

שיחי טיונית החולות בשיא פריחתם הסתוית,
מכסים חולות במישור החוף | צילום: שירי שחר



קביעת סדר עדיפויות מרחבי לביעור הצמח הפולש טיונית החולות ויישומו בעזרת בני נוער

עודד כהן^[2,1] * ואלון רוטשילד^[1]

^[1] החברה להגנת הטבע

^[2] החוג למדעי הצמח, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה
ע"ש רוברט ה' סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים

* odedic@gmail.com

תקציר

הצמח טיונית החולות שמוצאו מאמריקה נחשב פולש בישראל, ומתפשט בקצב מהיר בחולות מישור החוף. ההתפשטות מאיימת על שימור מיני החי והצומח האופייניים לבית הגידול החולי. במסגרת פרויקט של החברה להגנת הטבע בשיתוף עיריית חולון יצאו כ-750 תלמידים מהעיר חולון לעקור את הצמח הפולש ולשמור על החולות שליד ביתם. הפרויקט לווה במחקר שמטרתו היו: א) לפתח מודל לקביעת סדרי עדיפויות לביעור הצמח הפולש, באופן שיביא לתועלת מרבית מבחינת שמירת הטבע בחולות; ב) לבחון את יעילות פעולות הביעור על-ידי בני נוער; ג) לבחון את השפעת שיתוף התלמידים בפעולת הביעור על מרכיבים שונים של האוריינות הסביבתית (ידע, עמדה סביבתית ומוכנות לעשייה), בדגש על תופעת הפלישה הביולוגית ועל שימור חולות מישור החוף. המחקר תקדימי מסוגו בארץ הן מן ההיבט של בחינת היעילות החינוכית והאקולוגית של שיתוף הציבור כנגד תופעת הפלישה הביולוגית, הן מן ההיבט של פיתוח עקרונות לקביעת סדר עדיפויות מרחבי לביעור צמחים פולשים. במאמר יוצגו תוצאות השנה הראשונה של המחקר (2010).

הכלי לקביעת סדר העדיפויות המרחבי, שנקבע על בסיס רמת מדרג של ארבעה משתנים - צפיפות צומח טבעי, צפיפות טיונית החולות, רמת טבעיות ופוטנציאל סטטוטורי לשימור - נמצא יעיל ליישום על-ידי בני הנוער. בהמשך המחקר תיבחן האפשרות להרחיב את הכלי לקביעת סדר העדיפויות המרחבי לקנה מידה לאומי באמצעות שימוש בכלים של חישה מרחוק. פעולות הביעור סייעו להפחית את היקף ההתפשטות של הצמח הפולש בחולות. אנו מניחים שבעזרת התמדה רב-שנתית (ביעור וניטור) ניתן יהיה לשמור על רמת צפיפות נמוכה של הצמח הפולש בחולות המטופלים. מתוך סקר שנערך כחודש לאחר הפעילות, נמצא שרמת האוריינות הסביבתית בקרב תלמידים שהשתתפו בפעילות הייתה גבוהה יותר מאשר בקבוצת הביקורת. במטרה לבסס רמת אוריינות גבוהה לאורך זמן, פיתחה החברה להגנת הטבע תכנית לימודים מורחבת. ניתן לצפות שבעזרת ההסברה ושיתוף הקהילה, תגדל המחויבות המעשית של תושבי חולון לשמירת הטבע בחולות, ויחד איתה תעלה גם המודעות לבעיית המינים הפולשים בכללותה. מוצע להרחיב את המחקר לרשויות מקומיות נוספות.

מילות מפתח: אוריינות סביבתית · חולות מישור החוף · פלישה ביולוגית · צמחים פולשים

מבוא

טיונית החולות מאיימת על שמירת הטבע בחולות

בעבר כיסו חולות חלקים ניכרים מרצועת החוף של ישראל. עם הצטמצמותם, הולכת וגדלה סכנת הקיום לאוכלוסיות של מיני צומח וחי פסומפיליים אנדמיים ופריפריאליים [11, 12, 13, 15]. לצד פעולות האדם המאיימות על קיום ערכי הטבע והנוף הייחודיים לחולות, כמו בנייה וכריית חול, נתונים החולות גם לתהליך של התייצבות. התהליך, שמאיים באופן ממשי על האוכלוסיות הפסומפיליות (חובבות החולות), מתרחש כתוצאה מהתבססות צומח טבעי [9, 10] ומפלישה ביולוגית של צמחים זרים [7, 8, 14, 26, 27], ובהם שיטה כחלחלה (*Acacia saligna*) וטיונית החולות (*Heterotheca subaxillaris*).

טיונית החולות משתייכת למשפחת המורכבים ומוצאה מאמריקה. הצמח הובא לארץ בשנות ה-70 של המאה ה-20 למטרת מחקר ייצוב חול [6], והתפשט מעמק זבולון לכל רצועת החוף. נכון להיום, בקנה מידה ארצי, הצמח בתהליך של התפשטות וביסוס עומדים צפופים בבתי הגידול החוליים של מישור החוף.

כמה תכונות הופכות את טיונית החולות לצמח פולש מוצלח בישראל: האבקת הצמח אינה מחייבת מאביקים ספציפיים [32]; הצמח מייצר אלפי זרעים, שנופצים ברוח על-ידי ציצי ונובטים בעשרות ובמאות למ"ר [16]; הצמח ניחן בשתי אסטרטגיות נביטה בזמן ובמרחב [17]; הנבט משקיע אנרגיה רבה בפיתוח שורש שיפודי מעמיק, שאורכו ארוך עשרות מונים בהשוואה לנצר. טיונית החולות ידועה בארץ מוצאה כחד-שנתית, דו-שנתית או רב-שנתית, בהתאם למקור הגנטי ולתנאים הסביבתיים [19]. בישראל הצמח מדווח כעשבוני רב-שנתי [3]. הצמח מאריך את שושנת העלים באביב ובקיץ, ומקדים לפרוח באוקטובר. הפריחה של הצמח צהובה, ושיאה בין אוקטובר לדצמבר. הפריחה דועכת במהלך החורף והאביב, ודלה מאוד בקיץ [1].

