

שיקום צומח והגדלת המגוון הביולוגי בגדות נחל הקישון בעקבות ברוא אשלים ומינים פולשים.

מרס 2024

אדר ב' תשפ"ד

מחקר ק"ל מס' 1900 במסגרת קול קורא שיקום נחלים וניהול אגני היקוות ושטחים פתוחים/ השפעת נטיעות בגדות הנחל והגדלת המגוון הביולוגי בנחל או באגן, לשנת 2021.

חוקר ראשי: ד"ר דידי קפלן, מכללה אקדמית תל חי,

didi.didikaplan@gmail.com 054-6618896 ; 04-6937296

שותפים נוספים: רשות נחל קישון. אשת הקשר, מעיין ציון, ממונת אקולוגיה רשות נחל קישון,
maayan@kishon.org.il, 0506911447 ,048404404



תמונה 1 : חלקת ברוא אשל ושיקום צומח בראשית התהליך, מאי 2021.



תמונה 2 : חלקת ברוא אשל ושיקום צומח במאי 2022



תמונה 3 : חלקת ברוא אשל ושיקום צומח במאי 2023. ברקע, אזור לא מטופל מחוץ לניסוי.

תקציר

נחל קישון הוא אחד הנחלים הגדולים והחשובים בישראל והוא מנקז שטח של כ- 1,073 קמ"ר. נחל קישון עבר הפרות רבות של הצומח הטבעי ותנודות באיכות ובמליחות מי הנחל. דבר זה הביא להתפתחות מואצת של צמחייה פולשנית ומתפרצת ומינים כמו פרקינסוניה שיכנית, שיטה כחלחלה, טבק השית, קיקיון מצוי, אשל מרובע ואשל היאור (להלן "אשל") במספר אתרים ברצועת הנחל. צמחיה פולשנית ומתפרצת זו התבססה והתפשטה תוך גרימת שינויים במערכת האקולוגית, נזק למינים המקומיים ודלות בעושר המינים.

בחודש ספטמבר 2019 החלה רשות נחל קישון בהדברת מיני צמחים פולשים ומתפרצים בשתי גדות נחל קישון, במקטע שאורכו כ-2 ק"מ, כאשר עיקר העבודה היא דילול המין המתפרץ- אשל. האשל תופס במקטעים מסוימים את מרבית שטח בית הגידול, ופוגע במגוון המינים, עקב הצללה כבדה והמלח שהוא מפריש לקרקע ולמי הנחל. הטיפול הראשוני הסתיים ובמשך ארבע השנים הבאות, 2019-2023 התבצעה עבודת תחזוקה, הכוללת טיפול בנביטות חוזרות וחדשות של האשל ושל המינים הפולשים.

המחקר מבוסס על 3 טיפולים: טיפול באשל ובמינים פולשים ללא שיקום צמחי, טיפול באשל ובמינים פולשים עם נטיעת שיחים ועצים וצומח של בתי גידול לחים ואזור ביקורת ללא הדברת מינים. ניטור התוצאות נעשה בחתכי צומח קבועים, בגיבוי צילום אוויר מרחפן, למיפוי יחידות הצומח ומדידת כיסוי יחסי של מרכיבי הצומח העיקריים. המדדים להצלחה יבחנו במשך 3 שנות המחקר והם, עושר המינים המקומיים של בתי גידול לחים שיתבססו, כיסויים היחסי, זאת אל מול עושרם וכיסויים היחסי של המינים הפולשים והמתפרצים שיוותרו בשטח.

בין שני הדיגומים בשנת 2021, מאי ואוקטובר, התבססו מינים של עשבונים והכיסוי שלהם עלה, ובמקביל גם עלה כיסוי האשל, בעיקר מגדמים שהתחדשו. בשנת המחקר השנייה ניתן לזהות עליה בעושר המינים בטיפול שיקום הצומח, לעומת ברוא אשל והביקורת שנותרו יציבים, פחות או יותר. בעושר הנדירים אין שינוי רב, עם מגמת ירידה בטיפול ברוא האשל ללא שיקום, ככל הנראה בשל דחיקה תחרותית של גדמי האשל שהתחדשו. בשפע הנדירים, בעיקר מספר בוצין הגליל ואספרג א"י, יש ירידה בכל הטיפולים, ללא הסבר מניח את הדעת. בשנת המחקר השלישית לא נמצא בוצין הגליל בחתכי הדיגום, אם כי הוא נותר בחלקות המשוקמות.

בשלוש שנות המחקר נמצא כי מספר עצי האשל הבוגרים מובהק בין הביקורת וטיפול ברוא האשל, ללא הבדל מובהק בין הטיפולים, כך גם מספר הגדמים שהתחדשו, שכן בביקורת אין גדמים ובטיפולים יש מעט עצים בוגרים, בהגדרה. בשנת 2021 נמצאו נבטים בודדים של אשל בטיפול ברוא האשל וגם ב- 2022 נמצאו רק נבטים בודדים ואילו בשנה השלישית נמצאו יותר נבטים בחלקת השיקום, אך הדיגום היה לפני הטיפול העונתי זאת רק בטיפול הברוא והשיקום. הן הגדמים והן הנבטים מטופלים באופן שוטף, אם כי באופן יותר הדוק בטיפול השיקום, כך שכל גדם שמתחדש מטופל וכן הנבטים נעקרים, מה שמשפיע גם על עושר המינים הרב יותר בטיפול השיקום. בשנה השלישית הופסק למעשה הטיפול באשל בחלקות הברוא בלבד, שכן הקבלן סיים את חוזה עבודתו, אך הטיפול המשיך בשתי חלקות השיקום הצמחי, שכלל גם טיפול באשלים שהתחדשו מסורים או מזרעים.

