סייסמיות באבחנה גבוהה בוצע לאחרונה במדף היבשת הרדוד בין בת ים לשפך הירקון בעזרת מערכת Chirp, בחזירה של עד כ-40 מ', ונווט DGPS. החזרות היו משכבת הסדימנטים הבלתי מלוכדים ומגג שכבת הכורכר. לא הושגו החזרות מתחת לגג הכורכר. הסקר איתר שוכב סדיר של הסדימנטים הבלתי מלוכדים ברב חלקי התחום שנבדק, אולם במספר אזורים אנומליים נמצאו מצוקים בגג שכבת הכורכר, העשויים להעיד על שבירה צעירה. מאחר ואורך המחשופים המצוקיים הוא קצר, ניתן להסתמך רק על השיפוע המתון של מדף היבשת הרדוד כדי לשלול קיום גלישות ולהניח קיומה של פעילות נאו-טקטונית במדף היבשת מול תל אביב. מחשוף גדול של רכס הכורכר נמצא ממערב ליפו, בהמשך לתוואי המקורי של נחל איילון, במרחק של כ-2-3 ק"מ מהחוף ובעומק מים של כ-30 מ'. נצפו במקום זה מספר שברים שכוונם מזרח-מערב בקירוב. גבעות כורכר והעתקים נמצאו גם מול שפך הירקון, במרחק של כ-3.5 ק"מ מהחוף, אולם כאן רכס הכורכר מכוסה ברובו בסדימנטים, ורק מיעוטו מבצבץ על קרקעית הים. גם כאן אותרו שברים שכוונם מזרח מערב. אתר שלישי של כורכרים ושברים נמצא מול בת-ים, וגם אתר זה מכוסה ברובו בסדימנטים. ייתכן והנחלים, החוצים את מישור החוף באזור תל אביב, עוברים על תוואי של שברים שכוונם מזרח-מערב, המרימים את אגפם הדרומי.

המהפך הביולוגי בגבול קרטיקון טרצייר: משבר תזונתי ולא הכחדה מאסיבית קטסטרופאלית

לוי, ז.

המכון הגאולוגי הישראלי, רחוב מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

מחקרים שפורסמו לאחרונה מראים צמצום הדרגתי בגיוון האוכלוסיות וכמות הפרטים עד להעלמות מינים עוד לפני התחלת הפעילות הוולקנית החזקה באזור הדקאן (הודו), ופגיעת המטאוריט בציקסולוב (מקסיקו). ארועים אלו אכן פגעו באיזון האקולוגי העולמי, אולם לא יכלו לגרום לאופן הבררני של ההכחדות וההשרדות במערכת החי והצומח.

המשבר הביולוגי בגבול קרטיקון-טרצייר התרחש בתקופת הפוריות הגבוהה של הקרטיקון העליון-טרצייר תחתון, המבוטאת באזור הטתיס במשקעים עתירי חומר אורגני, פוספאט ושכבות סיליקה ממקור ביוגני. יחסי איזוטופים מעידים גם הם על פוריות יתר ואקלים עולמי חם לאורך הקרטיקון העליון, עם תנודות קלות ומגמת קרור לקראת גבול קרטיקון-טרצייר. תנאי קיום מצוינים אלו על היבשה ובסביבות הימיות גרמו לעליה בגיוון המינים ובכמות הפרטים באוכלוסיות. כמו כן התפתחו צורות ענקיות בכמה קבוצות. לרבים מהטורפים, בעיקר הדינוזאורים, לא היה כל מתחרה. במקומות הם טרפו מעל למידה את הטרף המעדף והפגיע ביותר, שכמותו הצטמצמה לטורפים אחרים קטנים יותר. אלו החלו לטרף יצורים אחרים עליהם ניזונו טורפים אחרים. כך התמוטטה שרשרת המזון, תחילה באזורים המאוכלסים בצפיפות (קווי הרוחב הנמוכים), ומשם פגעה בהדרגה (בדיאכרוניות) באוכלוסיות מצפון ומדרום (קווי הרוחב הגבוהים). הטורפים למדו לנצל את חולשות טרפם ואת הזמנים בהם הוא חשוף לטריפה קלה. אלו שחיו זמנית חשופים לטורפים, או שלא יכלו להמלט או להחבא מהם נהפכו לטרף זמין עד כדי השמדתם המלאה.

לרוב היצורים שחיו בקרטיקון בסביבות הפתוחות הנרחבות היתה נציגות של אוכלוסיות קטנות באזורי השוליים, או שנחקו לשם תחת לחצי הטריפה. בסביבות שוליים נסותרות ומוגנות אלו שרדו חלק מהיצורים ללא כל שינוי לתוך הטרצייר, אבל הרוב השתנה בהשפעת הלחצים האקולוגיים המקומיים. חלק ניכר ממאגר המידע הגנטי של עולם הקרטיקון שרד (בחלקו ללא ביטוי מורפולוגי) בתוך הקוד הגנטי של אותן אוכלוסיות מוגנות. עם התיצבות המערכות האקולוגיות בטרצייר המוקדם נדדו לסביבות המחיה הפתוחות כל אותם הצאצאים של היצורים הקרטיקוניים, אלו ששמרו על צורתם (שורדים) ואלו שעברו שינויים מורפולוגיים. הם התאקלמו במהרה בסביבות המחיה החדשות, והתפצלו למינים חדשים המותאמים לכל בתי הגידול בקצב מהיר שאינו מוכר מקצבי אוולוציה בטבע. זאת תודות למאגר התכונות הגנטיות הנסתרות בחלקן, שבא לידי ביטוי פיזיולוגי ומורפולוגי תוך זמן קצר. רק קבוצות מעטות נעלמו כליל עקב התמוטטות שרשרת המזון בכיוון ההפוך (ביוזמת הטורפים הגדולים).

המהפך הביולוגי בגבול קרטיקון-טרצייר נגרם בעיקר (פרט להכחדות מעטות) משינוי עולם החי והצומח הקרטיקוני לצורות הטרצייריות, ולא מהכחדה מעמיקה של החי והצומח הקרטיקוני והתפתחות הצורות הטרצייריות מהשורדים המעטים של אסון אקולוגי עולמי משוער, תוך מילוי בתי גידול ריקים.

גשם, נגר והסעת סחף בדרום מדבר יהודה

כהן ח., לרון י.

המחלקה לגאוגרפיה ופתוח סביבתי, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, באר שבע 84105

כמות נתוני זרימות והסעת סחף מגאוויות בנחלים באזורים צחיחים בעולם קטנה. רוב הנתונים נאספו באזור אקלים לח. מדידה דינמית של אספקת סחף בכלל ובאזורים צחיחים בפרט כרוכה בקשיים טכניים רבים שרק לחלק מהם נמצא פתרון הולם בשנים האחרונות.

בדרום מדבר יהודה פועלת בשנתיים וחצי האחרונות מערכת לאיסוף נתוני גשם, נגר וסחף. לראשונה קיימת במדבר יהודה מדידה אוטומטית של: (1) ריכוזי רחופת (2) נגר באפיק ראשי ובו זמנית מיובלו (3) נתוני גשם ממרחב אגן שלם. לראשונה יש בידנו מדידה אוטומטית רציפה של שטף גרופת באזור צחיח קיצוני.

במזלג הנחלים רחף וקנאים ממוקמת תחנה למדידת סחף וזרימות. ספיקת גרופת נמדדת בשני הנחלים בו זמנית באמצעות מלכודות אוטומטיות השוקלות את החומר המצטבר במהלך זרימה. נמדדה ספיקת הגרופת הגבוהה בעולם: עד כ 50 קג' למטר רוחב נחל לשניה. הדינמיות הגדולה של המורפולוגיה והטקסטורה בתשתית יוצרת שונות גדולה בין הארועים, בתנאי תחילת התנועה ובאופי תנועת הגרופת. בכדי לעקוב אחר השינויים פותחה מערכת יחודית לשינוי מפלס המלכודות בהתאם לשינויים בתשתית ונערך מעקב אחר קטעי תשתית צבועים במעלה. ריכוזי הרחופת מתקבל מדגימות ידניות, מד עכירות אוטומטי ומשנה זו גם מדוגם משאבה אוטומטי. נמדדו ריכוזים של 0.1-5%. הריכוזים גבוהים בהרבה מאשר באזורים לחים אך נמוכים מאשר בצפון הנגב באקלים צחיח למחצה. עומק הזרימות נמדד במספר נקודות באופן שמאפשר חישוב שיפועי זרימה ושינויים לרוחב הערוץ. רוב ההידרוגרפים שהתקבלו אופייניים לאזורים מדבריים: משך קצר, ירידה ועליה תלולה ושיא אחד. מהירויות הזרימה שנמדדו בעזרת מצופים גבוהות והן מושפעות משפוע הצדודית הגדול. גשם נמדד באמצעות מג"זים הממוקמים ברחבי אגן הניקוז של הרחף. הנתונים מלמדים שקביעת יחסי גשם – נגר סופתיים בהתבסס על נתוני גשם יומי בלבד, כמקובל במודלים השימושיים בארץ, לוקה בחסר. לכן הותקנו השנה באגן מדי גשם רושמים ומדי מקסימום (לזרימה) שיאפשרו קבלת עוצמות גשם וקביעת אזורי תרומת נגר.

במניפות הסחף בחוף הדרומי של ים המלח ובצפון הערבה מתבצעת כרייה של חומר ואדי בעיקר לצורך בניית סוללות ברכות האידוי של מפעלי ים המלח. בכדי לבדוק את קצב המילוי נערך מעקב אחר קצב הצטברות הסחף בבורות הכרייה ובמאגרים, בוצע תאור סטרטיגרפי של שכבות ארוע ומיפוי של מניפות חלוקים בפתחי המאגרים והבורות. הרחופת מהווה את רוב החומר הממלא את הבורות. התקבלו ריכוזי רחופת ממוצעים של: 5.9% בבור הרחף, 2.2% במאגר חימרו ו 2.7% במאגר צין. הריכוזים גבוהים יחסית, אך המספר הקטן של ארועים בשנה ומימדי בורות הכרייה מניבים קיצבי שיקום טבעי של עשרות שנים לפחות.

אתור גופי מי תהום מתוקים ומלוחים לאורך חופי ים המלח באמצעות שיטות ה- TDEM ו-NMR

יחיאלי, י.¹, כפרי, א.¹, גולדמן, מ.², לגצ'נקו, א.³

¹ המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

² המכון הגיאופיזי לישראל, ת.ד. 2286, חולון 58122

³ BRGM, B.P. 6009-45060, Olreans, CEDEX 2

מדידות ראשוניות בשיטות האלקטרומגנטית בתחום הזמן (TDEM) והתהודה המגנטית הגרעינית (NMR) נערכו לאורך חוף ים המלח לאתור גופי מי תהום מתוקים ומלוחים, הפן הביני שביניהם ואת הקונפיגורציה הכללית של הנ"ל.

הסקר מבוסס על הממצאים הבאים: התנגדויות TDEM מעל 5 אוהם-מ' מייצגות מסלע שונה בלתי רווי או רווי במים מתוקים עד מליחים. התנגדויות בין 0.2 ל- 2 אוהם-מ' מייצגות תמלחות מרוכזות עד מים ברכוז מי ים בהתאם. ערכי בינים מייצגים מים ברכוז מי ים מהולים או תמלחות מהולות. מדידות NMR מספקות אינדיקציות על אופקים רוויים במים בתת הקרקע.

בעבודה הנוכחית מוצגות תוצאות חתכים שנעשו לארך נחלי אוג, תמרים, דרגה, חצצון, עין גדי, חבר וצאלים. ההשלכות המתקבלות הן כדלהלן:

- 1) נתוני NMR מספקים אינדיקציות לקיום לכאורה של אופקי מים שעונים אשר בחלקם מצויים למעלה מ- 10 מ' מעל מפלס מי התהום הנצפה או המצופה.
- 2) בכל האתרים מי התהום המלוחים מצויים בצד המזרחי קרוב לים המלח ומתחת למי תהום מתוקים יחסית כמצופה. הפן הביני בין המים המתוקים למלוחים הינו רדוד כמתבקש מהבדלי הצפיפויות בין גופי המים השונים למרות שמקומו אינו תואם במדויק את הקרוב של גיבן-הרצברג.
- 3) באותם מקרים בודדים בהם מצויים נתוני TDEM ותוצאות מליחות מי תהום בקדוחים מתקבל מתאם טוב בין שניהם דבר המחזק את ישימות השיטה באזור הנחקר.

מקורות האוכרה במכלולים הנטופים מאל-ואד, עינן והיונים

זקהיים, א.¹, אילני, ש.², עברון, מ.¹

1. החוג לארכיאולוגיה, אוניברסיטת חיפה, הר הכרמל 31905, חיפה.
2. המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501.

הגדרת "האוכרה" מתיחסת לשורה של פיגמנטים המכילים מינרלים של תחמוצות ברזל. צובענים אלו מופיעים בסולם צבעים המשתרע מצהוב עד אדום ואשר מקורם בריכוזים שונים ובדרגות חמצון ומיזם שונות של מינרלי הברזל. האוכרה מופיעה בטבע בשתי צורות מינרלוגיות עיקריות: גאטיט (בעל גוונים צהובים) והמטיט (בעל גוונים אדומים). חימום הגאטיט גורם להתנדפות יון ההידרוקסיל וליצירת תחמוצות ברזל המטיטיות אדומות. עוצמת הצבע והגוון הנוצרים בתהליך זה נקבעים ע"י שני גורמים עיקריים: הטמפרטורה והרכב המינרלוגי של חומר היסוד. המעבר מן הגאטיט להמטיט מתרחש בטווח טמפרטורות של 280-400 °C.

האוכרה נוצלה, ככל הנראה, למכלול רחב של פעילויות חברתיות וטקסיות ביניהן קבורה ופעילות אמנותית מגוונת כגון ציור ועיטורי גוף למיניהם, וכן למטרות יותר מעשיות, כגון עיבוד עורות. האוכרה היוותה אחד מחומרי הגלם השכיחים בשימוש האדם ובתור שכוה ניתן להשתמש בו להבנת התרבות החומרית והחברתית של האדם הפרהיסטורי, אורחות חייו והאופן בו הכיר וניצל את משאבי חומר הגלם בסביבתו. לכל אלה נודעת חשיבות מיוחדת בתרבות הנטופית, במעבר מחברה נוודית המתבססת על כלכלת ציד ולקט לחברת קבע המתבססת על חקלאות.

מטרת המחקר היא זיהוי מקורות האוכרה של שלושה אתרים נטופים מרכזיים מאזורים שונים בצפונה של הארץ: מערת אל-ואד בכרמל, עינן בשולי עמק החולה ומערת היונים והטרסה בגליל המערבי. זיהוי מקורות האוכרה של אתרים אלו עשוי לעזור בשחזור הקשרים בין הקבוצות הנטופיות השונות, טווח נדודיהן, ואופן ניצולן את הסביבה.

במטרה לאתר מחשופים גיאולוגיים של תחמוצות ברזל שעשויים היו לשמש מקור לחומרי הצבע שנמצאו בשכבות הנטופיות של האתרים הנדונים, נערך סקר גיאולוגי ברדיוס של כ- 5-15 ק"מ מן האתרים. הדוגמאות הארכיאולוגיות והגיאולוגיות עברו מיון פטרולוגי ראשוני (באמצעות בינוקולר ולוח Munsel) ואנליזה מינרלוגית וגיאוכימית (באמצעות ICP-AES ו-SEM).

