

מזרח הים התיכון: הפער בין הפוטנציאל הכלכלי לידע המדעי

מאת **פרופ' רוני קוזלוב ופרופ' אלן מטיס**

לאחרונה התבשרנו על תגלית חשובה מאוד של מאגר גז טבעי במים עמוקים מול חופי ישראל. נשאלת השאלה אם לקהילייה המדעית בארץ יש הכלים והידע להתמודד עם תנופת פיתוח כלכלית ללא תקדים, ואם תחומי הידע והחוקרים בגאולוגיה, גאופיזיקה, מדעי הים, אקולוגיה ומדעי הסביבה מסוגלים לתת תשובות חסרות פניות לאתגרים העומדים בפני פיתוח זה.

סקר ראשוני של מצב המחקר בארץ כיום מצביע על פערי ידע משמעותיים ביותר בתחומים מרכזיים. חלק גדול מהידע הגאולוגי חסוי ונמצא בידי גורמים מסחריים. הקהילייה האקדמית כיום חסרה חוקרים עצמאיים בעלי שם בתחומים הדרושים.

בשברי דחיסה. האגן העמיק בקלטו לתוכו סחופת של סלעי היבשה החדשה שנוצרה בצפון אפריקה [1]. תנועת היבשות וסגירת אוקיינוס טטיס מודגמות בתמונה 1, המראה את המיקום היחסי על פני כדור הארץ של יבשת אראסיה, אפריקה וחצי האי ערב לפני 50 מיליון שנה, 25 מיליון שנה, 13 מיליון שנה וכיום.

לפני שישה מיליון שנה נסתם מקום חיבורו של הים התיכון לאוקיינוס האטלנטי. בעקבות זאת התייבש הים התיכון, כשהוא משאיר בתחתיתו משקעי מלח בעובי של יותר מקילומטר. מתחת לשכבה עבה זו קבורים שרידי אצות ובעלי חיים בשכבות עמוקות יותר. שרידים אלו הם המקור לגז (מתאן) או נפט. לפני כ-5.3 מיליון שנה התמלא הים מחדש בתקופה קצרה ביותר. שכבת המלח אוטמת את אוצרות הנפט והגז שמתחתיה.

לסיכום, ההיסטוריה הגאולוגית של שקיעה, דחיסה והתרוממות, טקטוניקה ויצירת משקעי מלח יצרה תנאים מיטביים ליצירה ואצירה של נפט וגז באגן הלוונט.

השירות הגאולוגי האמריקאי הוציא לאור מסמך הערכה של הפוטנציאל הכלכלי של מקורות נפט וגז באגן הלוונט על סמך מקורות גלויים (USGA Fact sheet 2010-3014).

עיצוב הגאולוגיה של ישראל הוא תוצאת היותה במשך כ-600 מיליון שנה בשוליים של ים או אוקיינוס. תנועת היבשות חיברה את חלק הארץ שבה אנו נמצאים פעם לים או אוקיינוס זה ופעם לאחר. בעקבות זאת הסלעים האופייניים לארץ הם סלעי משקע וסחופת, קרבונטים, גבס, מלח ואבני חול לפי סוג הים והסביבה הגאולוגית שבהם הם שקעו.

המאורעות שעיצבו את הלוונט, חלק הארץ שבו נמצאת ישראל, התחילו כבר לפני 250 מיליון שנה כאשר כוחות טקטוניים פיצלו את יבשת העל פנגיאה. בין החלק הצפוני לחלק הדרומי נולד אוקיינוס חדש בשם טטיס. בחוף הים הצפוני של היבשת הדרומית (Gondwanaland) נוצר אגן הלוונט כאשר כוחות גזירה ומתיחה עיצבו קרום דק. במשך מאה מיליון שנים נוספות הצטברו באגן זה סלעי משקע, בעיקר סלעים קרבונטיים ממוצא ימי.

לפני כחמישים מיליון שנה השתנו הכוחות הטקטוניים. המתיחה והגזירה התחלפו בדחיסה בעקבות תנועתן של יבשת אפריקה וחצי האי ערב צפונה לכיוון התנגשות עם יבשת אסיה ואירופה (אראסיה) תוך סגירתו של אוקיינוס טטיס. בעקבות הדחיסה התרוממו ערב, ישראל וצפון אפריקה מהים, ונוצר העיצוב הסופי של היבשה כפי שאנו מכירים אותה היום. באגן הלוונט שברי מתיחה התחלפו



לפני 25 מיליון שנה



לפני 50 מיליון שנה



היום



לפני 13 מיליון שנה

תמונה 1: מיקום יחסי של אראסיה, אפריקה וחצי האי ערב בעקבות טקטוניקת הלוחות בחמישים מיליון השנים האחרונות. אפריקה נעה לכיוון צפון וסוגרת בהדרגה את אוקיינוס טטיס. השארית היא הים התיכון של ימינו. חצי האי ערב נולד מהים, נע צפונה ומתנגש ביבשת אסיה. מקום משוער של ישראל מסומן בדגל. הקווים השחורים מראים אזורים של הפחתה: הלוח האפריקאי נוחת מתחת ללוח של אראסיה (את המידע סיפק יהושע שטיינברגר; את המפות המשוחזרות סיפק פרופ' רון בלייקי (R. Blakey, Colorado Plateau Geosystems)).