נראה כי יש נביטה מועטה של אשל בביקורת ובטיפול ברוא האשל, אם כי ברוא ושיקום מאפשר נביטה רבה יותר, המטופלת כחלק מהשיקום, כל עוד השטח מתוחזק. ההתחדשות מגדמים היא עוצמתית ומחייבת טיפול שוטף של שנים אחדות עד להתבססות מלאה של צומח מתחרה.



תמונה 4 : חלקת ביקורת עם אשל צפוף. בשקעים מלוחים מתפתחת אוכלוסייה של המין הנדיר, מלחית הבורית.



תמונה 5 : חלקת ברוא אשל ללא שיקום. בשוליים מתפתחת אוכלוסייה של המין הנדיר, חומעה מגובבת.

מבוא

נחל קישון הוא אחד הנחלים הגדולים והחשובים בישראל והוא מנקז שטח של כ- 1,073 קמ"ר. רשות נחל הקישון מופקדת על כ- 25 ק"מ במורד הנחל מחציית הערוץ את כביש מס' 722 ממזרח לתל קשיש ועד לשפכו לים התיכון, נחל גדורה ושפך נחל ציפורי לקישון. במשך שנים ארוכות סבל הקישון מזיהום כרוני כבד של שפכים וקולחים עירוניים ותעשייתיים שהובילו לפגיעה קשה בתפקודו האקולוגי של הנחל ומינים רבים שהתקיימו במימיו ולגדותיו נפגעו קשות ואף נעלמו. פגיעה זו פתחה פתח להתנחלות של מינים פולשים ומתפרצים רבים בגדותיו. מאז שנות התשעים של המאה העשרים, צומצם הזיהום התעשייתי לנחל והחל תהליך שיקום ארוך בנחל. במהלך הזמן, איכות המים השתפרה משמעותית ומינים רבים חזרו לגדותיו ולמימיו של הנחל. עם זאת, התהליך עדיין לא הסתיים וההפרעות הסביבתיות הפוגעות בנחל ובשוכניו בו עוין קיימות. עיקר הבעיות במורד הנחל כיום היא ההתמודדות עם פיתוח

התשתיות המואץ המתרחש בצמוד לנחל, כגון נמל המפרץ החדש והדרכים אליו החוצות את הנחל, רכבת העמק, כביש 6, כביש 22, מחלף יגור ועוד.

בסקר צומח בקישון התחתון (אלרון וחובי, 2015) נמצאו 196 מיני צמחים, חלקם הגדול במקטע מחקר זה. המינים מאפיינים בתי גידול שונים, בהם כאלו הרלוונטיים לקטע המחקר, בית הגידול הלח של מים מתוקים עד מליחים ושל קרקעות כבדות, וכן מינים שמקורם בשדות (סגטליים), פליטי-תרבות, או פולשים. בסקר זה נמצאו 28 מינים בדרגות נדירות שונות (11 מינים נדירים מאד, 7 מינים נדירים, 10 נדירים למדי מהם 9 אדומים). 33% מהמינים שנרשמו בנחל הם מינים חובבי מים (הידרופיליים), המאפיינים בתי גידול לחים ו-8% מכלל המינים הם מינים של קרקעות כבדות. קבוצת מינים זו היא בעלת חשיבות רבה לשימור מגוון המינים הארצי, שכן מרבית העמקים עם הקרקעות הכבדות מעובדים באופן יעיל (אינטנסיבי) והמינים הייחודיים להם הפכו נדירים. בסקר נמצאו 22 מיני צמחים זרים לישראל, מהם 16 מינים פולשים, בהם המינים הבעייתיים ביותר, המהווים סכנה להשתלטות על בית הגידול של הנחל וגדותיו, שיטה כחלחלה, פרקינסוניה שיכנית, טיונית החולות, טבק השיח וקיקיון מצוי. בסקר שנערך ע"י ליגמ (גבאי וחובי, 2024) נמצאו בכל מורד הקישון (מתל קשיש בואכה הימה) 346 מיני צמחים, מהם 30 נדירים, 74 בעלי זיקה לבית גידול לח ו-6 מינים בעלי זיקה לבתי גידול מלוחים.

צמחי בתי הגידול הלחים מצויים במים, או בגדות הלחות וצמחי הקרקעות הכבדות - בעיקר בשולי הנחל, מה שמצביע על חשיבותם של פשטי ההצפה לייצוג של בית הגידול הביצתי ההיסטורי. בית גידול זה היה במקורו חשוף מעצים ובוודאי מהמינים הפולשים, שהם זרים וחדשים יחסית לישראל.

אחד מבעלי החיים, שהוא מין בסכנת הכחדה בישראל הוא הצב הרך, שאוכלוסייה שלו קיימת במורד הנחל, מאזור נחל ציפורי ועד לשפך, בכלל זה באזור המחקר. בשני העשורים האחרונים נעשות פעולות, ע"י רשות נחל קישון ורשות הטבע והגנים, לאושש את אוכלוסייתו. בית הגידול הנדרש לקינון הצב הרך הוא גדות נחל בשיפוע מתון ללא צמחייה, או עם צמחייה נמוכה. המינים הפולשים והמתפרצים, בעיקר אשל, הם מיני שיחים ועצים, היוצרים צל, תופסים פיסית את בית הגידול החשוב לקינון הצב ומונעים את האפשרות לקינון במקומות אלו.