מניתוח תוצאות האנליזות המעבדתיות נראה שתושבי כל אתר נטו לנצל את סביבתם הקרובה, ובמיוחד את תחמוצות הברזל הגאטיטיות הנפוצות יותר בשטח על פני תחמוצות הברזל ההמטיטיות. האוכרה הגאטיטית חוממה ככל הנראה להמטיט. בנוסף, במערת היונים בולטת קבוצת דוגמאות המטיטיות (12% ממאסף האוכרה) בצבע סגול מטאלי המכילה 13%-23% תחמוצת טיטניום (אנטז). קבוצה זאת הריגה לחלוטין מהסביבה הגיאולוגית המוכרת לנו מארץ ישראל. בהסתמך על הידע הקיים בספרות קיימים שלושה אתרים פוטנציאליים במזרח התיכון בהם מופיע בצר ברזלי המלווה בתחמוצת טיטניום בריכוז שמעל ל- 10%. אלה נמצאים ב-Radjou בצפון מערב סוריה כ-500 ק"מ (בקו אווירי) צפונית למערת היונים, בוואדיות Hayyan ו-Qabqab בערב הסעודית בסמוך לחופו המזרחי של ים-סוף כ-700 ק"מ (בקו אווירי) דרומית למערת היונים ו-Abu-Ghalqa במדבר המזרחי של מצרים בסמוך לחופו המערבי של ים-סוף כ-1100 ק"מ (בקו אווירי) דרומית למערת היונים.

עדות זאת ליבוא חומרי גלם ממרחקים ארוכים מצטרפת לסדרה של עדויות אחרות מאתרים אלה המעידות על קשרים ארוכי-טווח בתקופה הנטופית כדוגמת: צדפי ה- *Dentalium* וה- *Cypraea-moneta* מים-סוף, וצדפי *Aspatharia* שמקורן מנהר הנילוס.

על מנת לאשש הנחה זו רצוי יהיה לבדוק בעתיד מכלולי אוכרה נוספים של אתרים נטופים על מסלולי מסחר אפשריים ובכך לנסות לשחזר את "דרך האוכרה" הנטופית כמסלול סחר ראשוני, שעליו התבססו דרכי מסחר מאוחרות יותר כדוגמת, "דרך האובסידיאן" הנאוליתית ו"דרך המור והלבונה" הנבטית.

מיפוי אפקט האתר באשחבאד, טורקמניסטן ממדידות של רעש סייסמי

זסלבסקי, י.¹, שפירא, א.¹, גיטרמן, י.¹, קנל, א.¹, אסנוב, א.², קרייב, ב.³.

אגף סייסמולוגיה, המכון הגיאופיסי לישראל, חולון

מחקר זה דן במיפוי אפקט האתר בבירת טורקמניסטן, אשחבאד. המיפוי בוצע על ידי מדידות של רעש סייסמי ב-59 אתרים ברחבי בעיר. על פי היחס הספקטראלי בין רכיבי התנודה האופקית לתנודה האנכית של רעש הרקע, נקבע תדר התהודה העצמית של שכבות הקרקע באתר ורמת ההגברה הצפויה של האותות הסייסמיים בפני השטח של האתר. שיטת הערכה זו ידועה כשיטת נאקאמורה. באתרים שנמדדו נקבעו תדרי תהודה בין 1 ל-7 הרץ עם רמת הגברה של פקטור 3. הערכות אלה תואמות את חתכי תת הקרקע באתרים ותואמות תצפיות מאקרוסיסמיות מרעידות אדמה שהתרחשו בעבר. תוצאות שיטת נאקאמורה בשילוב עם מידע גיאולוגי, גיאוטכני ומאקרוסיסמי שמשו לחלוקת העיר ל-4 אזורים שכל אחד מהם מאופיין על ידי תדר התהודה של הקרקע: אזור א' – 1-2 הרץ; אזור ב' – 3-2 הרץ; אזור ג' – 6-3 הרץ ואזור ד' – 6 הרץ ומעלה.

תוצאות ההערכה בשיטת נאקאמורה תואמים בהרבה מקרים את הצפוי על פי חתך הגיאולוגי באתר. יחד עם זאת היו מקרים שבהם לא היתה התאמה. אנו מיחסים את חוסר ההתאמה לעובדה שהמודל החישובי החד מימדי, שמתקבל ממידע גיאולוגי וגיאופיסי הוא פשוט מידי ואינו מייצג את התנאים הריאליים. בתנאים אלה ההערכות הניסיוניות שמתבססות על ניתוח מדידות סייסמולוגיות הן הרבה יותר אמינות.

תגובת אתר במקומות שונים בתל-אביב

זסלבסקי, י., שפירא, א.

אגף סייסמולוגיה, המכון הגיאופיסי לישראל, חולון

מאפייני תגובת האתר הם תדר התהודה העצמית ורמת ההגברה של שכבות הקרקע באתר נתון. תגובת האתר היא גורם דומיננטי בקביעת רמת הסיכון הסייסמי והיקף הנזקים מרעידות אדמה.

בצענו מספר סקרים סייסמולוגיים להערכת תגובת האתר במקומות שונים בתל-אביב: בית עזריאלי, מחלף על האילון, חוף תל ברוך, גני התערוכה ושני אתרים בשפך הירקון. נערכו מדידות של רעש הרקע הסייסמי והופעה שיטת נאקאמורה להערכת ספקטרום התגובה של האתרים. פענוח הממצאים מראה תגובת אתר חריפה במיוחד באזור שפך הירקון. באזור זה התקבלו הערכות של אפקט הגברה בפקטור של 5 התחום התדירות 2.5-3.0 הרץ. הגברה בשיעור של עד פקטור 3 ניצפתה בחוף תל ברוך ובגני התערוכה בתחום התדרים 3.0-4.0 הרץ ובתחום 1.4-1.8 הרץ, בהתאמה. לא זיהינו אפקט של הגברה באתרים בית עזריאלי והאילון. לממצאים אלה השפעה על הדרישות לתכנון בניינים שיעמדו ברעידות אדמה. כפי שאנו רואים, יש אזורים בתל-אביב שבהן הדרישות מהמתכנן חייבות להיות גבוהות יותר מהדרישות המחויבות על פי התקן הישראלי 413. ממצאים אלה מגבירים את החשש לפגיעה בבניינים רבים בתחומי תל אביב גם מרעידות אדמה רחוקות במזרח הים התיכון ובקע הירדן וים המלח.

תכונות דינמיות של בתי מגורים באשגבט, טורקמניסטן

זסלבסקי. י., שפירא, א.

אגף סייסמולוגיה, המכון הגיאופיסי לישראל, חולון

המחקר הנוכחי מתבסס על התפיסה הכללית שפגיעות בנין לתנודות קרקע מוכתבת בעיקר על ידי אפקט הרזוננס, כלומר ע"י התזוזות והתאוצות המתפתחות בבנין בתדרים קרובים לתדר התנודה הטבעי שלו. כתוצאה, שלב חשוב בשיפור הערכת הסיכון הסייסמי הוא קביעת הקבועים הדינמיים של בנינים קיימים. התכונות הדינמיות של מבנה ממשי ניתנות לקביעה נסיונית על ידי ניטור פשוט וזול של תנודות המבנה הנגרמות על ידי רעש הרקע הטבעי.

שני בתי מגורים חדשים ומבנה אבן ישן צוידו זמנית בשלוש תחנות סייסמיות בכל אחד, שתיים על הגג ואחת במרתף. כל תחנה כוללת זוג סייסמומטרים אופקים ניצבים זה לזה. תוצאות המדידות מובאות בטבלה שלהלן:

טבלה 1 – תדרי תהודת הבנינים שנבדקו ומנות הריסון שלהם

Building	Mode	Frequency Hz	Damping ratio (%)
9 story	First mode NS direction	2.8	2.5
	First mode EW direction	2.8	2.5
	First torsional	3.6	1.5
	Second mode NS direction	9.0	-
	Second mode EW direction	8.7	-
	Second torsional	10.3	-
4 story	First mode NS direction	5.6	3.5
	First mode EW direction	4.95	3.5
	First torsional	6.8	-
2 story	First mode NS direction	7.6	3.5
	First mode EW direction	8.0	3.5

התכונות הדינמיות שנקבעו על ידי אנליזה ספקטרלית ניתנות להשוואה עם תכונות שיקבעו בבדיקות חוזרות בעתיד. מדידות האלה יכולות לשמש לגילוי שינויים בתכונות הדינמיות של מבנים לאורך זמן אשר יכולים להוות אינדיקציה לעלית הסיכון הסייסמי.

סקר גיאופיזי משולב במישור ימין

דוד וינר¹, אילן ברונר², מרק גולדמן², רני קלבר³, יוסף ברטוב³

1. הקריה למחקר גרעיני, נגב
2. המכון הגיאופיזי, חולון
3. המכון הגיאולוגי, ירושלים

מטרת עבודה זו היא לימוד מבנה תת-ה-קרקע של הסינקלינה במישור ימין, המצויה בין המבנים האנטיקלינליים של חצרה וחתירה, והמשתייכת למבני הקשת הסורית. נכללו בה סקרים גיאופיזיים, המהווים השלמה למפוי פני השטח, אשר נועדו לקבוע את רציפותן של השכבות, עוביין ואופיין של שכבות תצורת חצבה לפרטיה, את השתרעותן של השכבות הקירטוניות של חבורת הר הצופים, את העומק לחבורת יהודה.

בעבודה הנוכחית נעשה שימוש בשיטות הגיאופיזיות הבאות:

- א. רפלקציה סיסמית בהפרדה גבוהה. שיטה זו יושמה לקביעת רציפותם של המסמנים הסיסמיים ולאיתור קוי העתקה. הסקר כלל קו סטרייק אחד, ושלשה קוי דיפ.
- ב. שיטת ה TDEM. לאחר כיוול השיטה בקרבת קידוחים קיימים, שימשה לזיהוי מסמנים בתוך תצורת חצבה (בסיס פרט רותם, או בסיס החתך החולי של פרט צפע), גג הצור העיקרי של תצורת מישאש, גג הפרט החוארי של תצורת מנוחה (ובאמצעותו גם גג חבורת יהודה). נמדדו סה"כ 30 נקודות.
- ג. שיטת הרפרקציה הסיסמית. מקור הנתונים היה בקוי הרפלקציה הני"ל, וכן בקוים סיסמיים ישנים אשר הוכנו לצורך חיפושי נפט, ולא התאימו למחקר ברזולוציה גבוהה. הרפרקטור אינו מצוין בהכרח מעבר סטרטיגרפי אחד, אלא הבדל מהירויות: ממהירות נמוכה מאד למהירות גבוהה. השיטה איפשרה למפות אי התאמות הגורמות לשינויים הני"ל: בחלקים אחדים של אזור העבודה בהם מונחת תצורת חצבה על גבי חבורת יהודה או על גבי חבורת הר הצופים מופה בסיסה. באזורים אחרים, בהם מצוי קונגלומרט בסיס של פרט צפע, מופה גג יחידה זו.
- ד. סקר רפלקציה סיסמית בשלשה ממדים. נועד לברר את התמונה המפורטת של אזור נבחר, ולעמוד על יכולתה של שיטה זו שטרם יושמה בארץ.

המסקנות העיקריות העולות ממחקר זה:

- השיטות שתוארו לעיל ישימות למפוי תת הקרקע באזור הנבחר. צירופן מאפשר קבלת אינפורמציה מאומתת עם נתוני הקידוחים, ומאפשר להמנע מביצוע קידוח סטרטיגרפי לצורך מדידת מהירויות ישירה.
- נמצאה רציפות טובה של גג חבורת יהודה וגג הצור העיקרי של תצורת מישאש.
- מתחת לתצורת חצבה הוכח קיומו של חתך עבה, המשתייך לחלקה הקירטוני-חוארי של חבורת הר הצופים.
- מופתה מערכת ערוצים בפרט צפע, המתחברת לתעלת דימונה.
- הוכרו גבולותיו של גוף החול העיקרי בתצורת חצבה.
- ההעתקים אשר אותרו בסקר זה הם בעלי זריקות סטרטיגרפיות קטנות, ואין הם גורמים להפרעות משמעותיות ברצף השכבות. לא הוכרו העתקים צעירים היוצאים אל פני השטח.

תיעול אנרגיה סייסמית לאורך שבר פעיל: התנהגות שבר ים המלח בעבר, והמשמעות לגבי הערכת הסיכון הסייסמי

הלל ווסט-בלוך ודניאל וקס
המכון הגיאולוגי, ירושלים, 95501
(hillel@mail.gsi.gov.il)

במשך מאות שנים שבר ים המלח גרם לאבדות בנפש ורכוש בצפון ישראל והסביבה הקרובה עקב רעידות אדמה. המחקר עוסק בהיבטים הפליאויסיסימיים הקשורים להתנהגות אזור השבר וההשלכות שיש לכך לגבי הערכת דרגות הסיכון הסייסמי באזור. בעבר, רעידות אדמה שמוקדן היה בשבר, גרמו לגלישות סלע וקרע. בחינה של התפוצה במרחב של הגלישות מעידה על התנהגות חריגה בהשוואה לידוע בעולם. הגלישות נוצרו במרחק של עד פי עשר מהצפוי מהמוקד בהשוואה לזה המצוין על ידי Keefe, 1984. פיזור הגלישות במרחב הוא אליפטי וחורג מהצפוי על פי ההשתרעות המרחבית של המדרונות הלא יציבים. גם הפיזור המרחבי של אתרים עתיקים בהם יש עדויות להרס כתוצאה מרעידות אדמה מצביע על אי סימטריות במרחב והתרכזות לאורך השדה הקרוב של השבר. התצפיות המעידות על הפיזור הבלתי אקראי של הנוזקים ברעידות אדמה היסטוריות לאורך שבר ים המלח עומדות בסתירה למודל ה Q הנמוך לאטונואציה סייסמית המתקבל ממדידות גיאופיזיות בגרן ים המלח (ten Brink et al., 1993). הסתירה שלכאורה קימת בין העדויות הפליאויסיסימיות לבין המחקרים הגיאופיזיים, יכולה להיות מיושבת בעזרת מודל אלטרנטיבי, שבו האנרגיה הסייסמית מוחזרת ומתועלת כגל המתקדם חזיתית (Hough et al). הגל מתקדם לאורך שברים נטויים או לאורך הגבול בין סטרוקטורת הגרן לסדימנטים הסובבים אותו. אם אכן יתברר שיש יסוד להנחה שלאורך הגרן מתועלת האנרגיה הסייסמית הנוצרת ברעידות אדמה יש מקום לבחון מחדש את המשמעות המעשית של התופעה. פרוש הדבר שהזונציה הסייסמית המופיעה כיום במפות הקימות אינה מציאותית ודורשת עידכון.

סקירת התקדמות הפרוייקט "הקמת תשתית GPS בישראל ליישומים גיאודטיים וגיאופיזיים".

