



# בלימת התפשטות הצמח הפולש שיטה כחלחלה בגן לאומי הרי יהודה

עודד כהן<sup>1</sup> \* | עידן קופלר<sup>1</sup> | יהל פורת<sup>2</sup> | שני גלייטמן<sup>2</sup>  
מנחם פריד<sup>3</sup> | אילן שיפמן<sup>3</sup> | אנה טרכטנברוט<sup>4</sup> | דרור פבזנר<sup>5</sup>

1 המעבדה לצמחים פולשים, מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרין  
2 מחלקת אקולוגיה, אגף ייעור, קק"ל  
3 רשות הטבע והגנים  
4 אגף מגוון ביולוגי ושטחים פתוחים, המשרד להגנת הסביבה  
5 אגף מים ונחלים, המשרד להגנת הסביבה  
\* odedic@gmail.com

## תקציר

בשנים האחרונות הולך ומצטבר ידע רב בנושא מיני הצמחים הפולשים בישראל, אולם הניסיון ליישם ממשק לטיפול בפלישות קיימות דל, ובלא מעט מהמקרים התקבלו תוצאות חלקיות בלבד. אנו סבורים כי היעדר מתווה מוסדר לקבלת החלטות ולביצוען הוא אחד הגורמים המרכזיים המונעים טיפול יעיל יותר במיני צמחים פולשים. מאמר זה סוקר את מיזם הבלימה של התפשטות השיטה הכחלחלה בגן לאומי הרי יהודה, ומציג לראשונה מתווה לממשק פעיל ארוך טווח לטיפול בצמחים פולשים באזור בעל רגישות אקולוגית ונופית.

במקרה הנדון, מטרת המיזם היא שימור משאבי הטבע, הנוף והמורשת מפני פלישה והשתלטות של הצמח הפולש שיטה כחלחלה. לצורך השלמת פערי המידע לקראת ממשק פעיל, נערך מיפוי אזורי של מאפייני הפיזור והצפיפות של השיטה הכחלחלה. כמו כן, נעשה מחקר מקדים לבחינת העלות והיעילות של חלופות ממשק שונות ובתנאי קושי שונים לביצוע. בהתבסס על השלמת פערי המידע ומגבלות תקציב, נבחר היעד האסטרטגי של בלימת התפשטות הפלישה כיעד מרכזי לביצוע. בשלב הבא נכתבה תוכנית פעולה אזורית כנגזרת ממטרת המיזם ומהיעד האסטרטגי. נקודת המוצא לקראת הביצוע הייתה שתוכנית הפעולה ישימה וכדאית. השלב הביצועי החל בינואר 2018 וכלל שני שלבים: כריתת העצים הבוגרים והדברת הגדמים בשנה הראשונה, ולאחריהן טיפול מחזורי בהתחדשויות של חוטרי גזע, חוטרי שורש וזריעים. המיזם לווה בניטור, ותוצאותיו הראו יעילות גבוהה של שיטת הכריתה והדברת הגדמים בקטילה של העצים הבוגרים וההתחדשויות בחלקות המטופלות. לצורך בחינת יעילות המיזם בבלימת המין הפולש נערך ניטור של קבוצות עצים בודדות של עצי שיטה במרחב, שנמנע מהן הטיפול לצורכי ביקורת. הממצאים הראשוניים הראו שבהיעדר טיפול השיטה הכחלחלה ממשיכה להתפשט בסביבה, ככל הנראה בעקבות ממשק דילול האורנים. מדדי ההתחדשות בחלקות מחקר מול חלקות הביקורת מלמדים על יעילות גבוהה של המיזם בבלימת התפשטות הצמח הפולש – היעד המרכזי של מיזם זה. שיתוף פעולה בין הגופים קובעי המדיניות והמנהלים את השטחים הפתוחים הוכח כמכפיל כוח בהשגת היעד. המיזם מוכיח כי מתווה פעולה המבוסס על ידע אקולוגי ועל הבנה מקצועית הוא הבסיס להצלחה בחזית ההתמודדות עם צמחים פולשים.

### מילות מפתח

הדברה, מינים פולשים, ממשק, פלישה ביולוגית

## רקע

עדויות יערנים ופקחים המכירים היטב את אזור הרי ירושלים מסתבר כי המין הפולש החל להתפשט ברציפות על המדרון שמצפון לכביש 1 בעקבות השרפה שהתרחשה בשער הגיא ב-1995 (מנחם פריד, מידע אישי). נכון להיום המין מכסה שטחים נרחבים בגן הלאומי. המשרד להגנת הסביבה יחד עם רט"ג וקק"ל שמו להם למטרה לבלום את התפשטות השיטה הכחלחלה במטרה לשמר את משאבי הטבע, הנוף והמורשת באזור. המיזם ממומן על ידי הקרן לשמירה על שטחים פתוחים של רשות מקרקעי ישראל. המאמר הנוכחי סוקר את הליך קבלת ההחלטות והביצוע שלב אחר שלב, ומציג מתווה ליישום ממשק פעיל לטיפול בצמחים פולשים, שניתן יהיה להשתמש בו במיזמים עתידיים מסוג זה.

### עקרונות המתווה לטיפול אזורי בצמחים פולשים

המתווה המוצע לטיפול אזורי בצמחים פולשים מבוסס על מדריכים קיימים (Radosevich et al., 2005; Darin et al., 2011; Miller et al., 2013; IUCN, 2018; U.S. Fish and Wildlife Service and California Invasive Plant Council, 2018) וניסיון שנצבר בתחום הממשק של מינים פולשים (Davies and Sheley, 2003; Zimmermann et al., 2011; Forsyth et al., 2012; Hohmann et al., 2013; Robison et al., 2013; Mostert et al., 2018). כמו כן, המתווה מאגד עקרונות שנכתבו לקראת ביצוע המיזם הנדון ובמהלכו, ותובנות שגובשו בעקבותיו. המתווה כולל שמונה שלבים (איור 1): **השלב הראשון** הוא שלב הגדרת המטרות. טיפול במינים פולשים אינו עומד בפני עצמו כמטרה ראויה, והטיפול נעשה כתכלית להגנה על בריאות האדם, על הסביבה ועל הכלכלה. מיזם ללא תכלית עלול להוביל לבזבז משאבים שלא לצורך. כדי לממש את מטרת המיזם יש להציב יעדים אסטרטגיים לפעולה, אולם כדי שתתאפשר בחירת יעד אסטרטגי מציאותי ובר-השגה עולה הצורך בהשלמת פערי מידע, וזה **השלב השני** של המיזם. שלב זה כולל איסוף ועיבוד של נתונים איכותיים וכמותיים הנוגעים למאפייני הפיזור והדינמיקה של המין הפולש ובחינת הממשקים החלופיים, יעילותם ועלותם הכלכלית. ממשק מוצלח מתחיל בבחירה נכונה של היעדים האסטרטגיים (Zimmerman et al., 2011; Fletcher et al., 2015; IUCN, 2018), וזה **השלב השלישי** במיזם. בחירה לא נכונה עלולה להוביל לחריגה תקציבית ובסופו של דבר לבזבז משאבים ולכישלון. מגוון יעדים אסטרטגיים מפורטים בתיבת טקסט 1.

עמידה ביעדים אסטרטגיים מחייבת כתיבה של תוכנית פעולה, וזה **השלב הרביעי** במתווה. תוכנית הפעולה צריכה לכלול סדר עדיפות אזורי לטיפול, שיטות ושלבים לביצוע לפי תוכנית רב-שנתית, מפרטים לביצוע, תוכנית ניטור ותכנון תקציבי לכל המרכיבים הללו. המעבר בין תוכנית הפעולה לביצוע צריך להתקיים אך ורק לאחר **השלב החמישי**, שנעשית בו בחינה מחודשת של ישימות המיזם והתועלת הצפויה ממנו. בשלב זה על מקבלי ההחלטות לוודא שמתקיימות שתי הנחות יסוד: האחת, שהשקעת המשאבים כפי שמפורטת בתוכנית הפעולה להשגת היעדים אכן עשויה לתרום תרומה ממשית למטרת המיזם,

האמרה העתיקה 'מניעה טובה מטיפול', נכונה בוודאי לא רק לבריאות האדם אלא גם לבריאות הסביבה, קל וחומר כאשר מדובר בטיפול במינים פולשים שיוצרים איום לשמירה על המגוון הביולוגי העולמי (Bellard et al., 2016) ולשירותי המערכת האקולוגית (Walsh et al., 2016). אך מה עושים כאשר המין הפולש כבר מבוסס, מתרבה ומפיץ עצמו בקצב מהיר ובהיקף גדול? בשנים האחרונות הולך ומצטבר ידע רב על הצמחים הפולשים בישראל (דפור-דרור 2010, 2019), אך למרות המידע הרב עדיין חסר מתווה מוסכם לפעולה. במאמר זה המונח "מין פולש" מתייחס למין זר שמתפשט בקצב מהיר בשטח רציף או במספר רב של מוקדים, ומעמיד בהם אוכלוסיות צפופות (כהן ורוב, 2015). למיטב ידיעתנו, ישנם לא מעט מיזמים בארץ, שמבוצעים מבלי שנקבעו להם יעדים בני-השגה, ללא אסטרטגיות פעולה, מבלי שנבחנו ממשקים חלופיים להשגת היעדים, וללא תוכנית כלכלית ארוכת טווח. בהיעדר מתווה מוסדר, מיזמים מתחילים לעיתים בתרועה גדולה ומסתיימים בדממה דקה, בבזבז יקר של משאבים ובפלישה חוזרת. זה המקרה למשל של המאמצים לבלימת התפשטות טיונית החולות (*Heterotheca subaxillaris*) בחולות חולון. המיזם הזה היה הראשון מסוגו בארץ, שנכתבה בו תוכנית בלימה אזורית המבוססת על היררכיית חשיבות לטיפול, אם כי בשטח קטן יחסית (כהן ורוטשילד, 2012). ממשק המבוסס על גיוס בתי ספר לעקירה של הצמח הפולש הוכיח את יעילותו, אולם בהיעדר תוכנית כלכלית ארוכת טווח למימון העלויות הכרוכות בגיוס בתי הספר, וללא התחייבות כספית של הנוגעים בדבר מבעוד מועד, המימון נפסק והצמח הפולש חזר לכסות את החלקות המטופלות (מידע אישי, עודד כהן).

