

## ערכן האקולוגי-כלכלי של דיונות החול במישור החוף

מאירה שגב<sup>1,11\*</sup>, פועה בר (קוטיאל)<sup>11</sup> וניר בקר<sup>12</sup>

<sup>11</sup>אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

<sup>12</sup>המכללה האקדמית תל-חי

\* meira.segev@gmail.com

צומח חד-שנתי על דיונה מיוצבת בפארק השרון, שמבוצע בה ממשק פעיל לשחזור הדיונות הנודדות | צילום: פועה בר

## תקציר

מערכת החולות במישור החוף כוללת מגוון ביולוגי ומשאבי טבע המספקים שירותים אקולוגיים רבים ומגוונים. אף על פי כן, בעשרות השנים האחרונות הלכו והצטמצמו שטחי החולות הפתוחים, בעיקר אלה של הדיונות הנוודות, בשל תהליכי פיתוח נמרצים. השטחים שנותרו עוברים תהליכי התייצבות, המלווים בשינוי מהותי בהרכב המינים, במגוון המינים, בהיעלמות מינים פסמופיליים ובהרס הנופים הייחודיים. יש חשש, אפוא, להמשך קיומה של המערכת האקולוגית החולית ולהחלפתה במערכת אקולוגית ים תיכונית. שינויים אלה מעוררים שאלה לגבי ניהול ושימור המערכת: אם לנקוט ממשק סביל, שמשמעותו אי-התערבות בתהליכים הטבעיים, או לחילופין לנקוט ממשק פעיל, שמטרתו שחזור מגוון בתי הגידול, המינים והנופים, שאפיינו את רצועת החוף בעבר.

מחקר זה בוחן את הסוגיה מנקודת מבט כלכלית-אקולוגית. במחקר בוצעה הערכה כלכלית של מגוון נופי הדיונות בשיטה של הערכה מותנית (Contingent Value Method – CVM). מתוצאות המחקר עולה שבהקשר לאתרי המחקר, הערך שנותן הציבור לשימור הנוף של הדיונות הנוודות (באמצעות ממשק פעיל), גבוה יותר (ב-4-7 מיליון ש"ח בשנה) מערכו של נוף הדיונות המיוצבות שמתקבל כשנוקטים ממשק סביל.

ערכן האקולוגי של הדיונות מבחינת חשיבותן לשמירת הטבע, במצבי ייצוב שונים, הוערך גם כן, ושולב בערך הכלכלי שנתן הציבור בסקר. כל אחד ממיני הצמחים קיבל ערך חיובי או שלילי בהתאם לחשיבותו האקולוגית, וסכום הערכים שהתקבל עבור כלל המינים בכל אחת מהדיונות במדגם, מייצג את חשיבות הדיונה לשימור. שילוב כזה מאפשר לבחון את השינוי בערך הדיונה כתוצאה מתהליך ההתייצבות. נמצא שהתועלת שמפיק הציבור מהדיונות הולכת וקטנה עם העלייה ביציבות הדיונות. הדיונות המיוצבות מאבדות מערכן בעיני הציבור בסכום שמוערך ב-11 מיליון ש"ח בשנה. ממצאי המחקר מצביעים על הצורך בניהול ממשק פעיל לשימור ולשחזור של הדיונות הנוודות, במיוחד לאור העובדה שעלויות הממשק נמוכות מאוד בהשוואה לתועלת הציבורית מהדיונות הנוודות.

מילות מפתח: דיונות מיוצבות · דיונות נוודות · הערכה כלכלית מותנית · ממשק סביל · ממשק פעיל · ערך אקולוגי-כלכלי · תהליך התייצבות הדיונות

## מבוא

מישור החוף של ישראל, כמו גם חופים אחרים בעולם, הוא האזור המאוכלס ביותר בשל היותו אזור נוח להתיישבות ובעל פוטנציאל כלכלי גדול [23]. יתרה מזאת, האזורים בקרבת החוף מספקים שירותים רבים ומגוונים של המערכת האקולוגית: שירותי אספקה כמו חול, חקלאות, תעשייה ועוד; שירותי ויסות ובקרה, כמו החדרת מים לאקוואט, טיהור ואגירה של קולחים; שירותי טבע נוף ומורשת, המאפשרים פעילויות מגוונות של תיירות, נופש ופנאי שמועדים בעיני האוכלוסייה על פני אזורים אחרים [4]; מגוון מיני צמחים ובעלי חיים ייחודיים (אנדמיים ונדירים) [7,1]. לכן, לא ייפלא שהשפעת האדם על אזורים אלה היא גבוהה ומשמעותית ביותר בהשוואה לאזורים אחרים [22].