סוגיית המינים הפולשים והמתפרצים נחשבת כאיום מרכזי על מגוון המינים בעולם ולכן הפך הטיפול בהם לאחד היעדים החשובים בשמירת טבע. מינים אלו מתחרים עם המינים המקומיים בהצלחה עקב העדר אויבים טבעיים ופוגעים הן המבנה הצומח והן בהרכב המינים שלו. מינים אלו נוטים לפלוש ולהתבסס דווקא בשטחים המופרים על ידי פעולות פיתוח, כך יש להם יתרון על המינים המקומיים. הם בעלי עמידות לשיטות הדברה שונות בשל יכולת ריבוי מהירה באמצעות ייצור כמויות זרעים מאוד גדולות, ריבוי וגטטיבי, יכולת נביטה גבוהה מבנק הזרעים בקרקע וחוסר תלות בעונתיות ולכן קשה מאוד לבערם מהשטח, אלא אם מתמידים בפעולות הביעור בכמה שלבים ולאורך זמן. האשל מוגדר כמין מקומי מתפרץ, כלומר מין מקומי המתפשט אל מעבר לשכיחות ולתפוצה הגיאוגרפית שלו וגורם נזק למערכת האקולוגית על ידי פגיעה במגוון המינים, או במבנה הצומח ובית גידולו. האשל תופס בהצלחה יתרה את בתי הגידול הלחים, בעיקר נוכח כושר שרידות גבוה, מפריש מלח היוצר אפקט אללופטי (דוחה מינים אחרים) וגורם להצלחה כבדה, אשר מביאים לדלות אקולוגית. האיזון בין האשל והמינים הטבעיים האחרים הופר עקב שינויים, מעשי ידי אדם, בבית הגידול, בעיקר המלחת מי הנחל ותנודתיות במפלס המים. עמידות האשל למליחות ולתנודות המפלס רבה, ויתרה מכך, הוא מין חלוץ בבוץ שנחשף, מתבסס בו היטב ולאחר מכן מתחרה עם מרבית המינים המקומיים, שהתבססותם איטית יותר.

נחל קישון עבר במהלך השנים האחרונות הפרות רבות של הצומח הטבעי ותנודות קיצוניות באיכות ובמליחות המים. דבר זה הביא להתפתחות מואצת של צמחייה פולשנית ומתפרצת ברצועת הנחל. בין המינים הללו נצפו מינים פולשים כגון: שיטה כחלחלה, פרקינסוניה שיכנית, טיונית החולות, טבק השיח וקיקיון מצוי.

הטיפול במינים הפולשים והמתפרצים הוא מהלך חשוב וראשוני לשיקום בית הגידול ולתפקודו כנחל חי, המקיים מסדרון אקולוגי יעיל, שמבסס בית גידול למגוון רחב של צמחים ובעלי חיים. יש לציין כי חרף איכות המים הירודה

והיעדר צמחייה טבולה בנחל, הרי צומח הגדות בקישון עשיר במיוחד ופוטנציאל השיקום של הקרקעות הכבדות בשולי הנחל הוא רב.

נחל קישון נסקר במהלך 2014-2015 כחלק מסקר אקולוגי נרחב במורד נחל הקישון ונחל גדורה (אלרון וחובי, 2015). בתוצאות הסקר, המקטע מגשר אירי בריכות נשר ועד גשר אירי יגור (מקטע מס' 2.6 בסקר) הוגדר כבעל ערכיות אקולוגית גבוהה, בעיקר בשל קרבתו לבריכות נשר, המהוות מוקד משיכה למיני עופות רבים. תוצאות הסקר הראו כי ישנה השפעה של כיסוי נרחב של אשלים בגדות הנחל על מגוון מיני הצומח והעופות. ככל שכיסי האשלים עולה, כך יורד מגוון המינים המאכלסים את בית הגידול.



תמונה 6 : חלקת ברוא אשל ושיקום. הרדוף הנחלים שתול ונביטה עצמונית של אסתר מרצעני.



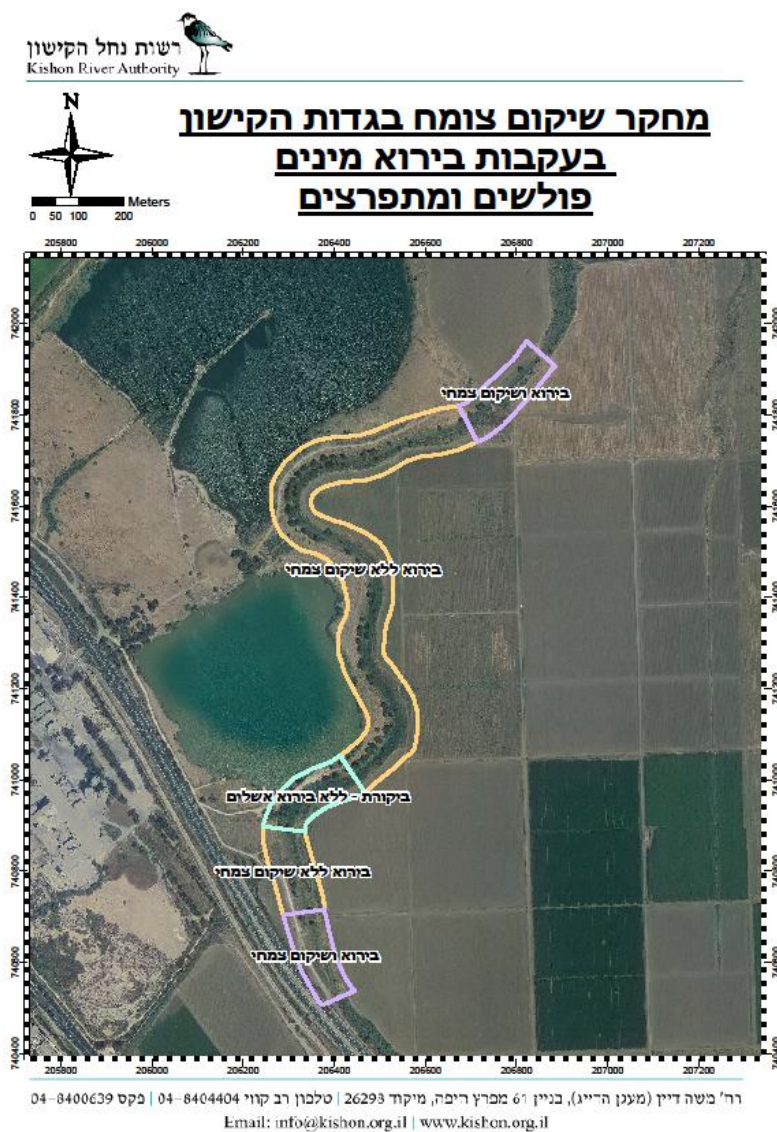
תמונה 7 : חלקת ברוא אשל עם התחדשות גדמים והתבססות קנה מצוי, כמתחרה באשל.

