התיישבות צמחים בחוף חדש שנחשף בים המלח

ערגה אלוני, עורכת כלנית ergaloni@netvision.net.il
עמרם אשל, אוניברסיטת תל-אביב amrame@tauex.tau.ac.il
יואב ויזל ז"ל, אוניברסיטת תל-אביב
פורסם לראשונה באנגלית: The botanical conquest of the newly exposed shores of the Dead Sea 1997,. The Dead Sea The Lake and Its Setting

_————————————

תקציר: נסיגת קו החוף של ים המלח עקב ירידת המפלס הביאה לחשיפת שטחי קרקע פנויים לאיכלוס צמחים. המאמר מתאר את הסוקצסיה בחופים החדשים ומסביר את הקשר לגורמי הסביבה העיקריים.

==========

הקדמה

שנים של מיעוט משקעים, ותפיסת מי שיטפונות לצורך השקיה, הביאו לניצול מרבי של מי הירדן תוך צמצום כמות המים החודרים לים המלח. מה שגרם לירידה משמעותית של מפלס הים (קליין 1982, 1993). ירידת מפלס מי הים, גרמה לחשיפת שטחי חוף חדשים, מלוחים ביותר. התיישבות צמחים על שטחי חוף אלה, כמו גם התבססות חברות צמחים והתפתחות תהליכי סוקצסיה, תלויים בגורמים ביוטים ואביוטים (אלוני, ויזל 1990). היכולת של צמחים לגדול בבתי גידול יבשים ומלוחים אלה תלויה בסבילות האקולוגית של מיני הצמחים, ביכולת שלהם להפיץ זרעים, ובקצב שטיפת הקרקע והדחת המלחים לעומק ע"י אירועי גשם ונגר. במאמר זה תארנו מחקר שעסק בתהליכי הסוקצסיה (התחדשות), בשטחי חוף חדשים אלה.

חומרים ושיטות

למחקר נבחרו שבע תחנות בחוף הצפון מערבי בים המלח, מסביבת נחל קדרון ועד עין גדי. בכל תחנה נבדקו חתכי צומח מאותו מקום בו נחשף החוף, והסתיימו במקום בו נמצא ריכוז של צמחים חד שנתיים. אורך כל חתך היה בין 200-900 מטר, מותנה בטופוגרפיה. הרכב

המינים ומידת כסוי השטח בצומח נרשם וחושב לאורך החתך משנת 1989 ועד שנת 1992. נתוני הצומח נאספו במהלך חודשי החורף והאביב כאשר הצמחים היו בשיאם. נתונים של גובה מפלס הים נתקבלו ממדידות שהתבצעו ע"י מפעלי ים המלח. בעזרתם נקבע רוחב רצועת החוף שנחשפה.

האזור שנחקר הוא בעל אופי יובשני. הערכת המשקעים התבססה על נתונים מהתחנות הקיימות באזור. ממוצע המשקעים השנתי בסדום הוא 47 מ"מ, בעין גדי 84 מ"מ, ובקליה 88 מ"מ (יפה 1972). הערכתנו היא שבאזור המחקר יורדת כמות ממוצעת של 50 מ"מ גשם.

ים המלח הוא לרוב ימה שקטה, אך אופי הימה משתנה כאשר נושבות רוחות מערביות, גובה הגלים עולה והחוף מרוסס בטיפות מים המכילות מלח (ויזל, 1972., הכט ואח' 1948).

דגימות קרקע נאספו משטחי המחקר מאזור החוף החדש ומהאזור בו גדלים צמחי המדבר. הקרקע סוננה, וחלוקי האבן מוינו לגדלים שונים. בוצעה בדיקת מוליכות חשמלית של קרקע רוויה, והתבצעו בדיקות המינרלים Na^{+}, K^{+},Ca^{+2}, Mg^{+2}, Cl- (טבלה מספר 1).

תוצאות ודיון

קצב ירידת המפלס השתנה בין השנים 1960-2000. ממוצע ירידת המפלס בשנות השישים היה 40 ס"מ בשנה. בין השנים 1970-1999 קצב הירידה עלה והגיע ל-60 ס"מ בשנה. רוחב חגורת החוף שנחשפה עונתית, היה תלוי בטופוגרפיה. דוגמה לחוף שנחשף ולשנויים בגובה המפלס שהתרחשו בעשרים השנים האחרונות, מתוארים בנחל קדרון. (צילום1 איור 2-ג).