בעשורים האחרונים נתונה המערכת האקולוגית של שטחי החולות הפתוחים במישור החוף בישראל תחת איום קיומי בשל שני תהליכים עיקריים: א. השטחים הפתוחים הולכים ומצטמצמים בשל תהליכי פיתוח

מואצים (הקמה והתרחבות של יישובים ובנייה של בניינים, מפעלים, כבישים ותשתיות אחרות), והתגברות לחצי הנדל"ן. בשל כך, הלכו והצטמצמו שטחי החולות הטבעיים, שאפיינו את מישור החוף בראשית המאה ה-20, עד לשליש משטחם המקורי [1]. הצטמצמות השטחים הפתוחים (עד כדי חשש להיעלמותם) גורמת לאבדן שירותי המערכת האקולוגית. ב. דיונות החול הנוודות מתייצבות, ונעלמות מן הנוף ומן המערכת האקולוגית [3]. הסיבה קשורה לשינוי בפעילות האדם באזור. בעבר, לאורך מאות שנים, היה קיומן של דיונות נוודות בנוף החולות פועל יוצא של פעילות אדם, כגון כריתה ורעייה [21]. במהלך השנים הללו אוכלסו הדיונות במיני צמחים ובעלי חיים שאופייניים לדיונות נוודות, ואף התפתחו מהם מינים אנדמיים לאזור [14]. מהירויות הרוח הנמוכות באזור החוף והפסקת פעולות הכריתה והרעייה מעודדות התבססות מואצת של הצומח, ובעקבותיו את התייצבות הדיונות. ייצוב

ככלי עזר בפיתוח, בניהול ובממשק של משאבי טבע [20,9]. המחקר שלפניכם נעשה על פי המלצות הפאנל של NOAA (כמו: ריאיון פנים אל פנים, קבוצות מיקוד, שאלון דיכוטומי).

### שיטות

#### הערכה כלכלית

הסקר נערך באופן מדגמי באמצעות ראיונות אישיים, בשני אתרים המייצגים את אזורי החולות במישור החוף בישראל: שמורת ניצנים בדרום ופארק השרון במרכז. כמו כן, נערכו סקרים במקומות אקראיים אחרים בארץ, וזאת כדי לקבל את הערך הכלכלי המלא עבור כלל האוכלוסייה (מבקרים וגם כאלה שלא ביקרו מעולם בשני האתרים). בסך הכול השתתפו בסקר 600 אנשים שמייצגים משקי בית, מחציתם נדגמו באתרים ומחציתם הם מדגם מייצג של אוכלוסיית ישראל. אף על פי שיש לשני האתרים מאפיינים דומים רבים, ובשניהם חלים תהליכי התייצבות של הדיונות, יש הבדל בולט ביניהם. בפארק השרון מרבית דיונות החול מיוצבות עם כיסוי של צומח רב-שנתי שמגיע לכ-60% ויותר. לעומת זאת, בשמורת ניצנים 30% משטח הדיונות הן דיונות נודדות, 60% - מיוצבות למחצה ו-10% הן דיונות מיוצבות (איור 1).

השאלון כלל שני חלקים (נספח 1 באתר כתב העת). החלק הראשון נועד לבחירת הנוף המועדף: בפני המשתתפים הוצגו שתי תמונות נוף, האחת של דיונות נודדות והשנייה של דיונות מיוצבות. המשתתפים התבקשו לבחור בתמונת הנוף המועדפת עליהם. כמו כן, הוצגו למשתתפים תמונות של מיני צומח ובעלי חיים שמאפיינים כל אחת מצורות הנוף.

החלק השני נועד לתת ערך כלכלי של הנוף המועדף בהקשר לממשק המתאים. המשתתפים קיבלו תיאור והסבר על תהליך ההתייצבות של הדיונות, על השינויים שחלים בעקבות זאת, ועל סוגי הממשק השונים (ממשק סביל וממשק פעיל). לאחר שהמשתתפים הבינו שאלה שבחורים בנוף של דיונות מיוצבות תומכים בממשק סביל (ללא התערבות), ואלה שבחורים בנוף של

החולות גורם בסופו של תהליך להקטנת המגוון הביולוגי, ובעקבות זאת להפחתת שירותי המערכת האקולוגית [15]. במצב זה נוצרת דילמה ממשקית: לנקוט ממשק סביל, שמשמעותו אי-התערבות בתהליכים הטבעיים עם כל מה שמתמע מכך, או לנקוט ממשק פעיל, שמטרתו לשחזר את מגוון בתי הגידול ואת מגוון המינים והנופים, שאפיינו את רצועת החוף לאורך מאות שנים. מעבר להיבט הפילוסופי שטמון בהתלבטות הזו, קיים גם היבט כלכלי - עלויות שימור סביל מול עלויות ממשק פעיל. כדי לבחור בין האפשרויות השונות יש צורך בהערכה כלכלית של אותן חלופות מבחינת תועלתן והעלויות הכרוכות בהשגתן. הערכה כלכלית כספית (במונחים של שקלים ואגורות) יוצרת אפשרות להשוות עלות ותועלת על בסיס מונה משותף. במחקר זה נעשו הערכה כלכלית ובחירת הנוף הרצוי בעיני הציבור באמצעות סקר מייצג, בשיטה של הערכה מותנית Contingent Value Method (CVM). שיטה זאת מוגדרת כשיטה ישירה, משום שהיא פונה אל הפרט ושואלת אותו ישירות בדבר הנכונות שלו לשלם (WTP - Willingness To Pay) עבור תרחיש היפותטי של שינוי (במחקר זה: שימור משאבי הטבע). הנכונות לשלם מעידה על ערכו של משאב הטבע בעיני הנשאל, ולכן מדגם מייצג של האוכלוסייה יכול לספק מידע על ערכו החברתי לכלל האוכלוסייה בהיותו טובין ציבוריים [17,10].