בחודש ספטמבר 2019 החלה רשות נחל הקישון בעבודות הדברת מיני צמחים פולשים ומתפרצים בגדות נחל הקישון, מגשר אירי יגור עד לגשר אירי בריכות נשר (ר' מפה 1). המיזם נעשה במימון משותף של הקרן לשמירה על שטחים

פתוחים יחד עם רשות הנחל. רוב המיזם מתמקד בעבודות דילול המין המתפרץ- אשל. האשל תופס במקטעים מסוימים את מרבית שטח בית הגידול ופוגע במגוון המינים, עקב ההצללה הכבדה שלו והמלח שהוא מפריש לקרקע ולמי הנחל.

העבודות התבצעו על ידי קבלן על פי פרוטוקול, שעובד מפרוטוקול לטיפול במינים פולשים של ד"ר ז'אן-מארק דופור-דרור, אקולוג מומחה במינים פולשים, ברצועת נחל ברוחב של 25 מ' בכל גדה, תוך פגיעה מזערית, ככל הניתן, בשאר הצומח ובגדות הנחל. לפיכך, התבצעה הדברה נקודתית וסלקטיבית בשיטת כריתה ומריחה של הגזע (נספח 1). את העבודות ליווה הח"מ והצוות המקצועי של רשות הנחל, שנתנו הנחיות לגבי ברוא המינים ותיאום שיטת העבודה באזורים רגישים במיוחד המאכלסים מינים נדירים. לאחר הטיפול הראשוני ובמשך ארבע השנים שלאחריו, מתבצעת עבודת תחזוקה, הכוללת טיפול בנביטות חוזרות וחדשות של האשל ושל המינים הפולשים (נספח 2), מה שניכר גם במפה 2.

מפה 1 : אזור המחקר והטיפולים השונים : ברוא ושיקום צומח, ברוא ללא שיקום צמחי, ביקורת.



מפה 2 : אזור המחקר והטיפולים השונים : ברוא ושיקום צומח, ברוא ללא שיקום צמחי, ביקורת (govmap2022).



שאלת המחקר ומטרותיו, כלי מדידה להצלחתו

האם ברוא מינים פולשים ומתפרצים, עם או בלי ממשק של נטיעה ושתילה של מינים מקומיים, יביא להתבססות תחרותית של מינים מקומיים עם המינים הפולשים והמתפרצים?

הנחת העבודה כי שיקום צמחי של מקטע נחל, שעבר טיפול יסודי בברוא מינים פולשים ומתפרצים, יביא למימוש מטרת המחקר, דהיינו, התבססות בר-קיימא של מינים מקומיים של בית גידול לח ושיקום גדות הנחל.

המדדים להצלחה נבחנו במהלך 3 שנות המחקר והם, השינויים בעושר וכיסוי היחסי של המינים המקומיים בבית גידול לח וקרקעות כבדות, והשינויים בעושר ובשפע של המינים הפולשים והמתפרצים.

המחקר מסייע לניהול מיטבי של גדות נחלים, רבות מהן משובשות במינים פולשים ומתפרצים. המושג "יער גדות נחלים" שהיה מוגדר בתמ"א 22, שינה את הגדרתו בתמ"א 1, אך יש לבנות תורה לשיקום גדות נחלים, ומחקר זה מהווה אחת מאבני הבניין לפיתוח תורת זו, תוך פיתוח תובנות ודרכי פעולה כדי לגבש ממשק של גדות, שמבוסס על שתילה ונטיעה של מיני בר, רבים מהם עשבוניים ושיחים, בהם נדירים.

שיטות

תוכנית העבודה מבוססת על 3 שנים.

המשך תחזוקת השטח ללא מינים פולשים ומתפרצים: בכל שנות המחקר (בתקציב ובאחריות רשות נחל קישון). שתילה ונטיעה בשנה הראשונה ותחזוקה במשך 3 שנים (ביעור מינים פולשים, מתפרצים, באשה וסגטליים, השקייה בקיץ).

ניטור צומח בחתכים: באביב בכ"א משלוש השנים.

צילום וניתוח תצלומי רחפן: בוצע צילום כל שנה באביב ע"י רשות נחל קישון.

מבנה המחקר מבוסס על 3 טיפולים (ר' גם מפה 1):

1. טיפול באשל ובמינים פולשים, ללא שיקום צמחי.

2. טיפול באשל ובמינים פולשים עם נטיעת שיחים ועצים (נספח 3).

3. ביקורת- חלק מהגדות שלא עבר טיפול הדברת מינים כלל.