קביעת סדר עדיפויות מרחבי לביעור הצמח הפולש

פלישה ביולוגית מתרחשת בארבעה שלבים עיקריים: המין מופיע לראשונה בסביבה החדשה (הגעה); מבסס אוכלוסייה בת-קיימא

שיתוף הציבור: ההיבט האקולוגי וההסברתי

שיתוף הציבור במאמץ לצמצום היקף התופעה של הפלישה הביולוגית הוא חשוב, ועשוי לסייע לצמצום בדרכים שונות [22, 21]. [39, 38, 37]. הואיל ופלישות ביולוגיות רבות מתרחשות כתוצאה מהיעדר מודעות ציבורית, לחינוך הציבור נודעת חשיבות רבה במניעה [23]. מניעת הפלישה הביולוגית וטיפול בה בשלביה המוקדמים חוסכים משאבים רבים שנדרשים לטיפול בתופעה ובנזקה בשלבים המאוחרים [31, 25]. הציבור יכול לסייע באיתור מינים פולשים ובמיפוןם, דבר שכבר נעשה בישראל באמצעות יישומון ייעודי לטלפונים חכמים. לציבור יש הכוח לגבות את מקבלי ההחלטות בהקצאת תקציבים ובהסדרת הטיפול בפלישה הביולוגית. לאור האמור לעיל, עמדה ציבורית פרו-סביבתית היא חיונית להצלחת ביעור הפלישה הביולוגית.

מחקרים מראים כי עמדת הציבור כלפי הפלישה הביולוגית הייתה סביבתית יותר בקבוצות ששמעו בעבר על תופעת הפלישה הביולוגית ועל נזקה [18]. שיתוף הציבור בביעור המינים הפולשים הוא אמצעי לחשיפה ולהעלאת המודעות הציבורית לתופעה. מתנדבים ובני נוער שותפים לפרויקטים מסוג זה ברחבי העולם - עוקרים צמחים פולשים בפארק בונדאלה שבסרי לנקה [35], מיני שיטה (*Acacia sp.*) בפורטוגל [28], ומיקוניה קלוונסיס (*Miconia calvensis*) באיים ראיטה וטאהה (שבדרום האוקיינוס השקט) [29]. למרות הדיווחים לגבי שיתוף מתנדבים ובני נוער בפרויקטים לביעור מינים פולשים, חסר מידע בספרות לגבי השפעת ההשתתפות בפעולת הביעור על מרכיבי האוריינות הסביבתית. בארץ נעשו פעולות מעטות לשיתוף הקהילה בפעולות של ביעור מינים פולשים, והיקפן היה קטן. לאור האמור לעיל, עולה הצורך להרחיב את הידע לגבי יעילות הביעור, הן מן ההיבט המעשי הן מן ההיבט החינוכי-הסברתי.

חולות חולון כמקרה בוחן

עיריית חולון מתכננת פארק חולות בשטח הפתוח שבדרום העיר. השטח סובל כיום ממפגעים שונים, ובהם פלישה של צמחים פולשים. מטרת התכנית היא שימור ערכי הטבע והנוף האופייניים לדיונות חול חשופות, בדגש על קיום הביוטה הפסטופילית. למען מימוש המטרות עלה צורך מדי בנקיטת פעולות לניהול משאבי הטבע בהתאם למטרות האקולוגיות. בעקבות זאת, נוצר שיתוף פעולה בין החברה להגנת הטבע ועיריית חולון, שמטרתו לבער את הצמח הפולש טיונית החולות. הצורך בביעור עתיר כוח אדם נמצא כהזדמנות לשילוב מערכת החינוך. מטרות השילוב הן לשפר את האוריינות הסביבתית של בני הנוער כלפי סביבת החולות הסמוכה לביתם ולקדם הסברה מונעת בנושא הפלישה הביולוגית. הפרויקט החינוכי סביבתי לווה במחקר שמטרתו היו: א) לפתח מודל לקביעת סדרי עדיפויות לטיפול בצמח הפולש

(התבססות); מתפשט לבתי גידול נוספים (התפשטות); משפיע על הסביבה ועל רווחת האדם (שילוב/השפעות). לאחר שמיין פולש כבר התבסס בסביבתו החדשה והתפשט בשטחים נרחבים, ניתן לבצע פעולות למזעור היקף ההתפשטות ונזקה. המשאבים העומדים לרשות המבצעים מוגבלים לרוב, ולכן עולה הצורך לתפל אותם אל המקומות הנחוצים ביותר, בהתאם למטרת הביעור. הקושי העיקרי בקביעת סדר העדיפויות המרחבי (regional prioritization) נובע מהצורך ליצור מודל רב-שכבתי שיכול לטפל במספר רב של משתנים. מודלים מהסוג הזה מטופלים לרוב באמצעות מערכות מידע גאוגרפיות (ממ"ג - GIS). בעולם יש מספר דוגמאות טובות לקביעת סדר עדיפויות מרחבי בשטחים

על קצה המזלג

- * טיונית החולות היא צמח פולש המתפשט במהירות בחולות מישור החוף, תוך גרימת נזקים לחי ולצומח בבית הגידול החולי, אך המשאבים לביעורו מוגבלים.
- * לפעולות ביעור הצמח הפולש בחולות חולון נבנה מודל שקבע סדר עדיפות מרחבי, וסייע ביעול פעולות אלה.
- * פעולות הביעור היו יעילות מאוד באזורים שהטיונית צמחה בהם בדלילות, אך לא היו יעילות באזורים שהטיונית צמחה בהם בצפיפות.
- * פעולות ביעור הצומח נעשו על-ידי תלמידי חטיבות ביניים מחולון, ששיתופם השיג מטרה נוספת - העלאת האוריינות הסביבתית שלהם.
- * המאמר מציג קשר בין מדע ועשייה למען שמירת טבע, ומדגים את חשיבות השילוב בין מדע וחינוך.

נרחבים, וביותר ממין פולש אחד [20, 34, 36, 40]. בישראל הוצע סדר קדימויות לאומי לטיפול במינים פולשים, שהתבסס על רמת הסיכון של המין הפולש ועל שלב הפלישה שהוא נמצא בו בארץ [4, 3]. הואיל ושמירת משאבי הטבע והנוף היא הסיבה העיקרית להתמודדות עם צמחים פולשים בשטחים הפתוחים, ישנה חשיבות רבה לקביעת סדרי עדיפות גם על בסיס קריטריונים מרחביים-ערכיים. ככל הידוע לנו, טרם התבצעו בארץ פעולות ביעור המבוססות על קביעת סדר עדיפויות מרחבי. במחקר זה נעשה ניסיון להתמודד עם האתגר.