השיטה הכחלחלה (*Acacia saligna*), עץ קטן ירוק-עד, נמנית על קבוצת מיני השיטה האוסטרליים המוכרים בעולם כפולשים בעייתיים ביותר (Le Maitre et al., 2011). מין זה ניטע בישראל עוד בתקופת המנדט הבריטי לצורך ייצוב קרקעות במישור החוף, במדרונות טבריה, נצרת ושער הגיא לאורך כביש 1 העולה לירושלים (כהן ושות', 2002). מאז הוא מתפשט בקצב מהיר ובהיקף גדול בעיקר במישור החוף (Kutiel (Bar) et al., 2004), שם נמצא שהוא מביא לדחיקה של מיני צומח (Cohen and Bar (Kutiel), 2017) וחי (Manor et al., 2008) מקומיים.

החלק הצפון-מערבי של גן לאומי הרי יהודה כולל במערב פרוזדור ירושלים את שני צידי כביש 1, בין מחלף שער הגיא למחלף שורש, ונכלל בשטחם של יער הקדושים ויער נווה אילן. הגן הלאומי מקיים ערב רב של משאבי טבע, נוף ומורשת, ובכלל זה את שלוחת 'משלטים' מצפון לכביש 1 ואת שלוחת 'שיירות' מדרום. השלוחות האלה חולשות על הדרך לירושלים, ויוצרות "שער כניסה" לבאים ממרכז הארץ לעיר הבירה. הערכיות הנופית והאקולוגית של האזור, כפי שהוערכה בתוכנית הממשק ליער הקדושים (פורת ושות', 2013) גבוהה ביותר. בתוכנית הוגדרה שלוחת שיירות כאזור לשימור ערכי טבע ייחודיים (חורשים מפותחים) ולשימור ערכי מורשת ותצורות נוף ייחודיות (משלטי תש"ח, חורשות "מסרק" של אורנים, טרסות ובוסתנים). הגן הלאומי מנהל בשיתוף קק"ל ורשות הטבע והגנים (רט"ג). מתוך

תפקידו המרכזי של הניטור להכווין את מאמצי הטיפול בזמן ובמרחב ולדאוג במקרה הצורך שהביצוע יהיה מדויק. ממצאי הניטור הם הבסיס לדיווח ולפרסום הממצאים – **השלב השמיני** והאחרון במתווה. הדיווח והפרסום חשובים מאוד לצמצום פערי המידע ולהבניית בסיס ידע בארץ ובעולם. חשוב שכל השלבים המתוארים לעיל ילוו על ידי בעלי מקצוע בתחום של ממשק לטיפול במינים פולשים, שיש להם ידע בסיסי נרחב ומקיף וניסיון מעשי בתחום.

והשנייה, שקיים מקור מימון לעלויות הכרוכות במימוש התוכנית, בייחוד כשמדובר במיזם ארוך טווח. לאחר אימות ההנחות האלה ניתן להתקדם ל**שלב השישי**, שהוא השלב הביצועי. שני גורמים מרכזיים נדרשים להצלחת הביצוע של המיזם, האחד – פיקוח צמוד, והשני – מקצועיות של הקבלן המבצע, ובעיקר זה נאמנות ויכולות ביצועיות גבוהות. **השלב השביעי** במתווה כולל ניטור תוצאות ההדברה לפי תוכנית שנקבעה מראש, ומטרתו איסוף נתונים איכותיים וכמותיים למדידה של יעילות הביצוע בהשגת המטרות והיעדים של המיזם.

**ביעור (eradication)** – סילוק המין הפולש באופן מוחלט באתר מסוים, לרבות אמצעי ההפצה בלימה (containment) – מניעת ריבוי של הצמח הפולש והתפשטותו מעבר לגבולות מוגדרים מראש מניעת כניסה (exclusion) – שימור גבולות מוגדרים ללא נוכחות של הצמח הפולש (משמעות הפוכה ביחס לבלימה) דיכוי ארוך טווח של האוכלוסייה, בעיקר באמצעים ביולוגיים (permanent reduction of a population or its vigor) – פגיעה באוכלוסיות, לרוב באמצעות הדברה ביולוגית ממשק ארוך טווח (long-term management) – מכלול פעולות הנעשות לאורך זמן במטרה להפחית את גודל האוכלוסייה אפחות נזקים/הכלה (mitigation) – מכלול פעולות המצמצמות את השפעת המין הפולש בדגש על יצירת תנאים המשפרים את כשירות האוכלוסיות המקומיות, לרבות פעולות ממוקדות ועתירות משאבים שמטרתן **שיקום (restoration) ושחזור (rehabilitation)**

**ביעור** הוא פעולה קצרת טווח להעלמת הצמח המפולש מאתר מסוים, לרבות אמצעי הפצה. פעולה זו מתאימה לטיפול באוכלוסיות קטנות ומקומיות, וקשה מאוד לביצוע כאשר המין הפולש מתאפיין בבנק זרעים עמיד ומאריך חיים. לעיתים, כשלא ניתן לבער את המין הפולש מהשטח, עומדת האפשרות ל**בלום** את ההתפשטות וההצטופפות של האוכלוסייה הפולשת באזור מסוים. הנחת היסוד לפעולה כזו היא מחויבות להתערבות במשך שנים רבות ובעצם לזמן בלתי מוגבל. בניגוד ל**בלימה** המתמקדת בהגדרת גבולות שהמין אינו מתפשט מהם החוצה, **מניעת כניסה** היא פעולה המתמקדת בשימור אזור מפלישה של המין הפולש פנימה. **מניעת כניסה**, כמו בממשק בלימה היא לזמן בלתי מוגבל. **דיכוי ארוך טווח של האוכלוסייה**, בעיקר באמצעים ביולוגיים, מתייחס לרוב לשימוש בהדברה ביולוגית ככלי ממשק. המגבלה המרכזית של יעד זה היא באפשרות לאקלום אויב טבעי זמין ואפקטיבי, אולם לאחר האקלום נדרשת התערבות מעטה בלבד, ויש צורך בעיקר ניטור. **ממשק ארוך טווח** מתייחס למכלול פעולות לצמצום אוכלוסיית המין הפולש. נציין כאמור, שגם ממשק בלימה וממשק מניעת כניסה נעשים בעזרת ממשק פעיל ארוך טווח, אך אינם מתיימרים להביא להקטנת האוכלוסייה אלא לשמר מצבים קיימים.

Zimmerman et al., 2011; Fletcher et al., 2015; IUCN, 2018

**Text Box 1**

**Strategic goals for managing invasive plants that are already established in their new environment**

**תיבת טקסט 1**

**יעדים אסטרטגיים לממשק צמחים פולשים לאחר שכבר ביססו עומדים בסביבתם החדשה**

## בלימת התפשטות השיטה הכחלחלה בגן לאומי הרי יהודה – שלבי המתווה

### א. הגדרת מטרות

מקבלי ההחלטות המעורבים במיזם זה רואים בהשתלטות השיטה הכחלחלה איום לשימור משאבי הטבע, הנוף והמורשת באזור. אם כן, מטרת המיזם היא להגן על חברות הצומח המקומיות ועל היער הנטוע מפני פלישה והצטופפות של הצמח הפולש.

### ב. השלמת פערי מידע

לצורך השלמת פערי המידע נערך מיפוי אזורי של פיזור השיטה הכחלחלה ומחקר מקדים. המיפוי התבסס על נתוני עומדי היער של קק"ל שנצפתה בהם בעבר שיטה כחלחלה באזור זה, ועל סקר שדה נוסף שנעשה בהליכה רגלית ובנסיעה בשטח. צפיפות העצים בכל תא שטח הוערכה חזותית על ידי הסוקרים ומופתה על גבי תצלום אוויר. ממצאי סקר צפיפויות השיטה שורטטו באופן וקטורי בממ"ג והומרו לאחר מכן לשכבה רסטריית. ממצאי הסקר הראו שהשיטה הכחלחלה מכסה 25% מהשטח שנסקר ביערות הקדושים ובנווה אילן. 71% מהשטח המאולח בשיטה כחלחלה היה מכוסה בצפיפות נמוכה של עצים, כלומר עד שלושה עצים לדונם. צפיפות בינונית של 3 עד 12 עצים אפיינה 17% מהשטח המאולח, ובכל שאר השטח (12%) הצפיפות הייתה גבוהה (מעל 12 עצים לדונם).