ודובינסקי, ש.,¹ באק, י.,² פוראי, י.,³ מלצר, י.,³ בר, ג.,⁴ ה, לויטה ד.⁴

1. החוג לגיאופיזיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב
2. המכון האוקיאנוגרפי סקריפס, אוניברסיטת קליפורניה, סן-דייגו
3. המרכז למיפוי ישראל
4. המכון הגיאולוגי

הפרוייקט - "הקמת תשתית GPS בישראל ליישומים גיאודטיים וגיאופיזיים" מיועד להקמת והפעלת רשת GPS קבועה שתשרת את הקהילות הגיאודטיות והגיאופיזיות במדינה לצרכים יישומיים ומחקריים. הרשת נבנת בתיאום מלא עם תחנות ה-GPS הקבועות הקיימות והעתידיות של המרכז למיפוי ישראל, ויחד הן מהוות תשתית GPS לאומית למטרות מדעיות והנדסיות כאחת. הפרוייקט הממומן ע"י הסוכנות הישראלית לניצול החלל והמרכז למיפוי ישראל, מבוצע על ידי אוניברסיטת תל-אביב, המכון האוקיאנוגרפי סקריפס, המרכז למיפוי ישראל (מפ"י) והמכון הגיאולוגי.

מטרות המחקר:

1. איתור ומעקב אחר תנועות הלוחות הטקטוניים ומעוות קרום כדור הארץ משני עברי שבר ים-המלח, שהינו אלמנט טקטוני מהבולטים והחשובים במזרח הים-התיכון.
2. הכנת רשת יחוס גיאודטית למדידות GPS מדויקות בישראל.
3. פיתוח תשתית GPS למחקרים אטמוספריים במזרח הים-התיכון שיאפשרו מעקב אחר תכולת אדי המים, שהנם אלמנט חשוב בחיזוי מזג אוויר ובמחקרים קלימטולוגיים.

התקדמות הפרוייקט:

1. הקמת והפעלת 3 תחנות GPS קבועות: כברי (KABR), מעלה גילבוע (GILB), ומצפה רמון (RAMO).
2. הקמת מרכז איסוף ועיבוד נתוני GPS באוניברסיטת תל-אביב.
3. עיבוד נתונים שוטף (למך יום 162/1998).
4. רישום תחנת מצפה רמון (RAMO) כתחנת מעקב הראשונה של מדינת ישראל ברשתות IGS ו-EUREF.
5. הקמת ארכיון של נתוני GPS שנמדדו בתחנות הקבועות.

פעילות עכשווית:

1. הקמת תחנת GPS קבועה רביעית במזרח רמת-הגולן.
2. שיקום תחנת GPS קבועה במצוקי-דרגות, בסמוך לים-המלח.
3. הקמת מרכז איסוף ועיבוד נתוני GPS במרכז למיפוי ישראל.

פעילות עתידית:

1. הקמת תחנת GPS קבועה נוספת בנגב המערבי.
2. מעקב אחר כמות אדי המים באטמוספירה.
3. איסוף ועיבוד נתונים בכמעט "זמן אמיתי" (איסוף נתונים מידי שעה).
4. העברת תפעול הרשת לאחריות המרכז למיפוי ישראל - בתום הפרוייקט, באוגוסט 2000.

המשך הפיתוח

על בסיס התשתית אשר מוקמת במחקר, מבוצע פיתוח נוסף שיאפשר קביעת מיקום גיאודטי בכל שטח המדינה בזמן אמת, ברמת דיוק של סנטימטרים בודדים, וזאת באמצעות מקלט נייד מתאים. תהליך המחקר והפיתוח כבר החל ע"י ד"ר יהודה באק, מהמכון האוקיאנוגרפי סקריפס שבקליפורניה, ובמעורבותו של המרכז למיפוי ישראל.

ארכיון נתוני ה-GPS

נתוני ה-GPS הנמדדים בתחנות. הקבועות, כולל התחנות הקבועות המתועלות ע"י המרכז למיפוי ישראל, נשמרים בארכיון הממוקם במרכז איסוף ועיבוד הנתונים באוניברסיטת תל-אביב. הנתונים נדגמים אחת ל-30 שניות. אולם בעתיד נספק נתונים שידגמו בקצב גבוה יותר (אחת ל-5 שניות), בעיקר לצורכי מדידות GPS קינמטי בארץ.

הנתונים פתוחים וזמינים לכלל הקהילה המדעית וקהילת המודדים בישראל. ניתן למשוך את הנתונים באמצעות FTP אונימי מהמחשב geo1.tau.ac.il תחת התיקה il/pub/gps/. הנתונים פורמט גולמי (raw) ו-RINEX שמורים בתיקיות עפ"י שנה ויום המדידה היוליאני. נתוני 10 ימי המדידה האחרונים ממוקמים בתיקה last_10_days.

מסלע וקרקע כגורם אקולוגי בגבעות אלונים- שפרעם ההיבט הגאולוגי

הר נ, ¹ ש ש א, ² זינגר א, ¹ ריוב י. ³

1. המחלקה לקרקע ומים, האוניברסיטה העברית בירושלים, ת.ד. 12 רחובות 76100
 2. המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים 91904
 3. המחלקה למטעים וצמחי נוי, האוניברסיטה העברית בירושלים, ת.ד. 12 רחובות 76100
- המערכת הגאולוגית והפדולוגית של גבעות אלונים-שפרעם בחלקן המזרחי נבדקה בהקשר של התאמת יער אלון התבור למסלע ולקרקע.

האזור שנבדק מהווה תחום מעבר בין הפציאס הקרטוני והפציאס הגירי של תצורת תמרת האאוקנית, ומהווה גם את מרכז הסינקלינה שבה שקעו והשתמרו תצורות נאוגניות. על סלעי הגיר מפותחת קרקע טרה-רוסה חומה-אדומה וסלעי הקרטון מכוסים בשכבת נארי וקרקע של רנדזינה חומה-אדומה. החואר והקונגלומרט הנאוגני מכוסים בנארי רך וקרקע רנדזינה חומה גירנית. תפוצת יער אלון התבור נמצאת בהתאמה לשינויי המסלע: היער נמצא על שטחי הקרטון והחואר בלבד ומידת התפתחותו משתנה בהתאם לשינויי מבנה והרכב הקיימים באתרים שונים.

על פי מיפוי גאולוגי מפורט שנעשה בשטח ובחינה מפורטת במיוחד של אזורי המעבר בין הגיר לקרטון נמצאה שונות רבה מאוד בחתך הסלע בכל קני המידה, מהרמה המיקרוסקופית ועד טווחים של מטרים וקילומטרים. הגורמים לשונות הם שינויי פציאס מקומיים אופקיים ואנכיים, גלישות, קטעי גיר מוטבע בתוך הקרטון והעתקים רבים. אפשר להבחין בשלוש שכבות של הנארי: הקרום הלמינרי, הנארי העליון והנארי התחתון, ומבנה הנארי ומידת התפתחותו עוקבים אחר שינויי המסלע. הקרום הלמינרי יוצר רצף של משטחים שבחלקם רצופים על פני השטח והם ממשיכים אל מתחת לפני הקרקע. השונות הרבה בסלע גרמה לשונות בהתפתחות הנארי וליצירת נקודות חולשה שבהם נקטע רצף הנארי ונוצרו כיסי קרקע רבים.

מבנה זה יצר בית גידול המתאים במיוחד ליער אלון התבור. בכיסי הקרקע של הרנדזינה שעל הנארי והקרטון נשמרת רטיבות לאורך כל השנה. הקרטון שומר על דרגת רוויה גבוהה במים, ומתבצעת דרכו תנועת מים בהולכה איטית אל הקרקע בקצב המספק את תצרוכת העצים ובכמות המספיקה לכל העונה. בנוסף לכך, נוצר נגר עילי מקומי מידי על משטחי הנארי כבר בתגובה לגשמי אביב וסתיו קלים, הקרקע מורטבת בעקבות אירועים אלה ומתקצרת תקופת היובש בקרקע. לעומת זאת, אדמת הטרה רוסה שעל הגיר הסדוק מתיבשת במהלך הקיץ ואינה מאפשרת קליטה והשרדות של צומח עצי.

אפשר לדרג בין אתרים של קרטון וחואר שבהם נשמרות רמות שונות של רטיבות במערכת הקרקע והסלע. יער הפארק הטיפוסי של אלון התבור מפותח בבית הגידול של הנארי הקרטוני. באתרי קרטון הנמצאים בקרבת חואר נאוגני ושהיו כנראה מכוסים על ידו בעבר, משתמרת בדרך כלל רטיבות גבוהה יותר מהממוצע (כנראה עקב אחוז חרסית גבוה בקרקע). לעומת זאת, בית הגידול של הנארי שעל בסיס החואר הנאוגני (ללא קרטון) הינו יובשני יותר מהרגיל. התפתחות היער עוקבת אחר מידת הרטיבות הנשארת בקרקע בסוף הקיץ: מיער מפותח באתרי הרטיבות הגבוהה, ליער גבולי בהתפתחותו על הנארי החוארי ועד להיעדר יער לחלוטין על סלעי הגיר.

הרוויה במים במערכת הקרטון והנארי יוצרת מבנה בעל ניקוז מוגבל ובלתי מאורר וכתוצאה מכך נמנעת שטיפה כלפי מטה של יסודות הזנה, מתעכב קצב הניטריפיקציה במהלך החורף וכתוצאה מכך מתאפשר ריכוז גבוה של יסודות זמינים לקליטה על ידי העץ באביב. בבית הגידול של הטרה רוסה והגיר הסדוק יורד ריכוז היסודות במהלך החורף כתוצאה משטיפה, יורדת ניידות היסודות בקיץ (בעיקר של K ו- P) כתוצאה מההתייבשות ועלולה להתקיים קליטה בריכוזים רעילים של Cu ו- Al.

המחקר שנערך באזור זה תורם להבנת המבנה המורכב של סלעי האאוקן והנאוגן באזור, להבנת מבנה הנארי, היווצרותו ובליותו במקביל לתהליכי יצירת הקרקע ולהבנת המערכת הדינמית של המים בקרקע ובסלע והרכבם. מערכת המסלע והקרקע נמצאה כגורם העיקרי הקובע את מבנה היער, מיקומו ומידת הצלחתו באזור.

אינטראקציה של אקויפרים רגיונליים עם אגם בבקע יבשתי: דוגמה מים כנרת

הורביץ, ש.¹, רימר, א.,² גבירצמן, ח.¹

¹ המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית, ירושלים 91904
² יודפת מהנדסים, ת.ד. 1346, א.ת. תרדיון, שגב 20179

שלוש קבוצות של מעיינות מלוחים נובעים לאורך חופיה המערביים של הכנרת, חמי-טבריה, פוליה וטבחה. מי תהום הנובעים במעיינות אלו הם תוצר ערבוב של שני מרכיבי קצה, מים מלוחים מהעומק ומים מתוקים מאקויפרים רדודים. ריכוז הכלוריד במעיינות אלו נע בין 300 ל-18,000 מ"ג בליטר, בהתאם למקום ולעונה.

בין השנים 1989 ל-1997 נמדדו באזורים אלו מדי שבוע ספיקה וריכוזי כלוריד וניטרט במעיינות ועומדים הידראוליים בקידוחי תצפית. הנתונים מראים שבטבחה שיאי הריכוז, ספיקה ועומד הידראולי באקויפרים מקדימים את אלו בחמי-טבריה ופוליה בכחודשיים. בהתאמה, מגמות הערבוב של גופי המים וניקוז האקויפרים שונים בין קבוצות המעיינות. פותח מודל קונספטואלי המתאר את האינטראקציה בין האקויפרים השונים ובין האקויפרים לאגם. בטבחה ובפוליה למודל יש שני אקויפרים, התחתון מלוח והעליון מכיל מים מתוקים, ההפרדה בין האקויפרים היא בעומק של כ-200 עד 400 מ'. בחמי-טבריה, רק האקויפר התחתון והמלוח קיים. נוסחו מערכת של משוואות דפרנציאליות לתיאור תהליך הערבוב בין גופי המים וניקוז האקויפרים. הפתרון האנליטי של המשוואות הותאם לתצפיות בכל אחד מקבוצות המעיינות. הפתרונות מראים שבטבחה, מגמות הזמן של הספיקה וריכוזי הכלוריד והניטרט תלויים בעיקר במגמות הגשם באזור המילוי החוזר (תנאי שפה רחוקים). דעיכת המפלסים באקויפרים בתקופת הקיץ והסתיו מתוארות על ידי פונקציה אקספוננציאלית. לכן, אנו מניחים שבקרבת האגם, האקויפרים כלואים. לעומת זאת, בפוליה ובטבריה, מגמות הזמן של הספיקה וריכוזי הכלוריד והניטרט הם בפאזה עם מפלסי האגם. באזורים אלו דעיכת המפלסים באקויפרים בתקופת הקיץ והסתיו מתוארות על ידי פונקצית סינוס. תופעה זאת, מצביעה על כך שבאזורים אלו חלק מהאקויפרים הם פריאטים ושטף המלח בקרקעית האגם גבוה ביחס לטבחה. האינטראקציה השונה בין האקויפרים לאגם באזורים השונים, מצביעה על כך שמול פוליה וחמי-טבריה קרקעית האגם שבורה וסדוקה לעומת הקרקעית שמול טבחה. הסדוק בקרקעית מהווה נתיב לניקוז מים מלוחים לפני השטח.

קביעת אנרגיה סייסמית של רעידת אדמה במזרח הים התיכון

הופשטר, ר., שפירא, א.

המכון הגיאופיסי לישראל, ת.ד. 2286, חולון 58122

בצענו הערכה של אנרגיה סייסמית המשותחרת מרעידת אדמה במזרח הים התיכון בעזרת תחנות קצרות ורחבות פס תדירויות כפי שנמדדו ברשת ישראל. בסיס הנתונים שלנו כולל 134 רעידות אשר קרו בשנים 1990 עד 1997 במרחקים של עד 1500 ק"מ, עם מגניטודה גלי גוף של 3.0 עד 6.2. האנרגיה המשותחרת מחושבת בעזרת אינטגרציה של ריבוע מהירות תנודות הקרקע. חשבנו באופן אמפירי נוחות של האנרגיה כפונקציה של המרחק. אנחנו מציגים קשרים בין האנרגיה, מומנט סייסמי ומגניטודה.

שקע AFAR: ניתוח של רעידות אדמה בשנים 1973-1997

הופשטטר, ר.¹, בייט, מ.²

¹המכון הגיאופיסי לישראל, ת.ד. 2286, חולון 58122
²המכון הגיאולוגי, רחוב מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

משולש ה-AFAR ממוקם בין הפלטות של אתיופיה, סומליה ותימן. זהו צומת משולש של שלושה רכסים: ים סוף, מפרץ עדן ומזרח אפריקה, אשר מהווה חלק ממערכת הבקע ביבשת. הקרום מתדקק, ושבור לאורך צורי רכסים וולקניים, במקום בו קרום אוקיינוס נוצר. המודל הטקטוני (Beyth, 1991) מציע תנועה ימנית לאורך שבירי רחב בכיוון מזרח-מערב. באזור הצומת המשולש פתרונות של מוכניזם השבירה מצביעים על תנועה ימנית ושמאלית עם מרכיב נורמלי. בשקע Danakil המרכיב העיקרי בעל רכיב ימני בכיוון צפון מערב-דרום מזרח עם רכיב נורמלי או הפוך. בים סוף קוי הנטיה הטקטוניים נוטים בכיוון צפון מערב-דרום מזרח עם מרכיב עיקרי הפוך. המבנה של התפלגות ומיקום רעידות האדמה מתאים לכיוון תנועת השבירה הפעילה במשולש ה-AFAR וצירי הרכסים הוולקניים. אזור מיצר בב-אל-מנדב לא פעיל כפי שמצופה.