בשטח המטופל בוראו המינים פולשים ובשטח השיקום הצמחי בוראו גם צמחי באשה (רודרליים) וסגטליים (צמחי שדות) בטיפול ידני או בכיסוח (בהתאם לעונה, גובה הצמחים וכיסוי השטח). טיפול חוזר בעצים נעשה בשיטת כריתה ומריחה, כמפורט בנספח 1.





תמונות 8-9 : טיפול באשל, כריתה ומריחה. ספטמבר 2019.

שתילה ותחזוקה

השתילה בחלקה הדרומית בוצעה ביוני 2021; ע"י משתלת הרדוף, אשר גם גידלו את השתילים וממשיכים בתחזוקת השטח. ס"ה נשתלו בחלקה זו 1144 שתילים ואילו בחלקה הצפונית נשתלו 3061 שתילים ע"י חברת ליגמ (נספח 3). את השתילים לחלקה הצפונית הכינה וסיפקה משתלת הרדוף, אשר המשיכה לתחזק את השטח, עד וכולל אביב 2024. מימון החלקה הצפונית היה בסיוע רשות ניקוז ונחלים קישון (נספח 3).

התחזוקה של חלקות שיקום הצומח כוללת השקיה לפי הצורך וביקורים אחת לחודש, הכוללים עקירת פולשים ומתפרצים וכיסוח סלקטיבי באביב של מיני באשה, פולשים ומתפרצים.

המשך טיפול באשל התבצע ע"י קבלן מטעם רשות נחל קישון, ובמימון משותף עם הקרן לשטחים פתוחים, הכולל עקירה, כריתה ומריחה של אשל ופולשים מעוצים, והתבצע פעמיים בחודש, עד ינואר 2023 (נספח 2).



תמונה 10 : חלקת ברוא אשל ושיקום. גדם אשל שלא התחדש, שיקום צומח טרם בא לידי ביטוי במאי 2021.

ניטור הצומח

בכל טיפול בכל בלוק נעשו 4 חתכי צומח, 2 בכל גדה (בס"ה 20 חתכים בכל עונה), במערך ובסימול הבא:

| בלוק דרום | בלוק צפון | ביקורת אמצע | ביקורת |
|-----------|-----------|-------------|----------------------|
| | | CS | ברוא אשל |
| TS | TN | | ברוא אשל ושיקום צומח |
| TRS | TRN | | |

נקודות הציון של כל חתך מובאות בנספח 4, כאשר הני"צ הוא של הנקודה על הגדה היבשה, ממנה נעשה חתך מאונך לנחל. בכל חתך נרשם מצאי המינים, כיסוי יחסי של מינים עיקריים ומספר פרטים של מינים נדירים. נרשמו גם מינים בתוך החלקה, שלא נכללו בחתכים, לנוכחות בלבד. לגבי אשל נרשם גם מספר הנבטים, מספר גדמים מתים ומספר גדמים מתחדשים. בכל גדה בכל טיפול נספרו עד 100 פרטים של אשל ונרשמו גם כן מספר הנבטים, מספר גדמים מתים ומספר גדמים מתחדשים.

בשנת 2021 נערכו שני ניטורי צומח, האחד במאי, ערב השתילה והשני בספטמבר לאחר שני מחזורי השתילה, בחלקה הדרומית (יוני) ובחלקה הצפונית (ספטמבר). בשנת 2022 נעשה דיגום אחד- במאי, כך גם בשנת 2023.

מבחנים סטטיסטיים:

המבחנים הסטטיסטיים התבצעו בתוכנת Rstudio בעזרת הפונקציה aov(). תקציר הניתוח מובא בנספח 1. כדי לבחון את השפעת הטיפולים על התחדשות העצים, בוצע מבחן ANOVA לבדיקת השונות בין הממוצעים של החתכים בכל טיפול עבור כל פרמטר שנמדד. עבור כל פרמטר בוצע מבחן לשונות בין הטיפולים השונים בכל שנה ומבחן לשונות בין הממוצעים לאורך השנים בכל טיפול.

נוכחות מינים נבחנה באותם כלים סטטיסטיים לגבי השונות בין הטיפולים בקבוצות המינים הפונקציונליות הבאות: מינים בעלי זיקה לבתי גידול לחים, למלחה, לשדות (מינים סגטליים), לבתי גידול מופרים (מיני באשה) ומינים פולשים. כמו כן נבחנו קבוצות המינים במדדים של עושר, נדירות, אנדמיות והיותם קרובי בר של צמחי תרבות (CWR-crop wild relatives).

צילומי אוויר: באוקטובר 2021 נערך ע"י רשות נחל קישון, צילום אוויר מרחפן למיפוי ממ"גי של יחידות הצומח ומדידת כיסוי יחסי של מרכיבי הצומח העיקריים (על בסיס מבנה הצומח). הצילומים הועברו לד"ר אורן רייכמן, מכללת תל-חי לבדיקת יכולת העיבוד הממ"גי ולמתן הנחיות לצילום 2022. ב- 30.5.22 נעשה צילום נוסף של כל שטח הניסוי. בשנת 2023 בוצעו שני יעפי צילום, ב- 16.7.23 וב- 14.9.23. אולם, קשיים אובייקטיביים בצילום הקשו על יצירת רצף ועיגון של התמונות במרחב, לצד העדר GPS זמין, שמנע צילום חוזר רציף ואחיד באביב 2024.

עושר ושפע המינים

אפיון החלקות מבחינת כיסוי יחסי של קבוצות מבנה הצומח והאשל, מובא בנספח 4 .