מטרת המחקר המקדים הייתה לבחון את השימות, היעילות והעלות הכספית של שיטות הדברה מוכרות (דפור-דרור 2019; Miller et al., 2013): 'קידוח ומילוי' של עצים בוגרים, כלומר קידוח הגזעים ומילוי הקדחים בתכשיר הדברה, 'ב'שוטגן' (מיוצר על ידי אדמה אגן ומכיל 240 גרם לליטר של החומר הפעיל Imazapyr) או 'ב'ראונדאפ' (מיוצר על ידי מונסנטו ומכיל 480 גרם לליטר של החומר הפעיל Glyphosate) לא מדוללים. 'צילוק ומילוי' של פרטים צעירים נעשה באמצעות צילוק קליפת הגזע בעזרת גרזן והרטבת המקום בתכשירי ההדברה; כריתה והדברת הגדמים של עצים בוגרים וצעירים והדברת הגדמים ב-25% 'שוטגן' מדולל במים או ב-50% 'ראונדאפ' מדולל במים. הטיפול בגזם בחלקות הכריתה וההדברה נעשה בשתי שיטות: האחת, חיתוך סטנדרטי של הענפים המרכזיים בעץ, והשנייה חיתוך קטן של הענפים לגודל שאינו עולה על 1 מטר, כדי לאפשר טיפולים חוזרים באתרים שצפיפות העצים בהם רבה. כמו כן, נעשתה הערכה כספית לשימוש במגרסה ליצירת רסק גזם באתרים המאפשרים זאת.

השיטה של קידוח ומילוי אומנם מהירה ונוחה ליישום, אך הביאה לקטילה חלקית של העצים, לשבירת ענפים יבשים, ועקב כך ליצירת סבך יבש למחצה שיוצר מפגע נופי, מגדיל את סכנת השרפות, ואינו מאפשר טיפול נוח בהתחדשיות. שנה לאחר מועד הטיפול הראו ממצאי הניטור התייבשות מוחלטת של העצים בשיעור של כ-25%, מכלל העצים המטופלים. לעומת זאת, השיטה של כריתת העצים, חיתוך הגזם לענפים קטנים והדברת הגדמים הביאה לתוצאות קטילה טובות יותר, של כ-85% במניעת התחדשות מצוואר השורש. כמו

<b>א. הגדרה של מטרות המיזם</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>שימור/שחזור משאבי טבע נוף ומורשת</li> <li>הגנה על בריאות הקהילה</li> <li>הגנה על החקלאות</li> </ul>
<b>ב. השלמת פערי מידע</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מאפייני הפיזור והדינמיקה של המין הפולש</li> <li>בחינת חלופות ממשק, יעילותן ועלותן הכספית</li> </ul>
<b>ג. בחירת יעדים אסטרטגיים</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>בלימת התפשטות החוצה (containment)</li> <li>בלימת התפשטות פנימה (exclusion)</li> <li>צמצום האוכלוסייה לאורך זמן בעזרת אויב טבעי (biological control)</li> <li>צמצום האוכלוסייה בממשק פעיל ארוך טווח (long-term management)</li> <li>צמצום נזקים/הכלה (mitigation)</li> </ul>
<b>ד. כתיבת תוכנית פעולה</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>סדר עדיפות לטיפול</li> <li>שיטות ושלבים לביצוע לפי תוכנית רב-שנתית</li> <li>מפרטים לביצוע</li> <li>ניטור</li> <li>הערכות תקציביות</li> </ul>
<b>ה. בחינת ישימות ותועלת</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>האם ישנם מקורות למימון העלויות הכרוכות בממשק ארוך טווח?</li> <li>האם התרומה הצפויה לשמירת טבע מצדיקה את העלויות הכרוכות בממשק רב-שנתי?</li> </ul>
<b>ו. ביצוע</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>יישום תוכנית הפעולה</li> <li>פיקוח</li> </ul>
<b>ז. ניטור והתאמה</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>איסוף נתונים איכותיים וכמותיים לבחינת יעילות הטיפולים בהתאם למטרות המיזם</li> <li>מתן מענה ממשקי בהתאם לצורך</li> </ul>
<b>ח. דיווח</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>הרחבת בסיס הידע בעזרת דו"חות ופרסומים</li> </ul>

ליווי מקצועי

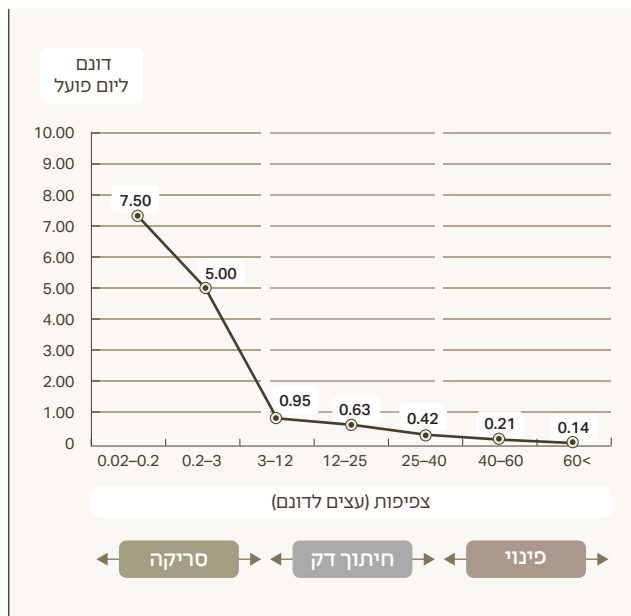
Figure 1

**An eight-stage plan for active management of invasive plants**  
The stages are described in the text.

איור 1

**מתווה שמונה שלבים לממשק פעיל לטיפול בצמחים פולשים**  
פירוט השלבים בטקסט.

פעולות להגבלת ההתבססות וההתפשטות של הצמח הפולש לשטחים חדשים בגבולות מוגדרים מראש (Grice et al., 2012).



איור 2

**הספק הטיפול בצפיפויות שונות של שיטה כחלחלה**

חישוב ההספק נעשה על בסיס ניסיון באתרים אחרים בארץ ומתוך המחקר המקדים בהרי יהודה. הגורם העיקרי להבדלים בהספק העבודה בצפיפויות השונות קשור לשיטות העבודה. בצפיפויות נמוכות עיקר המאמץ מופנה לסריקה. לעומת זאת, בצפיפויות בינוניות עיקר המאמץ מופנה לחיתוך דק של הגזם. המאמץ העיקרי בטיפול בצפיפויות גבוהות קשור לפינוי של הגזם, בייחוד בתנאי נגישות קשים. חיתוך דק מאוד יכול לשמש חלופה לפינוי בתנאי נגישות קשים, אך גם טיפול זה כרוך בהשקעת משאבים רבים.

Figure 2

**Treatment output at different densities of *Acacia saligna***

The output was calculated based on experience at other sites around the country and from the pioneering study in the Judean Mountains. The main source of differences in the work output at different intensities is related to work methods. At low densities most of the effort is directed at surveying. At moderate densities, on the other hand, most of the effort is directed at fine cutting the pruned branches. The main effort at high densities is related to removing the pruned branches, particularly under difficult field conditions. Very fine cutting can be an alternative to removal under difficult field conditions, but this treatment is also resource-expensive.

כן, היא הביאה לסילוק של הצמח הפולש מהנוף ולמצב המאפשר נגישות טובה לטיפול בהתחדשויות. התחדשות חוטרי שורש בחלקות שטופלו בשתי השיטות הייתה נמוכה בשני המקרים (שלושה חוטרי שורש לדונם בחלקת 'קידוח ומילוי', ושבעה חוטרי שורש לדונם בחלקת 'כריתה והדברה'), בהשוואה להתחדשות של עשרות זריעים לדונם, ששרדו בקיץ הראשון בשתי החלקות ושהיו צפויים לגדול לעצים ללא טיפול. צילוק קליפת הגזע של פרטים צעירים נמצא בלתי יעיל הן מבחינת השקעת המשאבים הן מבחינת התוצאה הסופית (35% קטילה). לאור האמור, שיטת הכריתה וההדברה של הגדמים בשילוב חיתוך דק של הגזם והדברת הגדמים נמצאה כשיטה המועדפת לטיפול בשיטה הכחלחלה במיזם זה.

בסיום שנה ממועד תחילת המחקר המקדים ניתן היה להעריך ברמה סבירה את עלויות הטיפול הראשוני בעצים וכן את העלויות של הטיפולים הצפויים בשנים הבאות. ממצאי הסקר, בשילוב ניסיונו באתרים אחרים בארץ, הצביעו על ירידה מעריכית בהספק העבודה לפי יום פועל עם העלייה בצפיפות העצים (איור 2), וזאת עקב ההבדלים בשיטות העבודה בצפיפויות השונות. בעוד שבצפיפות נמוכה מאוד עיקר המשאבים מופנים לסקירה של השטח ומיעוטם לפעולות כריתה והדברה, בצפיפות בינונית (3-12 עצים לדונם) המגמה הפוכה, והמשאבים מופנים בעיקר לכריתה וההדברה. הדגש בכריתה בצפיפות בינונית הוא על חיתוך דק של הגזם, כלומר לענפים הקטנים מ-1 מטר, וזאת כדי להנגיש את השטח לטיפולים חוזרים בשנים הבאות. כאשר צפיפות העצים גדלה, לא ניתן להתקדם בעבודה ללא פינוי הגזם באמצעות כלים מכניים או בעבודה ידנית. נוסף על כך, בצפיפויות גבוהות יש לרסק את הגזם במרסקת או בחיתוך דק מאוד כדי להבטיח את הנגשת השטח לטיפול בהתחדשויות. גם כשמדובר במטרים בודדים בלבד, השיטה של פינוי הגזם וחיתוך דק כרוכה במאמץ רב ובהשקעת משאבים גבוהה.

