



21.01.20

בלימת התפשטות השיטה הכחלחלה בגן לאומי הרי יהודה – דוח שנה ב

עודד כהן

תקציר מנהלים

- בימים אלו הסתיימה השנה השנייה לפרויקט בלימת התפשטות השיטה הכחלחלה בגן לאומי הרי יהודה. הפעילות בשנה זו כללה טיפול בהתחדשויות וניטור לפי תוכנית רב-שנתית. תוצאות הניטור הראו, שהפרויקט עמד ביעדיו עד כה, וללא חריגה תקציבית. יתרה מזאת, בשנה זו הרחבנו את הטיפול בשיטה הכחלחלה ב- 45 דונם נוספים בגבעת באר גרבית. מלבד לשיטה הכחלחלה, טופלו גם מספר מוקדים של אילנתה בלוטית. המוקדים מופו, ואנחנו נעקוב אחר הצלחת הטיפולים בהמשך.
- הטכניקה של כריתה והדברת הגדמים נמצאה יעילה ביותר לטיפול בעומדים של שיטה כחלחלה, וללא הבדל מובהק בין שני תכשירי ההדברה ראונדאפ או שוטגן. רמת ההתחדשות של חוטרים וסורים הייתה נמוכה מאוד בכל החלקות המטופלות.
- כל טיפולי ההדברה בתכשיר ראונדאפ השפיעו במובהק על מניעת התחדשויות מהגדמים ביחס לטיפול הביקורת (70% התחדשות) וללא השפעה מובהקת של קידוח בגדמים.
- שיעורי הנביטה והישרדות הנבטים בחלקות המטופלות היו נמוכים יחסית בשנת 2019 וכתוצאה מכך רמת ההתחדשות מזריעים (ראו הרחבה בנושא זה בפרק הדיון). יש להיערך לאפשרות, שעוצמת ההתחדשות בשנים עלולה להיות חזקה במעט.
- הטיפול בהתחדשויות כלל של שתי טכניקות: כריתה והדברת הגדמים וגיזום והדברת העלווה. הטיפול המשולב אפשר לחסוך את העלויות הכספיות והסביבתיות של הטיפול הכימי ביחס לשיטת הגיזום והדברת העלווה.
- הספק העבודה לפועל ביום עבור טיפול בהתחדשויות בעומדים צפופים שטופלו ב- 2016 הוערך ב- 7 דונם ליום. לעומת זאת, הספק העבודה הכללי לשטחים שטופלו במסגרת הפרויקט הנוכחי מוערך ב- 23 דונם ליום. הבדלים אלו מספקים הצדקה נוספת להכוונת מאמץ הטיפולים בפרויקט זה לעומדים בצפיפות נמוכה ובינונית.
- בשנת 2019 נמצאו זרעיים/סורים חדשים בשתיים מתוך 14 חלקות הביקורת שלא טופלו במכוון. הימצאותם בחלקות הביקורת, ולנוכח תוצאות ההדברה המצוינות בחלקות המטופלות מעידה על יעילות הפרויקט בבלימת התפשטות הצמח הפולש בהרי יהודה.
- שנת הפרויקט הראשונה הייתה היקרה ביותר והסתכמה ב- 821,000 ₪. העלות הכספית בשנת הפרויקט השנייה הייתה נמוכה בהרבה והסתכמה ב- 151,000 ₪. עלות זו כללה 80 ימי קבלן, פיקוח, ניטור וליווי מקצועי. עמידה בתקציב דומה בשנים הבאות ובתוספת חריגה מחושבת של עד 16% תאפשר לסיים את הפרויקט תוך כדי עמידה ביעדים וללא חריגה תקציבית.
- הפעילות בשנים הבאות תמשיך כמתוכנן לפי דו"ח 2018. מומלץ להוסיף לניטור רכיב של סקרי צומח ולפצל את הטיפולים החוזרים לאביב ולסתיו.

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

סורי שורש וחוטרי גזע היה נמוך באופן יחסי בהשוואה לאתרים האלו, ובעקבות התוצאות שיפרנו את ההערכות לטיפול בהתחדשויות כפי שנכתב בדו"ח 2018:

"עוצמת ההתחדשות בשטחים המטופלים הן מזריעים והן מריבוי וגטטיבי נמוכה יחסית. לכן, בניגוד להערכה שיש צורך בשלושה טיפולים חוזרים בשנה כפי שנכתב במסמך ההמלצות, תוצאות הפיילוט שנעשה בשנת 2016 הראו שדי בטיפול חוזר אחד בשנה"

דוח שנה א (2018)

מועד תחילת הטיפולים נקבע לסוף הקיץ וראשית הסתיו בשל הסיבות הבאות: החורף אינו מתאים להדברת עלווה בשל הטמפרטורות הנמוכות והחשש לגשם. האביב בעייתי בעיקר בשל הפגיעה האפשרית בנוף של הצומח המקומי החד-שנתי, שלו חשיבות רבה בהתנגדות הביולוגית (biotic resistance) להתבססות חוזרת של נבטים של שיטה כחלחלה. חשש זה עלה ביתר שאת לאור התארכות המחזור הפנולוגי של הצומח החד-שנתי בעקבות החורף הגשום ב-2018/19. בעיה נוספת לעבודה באביב קשורה באיתור הזריעים המוסתרים מהעין בין עשביית החורף הגבוהה. הבעיה לעבוד בקיץ קשורה בתנאי החום הקיצוניים, והחשש לנידוף של תכשירי ההדברה. בסתיו לעומת זאת, הטמפרטורות מתונות יחסית, נמנעת פגיעה בצומח החד-שנתי שכבר קמל בשטח וניתן להבחין ביתר קלות בזריעים הנמוכים. ביצוע הטיפולים החוזרים כלל שלושה שלבים: א) ניטור כללי והכנת תוכנית פעולה על בסיס המצב בשטח; ב) טיפול חוזר בכל החלקות המטופלות; ו-ג) סבב השלמות בכל החלקות המטופלות. על בסיס תוצאות הניטור הכללי התבצעה הזמנת עבודה ל-80 ימי עבודה (יום של כורת/מדביר). חלוקת ימי העבודה בפועל לפי פוליונים מפורטת בטבלה 1.

טבלה 1. חלוקת ימי העבודה לפי אזורים.

מועד	מס' עובדים	אזור	פוליונים
21.8	5	מבואות שער הגיא	מחוץ לגבולות הסקר
22.8	4	נחל אילן	31,32,33,34
25.8	4	ציר המכללות	41,40,39,38
26.8	4	ציר המכללות, חרבת מצד ושואבה	,37,36,35
27.8	4	שואבה	21
28.8	4	שואבה	מעבר אקולוגי ו-22
29.8	4	שואבה	20,23,24,25
10.9	4	דיפנבייקר	26,28
11.9	4	דיפנבייקר	28
12.9	4	בין דיפנבייקר לנחל אילן	28,29
15.9	5	מדרום לכביש 1	43,48,51,52
16.9	5	השלוחה בין נחל אילן לדיפנבייקר משלט 6, 7	פוליון 9 ומצפון אליו
18.9	5	מורד דיפנבייקר	הדרך בין פוליון 29 לנחל אילן, 31
19.9	6	מורד דיפנבייקר	הדרך בין פוליון 29 לנחל אילן, 31
22.9	6	סבב תיקונים	פוליונים צפוניים + שואבה
23.9	6	אילנתה בלוטית	ראו מוקדים בסעיף אילנתה בלוטית
24.9	6	סבב תיקונים	פוליונים דרומיים (דרך דיפנבייקר והשלוחה מצפון לה)

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

אופן ביצוע הטיפולים החוזרים נעשה בשתי שיטות, האחת כריתה והדברת הגדמים (איור 2) והשנייה גיזום והדברת העלווה (איור 3, [לצפייה בסרטון לחצו כאן](#)). שיטת הכריתה והדברת הגדמים נעשתה על ידי חיתוך הזריעים נמוך ככל הניתן והדברת הגדמים עד נגר ([לצפייה בסרטון לחצו כאן](#)). היתרון החשוב של שיטת הכריתה והדברת הגדמים נובע מצמצום הזליגה של חומרי הדברה לסביבה. הטיפול בשיטת הכריתה והדברת הגדמים מדויק וממוקד לגדס של הצמח הפולש. החסרונות של שיטה זו, שהיא מצריכה מאמץ רב, שכן נדרש מהכורת להתכופף עם המסור ולנסות להגיע לבסיסי הגזעים בתנאים סלעיים, שהנגישות אליהם קשה, ושמהימנים לפגיעה בשרשרת ובלהב המסור. כמו כן, השיטה אינה מתאימה במקרה של זריעים צעירים מאוד. לאור המטרה החשובה של צמצום זליגה של חומרי הדברה לסביבה, בפרויקט זה נתנה עדיפות לשיטת הכריתה והדברת הגדמים. הדברת עלווה נעשתה באתרים שבהם ההתחדשות הייתה רבה מאוד ([לצפייה בסרטון מייצג לחצו כאן](#)), ו/או שהפרטים הצעירים קטנים מאוד (ללא גיזום, [לצפייה בסרטון המראה טיפול באזור הגשר האקולוגי לחצו כאן](#)). תמהיל ההדברה לשיטת הכריתה והדברת הגדמים נעשה בעזרת 25% ראונדאפ במים. התמהיל לשיטת ריסוס העלווה כלל 2% ראונדאפ[®] (מכיל 480 גרם מלח אזופרופיל אמין של גלייפוסט בליטר), 1.5% פלאטון[®] (מכיל 200 גרם פלורוקסיפיר fluroxypyr בליטר) ו-0.2% משטח L77 (מכיל polyalkyleneoxide modified heptamethyltrisiloxane). תמהיל זה הוכח כיעיל מאוד בפילוט (פלאטון = טומהוק) וכמו גם באתרים אחרים בארץ. אופן העבודה בכל פוליון כלל סקירה טובה של השטח ומתן מענה על בסיס אחת משתי שיטות ההדברה. בחלקות קטנות יחסית, שבהן צפיפות העצים הייתה גבוהה, מרבית המאמץ הושקע בטיפול בהתחדשויות, ואילו במרבית השטח שבו צפיפות העצים הפולשים הייתה נמוכה מלכתחילה, עיקר המאמץ הושקע באיתור הזריעים בסבך הצומח המקומי. [לצפייה בסרטון הממחיש עבודה באתר עם התחדשות רבה בסבך צומח טבעי לחצו כאן](#). צריכת תכשירי הדברה הממוצעת ליום קבלן הכולל שני צוותים של הדברה (כורת/גוזם ומדביר בכל צוות) בטיפול בהתחדשויות בשטחים שבהם צפיפות הגדמים נמוכה עד בינונית היא כחמש וחצי ליטר ראונדאפ, 230 מ"ל פלאטון, ו-40 מ"ל משטח L77 ובעלות כספית ממוצעת של 558 ₪ ליום. עלות התכשיר טיפון הזהה לראונדאפ בבחינת החומר הפעיל היא כ-2/3 בהשוואה אליו. כלומר, לו היינו משתמשים בטיפון, ניתן היה לחסוך 108 ₪ ליום עבודה. אנחנו בחרנו לעשות שימוש בראונדאפ שהוא מוכר יותר בשוק, אמריקאי, והוכח בהצלחה בפרויקטים רבים בארץ ובעולם.