צילום 1. רצועת חוף שנחשפה בים המלח בסביבת נחל קדרון. צילום: ערגה אלוני ©

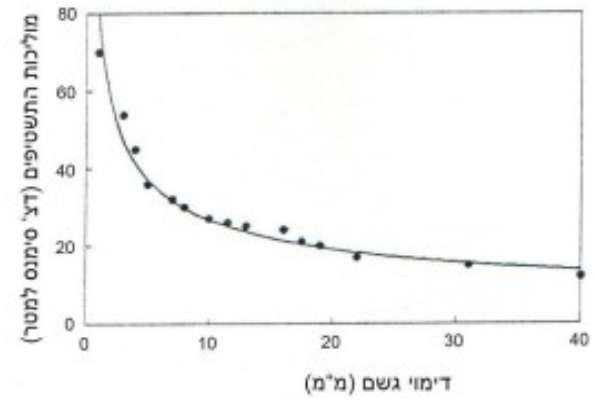
בהסתמך על היחס בין קרקע וחלוקים, אובחנו שני טיפוסי מרקם בחוף. חוף של מעט קרקע עם הרבה חלוקים, וחוף של קרקע עם מעט חלוקים. חלוקים שנחשפו, רבים מהם כוסו בשכבה קשיחה שכיסתה את החלוק (רז 1993). שכבה זו הכילה נתרן כלורי, גבס וארגוניט. שכבה שהתפוררה עם הזמן ותרמה חלקיקים גסים למרקם התשתית (צילום 2).



צילום 2. חלוקים מצופים שכבת גבס וארגוניט. צילום: ערגה אלוני ©

חלקיקי הטין והחרסית בדגימות הקרקע היו רוויים בנתרן כלורי וספחו נתרן. מצע זה יצר

קרקע אלקלית נתרנית (רביקוביץ 1981). גשם ונגר שטפו את המצע והדיחו את המלחים לעומק. זה אפשר נביטה והתבססות של צמחים (צילום 3). כדי לדעת מהי כמות המים הנדרשת לנביטת זרעים, הקרקע הוגדרה, מוינה, ונשטפה ברסס של מים מזוקקים. התוצאות הראו שקצב השטיפה השתנה בהתאם לגודל החלקיקים, והיה מהיר בחלוקים הגדולים. נדרשו בערך 30 מ"מ של מים שהם הכרחיים כדי להוריד מלחים ספוחים ב75% (טבלה 1, איור 1)



איור 1 ירידת מוליכות התשטיפים



צילום 3: נבטים של חומעה בקו החוף צילום: ערגה אלוני©

טבלה 1: שנויים בריכוז המינרלים Cl- (Ca^{+2}, Mg^{+2}) Na^{+}, K^{+} (מא"ק לליטר), ומוליכות חשמלית (EC דציסימנס למטר) של קרקע וחלוקים לפני שטיפה ולאחריה.

	לפני שטיפת הקרקע					לאחר שטיפת הקרקע ב-200 מ"מ				
גודל	**Na+**	**K^{+}**	**Ca^{+2} Mg^{+2}**	**Cl-**	**EC**	**Na+**	**K^{+}**	**Ca^{+2} Mg^{+2}**	**Cl-**	**EC**
חול	125.0	44.0	327.3	462.7	23.0	92.5	11.0	215.0	281.0	22.8

חלוקים עד 4 מ"מ	30.0	4.7	74.7	1039.3	10.9	24.0	4.2	58.6	78.6	8.51
חלוקים 4-6 מ"מ	31.2	4.8	75.0	105.0	11.3	23.7	4.4	70.0	56.0	7.9
חלוקים 6-20 מ"מ	32.0	4.8	75.9	118.4	11.73	16.3	3.5	48.3	64.0	6.89

דגימת החול נלקחה מהאזור הסטרילי מצמחים

איננו יודעים בדיוק מהו קצב השטיפה המתקיים בשטח (השוואה Carmi et al. 1984) אולם בממוצע, שטיפה ב-200 מ"מ גשם (4-5 שנות גשם), נדרשים כדי להוריד את ריכוז המלחים בתשתית האבנית לרמה שתאפשר התבססות של צמחים הלופיטים שהם צמחים של חברת החלוץ הסבילים למלח. דרישות השטיפה של קרקע הכוללת מרכיבים דקי גרגר היא גבוהה בהרבה יותר (טבלה 1). ערוצים בהם זורם נגר מאופיינים במצע חרסיתי של תשתית סחופה. שם לרוב הצטברה שכבת קרקע עם יכולות נמוכות של חלחול מים. בגלל הטופוגרפיה, ומבנה חתך הקרקע, חלקיקים דקי גרגר אלה נשטפים בכמויות גבוהות יותר של מי גשם מהאזורים הסמוכים, בהשוואה לתשתית גסת גרגר(Yechieli :Shatkay 1985 and Gat p. 264-252). למרות זאת, הזמן שחלף מאז נסיגת המים ועד להתבססות צמחים ראשונים, דומה בחופים המאופיינים ע"י חלוקים לבין אלה שתשתיתם מאופיינת בחומר דק גרגר. במשך 4-5 שנים נותרה רצועת חוף הקרובה למים, סטרילית מצמחים, בגלל הרכבה המלוח של התשתית (צילום 1). זמן נוסף של 4-5 שנים נדרש, כדי שצמחים עילאיים חלוצים, יוכלו להתבסס בחוף שהיה בעבר עקר מצמחים. צמחים אלה נבטו, גדלו והותירו מאגר זרעים (צילום 4). רוחב ממוצע של החגורה הסטרילית באזור נחל קדרון היה בשנת 1990, 12±5 מטר (טבלה 3).