עבודה זו מתבססת בעיקר על עבודות חלוציות על אגן הלוונט שביצעו גאולוגים וגאופיזיקאים מהאקדמיה בישראל, המכון הגאופיזי והמכון הגיאולוגי של ישראל [2-4]. תמונה 2 מראה את המיקום הנוכחי של אגן הלוונט.

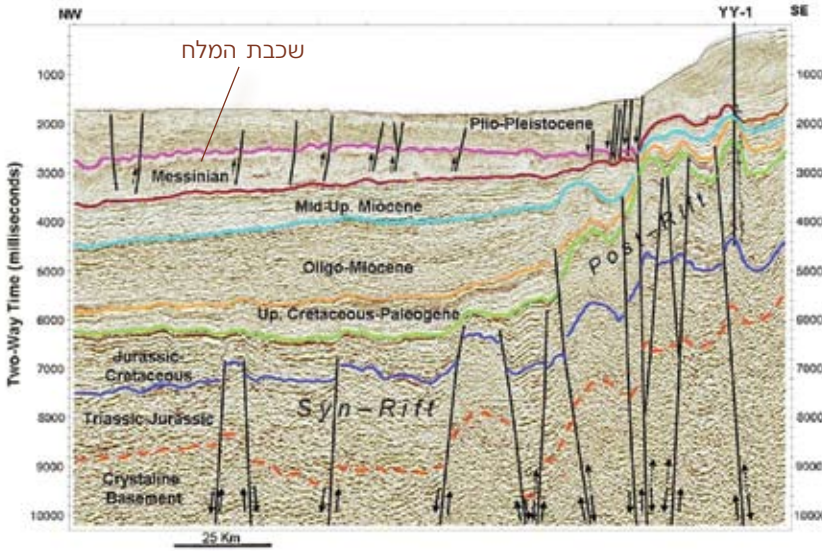
הפוטנציאל למציאת נפט וגז מתחלק בין השכבות הצעירות שמעל שכבת המלח לשכבות עתיקות שמתחת לשכבת המלח לבין אזורי השוליים המזרחיים שבהם שכבת המלח נעלמת. הפוטנציאל הכולל באגן הלוונט מוערך ב-1,700,000,000 חביות נפט, 122,000,000,000 רגל מעוקב גז טבעי ו-3,000,000,000 חביות גז נוזלי. השכבות המבטיחות ביותר למציאת גז הן השכבות שמתחת למלח, ולמציאת נפט - אזורי השוליים והשכבות שמתחת למלח. אם אוצרות אלו כבר היו נמצאים, היה ערכם כיום כ-200 מיליארד דולר. לצורך ההמחשה נציין שהפוטנציאל הכולל הוא בסדר הגודל של העתודות של עירק.

מציאת שדות הגז והנפט מתחת למלח אינה פשוטה. קיימות אפשרויות רבות למלכודות גאולוגיות שבהן יכול להימצא גז ונפט. החיפוש דורש מיפוי גאופיזי משולב עם שיקולים גאולוגיים. קושי אחד למשל נובע מהעובדה ששכבת המלח מחזירה גלי קול, והדבר מקשה את המיפוי הגאופיזי. הגאולוגיה גם היא מורכבת. הקשיים מתבטאים למשל בחיפוש סלעי חול תתימיים האטומים מלמעלה בשכבת מלח. כיום מתמקד החיפוש במבנים גאולוגיים קלים לפיענוח.

הטכנולוגיה של חיפושי נפט וגז במים עמוקים היא חדשה. היכולת לחפש במים שעומקם יותר מקילומטר ולהפיק מהם נפט וגז היא בת כעשור. פיתוח הטכנולוגיה היה מלווה באסונות הן אנושיים והן אקולוגיים. המאורעות הבולטים הם פיצוץ אסדת ההפקה בברזיל (2001) ולאחרונה פיצוץ אסדת ההפקה במפרץ מקסיקו (2010). באירוע האחרון נשפכו למפרץ מקסיקו 4.9 מיליון חביות נפט גולמי. נגרם נזק אקולוגי רחב היקף לאקולוגיה



תמונה 2: מיקום אגן הלוונט כפי שהוגדר במפה של השירות הגאולוגי האמריקאי. את אגן הלוונט תוחמים: ממזרח - שבר בקעת ים המלח; מצפון וצפון-מערב - שבר טרטוס; ממערב - הר תת-ימי מדרום לקפריסין; מדרום-מערב - החלק הימי של דלתת הנילוס; מדרום - הרי הנגב. שטחו כ-83,000 קמ"ר וחלק ניכר ממנו נמצא בתחום המים הכלכליים של ישראל.