עוזד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים



איור 2. שיטת הכריתה והדברת הגדמים. העבודה מתבצעת בזוגות, כורת ומדביר. העצים המתחדשים נכרתים נמוך ככל הניתן, וגזע העץ מרוסס עד נגר. מימין מקרוב של הגדמים המרוססים.



איור 3. שיטת הגיזום והדברת העלווה. העבודה מתבצעת בזוגות, כורת ומדביר. זרעיים נמוכים מרוססים כפי שהם ואילו זרעיים גבוהים יותר נחתכים עד גובה מותניים ומרוססים עד נגר. בתמונה משמאל למעלה נראה זרעית מת, חודש לאחר ריסוס.

הספק הטיפול להתחדשויות נבדק בחלקות הפיילוט שנכרתו והודברו ב- 2016. לטובת הפיילוט (2016) נבחרו שלושה פוליגונים המייצגים תנאי קושי שונים של עבודה בגן הלאומי, קל, בינוני וקשה (איור 4 וטבלה 2). הספק העבודה לטיפול הראשוני, קרי כריתת הנוף, הדברה וחיתוך דק של הגזם בכל אחד מתאי השטח נקבע על בסיס מדידה בשטח. בשנה זו מדדנו באופן דומה את הספק העבודה לטיפול בהתחדשויות. מדידת הספק העבודה לקחה בחשבון את זמן העבודה ברוטו, כלומר, זמן העבודה בשטח, זמן לטיפול בכלים (7 דקות לשעה) וזמן מנוחה נוסף (15 דקות לשעה). נמצא שהספק העבודה הממוצע לעובד עבור שלוש רמות הקושי הוא 7 דונם ליום, הספק הגבוה פי 21 בהשוואה לטיפול הראשוני. מן הראוי לציין שהספק זה מאפיין חורשות בצפיפות גבוהה. לעומת זאת, מרבית השטח שטופל בהתאם למסמך אופייני בצפיפות נמוכה עד בינונית.

עוזד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים



איור 4. חלקות הכריתה וההדברה בפיילוט. מימין למעלה חלקה קשה לטיפול (שיפוע תלול וסבך טבעי). משמאל למעלה, חלקה ברמת קושי בינונית, שיפוע קל ונוף צומח פתוח המאפשר נגישות לעצים. למטה מימין, חלקה ברמת קושי בינונית. למטה משמאל, מוקדי המחקר על גבי תצ"א (מתוך דו"ח 2016).

טבלה 2. הספק כריתה והדברה בהשוואה להספק טיפול חוזר. מדידת ההספקים של הטיפול החוזר בתנאי שטח שונים נעשתה בחלקות הפיילוט (2016).

טיפול חוזר שנה שלישית	טיפול ראשוני	מאפייני החלקות				
		הספק (דונם לפועל)	שטח (מ"ר)	צפיפות עצים לדונם	חורש טבעי	שיפוע
5.8	0.205	2,143	51	רב	חזק	קשה
6.4	0.325	2,269	71	בינוני	בינוני	בינוני
8.7	0.475	2,849	63	דל	קל	קל

טיפול באילנטה בלוטית (*Ailanthus altissima*)

מלבד לשיטה הכחלחלה, טיפלנו בשנה זו גם בצמח הפולש אילנתה בלוטית. סך הכל הושקע יום טיפולים אחד (שישה אנשי צוות) לטובת העניין. הנוכחות של אילנתה בלוטית בגן הלאומי נמוכה יחסית, הצמח הפולש מתרבה על פי רוב בשולי הגן הלאומי (איור 5), אך לא רק. מוקד של עשרות עצים בוגרים וצעירים נמצא גם בלב הפארק (איורים 6,7) ובצפיפות ההולכת וקטנה עם המרחק משביל 4X4, עד למרחק של 60 מ'.

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים



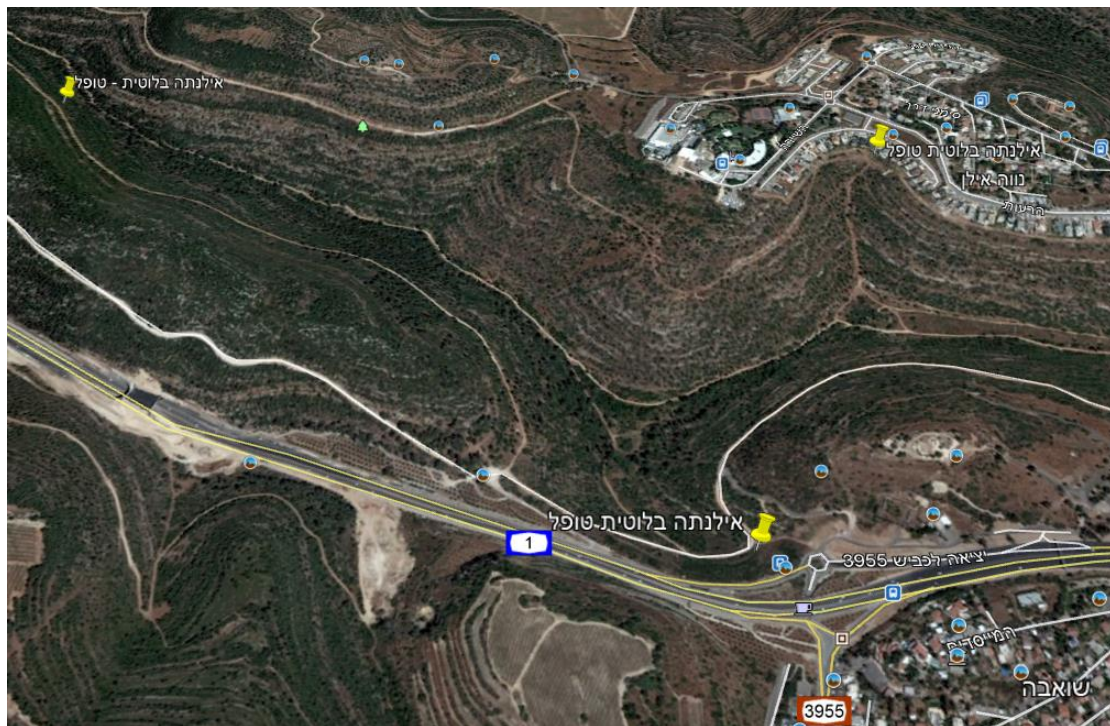
איור 5. מראה הצמח הפולש אילנתה בלוטית בסמיכות לישוב נווה אילן, לפני ואחרי טיפול. העצים נכרתו והגדמים הודברו ב- 20% גרלון בשמן חמניות. למעלה, פיזור העצים על גבי מדרגות הסלע, באמצע, מראה מדרגות הסלע מיד לאחר הכריתה וההדברה; למטה, ולאחר שלושה חודשים.

פרטים צעירים ללא גזע מעוצה טופלו בהצלחה בשיטת ריסוס העלווה בדומה לטיפול בשיטה הכחלחלה. פרטים בוגרים טופלו בשיטת הכריתה והדברת הגדם. שיטת ריסוס העלווה נעשתה בדומה לטיפול בשיטה הכחלחלה. כריתה והדברת הגדם נעשתה ביישום של 20% גרלון בשמן חמניות, ריכוז, שהוכח יעיל ב- 90% להדברת גדמים של אילנתה בלוטית בקליפורניה (DiTaomaso and Kyser 2007). [לצפייה במהלך הטיפול לחצו כאן](#). המוקדים הגדולים של עשרות פרטים מופו (איור 7), ואנחנו נמשיך לעקוב בהם אחר תוצאות ההדברה בשנים הבאות.

עוזד כהן - מניעה וממשק של מינים פולשים



איור 6. טיפול באילנתה בלוטית במרכז הגן הלאומי. למעלה, מוקד אילנתה בלוטית הכולל עשרות פרטים צעירים ובוגרים משני צידי השביל ובמרחק ממנו. למטה, מראה הנוף מיד לאחר טיפול.



איור 7. מיפוי מוקדים גדולים של אילנתה בלוטית (מעל עשרות פרטים למוקד). נוסף למוקדים אלו נמצאו עוד מוקדים קטנים שטופלו במסגרת הטיפול בהתחדשויות.