צילום 4: חגורה סטרילית וחגורת צמחים ראשונה דרומית לקדרון. צילום: ערגה אלוני©

טבלה 2: צמחים המייצגים את המינים העיקריים הגדלים בחוף שנחשף בים המלח

חגורת צמחים ראשונה			חגורת צמחים שנייה		
הצמח	Scientific name	צורת חיים	הצמח	Scientific name	צורת חיים
אשל היאור	*Tamarix nilotica*	ר"ש	אהרונסונית פקטורי	*Aaronsohnia foctorovskyi*	ח"ש
אהל מצוי	*Mesembryanthemum nodiflorum*	ח"ש	אספסת מפוצלת	*Medicago laciniata*	ח"ש
אהל מגושם	*Mesembryanthemum forskallii*	ח"ש	אשל היאור	*Tamarix nilotica*	ר"ש
אוכם מצרי	*Suaeda aegyptiaca*	ח"ש	באשן תלתני	*Cleone arabica*	ח"ש
אוכם שיחני	*Suaeda fruticosa*	ר"ש	זוגן השיח	*Zygophyllum dumosum*	ר"ש
זוגן פשוט	*Zygophyllum simplex*	ח"ש	חומעה ורודה	*Rumex cyprius*	ח"ש
חיעד ספרדי	*Aizoon hispanicum*	ח"ש	ישימונית דו-גוונית	*Amberboa crupinoides*	ח"ש
יפרוק זיפני	*Anabasis setifera*	ר"ש	כוכב ננסי	*Asteriscus hierochunticus*	ח"ש
מלוח מלבין	*Atriplex leucoclada*	ר"ש	מרית מדברית	*Anvillea garcinii*	ר"ש
מלוח ספוגי	*Atriplex holocarpa*	ח"ש	מלוח קפח	*Atriplex halimus*	ר"ש
מלוח קפח	*Atriplex halimus*	ר"ש	מלחית חומה	*Salsola inermis*	ח"ש
מלחית מבאישה	*Salsola baryosma*	ח"ש	מלחית מבאישה	*Salsola baryosma*	ח"ש
מלחית חומה	*Salsola inermis*	ח"ש	עדעד המדבר	*Limonium lobatum*	ח"ש
פשתנית ססגונית	*Linaria haelava*	ח"ש	עוקץ-עקרב ים-המלח	*Heliotropium maris-mortui*	ר"ש

חומעה ורודה	*Rumex cyprius*	ח"ש	עפעפית אשונה	*Kickxia acerbiana*	ח"ש
			פרג	*Papaver sp.*	ח"ש
			פרעושית משלשלת	*Pulicaria dysenterica*	ר"ש
			פגוניה רכה	*Fagonia mollis*	ח"ש
			פורסקליאה שבירה	*Forsskaolea tencissima*	ר"ש
			צלף מצרי	*Capparis aegyptiaca*	ר"ש
			צפורנית דקיקה	*Silene linearis*	ח"ש
			צמרורה אפריקנית	*Trichodesma africana*	ח"ש
			קחוון	*Anthemis sp.*	ח"ש
			רכפתן מדברי	*Ochradenus baccatus*	ר"ש