לקדמותו, וסיכויי הצלחת ההשבה גבוהים יותר. ההנחה שנוף טבעי ערכי יותר מנוף הסובל ממפגעים חזותיים ברורה. כמו כן, עדיף כמובן להשקיע את המשאבים בליבה המיועדת לשימור בהשוואה לשטחים המיועדים לפיתוח (שכונות מגורים או פארק אינטנסיבי [ברמת פיתוח גבוהה]). לפי שיטה זו, פוטנציאל השטח הערכי ביותר שווה ערך ל-11 נקודות, המייצגות חולות חשופים מצומח (3 נקודות), שיש בהם צפיפות נמוכה של המין הפולש (3 נקודות), שמראם טבעי (2 נקודות) ושמיועדים להיות ליבת השטח המיועד לשימור (3 נקודות). ערך המצולע הנמוך ביותר שווה ל-4 נקודות, המייצגות חולות מכוסים בצומח צפוף (1 נקודה), שיש בהם צפיפות גבוהה של המין הפולש (1 נקודה), מופרים (1 נקודה) ושמיועדים לפארק אינטנסיבי (1 נקודה).

ביעור טיונית החולות

בפרויקט השתתפו שלושה בתי ספר בשכבות חטיבת הביניים: אלון, ארן ואילון, סך הכול כ-750 תלמידים. הפעילות התבצעה במהלך חודש מרץ (2010), בין מועדי הפריחה, ובזמן ששונות העלים היו ניתנות לעקירה בידיים. נוסף לתלמידי בתי הספר פעלו בשטח עוד כ-250 בני נוער מתנדבים, שגויסו לפעולה במסגרת יום המעשים הטובים. זמן השהייה של המתנדבים היה דומה לזה של תלמידי בתי הספר. מפות צפיפות הטיונית המוצגות בפרק התוצאות כוללות גם את עמלם של המתנדבים. הצמחים שנעקרו הושארו באתר העקירה. סקר חוזר לבדיקה של השפעת הפעילות על צפיפות טיונית החולות נערך בנובמבר 2010.

באופן שיביא לתועלת מרבית מבחינת שמירת הטבע בחולות; ב) לבחון את יעילות פעולות הביעור על-ידי בני נוער; ג) לבחון את השפעת הפרויקט על מרכיבים שונים של האוריינות הסביבתית (ידע, עמדה סביבתית ומוכנות לעשייה) בקרב בני הנוער, בדגש על תופעת הפלישה הביולוגית ועל שימור חולות מישור החוף. במאמרה נציג את תוצאות המחקר של השנה הראשונה לפרויקט.

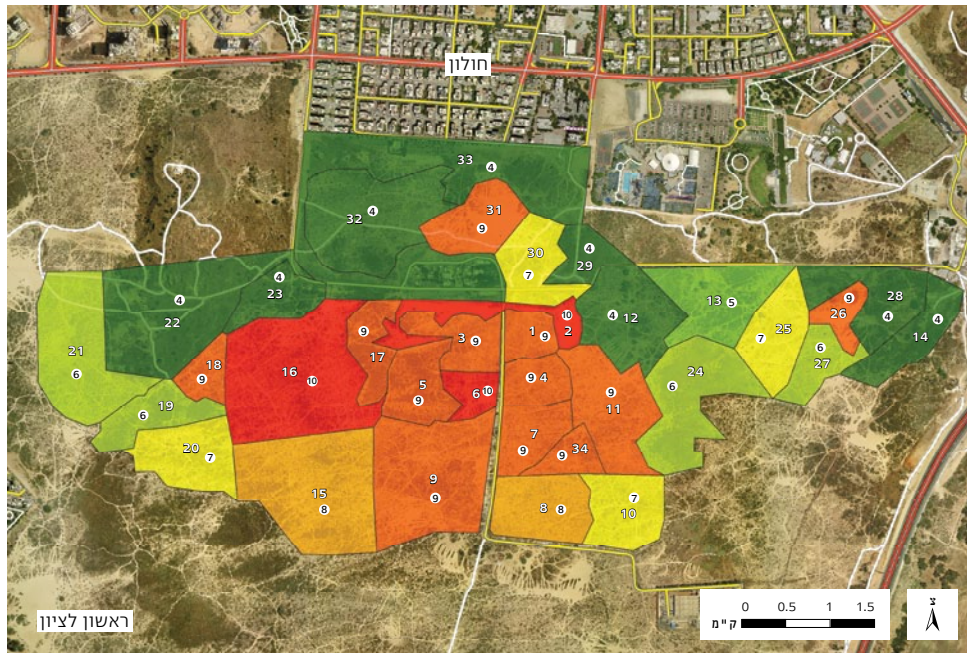
שיטות

כלי לקביעת סדר עדיפויות לביעור טיונית החולות

קביעת סדר העדיפויות המרחבי נקבעה על בסיס נתוני סקר שדה (נובמבר 2009) ועיבודם ליצירת מפת סדר עדיפויות לטיפול (איור 1). העיבוד נעשה בכלים ובשיטות של ממ"ג במכון דש"א. גודל השטח שנסקר הוא כ-1,340 דונם, שכוללים את מרחב פארק החולות המתוכנן, את סביבתו ושטחי שוליים צמודים אליו.

סדר העדיפויות נקבע על פי עקרונות מקובלים [24, 25, 30], והתאמת הרלוונטיות שלהם למטרות השימור של חולות מישור החוף. ארבעה משתנים נבדקו בסקר שדה - צפיפות צומח טבעי, צפיפות טיונית החולות, רמת טבעיות ופוטנציאל סטטוטורי לשימור. ארבעת המשתנים ורמות המדרג לכל משתנה מתוארים בטבלה 1. היסוד ההגיוני לקביעת רמת המדרג של צפיפות הצומח נובע ממטרת הדגל של שמירת הטבע בחולות - שמירה על אוכלוסיות המינים הפסמופיליים. ההנמקה לרמת המדרג של רמת צפיפות טיונית החולות הייתה שככל שאוכלוסיית הצמח הפולש מעטה יותר, נדרשים פחות משאבים כדי להשיב את המצב

איור 1. סדרי עדיפות לטיפול בצמח הפולש טיונית החולות מדרום לחולון לשנת 2010 במפה מוצג בצבע ובמספר (מסומן בעיגול) הערך המצרפי של ארבעת המשתנים (רמת טבעיות, צפיפות צומח טבעי, צפיפות טיונית החולות ופוטנציאל סטטוטורי לשימור). אורתופוטו:עיריית חולון. קנ"מ הפקה: 1:8,500