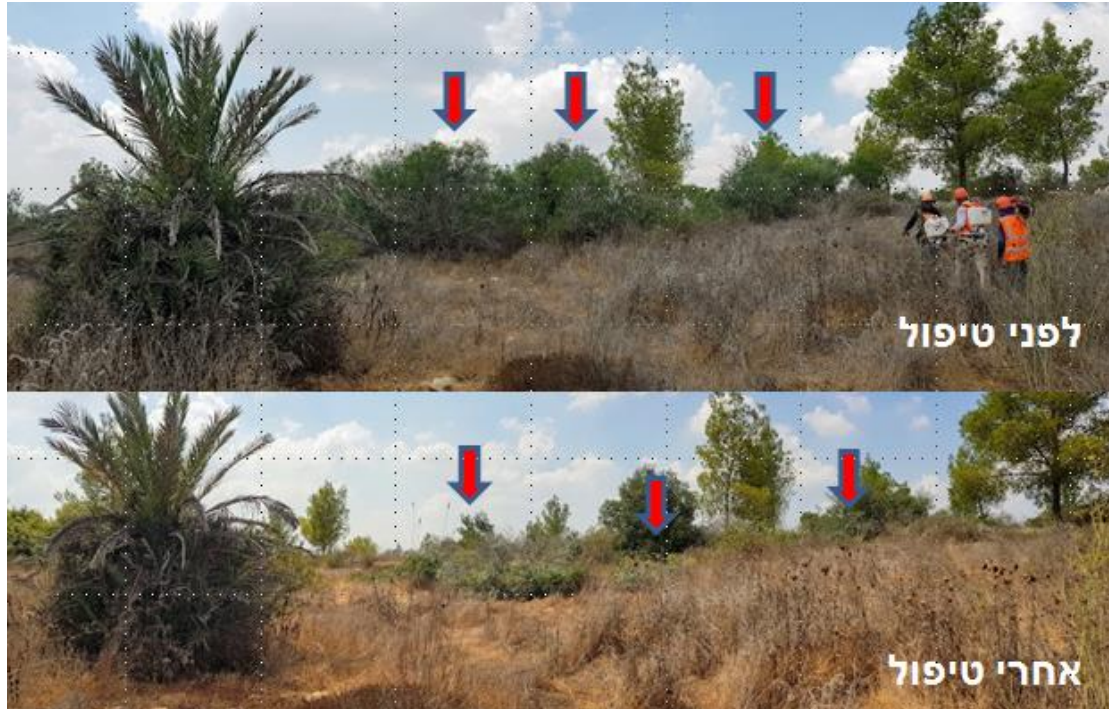
עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

טיפול ראשוני בגבעת באר גרבית (45 דונם).

במהלך הניטור שנעשה באביב 2019 אותר האזור בעל ערכיות טבע ונוף גבוהים במיוחד (נ.צ. 314833, 190135, איור 7). ערכיות זו כוללת ממצאים ארכיאולוגיים, מערכת מערות, שרידי בוסתן, תצפית נוף מרהיבה ותצורת צומח בתה. השטח סומן במהלך הסקר כשטח נקי מעצים של שיטה כחלחלה אולם סיור מחודש בשטח הראה, שבמקום ישנם עומדים צפופים וקטנים יחסית של שיטה כחלחלה (איור 8). העצים בשטח טופלו והגדמים הודברו. סך הכל טופל שטח של 45 דונם בקירוב. [לצפייה בטיפולים בשטח לחצו כאן](#). צפיפות עצים רבה מאפיינת את המורדות הדרום מערביים של גבעה זו, אנו נמנענו מלטפל בהם.



איור 7. גבעת באר גרבית. טופל שטח של 45 דונם, בצידה המזרחי של הגבעה.



איור 8. הנוף הנגלה לעין לפני (למעלה) ולאחר הטיפול (למטה). הנוף גולם בתוכו ערכי טבע ומורשת, מאולח בכתמים קטנים של שיטה כחלחלה, כפי שנראה בתמונות (סימון באדום) לפני ולאחר טיפול.

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

ניטור ומחקר

הניטור נעשה על פי תוכנית שנקבעה מראש וכלל ארבעה מרכיבים:

- א. ניטור כללי בכל שטח הפרויקט
- ב. ניטור התחדשויות בחלקות מטופלות.
- ג. ניטור חלקות מחקר השוואת טיפולים כימיים.
- ד. ניטור חלקות ביקורת.

ניטור כללי

אחת לשלושה חודשים נערך יום ניטור כללי בכל שטח הפרויקט. מטרת יום הניטור היא בראש ובראשונה לשמור על בקרה ולהיות בשליטה על מצב ההתחדשויות בשטח. כמו כן, לנוכח ההתרשמות מהניטור הכללי בשטח התקבלו החלטות אדפטיביות להמשך הפעילות והכוונת מאמץ הטיפוליים בשטח. על בסיס תוצאות הניטור הכללי, נקבע מועד הטיפולים לסוף הקיץ. תוצאות הניטור הכללי באפריל 2019 הראו התחדשות רבה של נבטים, חוטרים וסורים בחלקות המחקר, אולם נמוכה יחסית לזו שאנו מכירים באתרים אחרים בארץ. תוצאות הניטור הכללי באוגוסט 2018 לפני סבב הטיפולים החוזר הראו התארכות רבה של הפרטים המתחדשים במהלך הקיץ. לקראת פעולות ההדברה ניתן היה לראות פרטים גבוהים בחלקות המטופלות ובגובה של שני מטר ויותר. הניטור בדצמבר 2019 הראה יעילות רבה של פעולות הטיפול בהתחדשויות. השטח נראה נקי בכל החלקות המטופלות גם שלושה חודשים לאחר הטיפולים החוזרים (איור 9).



איור 9. מראה חלקות ניטור בציר המכללות. השטח נראה נקי מהצמח הפולש (דצמבר 2019, כשנה לאחר הטיפול הראשוני [\(לצפייה לחצו כאן\)](#)) ושלושה חודשים לאחר יישום טיפול בהתחדשויות.

עוזד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

ניטור התחדשויות בחלקות מטופלות

ניטור התחדשויות בחלקות מטופלות נעשה בארבעה מועדים, אוגוסט 2018, אפריל 2019, ספטמבר 2019 ודצמבר 2019. הניטור נעשה באזור ציר המכללות, בארבע חלקות (20X20 מ"ר) שבהן העצים טופלו- 50% ראונדאפ במים לעומת שטחים שטופלו בשוטגן 25% במים. בכל מועד נספרו הנבטים, חוטרי הגזע וסורי השורש בחלקות המטופלות ונמדד גובהם. במקרה של חוטרי גזע נבדקה נוכחות סיכת העץ בגדם לצורך הבחנה בין אם מדובר בהתחדשות כתוצאה מפספוס (הגדם לא הודבר) או התחדשות לאחר הדברה. גדמים שכאמור הודברו בטיפול הראשוני סומנו מראש (איור 9) בסיכה לעץ על ידי המפקח לצורך בחינת יעילות ההדברה בהמשך.

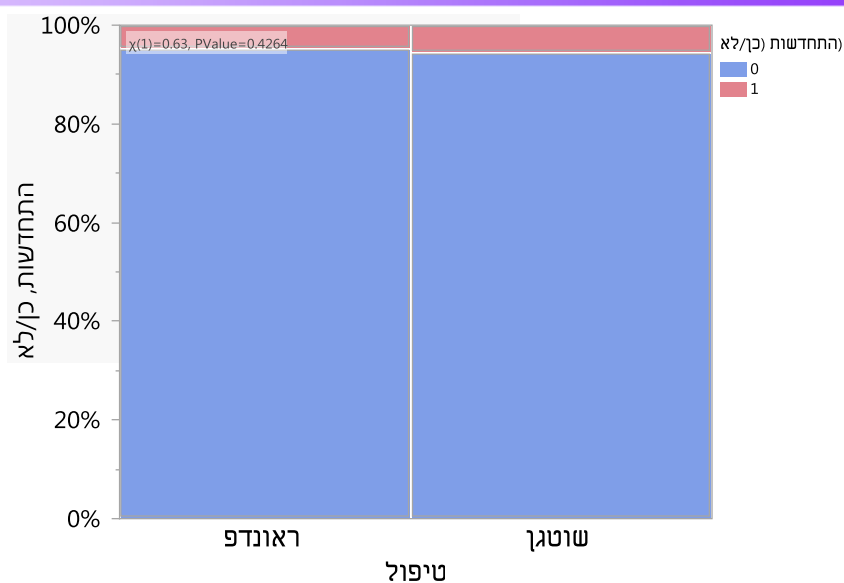


איור 9. סימון גדמים בסיכות עץ לצורך ניטור עתידי. הסיכה סומנה על ידי המפקח כאמצעי לניטור עתידי. משמעות הסיכה שהמפקח ראה בעיניו שהגדם הודבר כפי שצריך. כפי שניתן להבחין בתמונה, הסיכה נראית בבירור גם שנתיים בקירוב לאחר ההדברה.

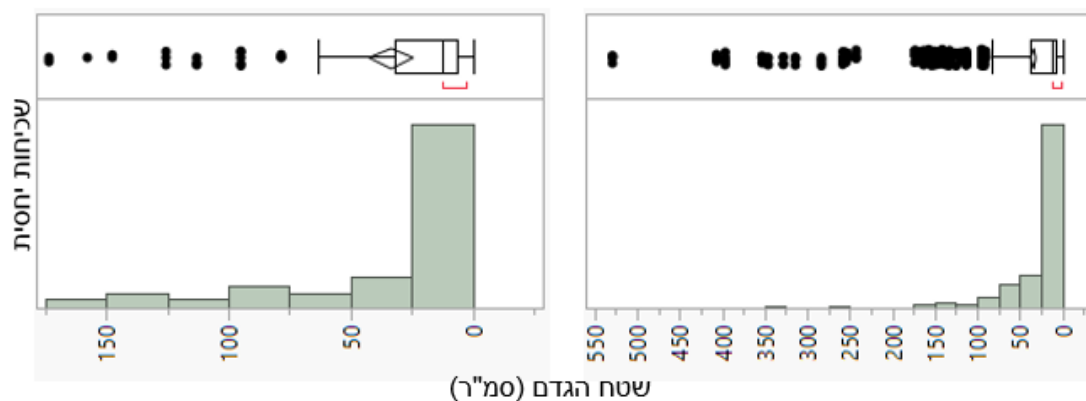
סך הכל נאספו 2,000 תצפיות על 500 גדמים בארבעה מועדים, מחציתם בקירוב הודברו בראונדאפ ומחציתם בשוטגן. שטח הגדמים (basal area) הממוצע לחלקות הניטור היה 5360 סמ"ר לדונם (10,000 סמ"ר = 1 מ"ר). שטחו הממוצע של גדם היה 34 סמ"ר ואילו הערך החציוני עמד על 12.6 סמ"ר (קוטר גזע של 4 ס"מ). שיעור ההתחדשות מגדמים בחלקות הראונדאפ עמד על 4.7% ו- 5.4% בחלקת השוטגן (איור 10), ללא הבדל מובהק בין השניים (Pearson test, $p=0.42$).