ר"ש – רב שנתי ח"ש- חד שנתי

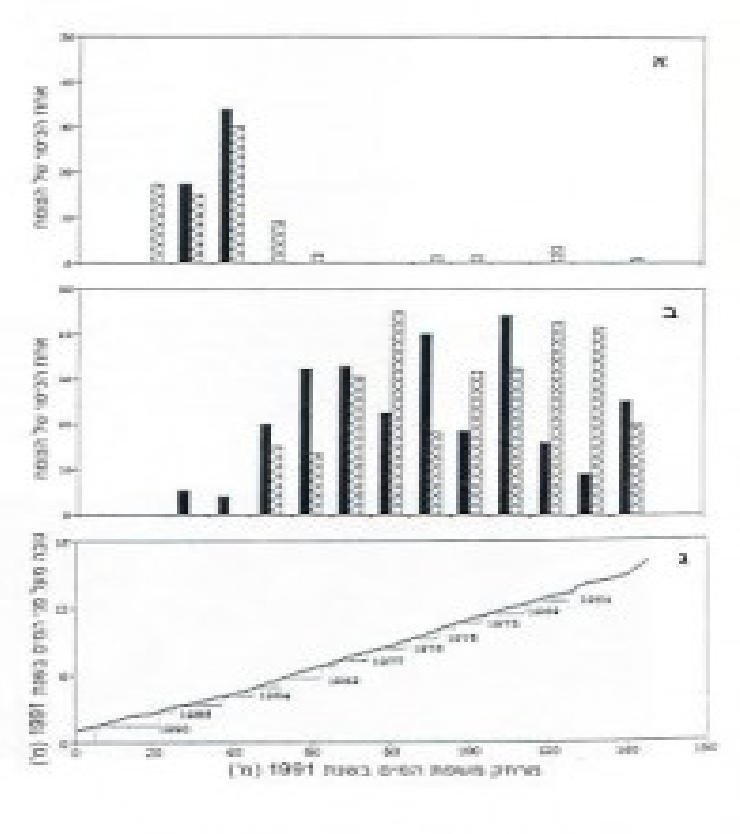
טבלה 3: אופי הקרקע בשפך נחל קדרון במרחקים שונים מהים, בשנת 1992

מרחק הים(מ')	שנים מהחשיפה	טיפוס הקרקע	בית הגידול	pH	מוליכות חשמלית(dS/m)	(Na^+mM)
8	1990	טין חולי	סטרילי	9.2	99.2	703
35	1987	חול	חגורה ראשונה	7.6	87.0	7.5
80	1976	חול	חגורה שנייה	8.0	5.2	11.0

טבלה 4: אחוז מכלל כסוי הצומח בחוף שנחשף בים המלח ליד עין גדי

שנה	חגורת צמחים ראשונה		חגורת צמחים שנייה	
	1990	1992	1990	1992
צמחים חד שנתיים	4.8±2.3	9.5±3.4	10.0±4.6	20.4±9.3
צמחים רב שנתיים	8.2±3.2	7.5±5.0	18.5±6.9	15.0±2.3
כסוי כללי	14.0±5.3	17.0±5.4	28.55±12.5	25.4±5.8

חגורה צמחים ראשונה מאופיינת ע"י חברת צמחים חלוצים וחגורת צמחים שנייה מאופיינת ע"י חברות עוקבות (Sabsequent communities).



איור ה: כיסוי השטח בצמחים א. תפוצת ההלופיטים. ב. תפוצת צמחים מדבריים (עמודה מלאה – צמחים רב שנתיים. עמודה מרושתת – צמחים חד שנתיים)

ג. ירידת מפלס הים בקדרון במהלך 20 שנה

השלב הראשון בסוקצסיה שהתקיימה בחוף שנחשף בים המלח, התחיל עם צמחים הלופיטים מעטים (ויזל 1972). זה כולל מינים חד שנתיים כמו: ***אהל מגושם, אהל מצוי, אהרונסונית פקטורי, חומעה ורודה, זוגן פשוט, קחוון, פשתנית ססגונית ומלחית חומה***. המינים הרב שנתיים משתייכים ברובם לסלקיים והם: ***יפרוק זיפני, אוכם שיחני, מלחית מבאישה, מלוח קפח,*** ועוד. צמחים חלוצים אלה בהם נכלל גם הצמח הגר ***מלוח ספוגי***, מרכיבים את חגורת הצומח הראשונה אשר התבססה כארבע שנים לאחר נסיגת החוף (אלוני, ויזל 1990). חברת חלוץ זו אפיינה את חגורת החוף למשך מספר שנים בלבד (איור 2). לאחר שטיפה נוספת של התשתית שהתקיימה בחורפים הבאים, נשטפה מליחות התשתית והסוקצסיה נמשכה. במשך 8-10 שנים מאז חשיפת החוף, הוחלפו מיני הצמחים של חברת החלוץ, במינים אחרים, תוך כדי יצירתה של חגורת הצמחים השנייה. (טבלה 2, איור 2)