פליאוסייסמולוגיה והביטוי המורפולוגי של הפעילות הטקטונית הצעירה לאורך העתק הכרמל

גליק, ד.^{1,2}, היימן, א.¹, אנזל, י.²

1. המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, 95501 ירושלים
2. המכון למדעי כדור-הארץ, האוניברסיטה העברית, 91904 ירושלים

העתק הכרמל, סעיף של טרנספורם ים המלח, משתרע מאזור פריעה – בית-שאן ועד מדף היבשת במזרח הים התיכון. העתק הכרמל הצפוני מורכב משני מקטעים ברורים: (1) המקטע הדרומי, שכיוונו צפון – דרום, משתרע מאזור צומת יקנעם עד אזור צומת העמקים; (2) המקטע הצפוני, שכיוונו דרום-מזרח – צפון-מערב, משתרע מאזור צומת העמקים ועד מדף היבשת. התנועה לאורך העתק הכרמל היא בעיקרה תנועה אופקית שמאלית עם רכיב תנועה אנכי. קיים הבדל באופי ההעתקה בין המקטע הדרומי והמקטע הצפוני: Rotstein et al. (1993) הציעו על בסיס מידע מחתכים סייסמיים כי התנועה לאורך המקטע הצפוני היא אופקית בעיקרה, ואילו לאורך המקטע הדרומי התנועה אופקית עם רכיב של לחיצה. נתונים סייסמיים מעידים על פעילות צעירה על העתק הכרמל הנמשכת עד היום. בעבודה זו נעשה מחקר פליאוסייסמולוגי ומורפולוגי לאורך העתק הכרמל המנסה לתאר את אופי ההעתקה ברביעון העליון ואת ביטויה בפני השטח.

מניפות סחף קטנות המצויות מצפון מערב לקיבוץ יגור, לאורך המקטע הצפוני של העתק הכרמל, מוסטות יחסית לאפיק מהן הן הוזנו בעבר וחוסמות אותן כיום. מניפות אלה מוסטות על ידי העתק הכרמל בהסטה שמאלית של 50–80 מטר ויוצרות shutter ridges. לאורך המקטע הדרומי של העתק הכרמל נמצאו ערוצים בתוך חזית ההר המוסטים כ-300 מטר בהסטה שמאלית [אכמון, 1986]. בעבודה הנוכחית מופו ערוצים פעילים בבסיס חזית ההר ונמצא שהם מוסטים בהסטה שמאלית כ-45 עד 135 מטר. במרכז המקטע הדרומי של העתק הכרמל, מול הישוב אלרואי, נמצאות שתי מדרגות מורפולוגיות הנראות כמתלולי שבר בגובה 1–2 מטר. חתך סייסימי בניצב למדרגות אלה מצביע על העתקים נורמלים והפוכים הנמצאים קרוב לפני השטח מתחת למדרגות אלה. תעלה בעומק חמישה מטרים נחפרה בניצב למדרגה המורפולוגית התחתונה בכדי לבחון את ההעתקים בפני השטח. בתעלה זו לא זוהו העתקים ברורים, אך קיים אזור מעוות מתחת לאזור המדרגה המורפולוגית ומעל למיקום שבר ראשי הפוך בחתך הסייסמי. במקטע הצפוני של ההעתק באזור קיבוץ יגור נחפרה תעלה נוספת. בתעלה זו זוהה העתק נורמלי עם זריקה של כ-20 סנטימטר המעתיק סדימנטים שגילם נקבע ל-35,000 שנה (בשיטת TL).

אופי ההעתקה בפלייסטוקן ובהולוקן כפי שמשקף מהנתונים שנאספו בעבודה זו נמצא בהתאמה עם המודל שהציעו Rotstein et al. (1993) לתנועה לאורך העתק הכרמל. המצאות העתקים רדודים בחתכים הסייסמיים והערוצים והמניפות המוסטים בבסיס חזית ההר מעידים שהתרחשה העתקה של פני השטח בפלייסטוקן העליון לאורך העתק הכרמל. קיומו של מעוות בסדימנטים בתעלות ומנגד העדר העתקים מעידים על כך שלא התרחשה העתקה של פני השטח באלפי השנים האחרונות.

יחידות אדומות בנגב הדרומי כאינדיקטור לשיחזור פעילות טקטונית בפלייסטוקן התחתון

גינת, ח., זילברמן, ע., אמית ר.

המכון הגיאולוגי, מלכי ישראל 30, ירושלים.

בחלקו המזרחי של הנגב הדרומי, לאורך השוליים המערביים של הערבה הדרומית, נשמרו משארים רבים של יחידות אלוביאליות בעלות צבע חום-אדמדם מגיל פלייסטוקן תחתון. יחידות אלה בנויות מאלוביום גס או דק ממוצא מקומי והן מכילות אופקים של קרקעות קלציות בדרגות התפתחות שונות. הן הצטברו באגנים טקטוניים שהתפתחו לאורך שברי מלחן וציחור ובשולי הערבה לאחר הרבדת תצורת ערבה. כמו כן, חשופות יחידות אלה בעמקי נחלים נטושים לאורך קווי פרשות מים ובאפיקי נחלים שזרמו בעבר למערב ועברו היפוך שיפוע למזרח.

היחידות האדומות החלו להצטבר בעקבות פעילות טקטונית שיצרה תבליט בנוף המתון שאפיין את הנגב הדרומי בזמן ההרבדה של תצורת ערבה בסוף תקופת הפליוקן. הפעילות הטקטונית הפעילה את שברי מלחן וציחור וכן את שברי השוליים של הערבה הדרומית והייתה מלווה בהטיה של חלקים נרחבים בנגב הדרומי למזרח או צפון מזרח עקב הרמה (arching) של הנגב המרכזי.

המעוות הטקטוני שינה את דגם הניקוז באזור וגרם להפסקת פעילותה של מערכת הניקוז הרגיונלית של הנגב הדרומי אשר זרמה מערבה אל נחל פארן הקדום שהתנקז צפונה דרך קניון נחל נקרות אל הערבה הצפונית. מערכת הניקוז הנוכחית של הנגב הדרומי הכוללת את נחלי ציחור וחיון הזורמים אל הערבה המרכזית, התפתחה בפלייסטוקן באגן הניקוז המזרחי של המערכת הפליוקנית.

רוב הקרקעות הקלציות המשולבות ביחידות האדומות עברו גידוע והן מיוצגות בחתך על ידי אופקים של שרידי שורשים שעברו קלציפיקציה (Rhizcretions) ואופקים של תצבירי קרבונט פדוגניים (Bk horizons). קרקעות אלה מייצגות תקופות של יציבות בעמקי הנחלים והאגנים הטקטוניים, כאשר קצבי הסחיפה או ההרבדה היו קטנים ואפשרו לתהליכים הפדוגניים ליצור קרקעות מפותחות. תנאים אלה התקיימו בעמקים נטושים של נחלים שזרמו בפליוקן למערב ועברו היפוך שיפוע הדרגתי עקב תהליך ההטיה של הנגב הדרומי למזרח וצפון מזרח. עיקר ההרבדה של היחידות האדומות בעמקים אלה התרחשה כאשר שיפועם המקורי קטן בהדרגה והיה אופקי בקרוב. המשך ההטיה מזרחה גרמה לחידוש הזרימה באפיקים הנטושים למזרח והתחתרות הנחלים ביחידות האדומות שהורבדו בעמקים.

שלבי ההתחתרות של הנחלים הזורמים מזרחה מיוצגים על ידי ארבע מערכות טרסות (Q1-Q4). על גבי טרסה Q2 נמצאו כלים מתקופת הפאלאולית העליון ולכן גילה מוערך בכ- 250,000 שנה. כל טרסות הנחל המלוות את מערכות הניקוז הנוכחיות בנגב הדרומי מכילות קרקעות גיבסיות האופייניות לאקלים צחיח. מאחר שהקרקעות הקלציות ביחידות האדומות מצביעות על אקלים צחיח למחצה (לפחות 200 מ"מ גשם לשנה), נראה שהמעבר מהפלייסטוקן התחתון לתיכון היה מלווה בשינוי אקלימי שגרם להצחחה של האזור.

לפיכך, ניתן לראות ביחידות האדומות סמן מורפוסטריגרפי המאפיין משטר טקטוני ואקלימי יחודי לתקופת הפלייסטוקן התחתון בנגב הדרומי. לכן ניתן להעזר בדגם התפוצה של יחידות אלה לשחזור הפעילות הטקטונית והתפתחות הנוף באזור זה לאחר הרבדת תצורת ערבה.

הדמית עומק של שברים בבקע ים המלח

א. גינצבורג¹, י. מקובסקי² וצ. בן-אברהם¹

1. החוג לגיאופיזיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל אביב, תל אביב 69978
2. פארדייס גיאופיזיקל בע"מ, ת.ד. 2061, הרצליה 46120

כתוצאה מפענוח חתכי החזרה סייסמיים שנאספו במהלך חיפושי נפט באגן ים המלח התברר שצדו המערבי של האגן מתוחם במערכת שברים נורמליים. בקצהו הדרומי של האגן נמצאים מספר העתקים שהבולט ביניהם הוא שבר אמציהו. הדעה המקובלת היא ששבר זה הנו שבר ליסטרי העובר בחתך המילוי הצעיר ומסתיים בתשתית הקרטיקונית של האגן. מסקנה זו התבססה על פענוח חתכי זמן סייסמיים בלבד. לכן, כדי לברר את הקונפיגורציה הסטרוקטורלית של שברי הגבול, נעשתה הדמית עומק של מספר חתכים סייסמיים באגן הדרומי של ים המלח.

הנתונים הסייסמיים עובדו במערכת GeoDepth להדמיה בעומק. המהירויות הראשוניות נקבעו על ידי אינברסית קוהרנטיות ושופרו בעזרת טומוגרפיה. מהירויות האינטרבל שהתקבלו שימשו למיגרצית עומק של הנתונים.

מיגרצית עומק prestack מראה פרטים על מבנהו של שבר אמציהו שלא נראו עד כה. השבר בנוי ממערכת של שברי מדרגות נורמליים כאשר סך כל הזריקה היא של כארבעה ק"מ. בבסיס המילוי וליד שברי המדרגה נמצאו הצטברויות מלח, בדומה למצוי במקומות רבים באגן. יש להביא תוצאה זו בחשבון בתהליך פיתוח מודלים של הוצרוו: אגן ים המלח.

שקיעת הנמל ההרודיאני בקיסריה - קריסה אֶטקטונית

גיל, ד.

המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

בירור שאלת קיומם של שברים מקבילי-חוף אשר פעלו בתקופות היסטוריות חשוב ביותר להערכת הסיכונים הסייסמיים בשפלת החוף. הנמל ההרודיאני בקיסריה הוא אחד מאתרי המפתח לפתרון שאלה זו. בחוף קיסריה קרקעית הים עד למרחק של כ- 160 מ' מקו החוף בנויה ממשטח של סלע כורכר קשה. ממערב למשטח זה הקרקעית בנויה מחול בלתי מלוכד. שוברי הגלים הצפוני והדרומי של הנמל ההרודיאני נבנו על גבי שתי התשתיות הללו. חלקם המזרחי שנבנה על גבי סלע הכורכר נמצא באתרו במפלסו המקורי, בעוד שחלקם המערבי שנבנה על תשתית חולית שקע, ככל הנראה, בשיעור של עד 5 עד 6 מ'. שקיעה זו יוחסה בזמנו ע"י ניב, רבן, ואחרים, להעתק העובר לדעתם לאורך הקצה המערבי של מחשוף הכורכר. פרוש זה נדחה ע"י מזור, פלמינג, ארד ואקר, וחברת סרגינט ולנדי. ההסבר הניאואטקטוני הוחיה לאחרונה ע"י מרט ופרצמן. על יסוד סקר סייסימי בהפרדה גבוהה, מרט ופרצמן מיפו ברצועה שרוחבה כ- 3 ק"מ ממערב לקו החוף שבעה העתקים מקבילי-חוף שאורכם 2 עד 4 ק"מ. המזרחי שבהם עובר לאורך קצה משטח הכורכר וחוצה את שוברי הגלים. אורכו 4 ק"מ, וזריקתו האנכית הוערכה ב- 1 עד 3 מ'.

תקפות הפרוש הטקטוני המחודש מוטלת, לדעתי, בספק מהטעמים הבאים: (1) החתכים הסייסמיים אינם מעידים על שבירה - לא ניתן להבחין בהם במסמן מהימן כלשהו שאכן עבר העתקה. בנוסף לכך, ההגזמה האנכית בחתכים המוצגים היא בשעור של 16:1. בשל עיוות זה נטיית "ההעתקים" המסומנים קרובה לאנכית. מאידך, בהצגה בלתי מעוותת, נטייתם פוחתת לכדי שיפוע מתון מאד שהוא קטן מדי עבור העתקים נורמליים. ניתן לקבוע כי הפרשי הגובה המבחינים בגג שכבת הכורכר אינם אלא ביטוי למורפולוגיה אירוזיבית בגג יחידה זו, תופעה המוכרת על פני כל מדף היבשת הישראלי. (2) ההעתקים המוצעים עומדים בסתירה לנתונים אמפיריים על קשרים נכוחים בין פרמטרים של שסעים הנגרמים ע"י רעידות אדמה לבין העוצמות הסייסמיות שבמקור הרעידות. שעור ההעתקה האנכית הנגרמת ע"י העתק המבתק את פני הקרקע לאורך של 4 ק"מ אינו יכול לעלות על 8.5 ס"מ. לשם יצירת העתקה אנכית של מטר אחד דרוש העתק באורך של 23 ק"מ (40 ק"מ אורך עבור העתקה של 5 מ'). לפיכך נמצא כי ההעתקים המוצעים מגלמים מצב פסיקלי בלתי אפשרי. (3) העוצמה של רעידת אדמה הגורמת להעתקה אנכית של מטר אחד אמורה להיות 6.6 בסולם ריכטר (7.1 עבור העתקה של 5 מ'). רעידה כה חזקה הייתה בוודאי גורמת להרס מוחלט של קיסריה ושל כל הערים העתיקות בסביבתה. אין שום עדות לאירוע קטסטרופי כזה. נהפוך הוא. כפי שהוצג כבר ע"י פלמינג, וגילי ושרביט, הממצאים הארכיאולוגיים מעידים בבירור על יציבות טקטונית על היבשה לפחות במשך 2500 השנים האחרונות. (4) ניתן היה לצפות כי על גבי השברים הנידונים תתרחש פעילות מיקרוסייסמית כלשהי, אולם תנועה כזו לא נצפתה.