**ג. הגדרת היעד האסטרטגי – בלימת התפשטות השיטה הכחלחלה בגן הלאומי**

השיטה הכחלחלה כבר התבססה בגן הלאומי במשך שנים רבות. על כן, אסטרטגיית ביעור מקומי, כלומר מיגור הצמח הפולש מהנוף או בחלקים ממנו, נפסלה מראש בלי קשר לתוצאות הסקר והמחקר המקדים, מכיוון שבנק הזרעים המצטבר בקרקע בחורשות מבוססות הוא מקור בלתי נדלה להתחדשויות זריעים במשך שנים רבות. ממצאי סקר השדה והמחקר המקדים הראו שממשק רב-שנתי (long-term management) לסילוק הנוף ולטיפול בהתחדשויות למניעה של יצירת זרעים בשנים הבאות בשטחים המטופלים אינו אפשרי בהתחשב בתקציב המוגבל של המיזם. תקציב המיזם אפשרי לטפל בחלק מהמוקדים בלבד. לפיכך הוחלט לרכז את מאמץ הטיפולים בבלימת התפשטות השיטה הכחלחלה בגן הלאומי כיעד אסטרטגי לשמירה על משאבי הטבע, הנוף והמורשת באזור. חוקרים שונים מייחסים למונח 'בלימה' משמעות שונה, ובדרך כלל הכוונה לאסטרטגיית ממשק שעומדת כחלופה לביעור כשהוא אינו אפשרי. אסטרטגיית בלימה במשמעותה הנפוצה, וכפי שאנחנו מתייחסים אליה במאמר זה, כוללת

**ד. כתיבת תוכנית פעולה**

בכל המשתנים מדורגים בין 1 ל-5. תוצאות שני המודלים היו דומות. **צפיפות הכתם:** הנחת העבודה הייתה שפוטנציאל ההצלחה של הממשק הפעיל נמצא ביחס הפוך לצפיפות הפרטים ולגיל הכתם (Higgins et al., 2007). סיכויי ההצלחה למנוע התחדשות עצים נושאי זרעים בכתמים קטנים ודלילים גבוהים יותר מאשר בכתמים גדולים וצפופים ממספר סיבות: (1) אפקט שוליים המביא לסיכויי התבססות טובים יותר עבור כתמים קטנים ודלילים; (2) בנק זרעים קטן יחסית המקטין את סיכויי הפלישה החוזרת; (3) התנאים הטבעיים עשויים להיות דומים יותר למצב טרם הפלישה; (4) אם דלילות הכתם קשורה לתנאי בית הגידול, אזי בית הגידול עשוי להתאפיין בתנאי קרקע, בצמחייה מתחרה או בחסינות ביוטית טובה יותר בפני פלישה חוזרת. הממצאים של ניתוח הממ"ג מוצגים באיור 3.

**שיפוע המדרון:** רמת הנגישות למוקדים המטופלים היא קריטריון חשוב שיש להביאו בחשבון בטיפול בצמחים פולשים (Robison et al., 2013). מדרון תלול באזור ההררי הוא גורם טכני, המקשה מאוד על הטיפול בצמחים פולשים בשל תנאי הנגישות והמגבלה לשימוש בכלים הנדסיים מיוחדים. המורכבות הצפויה אינה נמדדת רק בטיפול הראשוני, אלא גם בניטור ובתחזוקה השוטפת הנדרשים לאורך שנים. לאור האמור קבענו את מדרג העדיפות לטיפול בשלוש רמות שיפוע: 1 (<35%), 2 (20-35%) ו-3 (>20%). הממצאים של ניתוח הממ"ג הראו, שברוב השטח המאולח השיפוע מתון ומאפשר טיפול נוח יחסית בשיטה כחלחה, אולם בכרבע ממנו השיפוע תלול מאוד (מעל 35%). **מרחק מהליבה:** היעד המרכזי של המיזם הנוכחי הוא בלימת ההתפשטות. לפיכך, טיפול באוכלוסיות המרוחקות (outlier/satellite populations) עדיף על טיפול באוכלוסיות המבוססות והצפופות בליבה של ההתפשטות (Baker, 2017). ככל הידוע לנו, מקור ההתפשטות של השיטה הכחלחה בגן הלאומי הוא במדרון

משהוגדרה הבלימה כיעד אסטרטגי לביצוע, עלה הצורך לתכנן תוכנית פעולה להשגת יעד זה. לשם כך נכתבה תוכנית פעולה, הקובעת את סדר העדיפות לטיפול על בסיס היררכיית חשיבות התואמת את מטרת המיזם ויעדו, וכן נכתבו מפרטים לביצוע ולליווי מקצועי (ניטור ופיקוח).

**קביעת סדר עדיפות אזורי מבוסס היררכיית חשיבות:**

ממשק בלימה מוצלח מחייב כתיבת תוכנית פעולה להשגת היעד האסטרטגי והגדרת סדר עדיפות אזורי מבוסס היררכיית חשיבות. סדר העדיפות לטיפול בשיטה הכחלחה בתאי השטח השונים נעשה בעזרת ניתוח מערכת מידע גאוגרפית (Geographic Information System - GIS). הניתוח כלל שלושה קריטריונים: פוטנציאל הצלחת הטיפול, פוטנציאל הפצה מתא השטח לשטחים נוספים וערכיות משאבי הטבע והנוף (טבלה 1). קריטריון פוטנציאל הצלחת הטיפול כלל את המשתנים של צפיפות הפרטים הבוגרים ושיפוע המדרון. קריטריון פוטנציאל ההפצה התבסס על המשתנים של מרחק מליבת ההתפשטות של השיטה, קרבה לדרכים, קרבה לערוצים ורום טופוגרפי. קריטריון הערכיות נקבע לפי ממצאי סקר דש"א (ערד ושות', 2016). מדרג הערכים לכל משתנה נקבע בסולם סדר סובייקטיבי לערכים בטווח של 1-5. כלומר, משתנים שונים קיבלו ערך מרבי שונה בין 2.5 ל-5 לפי חשיבותם ביישום מטרות המיזם ויעדיו. לדוגמה, הערך המרבי של קרבה לדרכים הוא 5, בעוד שהערך המרבי של קרבה לערוצי נחלים הוא 3, כיוון ששבילים הם וקטור חזק יותר להפצה של זרעי השיטה הכחלחה בהשוואה לערוצי נחלים. נתוני המשתנים עובדו לשכבות רסטוריות בגודל תא של 10x10 מטר. נציין שבמקביל למודל הסובייקטיבי, יצרנו גם מודל לפי מתן ערך אובייקטיבי, כלומר שהערכים

5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	ערך יחסי	
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	צפיפות שיפוע המדרון	סיכויים להצלחה
✓		✓		✓		✓		✓	מרחק מהליבה	
✓				✓		✓		✓	קרבה לדרכים	
				✓	✓	✓	✓	✓	קרבה לערוצים רום טופוגרפי	
✓		✓		✓		✓		✓	ערכיות טבע ונוף	ערכיות

Table 1

**Criteria and variables for prioritizing treatments**  
A total of seven variables were determined according to the probability of success, dispersal and natural value.

טבלה 1

**הקריטריונים והמשתנים לקביעת סדר עדיפות לטיפול**  
סך הכול נקבעו שבעה משתנים לפי קטגוריות של סיכויים להצלחה, הפצה וערכיות. הערך היחסי של המשתנים נקבע לפי סולם סדר סובייקטיבי בטווח ערכים של 1-5 לפי העקרונות המתוארים בטקסט.

מטר), 2.5 (<500 מטר). הרום הטופוגרפי של הגן הלאומי, וכפועל יוצא מכך גם של השטח המאולח, עולה כלפי מזרח לכיוון נווה אילן. הממצאים של ניתוח הממ"ג הראו שבערך כמחצית מהשטח המאולח נמצאת ברום הגבוה מ-500 מטר, ושערכים גבוהים מ-600 מטר מאפיינים שטחים מצומצמים של הפסגות שבמזרח הגן הלאומי.

**ערכיות משאבי טבע ונוף:** מטרת-העל של המיזם היא שימור משאבי הטבע, הנוף והמורשת, לכן לערכיות האקולוגית והנופית בתאי השטח השונים ישנה חשיבות רבה בקבלת ההחלטות. מפת ערכיות אקולוגית ונופית התקבלה מסקר צפון הרי ירושלים של מכון דש"א (ערד ושות', 2016). על בסיס הפוליגונים החופפים לתחום הסקר הנוכחי נבנתה שכבה רסטורית "ערכיות נופית" עם גודל תא של 10x10 מטר. שכבת הסקר שעבדנו עליה כוללת את שילוב ערכיות הצומח עם משאבי טבע ומורשת, אך ללא השילוב עם רציפות שטחים פתוחים. ערכיות נופית גבוהה דורגה בערך 5 שהוא הגבוה ביותר בסולם הסדר. הממצאים של ניתוח הממ"ג הראו שערכם של משאבי הטבע והנוף בגן לאומי הרי יהודה רב. ערכים גבוהים של 4 ו-5 מאפיינים כ-81% מהשטח המאולח. הערך הגבוה ביותר התקבל ב-31% מהשטח המאולח. מוקדים מאולחים בעלי ערכיות גבוהה נמצאים לאורך ציר המכללות, נחל אילן ומרכזו של ציר דיפנבייקר.

**מדרג עדיפות לטיפול במגבלות תקציב:** ערכי העדיפות לטיפול בכל שבע הקטגוריות המפורטות למעלה סוכמו לכדי סולם ערכים אחד, ששימש את הבסיס ליצירת מפת סדר עדיפות לטיפול בשיטה הכחלחלה בגן לאומי הרי יהודה (איור 3). סולם הערכים כלל שבע רמות עדיפות. הערך הגבוה ביותר לטיפול ניתן לכתמים בצפיפות נמוכה, בשיפוע מדרון נמוך, מרוחקים מהליבה, קרובים לדרכים או לערוצים, ברום טופוגרפי גבוה ובעלי ערך רב לשמירת משאבי טבע ונוף. בבחינת התקציב נמצא, שניתן לטפל בשטח של 1,700 דונם המאופיינים בדרגת חשיבות מ-16.5 ומעלה.