סדרי עדיפות לטיפול					
10	9	8	7	6	5
4	3	2	1	0	0

דרגת הערך ©

חזית המחקר

טבלה 1. מדרג סדר עדיפויות לטיפול על פי סולם סדר

מאפיין	עוצמת התופעה	נקודות	חיאור רמת המדרג
צפיפות צומח טבעי	נמוכה	3	צפיפות > 20%
	בינונית	2	צפיפות בשיעור שבין 20 ל-60%
	גבוהה	1	צפיפות < 60%
צפיפות טיונית החולות	נמוכה	3	פרטים בודדים במרחב
	בינונית	2	נוף מוכתם חלקית
	גבוהה	1	נוף נשלט ורציף
טבעיות	טבעי	2	ללא מפגעי תכסית
	מופר	1	מפגעי תכסית הפוגעים בחוויית הבראשית
פוטנציאל סטטוטורי לשימור	ליבה	3	שימור נוף ברמה הגבוהה ביותר
	אקסטנסיבי	2	שימור נוף בשטחי מעבר בין הליבה לפארק הפעיל ולנוף העירוני
	אינטנסיבי	1	ייעודי קרקע שאינם מיועדים לשימור נוף טבעי

ההיבט החינוכי

שילוב בני הנוער בפעילות כלל שיעור בכיתה, פעילות בשטח ותגמול. השיעור (45 דקות) ניתן כחודש לפני היציאה לשטח, ומטרתו הייתה ליצור את המוטיבציה לפעולה. פעילות התלמידים בחולות ערכה כשעתיים וחצי. בזמן זה עקרו התלמידים את הצמח הפולש, ישבו לנוח בהתאם לצורך, ונהנו מפעילויות סביבתיות נוספות. כגמול על תרומתם לשמירת הטבע בחולות, ניתן לתלמידים כרטיס כניסה לפארק המים ימית 2000.

שיטת המחקר התבססה על השוואת סקר בנושאי סביבה בין קבוצת מחקר (תלמידים שנכחו בשיעור ההכנה בכיתה והשתתפו ביום היציאה לשטח) לקבוצת ביקורת (תלמידים שלא השתתפו בפרויקט - כיתות מקבילות באותה השכבה). בסקר השתתפו כיתות ז-ט בחטיבות הביניים אלון וארן בקריית שרת. החלוקה בין קבוצת המחקר לקבוצת הביקורת בכל שכבת גיל הייתה דומה. שני בתי הספר מנוהלים על-ידי אותו המנהל, והרקע של לימודי הסביבה בשני בתי הספר דומה. הניתוח הסטטיסטי כלל 600 שאלונים תקינים, מתוכם 267 שאלונים מקבוצת המחקר ו-333 שאלונים מקבוצת הביקורת. הסקר נערך פעם אחת, כחודש לאחר היציאה לשטח. ההיגדים התבססו על סקרים סביבתיים קודמים^[2], אך הותאמו לצורכי מחקר זה. ההיגדים התמקדו בנושאי שמירת טבע בחולות ובתופעת הפלישה הביולוגית. כמו כן, כלל הסקר היגדים ממרכיבים שונים של האוריינות הסביבתית: ידע, עמדה סביבתית ומוכנות לעשייה (אקטיביזם). הסקר כלל 18 היגדים זהים לקבוצת המחקר ולקבוצת הביקורת, ועוד ארבעה היגדים שהופנו לקבוצת המחקר בלבד. התלמידים התבקשו לסמן בעיגול את מידת הסכמתם עם ההיגדים, בערכים של 1 (בכלל לא נכון) עד 6 (נכון מאוד).

ניתוחים סטטיסטיים התבצעו בתוכנת JMP. השוואה בין קבוצת מחקר לביקורת התבצעה לכל משתנה בנפרד על-ידי מבחן

אפרמטרי Wilcoxon Rank Sum Test (למשתנה אורדינלי) ברמת מובהקות של 5%. השוואת ממוצעים לערך המצרפי של ההיגדים (סה"כ נקודות לשאלון) התבצעה על-ידי מבחן t ברמת מובהקות של 5%. הניתוח הסטטיסטי התבצע לאחר קידוד הערכים בשאלות שערך גבוה בתשובה עליהן מאפיין רמת אוריינות נמוכה.

תוצאות

תוצאות אקולוגיות

בסך הכול טופלו בשנת 2010 כ-541 דונם במסגרת הפרויקט, שכ-87% מתוכם דורגו ברמת עדיפות של 8 ומעלה (איורים 1, 2, 3). תוצאות הטיפול ניכרות בנוף הפארק (איורים 2, 3): צפיפות הטיונית ב-100% מהשטח שהייתה בו בצפיפות בינונית - 300 דונם בקירוב - פחתה לצפיפות דלה (איור 2). הפעולות הביאו לסילוק כמעט מוחלט של פרטים בוגרים בשטח של כ-200 דונם נוספים, שהטיונית צמחה בהם בצפיפות דלה טרם הפעולות בשטח. לעומת זאת, יעילות הטיפולים הייתה נמוכה מאוד בשטחים שצפיפות הטיונית בהם הייתה גבוהה מלכתחילה. למעשה, שטחים אלה נותרו בדרגת צפיפות בינונית עד גבוהה גם לאחר הטיפול. על בסיס גודל השטחים ומספר התלמידים שפעלו בכל דרגת צפיפות של הצמח הפולש (בממוצע של 30 תלמידים לכיתה) חושב באופן גס ההספק הממוצע לתלמיד בשטח בצפיפות גבוהה. ההספק לא כלל שטחים שטופלו באופן נמרץ על-ידי המתנדבים. ההספק בצפיפות גבוהה היה כ-0.15 דונם ליום, והביא להתמרה של השטח מצפיפות גבוהה לצפיפות בינונית. הספק ממוצע לתלמיד בשטח בדרגת צפיפות בינונית היה כ-0.86 דונם ליום, והפחית את דרגת הצפיפות לנמוכה. ההספק הממוצע לתלמיד בשטח בדרגת צפיפות דלה היה כ-1.49 דונם ליום, והביא את השטח לכדי ביעור כמעט מוחלט.