התבססותה של השיטה על תרחישים היפותטיים יצרה דיון בדבר מהימנות התשובות והערכים הנגזרים מהן. כדי לבחון את המהימנות של מחקרי CVM, הקים ארגון NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) פאנל של מומחים, שקבע שמחקרי CVM יכולים לספק מידע מהימן על ערך אי-שימוש, בתנאי שהמחקר יקיים מספר תנאים מוקדמים [19]. מכיוון שאין כיום דרך אחרת לקבל את מלוא הערך (שימוש ואי-שימוש) של מוצרים שאינם סחירים, משתמשים רבים מאוד בשיטת CVM. מחקרים אלה מקובלים כמהימנים על מוסדות וארגונים ממשלתיים, וגם על ארגונים בין-לאומיים כמו הבנק העולמי [12], ומשמשים כיום

**איור 1. פארק השרון**  
(מימין) שבו מרבית דיונות החול מיוצבות, לעומת שמורת ניצנים (משמאל) בה מרבית הדיונות מיוצבות למחצה או מיוצבות צילום: פועה בר



דיונות נודדות תומכים בממשק פעיל (הסרה חלקית או מלאה של הצומח), הוצגה בפניהם שאלת הנכונות לשלם (WTP) לקרן היפותטית, שמטרתה הפעלת הממשק המתאים לשימור הנוף שבחרו. התשובה בדבר הנכונות לשלם היא אומדן לערך הכלכלי של הנוף המועדף בעיני המשיב.

עלידי פאנל NOAA. לפי שיטה זאת, לכל אחד מהמשיבים יש אפשרות לענות פעמיים על הנכונות לשלם, ורק ב"כן" או "לא". בתחילה נשאל המשתתף על נכונותו לשלם סכום מסוים בש"ח (הסכום הראשוני). אם השיב "לא", הוא נשאל על סכום נמוך יותר, אם השיב "כן", הוא נשאל על סכום גבוה יותר (איור 2). קבלת שתי התשובות בדבר הנכונות לשלם, יוצרת טווחים צמודים של הערכת הנכונות לשלם, ומאפשרת חישוב ההתפלגות המצטברת של התשובות. לפיכך, ההטיה המתקבלת מן השאלונים מהסוג הזה היא הנמוכה מבין השיטות השונות, והיא זו המקובלת כשיטה המועדפת הן במחקרים אקדמיים הן במחקרי הערכת נזקים<sup>[10]</sup>.

בשיטה זו יש צורך בהכנת גרסאות שונות של שאלונים, שבכל אחד מהם מוצגים סכומים ראשוניים שונים. מספר הגרסאות והסכומים הראשוניים שהוצגו בשאלונים מבוססים על תשובותיהם של המשתתפים בקבוצות מיקוד, שציינו (באמצעות שאלה פתוחה) את הסכום שכל אחד מהם מוכן לשלם<sup>[8]</sup>.

#### הערכה אקולוגית

בתהליך ההתייצבות נעלמים מינים אופייניים לדיונות נודדות (שחלקם ייחודיים רק לאזורנו), ואת מקומם תופסים מינים ים תיכוניים שאופייניים לבתי גידול אחרים. לכן, כדי לכמת את ההפסד הצפוי בגין איבוד מינים במעבר מדיונה נודדת לדיונה מיוצבת, היה צורך לכמת את הערך האקולוגי של כל אחד מן המינים לחוד, בהתאם לייחודו ולחשיבותו לשמירת הטבע, ואת הערך הכולל של כלל אסופת המינים שנמצאה על כל אחת מהדיונות הנחקרות (במחקר זה התמקדנו במיני הצמחים שנמצאו באתרי המחקר). שילוב הערכים האקולוגיים עם הערך הכלכלי שהתקבל עבור הנוף המועדף מאפשר כימות של האבדן בהתאם לערך חשיבותו של כל מין ומין לשימור. הערכים האקולוגיים הושגו באמצעות שימוש במדד ערכים אקולוגי (Ecological Value Index – EVI)<sup>[2]</sup>. המדד (טבלה 1) נותן דירוג מספרי: מספרים חיוביים בהתאם למידת חשיבותם של הצמחים לשמירת הטבע, ומספרים שליליים לצמחים שאינם ייחודיים או שגורמים נזק למערכת האקולוגית. על בסיס זה התקבלו ערכים גבוהים יותר למינים שאופייניים לדיונות חול (פסמופיליים) מאשר אלה שהתקבלו למינים אופורטוניסטיים (מינים שגדלים במגוון

על קצה המזלג

- \* תהליכי הפיתוח הנמרצים במישור החוף בעשורים האחרונים גרמו לצמצום שטחי החולות הפתוחים, בעיקר אלה של הדיונות הנודדות.
- \* בתכנון שימורן של מערכות אקולוגיות (כגון דיונות החול) יש חשיבות למתן הערכה כלכלית של שירותי המערכת כדי שיהיו חלופה לערכו הכלכלי של פיתוח שטחים אלה.
- \* הערך הכלכלי של הדיונה התקבל מסקר שבדק את נכונות הציבור לשלם עבור הפעולות הנדרשות להשגת הנוף הרצוי או לשימורו. הערך האקולוגי התקבל באמצעות שימוש במדד ערכים אקולוגי.
- \* משילוב הערכים התקבל ערך אקולוגי-כלכלי לדיונות ברמות ייצוב שונות.
- \* בקביעת מדיניות לשימור ולשיקום מערכת החולות במישור החוף חייבים מקבלי ההחלטות להביא בחשבון את ערכו של הנוף המועדף ואת אבדן הערך האקולוגי-כלכלי בתהליך התייצבות החולות.