לפיכך, נראה כי שקיעת הנמל ההרודיאני לא אירעה בשל העתקה. לחילופין, ניתן להציע ששקיעת שוברי הגלים נגרמה בגלל אירוזיה תת-מימית שהביאה לסילוק החול הבלתי מלוכד מתחתם, ואולי גם בגלל אירועי התנזלות, והידוק התשתית בשל עומס סטטי. לאחר הרס שוברי הגלים הונמכו פני קרקעית הנמל לגובהם הנוכחי עקב סחיפת וסילוק חול ע"י פעולת גלים וזרמים, בעיקר בזמן סערות. הבנת מצב הדברים בנמל קיסריה חשובה לפענוח נכון של תופעות מורפולוגיות דומות המופיעות בגג סלעי הכורכר במדף היבשת הרדוד לכל אורך חופי ישראל, אשר חלקם (בחוף הכרמל) יוחסו אף הם בטעות לשבירה צעירה.

מבנים בתצורת הלשון במרכז אגן ים המלח

יובל ברטוב, זאב רכס, מרכזי שטיין, אמוץ עגנון, המכון למדעי כדור הארץ,

האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים 91904.

משקעי אגם הלשון המכסים חלקים נרחבים בבקע ים המלח משמרים עדויות לפעילות הטקטוגנית באגן ב-70,000 השנים האחרונות. בעבודה הנוכחית נחקרה הטקטוניקה הצעירה בשני אזורים: מישור מצדה ברצועת העתקי השוליים וחצי האי ליסאן, אזור המושפע מהתרוממות דיאפיר מלח תוך כיסוי סדימנטרי רציף יחסית.

במישור מצדה משתקפת הפעילות הצעירה של העתקי השוליים בשלוש רצועות של העתקה וקימוט תת מקבילות להעתקי השוליים הגדולים של האגן שכיוונם הכללי הוא צפ-דר. רצועת ההעתקים המערבית הינה הבולטת ביותר, ובה העתקות גדולות יחסית (7-4 מ') להעתקים צעירים המוכרים באגן ים המלח, רצועה זו מסיטה את גג הפרט העליון של התצורה. רצועות ההעתקים האחרות נמצאות בחלקו המזרחי של מישור מצדה והן פעלו בזמן השקעת התצורה אך אינם מעתיקים את גג התצורה, ההסטות על העתקים אלו קטנות יותר (2-1.5 מ'). אחד ההעתקים המשמעותיים נמצא מדר-מז' למצדה, בין נחל מצדה לנחל רחף, והוא העתק נורמלי שכוונו צפ' - דר' השייך למערכת המערבית ואורכו החשוף כ-1 קמ'. הגוש הירוד הוא הגוש המזרחי ששיעור ההעתקה המזערי עליו, הוא כ-5 מ' בגג הפרט העליון של תצורת הלשון. משטח ההעתק נחשף בגרן קטן ובו שמורים חלקים ששקעו בזמן נסיגת האגם. גם יחידות אלוביים מאוחרות המכסות את גג תצורת הלשון מועתקות בו כנגד יחידות מן הפרט העליון של התצורה, בשיעור של כ-1.5 מ'. מיחסי השדה נראה כי ההעתק פעל מספר פעמים לאחר השקעת הפרט העליון של תצורת הלשון כשהתנועה האחרונה עליו צעירה מ-15,000 שנה. נראה כי ההעתקים בתצורת הלשון בבלוק מצדה התת מקבילים להעתקי השוליים, מצביעים על קיומם של העתקים בעומק, שחלק מן הפעילות הצעירה עליהם מתבטאת במשקעי תצורת הלשון.

בחצי האי ליסאן נחשף המבנה העיקרי של מרכז אגן ים המלח. זוהי כיפה, שאורכה כ-9 קמ' ורוחבה כ-6 קמ', ובחלקה הדרומי מצויה כיפה משנית סגורה שאורכה כ-3 קמ', ורוחבה כ-2 קמ', כיוון צירה 225° . מבנים אלו בתצורת הלשון מייצגים גוף מלח דיאפירי הקבור בעומק של כ-100 מ', ויותר אשר נמצא בקידוחים בחצי האי. מחתך סיסמי החוצה את המבנה שבחצי האי, נראה כי דיאפיר המלח של חצי האי ליסאן הינו דיאפיר מפותח המתרומם באזור זמן רב לפני השקעת תצורת הלשון, ונמצא כיום בקרבת פני השטח. בחתך הסיסמי נראה כי חלק מן השכבות מתיתדות כלפי השוליים, עובדה המצביעה כנראה על קיומו של מבנה בזמן השקעת החתך הפליסטוקני, ויצירת אי התאמות או שינויי פציאס בסמוך לו.

בשוליים המערביים והמזרחיים של חצי האי ליסאן נחשפים העתקים בתצורת הלשון ובתצורת צאלים הצעירה יותר. נראה כי הצורה המאורכת של חצי האי ליסאן, מוכתבת על ידי העתקים אלו. לאורך המצוק המערבי מופיעים העתקים נורמלים, המעתיקים ב-0.5-1.5 מ' את השכבות העליונות ביותר החשופות באזור. בצדו המזרחי של חצי האי ליסאן נחשפת סידרת העתקים נורמלים, תת מקבילים, שכיוונם צפון - דרום ובהם מורד הגוש המזרחי בשיעור של 3 מ'. העתקים אלו מורכבים מכמה מקטעים באורך כולל של כ-7 קמ'. בנוסף, זהו מספר העתקים בסדימנטים מתצורת צאלים באזור המזרעה שמזרח לחצי האי ועל כן נראה שהאזור פעיל גם היום. באזור העתקים זה זוהתה בשוליים המזרחיים גלישה גדולה שבה נוטה הגוש הירוד לכיוון מערב.

השפעת תהליכים הידרודינמיים על פיזור חיידקים בקרקעית הכנרת באזור שפך הירדן

ברגשטיין בן-דן, טליה,¹ שטיינמן, בוריס,¹ קמינר, יורי,¹ הוכמן, איילה.²

¹חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ, המעבדה לחקר הכנרת ע"ש יגאל אלון,
ת.ד: 345, טבריה 14102, ישראל

²המחלקה לביוכימיה, אוניברסיטת תל-אביב, רמת אביב, תל-אביב, ישראל

הסעת חלקיקים על ידי מי נהר, ועימם חומרים כימיים ומוזהמים ביולוגיים הספוחים אליהם, נפסקת באזור שפך הירדן, דבר הגורם להצטברות של מזהמים שמקורם באגן ההיקוות. שינויים בריכוז החומר החלקיקי והחיידקים הספוחים אליו נגרמים הן על ידי דעיכת מהירות זרימת מי הנהר והן כתוצאה ממהול מי הנהר במי האגם. תהליך הדעיכה הנו דומיננטי באזור שפך הירדן – עד לפסגת הבר, ואילו תהליך המיהול דומיננטי מעבר לבר. מוצגות כאן הערכות כמותיות של השפעת כל אחד מהתהליכים הנ"ל על הדינמיקה של החומר החלקיקי ואוכלוסיית החיידקים שמקורם באזור שפך הירדן. נמצא כי ריכוזי קוליפורמים צואתיים (NF), *Esherichia coli* (NE), ו-*Klebsiella pneumoniae* (NK) תלויים במהירות זרימת מי הירדן (V). שקיעת החומר המרחף נגרמת על ידי דעיכת מהירות הזרימה. התוצאות מראות כי העלמות החיידקים משטח הפנים של מי הכנרת תלויה במהירות הזרימה בשפך הירדן. אנליזות הידרודינמיות מסבירות את אופי פיזור החיידקים המזהמים באזור השפך.

איתור מקורות המלחה בלתי מנוטרים בכנרת

בר-גיורא ע., כץ א. וקולודני, י.

המחלקה לגיאולוגיה, המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית, ירושלים
91904.

מחקרים רבים הראו כי מקורם של חלק ניכר מן המלחים הנכנסים לכנרת אינו ידוע (לדוגמה כ-88% מהכלוריד שנכנס לכנרת בשנת 1996-7 (רימר ושאו, 1997)). המחקר הנוכחי מנצל את השייכות העונתי באגם כדי להבחין בין האפשרות שהמלחים נכנסים בשולי הכנרת הרדודים לבין חדירתם בחלקיה העמוקים. במסגרת המחקר נלקחו דוגמאות מים ממספר חתכי עומק. נערכה אנליזה כימית מלאה ובחלק מן המדגמים נמדדו איזוטופי רדיום. תוצאות ראשוניות מראות הבדל מהותי בהרכב האפילימניון וההיפולימניון של האגם בעונה המרובדת. דוגמה לאופי הכימי השונה של שני גופי המים ניתנת על ידי Sr-Mg-Cl. האפילימניון מצטיין ביחס Mg/Cl נמוך, יחס Sr/Cl גבוה ובריכוז Sr נמוך יחסית להיפולימניון.

ניתן להסביר את היחס הנמוך Mg/Cl באפילימניון (0.36 בהשוואה ל-0.37) בתרומה של מים בעלי יחס Mg/Cl נמוך המאזנים את היחס הגבוה שנמדד במי הירדן ($Mg/Cl > 2$). עובדה זו מתאימה ליחס Mg/Cl שחושב עבור הנביעות שמקורן לא ידוע, שהוא 0.17 (Kolodny et al., 1999). מכאן נראה כי עיקר המלחים הבלתי ידועים נתרמים מן השוליים הרדודים של האגם.

באופן דומה ניתן להשתמש ביחס Sr/Cl הנמוך של נביעות אלה (0.0015 לפי Kolodny et al., 1999) כדי להסביר את הערך הנמוך של גוף המים העליון בהשוואה לתחתון (2.06 ו-2.25 בהתאמה). מחישוב כמות הסטרונציום האובדת באפילימניון בקו-פרסיפיטציה בקלציט עלה כי שיעורו נמוך ביחס להבדל המדוד בריכוז הסטרונציום המוחלט.

מעוות קו-סיסמי לרעידת האדמה ($M_w=7.1$) של נואייבה, נובמבר 1995: זיהוי באמצעות אינטרפרומטריה של רדאר

בר, ג.¹, סנדול, ד.², ויליאמס, ס.², באק, י.², שמיר, ג.³

1. המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501
2. המכון האוקיאנוגרפי סקריפט, אוניברסיטת קליפורניה, סן דייגו, ארה"ב
3. המכון הגיאופיזי לישראל, רח' המשביר 1, חולון 22185

רעידת האדמה של נואייבה התרחשה ב-22 בנובמבר 1995 לאורך אחד השברים המדורגים במפרץ אילת. למרות שהייתה החזקה ביותר באזורנו במשך לפחות 150 שנה, מעט יחסית ידוע על הגיאומטריה של השבר שהחליק, על כמות ההחלקה ופיזורו לאורך השבר, ועל אופי המעוות הפוסט-סיסמי בעקבות הרעידה. במחקר זה בדקנו את מעוות הקרום הקשור לשלב הקו-סיסמי של הרעידה, על מנת להבין טוב יותר את מנגנון ותהליך השבירה בזמן הרעידה. כיון שהשבר כולו נמצא תחת מימי המפרץ, ובאזור הקרוב לשבר לא היו תחנות GPS בזמן הרעידה, מקור האינפורמציה העיקרי על תזוזות הקרום הקשורות לרעידה הוא אינטרפרומטריה של רדאר.

אינטרפרוגרמה קו-סיסמית היא תמונת התאבכות שנוצרת מהפרש הפאזה של גלי הרדאר בין שתי הדמיות, האחת לפני הרעידה והשנייה אחריה. לצורך המחקר הנוכחי נבחרו ארבעה אזורים בגודל 90×90 ק"מ כל אחד, סביב השבר ומצפון לו. הדמיות רדאר לפני ואחרי הרעידה נתקבלו באזורים אלה מהלוויינים ERS-1 ו-ERS-2. האינטרפרוגרמה מתארת למעשה את השינויים במרחק לוויין - קרקע בפרק הזמן שבין שתי ההדמיות. שינויי מרחק אלה מתאימים לתזוזות הקרקע בעקבות הרעידה.

האינטרפרוגרמה הקו-סיסמית של הרעידה של נואייבה מצביעה על מפל תזוזות גבוה לאורך החוף המערבי של המפרץ 20 ק"מ עד 40 ק"מ דרומית לאילת, שם מצטברים השינויים במרחק לוויין - קרקע לכדי כ-15 ס"מ. מפל התזוזות לאורך החוף המזרחי של המפרץ קטן יותר, שם מגיעים השינויים במרחק לוויין - קרקע לערך מרבי של 10 ס"מ. אינטרפרוגרמה שכוללת פרק זמן של שבוע אחרי הרעידה דומה לזו הכוללת פרק זמן של כחצי שנה אחרי הרעידה, ומצביעה על כך שהמעוות הפוסט-סיסמי היה קטן יחסית, ומוגבל לשבוע הראשון שאחרי הרעידה.

על מנת להסביר תוצאות אלו השונו אותן לאינטרפרוגרמות סינתטיות מחושבות ממודלים אלסטיים, עם פרמטרים שונים של השבר, שהתקבלו בחלקם מתצפיות סיסמולוגיות. ההשוואה מגדירה קבוצת אינטרפרוגרמות סינתטיות המראות התאמה טובה לתבנית הדפורמציה המתקבלת מן האינטרפרוגרמה הקו-סיסמית. הן מאשרות בכך פרמטרים גיאומטריים של הרעידה כמו האפסינטר, אורך קטע הרעידה וכיוונו. לעומת זאת, לא ניתן להציב מגבלה חד משמעית על כמות ההסטה הממוצעת. העבודה הנוכחית מראה שאם השבירה הגיעה לפני השטח, ההסטה הממוצעת לאורך השבר הייתה 1.4 מ', לעומת כ-3 מ' על פי הנתונים הסיסמולוגיים. התאמה בין שתי ההערכות מתקבלת אם משטח הרעידה היה קבור בעומק של כ-4 ק"מ. אפשרויות התאמה ריאליות יותר צריכות לכלול מפלי תזוזות על פני משטח הרעידה.

הדמיה תלת מימדית של אזור השבירה האקטיבי של עברונה והשלכותיה על הבנת הפעילות הטקטונית הרצנטית של בקע ים-המלח

בסון, א.,^{1,3} בן-אברהם, צ.,¹ גרפונקל, צ.²

1. החוג לגיאופיסיקה ולמדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל אביב, 69978 רמת אביב
2. המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית, ירושלים 91905
3. גיאוסנס בע"מ, ת.ד. 921 אבן-יהודה 40500

עדויותיה של הפעילות הטקטונית האינטנסיבית של בקע ים-המלח בערבה הדרומית, החל מן המיוקן המוקדם, ניכרת בביטוי נוף ברור במיוחד: עמק שבירה בין הרים גבוהים. בעוד שהפעילות הטקטונית ארוכת הטווח של חלק זה של בקע ים-המלח הינה ברורה ומלווה בעדויות גיאולוגיות, הפעילות הניאוטקטונית אינה כה ברורה על פני השטח. יתר על כן, בחינה של פני השטח של אגן אילת-עברונה יכולה ליצור את הרושם כי גבול לוחות זה של טרנספורם ים-המלח מראה פעילות ניאוטקטונית מועטת למדי.

