



ים המלח אתר "יחודי בעולם

צבי בן-אברהם

ובו נמצא המילוי הסדימנטרי העבה ביותר. פעילות השברים באגן ים המלח ובבקע ים המלח כולו היא הגורם הראשי לרעידות אדמה במזרח התיכון. נתונים שנאספו מסלעים ששקעו באגן ים המלח מראים שבעבר התרחשו באזור זה רעידות אדמה גדולות. הרעידה הגדולה ביותר בארץ ישראל במאה העשרים התרחשה בשנת 1927 בצפון-מערב ים המלח וגרמה לנזקים גדולים ולאבדות בנפש. כיום אנו מודדים את התנועה משני צדי בקע ים המלח בעזרת לווייני GPS ותחנות קליטה שנמצאות בישראל ובירדן. נמצא שהתנועה היחסית בין שני צדי הבקע היא של כארבעה מילימטרים בשנה: הצד המזרחי - "לוח ערב" - נע צפונה ביחס לצד המערבי - "לוח סיני".

במרוצת תקופה ארוכה היו באזור ים המלח אגמים שנוצרו והתייבשו עקב שינויים אקלימיים ותהליכים גאולוגיים. האגמים באזור ים המלח הם אגמים טרמינליים - למים הנכנסים אליהם אין דרך יציאה. מפלסי המים באגמים האלה משקפים שינויים אקלימיים שמכתיבים את כמות המים הנכנסת ואת שיעור ההתאדות. האגם שקדם לים המלח הקיים נקרא 'אגם הלשון', ובתקופה שמפלסו הגיע לשיא - יותר מ-180 מטר מתחת לפני הים - השתרע אגם זה מהכנרת בצפון עד חצבה בדרום. לפני כ-15,000 שנה החל מפלס אגם הלשון לרדת, ובתקופת ים המלח ההולוקני (10,000 השנים האחרונות) התייצב כנראה במפלסים של כ-400 מטר מתחת לפני הים. התנאים המורפולוגיים יצרו באזור ים המלח סביבה יבשה שמתאפיינת ברמת משקעים נמוכה ובהתאדות גבוהה. מי ים המלח הם בעלי צפיפות גבוהה ומכילים יותר מ-30% מלחים מומסים, דבר העושה אותו לאגם המלוח בעולם ומשפיע על התכונות הפיזיקליות, הכימיות והביולוגיות שלו.

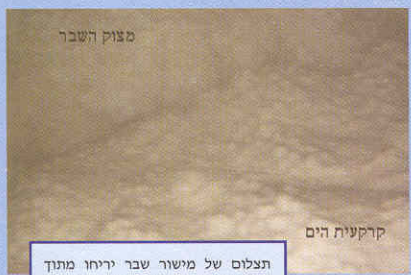
אגן ים המלח הוא אזור המעורר עניין רב בכמה ענפי מדע, בייחוד במדעי כדור הארץ. האגן, השוכן במקום העמוק בעולם, הוא חלק מהתופעה הטקטונית הבולטת ביותר במזרח התיכון - בקע ים המלח. בקע זה אורכו כאלף קילומטרים - מים סוף עד הרי הטאורוס בתורכיה - והוא מסמן את הגבול בין הלוחות הטקטוניים של ערב וסיני. לאורך הבקע נוצרו כמה אגנים והבולטים בהם מפרץ אילת, ים המלח והכינרת, ולאורכו יושבות כמה ארצות: ערב הסעודית, מצרים, ישראל, ירדן, לבנון, סוריה, טורקיה והרשות הפלסטינאית.