המערכת

ישנן דרכים שונות להצגת שאלת הנכונות לשלם<sup>[8, 11, 13]</sup>. במחקר זה הוצגה השאלה על פי השיטה הדיכוטומית הכפולה (Double bounded dichotomous choice model), המומלצת

**טבלה 1.** מדד ערכים אקולוגיים עבור צמחים שגדלים בדיונות החוף

קריטריון	ערך אקולוגי
מין זר פולש	-4
מין זר	-3
מין באשה (segetal) אופייני לאזורים מופרים	-2
מין אופורטוניסט	-1
מין אופייני (פסמופילי) לחול מיוצב	1
מין אופייני (פסמופילי) לחול נודד	2
מין מוגן	3
מין אנדמי לישראל	4
מין אנדמי לישראל בלבד	5
מין נדיר	6
מין נדיר מאוד	7
מין "אדום" (בסכנת הכחדה)	8

מידע בעמוד הראשון של השאלון הנוגע לאתרים. כמו כן, חולקו להם תמונות עם הסבר שצולמו משני האתרים השונים. היות ששאלת התשלום נגעה למשק הבית, התפלגות דומה של מאפייני הנשאלים לזו של אוכלוסיית המדינה מניבה ערך דומה גם למשקי הבית שנשאלו לעומת משק בית מייצג בישראל. התפלגות התשובות לבחירת תמונת הנוף המועדף לא נתנה העדפה משמעותית בולטת לאחד מן הנופים. כמחצית מהמשתתפים העדיפו נוף של דיונות נודדות (49% בניצנים ו-54% בפארק השרון), וכמחציתם העדיפו נוף של דיונות מיוצבות. אולם כאשר נשאלו המשתתפים על נכונותם לשלם עבור הממשק שישמר את הנוף המועדף עליהם, התקבלה העדפה ברורה לממשק פעיל שישמר את דיונות החול הנודדות. הנכונות לשלם עבור שימור הנוף המועדף מעידה על הערך הכלכלי (התועלת) שמייחס המשתתף במדגם לנוף זה.

הניתוח כאן מבוסס על התפלגות Wiebull לאזור ניצנים, עבור שני הממשקים: פעיל וסביל (איור 3). נעשה גם ניסיון לבחון את ההתפלגות הלוג-נורמלית, אך מאחר שהתוצאות דומות ניצג רק התפלגות אחת. ניתן לראות באיור שלכל סוג שאלון (כל סימן באיור מייצג סוג שאלון אחר) קיימות 3 נקודות שהן אינדיקציה לסכום הראשוני ולסכומים כלפי מטה ומעלה של שאלת התשלום. עבור כל גרסת שאלון חושבה בנפרד ההסתברות לקבל כל אחת מן התשובות של הנכונות לשלם (WTP) לפי השכיחות שנצפתה לגבי אותו שאלון (כלומר, אחוז המוכנים לשלם לכל רמת תשלום). לאחר מכן חושבה ההתפלגות המצטברת של הנכונות לשלם לאותו סכום. חושב הערך המצופה לשלם לפחות x בהנחת התפלגות Weibull, וכן חושב ההפרש בין הערך הנצפה לערך המצופה.

בתי גידול, לאו דווקא חוליים) או למינים זרים ופולשים (שפלשו לחולות תוך כדי דחיקת הצמחים ובעלי החיים האופייניים). מינים אנדמיים (ייחודיים, שתפוצתם מוגבלת לבית גידול זה) או מינים מוגנים ונדירים ברמות שונות (שמספרם מועט, ולעתים הם בסכנת הכחדה) קיבלו את הערכים הגבוהים ביותר.

סָכָם (אינטגרל) הערכים האקולוגיים היחסיים של כלל הצמחים בדיונה נותן את ערכה האקולוגי הנתון על-ידי המשוואה הבאה:

$$DEV = \sum (V \times \%C)$$

כאשר:

DEV - ערך אקולוגי של הדיונה

V - ערך אקולוגי של כל אחד ממיני הצומח

%C - כיסוי השטח היחסי של מין הצומח

נדגיש שיש חשיבות בהכנסת כיסוי השטח היחסי של כל צמח למשוואה כדי לבטא את תרומתו של כל מין לכיסוי הכולל בדיונה. בדיונות המיוצבות יש מינים שנעשים שוליים מבחינת כיסוי השטח.

נתוני הצומח נאספו מדיונות הנבדלות ברמת יציבות: דיונות מיוצבות שבהן אחוז כיסוי הצומח הוא 40-60%, ודיונות נודדות שאחוז הכיסוי הצמחי בהן הוא 16%-7.

איסוף נתוני הצומח נערך רק בשטח פארק ניצנים, המשמש תחנת מחקר השוואתי לטווח ארוך (LTER - Long Term Ecosystem Research). במסגרת זו נערכות בו עבודות מחקר רבות ומגוונות לאורך זמן, בהן כאלה שבדקו את הרכב הצמחים ובעלי החיים המאפיינים את רמות הייצוב השונות של הדיונות והשפעות ממשק שונות על הרכבים אלה [5, 18].

הערך האקולוגי של כל רמת ייצוב של דיונה, הותאם ושולב עם הערך הכלכלי, וכך התקבל ערך אקולוגי-כלכלי לדיונות ברמות ייצוב שונות. מכיוון שבתהליך של התייצבות הדיונה חלים שינויים במגוון מיני הצומח, יש לצפות שגם ערכה האקולוגי והכלכלי של הדיונה כולה ישתנה. באמצעות השוואת הערכים בדיונות השונות אפשר לראות כיצד משתנה ערך הדיונה עם השינוי ביציבותה.