האוריינות הסביבתית ומרכיביה

רמת האוריינות הסביבתית (הערך הממוצע לסיכום התשובות לשאלון) בקרב קבוצת המחקר הייתה גבוהה במובהק ($t < 0.0001$) בהשוואה לקבוצת הביקורת. פירוט המגמות וההבדלים במרכיבי האוריינות הסביבתית בין קבוצת המחקר לביקורת נמצא בנספח 1 (באתר כתב העת). רמת הידע של קבוצת המחקר הייתה טובה במובהק בהשוואה לקבוצת הביקורת בהיגד אחד בלבד, זה העוסק בנושא המינים הפולשים. לעומת זאת, בהיגד העוסק בייחודיות בית הגידול הציגה קבוצת הביקורת רמת ידע טובה יותר במובהק בהשוואה לקבוצת המחקר. רמת העמדה הסביבתית בקרב הנשאלים בקבוצת המחקר הייתה גבוהה במובהק ב־6 מתוך 11 היגדים. כמו כן, הנשאלים בקבוצת המחקר הביעו רמת מוכנות לפעולה (אקטיביזם) גבוהה יותר, ובאופן מובהק, בכל ההיגדים בקטגוריה זו.

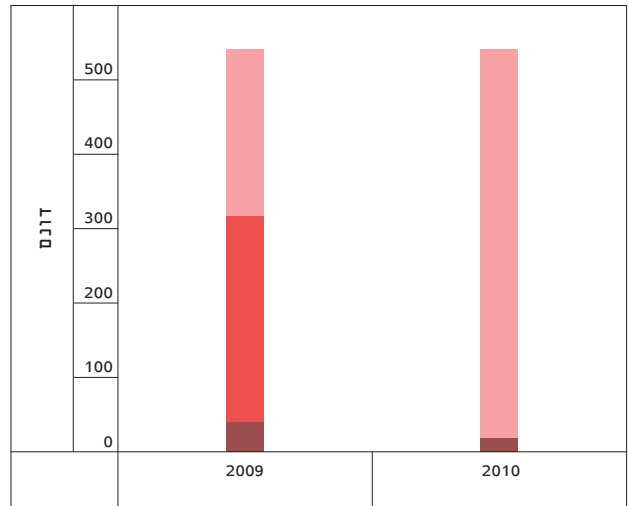
משוב קבוצת המחקר

מתוך ניתוח המשוב של קבוצת המחקר (איור 4), ניתן להבין כי רוב הנשאלים (72%) נהנו להשתתף בשיעור שניתן בכיתה. כ־65% מהנשאלים דיווחו ששאבו מוטיבציה מהפרס על עמלם (כרטיס כניסה לפארק המים ימית 2000), ומחציתם הביעו הסכמה להשתתף בעתיד בפרויקט דומה גם ללא מתן גמול או פרס.

איור 2. שינויים בצפיפות טיונית החולות בשנים 2009

(לפני הטיפול) ו־2010 (לאחריו)

צפיפות גבוהה - כיסוי רציף; צפיפות בינונית - כיסוי שהמרחק בו בין פרטים או כתמים קטן מ־30 מטר, אך אינו רציף; צפיפות נמוכה - פרטים או כתמים הנמצאים במרחק הגדול מ־30 מטר זה מזה.



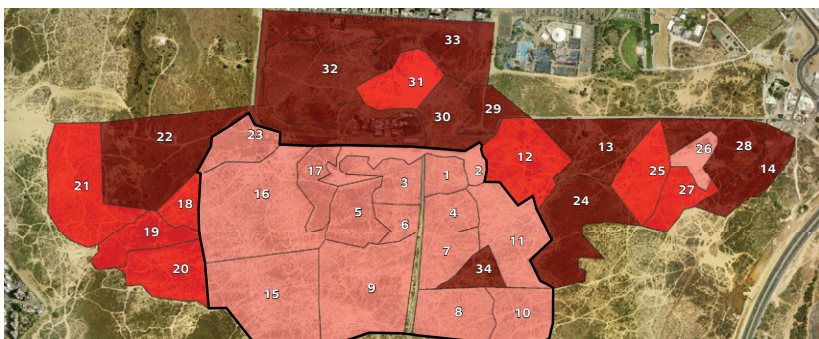
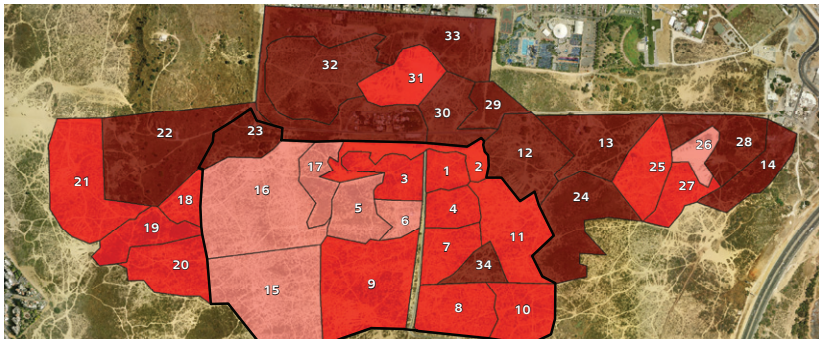
■ צפיפות גבוהה ■ צפיפות בינונית ■ צפיפות נמוכה

איור 3. מיופי השינויים בכיסוי טיונית

החולות בין השנים 2009 (למעלה) ל־2010 (למטה)

צפיפות גבוהה - כיסוי רציף; צפיפות בינונית - כיסוי שהמרחק בו בין פרטים או כתמים קטן מ־30 מטר, אך אינו רציף; צפיפות נמוכה - פרטים או כתמים הנמצאים במרחק הגדול מ־30 מטר זה מזה. קו שחור תוחם את השטח שטופל בשנת 2010. אורתופוטו: עיריית חולון.

קנ"מ הפקה: 1:11,000



צפיפות טיונית החולות
 ■ גבוהה ■ בינונית ■ נמוכה
 □ חוטם העבודה בפועל

0 250 500 ק"מ

דיון

כלי לקביעת סדרי קדימויות לביעור צמחים פולשים

הליך קביעת סדרי עדיפויות לטיפול במינים פולשים הוא חשוב בייחוד בישראל, שהמשאבים המוקצים בה לשמירת טבע מוגבלים. קביעת סדר העדיפויות המרחבי נמצאה יעילה לביעור טיונית החולות על-ידי בני הנוער. קביעת סדר העדיפויות המרחבי אפשרה את מיקוד כוח העבודה בשטח קטן יחסית (38% משטח הסקר). בהמשך המחקר אנו מתכוונים לבחון הרחבה של הכלי לקביעת סדר העדיפויות המרחבי לקנה מידה לאומי על-ידי שימוש בכלים של חישה מרחוק.