#### כתיבת מפרטים לביצוע ולניטור

תוכנית הפעולה נכתבה לחמש שנים, וכללה סדר פעולות ומפרטים לביצוע ומפרטים נוספים לפיקוח, לניטור ולייעוץ מקצועי.

#### ה. בחינת השימוע והתועלת

עם סיום כתיבת תוכנית הפעולה עמדה לרשותנו תמונת מצב מלאה לגבי חשיבות המיזם ועלותו הכספית. בשלב זה יכולנו לאמת שתי הנחות יסוד חשובות, שהיו הבסיס לביצוע התוכנית במתכונתה: (א) מימון העלויות הכרוכות בממשק רב-שנתי מובטח ל-15 השנים הקרובות. הקרן לשמירה על שטחים פתוחים התחייבה למימון המיזם במשך חמש השנים הראשונות, וכמו כן סוכם שקק"ל תמשיך את מימון המיזם לעשר שנים נוספות; (ב) ממשק פעיל ארוך טווח לבלמת התפשטות השיטה הכחלחלה בגן הלאומי עשוי לתרום תרומה ממשית לשימור משאבי הטבע, הנוף והמורשת באזור, שכן הוא מאפשר לטפל בשטח גדול יחסית (1,700 דונם) של כתמים שהם מוקדי התפשטות של הצמח הפולש במרחב, לרבות כל האוכלוסיות הפריפריות ואוכלוסיות צמודות דרכים. לפיכך, בשלב זה מצאנו את הפעולה ישימה ומשתלמת.

הצפוני לכביש 1, שם נמצאות האוכלוסיות הגדולות ביותר, ולכן אזור זה הוגדר כאזור הליבה. הערך לכל פוליגון נקבע על בסיס מדרג של טבעות מרחק מהכביש עד למרחק של 1,500 מטר. הערכים עבור סדר העדיפות לטיפול נוספו בערך עולה עם המרחק מהכביש. כיוון שמטרת המיזם היא בלימה של התפשטות השיטה הכחלחלה, המשתנה של מרחק מהליבה קיבל טווח ערכים בין 1 ל-5 (5 הערך הגבוה ביותר בסולם הסדר). הממצאים של ניתוח הממ"ג הראו ששלושה רבעים מהמוקדים המאולחים הם בטווח מרחק של עד 500 מטר מהליבה (שולי כביש 1), וכרבע מהם במרחק הגבוה מ-500 מטר מהליבה. המוקדים בעלי הערך הגבוה ביותר לטיפול נמצאים לאורך נחל אילן (סמוך למתקן מקורות), שכן הם המרוחקים ביותר מהליבה, ואילו הנוף מצפון להם (לכיוון נחל יתלה) נמצא על פי ממצאי הסקר נקי מעצי שיטה כחלחלה.

**קרבה לדרכים:** זרעי השיטה הכחלחלה נמצאים בתרמילים הנישאים על קצוות ענפי העצים מספר חודשים ממועד הבשלתם (יוני). צידי שבילים הם בית גידול מועדף לריבוי ולצימוח של שיטה כחלחלה (Marzialetti et al., 2019). תזוזה קלה של הענפים בעקבות משבי רוח, עוברי אורח, רכבי שטח או בעלי חיים מפילה עשרות ומאות זרעים על כלי הרכב, בעלי החיים והמטיילים, והם משמשים וקטורים להפצת הפצת זרעים על גבי כלי רכב תועדה (Von Der Lippe and Kowarik, 2007). לפיכך, קיימת חשיבות רבה לטיפול בעומדים הסמוכים לצידי דרכים. כמו כן, השיטה הכחלחלה נוטה להתבסס תחילה לאורך שטחים מופרים בצידי דרכים, ומשם היא מתפשטת לשטחים הטבעיים שבשוליהם. תנאי הנגישות לטיפול בשיטה הכחלחלה לאורך צידי דרכים נוחים יחסית, ולנוכח כל הסיבות שלעיל, הערך לטיפול בקרבת דרכים גדול יותר מאשר במרחק מהן. לאור הנחה זו הוגדר מדרג של טבעות מרחק לפי שלוש רמות מרחק: 1 (50-300 מטר), 3 (10-50 מטר) ו-1 (1-10 מטר). ממצאי ניתוח הממ"ג הראו שלמרות הנראות הגבוהה של השיטה הכחלחלה לאורך צידי דרכים, רוב השטח המאולח נמצא במרחק גדול מ-10 מטר מהם, עובדה המלמדת על פוטנציאל הפלישה של הצמח הפולש במערכות האקולוגיות הטבעיות והטבעיות למחצה באזור.

**קרבה לערוצים:** ערוצי נחלים עשויים לשמש אף הם וקטורים להתבססות של השיטה הכחלחלה (Marzialetti et al., 2019). זאת ועוד, בהרבה מקרים, לצד הערוצים נפרצו דרכים, ולכן הנגישות לערוצים נוחה יחסית. בדומה לניתוח הדרכים, הוגדר מדרג של טבעות מרחק מכלל הערוצים לפי שלוש רמות מרחק מהם: 1 (50-800 מטר), 2 (10-50 מטר) ו-3 (עד 10 מטר).

**רום טופוגרפי:** אף על פי שהשפעת הרום על הפצת זרעים של שיטה כחלחלה לא נבדקה עד עתה, אפשר לשער שמלבד גורמי ההפצה הפועלים ברום הגבוה והנמוך, ברום הגבוה מתווסף פוטנציאל ההפצה גם כוח הכבידה. ככל שהרום גבוה יותר, כך גובר החשש לזליגה של זרעי שיטה משטחים שולטים לשטחים נמוכים הנשלטים באמצעות נגר. השיטה רגישה לטמפרטורות חורף נמוכות, ולכן סיכויי ההצלחה של הטיפולים ברום הגבוה צפויים להשיג תוצאות טובות יותר. כיוון שאין בידו נתונים מבוססים להערכה של השפעת הרום על ההפצה, ערך זה קבל מדרג מ-1 עד 2.5 בלבד, ובקפיצות של 0.5 באופן הבא: 1 (>301 מטר), 1.5 (301-400 מטר), 2 (401-500



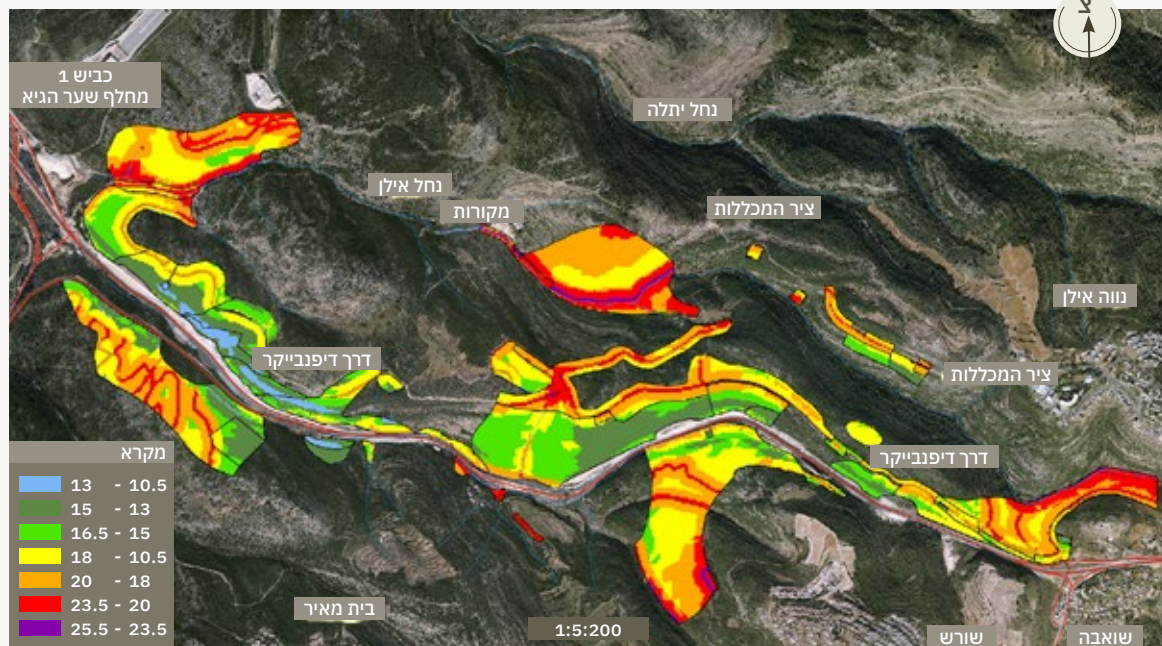


Figure 3

**A. saligna management priorities map (aerial photo)**

Treatment prioritization is determined for values between 10.5 and 25.5. High values represent high treatment prioritization.

איור 3

**מפת עדיפויות לממשק הדברה (תצ"א)**

סדר העדיפות לטיפול נקבע בערכים שבין 10.5 ל-25.5. ערכים גבוהים מייצגים סדר עדיפות גבוה לטיפול.

**ז. ניטור**

הניטור במיזם הנוכחי כלל שלוש מטרות מרכזיות: (1) בקרה והכוונת מאמצי הטיפול החוזרים בזמן ובמרחב; (2) מדידה של יעילות הטיפולים בחלקות המטופלות; (3) הערכה של הצלחת המיזם ביחס ליעדו המרכזי, בלימת ההתפשטות של הצמח הפולש. להלן יובא פירוט של מטרות הניטור, השיטות והממצאים המרכזיים.