גודל הגדם הממוצע היה דומה בין קבוצת הראונדאפ לקבוצת השוטגן ללא הבדל מובהק בין השניים (איור 11). מבין 5% הגדמים שהתחדשו בשטח, מרביתם בוודאות לא הודברו, ובחלקם לא ניתן היה לאמת את ההדברה בשטח. הפרטים המתחדשים התארכו עם הזמן עד כדי שני מטרים ויותר, מרבית ההתארכות נעשתה במהלך הקיץ. במהלך חודש אוגוסט הפרטים המתחדשים נכרתו והודברו בהצלחה, כלומר ללא התארכות נוספת (איור 12).

עודד כהן - מניעה וממשק של מינים פולשים

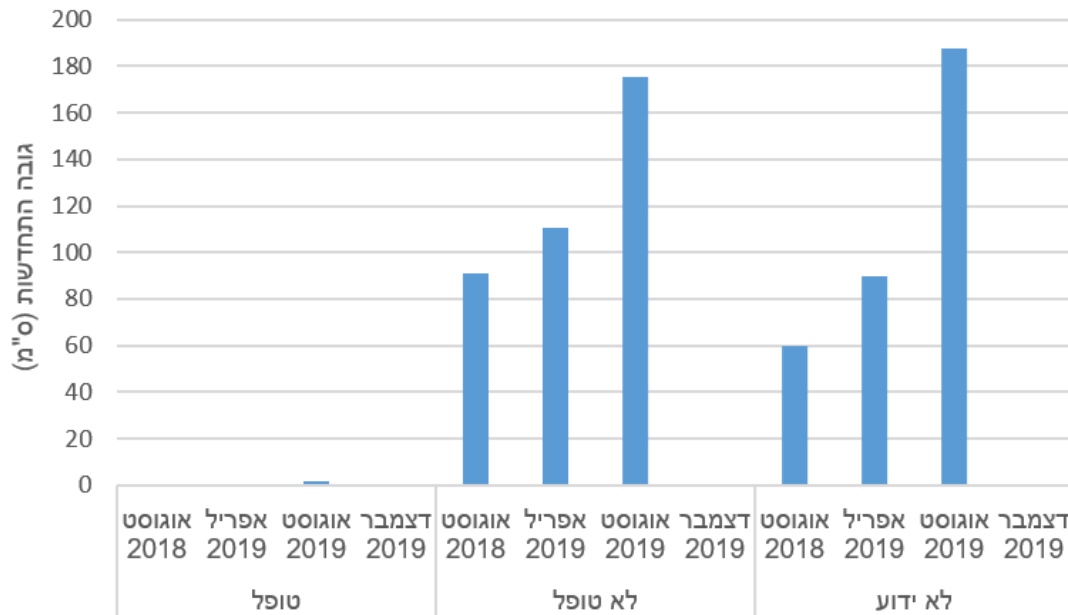


איור 10. שיעור התחדשות בחלקות שוטגן וראונדפ. סה"כ 988 גדמים טופלו בראונדפ ו- 1012 גדמים טופלו בשוטגן. ערכי מובהקות מוצגים בפינה השמאלית למעלה.



איור 11. התפלגות שטח הגזעים בגדמים ללא התחדשות (מימין) וגדמים שבהם נמצאה התחדשות (משמאל). הגרף ללא התחדשות מייצג 1899 גדמים והגרף המייצג התחדשות כולל 111 גדמים, ללא הפרדה בין גדמים החשודים כיפספוסים' בכלל ההתחדשויות.

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים



איור 12. השתנות גובה הנוף של התחדשויות. בחינת השתנות גובה הנוף נעשתה לפי מועדי ניטור ובשלוש קבוצות שונות: גדמים שטופלו, גדמים שלא טופלו (פיספוסים), וגדמים שלא ברור אם אכן הודברו. סך הכל חלקם היחסי של הגדמים המתחדשים בכל חלקות הניטור נעמד על 5% בקירוב.

מלבד להתחדשות חוטרים (ענפים המתחדשים מצוואר השורש), הדברה לא יעילה עלולה להתבטא גם בריבוי גבוה של סורים (פריצת גבעולים דרך מערכת השורשים בקרקע). פריצת סורים נבדקה בכל מועד ניטור, אולם ניתוח השוואתי נעשה על מועד הניטור האחרון טרם הטיפול, שבו נצטבר המספר המקסימלי של סורים בשטח. מספר הסורים הממוצע לחלקה בניטור אוגוסט 2019 היה 4.4 וללא הבדל מובהק בין הטיפולים השונים (טבלה 2). מבין שלושה הגורמים, טיפול, מועד טיפול ושטח גדמים לחלקה, ובחינת האינטראקציות בין המשתנים השונים (מבחן F, טבלה 3), מועד הטיפול נמצא הגורם המובהק היחידי שהשפיע על מספר סורים לחלקה, שכן בדצמבר 2019 לא נמצאו סורים כלל, בעקבות הטיפול שנעשה באוגוסט 2019 ([לצפייה בסרטון של חלקת טיפול בראונדאפ לחצו כאן](#)).

טבלה 3. מבחן ANOVA לבחינת התחדשות סורים בחלקות. המשתנים כללו את מועד הטיפול (ארבעה מועדים, אוגוסט 2018, אפריל 2019, אוגוסט 2019, דצמבר 2019), הטיפול (ראונדאפ ושוטגן), שטח גדמים כולל ואינטראקציות בין משתנים על מספר הסורים. ערכים נמוכים מ-0.05 בעמודת Prob>F מציינים הבדל מובהק בין השורות.

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
מועד	3	3	12.816567	3.4704	0.0411*
טיפול	1	1	4.884649	3.9680	0.0637
מועד*טיפול	3	3	2.142290	0.5801	0.6365
(שטח גדמים (סמ"ר	1	1	0.617833	0.5019	0.4889
(מועד*שטח גדמים (סמ"ר	3	3	0.923537	0.2501	0.8601
(טיפול*שטח גדמים (סמ"ר	1	1	1.376479	1.1182	0.3060
(מועד*טיפול*שטח גדמים (סמ"ר	3	3	1.326095	0.3591	0.7833

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

מספר הזריעים

מועד הטיפול נמצא כגורם מובהק, שהשפיע על צפיפות הזריעים בשטח, ללא השפעה של הטיפול או שטח הגדמים לחלקה וגם לא באינטראקציה עימם (טבלה 4). לקראת טיפול ההדברה באוגוסט 2019 נספרו 33 זריעים בממוצע לחלקה (טבלה 5). ריבוי זריעים מקסימלי נמצא בחודש אפריל בשל הנביטה הרבה בשטח (טבלה 5). מרבית הנבטים התייבשו במהלך האביב, ותרמו אך במעט לגידול במספר הזריעים באוגוסט 2019 ביחס לשנה קודם לכן. גובה הנוף הממוצע של זריעים וסורים התפלג באופן שונה במהלך מועדי הניטור. ראשית, קצב ההתארכות של זריעים היה נמוך בהשוואה לקצב התארכות של סורים (איור 13). כמו כן, בעוד שגובה הנוף של הסורים גדל במהלך השנה שבין אוגוסט 2018 לאוגוסט 2019, גובה הנוף הממוצע של זריעים קטן, בשל הנביטה במהלך החורף. מן הראוי לציין את מגבלות המדידה בשטח. נמצאו בחלקות המחקר גם כתמים של מאות נבטים למ"ר (איור 14), שבחלקם כבר לאחר התרחבות הפטוטרות. אולם כתמים אלו קטנים יחסית ולא נפלו במדגם הסטטיסטי שלנו.

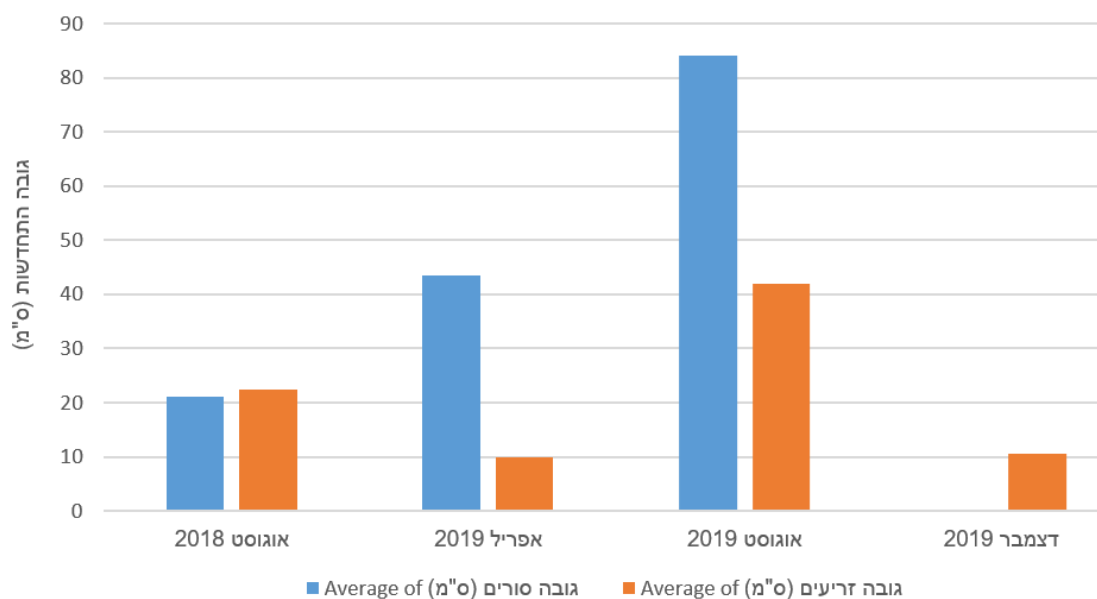
טבלה 4. מבחן ANOVA לבחינת התחדשות סורים בחלקות. המשתנים כללו את מועד הטיפול (ארבעה מועדים, אוגוסט 2018, אפריל 2019, אוגוסט 2019 ודמבר 2019), הטיפול (ראונדאפ ושוטגן), שטח גדמים כולל ואינטראקציות בין משתנים על מספר הסורים. ערכים נמוכים מ-0.05 בעמודת Prob>F מציינים הבדל מובהק בין השורות.