כיסוי מיני הצמחים החלוצים שהתבססו בחגורה הראשונה, מתמעט עם הזמן וככל שמתרחקים מהחוף. רוב צמחי החלוץ מוחלפים במינים אחרים שהם צמחי מדבר. תהליך

אשר נמשך בערך כ-10 שנים. שלב שני זה בסוקצסיה מלווה בירידה משמעותית במוליכות החשמלית של הקרקע (מתחת לרמה של 5 מא"ק לסמ"ר)

אין התבססות מובהקת של חברת צמחים מוגדרת בכל חגורה. מיני צמחים חדשים חודרים לשטח עד אשר תתייצב חברת הקלימקס. חברה כזו מרכיבה את הצמחייה השלטת בסביבה במשך כ-עשור, ומייצגת את אותם הצמחים שאינם מושפעים ממי ים המלח. חברת הקלימקס זו הנשארת לאורך זמן היא של ***זוגן השיח*** ועצים של מיני ***שיטה*** ושל ***שיזף מצוי*** .

ההתבססות של חברת הצמחים החלוצים בשטחי הקרקע החדשים וההתפתחות לשלב מתקדם בסוקצסיה, תלוי בראש וראשונה בשארית המלחים אשר בתשתית. אלה תלויים בקצב השטיפה של המלחים מהקרקע.

ספרות:

רז א 1993 ספר ים המלח. רשות שמורות הטבע והחברה להגנת הטבע

רביקוביץ ש 1981 קרקעות ישראל. הקיבוץ המאוחד.

יפה ש 1972 אקלים ים המלח. השרות המטאורולוגי בית דגן. מאמר הדרכה מספר 12.

———————————————————————————————————-

Aloni E and Waisel Y Recuperation of plant cover after destruction by man: Patterns and rates, in Frey, V and Kurschner, H.,eds., Proceeding Third Plant Life of South-West Asia posium: Berlin, September 1990: 15.

Carmi I Gat JR and Stiller M 1984 Tritium in the Dead sea: Earth and Planetary Science Letters, Vol. 71: 377-389.

Danin A 1976 Plant species diversity in the Dead Sea valley: Oecologia Vol. 22: 251-259.

Hect A Ezer T and Mandelzweig R 1984 Currents waves and meteorology

in the Dead Sea: Israel Oceanography and Limnology Research Report, No. 46: 84.

Klein C 1982 Morphological evidence of lake level changes on the western shore of the Dead Sea: Israel Journal of Earth Science, Vol. 31: 67-94.

Klein C 1993 The effects of the last 4000 years climate fluctuations in EretzIsrae on the Dead Sea level and Man, in Graber M Cohen A and Magarits M eds. Regional implications of future climate change: Jerusalem , The Israel Academy of science and Ministry of the Environment: 52-56.

Niemi TM Ben-Avraham z Gat JR (eds.) 1997 The Dead Sea The Lake and Its Setting. Oxford Univ. press.

Shatkay M 1985 The newly exposed sediments on the westren shores of the Dead Sea. Chemical and mineralogical analysis (M.S. Thesis), Rehovot, Israel, The Weizmann Institute of Science: 96.

Waisel Y 1972 Biology of halophytes, New York, Academic Press: 395.

Waisel Y Agami M and Eshel A 1987 Human interference and vegetation dynamics in historical time. In Greuter, W Zimmer B and Behake H D eds. Proceeding XIV International Botanical Congress, Berlin, August 1987: 6-09-1.

SUMMARY

The water level of the Dead-sea dropped gradually during the 30 years between 1962 and 1992. The substrate that was exposed along the receding shore was extremely saline and remained sterile for 4-5 years. During that period, even the low precipitation (average of 50 mm perannum for this area) was enough to leach the substrate.Indeed, it reduce the salinity of the soil to a level that allowed the establishment of a

few species of extreme halophytes. Those halophytes constituted the first stage of succession of higher plants on the newly exposed coast. This stage of plants development remained dominant on the examined sites for an additional 4-5 years. When salinity was further reduced, the condition enabled the penetration of various desert species and, thus the establishment of the first stablecommunity. 8-10 years, a third stage of succession reached, that is, a plant community by zygophyyllumdumosum. Such a community is usually the permanent community on the neighboring hillsides, away from the coast of the Dead sea. Thus, succession in the Dead sea area is dictated mainly by two abiotic factors: salinity and precipitation.

==========

כל הזכויות שמורות ל"כלנית" ©

ציטוט: אלוני, ע., אשל, ע. וויזל, י. 2014. כיבוש חוף חדש שנחשף בים המלח על ידי צמחים, כתב-עת "כלנית" מספר 1.
https://www.kalanit.org.il/?p=107

==========