ההיבט היישומי והאקולוגי

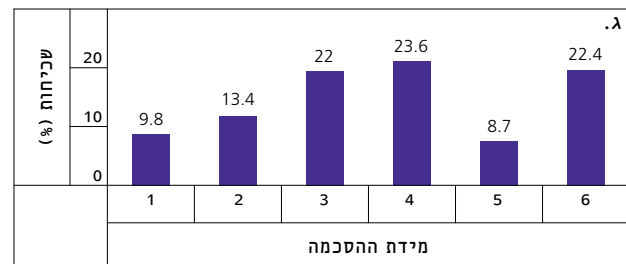
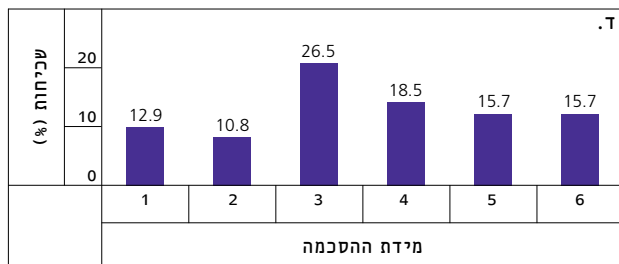
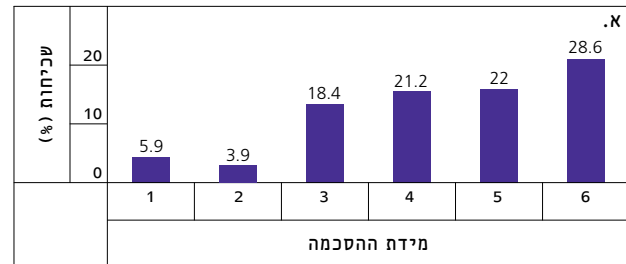
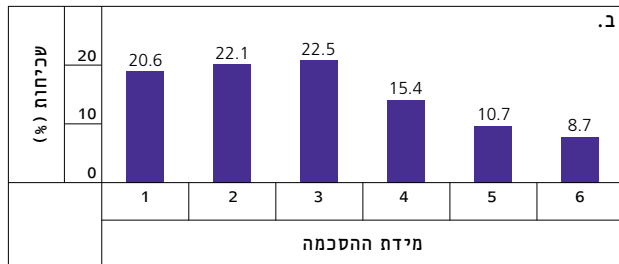
תוצאות עבודות העקירה ניכרות בשטח. ב-100% מהשטחים שצפיפות הטיונית בהם הוגדרה כבינונית, 300 דונם בקירוב, ירדה דרגת הצפיפות מבינונית לדלה. שטחים שהיו בדרגת צפיפות נמוכה טרם פעולות הביעור, כ-200 דונם בקירוב, נראים נקיים יותר יחסית לתחילת הפרויקט, אם כי רמת הרזולוציה של הסקר לא אפשרה לקבוע ברמה מספרית את עוצמת הביעור בשטח זה. אמנם פרטים לא מעטים חבויים לבטח בסבך הצומח המכסה את החולות ובמאגר הזרעים, אך אנו מניחים שהתמדה רב-שנתית

תאפשר לשמור על רמת צפיפות נמוכה של הצמח הפולש לאורך זמן. במהלך השנים הקרובות נמשיך לנטר את פעולות הביעור בשטח, במטרה לבחון את יעילותן לאורך זמן.

מועד הטיפול נקבע לחודשי האביב (פברואר-מרץ), כיוון שקל יותר לעקור את שושנת הצמח הצעיר לעומת צמח בוגר. למרות זאת, ישנם גם חסרונות לפעולה בחודשים אלה. החיסרון האחד קשור באיתור הפרטים ובזיהוים, בזמן שרובם כבר אינם פורחים. החיסרון השני הוא לוגיסטי, וקשור בריבוי הביטולים של ימי הפעילות עקב ימי שרב וימי גשם. מומלץ אם כן, לבחון את יעילות הטיפולים גם בתחילת הסתיו (ספטמבר-אוקטובר). בעיה לוגיסטית נוספת הקשורה בפעילות עם בתי הספר קשורה בנגישות לשטחים מרוחקים. מטבען של הדיונות, ההליכה בהן קשה. שטחים מרוחקים אינם נגישים לפעילות התלמידים, ויש לקחת את משתנה ה"נגישות לשטח" בקביעת סדר העדיפויות המרחבי.

יעילות הטיפול בשטחים שדרגת הצפיפות של הטיונית בהם גבוהה, הייתה זניחה. השטחים הללו מסכנים את סביבתם במידה רבה, ולכן יש לטפל בהם. לאור האמור לעיל, מוצע לבחון חלופה מקנית לעקירה הידנית, שתסייע גם לתיחוח החולות. השפעת רמת הייצוב של החול על רמת הפלישה החוזרת טרם נבדקה.

איור 4. משוב עבור קבוצת המחקר. פיזור שכיחויות למידת ההסכמה (1=בכלל לא נכון, 2=לא נכון, 3=לא כל כך נכון, 4=די נכון, 5=נכון, 6=נכון מאוד) בקרב הנשאלים שהשתתפו בפרויקט "עוקרים את הצמחים הפולשים ושומרים על חולות חולון" עבור ארבעה היגדים: א. הנהיית להשתתף בשיעור שניתן בכיתה על-ידי המדריך/המדריכה של החברה להגנת הטבע בנושא מינים פולשים; ב. השיעור שניתן בכיתה על-ידי המדריך/מדריכה של החברה להגנת הטבע שעמם אותי; ג. השתתפתי במבצע עקירת טיונית החולות כי הבטיחו לי את ימית 2000 כפרס בסוף הפעילות; ד. הייתי רוצה להשתתף במבצע עקירת צמחים פולשים מדיונות החול בשנה הבאה, גם אם העירייה לא תוכל לממן בתמורה כרטיס כניסה לימית 2000. מספר התצפיות להיגד נע בין 249 ל-255. הערכים מ בטאים שכיחויות.



תוצאות לפתרון בעיה אקולוגית תוך חיזוק הזיקה של הקהילה לטבע ותוך העלאת המודעות לסוגיה מורכבת כפלישה ביולוגית.