Effect Tests					
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
מועד	3	3	136986059	21.7186	<.0001*
טיפול	1	1	859141	0.4086	0.5317
מועד*טיפול	3	3	2753729	0.4366	0.7298
(שטח גדמים) סמ"ר	1	1	2741462	1.3039	0.2703
(מועד*שטח גדמים) סמ"ר	3	3	8659691	1.3730	0.2869
(טיפול*שטח גדמים) סמ"ר	1	1	1429333	0.6798	0.4218
(מועד*טיפול*שטח גדמים) סמ"ר	3	3	4653006	0.7377	0.5448

טבלה 5. השפעת מועד הטיפול על מספר הזריעים לחלקה. ערכים בחודש אפריל כוללים נבטים. מספר הנבטים לחלקת טיפול חושב מתוך ממוצע לארבע דגימות של 1 מ"ר. ממוצעים ללא אות משותפת שונים במובהק לפי מבחן Tukey test ברמת מובהקות של 5%.

Level	Mean
2019 אפריל A	8325.0000
2019 אוגוסט B	32.8750
2018 אוגוסט B	17.5000
2019 דצמבר B	0.2500

עוזד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים



איור 13. גובה הנוף של התחדשות סורים וזריעים בחלקות המחקר. גובה הסורים מייצג מספר פרטים קטן (32 תצפיות בכל המועדים ובכל החלקות, ברובן הן תצפיות חוזרות בין המועדים). להוציא את חודש אפריל טרם התייבשות הנבטים, גובה הזריעים מייצג 405 תצפיות, שברובן הן תצפיות חוזרות.



איור 14. התחדשות זריעים וסורים בחלקות המטופלות. למעלה, כתם נבטים בצפיפות של 675 פרטים למ"ר, הכתם נמצא בחלקות המחקר אך לא בחלקות הדיגום. למטה, חוטר בגובה 45 ס"מ המתחדש מגזע בעובי 5 מ" שנכרת ולא הודבר ("פספוס").

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

ניסוי השוואת טיפולים הכוללים ריכוזים שונים של ראונדאפ עם ובלי קידוחים בגדם הניסוי נערך במהלך חודש פברואר 2018. העצים נכרתו נמוך ככל הניתן וטופלו בריכוזים שונים של ראונדאפ: 0%, 12.5%, 25%, 50% ו-100%. כל ריכוז נבדק בשתי שיטות, עם וללא קידוח בגדמים. קידוח בגדמים נעשה בשולי הגדם ובמרחקים של 2, 3 ס"מ בין הקידוחים (איור 15). כל טיפול המשלב ריכוז ראונדאפ עם/בלי קידוח נעשה על 60 עצים.

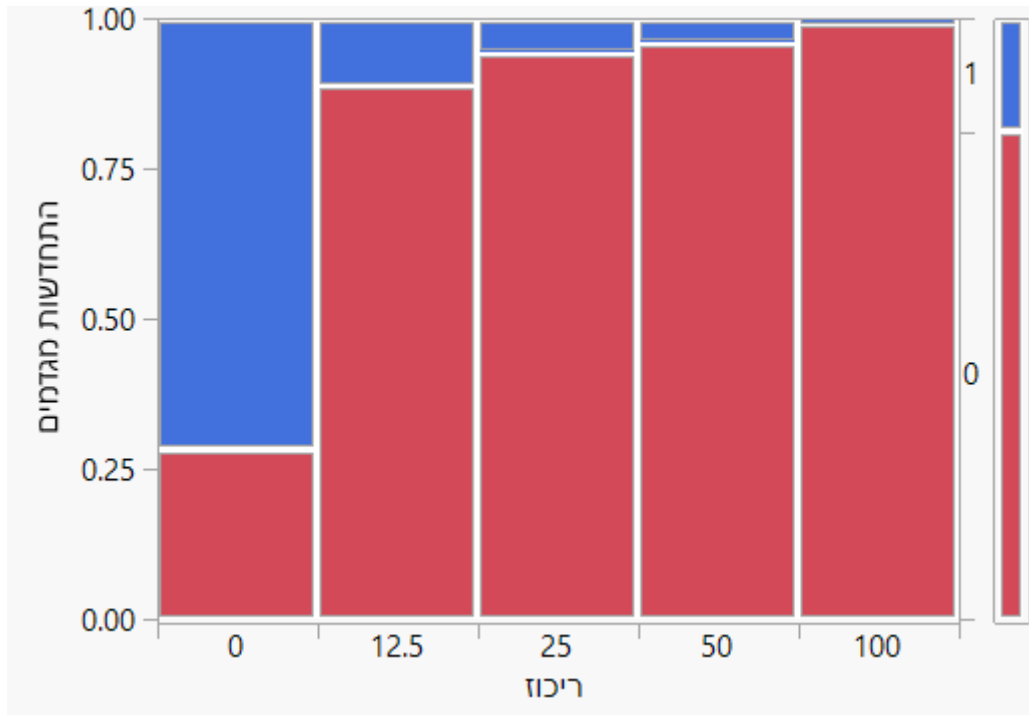


איור 15. מראה גדם מיד לאחר טיפול. העצים נחתכו נמוך ככל הניתן נקדחו בשולי הגדם ורוססו. לתכשיר ההדברה נוסף פגמנט כחול, שסייע למנוע פספוסים בחלקות המחקר.

הניסוי לבחינת התחדשות מהגדמים נעשה בשלושה מועדים, אוגוסט 2018, אפריל 2019 ודצמבר 2019 (20 חודשים ממועד הטיפול). ניתוח המשתנים המסבירים את השפעת הטיפולים נעשה במבחן רב-גורמי ליחסי נראות (Likelihood Ratio Test) להתפלגות נומינלית לוגיסטית. המשתנים שנבדקו הם: מועד הניטור, שטח הגדמים, ריכוז תכשיר, עם ובלי קידוח, ואינטראקציות בין המשתנים. לצורך המבחן הסטטיסטי, ועל בסיס הערך החציוני של שטח הגדמים סווגו לשתי קבוצות גודל, קטנים או גדולים. שטח הגדמים הממוצע היה 114 סמ"ר והערך החציוני 95 סמ"ר (עובי גזע של 11 ס"מ). העצים בחלקות המחקר (אזור שואבה היו מפותחים יותר בהשוואה לעצים בציר המכללות.

ריכוז חומר ההדברה נמצא כגורם מובהק, שהשפיע על התחדשות מגדמים (התחדשות ענפים מהגדם). שיעור ההתחדשות בקרב קבוצת הביקורת היה 71% לאחר חיתוך הנוף (איור 16). לעומת זאת, שיעור ההתחדשות בריכוז 12.5% היה כ-11%. שיעור ההתחדשות ירד בהדרגה עם העליה בריכוז התכשיר עד מתחת ל-1% בטיפול בריכוז 100% (תכשיר לא מדולל). תוצאות המבחן הרב-גורמי ליחסי הנראות הראו שמבין המשתנים הנבדקים, ריכוז התכשיר היה הגורם המובהק היחידי שהשפיע במובהק, וללא אינטראקציה עם גודל הגדם, שטח הגדם ועם/בלי קידוח (טבלה 6). מלבד לעובדה, שטיפולי ההדברה הפחיתו את מספר הגדמים המתחדשים בשטח, קצב הצימוח של הפרטים ששרדו את ההדברה היה נמוך בהרבה מאשר בביקורת (איורים 17,18).

עודד כהן - מניעה וממשק של מינים פולשים



איור 16. השוואת ריכוז תכשיר ראונדאפ על התחדשות מגדמים של שיטה כחלחלה. כל טיפול כולל 120 עצים, מחציתם ללא קידוח ומחציתם עם קידוח. הקידוח כאמור לא השפיע במובהק על תוצאות ההדברה.

טבלה 6. מבחן יחסי נראות Likelihood Ratio לבחינת הגורמים המסבירים להתחדשות מגדמים. המשתנים שנבדקו הם: ריכוז (ארבעה ריכוזים, 0%, 12.5%, 25%, 50% ו-100%), שטח גדמים (לפי שתי קטגוריות, קטן וגדול) ועם או בלי קידוח בגדמים. סך הכל 60 גדמים לטיפול. ערכים P קטנים מ-0.05 מציינים השפעה מובהקת של מקור השונות.

Effect Likelihood Ratio Tests				
Source	Nparm	DF	L-R ChiSquare	Prob>ChiSq
מועד ניטור	2	2	0.03134673	0.9844
שטח גדמים קטגוריאלי	1	1	0.07066755	0.7904
מועד ניטור*שטח גדמים קטגוריאלי	2	2	0.01583184	0.9921
ריכוז	4	4	391.408833	<.0001*
מועד ניטור*ריכוז	8	8	0.07681632	1.0000
שטח גדמים קטגוריאלי*ריכוז	4	4	1.09937369	0.8944
מועד ניטור*שטח גדמים קטגוריאלי*ריכוז	8	8	0.03405221	1.0000
עם/בלי קידוח	1	1	1.22764965	0.2679
מועד ניטור*עם/בלי קידוח	2	2	0.03153268	0.9844
שטח גדמים קטגוריאלי*עם/בלי קידוח	1	1	0.52170506	0.4701
מועד ניטור*שטח גדמים קטגוריאלי*עם/בלי קידוח	2	2	0.01584766	0.9921
ריכוז*עם/בלי קידוח	4	4	4.32280884	0.3641
מועד ניטור*ריכוז*עם/בלי קידוח	8	8	0.0770447	1.0000
שטח גדמים קטגוריאלי*ריכוז*עם/בלי קידוח	4	4	8.02649291	0.0906
מועד ניטור*שטח גדמים קטגוריאלי*ריכוז*עם/בלי קידוח	8	8	0.03405321	1.0000

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים



איור 17. קצב התארכות הפרטים המתחדשים בהשפעת מועד המדידה וריכוז תכשיר ההדברה ראונדאפ. הגרף כולל פרטים מתחדשים בלבד. מספר הפרטים המתחדשים לטיפול: ביקורת (0) פרטים, 12.5% 41 פרטים, 22 25%, פרטים, 50% 15 פרטים וח- 100% 3 פרטים.