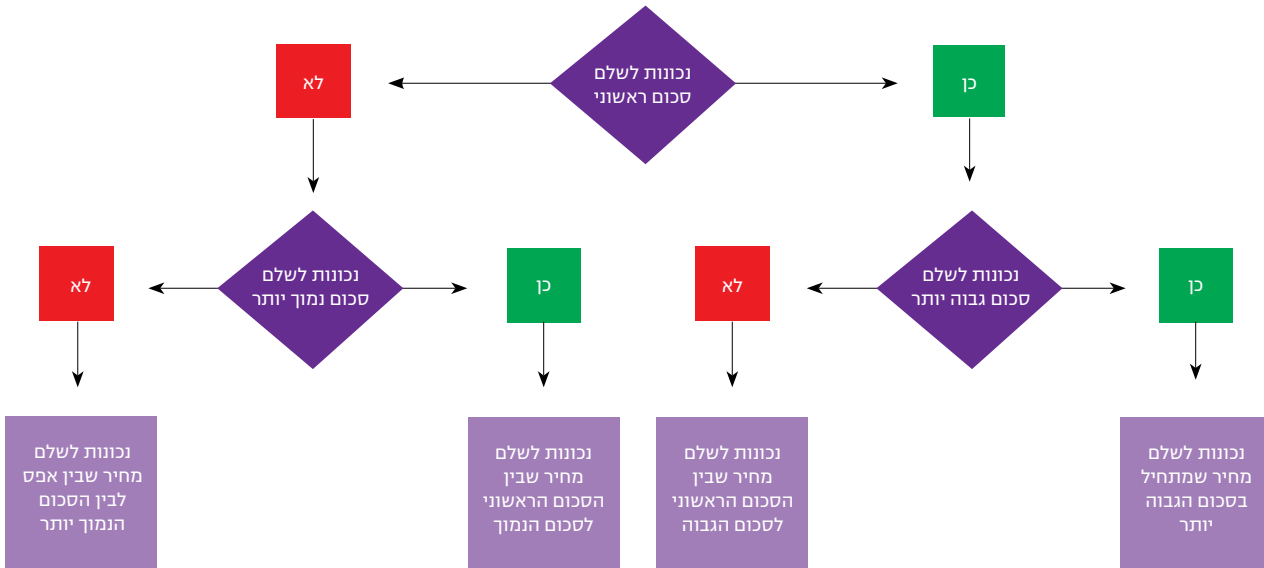
### תוצאות

במסגרת הסקר מולאו בסך הכול 600 שאלונים, כולם באמצעות ראיונות אישיים (פנים אל פנים). הראיונות נערכו בשני האתרים ובמקומות שונים בארץ כדי לשקף את הערכים של שמירת האזורים הללו גם בקרב מי שלא ביקר מעודו באתר. כפי שצוין לעיל, החלוקה הייתה שווה מבחינת מספר המשתתפים באתרים וברחבי הארץ: 150 נבחרו בכל אחד משני האתרים ועוד 300 ברחבי הארץ. התפלגות מאפייני הנבדקים אינה שונה באופן מובהק ממאפייני אוכלוסיית ישראל, כך שניתן להתייחס למדגם כמייצג. המשתתפים שמילאו את השאלונים ברחבי הארץ, קיבלו



חזית המחקר

איור 2. התפלגות הנכונות לשלם בשיטה הדיכוטומית הכפולה

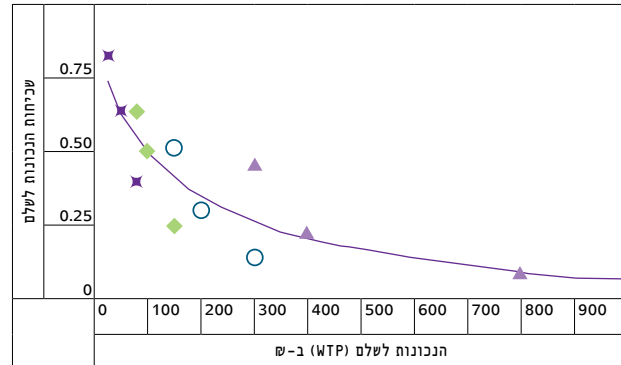
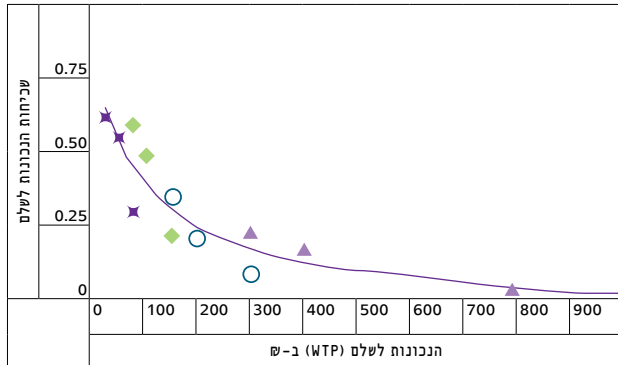


איור 3. התפלגות הנכונות לשלם עבור שימור סוגי נוף שונים בניצנים\*

א. עבור דיונות נודדות  
 הנכונות הממוצעת לשלם בחלוקה לפי משק בית - 181.4 ש.  
 סטיית תקן - 0.60

ב. עבור דיונות מיוצבות  
 הנכונות הממוצעת לשלם בחלוקה לפי משק בית - 111.4 ש.  
 סטיית תקן - 0.55