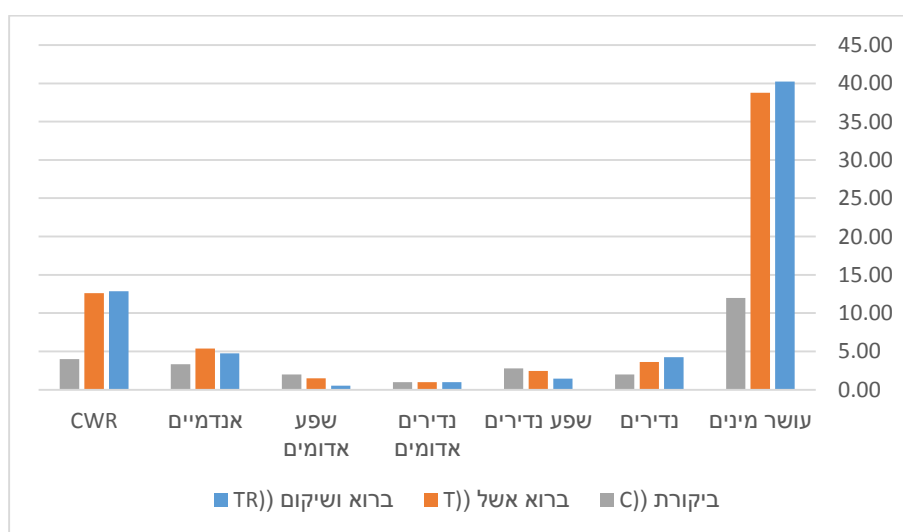
מצאי המינים, כיסוי יחסי של המינים העיקריים וכיסוי ומספר מינים נדירים, מובא בנספח 5א. ורשימת המינים המלאה ואפיונם מובאת בנספח 5ב. עושר המינים נמצא גבוה ומובהק ($\alpha=0.01$) בשני טיפולי ברוא האשל, לעומת הביקורת. עושר הנדירים נמצא גם הוא מובהק ($\alpha=0.05$) ביחס לצפיפות האשל. בביקורת נמצאו 2 מינים נדירים (ממוצע לחלקה - 2) בשפע נמוך, בטיפול ברוא האשל ללא שיקום נמצאו 1-5 מינים נדירים לחלקה (ממוצע 3.63 לחלקה), בשפע גבוה ואילו בחלקות ברוא האשל ושיקום נמצאו 2-6 מינים נדירים לחלקה (ממוצע 4.25 לחלקה) בשפע נמוך. שפע הנדירים יצא מובהק בטיפול ברוא האשל לעומת הביקורת וטיפול השיקום, כאשר התרומה העיקרית היא של מלחית הבורית ואספרג א"י ואילו חומעה מגובבת מופיעה דווקא בעיקר בביקורת בשולי עומדים צפופים של אשל.

תמצית הממצאים של עושר מינים, עושר ושפע נדירים ממוצעים לטיפול, מובאים בטבלה 1.

טבלה 1: ממוצע עושר מינים, מספר ושפע המינים הנדירים והאדומים, עושר המינים האנדמיים וקרובי הבר של צמחי התרבות (CWR), בטיפולים השונים במאי 2023.

| ממוצע לחלקה | ברוא ושיקום (TR) | ברוא אשל (T) | ביקורת (C) |
|---------------|------------------|--------------|------------|
| עושר מינים | 40.25 | 38.75 | 12 |
| נדירים | 4.25 | 3.63 | 2 |
| שפע נדירים | 1.46 | 2.47 | 3 |
| נדירים אדומים | 1 | 1 | 1 |
| שפע אדומים | 0.55 | 1.50 | 2 |
| אנדמיים | 4.75 | 5.38 | 3.33 |
| CWR | 12.88 | 12.63 | 4 |

איור 1: ממוצע עושר מינים, מספר ושפע המינים הנדירים והאדומים, עושר המינים האנדמיים וקרובי הבר של צמחי התרבות (CWR), בטיפולים השונים במאי 2023.

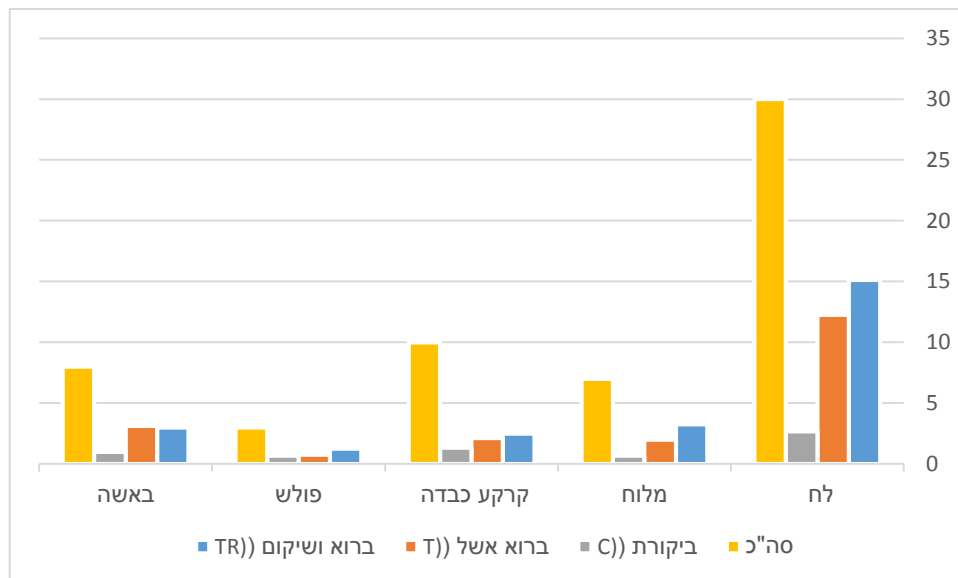


התפלגות המינים מבחינת זיקתם לבית הגידול מצביע על עושר גבוה ומובהק של מינים בעלי זיקה לבית גידול לח בטיפולי ברוא האשל לעומת הביקורת, כך גם לגבי מיני מלחה, מינים של קרקעות כבדות ומיני באשה של בתי גידול מופרים. עושר המינים הפולשים נמצא גבוה יותר בטיפולים של ברוא האשל, ברוא ושיקום גבוה מברוא בלבד והעושר הנמוך ביותר של קבוצה זו – בביקורת, אם כי לא מובהק.