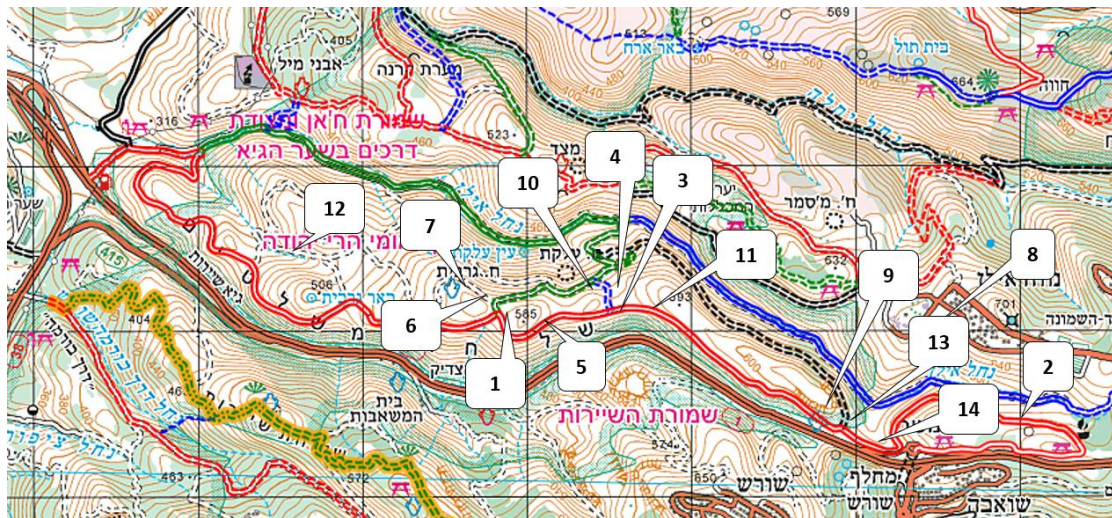


איור 18. השוואת טיפולים לטיפול כימי בשיטה כחלחלה. מימין למעלה, טיפול בכריתה עם הדברה וללא קידוח. משמאל למעלה, טיפול בכריתה והדברה עם קידוח. מימין למטה, טיפול בכריתה ללא קידוח. משמאל למטה, מראה הנוף של עץ בקבוצת הביקורת (ללא הדברה) 18 חודשים לאחר טיפול. [לצפייה נוספת בסרטון המראה בעץ מקבוצת הביקורת לחצו כאן.](#)

עוזד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

בחינת יעילות הפרויקט בבלימת ההתפשטות של השיטה הכחלחה

מטרת פרויקט זה כאמור היא בלימת ההתפשטות של הצמח הפולש. לצורך בחינת יעילות הפרויקט מן ההיבט של בלימת התפשטות נעשה מעקב אחר הדינמיקה של ההתפשטות של 14 קבוצות עצים מבודדות במרחב (איור 19), שאין בקרבם (ברדיוס שבין 25 ל-50 מ' במרחק מהם) עוד עצים נוספים. מספר העצים והמיקום שלהם ביחס למוקד הכתם תועד, וכמו גם נלקחו 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 האלו ובמהלך השנים הקרובות אנו מתכוונים להמשיך לנטר את החלקות, אחת לשנה, במטרה להעריך את קצב גידול האוכלוסייה והתפשטותה.



איור 19. מיקומי חלקות לניטור התפשטות השיטה הכחלחה בגן לאומי. המספרים מייצגים את חלקות הניטור. כל חלקה כוללת קבוצת עצים קטנה ומבודדת בסביבתה.

תוצאות שנה ראשונה הראו שמתוך 14 קבוצות עצים בודדות במרחב נמצאה התחדשות בשתי קבוצות עצים. בקבוצה האחת נמצאו שני זריעים ושני סורים (כנראה) בגובה של 40 – 80 ס"מ ומתוכם שניים סמוכים האחד לשני. בקבוצה אחרת נמצא מקבץ של זריעים וסורים בגובה של 50 ס"מ בערך ובשטח של 150 מ"ר בקירוב, שלא נצפה בשנה קודמת. יש לציין, שהשטח באתר זה מופר מאוד עקב פעולות ממשק דילול אורנים (איור 20). סימנים בשטח מעידים על כריתה של שיטה כחלחה והתפשטות בזחילה וגטטיבית מהגדמים החוצה מהכתם. בהנחה שהזריעים והסורים, לפחות בחלקם ישרדו בשנה הבאה, יהיה בכך כדי להגדיל את גודל החופות של העצים הכולל בחלקות המחקר. על בסיס ההבדלים בין גודל חופות העצים, ייקבע בשנים הבאות קצב הגידול של כיסוי העצים עם הזמן.



איור 20. תיעוד התחדשות בחלקת ביקורת 10. מימין, ריבוי זריעים חדשים בסביבתה של החלקה. משמאל, מיפוי העצים בחלקה במקור. המיפוי נעשה בעזר לוזר מסוג Vertex Laser Geo המאפשר לסמן אימוט וטווח למספר נקודות.

דין

כללי

פרויקט בלימת התפשטות השיטה הכחלחלה בגן לאומי הרי יהודה מסיים בימים אלו את שנתו השנייה מאז תחילת העבודות בינואר 2018. תוצאות הניטור מראים שהפרויקט עמד ביעדיו וללא חריגה תקציבית. תאי השטח שתוכננו לטיפול טופלו במלואם בהתאם להמלצות סדר העדיפות לטיפול (2016). רמת ההתחדשות של הצמח הפולש בשטחים המטופלים הייתה נמוכה יחסית להערכות המוקדמות ובהתאם, כפי שיפורט בהמשך גם עלויות הטיפול בהתחדשויות.

יעילות שיטת הכריתה והדברת הגדמים

שיטת הכריתה והדברת הגדמים נמצאה יעילה מאוד לטיפול בשיטה כחלחלה, ביישום שני התכשירים שוטגן וראונדאפ בריכוזים שונים. כנגד שיטה זו נטען, שהיא גורמת לריבוי חוטרים וסורים (דפור-דרור 2019). בחישוב התרומה של החוטרים והסורים לכיסוי ההתחדשות הכוללת של הצמח הפולש, ומתוך כך גם על מאמץ הטיפול בהתחדשויות נמצא, שתרומה זו נמוכה ביותר, על אף ההתארכות המואצת של סורים ביחס לזריעים. ריבוי מזריעים השורדים את הקיץ הוא פי עשרה ויותר בהשוואה לריבוי וגטיבי של סורים. אמנם הפרטים הוגטיביים גדולים יותר, אולם הטיפול בהם דומה מאוד לטיפול בזריעים. שיטת הניטור כפי שהתבצעה בפרויקט זה אפשרה לנו להבחין בין התחדשויות מגדמים שהודברו או שלא הודברו (פספוסים). התוצאות הראו שההתחדשויות קשורות לרוב בגדמים שלא הודברו (פיספוסים). התחדשות מחוטרי גזע בגדמים שכן הודברו הייתה נדירה ביותר, ואופיינה לרוב בהתארכות לקויה של הגבעולים וסימני צריבה על העלים. לאור האמור, אפשר לשלול את התחדשות החוטרים והסורים כטענה נגד שיטת היישום של כריתה והדברת הגדמים. השיטה טיפלה ביעילות בגדמים, הביאה לפינוי הנוף של הצמח הפולש, ובעקבות כך סייעה לטיפול יעיל בהתחדשויות. אנו מניחים שפינוי הנוף יסייע להתפתחות הצומח המקומי בנוף. לא נמצא הבדל מובהק ביעילות שתי שיטות ההדברה 50% ראונדאפ בהשוואה ל- 25% שוטגן. יישום ראונדאפ זול יותר בהשוואה לשוטגן ולכן מומלץ יותר לשימוש. בחינת יעילות הריכוזים של ראונדאפ עם ובלי קידוח בגדמים העלתה שני ממצאים עיקריים: ראשית, אין צורך בקידוח גדמים של שיטה כחלחלה, כיוון שיעילות גבוהה נמצאה בכל

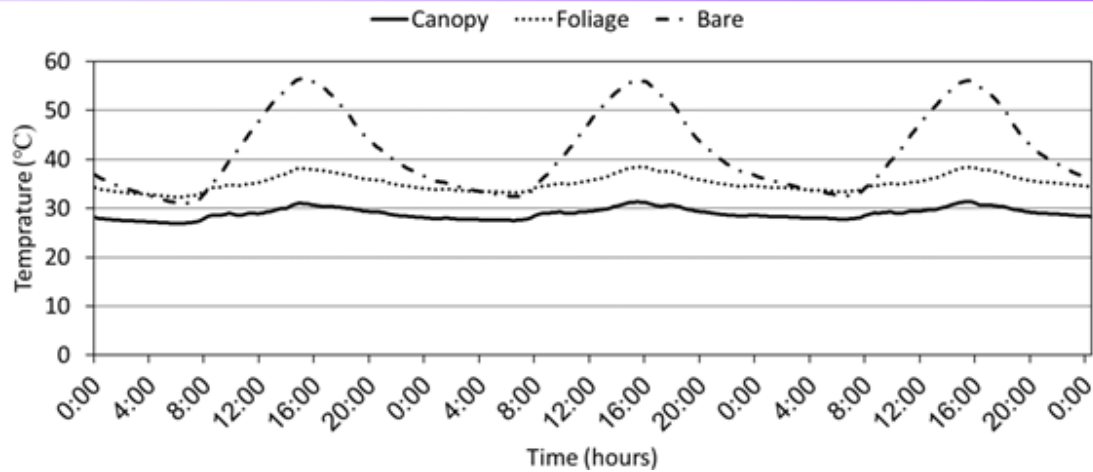
עוזד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