לעומת זאת, הדמיה תת-קרקעית רדודה באמצעות מכ"ם חודר קרקע מראה אינדיקציות רבות לפעילות ניאוטקטונית. במסגרת העבודה בוצעה הדמית מכ"ם חודר קרקע (Ground Penetrating Radar, GPR) תלת-מימדית של רצועה החוצה את אזור השבירה של עברונה. הדמיה קובית זו, באורך של יותר מקילומטר, רוחב של מספר מאות מטרים, ועומק של כ- 25 מטרים, מכילה כמות עצומה של מידע על פעילות ניאוטקטונית מהפלייסטוקן העליון עד ההווה.

אנליזה של עדויות ניאוטקטוניות אלו מראה מערכים לא הומוגניים צפופים של שברים. עשרות רבות של שברים בולטים לקילומטר חתך אותרו ומופו: שברי תזוזה-אופקית היוצרים flower structures, שברים נורמליים, שברים הפוכים ושברים ליסטריים. שברים אלה מופיעים במגוון של נטיות ואוריינטציות מרחביות, וכן במגוון של הסטות ועומקי חדירה. רכיב ההסטה צפון-דרום נראה כדומיננטי, בעוד רכיב ההסטה האנכית משתנה בין 0-1.5 מטרים. צורה אופיינית זו של שברים המופיעה לאורך קילומטרים רבים של חתכי GPR יכולה להעיד כי האגן הרחב של עברונה הינו אזור שבירה דיפוזיבי.

בחינה מדוקדקת של ההדמיה הקובית של עברונה מראה מבנה סגמנטי בשלושה מימדים. ההסטה היחסית בין מיקרו-סגמנטים אלה הינה מאוד מורכבת. סגמנטים אחדים מופיעים כמבני לחיצה, אחדים אינם מעוותים, בעוד אחרים נראים כמבני מתיחה ויוצרים מיקרו-אגנים. בחלקים של השטח הנבחן, היחידות העליונות ביותר מראות עיוות קל במיוחד, דבר המעיד כנראה על פעילות טקטונית חלשה יחסית בתקופה האחרונה.

תנאי משך הגשם ועצמתו הדרושים ליצירת debris flows באזור מדברי קיצוני.

בן דוד - נובק, ח., אנזל, י., מורין, א.

המכון למדעי כדור הארץ והמחלקה לגיאוגרפיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים, 91904.

debris flows הנן זרימות של תערובת מים וסדימנט המהוות תהליך עיקרי של הובלת סדימנטים במצוקים באקלים מדברי קיצוני. זרימות אלה מתפתחות בעקבות סופות גשם קיצוניות בעצמתן, והן עשויות להסתיים בהשקעת אלפי מטרים מעוקבים של סדימנט תוך פרק זמן של דקות ספורות, ואף לגרום לנזקים כבדים בנפש וברכוש. באזורים צחיחים, בניגוד לאזורים בעלי אקלים ממוזג, לא קיים מידע באשר לתנאי הגשם הדרושים להתפתחות debris flows. בעבודה זו מוצגים לראשונה בעולם נתוני גשם מפורטים אשר נמדדו במהלך אירוע debris flow שהתרחש באזור מצוקי באקלים מדברי קיצוני. על סמך נתונים אלה הוגדרו ערכי הסף של עוצמה ומשך הגשם הדרושים להתפתחות debris flows באזור זה.

בתאריך ה-2 בנובמבר 1995 התרחשה סופת גשם קיצונית בעצמתה בשמורת עין גדי הממוקמת במצוק ההעתקים המערבי של ים המלח. הסופה כללה שני תאי גשם קונבקטיביים במשך חמש שעות, ובמהלכה התפתחו debris flows ב-38 אגנים קטנים ($3 \text{ ק"מ}^2 <$) המתנקזים אל תוך הקניונים של נחל דוד ונחל ערוגות.

מספר ימים לאחר הסופה נערך מיפוי מפורט של כל משקעי debris flow שנוצרו וכן של כל היובלים המנקזים את מצוק ההעתקים באזור עין גדי. עובי הגשם שירד במהלך הסופה נמדד ב-10 מדי גשם הפזורים ברחבי השמורה. תפרושת הגשם במרחב ובזמן נמדדה על ידי מכ"ם העננים והגשם של חברת שח"ם הממוקם בנתבי"ג. הנתונים שנקלטו על ידי המכ"ם כוילו לפי מדידות הגשם שנערכו על הקרקע.

לאחר מכן נערך מבחן סטטיסטי לבדיקת התלות בין תפרושת משקעי debris flow לבין תפרושת עוצמות השיא של הגשם, לעומת גורמים גיאומורפיים עיקריים כגון: גודל אגן הניקוז והכמות היחסית של הסדימנט הזמין לסחיפה. נמצא כי התפרושת המרחבית של משקעי debris flow תלויה בעיקר בתפרושת עוצמות השיא של הגשם ($p < 0.001$) ולא בגורמים הגיאומורפיים שנבדקו ($p > 0.49$). על סמך מסקנה זו, ולאור המידע המפורט אודות תפרושת עוצמות השיא של הגשם, ניתן היה להגדיר את תנאי הסף של עוצמה ומשך הגשם הדרושים להתפתחות debris flows במצוק ההעתקים המערבי של ים המלח.

נמצא כי debris flows עשויים להתפתח במצוק ההעתקים כאשר עוצמת הגשם הממוצעת עולה על 30 מ"מ/שעה למשך שעה. אולם כאשר עוצמת הגשם הממוצעת עולה על 40 מ"מ/שעה למשך שעה קיימת סבירות גבוהה להתפתחות debris flows במרבית היובלים המנקזים את המצוק. חשוב לציין כי נתונים אלה מתבססים על מדידות גשם שנערכו לרגלי המצוק, ומשום כך הם מהווים ערכי מינימום. נראה כי על גבי המצוק עוצמת הגשם הממוצעת גבוהה יותר (40-50 מ"מ/שעה).

התנועה העכשווית של תת-הלוח סיני המחושבת מתצפיות GPS

בכור, נ., ודובינסקי, ש.,

החוג לגיאופיסיקה ומדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל-אביב

החישוב הראשון של מהירות תת הלוח סיני מתצפיות GPS התבסס על מדידות שנערכו בבר-גיורא (סיני). התוצאות מראות תנועה בת 6 ± 3 מ"מ לשנה בכיוון צפון-מערב ביחס לאירואסיה. נתוני ה-GPS נאספו ע"י המרכז למיפוי ישראל במערכות בנות 1-2 שבועות לאורך תקופה בת 5 שנים (1992-1996) ועובדו באמצעות התכנות GAMIT ו-GLOBK עם נתונים מ-42 תחנות IGS הממוקמות ברחבי העולם.

התנועה של תת-הלוח סיני חושבה בעבר כחלק מאפריקה וכתת-לוח עצמאי. אנו משווים את התנועה הנצפית בבר-גיורא לתנועה הצפויה על פי שתי הערכות טקטוניות קודמות. התנועה של בר-גיורא כחלק מאפריקה חושבה מתוך המודל NUVEL-1A ומראה 8 ± 3 מ"מ לשנה צפויה ביחס לאירואסיה. התנועה של בר-גיורא כחלק מתת-הלוח סיני חושבה באמצעות שילוב של NUVEL-1A ותוצאות האנליזה הקינמטית של [Joffe and Garfunkel 1987], ועומדת על 7.7 ± 3.6 מ"מ לשנה בכיוון צפון-מערב.

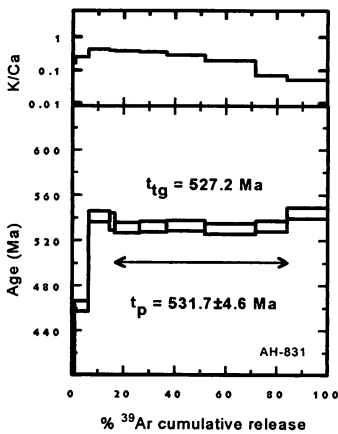
כיוון התנועה הנצפית הוא צפון-מערב, בהתאמה עם כיוון התנועה הצפויה של סיני כתת-לוח עצמאי. כיוון זה נמצא בהתאמה גם עם תוצאות מדידות SLR שנערכו בבר-גיורא (9 ± 4 מ"מ לשנה בכיוון צפון-מערב) המדווחות ע"י [Smith et al. 1994] ועם חישוב ראשוני של תנועת תחנת GPS קבועה בתל-אביב המראה מ-20 חדשי מדידה התקצרות של 6.5 ± 0.8 מ"מ לשנה בכיוון $W56^\circ N \pm 14^\circ$. אי לכך, אנו מציעים שתת-הלוח סיני אינו נע כחלק מאפריקה, אלא כיחידה עצמאית.

הדייק הדולריטי מהר תמנע - גיל הפזה המגמטית הצעירה ביותר בפרה-קמבריום בדרום ישראל

בייט, מ., היימן, א.

המכון הגיאולוגי, רח' מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

הדייק הדולריטי בהר תמנע חדר לאלקלי גרניט לאחר חדירת הדייקים הריוליטיים, האנדזיטים והדייקים המורכבים. הדייק הדולריטי אינו חדור לאבני החול של תצורת עמודי שלמה מגיל קמבריום תחתון המונחים מעליו וגם לא נמצאו בהם תופעות של מטמורפיזם של מגע. דייקים דולריטיים דומים חודרים את הסדרות הוולקניות מגיל גג הפרה-קמבריום במסיב עמרם כ- 10 ק"מ דרומה להר תמנע.



ציור 1. גיל $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ של הדייק הדולריטי מתמנע

גיל רדיומטרי ממוצע לשתי דוגמאות מהדייק אשר נמדדו בשיטת אשלגן-ארגון הוא הנוכחית אנו מציגים ספקטרום של $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ מאחת מאותן הדוגמאות. גיל הפלטו הוא 531.7 ± 4.6 מליון שנה (ציור 1) והוא מיצג 67% של ה- ^{39}Ar . אשר השתחרר במשך המדידה. אנו מאמינים כי גיל זה הוא ההערכה הטובה ביותר לגיל חדירת הדייק הדולריטי.

מכיוון שדייק זה חדר לסלעים הפרה-קמבריים הצעירים ביותר ולא חדר לסלעים הקמבריים שמעליו, הרי שגילו מיצג את הארוע המגמטי הפרה-קמברי הצעיר ביותר בדרום ישראל. לפיכך, גיל זה מציב מגבלות חדשות לגבי גבול הפרה-קמבריום/קמבריום במסיב הערבי-נובי.

תנועה של מלחים ומזהמים אורגניים בקרקעות מדבריות - הערכת פוטנציאל השטיפה של מזהמים מהקרקע באתר ההמטרה הישן ברמת-חובב

ארנון, ש.^{1,2}, אדר, א.^{1,2}, רונן, ז.², יאקירביץ, א.²

1. המחלקה למדעי הגיאולוגיה והסביבה, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באר שבע 84105
2. המכון לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, שדה-בוקר 84990

במהלך השנים 1991 - 1987 הומטר שטח של כ- 107 דונם בשפכים מאזור התעשייה שברמת-חובב במטרה להפחית את כמות השפכים הנוזליים ע"י אידוי. אתר ההמטרה הוקם על מדרון של קרטוני סדוק המכוסה בלס וחלוקים בעובי משתנה מסנטימטרים בודדים בראש המדרון עד למספר מטרים (≈2) בבסיסו. הנחת היסוד הייתה שמרבית מי השפכים יתנדפו והמזהמים יספחו בחלקה העליון של הקרקע. בפועל נמצא שחלק ניכר מהשפכים ניגר וחלחל אל מי התהום. לאור ממצאים אלה הופסק פרויקט ההמטרה. שמונה שנים לאחר הפסקת ההמטרה, נמצא שהקרקע עדין מכילה ריכוזים גבוהים של כימיקלים, וסביר להניח שהקרקע מהווה מקור אפשרי לזיהום מתמשך של מי תהום.

עבודה זו בודקת את האפשרות להפחתת הפוטנציאל לזיהום מי התהום ומורד הזרימה ע"י שטיפת המזהמים מהקרקע. עשרות סוגים של מזהמים אורגניים ואי-אורגניים וזהו בעיקר בחלקו העליון של חתך הקרקע ופירוסם במרחב אינו אחיד. מתוך שלל החומרים נבחרו ארבעה סמנים (Tribromophenol = TBP, Tetrabromobisphenol A = TBBPA, Br⁻ ו- Cl⁻) אשר שימשו כעוקבים במהלך הניסויים. בניסויי שטיפה של עמודות קרקע בלתי מופרות מאתר ההמטרה נמצא כי תנועת המזהמים האורגניים, TBP ו-TBBPA, מעוכבת ע"י הקרקע יחסית לתנועת אניונים קונסרבטיביים כפי שמוצגים ע"י כלור וברום. עקומות הפריצה מראות כי מקדמי העיכוב (Retardation factors) עבור TBBPA & TBP שווים ל-2 ו-3 בהתאמה. ריכוז גבוה של TBBPA נמדד בתשטיפים (עד 500 mg/l) זאת למרות מסיסותו הנמוכה. הסיבה לכך נעוצה בעובדה שמסיסות תרכובות פנוליות מושפעת מה-pH של המים. בדיקת מסיסות TBBPA בערכי pH שונים מראה כי מעל pH=8 מסיסות TBBPA עולה באופן חד. למרות שבמהלך ניסוי העמודות עולה ה-pH במים מ-7.5 עד ל-9.3 לא נשטפה כל כמות ה-TBBPA הקיימת בקרקע. בתהליך השטיפה של עמודות קרקע בלתי מופרות השחרור וההסעה של TBBPA היה לאורך מסלולי זרימה מועדפים, בעוד שבדיקת הריכוז השארתי של TBBPA בקרקע לאחר תום ניסוי השטיפה נעשתה על קרקע מופרת על ידי מיצוי של המזהמים מכל המטריקס. בתהליך האחרון, ה-TBBPA נשטף גם מחללים שבתהליך השטיפה הטבעי היו מרוחקים ממסלולי הזרימה ואם תרמו מזהמים, אזי היה זה בדיפוזה איטית. שאר הסמנים נשטפו כמעט לחלוטין מהקרקע.

מאחר ומרבית אתר ההמטרה משתרע על מדרון והלס מכיל כמות רבה של נתון הגורם לדיספרסיה של חלקיקי הקרקע, חלק ממי הגשם ניגר וחלקם נספג ואוטם את פני הקרקע. אטימת הקרקע והאידיוי החזק באזור גורמים לכך שאין שטיפה מסיבית של מומסים לעומק החתך ולמי התהום, ולמעשה ישנה הצטברות של מלחים בפני השטח. יתכן והקרקע המזוהמת מהווה מקור מתמשך לזיהום מי התהום כתוצאה מתנועת מים ומזהמים במסלולי זרימה מועדפים בלס ובקרטון או משום שנגר עילי המתפתח במורדות אתר ההמטרה, ממיס וגורף מזהמים אשר נעים אל אפיק הוואדי הסמוך ומשם נסחפים עם השיטפון תוך לחלול אל מי התהום וזיהום אקוויפר החלוקים במורד.

חתימת המומס: איפיון אקוויפרים עפ"י הקשר הבלתי תלוי בזמן שבין מפלסי מי התהום למומסים

ארטשטיין, פ. פ.