חזית המחקר



— שכיחות מצופה  
 ▲ שכיחות נצפית B  
 ◆ שכיחות נצפית C  
 ○ שכיחות נצפית A  
 ✖ שכיחות נצפית D

— שכיחות מצופה  
 ▲ שכיחות נצפית B  
 ◆ שכיחות נצפית C  
 ○ שכיחות נצפית A  
 ✖ שכיחות נצפית D

\*השכיחות הנצפית התקבלה על פי התשובות לשאלונים. הנכונות לשלם נבדקה בארבע גרסאות שונות של שאלונים [A,B,C,D] שבכל אחד מהם מוצג סכום ראשוני שונה (50, 100, 200, 400 ש"ח בהתאמה), וכן על פי הנכונות לשלם סכום גבוה או נמוך יותר מהסכום הראשוני. שלוש הנקודות בכל שאלון מייצגות את התפלגות הנכונות לשלם את הסכום הראשוני, את הסכום הגבוה ואת הסכום הנמוך ממנו.



גרביל חולות (*Gerbillus pyramidum*) - מין פסמופילי (אוהב חולות) שחי רק על גבי דיונות נודדות | צילום: פועה בר

בשנה בפארק השרון.

גם הערכים האקולוגיים, שהתקבלו באמצעות מדד הערכים האקולוגי (ראו הסבר בפרק השיטות ובטבלה 1), מראים שהערך האקולוגי של הדיונות הנודדות גבוה יותר (2.70) מהערך האקולוגי של הדיונות המיוצבות (1.95). מהשוואת הצומח בכמה דיונות נודדות ודיונות מיוצבות, שנבדקו בפארק ניצנים, נמצא שבתהליך ההתייצבות נעלמו מספר צמחים אופייניים לדיונות נודדות, שחלקם אנדמיים או נדירים. ממצאים אלה יש בהם כדי להסביר את העובדה שהערך האקולוגי של הדיונות הנודדות גבוה יותר. כך לדוגמה, היעדרם של צמחי חולות אופייניים כמו ידיד-החולות המצוי (*Ammophila arenaria*), שגדל רק על גבי דיונות נודדות, וארכובית ארץ-ישראלית (*Polygonum palaestinum*) שהיא מין צמח אנדמי לישראל, מורידים ב-22.4% את ערכן האקולוגי של הדיונות המיוצבות.

כדי לבדוק כיצד משתנה הערך הכלכלי של הדיונה בשל שינויים אקולוגיים אלה, הותאם הערך הכלכלי שהתקבל מן הסקר לערך

כל הפעולות נעשו בנפרד לכל אחד מארבעת סוגי השאלונים, מתוך הנחה שכל השאלונים שייכים לאותה אוכלוסייה בעלת התפלגות ה-Weibull עם משתנים של  $\alpha$  (ממוצע) ו- $\beta$  (סטיית תקן).

התוצאות מראות שהערך הממוצע של הנכונות לשלם גבוה יותר עבור ממשק פעיל (181.4 ש"ח למשק בית) מאשר עבור ממשק סביל (111.4 ש"ח למשק בית). ערכים אלה שוקללו על פי שיעור התפלגות ההעדפות הנוף במדגם, וזאת כדי לכלול גם את המתנגדים לממשק בחישוב הערך הכלכלי. הערכים המשוקללים שהתקבלו הם 116.8 ש"ח לממשק פעיל ו-101.3 ש"ח לממשק סביל. הערכים הוכפלו במספר כלל משקי הבית בארץ, וזאת כדי למצוא את התועלת החברתית של כלל הציבור משני סוגי הממשק (טבלה 2).

מתוצאות המחקר אפשר לראות שהערך שנותן הציבור לשימור ולשחזור של נוף הדיונות הנודדות גבוה לעומת הערך של הנוף המיוצב: ב-4.4 מיליוני ש"ח בשנה בניצנים וב-7.1 מיליוני ש"ח

טבלה 2. הערך הכלכלי של הנוף לפי סוגי ממשק

ממשק פעיל	ניצנים		פארק השרון	
	ערך כלכלי למשק בית ב-ש	ערך כלכלי שנתי לכלל האוכלוסייה במיליוני ש	ערך כלכלי למשק בית ב-ש	ערך כלכלי שנתי לכלל האוכלוסייה במיליוני ש
ממשק פעיל	116.8	32.9	104.1	29.3
ממשק סביל	101.3	28.5	78.8	22.2

### טבלה 3. הערך האקולוגי-כלכלי של מיני צומח אופייניים עיקריים לדיונות חול נודדות

שם הצמח	הערך האקולוגי	מידת התרומה (%) לערך האקולוגי של הדיונה	התרומה ב-ש לערך הכלכלי של הדיונה
ידיד-חולות מצוי <i>Ammophila arenaria</i>	0.340	12.6	14.71
ארכובית ארץ-ישראל <i>Polygonum Palaestinum</i>	0.265	9.8	11.48
לוענית החולות <i>Scrophularia hypericifolia</i>	0.271	10.0	11.74
לונאה דקת-אונות <i>Launaea fragilis</i>	0.011	0.4	0.50
חרשף צהוב <i>Atractylis carduus</i>	0.005	0.2	0.23

במישור החוף מאות שנים, וכלל את מגוון מיני הצמחים ובעלי החיים החוליים וכן שירותי מערכת, כמו מרעה והחדרת כל מי הגשמים לאקוונות החוף [6] ?