אגן ים המלח הוא מעבדה טבעית שאפשר ללמוד בה על כמה תהליכים. בראש ובראשונה אנו חוקרים באגן זה ובאגנים האחרים בבקע ים המלח את תהליכי השבירה שיצרו את הבקע ומעצבים אותו. הבנת התהליכים האלה באזורנו שופכת אור גם על התהליכים שיצרו תופעות דומות במקומות אחרים בעולם, כמו בקע הריין באירופה ובקע הבייקל בסיביר. הסיבה לכך היא שמבנה בקע ים המלח פשוט יחסית. סקרי רפרקציה סייסמית שעשינו באגן ים המלח מראים שעומק הבקע מתחת לפני השטח - הממולא משקעים - מגיע לכעשרה קילומטרים בחלקו הדרומי של האגן. כשלוקחים בחשבון את גובה הרי מואב והרי יהודה בצדדים ואת הארוזיה שהתרחשה באזור - מתקבל באזור זה אחד ה"חריצים" העמוקים ביותר בקרום כדור הארץ, יותר משלושה-עשר קילומטרים.

צורת אגן ים המלח נקבעת לפי פעילות השברים באזור. נמצא ששולי המלח מוגבלים על ידי שברי אורך שהם חלק ממערכת השבירה של בקע ים המלח. כמו כן האגן מחולק על ידי שברי רוחב לפחות לחמישה קטעים שאורכם 25-30 קילומטרים. הקטע המרכזי הוא העמוק ביותר



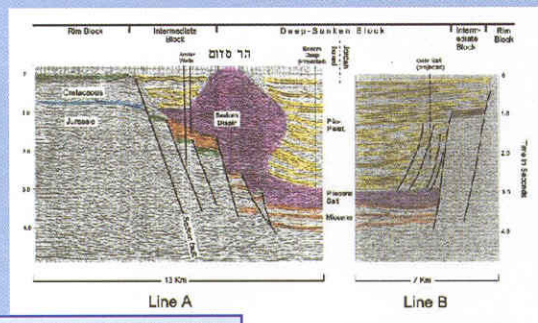
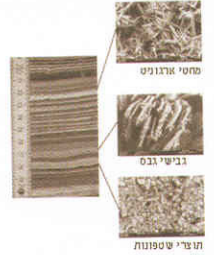
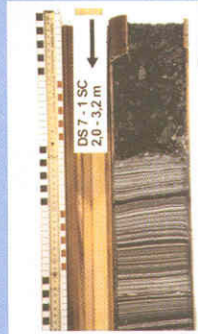
מפת תבליט של אגן ים המלח. האגן מחולק לשני תת-אגנים. הצפוני מכוסה באגם שעומקו כ-300 מטר והדרומי חשוף.



קרקעית הים

הצילום של מישור שבר יריחו מתוך צוללת בעומק 150 מטר מתחת לפני ים המלח. אפשר לראות את המעבר החד שבין קרקעית הים ובין הקיר המאונך שיצא השבר, דבר המעיד שהשבר פעיל היום.

משמאל - קטע מגליון שנלקח מקרקעית ים המלח בעומק 250 מטר מול עין גדי. בחלק התחתון שכבות חוואר המורכבות ממשקעים ששקעו במחזוריות שנתית של מינרלי התאדות, קלציטי, ארגוניטי וגבס בקיץ וחרסיות ותוצרי שיטפונות בחורף. בחלק העליון שכבת מלח ששקע כשפולס ים המלח היה נמוך מ-400 מטר מתחת לפני הים ומעיד על תקופה שחונה. המעבר בין החוואר למלח התרחש לפני כ-1500 שנה. מימין - קטע מאותו גליון המראה את הרכב השכבות בהגדלת מיקרוסקופאלקטרוני.



חתכים סיסמיים לרוחב ים המלח. החלק המערבי נעשה על ידי מדענים ישראלים והחלק המזרחי על ידי מדענים ירדניים. השכבות האדומות הן שכבות מלח שתנועתן יצרה את הר סדום. אגן ים המלח מוגבל בצדו על ידי שברים פעילים שהתנועה עליהם גורמת לרעידות אדמה. עומק המילוי הסדימנטרי באגן ים המלח מגיע לכ-10 ק"מ.