החוג לגיאופיסיקה ומדעים פלניטריים, אוניברסיטת תל אביב, 69978 תל אביב

קיבוץ כל זוגות הנתונים של ערכי עומד מי התהום וערכי ריכוז מומס בקידוח מים כלשהו, הדגומים באותה עת, מנטרל את מרכיב הזמן.

בהצגת כל זוגות הנתונים, המשויכים לאותו קידוח מים על גרף דו ממדי כשהציר האופקי מציין את ערכי העומד של מי התהום והציר האנכי מציין את ערכי הריכוז של המומס, אפשר לתאר באופן ייחודי את תפוזרת הנקודות לכל קידוח מים. פיזור הנקודות על הגרף (חתימת המומס) עשויה להיות בעלת חזות מונוטונית או של מיקבץ נקודות.

השוואת חתימות המומס של קידוחי מים שכנים עשויה לעזור באשור או בפסילת שייכות קידוח מים אחד או יותר לאותו תא אקוויפרי.

בחירת רצועה הכוללת מספר קידוחי מים והצגת כל חתימות המומסים בגרף תלת ממדי, מאפשרים מעקב אחרי מיקומי האקוויפרים והתחקות אחר אקוויפרים במפלסים שונים. ניתן גם להשוות טווח ערכי המומסים באקוויפר המצוי במפלס אחד לאקוויפר המצוי במפלס אחר, על מנת לאתר מעבר מים ביניהם. בגרף תלת ממדי זה הציר האופקי מציין את המיקום היחסי של כל קידוח מים לאורך הרצועה, הציר האנכי מציין את ערכי העומד של מי התהום, וציר העומק מציין את ערכי הריכוז של המומס.

בדיקות מגנטיות של קרקעות על-יד האתר הניאוליתי קדום כפר החורש, ישראל

איטקיס, ס. 1, גורינג-מוריס, נ., 2, גורן, י., 3, צצקין, א. 4

- 1 רח' בלבן 17/9, ירושלים 97481
- 2 המכון לארכיאולוגיה, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים 91905
- 3 המכון לארכיאולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב, תל-אביב 69978
- 4 חוג לארכיאולוגיה, אוניברסיטת חיפה, 31905

בדיקות מגנטיות של קרקעות על-יד כפר החורש, אתר ניאוליתי קדום מן האלף ה-9 לפני זמננו בגליל התחתון, כללו שלושה נושאים המשתלבים זה בזה: (א) סקר מגנטי של מתקנים ארכיאולוגיים שטרם נחפרו, (ב) מדידות של רגישות מגנטית של קרקע, (ג) ניסוי בשטח של השפעת כבשן בוער על שדה מגנטי כללי.

סקר מגנטי נערך בשלוש חלקות בשטח כולל של כ-2,000 מ"מ ביחידות של מטר רבוע אחד. בחלקות "A" ו-"B" הנמצאים בסמוך לאתר הפרהיסטורי, נמצאת אנומליה מגנטית בעוצמה של 20-25 nT. אנומליה בעוצמה נמוכה יותר התגלתה בצמוד לאפיק של נחל צבי, בעוד שבסמוך לגדה של הנחל אומדן האנומליה הולך ויורד עד לזניח. מכך יש להקיש שהשתרעות אנומליות מגנטיות קשורה לטופוגרפיה של פני השטח. התבוננות מפורטת בתבליט ובחתיכי קרקע בתעלות בדיקה הראתה שהאנומליה המירבית נמצאת במדרון קולוביאלי שטוח שבו עובי הסדימנטים המכילים ממצאים ארכיאולוגיים בצפיפות רבה מגיע ליותר מ-3 מטר. בנוסף, העובי המירבי של הסדימנטים הוא כנראה בשקע קרסטי קדום על פני אבן גיר. סקר במפנה הנגדי של נחל צבי (חלקה "D" שעדיין לא נחפרה) גילה גם הוא אזור אנומליה בעוצמה דומה שבמדרגה השטוחה, קרוב לנקודת ההצטלבות של נחל צבי ויובלו הקטן.

מדידות של רגישות מגנטית בבורות קרקע בחלקות "A" ו-"D" הראו עליה ברגישות עד 400×10^{-5} יחידות SI בעומק של כ-2 מטר. במקום זה נמצאים גם כתמים של חרסית שרופה (!) הקשורה קרוב לוודאי למפלט המגורים של התקופה הנאוליתית הקדומה. אנליזות מיקרומורפולוגיות ומינרלוגיות אישרו את ההמצאות של חומרים מחוממים כתוצאה של פעילות אדם, כגון חרסית שרופה עשירה בזרחן, פחם עץ, ותלכידים שחורים המורכבים מחומר אורגני (חומר זיבולי?) שכולם נמצאים בתוך קרקע גירית. רגישות מגנטית של קרקעות בעמק ובמדרונות תלולים נעה בין $100-200 \times 10^{-5}$ יחידות SI. מקום נוסף שבו רגישות מגנטית גבוהה יחסית בעומק של מטר אחד מפני השטח זוהה במפנה הדרומי של נחל צבי (חלקה "D"). בשילוב עם תוצאות של הסקר המגנטי, נתונים אלה יכולים להעיד כי יתכן שעל המפנה הנגדי ישנו אתר קטן בו-זמני לאתר כפר החורש.

ניסוי על פעילות כבשן התמקד בחלקה "B". אחרי הבעירה שנמשכה ימים ספורים הצטבר אפר פחם על הרצפה ועל הדפנות של הכבשן שגרם להיווצרות אנומליה מגנטית בעוצמה של 10-12 nT. מכך, יש להקפיד בסקרים מגנטיים של אתרים פרהיסטוריים על מדידות יותר צפופות מאשר נהוג באתרים צעירים מפני שגודל מתקנים פרהיסטוריים ליצירת סיד הרבה יותר קטן וקיים חשש לפסוח עליהם.

ליתולוגיה כגורם מכתוב מידבור - דוגמה ממרכז בורמה (Myanmar)

יואב אבני

מרכז מדע רמון, ת.ד. 194, מצפה רמון 80600
המכון הגיאולוגי, מלכי ישראל 30, ירושלים 95501

באזורים מדבריים וכן בשטחים המצויים בשולי אזורי מדבר יש לתשתית הגיאולוגית השפעה גדולה על התכונות המדבריות המקומיות. הסיבה העיקרית לכך נעוצה בעובדה שבאזורים אלה עובי הקרקע מוגבל והתשתית הגיאולוגית חשופה ברובה. היות והמדבר מאופיין במיעוט משקעים, יש לתכונות פני הקרקע השפעה מכרעת על המשטר ההידרולוגי המקומי ועל היכולת של הביוספרה והאדם לנצל שטחים מדבריים. לעיתים יש ביכולתו של המרכיב הליתולוגי לבדו להפוך אזור יבש למחצה (לפי הגדרה אקלימית) לאזור צחיח קיצון. דוגמה אחת לכך מהווה אזור מרכז בורמה.

בורמה גובלת בצפון בשוליה המזרחיים של רמת טיבט ובדרום במפרץ בנגל. המבנה המורפוטקטוני של הארץ זו בנוי משתי שרשרות הרים המסודרות בציר צפון-דרום, כשבתוכם ממוקמת בקעה מאורכת שלאורכה זורם נהר ראשי - האירוואדי - שלו מספר יובלים המנקזים את שוליה המזרחיים של רמת טיבט אל מפרץ בנגל. בקעת האירוואדי נמוכה ביחס לאזורים המוגבהים שבשוליה וגובהה מעל לפני הים, במרחק של כ- 500 ק"מ משפך הנהר, אינו עולה על 150 מ'. מיקומה של הבקעה יוצר "מדבר בצל גשם", כאשר גישימי המונסון יורדים ברובם על ההרים שממערב (עד כדי 2000-2500 מ"מ בממוצע רב שנתי) ומיעוטם ממטיר על בקעת האירוואדי (כ- 500-350 מ"מ בלבד).

למבנה סטרוקטורלי - אקלימי זה מצטרף הגורם הליתולוגי היוצר תנאי הצחחה ומדבור קיצוניים. החתך הגיאולוגי הנחשף בבקעה כולל סדרות עבות (כמה אלפי מטרים) של משקעים קלסטיים חוליים ממוקד אלוביאלי - תצורת האירוואדי. התצורה שקעה באגן האירוואדי במהלך הפליקן והפלייסטוקן המוקדם לאחר שהנהר ניקז אז חלקים ניכרים מן הרמה הגבוהה של טיבט. פעילות טקטונית צעירה בתחומי בקעת האירוואדי יצרה מערכת של אנטיקלינות וסינקלינות רדודות החושפות (במקומות) תצורות קדומות לתצורת האירוואדי המורכבות מחילופין של אבני חול מאסיביות ושכבות חרסית.

בשל המבנה ואופיו הפורוזי של חתך תצורת האירוואדי, הגשם היורד באזור מרכז בורמה נבלע תוך זמן קצר בעומק החתך ואינו מאפשר לתושבים המקומיים לפתח חקלאות מסורתית המבוססת על השקיה באמצעות גשמי המונסון.

סקר ראשוני מראה שבשטחים שבהם חשופות שכבות אטימות יחסית, ניתן לרכז מי נגר ואף לאתר אקווקלודים רדודים ברי ניצול. מיפוי מפורט של טיב השכבות הסדימנטריות בבקעת האירוואדי יאפשר איתור אזורים מתאימים לפיתוח חקלאות בשילוב עם שיטות השקיה תואמות. אזור מרכז בורמה ממחיש היטב כיצד יישום מתודות גיאולוגיות פשוטות עשויות לסייע לפיתוח חקלאות ומקורות מים באזורים צחיחים.

השפעתה של מערכת ביוב מרכזית בהורדת ריכוז הניטרטים במי התהום בכפר ברא.

אבישר, ד¹. קרונפלד, י¹. תלמה, א.ס.²

1. המחלקה לגיאופיסיקה ומדעים פלנטריים, אוניברסיטת תל – אביב.
2. היחידה למחקר ותיארוך הרביעון, C.S.I.R. פרטוריה, דרום אפריקה.

הניטרט הינו מזהם משמעותי במי תהום. ריכוזים גבוהים של ניטרט במי תהום עלולים להזיק לבריאות האדם. התקן הישראלי (70 מג"ל) הינם גבוהים מהרמה המירבית המותרת (45 מג"ל) בארה"ב ובאירופה. במשך העשורים האחרונים ניכרת עליה מתמדת בריכוזי הניטרט במי התהום ברב האזורים בארץ. במרכז הארץ ישנם מספר כפרים וישובים, אשר בהם עליה בריכוז הניטרטים נצפתה בבאר המספקת מי שתיה לתושבים.

המחקר הנוכחי עורך השוואה בריכוזי הניטרטים וערכי $\delta^{15}\text{N}$ בקידוחי מי השתיה בשני כפרים, השוכנים על אותו מסד פסי (קאסם וברה). בשני הכפרים נעשה שימוש בבורות ספיגה לאיסוף שפכים ביתיים.

כמו כן, נערכה השוואה בין הקידוחים הללו לקידוחים השואבים מים מאותו אקויפר ומצויים באזורים סמוכים.

לשני הקידוחים הנבחנים היה ריכוז ניטרטים גבוה שהגיע לריכוז הנע בין 60-65 מג"ל. בכל אופן, כאשר חובר כפר ברה למערכת ביוב מרכזית וחוסלו בורות הספיגה, ירד ריכוז הניטרטים בקידוח ברה באופן דרמטי.

ערכי $\delta^{15}\text{N}$ של המים בקידוח כפר ברה דומים כעת לערכי הרקע של קידוחים אחרים באזור. בכפר קאסם השוכן כ 2 ק"מ דרומה, חוברו לאחרונה רק כ 50% מהבתים למערכת ביוב מרכזית (היו בשימוש כ – 2000 בורות ספיגה). עקב כך, העליה בריכוז הניטרטים שאפיינה את מי הכפר בעשרות השנים האחרונות, החלה להבלם ואף החלה מגמה של ירידה קלה בריכוז הניטרטים. למרות זאת, ערכי $\delta^{15}\text{N}$ הינם באופן ברור גבוהים מערכי הקידוחים האחרים באזור.

המחקר מצביע שמקור הניטרט הינו בעיקר דליפות של ביוב מבורות ספיגה לתוך האקויפר ומשם דרך סדקים באיטום הקדח עוברים המזהמים למקור אספקת המים בכפר. כמו כן, על ידי הקמת מערכת ביוב מרכזית וחיסול בורות ספיגה, ריכוז הניטרטים במי השתיה יורד וחל שיפור דרמטי באיכותם.

- חישה מרחוק למטרות מיפוי מינרלוגי על ידי סורק רב ערוצי מוטס בתחום $0.4-12\mu\text{m}$: דוגמא מבקעת תמנע קאופמן, ה, א. בן-דור, מ. ביט, א. כרובי, ד. אביגד 56
- סטרטיגרפיית צמנטים ופאוזות דיאגנוסיות ב- buildup מהטריאס העליון מתת-הקרקע בצפון ישראל קרונגרין, ד, ח. בנימיני 57
- שימוש בחלוקה הסטרטיגרפית החדשה של תצורת חצבה לזיהוי מקורות ההמלחה באקוויפר החצבה, ערבה צפונית, ישראל קלבו, ר, י. ברטוב, א. אילון 58
- חנקן ו- $\delta^{15}\text{N}$ במים של חבורת יהודה באזור מפרץ חיפה רוגוזין, ו, י. קרונפלד, י. כרמי 59
- פענוח גרבימטרי-סייסמי באגם הכנרת חניקוב, מ, י. בן-גיא, צ. בן-אברהם 60
- השפעת פעילות פלומים מעטפתיים על החתך הליתוסטריגרפי בישראל שגב, ע. 61
- תהליכי סידוק והעתקה בשוליים המערביים של ים המלח שגיא, א, ז. רכס 63
- שימוש במערכת ה- GIS לניתוח מורפומטרי של חיתת הרים (Mountain-Front) שגיא, י, ר. אמית, י. אמל, ע. בן-נון 64
- מתאם בין הרבדת סמקטיט בשולי הטטיס והפעילות הגעשית במהלך פתיחתו וסגירתו של אוקיינוס זה שובאל, ש. 65
- זהירה של Cr^{3+} במינרלים דיאספור ובוהמיט בחרסית דמוית צור פיזולטיית מתצורת משחור מהיורא במכתש-רמון שובאל, ש, מ. גפט, ג. פמר, מ. בודיאול, ב. שמפנין 66
- ההשתרעות התת-קרקעית של דיאפיר הלשון דיאפיר הר-סדום שולמן, ח, צ. בן-אברהם 67
- הדינמיקה של המשקעים בכנרת באזור שפך הירדן שטיינמן, ב, י. קמינר 68
- הגיאויד בישראל: הפילוט בחיפה שרני, ד, ח. פפו, י. פוראי 69