הריכוזים גם ללא קידוחים; כמו כן, אמנם עליה בריכוז התכשיר הביאה לעליה ביעילות ההדברה, אך ביחס לכיסוי הכולל של התחדשות הצמח הפולש גם מזרעים, נראה שהבדלים אלו מינוריים. בפרויקטים דומים אם כן, מומלץ להפעיל שיקול דעת לגבי יישום הריכוזים השונים ביחס לעלות, תועלת של כל ריכוז. בתנאים שבהם השטח נגיש לניטור ולתחזוקה שוטפת מומלץ לטפל בריכוזים נמוכים. לעומת זאת, ישנם שטחים שבהם הנראות של הפרטים נמוכה, הנגישות קשה ולכן יש קושי לנטר ולטפל בשיטתיות בהתחדשויות. בשטחים כאלו מומלץ לטפל בריכוז גבוה. לאחרונה עלתה טענה לפגיעה סביבתית של יישום ההדברה באופן שבו הוא נעשה בגן הלאומי (התכתבות פנימית). על בסיס תוצאות הניטור של נביטת זרעים בחלקות ראונדאפ ושוטגן ניתן לשלול טענה זו לחלוטין. בניגוד לראונדאפ, שוטגן המכיל את החומר הפעיל imazapyr פועל כמונע הצצת נבטים. העובדה שלא נמצא הבדל מובהק בנביטת זרעים בחלקות השוטגן לחלקות הראונדאפ מאששת את ההנחה שזליגת תכשירי ההדברה בשיטת הכריתה והדברת הגדמים זניחה לחלוטין.

התחדשות מזרעים בחלקות מטופלות

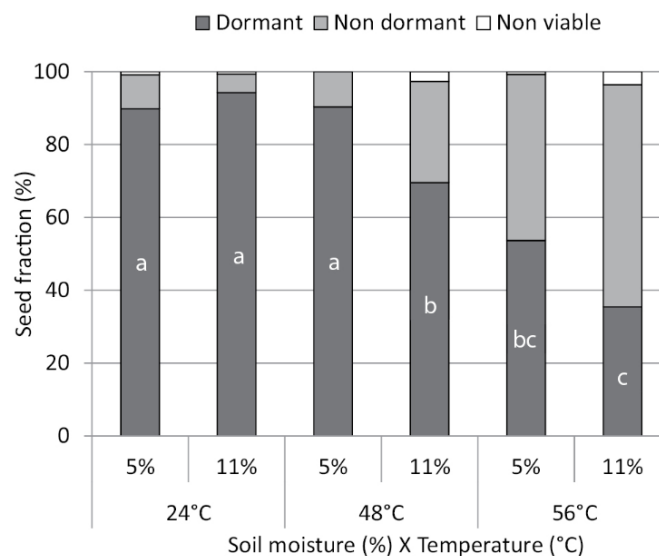
תזמון ההדברה והכוונת מאמצי הטיפול האזוריים נעשו על בסיס תצפיות ותגובה למתרחש בשטח. שיעור הנביטה בשנת 2019 היה נמוך באופן יחסי הן ביחס לאתרים אחרים בארץ והן ביחס לבנק הזרעים שנמצא בקרקע בסקרים המקדימים לפרויקט (דוח פנימי 2016). הדינמיקה של בנק הזרעים ידועה כגורם מפתח הקובע את מאפייני ההתחדשות של צמחים פולשים (המתאפיינים בבנק זרעים) בשטחים המטופלים, ובייחוד במיני שיטה אוסטרליים (Gibson et al. 2011). חום הקרקע במהלך הקיץ נמצא כגורם המעודד שבירת תרדמה במינים שונים המתאפיינים במנגנון תרדמה פיזיקלי (Ooi et al. 2009). לאחרונה נמצא, שתגובת נביטה לחום הקיץ מאפיינת גם את השיטה הכחלחלה (טרם פורסם). טמפרטורות קיץ נמדדו בקרקעות חוף צאלון בחוף המזרחי של הכנרת ב-2015 בעומק של שלושה ס"מ (איור 21). ערכים קרובים ל-60 מ"צ התקבלו בקרקעות חשופות לקרינה ישירה של השמש, בו זמנית התקבלו ערכים של-40 מ"צ בקרקע מכוסה בעלווה בלבד של שיטה כחלחלה וערכים של 30 מ"צ בקרקע מכוסה בעלווה ומתחת לחופה של שיטה כחלחלה. לאחרונה נמצא (איור 22), שחשיפת זרעים של שיטה כחלחלה לטמפרטורת קרקע של 56 מ"צ (בתנאים יבשים), הביאה לשבירת תרדמה מוגברת בהשוואה לטמפרטורה של 48 מ"צ (Cohen et al. 2019). מכאן ניתן להבין, שהעלווה הנותרת על הקרקע במהלך הקיץ הראשון לאחר כריתה והדברה מונעת יצירה של טמפרטורות קרקע גבוהות ובכך מעקבת נביטה בחורף העוקב לטיפולים. במטרה לחסוך עלויות ריסוק ופינוי של הגזם בפרויקט הנוכחי, הגזם נחתך דק ונותר על פני הקרקע. השארת הגזם על פני הקרקע הביאה לכך, שבמהלך הקיץ פני השטח היו מכוסים בגזם, ובעיקר בשכבת עלווה, שמקורה בחופה של העצים, שנוספה לרפידת העלווה הטבעית (איור 23). ניתן להניח אם כן, שהצללת הקרקע בקיץ 2018 הותירה את בנק הזרעים רדום בחורף העוקב, ולכן שיעור הנביטה היה נמוך. על בסיס הנחה זו, אפשר לצפות, שעם התכלות רפידת העלווה עם הזמן תגבר הנביטה בחורפים הבאים.

עודד כהן - מניעה וממשק של מינים פולשים



איור 21. השתנות טמפרטורת הקרע במהלך היממה בקיץ 2015, חוף צאלון. ערכי הטמפרטורה מייצגים קרקע חשופה לקרינה ישירה של השמש (Bare), קרקע מכוסה עלווה של שיטה כחלחלה (Foliage) וקרקע מכוסה בשיטה כחלחלה (לרבות רפידת עלים על פני הקרקע).

מלבד לשיעורי הנביטה הנמוכים בחורף 2019 גם הישרדות הזרעיים במהלך הקיץ הייתה נמוכה יחסית. אפשר לשער ששיעורי הישרדות הנמוכים קשורים בהתארכות המחזור הפנולוגי של צמחיית החורף בשנה זו. ריבוי המשקעים ופיזורם העיתי בחורף 2019 היטיבו אולי עם הישרדות הנבטים של השיטה הכחלחלה, אך ללא ספק הייטיבו עם הצומח המקומי. פיזור המשקעים הביא להתארכות יוצאת דופן במחזור הפנולוגי של עשביית החורף. אפשר להניח, שכיסוי הצומח החד-שנתי הרב שנותר ירוק לתוך חודשי האביב הגביר את החסינות הביוטית של בית הגידול, דרך הגברת התחרות עם הנבטים של השיטה הכחלחלה, תהליך שהביא להתייבשותם במהלך האביב והקיץ. שני הגורמים האלו, שיעורי נביטה נמוכים ושיעורי הישרדות נמוכים של הנבטים, הביאו בסופו של דבר לעוצמת התחדשות נמוכה בחלקות המטופלות. מומלץ להיערך לכך, ששיעור הנביטה בחורפים הקרובים יגבר, וכמו גם שיעורי ההישרדות של הנבטים בשטח. המשך ניטור רב-שנתי בחלקות המחקר, יסייע לנו להיערך ולכוון את מאמצי הטיפול בחלקות המטופלות.



איור 22. תגובת זרעים של שיטה כחלחלה לטיפול חום ולחות שונים. כל קומבינציה כללה 3 חזרות, 30 זרעים לחזרה (Cohen et al. 2019).



איור 23. מראה החלקות המטופלות בקיץ 2018. פני השטח בחלקות המטופלות נראים מכוסים בכיסוי אפרפר של עלווה, תרמילים וגזם יבש. מוערך כי כיסוי זה הביא לשיעורי נביטה נמוכים של שיטה כחלחלה בחלקות המטופלות.

יעילות הטיפולים החוזרים

הטיפול בהתחדשויות (פרטים שמקורים בנבטים) נעשה במהלך הסתיו לאחר התארכות הנבטים. אמנם מבחינת הפרט מוטב היה 'לטפל בנבטים' בעודם צעירים, שכן שלב הנביטה הוא הרגיש ביותר בחייו של הצמח וכמו גם כמות חומרי ההדברה הנחוצה לטיפול קטנה מאוד, אולם לא ניתן להדביר את הכמות העצומה של הנבטים בשטח ללא הדברה שיטתית של פני השטח. ניסיונו באתרם אחרים הראה, שהדברת השטח אינה רצויה, שכן היא גובה מחירים כספיים ואקולוגיים גבוהים, שנגרמים עקב השימוש בכמות גדולה של תכשירי ההדברה. לאור זאת, אנו הותרנו לנבטים לקמול לבד לתוך הקיץ החם והיבש, ולבסוף טיפלנו רק בזריעים השורדים. ניתן לשפר את השיטה שבה עבדנו ולהוסיף מחזור טיפולים קצר נוסף במהלך האביב. במחזור זה יטופלו אך ורק פרטים גדולים שחמקו מהדברה במטרה למנוע יצירת פירות בשטחים המטופלים. הכוונת מחזור הטיפולים הקצר לאביב נועד כדי לאתר את הפרטים ביתר קלות בשיא עונת הפריחה.