טבלה 2 : התפלגות ממוצעי עושר מינים עפ"י זיקתם לבתי הגידול השונים (לח, מלוח, קרקע כבדה, בתי גידול מופרים ומינים פולשים), בטיפולים השונים במאי 2023.

| זיקה לבית גידול | ברוא ושיקום (TR) | ברוא אשל (T) | ביקורת (C) |
|-----------------|------------------|--------------|------------|
| לח | 15.13 | 12.25 | 2.67 |
| מלוח | 3.25 | 2 | 0.67 |
| קרקע כבדה | 2.5 | 2.13 | 1.33 |
| פולש | 1.25 | 0.75 | 0.67 |
| באשה | 3 | 3.13 | 1 |

איור 2 : התפלגות ממוצעי עושר מינים עפ"י זיקתם לבתי הגידול השונים (לח, מלוח, קרקע כבדה, בתי גידול מופרים ומינים פולשים), בטיפולים השונים במאי 2023.



מצאי והתחדשות אשל

מספר הפרטים של אשל, בטיפולים השונים, שנבטו, התחדשו, או הוכחדו מובאים בטבלה 3 ובאיורים 3-5. ניתן לראות בטבלה כי השונות בין הטיפולים לגבי **גדמים שלא התחדשו** בכל שנה היא מובהקת ($p > 0.05$), וכך גם השונות של הממוצעים עבור כל טיפול לאורך השנים. לגבי **גדמים שכן התחדשו** אחרי כריתה, ניתן לראות כי השונות בין הטיפולים בכל שנה אינה מובהקת ($p < 0.05$), והשונות של הממוצעים עבור כל טיפול לאורך השנים אינה מובהקת בשנים 2021 ו-2023. ב-2022 השונות בין הממוצעים היא כן מובהקת, ייתכן כי מקורה של השונות בשנה זו נובע מהכמות הכללית שנספרה בכל טיפול, שלא הייתה אחידה והייתה תלויה בכמות הכללית של עצים שהיו זמינים בחלקה. בהתפלגות ממוצעי **הנבטים של אשל** שנספרו בכל אחד מהטיפולים לאורך השנים ניתן לראות כי השונות בין הטיפולים בכל שנה אינה מובהקת ($p < 0.05$), אך השונות של הממוצעים עבור כל טיפול לאורך השנים מובהקת בכל השנים.

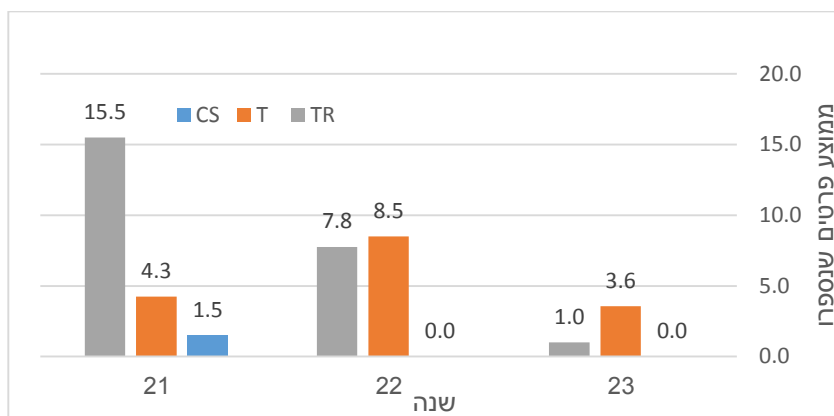
טבלה 3: ממוצע מספר הפרטים ושל עצי אשל במצבי התחדשות בטיפולים השונים. בכל טיפול נספרו עד 100 פרטים. להשוואה מובאים גם נתוני השנתיים הקודמות.

| ס"ה שנספרו לחזרה 5/23 | נבטים 5/23 | גדמים שהתחדשו 5/23 | עצים 5/23 | גדמים שלא התחדשו 5/23 | ממוצעים 2023 | |
|-----------------------|------------|--------------------|-----------|-----------------------|----------------------|----|
| 100.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | ביקורת | CS |
| 100.0 | 14.0 | 82.3 | 0.1 | 3.6 | ברוא אשל | T |
| 64.8 | 61.0 | 1.4 | 0.0 | 2.4 | ברוא אשל ושיקום צומח | TR |