**בקרה והכוונת מאמצי הטיפול החוזרים בזמן ובמרחב**

**מטרה:** התחדשות השיטה הכחלחלה בחלקות המטופלות צפויה להשתנות בבתי גידול שונים. היות שמדובר בשטח גדול יחסית, מטרת הניטור היא למנוע מצב של 'איבוד שליטה', ולהבטיח תגובה מהירה במועד הנכון ובמקום הנכון. לנוכח ההתרשמות מהניטור הכללי בשטח התקבלו החלטות אדפטיביות להמשך הפעילות ולהכוונת מאמץ הטיפולים בשטח.

**שיטות:** אחת לשלושה חודשים נערך יום ניטור כללי בכל שטח המיזם. הניטור נעשה בעזרת תצפיות ותיעוד איכותי של מצב ההתחדשות בחלקות ומחוצה להן בכל שטח הסקר המקדים.

**ממצאים:** על בסיס תוצאות הניטור הכללי, נקבע מועד הטיפולים החוזרים לסוף הקיץ. באפריל 2019 נצפתה התחדשות רבה של

**ו. ביצוע**

הביצוע נעשה בשני שלבים, סילוק הנוף של העצים הבוגרים וטיפול בהתחדשויות. לצורך הביצוע נבחר קבלן מבצע על פי מרכז. צוות העבודה כלל ארבעה עד חמישה עובדים ומנהל עבודה. העבודה בוצעה בליווי מקצועי ובפיקוח צמוד על צוותי הקבלן בשטח. העצים נכרתו נמוך ככל הניתן, והגדמים רוססו עד נגר בתמיסה ובה ריכוז של 50% 'ראונדאפ' במים. גזם העצים נחתך דק ככל הניתן, כדי לאפשר נגישות נוחה לכל תאי השטח בחלקות המטופלות. סילוק העצים בשטחים המטופלים בוצע במלואו. הטיפולים החוזרים נעשו בשילוב שני פרוטוקולי הדברה – 'כריתה והדברת הגדמים' ו'גיזום והדברת העלווה' (איור 4). פרוטוקול הגיזום והדברת העלווה לא נוסה במהלך המיזם, אולם נעשה בו שימוש מוצלח באתרים שונים בארץ (טרם פורסם). הביצוע כלל סקירה של השטח ומתן מענה טיפולי על בסיס היתרונות והחסרונות של שני הפרוטוקולים באופן שיביא להספק הדברה גבוה במינימום פגיעה בסביבה. ככלל, טיפול בשיטת ריסוס העלווה נעשה כנגד צמחים קטנים (> 30 ס"מ גובה), היות שהפגיעה הסביבתית של ריסוס בצורה הזו נמוכה מאוד, ובאתרים שכיסוי הזרעים בהם גבוה, והדברה פרטנית אינה מתאפשרת מבחינת השקעת משאבי כוח אדם וזמן.



Figure 4

**Integrated treatment for regenerating vegetation**

Right: execution of a protocol for cutting trees and spraying stumps. The work is done in pairs – a cutter and a sprayer. The regenerating trees are cut as low as possible, and the tree stump is sprayed to saturation.

Left: a method for pruning and treating the foliage. The short saplings are sprayed as they stand while the taller saplings are cut to waist height and sprayed to saturation.

איור 4

**טיפול משולב להדברת התחדשויות**

מימין: פעולות בהתאם לפרוטוקול הכריתה והדברת הגדמים. העבודה מתבצעת בזוגות, כורת ומדביר. העצים המתחדשים נכרתים נמוך ככל הניתן, וגזע העץ מרוסס עד נגר. משמאל: שיטת ההדברה של זרעיים. הזרעיים הנמוכים מרוססים כפי שהם, ואילו זרעיים גבוהים יותר נגזמים עד גובה מותניים ומרוססים עד נגר.

בבטים, חוטרי גזע וחוטרי שורש בחלקות המטופלות. באוגוסט 2019, לפני סבב הטיפולים החוזר, נצפתה התפתחות רבה של הזרעיים המתחדשים בחלקות במהלך הקיץ. לקראת פעולות ההדברה ניתן היה לראות בחלקות המטופלות זרעיים מפותחים בגובה של שני מטר ויותר. הניטור בדצמבר 2019, לאחר הטיפול החוזר, הצביע על יעילות רבה של פעולות הטיפול בהתחדשויות. השטח נראה נקי בכל החלקות המטופלות גם שלושה חודשים לאחר הטיפולים החוזרים.

בחינה של יעילות הטיפולים במניעת פלישה חוזרת בחלקות מטופלות לבחון את יעילות הטיפולים במניעת התחדשויות בחלקות המטופלות. נכון להיום חסר מידע לגבי מנגנוני ההתחדשות בחלקות מטופלות של שיטה כחלחלה. בין השאלות המרכזיות: עד כמה הטיפולים יעילים בקטילת העצים; מה היקף ההתחדשות בחלקות עקב חוסר הצלחה בהדברה? מהם מרכיבי ההתחדשות בחלקות המטופלות לאורך זמן ובהשוואה בין התחדשות וגטטיבית להתחדשות מבנק זרעיים? מטרת הניטור היא להרחיב את בסיס הידע במענה לכל השאלות האלה.

שיטות: הניטור נעשה בשני אזורים שהגדמים טופלו בהם בתכשירי הדברה שונים, 'ראונדאפ' בריכוז תכשיר של 50% ו'שוטגן'

מספר חוטרי השורש לחלקה בניטור אוגוסט 2019 היה 4.4, ולא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים השונים. אף על פי שאלפי זרעיים נבטו

25 ל-50 מטר). מספר העצים והמיקום שלהם ביחס למוקד הכתם תועדו, וכן נבדקו מדדים סביבתיים של מפנה ומאפייני תצורת הנוף של הצומח (יער מחטני, שיחיה טבעית או בתה). בשנת 2019 נעשה מעקב ראשון אחר ההשתנות בדינמיקה של קבוצות העצים האלה, ובמהלך השנים הקרובות אנו מתכוונים להמשיך לנטר את החלקות, אחת לשנה, במטרה להעריך את קצב גידול האוכלוסייה והתפשטותה. **ממצאים:** ניטור חלקות הביקורת של קבוצות עצים מבודדות במרחב הראה שישה התפשטות של זרעים וחוטרי שורש בחלקות שאינן מטופלות במסגרת המיזם. נמצאו זרעים חדשים וחוטרי שורש בשתי חלקות ביקורת מתוך 14 (איור 5). נראה שהתבססות הזרעים וחוטרי השורש בשני המקרים קשורה לפעולות הממשק של דילול האורנים.

### ח. דיווח ופרסום

אחת לשנה נכתב דו"ח מסכם הכולל תיאור ותיעוד של הפעילות השנתית, ממצאי הניטור, דיון בממצאים והמלצות להמשך. מאמר זה אף הוא נכתב כחלק ממתווה המיזם במטרה להפיץ ולהבנות את הידע הנצבר בתחום הממשק לטיפול במינים פולשים.

### דיון

המאמר הנוכחי סקר את הרצף הכרונולוגי של תכנון וביצוע מיזם בלימת התפשטות השיטה הכחלחלה בנג'ל הרי יהודה לפי שמונה שלבים, שאופיינו לאחר מעשה כמתווה פעולה מומלץ לטיפול בצמחים פולשים. להלן מספר דגשים שיסייעו לקדם את מתווה הפעולה להצלחה:

1 **הגדרת מטרות ברורה ובחירה נכונה של יעדים:** השימוש הרפואי במונח "טיפול" מבטא "ניסיון לתקן בעיה הפוגעת בבריאותו ובתפקודו של אדם" (מילוג, 2020). בהשאלה מעולם הרפואה, הרי שטיפול במינים פולשים נעשה במטרה לשמור על המבנה והתפקוד של המערכות האקולוגיות באשר הן, חקלאיות, יערניות, טבעיות, מימיות ואנושיות. טיפול במין הפולש אינו עומד כמטרה בפני עצמה המצדיקה התערבות ללא התייחסות לתכליתה. מטרת המיזם היא ה"מצפן" שלפיו יש לנווט את הממשק ולבחון את יעדיו האסטרטגיים (Denslow, 2007). בחירה נכונה של יעדים אסטרטגיים צריכה להביא בחשבון את מטרת המיזם, את אפשרויות הביצוע, ישימותן ועלותן הכספית. בחירה מושכלת של יעדים אסטרטגיים תבטיח עמידה בהם.

2 **השלמת פערי מידע:** השלמת פערי המידע באה לידי ביטוי במתווה המוצע בשני היבטים. א. איסוף "מידע מודיעיני" לקראת פעולה, שיסייע לבחירת יעדים אסטרטגיים ותוכנית פעולה ישימה וכדאית; ב. הבניית גוף הידע בתחום הממשק לטיפול בצמחים פולשים בעזרת דיווח על המיזם ותוצאותיו ופרסומם. ככל שבסיס המידע העומד לרשות מקבלי ההחלטות יהיה רחב יותר ורב-תחומי, יהיה בכך כדי לסייע להם לקדם

במהלך האביב (איור 5), מרביתם התיישבו במהלך הקיץ, ובסוף קיץ 2019 הוערכה צפיפות הזרעים ב-32 לחלקה. התרומה של חוטרי גזע וחוטרי שורש לכיסוי ההתחדשות הכוללת של הצמח הפולש, ומתוך כך, גם של מאמץ הטיפול בהתחדשויות, נמצאה נמוכה ביותר, על אף ההתפתחות המואצת של חוטרי שורש ביחס לזרעים. צפיפות הזרעים השורדים בקיץ הייתה פי עשרה ויותר בהשוואה לסורי שורש. הואיל ושלב הנביטה הוא השלב הקריטי בשרידות הצמח, ניתן להניח שבהיעדר התערבות, חלק גדול מהזרעים ששרדו בעונת היובש הראשונה צפויים להתפתח לעצים. אומנם חוטרי שורש מתפתחים מהר יותר ביחס לזרעים (ללא הצגת נתונים), אולם הטיפול בהם נעשה באופן דומה. ממצאי הניטור בדצמבר 2019 הראו יעילות גבוהה מאוד של הטיפול החוזר בקטילה כמעט מוחלטת של כל סוגי ההתחדשויות בחלקות (חוטרי גזע, חוטרי שורש וזרעים).