במהותה לזו שנוצלה במפרץ מקסיקו, על הקהילייה המדעית להיות מסוגלת למנוע אסונות אקולוגיים של שפכת נפט וגז למזרח הים התיכון, ובמקרה של אסון להיות מסוגלת להתמודד אתו. אחד הלכחים מהאסון במפרץ מקסיקו הוא שינויי תפוצה של מינים ביולוגיים. זה מחייב קהילת חוקרים בסיסטמטיקה ואקולוגיה (Systematics and Ecology). בתחומים אלו מספר החוקרים הפעילים בישראל קטן ביותר ומתמעט עוד בכל שנה.

הפתרון המתבקש הוא חידוש תחומים מסורתיים אלו תוך שילוב שיטות מחקר כמותיות מתקדמות. המחקר במהותו הוא בין-תחומי, ולכן יש ליצור מרכזי מחקר שיאגדו דור חדש של חוקרים צעירים. תהליך זה ממושך, ויידרוש כעשר שנים לפחות כדי לפתח מחקר באיכות בין-לאומית. לדעתנו, יש להפריש את המשאבים הדרושים ליצירת מוקדי ידע אלו כאחוזון קבוע מכספי התמלוגים שמשלמים בעלי הזיכיונות.

[רשימת המקורות מובאת במלואה באתר האקדמיה].

חתך בניצב לחוף של ישראל המראה את השכבות הגאולוגיות וקווי השבר באגן הלוונט. החתך מתבסס על פיענוח של החזרה של גלים סיסמיים מהשכבות השונות. התרשים מתבסס על הדוח של המכון הגיאופיזי, M. Gardosh et. al 2008

הימית, המתבטא בין השאר בפגיעה באוכלוסיית הדגים, הציפורים, הדולפינים וצבי הים. הנזק נגרם מרעילות הנפט הגולמי ומניעת חמצן באוקיינוס בעקבות פירוק הנפט על ידי חיידקים ושחרור מתאן. גם הכימיקלים שנוצלו לפיזור כתם הנפט הם חומרים רעילים. על סמך אירועים קודמים של שחרור כמויות נפט גדולות לאוקיינוס יעברו שנים רבות עד שהמערכת האקולוגית תתאושש.

חובה לקיים פיקוח ציבורי על חברות החיפושים וההפקה. הפיקוח מחייב מרכזי ידע רב-תחומיים, הכוללים מדענים בתחומי הגאולוגיה, הגאופיזיקה, מדעי הים ומדעי הסביבה.

תחומי הידע הדרושים להבנת המכלול הרחב של מזרח הים התיכון הם במקצתם תחומים מסורתיים. בגאולוגיה הם כוללים:

- גאופיזיקה ימית (Marine Geophysics)
- חקר מאובנים ימי (Marine Micropaleontology)
- חקר משקעים ימי (Sedimentary Basin Analysis)
- סטרטיגרפיה (Sequence Stratigraphy)
- ביו-גאוכימיה סביבתית (Environmental Biogeo-chemistry)

בעבר היו אלו תחומים מרכזיים, ומייסדי המחקר בתחומי מדעי כדור הארץ חקרו שטחים אלו. כיום כמעט שאין חוקרים פעילים בארץ בתחומים אלו.

מכיוון שטכנולוגיית הקידוחים בעומק הים התיכון דומה

פרופ' רוני קוזלוב, מהמכון לכימיה באוניברסיטה העברית בירושלים, הוא ראש התחום למדעים מדויקים וטכנולוגיה בקרן הלאומית למדע **פרופ' אלן מטיס**, מהמכון למדעי כדור הארץ על שם פרדי ונדין הרמן, האוניברסיטה העברית בירושלים



רשימת מקורות

- 1 Steinberg, J., Gvirtzman, Z., Folkman, Y., & Garfunkel, Z. (2010). *The origin and nature of the rapid late Tertiary filling of the Levant Basin*, Geology, In press.
- 2 Gardosh, M., & Druckman, Y. (2006). Seismic stratigraphy, structure and tectonic evolution of the Levantine Basin, offshore Israel. In Robertson A. H. F & Mountrakis D. (eds), the tectonic evolution of the Eastern Mediterranean region. Geological Society, London, *Special Publication*, 260.
- 3 Gardosh, M., Druckman, Y., Buchbinder, B., and Rybakov, M. (2008). The Levant basin offshore Israel: Stratigraphy, structure, tectonic evolution and implications for hydrocarbon exploration, *Geological Survey of Israel*, GSI/4/2008.
- 4 Garfunkel, Z. (1998). Constrains on the origin and history of the Eastern Mediterranean basin. *Tectonophysics* 298, 5–35.