תודות

המחקר בוצע בתמיכתם של קרן ברכה, עיריית חולון, החברה להגנת הטבע והמשרד להגנת הסביבה. כתיבת המאמר התאפשרה בזכות מענק של קרן ברכה.

ברצוננו להודות למר רן גולדבלט ולמר גיא ניזרי ממכון דש"א ולד"ר בעז שחם על העזרה. כמו כן לעיריית חולון, ובמיוחד למר שלמה גיספן, לגב' אתי סלע, למנהלי מערכת החינוך ולתלמידים. תודה לד"ר אירית שדה על הערותיה מאירות העיניים.

מקורות

[1] בן-שחר ש. 2007. הפלישה הצהובה. טבע הדברים 146: 54-60.
 [2] גונן ש, נגב מ, גארב י ואחרים. 2008. אוריינות סביבתית: תוצאות מדגם מייצג במערכת החינוך בישראל. עיונים בניהול משאבי טבע וסביבה 6: 79-102.
 [3] דופור-דרור ז"מ. 2009. מיני צמחים פולשים בשטחים טבעיים בישראל: תפוצה, שלבי הפלישה, רמות איום אקולוגי והצעת סדר קדימויות לטיפול. פרסומי המרכז למדיניות סביבתית מס' 33. ירושלים: מכון ירושלים לחקר ישראל.
 [4] דופור-דרור ז"מ. 2010. הצמחים הפולשים בישראל. ירושלים: העמותה לעידוד וקידום שמירת הטבע במזרח התיכון.
 [5] טל א, קארבי י, נגב מ ואחרים. 2007. אוריינות סביבתית במערכת החינוך בישראל. ד"ח ביניים יולי 2007. באר שבע: אוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומכון הערבה ללימודי הסביבה.
 [6] יעקובי ט. 2005. עשבים פולשים - נזקם לחקלאות בישראל. מתוך חוברת תקצירי הרצאות ורשימות מינים פולשים ליום העיון בנושא פלישות ביולוגיות במערכות אקולוגיות בישראל. 31 בינואר 2005; אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.
 [7] כהן ע ובר (קוטיאל) פ. 2005. השפעת צמח בר פלשן - השיטה הכלחלה (*Acacia saligna*) על הצומח הטבעי במערכת האקולוגית של חולות מישור החוף. יער 7: 10-17.
 [8] כהן ע, קוטיאל פ, שושני מ ושו"ב מ. 2002. התפשטות שיטה כלחלה (*Acacia saligna*) בחולות ניצנים: דוגמה לחדירה ביולוגית במערכת חופית. אופקים בגאוגרפיה 55: 79-96.
 [9] כהן ע, קוטיאל פ, שושני מ ושו"ב מ. 2003. שינויי נוף בדיונות מישור החוף הדרומי של ישראל בין השנים 1965 ל-1999. אופקים בגאוגרפיה 56: 46-61.
 [10] לוין נ, בן-דור א וקדרון ג. 2003. השפעתם של גורמים אנושיים על השינויים העיתיים בקצב ההתייצבות של חולות אשדוד-ניצנים. אופקים בגאוגרפיה 57-58: 224-241.
 [11] פרבולוצקי א ודולב ע. 2003 (עורכים). הספר האדום של החולייתנים בישראל. ירושלים: רשות הטבע והגנים.
 [12] פרומקין ר, חנין ד ואידלמן ע. (עורכים). 2004. סימני חיים 2003. מרכז השל לחשיבה ומנהיגות סביבתית, מכון ירושלים לחקר ישראל והוצאת בבל.
 [13] פרלברג א, שחם ב, דולב ע ואחרים. 2006. סקר יונקים וזוחלים בחולות

אף על פי כן, מתוך תצפיות שדה, אנו משערים שקיים יחס הפוך בין שני המשתנים. זה המקום לציין את היתרון של ביעור טיונית החולות על-ידי תלמידי בתי הספר בהשוואה לעובדי קבלן. להערכתנו, הכנסת מטה גדולה של בני נוער יוצרת לחץ דריכה משמעותי בהשוואה למספר מועט של עובדי קבלן. תלמידים משתובבים בחולות, מתגלגלים בדיונות, בולשים אחר עקבות בחול, ועושים פעילויות נוספות שמשאירות את עקבותיהם בחול. לחץ הרמיסה שובר את קרומי הקרקע ומסייע לתיחוח החול. בכך משחזרים משתתפי הפרויקט את האיזון העדין שהיה קיים בעבר בין פעילות האדם, שכללה תנועה עם עדרים בחולות וכריתה של הצומח, ונדידת החול בחולות.

ההיבט החינוכי וההסברתי

הגברת המודעות הציבורית לנושא הפלישה הביולוגית עשויה לסייע במניעת ההגעה של הפולש הבא. מניעה, כאמור, נחשבת לאמצעי הזול ביותר והיעיל ביותר מבין האפשרויות להתמודד עם מינים פולשים [41]. אכן, מתוך ניתוח תוצאות הפרויקט עולה שהאוריינות הסביבתית של התלמידים כלפי המינים הפולשים הייתה שונה ובמובהק בשלושת מרכיביה - ידע, עמדה ואקטיביזם (נספח 1, באתר כתב העת). תלמידים מקבוצת המחקר הסכימו פחות עם ההנחה השגויה שמינים פולשים תורמים לטבע כמו מינים מקומיים ולכן צריך לשמור עליהם; היו מודאגים יותר מיבוא רב של מינים זרים בהשוואה לתלמידים שלא השתתפו בפרויקט; הביעו מוכנות רבה יותר ליידע את הקרובים להם בסכנה הכרוכה ביבוא מינים זרים; הביעו נכונות רבה יותר להתנדב בעתיד במבצע לביעור מינים פולשים בחולות. רמת האוריינות הסביבתית בקרב התלמידים מקבוצת המחקר הייתה גבוהה בהשוואה לקבוצת הביקורת גם לגבי נושאים הקשורים לשמירת טבע בחולות. הבדלים אלה התבטאו בעיקר בהיגדים הקשורים באקטיביזם ובחלק ניכר מההיגדים הקשורים בעמדה הסביבתית, אך לא בהיגדים הקשורים בידע. חשוב לציין שמרכיבי האוריינות במחקר זה נבדקו לאחר זמן מוגבל בלבד, וייתכן שביצוע הסקר במועד אחר ובניסוחים שונים, היה מניב תוצאות שונות. לפיכך יש מקום לבדוק אם האוריינות תימשך זמן ארוך יותר. יש להניח שכדי לבסס רמת אוריינות גבוהה לאורך זמן יש להגביר את החשיפה של התלמידים ללמידה מעשית ולחוויות בלתי אמצעיות בטבע [5], דוגמת פרויקט זה. מסיבה זו פיתחה החברה להגנת הטבע תכנית לימודים מורחבת בנושא. מומלץ לבחון את השפעת התכנית החדשה על רמת האוריינות לפני תחילת הפעילות, במהלכה ולאחריה.