כדי לבדוק מהו סוג הממשק הרצוי ואת כדאיותו הכלכלית, ניתן ליישם שיטות הערכה כלכליות לא-שוקיות (market-non valuation methods), לדיונות חול ברמת ייצוב שונה, ולבחון את השינויים בערך האקולוגי והכלכלי של הדיונות בתהליך ההתייצבות. הערך הכלכלי של הנוף המועדף הושג באמצעות שימוש שיטת CVM, ובו נשאלו משתתפים בדבר הנוף המועדף עליהם, וכמה הם מוכנים לשלם עבור ממשק שישמר נוף זה. הנוכחות לשלם עבור שימור הנוף המועדף מעידה על התועלת שיש לדעת הציבור לקיומו של נוף זה. הערך הכלכלי הגבוה שקיבל הנוף של הדיונות הנודדות, לעומת ערכן של הדיונות המיוצבות, מעיד על הצורך בקיום ממשק פעיל שיחזר וישמר אותן. מתוצאות מחקר זה עולה שאם לא יופעל הממשק הפעיל, תפחת התועלת מן המערכת החולית במיליוני ש"ח בשנה. בניצנים יהיה אובדן של 4.4 מיליון ש"ח בשנה, ובפארק השרון תפחת התועלת ב-7.1 מיליון ש"ח בשנה.

במחקר זה נעשה לראשונה שילוב הערך האקולוגי עם הערך הכלכלי עבור הדיונה כולה וגם עבור כל אחד ממיני הצמחים המרכיבים אותה. לא כל המינים שווים מבחינה אקולוגית, ולכן היעלמות מינים בעלי חשיבות אקולוגית גבוהה תשפיע יותר על הערך הכלכלי של הדיונה, ולהפך. הערכה של היעלמות מיני צמחים שונים בתהליך ההתייצבות ושל השפעתה על ערכן הכלכלי של הדיונות, מאפשרת להגיע לכלל החלטה בדבר הממשק המתאים. כך למשל נמצא, שאם לא תהיה התערבות ותהליך ההתייצבות הדיונות יימשך, ייעלמו מהן צמחי חולות אופייניים, וערכן האקולוגי-כלכלי ירד. מהשוואת הערכים האקולוגיים-כלכליים של דיונות ברמות ייצוב שונות בניצנים, נמצא שהדיונות המיוצבות

האקולוגי, עבור כל אחד מצמחי הדיונה בדרך הבאה: בתחילה חושבה מידת התרומה (באחוזים) של כל צמח לערך האקולוגי של הדיונה. לאחר מכן, על פי אותה מידת התרומה לערך האקולוגי, נעשה גם חישוב של התרומה הכלכלית (בש"ח) של כל צמח מתוך הערך הכלכלי הכללי של הדיונה. בטבלה 3 מוצגים חמישה מתוך שמונה מינים של צמחי חולות (רב-שנתיים) אופייניים עיקריים, שנעלמו בתהליך ההתייצבות ואינם מופיעים עוד בדיונות המיוצבות בניצנים. ערכם ותרומתם האקולוגית והכלכלית של צמחים אלה הם המשמעותיים ביותר בדיונה.

סקצם הערכים של כל צמחי הדיונה המיוצבת והשוואתה לסקצם הערכים של צמחי הדיונה הנודדת מראה את השינויים בערך האקולוגי-כלכלי של הדיונה בתהליך ההתייצבות. על פי חישוב הערך האקולוגי-כלכלי בניצנים, נמצא שהיעלמותם של צמחי החולות האופייניים מורידה את ערכן של הדיונות מ-116.8 ש"ח למשק בית ל-77.5 ש"ח למשק בית. בחישוב שנתי עבור כלל האוכלוסייה בארץ נמצא כי הערך האקולוגי-כלכלי של הדיונות ירד מ-32.9 מיליון ש"ח בשנה ל-21.9 מיליון ש"ח בשנה. ירידה זו, של 11 מיליון ש"ח, היא כ-50% מערך הדיונות.

### דיון

תהליך ייצוב הדיונות במישור החוף של ישראל הוא תהליך דינמי, שהחל באופן מואץ מאז קום המדינה [15, 16]. תהליך זה גורם לירידה במגוון הביולוגי, להיעלמותן של הדיונות הנודדות ולשליטתן של הדיונות המיוצבות עד כדי קבלת נוף אחיד. לאור שינויים אלה יש צורך בהחלטות לגבי הניהול והממשק הרצויים. האם לנקוט ממשק סביל (ללא התערבות), שיביא להמשך תהליך ההתייצבות עם כל הכרוך בכך: אבדן נוף הדיונות הנודדות, הקטנת המגוון הביולוגי, ובעקבות זאת צמצום שירותי המערכת האקולוגית? או שמא יש לנקוט ממשק פעיל, שמנסה לשחזר את הנוף ששלט



*Economics and Management* 18(3): 189–205.