### בלימת התפשטות השיטה הכחלחלה בנג'ל הלאומי

**מטרות:** מטרת ניטור זה הייתה לבחון את יעילות המיזם ביחס ליעד האסטרטגי של בלימת ההתפשטות.

**שיטות:** נעשה מעקב אחר הדינמיקה של ההתפשטות ב-14 קבוצות עצים מבודדים במרחב, שאין עצים נוספים בקרבתם (ברדיוס שבין

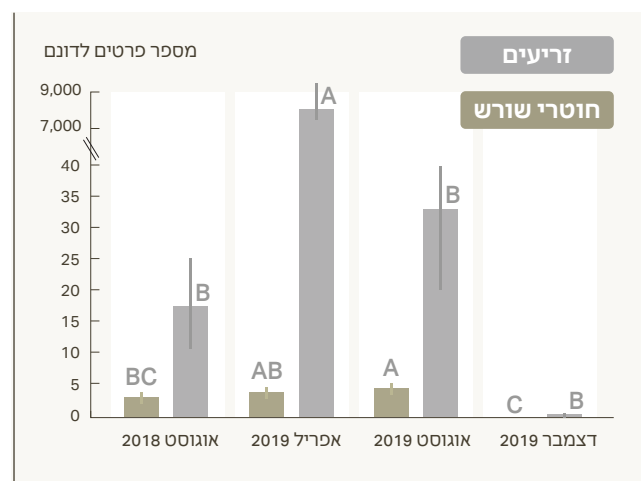


Figure 5

#### Regeneration of saplings and rootstocks in the treated plots

The data are based on findings from monitoring on four dates, and represent the mean density per 0.1 ha (1,000 m<sup>2</sup>) for eight replicates on each date. Means without a common letter represent significant differences (Tukey test, significance level of 5%). Regenerated vegetation was treated in September 2019, ca. two months before monitoring in December 2019.

איור 5

#### התחדשות זרעים וחוטרי שורש בחלקות מטופלות

הנתונים מבוססים על ממצאי ניטור בארבעה מועדים, ומייצגים צפיפות ממוצעת לדונם עבור שמונה חזרות לכל מועד. ממוצעים ללא אות משותפת מציינים הבדלים מובהקים לפי מבחן Tukey ברמת מובהקות של 5%. הטיפול בהתחדשויות נעשה בחודש ספטמבר 2019, כחודשיים וחצי לפני הניטור בדצמבר 2019.

יתרה מזאת, במחקר שהשווה טיפולים: ריסוס עלווה, כריתה והדברה, כריתה מתחת לצוואר השורש וביקורת (ללא טיפול) בהתחדשויות שיטה כחלחלה לאחר שרפה בדרום אפריקה, נמצא שעושר מיני הצומח המקומי וכיסים היחסי היה הנמוך ביותר בחלקות ביקורת אפילו בהשוואה לפרוטוקול ריסוס העלווה עקב הגידול בכיסוי של השיטה הכחלחלה (Krupek et al., 2016).

אחד האתגרים הגדולים במיזם זה היה לפתח מדדים, שיאפשרו לבחון את תוצאות המאמצים לבלימת ההתפשטות של השיטה הכחלחלה עם יישום הממשק. לצורך כך ביצענו ניסוי ב-14 מוקדים מבודדים של שיטה כחלחלה, שלא טופלו מלכתחילה כקבוצת ביקורת. ממצאי הניסוי הראו ריבוי והתפשטות זרעים וחוטרי שורש בסביבת שניים מבין המוקדים. אומנם מדובר בהתחדשות מעטה, אולם יש לזכור שמדובר בשנת הניסוי הראשונה. לנוכח התחדשות הזרעים וחוטרי השורש בחלקות ביקורת ולאור הצלחת הטיפולים במניעת התחדשות בחלקות מחקר, אפשר להניח שהמיזם אכן מביא להישג בבלימת ההתפשטות הצמח הפולש.

לסיכום, במאמר זה סקרנו את מתווה הממשק למיזם בלימת ההתפשטות של השיטה הכחלחלה בגן לאומי הרי יהודה שלב אחר שלב. המיזם מוכיח כי קביעת מתווה פעולה, המבוסס על ידע אקולוגי והבנה מקצועית, הוא הבסיס להצלחה. שיתוף הפעולה בין הגופים המנהלים את השטחים הפתוחים הוכח כמכפיל כוח להתמודדות עם אתגר סביבתי מורכב ברמה האזורית. אנו משוכנעים, שהמתווה יוכל לשמש דוגמה למיזמים אחרים, שמתמודדים עם מצבים מורכבים דומים.

## תודות

אנו מודים לקרן לשמירה על שטחים פתוחים של רשות מקרקעי ישראל על מימון המיזם; לירון בלווא הקבלן המבצע ולכל הצוותים שעבדו בשטח מטעמו.

## מקורות

- דופור-דרור ז"מ. 2010. **הצמחים הפולשים בישראל**. העמותה לעידוד וקידום שמירת הטבע במזרח התיכון (ע"ר), "אחוה" ירושלים.
- דופור-דרור ז"מ. 2019. **הצמחים הפולשים בישראל**, מהדורה שנייה. הגן הבוטני האוניברסיטאי ירושלים, המשרד להגנת הסביבה, החברה להגנת הטבע ורשות הטבע והגנים. "אחוה" ירושלים.
- כהן ע ורוטשילד א. 2012. קביעת סדר עדיפויות מרחבי לביעור הצמח הפולש טיונית החולות ויישומו בעזרת בני נוער. **אקולוגיה וסביבה** 3(4), 330-338. <http://www.magazine.isees.org.il/Article.aspx?ArticleId=296>
- כהן ע ורוביני. 2015. קריטריונים להגדרת צמחים פולשים בישראל ולהערכת הסיכון. **כלנית** 2. <http://www.kalanit.org.il>

מתווה פעולה מוצלח. בעיקר נחוץ ידע יישומי לגבי שיטות פעולה שונות, עלותן הכספית ויעילותן (Matzek et al., 2014).

3 **בחנית ישימות ותועלת:** שלב אימות הנחות היסוד הוא שלב קריטי לקראת ביצוע. לכאורה, עם סיום כתיבת תוכנית הפעולה כל שנותר הוא לצאת לביצועה. למרות זאת, אפשר שבשל מגבלות ביצועיות או תקציביות התרומה של תוכנית הפעולה למטרות המיזם וליעדי אינה מצדיקה את המאמצים המרובים. לכן, עם סיום כתיבת תוכנית הפעולה יש לשקול מחדש את ישימותה ותועלתה ובמידת הצורך לצמצם יעדים או לדחות את הפעולה.

4 **פיקוח וליווי מקצועי:** יהיה הקבלן המבצע מקצועי ככל שיהיה, ניסיונו מראה, שפיקוח נחוץ לשמירה על בריאות העובדים, להגנת הסביבה ולשיפור הביצועים בשטח. כדי שהמתווה יתקדם כהלכה משלב הגדרת המטרות, דרך התכנון והביצוע ועד להשגת היעדים, ישנה חשיבות רבה לליווי מקצועי של בעלי ידע וניסיון בתחום.

נכון להיום, אין בעולם אף שיטה אחת המומלצת לטיפול גורף במוקדים של שיטה כחלחלה, ובמקומות רבים בעולם מומלץ טיפול משולב מכני וכימי (Giuseppe et al., 2018). ממצאי המחקר המקדים הראו שפרוטוקול 'קידוח ומילוי' נמצא מהיר ונוח ליישום, אך הביא ליצירת מפגע נופי וסבך בלתי עביר, שאינו מאפשר טיפול בהתחדשויות בחלקות המטופלות, ומגדיל את הסכנה של התפשטות שרפות. פרוטוקול ההדברה 'כריתה והדברת הגדמים' נמצא יעיל מאוד לטיפול בשיטה כחלחלה, בשימוש בשני התכשירים 'שוטגן' ו'ראונדאפ' בריכוזים שונים. ממצאי הניסוי סותרים את ההנחה, שיישום הפרוטוקול של כריתה והדברה מביא לריבוי וגטטיבי אגרסיבי בחלקות המטופלות (דופור-דרור, 2019). ריבוי וגטטיבי אכן נמצא, אולם התרומה של בנק הזרעים לגיוס פרטים צעירים שכבר שרדו בעונת היובש הראשונה גדול פי עשרה ויותר. טיפול בהתחדשויות זרעים, חוטרי גזע וחוטרי שורש נעשה בעזרת טיפול משולב העושה שימוש בשני פרוטוקולי הדברה, 'כריתה והדברת הגדמים' ו'גיוס והדברת העלווה'. באופן זה, הטיפול השיגי יעילות גבוהה ובמידה מעטה של פגיעה סביבתית. תוצאות הניסוי לספירת נבטים, חוטרי גזע וחוטרי שורש בשטח הראו יעילות גבוהה מאוד של שיטה זו, עם מעט מאוד התחדשויות לאחר שלושה חודשים ממועד הטיפול.