שיטת הטיפול בהתחדשויות בגן לאומי הרי יהודה נעשתה על בסיס ניסיונו לטיפול פרקינסוניה שיכנית (*Parkinsonia aculeate*) בנחל יששכר. בשיטה זו נעשה שימוש בשתי טכניקות הדברה כימיות, כריתה והדברת הגדמים וגיזום וריסוס הדברת העלווה. בכל תא שטח נבחרה אחת משתי הטכניקות, בהתאם לגודל הפרטים המתחדשים וצפיפותם. שיטת עבודה זו חסכה את העלויות הכספיות והסביבתיות של הדברת השטח וללא פגיעה בהספק הטיפולים בתאי שטח שבהם צפיפות הזריעים הייתה גבוהה. תוצאות הניטור לספירת נבטים, חוטרים וסורים בשטח הראו יעילות גבוהה מאוד של שיטה זו, עם מעט מאוד התחדשויות לאחר שלושה חודשים ממועד הטיפול.

הספק הטיפול בהתחדשויות נבדק בחלקות הפיילוט שנעשה בשנת 2016. תוצאות הפיילוט הראו הספק של שבעה דונם לפועל ביום בממוצע לעומדים צפופים בתנאי שטח שונים. בפועל, הספק העבודה היה 26 דונם לפועל ביום (חושב לפי 1820 דונם בחלוקה ל-68 ימים, לא כולל עבודה על גבעת באר גרבית ועבודה נוספת על אילנתה בלוטית). הבדלים אלו בין הספק הטיפול החוזר מאששים את ההנחה, שטיפול בחורשות צפופות עלול היה לייקר באופן משמעותי לא רק את הטיפול הראשוני להסרת הנוף של הצמח הפולש אלא גם את הטיפולים החוזרים. תוצאות אלו מספקות הצדקה נוספת להכוונת מאמץ הטיפולים לעומדים בצפיפות נמוכה ובינונית.

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

בלימת התפשטות הצמח הפולש

מטרת העל של הפרויקט הנוכחי הינה בלימת ההתפשטות של השיטה הכחלחלה ברחבי הגן הלאומי. ניטור חלקות הביקורת של קבוצות עצים מבודדים במרחב הראה, שיטת התפשטות של זריעים וסורים בחלקות שאינן מטופלות במסגרת הפרויקט. מתוך 14 חלקות ביקורת, נמצאו זריעים חדשים וסורים בשתי חלקות בלבד. בשתי החלקות, נראה שהתבססות הזריעים והסורים בשטח קשורה בפעולות ממשק של דילול אורנים. פעולת דילול אורנים יכולה להביא להתפשטות זריעים וסורים בשטח בכמה אופנים. ראשית ההפרעה הנגרמת לצומח המקומי מכשירה את הקרקע להתבססות צמחים פולשים. כמו כן, גרירת הגזם בשטח עשויה לשמש וקטור להפצת זרעים לאותם השטחים המופרים. בנוסף, ממשק דילול נעשה בין היתר למנוע התפשטות שרפות, ומבחינה זו לא נעשית הבדלה בין שיטה כחלחלה לאורנים, אלה ואלה נכרתים ומפונים מהשטח. בעוד שכריתה ללא הדברה קוטלת את האורנים, בשיטה כחלחלה פעולה זו וללא הדברה גורמת להאצת פריצה של חוטרים וסורים. משמעות הדבר, שממשק דילול מביא להתפשטות זריעים דרך הפצת זרעים והתבססות הנבטים בשטח המופר וכמו גם להתפשטות בזחילה באמצעות ריבוי וגטטיבי של סורים. האבחנה בין סורים לזריעים אינה מתאפשרת תמיד בשטח, ובייחוד כשרוצים להמנע מפגיעה בצמחים. ולהערכת התחדשות משתי הצורות קיימת בחלקות הביקורת. בכל אופן ממצאי הניטור מראים, שללא התערבות מניעה, ולנוכח ממשק הדילול הנוכחי, אפשר להניח שהשיטה הכחלחלה הייתה ממשיכה להתבסס ולהתפשט בגן הלאומי. לצד הממצאים של הצלחת ההדברה בחלקות המטופלות, ממצאי חלקות הביקורת מעידים על חשיבות פעולות הממשק האלו לבלימת ההתפשטות הצמח הפולש שיטה כחלחלה בגן הלאומי.

פירוט תקציבי והמלצות להמשך

תכנון תקציבי

העלות הכספית הכוללת בשנת הפרויקט הראשונה עמדה על 821,000 ₪. והיא כללה את העלויות הגבוהות של הסרת הצמח הפולש. העלות הכספית הכוללת לשנתו השנייה של הפרויקט הייתה נמוכה בהרבה והסתכמה ב- 151,000 ₪ (טבלה 7). עלות זו כללה את הרכיבים של טיפול בהתחדשויות, פיקוח, ניטור וליווי מקצועי. עלות זו צפויה להיות דומה פחות או יותר גם בשנים הבאות. יש לסייג ולומר, שבשנים הקרובות הבאות אנו צופים ריבוי זריעים גבוה יותר בשטח בשוואה לשנה זו, ובהתאם צפויות לעלות גם ההוצאות של טיפול בהתחדשויות. הקפדה על ניטור רב-שנתי תאפשר לווסת את הממשק בהתאם לצורך, ותמנע אפשרות של הוצאות מיותרות עקב פעילות חסר או פעילות יתר של טיפולים חוזרים. להלן פירוט עלויות לשנת 2019:

הרכיב של פיקוח על עבודות קבלן בשנת הפרויקט השנייה היה 31,892 ₪. ביחס לעלות השנתית הכוללת, העלות היחסית של רכיב זה גדלה ביחס לשנה הראשונה אך לא חרגה ביחס לעלות לתקציב שתוכנן מראש (דוח 2018). ההבדל בעלות היחסית של הפיקוח קשור בפעילות השונה של הקבלן בשטח בשתי השנים האלו. בשנה הראשונה העבודה הייתה מסיבית יותר ונדרש פיקוח צמוד של עובד רטי"ג לא מקצועי ובשילוב עם פיקוח עליון חלקי של מפקח מקצועי. לעומת זאת, בשנה השנייה היה צורך בליווי צמוד של מפקח מקצועי בכל ימי העבודה בשטח. קצב ההתקדמות של טיפול בהתחדשויות, היה כאמור מהיר בהרבה ביחס להסרת הנוף. תוך כדי ההתקדמות, נחוץ היה להנחות את הצוותים, לכוון ביעילות את מאמצי הטיפול בין תאי השטח ולקבוע את שיטת הטיפול המתאימה לכל מצב. הרכיב של ליווי מקצועי כלל את התקופה שבין ה- 15.8.2018 ועד ה-

עודד כהן – מניעה וממשק של מינים פולשים

19.9.2019. העלות כללה השתתפות בסיוורים וועדות מקצועיות, ליווי וכתבת דו"ח לשנת 2018.

תקציב 2019 מפורט בטבלה 7.

היתרה הכספית לשלוש השנים הבאות (2020-2022) עומדת על 528,000 ₪. סכום זה צפוי להתחלק באופן דומה על שלוש השנים הבאות, כלומר 176,000 ₪ לכל שנה, סכום השווה ערך לעלות הטיפולים בשנת הפרויקט השנייה עם יתרה של 16% סכום סביר כמענה לחריגה אפשרית.

טבלה 7. פירוט תקציב לתקופה לשנת 2018-2019. עבודת כוללת תכשירי הדברה (לפי הערכה בשלב זה). פיקוח עליון כולל הכוונה והנחיה של צוותי קבלן. ליווי מקצועי כולל ימי עבודה נוספים של הרפרנט המקצועי לתקופה שבין אוגוסט 2018 ל- ספטמבר 2019.

סעיף	הוצאה
עבודת קבלן	93,600
הדברה	10,000
פיקוח עליון	31,892
ליווי מקצועי	15,095
סה"כ	150,587

תכנון ביצועי לשנת 2020

א. יש להמשיך את הניטור בהתאם לתוכנית שנקבעה מראש (דוח שנה א). מומלץ להוסיף לרכיב הניטור גם שלושה ימי סקר בוטניים במהלך האביב (בשיא עונת הפריחה והפצת פירות), במטרה לבחון לאורך זמן את השפעת הטיפולים החוזרים על התחדשות הצומח המקומי.

ב. הטיפול בהתחדשויות בשנת 2020 יתבצע בשני מחזורים. מחזור ראשון, קצר, יעשה במהלך חודש מרץ, בשיא עונת הפריחה של השיטה הכחלחלה ומחזור שני ארוך יעשה בחודשים אוגוסט-ספטמבר. מטרת המחזור הקצר באביב לאתר פספוסים ולמנוע יצירת פירות בחלקות המטופלות. במחזור זה יטופלו פרטים גדולים בלבד ובשיטת הכריתה והדברת הגדם. במהלך מחזור הטיפולים הגדול בסוף הקיץ יטופלו כל הפרטים המתחדשים, קטנים וגדולים כאחד.

תודות

תודה לכל הגופים הנוגעים בדבר, קק"ל, רטי"ג והמשרד להגנת הסביבה על שיתוף הפעולה הפורה. תודה לקרן שטחים פתוחים על מימון הפרויקט.

מקורות

דופור-דרור, ז'מ. 2019. הצמחים הפולשים בישראל. מהדורה שניה. הגן הוטני האוניברסיטאי ירושלים, שלום עם הסביבה, החברה להגנת הטבע ורשות הטבע והגנים, אחוה ירושלים.

Cohen, O., Gamliel, A., Katan, J., Shubert, I., Guy, A., Weber, G., & 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.

DiTomaso, JM., Kyser, GB. 2007. Control of *Ailanthus altissima* using stem herbicide application techniques. *Arboriculture and Urban Forestry* 33, 55-63.

Gibson, MR., Richardson, DM., Marchante, E., Marchante, H., Rodger, JG et al. 2011. Reproductive biology of Australian acacias: Important mediator of invasiveness? *Diversity and Distribution*. 17, 911–933.

Ooi MKJ, Auld TD, Denham AJ. 2009. Climate change and bet-hedging : interactions between increased soil temperatures and seed bank persistence. *Global Change Biology*, 15, 2375-2386.