- [10] Carson RT, Mitchell RC, Hanemann M, et al. 2003. Contingent valuation and lost passive use: Damages from the Exxon Valdez oil spill. *Environmental and Resource Economics* 25: 257–286.
- [11] Hall DC, Hall JV, and Murray SN. 2002. Contingent valuation of Marine Protected Areas: Southern California Rocky intertidal ecosystems. *Natural Resource Modeling* 15(3): 335–368.
- [12] Hanemann WM. 1994. Valuing the environment through contingent valuation. *Journal of Economic Perspectives* 8(4): 19–43.
- [13] Hanemann WM, Loomis J, and Kanninen B. 1991. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics* 73: 1255–1263.
- [14] Kutiel P. 2001. Conservation and management of the Mediterranean coastal sand dunes in Israel. *Journal of Coastal Conservation* 7: 183–192.
- [15] Kutiel P, Cohen O, Shoshany M, and Shub M. 2004. Vegetation establishment on the southern Israeli coastal sand dunes between the years 1965–1999. *Landscape and Urban Planning* 67: 141–156.
- [16] Levin N and Ben-Dor E. 2004. Monitoring sand dune stabilization along the coastal dunes of Ashdod - Nizanim, Israel, 1945–1999. *Journal of Arid Environmental* 58: 335–355.
- [17] Mitchell RC and Carson RT. 1989. Using surveys to value public goods: The contingent valuation method. Washington DC: Resources for the Future.
- [18] Perry M. 2008. Studying perennial plant impact on annual diversity in sand dunes in different spatial scales (MSc dissertation). Ben-Gurion University of the Negev.
- [19] Portney PR. 1994. The contingent valuation debate: Why economists should care. *Journal of Economic Perspectives* 8(4): 3–17.
- [20] Raybould M and Mules T. 1999. A cost-benefit study of protection of the northern beaches of Australia's Gold Coast. *Tourism-Economics* 5(2): 121–139.
- [21] Tsoar H and Blumberg D. 2002. Formation of parabolic dunes from barchan and transverse dunes along Israel's Mediterranean coast. *Earth Surface Processes and Landforms* 27: 1147–1161.
- [22] Van der Meulen F and Salman AHPM. 1996. Management of Mediterranean coastal dunes. *Ocean and Coastal Management* 30: 177–195.
- [23] World Resources Institute. 2000. Gridded population of the world, version 2.

איבדו מערכן האקולוגי-כלכלי. אם לא יינקט ממשק פעיל שמשמר ומשחזר את נוף הדיונות נודדות, יימשך תהליך ההתייצבות ואבדן התועלת הציבורית ממערכת זו יגיע לכ־11 מיליון ש"ח בשנה. לערכו של הנוף המועדף ולאבדנו בתהליך ההתייצבות יש חשיבות רבה כאשר באים לבחון אפשרויות שונות של ממשק. העמדת הערך האקולוגי-כלכלי של הנוף המועדף ואבדן הערך בשל התייצבות החולות, מול עלויות רגליות של 245–305 אלף ש"ח בשנה עבור ממשק פעיל (כפי שדיווחה רשות הטבע והגנים שביצעה את הממשק הפעיל בניצנים), מציגה עדיפות ברורה לקיום ממשק זה.

בקביעת מדיניות לשימור ולשיקום מערכת החולות במישור החוף, חייבים מקבלי ההחלטות להביא בחשבון את ערכו של הנוף המועדף ואת אבדן הערך האקולוגי-כלכלי בתהליך התייצבות החולות. מחקר זה מיוחד בכך שהוא קושר בין הערך האקולוגי (שהתקבל ממדד AVI) והערך הכלכלי (שהתקבל בסקר) של הדיונה כולה וגם של כל אחד מהמינים המאכלסים אותה. עובדה זאת מאפשרת לבחון את אבדן התועלת הציבורית מהדיונות הנודדות בשל התייצבותן והיעלמותם של המינים האופייניים להן.

#### מקורות

- [1] אחרון פרומקין ת, פרומקין ר, רודיך ר ואחרים. 2003. שימור חולות מישור החוף - מסמך מדיניות. המשרד לאיכות הסביבה, החברה להגנת הטבע, רשות הטבע והגנים, קרן קיימת לישראל ומכון ירושלים לחקר ישראל.
- [2] כהן ע ובר (קותיאל) פ. 2005. השפעת צמח פלשן - שיטה כחלחלה (*Acacia saligna*) על הצומח הטבעי במערכת האקולוגית של החולות במישור החוף. יער 7: 18–25.
- [3] כהן ע, קותיאל פ, שושני מ ושו"ב מ. 2003. שינוי נוף בדיונות מישור החוף הדרומי של ישראל בין השנים 1965–1999. אופקים בגיאוגרפיה 56: 46–61.
- [4] פליישר ע, צור י ובר אוריין ט. 1999. הערך הכלכלי של שטחים פתוחים בישראל: חופים, פארקים מחוץ לעיר ופארקים עירוניים. המכון לחקר שימושי קרקע - הקרן הקיימת לישראל.
- [5] רמות ע. 2007. השפעת כיסוי הצומח על חברת פרוקי הרגליים בדיונות החוף בניצנים (עבודת גמר לתואר מוסמך). באר שבע: אוניברסיטת בן גוריון בנגב.
- [6] שלי ש, ז'בלב ל, זיסו ו ובר (קותיאל) פ. 2011. שינויים מרחביים בתכונות הקרקע בדיונות החול - המקרה של חולות ניצנים. אקולוגיה וסביבה 27(4): 274–285.
- [7] שמידע א. 1982. הצמחים האנדמיים של ישראל. רתם 3: 3–47.
- [8] Bateman IJ, Carson RT, Day B, et al. 2002. Economic valuation with stated preference techniques. USA: Edward Elgar.
- [9] Bell F and Leeworthy V R. 1990. Recreational demand by tourists for saltwater beach days. *Journal of Environmental*