ים המלח אגן ניקוז גדול מאוד, יותר מ-40,000 קמ"ר שטחו, דומה בממדיו לאגן הניקוז שהיה לאגם הלשון. שינויים אקלימיים גרמו לשינויים במפלסי ים המלח ואגם הלשון. השינויים השאירו את חותמם בסלעי המשקע ששקעו בגופי מים אלו. במרוצת תקופות ארוכות שקעו גם באגם הלשון וגם בים המלח משקעים במחזוריות שנתית של מינרלי התאדות, קלציטי ארגוניטי וגבס, בקיץ, וחרסיות ותוצרי שיטפונות אחרים בחורף. כשירד מפלס האגם מתחת לגובה של כ-400 מטר מתחת לפני הים שקע מלח. תופעה זו של שקיעת מלח התרחשה בעבר ההולוקני של ים המלח ומלמדת על תקופות שחונות שהיו במזרח התיכון. היא מתרחשת כיום לאחר שהמפלס ירד משום שמי הירדן כמעט לא מגיעים לים המלח. ירידת המפלס כיום היא מעשה ידי אדם ולא תוצאה של שינוי אקלימי - מפני שמי הכינרת מוזרמים למוביל הארצי ומי הירמוך מוזרמים לצד המזרחי של בקעת הירדן למפעלי השקיה ירדניים. מצד אחר, ירידת המפלס באמצעים מלאכותיים אלו אפשרה לעקוב אחר תהליך שקיעת המלח באגם שהחל בשנת 1983.

כדי לחקור את השינויים האקלימיים שהשפיעו על מפלסי ים המלח ההולוקני קדחנו כמה קידוחים בים ובשוליים הנחשפים של ים המלח עד עומק 20 מטר, ואספנו בים המלח חתכים סיסמיים ברזולוציה גבוהה מאוד של כ-10 ס"מ. מההשוואה בין החתכים הסיסמיים ובין ממצאי הקידוחים למדנו על אופי המשקעים בים המלח ועל התנאים באגם בזמן השקעתם. הממצאים מראים על תקופה של כתשע מאות שנה, בין המאה השישית למאה החמש-עשרה, שבה שקע מלח בים המלח, דבר המלמד על תקופה שחונה שבה מפלס ים המלח היה נמוך. התקופה הזאת הסתיימה לפני כארבע מאות שנה כשהתנאים באזור נעשו לחים יותר. ייתכן ששינוי זה מתאים ל"תקופת הקרח הקטנה" הקרה יותר באירופה. גם בין המאות הראשונה והחמישית הייתה תקופה גשומה יותר.

כדי להבין את התהליכים המתרחשים היום בקרקעית ים המלח צללנו באגם בצוללת. התצפיות התתיימיות מראות ששבר יריחו, אחד השברים העיקריים בים המלח, פעיל מאוד. לאורך השבר חודרים אל תוך האגם מים מלוחים פחות ממי ים המלח, והדבר גורם לשינוי בגודל גבישי המלח ולהופעה נרחבת של חיידקים הלופיליים, "אוהבי מלח", על מחשוף השבר. חיידקים אלו התגלו במי ים המלח כבר לפני יותר ממאה שנה, אבל בשנים האחרונות מליחות המים הגבוהה גרמה להיעלמותם. הימצאותם של החיידקים ליד השבר מלמדת שהמים החודרים לאגם דרך קו השבר מספקים את התנאים לקיומם, כלומר הפעילות הטקטונית מאפשרת את קיומם של חיים בתנאים הקשים של סביבה זו.

ים המלח הוא מעבדה טבעית שאפשר לחקור בה בעיות בחזית המדע בכמה תחומים. הפעילות הטקטונית באזור משפיעה על תופעות מגוונות כגון משטר מי התהום, רעידות אדמה והיווצרות חיים. חקר נושאים אלו מצריך שיתוף פעולה בין מדענים מכמה תחומים.