לסיכום, רבות מדובר על הפוטנציאל של הקהילה המקומית להיות הסוכן השומר על הטבע בסביבתה. התוצאות המוצגות כאן מראות כי אפשר לממש פוטנציאל זה הלכה למעשה. ניתן להשיג



Combining methodologies to increase public awareness about invasive alien plants in Portugal. In: Brunel S, Uladag A, Fernandez-Galiano E, and Brundo G. (Eds). Proceedings of the 2nd international workshop on invasive plants in the Mediterranean type regions of the world; 2010 Aug 2–6; Trabzon, Turkey.

[29] Meyer JY. 2010. The Miconia saga: 20 years of study and control in French Polynesia (1988–2008). In: Loope LL, Meyer JY, Hardesty BD and Smith CW. (Eds). Proceedings of the 2009 International Miconia Conference; 2009 May 4–7; Keanae, Maui, Hawaii.

[30] Menz KM, Coote BG, and Auld BA. 1980. Spatial aspects of weed control. *Agricultural Systems* 6: 67–75.

[31] Myers JH and Bazely DB. 2003. Ecology and control of Introduced plants. UK: Cambridge University Press.

[32] Olsen KM. Pollination effectiveness and pollinator importance in a population of *Heterotheca subaxillaris* (Astraceae). *Oecologia* 109: 114–121.

[33] Randall J. 1996. Weed control for the preservation of biological diversity. *Weed Technology* 10: 370–383.

[34] Randall JM, Morse LE, Benton N, et al. 2008. The invasive species assessment protocol: A tool for creating regional and national lists of invasive nonnative plants that negatively impact biodiversity. *Invasive Plant Science and Management* 1: 36–49.

[35] Ratnayake HD, Samarakoon SPAV, and Karunaratne YGP. 2003. Case study on community participation in the management and conservation of the Bundala National Park. *Journal of the National Foundation Sri Lanka* 31: 73–78.

[36] Roura-Pascual N, Richardson DM, Krug RM, et al. 2009. Ecology and management of alien plant invasions in South African fynbos: Accommodating key complexities in objective decision making. *Biological Conservation* 142: 1595–1604.

[37] Schroeder HW. 1998. Why people volunteer. *Restoration and Management Notes* 16: 166–167.

[38] Simberloff D. 2009. We can eliminate invasions of live with them. Successful management projects. *Biological Invasions* 11: 149–157.

[39] Tidwell LS and Mark WB. 2008. Volunteering to manage rangeland weeds – Results of citizen survey in the Southwestern United States. *Rangeland* 30: 19–24.

[40] Van Wilgen BW, Nel JL, and Rouget M. 2007. Invasive alien plants and South African rivers: A proposed approach to the prioritization of control operations. *Freshwater Biology* 52: 711–723.

[41] Wittenberg R and Cock MJW. 2005. Best practices for the prevention and management of invasive alien species. In: Mooney HA, McNeely RN, Neville JA, et al. (Eds). *Invasive alien species: A new synthesis*. Washington (DC): Island Press.

מישור החוף כאמצעי להערכת מצב בתי הגידול החוליים, הגדרת החשיבות לשימורם וגיבוש אמצעי ממשק לקיומם. המשדר להגנת הטביבה והחברה להגנת הטבע.

[14] שחם ב, מנור ר וכהן ע. 2009. השפעות צומח פולש על מכרסמים וזוחלים בחולות החוף: מידע קיים ותכנית לממשק ולניטור. הכנס ה-46 של העמותה לזואולוגיה בישראל; 13 בדצמבר 2009; חיפה: אוניברסיטת חיפה.

[15] שמידע א. 1982. הצמחים האנדמיים בארץ ישראל. מתוך עלון רת"ם 3: 47–3.

[16] Awang MB and Monaco TJ. 1978. Germination, growth, development, and control of camphorweed (*Heterotheca subaxillaris*). *Weed Science* 26: 51–57.

[17] Baskin JM and Baskin CC. 1976. Germination dimorphism in *Heterotheca subaxillaris*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 103: 201–206.

[18] Brenner A and Park K. 2007. Public attitudes to the management of invasive non-native species in Scotland. *Biological Invasions* 139: 306–314.

[19] Couvet D, Mihaliak CA and Lincoln DE. 1990. Genetic and environmental effects on life history of a facultative biennial, *Oikos* 57: 161–166.

[20] Darin GMS, Schoeig S, Barney JN, et al. 2011. WHIPPET: A novel tool for prioritizing invasive plant populations for regional eradication. *Journal of Environmental Management* 92: 131–139.

[21] Dewey SA, Jenkins MJ and Tonioli RC. 1995. Wildfire suppression: A paradigm for noxious weed management. *Weed Technology* 9: 621–627.

[22] Garcia-Liorente M, Martin-Lopez B, Gonzalez JA, et al. 2008. Social perceptions of the impacts and benefits of invasive alien species: Implications for management. *Biological Conservation* 141: 2969–2983.

[23] Genovesi P and Shine C. 2003. European strategy on invasive alien species. *Nature and Environment* 137: Council of Europe Publishing.

[24] Higgins SI, Richardson DM and Cowling RM. 2000. Using a dynamic landscape model for planning the management of alien plant invasions. *Ecological Applications* 10: 1833–1848.

[25] Hobbs RJ and Humphries SE. 1995. An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conservation Biology* 9: 761–770.

[26] Kutiel (Bar) P. 2001. Conservation and management of the Mediterranean coastal sand dunes in Israel. *Journal of Coastal Conservation* 7: 183–192.

[27] Manor R, Cohen O, and Saltz D. 2008. Community homogenization and invasiveness of commensal species in Mediterranean afforested landscapes. *Biological Invasions* 10: 507–515.

[28] Marchante E, Marchante H, Morais M, and Freitas H. 2010.