37	היבטים גיאולוגיים בתכנון הנגב למאה ה- 21 מזור, ע.
38	שילוב GPR (מכ"מ חדר קרקע) עם מגנטומטריה למיפוי אתר ארכיאולוגי בקיסריה מירן, ע., צ. בן-אברהם
39	רשת G1 והתחנות הקבועות – האתגר הגיאודטי מלצר, י.
40	היחסים הסטרוקטורליים של ההר הימי ארטוסטנס וקפריסין: שבירה הפוכה ותחילת חיפוי טקטוני מרט, י., ז. מסקל, ז'. בן חליל
41	מפה גיאוטכנית של המרחב העירוני המתוכנן בצור הדסה – מבוא בית"ר: תוצאות ראשוניות והצגה ממוחשבת בעזרת AutoCad Map ו-QuickSurf סופר, ר., ז. רכס, ד. וקס, ע. גזית
42	מודל נומרי לנדידת תמלחות במהלך התפתחות אגן ים המלח סטניסלבסקי, א., ח. גבירצמן
43	מפה גיאולוגית של אזור דרום ים המלח והערבה (1:250,000), עם מוקדי רעידות אדמה, קווים סייסמיים ונתונים על קידוחי מים בשטח סנה, ע., ח. איברהים, י. ברטוב, א. רבע, ט. ויסברוד, ח. טראונה, מ. רומפס
44	בליה של זיהום מוזט בחוף אשדוד עזרא, ש., א. פלאי, ש. פיינשטיין, ד. באומן, א. מילוסלבסקי
45	ניתוח גיאומורפי של סופת 31.12.98 בכרמל ענבר, מ., ל. ויטנברג, נ. שטובר
46	מדידת קצב ההתרוממות העכשווי ומעוות פני השטח של דיאפיר הר סדום בעזרת שיטת D-InSAR פארי, ש., צ. בן-אברהם, ה. זבקר
47	המעוות העכשווי לאורך שבר ים-המלח כפי שנמדד מ- 18 חודשי ניטור GPS רציף פארי, ש., ש. דובינסקי, א. שטיבלמן, נ. בכור, י. באק
48	השפעת המים על יציבות מנהרות בקירטון פולישוק, ב.
49	מיפוי רביעוני של מכתש חתירה ומכתש חצירה פלכט, י.
50	קניון טרציארי תת-ימי: המפתח להבנת "הפרעת פלמחים" שמתחת למדרון היבשת של ישראל פולקמן, י.
51	והרי החדשות ועיקרן תחילה: גוף אבפוריטי שאינו רק הליט אחראי ראשי להמלחת הכינרת פלכסר, ע., ע. ילין-דרור, י. קרונפלד, א. רונטל, צ. בן-אברהם, ל. דידסון, פ. ארטשטיין
52	התנהגות מיקרונוטריינטים בקרקעות המתפתחות על סלעי בזלת פנר, נ.
54	מפלס ים המלח בהלוקן התיכון וקצב התרוממות הר סדום: ממצאים חדשים פרומקין, ע., ג. כדן, י. אמל, י. אייל, ח. בן דוד – נובק
55	יציבות חללים תת-קרקעיים בסלע קרטוני סדוק – דוגמה ממערות הפעמון, גן לאומי בית גוברין צטרסקי, מ., ח. י. חצור

- שקע AFAR: ניתוח של רעידות אדמה בשנים 1973-1997
 18..... הופשטטר, ר., מ. בייט
- קביעת אנרגיה סייסמית של רעידת אדמה במזרח הים התיכון**
 19..... הופשטטר, ר., א. שפירא
- אינטראקציה של אקופרים רגיונליים עם אגם בבקע יבשתי: דוגמה מים כנרת**
 20..... הורביץ, ש., א. רימר, ח. גבירצמן
- מסלע וקרעק כגורם אקולוגי בגבעות אלונים-שפרעם - ההיבט הגאולוגי**
 21..... הר, נ., א. שש, א. זינגר, י. ריזב
- סקירת התקדמות הפרוייקט "הקמת תשתית GPS בישראל ליישומים גיאודטיים וגיאופיזיים"**
 22..... חזבניסקי, ש., י. באק, י. פוראי, י. מלצר, ג. בר, ד. לויטה
- תיעול אנרגיה סייסמית לאורך שבר פעיל: התנהגות שבר ים המלח בעבר, והמשמעות לגבי הערכת הסיכון הסייסמי**
 23..... זוסט-בלוך, ה., ד. וקס
- סקר גיאופיזי משולב במישור ימין**
 24..... וינר, ד., א. בחנר, מ. גולדמן, ר. קלבו, י. ברטוב
- תכונות דינמיות של בתי מגורים באשגבט, טורקמניסטן**
 25..... זסלבסקי, י., א. שפירא
- תגובת אתר במקומות שונים בתל-אביב**
 26..... זסלבסקי, י., א. שפירא
- מיפוי אפקט האתר באשחבאד, טורקמניסטן, ממדידות של רעש סייסימי**
 27..... זסלבסקי, י., א. שפירא, י. גיטרמן, א. קנל, א. אסנוב, ב. קרייב
- מקורות האוכרה במכלולים הנטופים מאל-ואד, עינן והיונים**
 28..... זקהיים, א., ש. אילני, מ. עברון
- אתר גופי מי תהום מתוקים ומלוחים לאורך חופי ים המלח באמצעות שיטות ה- TDEM ו-NMR**
 29..... יחיאלי, י., א. כפרי, מ. גולדמן, א. לגצ'נקו
- גשם, נגר והסעת סחף בדרום מדבר יהודה**
 30..... כהן, ח., י. לרון
- המהפך הביולוגי בגבול קרטיקון טרציר: משבר תזונתי ולא הכחדה מאסיבית קטסטרופאלית**
 31..... לוי, ז.
- עדידות לפעילות ניאו-טקטונית במדף היבשת הרדוד מול תל אביב**
 32..... לוי, ר., י. מרט
- חדירות SAR וקורלציה לשיטות גיאופיזיות רחדות: אפליקציות לתנאים ים-תיכוניים**
 33..... לזר, מ., צ. בן אברהם, ד. בלומברג, ט. נטע
- שימוש בחישה מרחוק היפרספקטראלית לניטור כמותי של אגן הכינרת**
 34..... לזר, מ., צ. בן-אברהם, א. בן-דוד
- גידול בוטות במהלך עלייה של מאגמה: נסיונות במאגמות ריוליטיות והדמיות מחשב**
 35..... לנסקי, נ., א. צ'כמיר, ו. לייחובסקי, ע. נבון
- הגיאוכימיה של סלעי מסיב עמרם, איזור אילת: תוצאות ראשוניות מושקז, ע., ע. נבון, מ. שטיין, ל. הליץ**
 36.....

תוכן עניינים

1. **השפעתה של מערכת ביזב מרכזית בהורדת ריכוז הניטרטים במי התהום בכפר ברא**
אבישר, ד., י. קרונפלד, א.ס. תלמה
2. **ליתולוגיה כגורם מכתוב מידבור – דוגמא ממרכז בורמה (Myanmar) אבני, י.**
3. **בדיקת מגנטיות של קרקעות על יד האתר הניאוליתי קדום, כפר החורש, ישראל**
איטקיס, ס., נ. גורינג-מוריס, י. גורן, א. צצקין
4. **חתימת המומס: איפיון אקוויפרים עפ"י הקשר הבלתי תלוי בזמן שבין מפלסי מי התהום למומסים**
ארטשטיין, פ.פ.
5. **תנועה של מלחים ומומסים אורגנים בקרקעות מדבריות – הערכת פוטנציאל השטיפה של מומסים מהקרקע באתר ההמטרה הישן ברמת-חובב ארנון, ש., א. אדר, ז. חנון, א. יאקירביץ'**
6. **הדייק הדולריטי מהר תמנע – גיל הפזה המגנטית הצעירה ביותר בפריה-קמבריום בדרום ישראל**
בייט, מ., א. היימן
7. **התנועה העכשווית של תת-הלוח סיני המחושבת מתצפיות GPS בכור, נ., ש. דובינסקי**
8. **תנאי משך הגשם ועצמתו הדרושים ליצירת debris flows באזור מדברי קיצוני בן דוד – נובק, ח., י. אמל, א. מורין**
9. **הדמיה תלת מימדית של אזור השבירה האקטיבי של עברונה והשלכותיה על הבנת הפעילות הטקטונית הרצנטית של בקע ים-המלח בסון, א., צ. בן-אברהם, צ. גרפונקל**
10. **מעוזת קו-סיסימא לרעידת האדמה (Mw=7.1) של נואייבה, נובמבר 1995: זיהוי באמצעות אינטרפרומטריה של רדאר**
בר, ג., ד. סנחול, ס. ויליאמס, י. באק, ג. שמיר
11. **איתור מקורות המלחה בלתי מנוטרים בכנרת בר-גיורא, ע., א. כץ, י. קולודני**
12. **השפעת תהליכים הידרודינמיים על פיזור חידקים בקרקעית הכנרת באזור שפך הירדן**
ברגשטיין בן-דן, ט., ב. שטיינמן, י. קמינר, א. הוכמן
13. **מבנים בתצורת הלשון במרכז אגן ים המלח ברטוב, י., ז. רכס, מ. שטיין, א. עגנון**
14. **שקיעת הנמל ההרדיאני בקיסריה – קריסה אטקטונית**
גיל, ד.
15. **הדמית עומק של שברים בבקע ים המלח**
גינצבורג, א., י. מקובסקי, צ. בן-אברהם
16. **יחידות אדמות בנגב הדרומי כאינדיקטור לשיחזור פעילות טקטונית בפלייסטוקן התחתון**
גינת, ח., ע. זילברמן, ר. אמית
17. **פליאוסייסמולוגיה והביטוי המורפולוגי של הפעילות הטקטונית הצעירה לאורך העתק הכרמל**
גליק, ד., א. היימן, י. אמל

דו"ח קרן הפרס ע"ש פרץ גרדר זיל ליום 31.12.1998

בהתאם להוראות של ועדת הביקורת של החברה הגיאולוגית, אשר ניתנו לוועד החברה וליושב ראש הקרן, מובא להלן מצב הקרן נכון ליום 31.12.1998.

<u>ערך בשקלים חדשים</u>	<u>ערך נקוב</u>	<u>א) השקעות בניירות ערך</u>
6,721.24	1,341.94	פיא חו"ל - קרן נאמנות
19,703.80	6864.00	סגולה - קרן נאמנות
26,425.04	סה"כ ניירות ערך	

<u>ערך בשקלים חדשים</u>	<u>ב) השקעות בשקלים</u>
-147.90	עו"ש מס' 330-025002/21

הערות:

1. בשנת 1998 חולק הפרס לשני מועמדים וזאת על פי החלטת ועדת הפרס. סכומי הפרסים, אשר ניתנו לגבי גלית כדן ולמר מאיר אבלסון, היו בסך 500 ש"ח לכל אחד. סכום הפרס ניתן מרווחי הקרן. הפרסים חולקו באסיפה הכללית של החברה במצפה-רמון.
2. הדו"ח הכספי נערך על פי מסמכי בנק לאומי בע"מ, סניף כיכר ציון, ירושלים.
3. הפרסים אשר ניתנו מומנו מפדיון של קרן הנאמנות סגולה.
4. היתרה השלילית בחשבון העו"ש נובעת מתשלום עמלות לבנק בחודש דצמבר 1998.

בברכה,

דב גינזבורג
יו"ר הקרן

הרינו לאשר כי בדקנו את הדו"ח ומצאנו אותו מתאים למסמכים אשר הוצגו בפנינו.


בטינה שילמן

ועדת ביקורת


דפנה גורן

מאזן הכנסות והוצאות לשנת 1998
 חשבון בבנק הפועלים 240999

הכנסות

3621.91			העברה משנת 1997
	2785.91	עו"ש בבנק הפועלים	
	836.00	מזומנים	
4000.00			מענק לעולים חדשים
	4000.00	משרד התשתיות הלאומיות	
7000.00			השתתפות בעתון מדעי האדמה
	7000.00	המכון הגיאופיסי	
3500.00			השתתפות בהוצאת בספר הסיורים (1998)
	3500.00	מרכז מדע רמון	
115225.00			השתתפות בהוצאות כנס מצפה רמון (1998)
	2500.00	חברת נגב מינרלים	
	3000.00	מפעלי ים המלח	
	3500.00	בנק טפחות	
	3500.00	אוניברסיטת בן-גוריון בנגב	
	101545.00	תשלומי החברים המשתתפים	
	1180.00	תשלומים להסעה לכנס	
42725.00			דמי חבר לשנת 1998
	42725.00	חברי החברה, 236	
176071.91			סך הכל

הוצאות

108675.27			כנס מצפה רמון 1998
	73758.00	ארגון, לינה, אשל וסיורים	
	8121.27	חולצות, מעמדים, תוויות וכד'	
	26796.00	ספר הכנס וספר הסיורים	
25532.00			עתון מדעי האדמה
	25532.00	עתון מדעי האדמה	
200.68			עמלות בנק
	200.68		
2428.80			הוצאות משרד
	1416.00	רואה חשבון	
	615.80	דאר	
	397.00	פנקסי חשבונות, קבלות ומדבקות	
136836.75			סך הכל
20000.00			העברה לפקדון
19235.16			העברה לשנת 1999
	18838.23	עו"ש בבנק הפועלים	
	396.93	מזומנים	
176071.91			סך הכל

ועדת ביקורת:

בטינה נחימוב-שילמן

דפנה גור

פרס החברה הגיאולוגית על שם פרופ' רפי פרוינד ז"ל לשנת 1999

מוענק לדר' ג'והן הול על עבודתו:

**"Digital topography and bathymetry of the area of the
Dead Sea Depression" .**

Tectonophysics 266 (1996) 177-185

הפרס על שם דר' פרץ גודר ז"ל לשנת 1999

מוענק ל**נועה בכור**

על עבודת הגמר שלה לתואר שני:

"מדידת תנועות טקטוניות בתת-הלוח סיני באמצעות תצפיות GPS"

ועד החברה הגיאולוגית הישראלית 1998/1999:

משה שירב (שורץ) – נשיא

אבנר אילון – סגן נשיא

שמעון אילני – מרכז פעולות

יהודית הר לבן – מזכיר

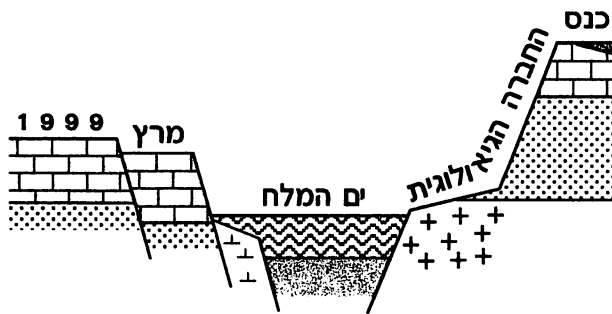
יועץ דויטש – גזבר

אריה גילת – חבר

דב גינזבורג – מנהל הקרן ע"ש ד"ר פרץ גרדר ז"ל



הכנס השנתי, 1999



עורכים:

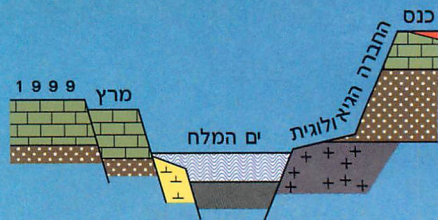
שמעון אילני

יהודית הרלבן

משה שירב (שורץ)

כ' - כב' אדר תשנ"ט

עיצוב עטיפה: בת-שבע כהן
צילום: אבנר פורשמן



הכנס השנתי, 1999

ים המלח

כ' - כב' אדר תשנ"ט