יש הרואים מפגע סביבתי בשימוש בהדברה כימית בשטחים טבעיים, אבל בהיעדר אייב טבעי אפקטיבי אין אף דרך יעילה אחרת להתמודדות עם התחדשויות זרעים בכתמים צפופים ורציפים (Krupek et al., 2016), בייחוד באזורים סלעיים והרריים שלא ניתן לבצע בהם חיטוי סולרי להשמדת בנק הזרעים בקרקע (Cohen et al., 2019). במקרה הנידון, מטרות העל של המיזם היא בלימת ההתפשטות של השיטה הכחלחלה ממוקדים קיימים לשטחים סמוכים, ולכן מחיר הפגיעה החלקית באותם המוקדים, שגודלם הכללי קטן יחסית, נראה סביר ביחס למניעת השתלטות הצמח הפולש בנוף. שימוש זהיר ומושכל בתכשירי הדברה ועל פי הוראות היצרן עשוי להפחית באופן ניכר את ההשפעות השליליות הכרוכות בהדברה הכימית באותם המוקדים.

- Higgins SI, Richardson DM, and Cowling RM. 2007. Using a dynamic landscape model for planning the management of alien plant invasions. *Ecological Application*, 10(6), 1833-1848.
- Hohmann MG, Just MJ, Frank PJ, Wall WA, and Gray JB. 2013. Prioritizing invasive plant management with multi-criteria decision analysis. *Invasive Plant Science and Management*, 6(3), 339-351. doi: 10.1614/IPSM-D-11-00080.1.
- IUCN. 2018. *Guidelines for invasive species planning and management on islands*. IUCN Cambridge, UK and Gland, Switzerland. doi: 10.2305/iucn.ch.2018.15.en.
- Krupek A, Gaertner M, Holmes PM, and Esler KJ. 2016. Assessment of post-burn removal methods for *Acacia saligna* in Cape Flats Sand Fynbos, with consideration of indigenous plant recovery. *South African Journal of Botany*, 105, 211-217. doi: 10.1016/j.sajb.2016.04.004.
- Kutiel (Bar) P, Cohen O, and Shoshany M. 2004. Invasion rate of the alien species *Acacia saligna* within coastal sand dune habitats in Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*, 52(2), 115-124. doi: 10.1560/8BK5-GFVT-NQ9J-TLN8.
- Le Maitre DC, Gaertner M, Marchante E, Ens EJ, Holmes PM, Pauchard A, O'Farrell PJ, Rogers AM, Blanchard R, Blignaut J, and Richardson DM. 2011. Impacts of invasive Australian acacias: Implications for management and restoration. *Diversity and Distributions*, 17(5), 1015-1029. doi: 10.1111/j.1472-4642.2011.00816.x.
- Manor R, Cohen O, and Saltz D. 2008. Community homogenization and the invasiveness of commensal species in Mediterranean afforested landscapes. *Biological Invasions*, 10(4), 507-515. doi: 10.1007/s10530-007-9147-4.
- Marzaletti F, Bazzichetto M, Giulio S, Acosta ATR, Stanisci A, and Carranza ML. 2019. Modelling *Acacia saligna* invasion on the Adriatic coastal landscape: An integrative approach using LTER data. *Nature Conservation*, 34, 127-144. doi: 10.3897/natureconservation.34.29575.
- Matzek V, Covino J, Funk JL, and Saunders M. 2014. Closing the knowing-doing gap in invasive plant management: Accessibility and interdisciplinarity of scientific research. *Conservation Letters*, 7(3), 208-215. doi: 10.1111/conl.12042.
- Miller JH, Manning ST, and Enloe SF. 2013. A management guide for invasive plants in southern forests. *General Technical Report*. SRS-131. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station. <https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/36915>.
- Mostert E, Gaertner M, Holmes P, O'Farrell PJ, and Richardson DM. 2018. A multi-criterion approach for prioritizing areas in urban ecosystems for active restoration following invasive plant control. *Environmental Management*. 62(6), 1150-1167. doi: 10.1007/s00267-018-1103-9.
- Radosevich SR, Endress BA, and Parks CG. 2005. Defining a regional approach for invasive plant research and management. In: Inderjit (Eds). *Invasive Plants: Ecological and Agricultural Aspects*. Birkhäuser Basel. pp. 141-165. doi: 10.1007/3-7643-7380-6\_9.
- Rebertson MP, Villet MH, Fairbanks DHK, Henderson L, Higgins SI, כהן ע, קותיאל פ, שושני מ ושו"ב מ. 2002. התפשטות שיטה כחלחלה (*Acacia saligna*) בחולות ניצנים: דוגמה לחדיירה ביולוגית במערכת חופית. **אופקים בגאוגרפיה** 55, 79-96.
- מילוג – המילון העברי החופשי ברשת. 2020. טיפול/מילוג.co.il/
- ערד א, אורן א, רומם א, סיני ר, פרלברג א, מנדלסון ע, רון מ, אמדור ל ורמון א. 2016. צפון הרי ירושלים: סקר, ניתוח והערכה של טבע, נוף ומורשת האדם. מכון דש"א דמותה של ארץ, יחידת סקרי טבע ונוף.
- פורת י, צורף ח ואסם י. 2013. מתווה להכנת תוכנית אב וממשק ליער ע"פ עקרונות תורת ניהול היער – יער הקדושים כמודל. מסמך מדיניות, קק"ל.
- Baker CM. 2017. Target the source: optimal spatiotemporal resource allocation for invasive species control. *Conservation Letters*, 10(1), 41-48. doi: 10.1111/conl.12236.
- Bellard C, Cassey P, and Blackburn TM. 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters*, 12(4), 2016-2019. doi: 10.1098/rsbl.2015.0623.
- Cohen O and Bar (Kutiel) P. 2017. The impact of *Acacia saligna* invasion on the indigenous vegetation in various coastal habitats in Israel and its implication for nature conservation. *Israel Journal of Plant Sciences*. 64(1-2), 111-121. doi: 10.1080/07929978.2016.1275362.
- Cohen O, Gamliel A, Katan J, Shubert I, Guy A, Weber G, and Riov J. 2019. Soil solarization based on natural soil moisture: A practical approach for reducing the seed bank of invasive plants in wetlands. *Neobiota*, 51, 1-8. doi: 10.3897/neobiota.51.36838.
- Darin GMS, Schoenig S, Barney JN, Panetta FD, and DiTomaso JM. 2011. WHIPPET: A novel tool for prioritizing invasive plant populations for regional eradication. *Journal of Environmental Management*, 92(1), 131-139. doi: 10.1016/j.jenvman.2010.08.013.
- Davies KW and Sheley RL. 2007. Weed science society of America for preventing the spatial dispersal of invasive plants. *Weed Science*, 55(2), 178-184. doi: 10.1614/WS-06-161.1.
- Denslow JS. 2007. Managing dominance of invasive plants in wildlands. *Current Science*, 93(11), 1579-1586.
- Fletcher CS, Westcott DA, Murphy HT, Grice AC, and Clarkson JR. 2015. Managing breaches of containment and eradication of invasive plant populations. *Journal of Applied Ecology*, 52, 59-68. doi: 10.1111/1365-2664.12361.
- Forsyth GG, Le Maitre DC, O'Farrell PJ, and van Wilgen BW. 2012. The prioritisation of invasive alien plant control projects using a multi-criteria decision model informed by stakeholder input and spatial data. *Journal of Environmental Management*, 103, 51-57. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.01.034.
- Giuseppe B, Vanessa L, and Etienne B. 2018. *Information on measures and related costs in relation to species considered for inclusion on the Union list: Acacia Saligna*. <https://circabc.europa.eu/sd/a/7685ce4c-b6c4-4fd7-96b6-0c360ffbf4/TSSR%20Task%202018%20Acacia%20saligna.pdf>.
- Grice AC, Clarkson JR, Friedel MH, Murphy HT, Fletcher CS, and Westcott DA. 2012. Containment: The state of play. In *Eighteenth Australasian Weeds Conference*.

- Von Der Lippe M and Kowarik I. 2007. Long-distance dispersal of plants by vehicles as a driver of plant invasions. *Conservation Biology*, 21(4), 986-996. doi: 10.1111/j.1523-1739.2007.00722.x.
- Walsh JR, Carpenter SR, and Vander Zanden MJ. 2016. Invasive species triggers a massive loss of ecosystem services through a trophic cascade Water clarity. *PNAS*, 113(15), 4081-4085. doi: 10.1073/pnas.1600366113.
- Zimmerman C, Jordan M, Sargis G, Smith H, and Schwager K. 2011. An Invasive Plant Management Decision Analysis Tool Contact Information. Version 1.1. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia.
- Hoffmann JH, Maitre DCL, Palmer AR, Riggs I, Shakleton CM, and Zimmermann HG. 2003. A proposed prioritization system for the management of invasive alien plants in South Africa. *South African Journal of Science*, 99, 37-44.
- Robison R, Barve N, Owens C, Darin GS, and DiTomaso JM. 2013. Mapping and eradication prioritization modeling of red sesbania (*sesbania punicea*) populations. *Environmental Management*, 52(1), 19-28. doi: 10.1007/s00267-013-0063-3.
- U.S. Fish and Wildlife Service and California Invasive Plant Council. 2018. Land Manager's Guide to Developing an Invasive Plant Management Plan. (December), pp. 1-76. [https://bugwoodcloud.org/mura/mipn/assets/File/USFS/2019%20Invasive%20Plant%20Mgmt%20Planning\\_BMP\\_USFWS.pdf](https://bugwoodcloud.org/mura/mipn/assets/File/USFS/2019%20Invasive%20Plant%20Mgmt%20Planning_BMP_USFWS.pdf).



טיפול משולב להדברת התחדשויות של שיטה כחלחלה בהרי יהודה  
צילום: עודד כהן