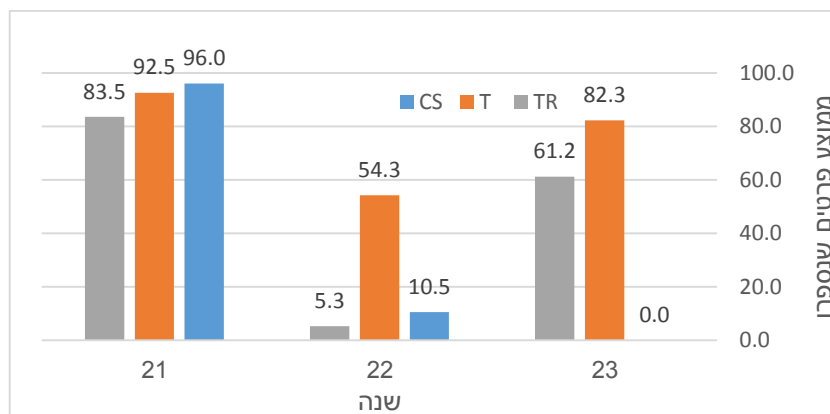
| ס"ה שנספרו לחזרה 5/22 | נבטים 5/22 | גדמים שהתחדשו 5/22 | עצים 5/22 | גדמים שלא התחדשו 5/22 | ממוצעים 2022 | |
|-----------------------|------------|--------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-----|
| 100.0 | 0.5 | 0.0 | 99.5 | 0.0 | ביקורת | CS |
| 85.0 | 0.0 | 72.3 | 1.3 | 11.3 | ברוא אשל | TS |
| 3.0 | 2.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | ברוא אשל ושיקום צומח | TRN |

| ס"ה שנספרו לחזרה 5/21 | נבטים 5/21 | גדמים שהתחדשו 5/21 | עצים 5/21 | גדמים שלא התחדשו 5/21 | ממוצעים 2021 | |
|-----------------------|------------|--------------------|-----------|-----------------------|----------------------|----|
| 100.0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | ביקורת | CS |
| 100.5 | 1.8 | 92.5 | 0.8 | 5.5 | ברוא אשל | T |
| 99.8 | 0.8 | 83.5 | 0.0 | 15.5 | ברוא אשל ושיקום צומח | TR |

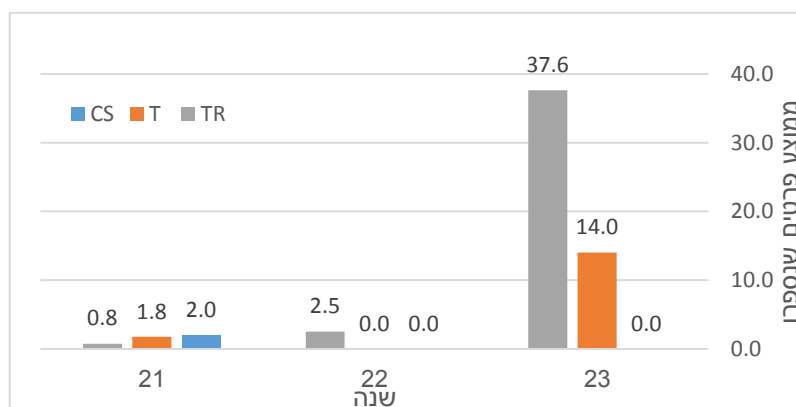
איור 3 : ממוצעי מספר עצי אשל שנכרתו ולא התחדשו בטיפולים השונים בשנים 2021-2023.



איור 4 : ממוצעי מספר עצי אשל ונבטים שנמצאו (2021) או התחדשו בטיפולים השונים בשנים 2022-2023.



איור 5 : ממוצעי מספר נבטים בלבד של אשל שנמצאו בטיפולים השונים בשנים 2021-2023.



טבלה 4 : מובהקות (ערכי p) בין הטיפולים ובין השנים של התחדשות עצי אשל.

| שנה | גדמים שלא התחדשו | עצים | גדמים שהתחדשו | נבטים |
|-----------|------------------|----------|---------------|---------|
| בין השנים | 0.2433 | 0.451 | 0.017 | 0.03788 |
| 21 | 0.127 | 7.24E-16 | 0.00000726 | 0.123 |
| 22 | 0.45 | 2.43E-12 | 0.106 | 0.391 |
| 23 | 0.372 | 2E-16 | 0.000298 | 0.059 |

מספר העצים הבוגרים נמצא מובהק בין הביקורת וטיפולי ברוא האשל, ללא הבדל מובהק בין הטיפולים, ככל הנראה עקב מיעוט פרטים בוגרים בטיפולים, בהגדרה. מספר הגדמים שהתחדשו גבוה באופן מובהק בטיפול ברוא האשל מהביקורת, כצפוי, שכן בביקורת אין גדמים, זאת לעומת טיפול השיקום, שם מטפלים באופן שוטף בגדמים המתחדשים. נבטים של אשל נמצאו כמעט אך ורק רק בטיפול ברוא ושיקום צומח. בביקורת, שם עומדים צפופים של אשל, אין למעשה נביטה חדשה של עצים.





תמונות 11-13 : חלקות ברוא אשל במאי 2023. מלמעלה למטה : התחדשות רבה של אשל, התבססות קנה מצוי ועבדקן מצוי ובתמונה למטה- התבססות עצמונית של ליפיה זוחלת.

צילומי אוויר

התמונות הבאות מציגות דוגמאות של צילום מרחפן, של חלקות ביקורת, ברוא אשל וברוא עם שיקום צמחי. קשיים בעיגון התמונות, ברצף ובאחידות התמונות מנעו עד כה ניתוח ממ"גי של הצילומים. צילום חוזר לא התאפשר עקב מצב הלחימה והעדר GPS זמין וכן גיוסו של ד"ר אורן רייכמן למילואים מאז אוקטובר 2023. לפיכך מובאים להלן מבחר צילומים להדגמה, בהם ניתן להבחין היטב בכיסוי האשל בטיפולים השונים. מופע האשל בצילומים הוא ירוק-אפור, בשונה ממינים אחרים בשטח. כיסוי האשל בביקורת הוא כ- 95%, בטיפולי ברוא בלבד כ- 30% ובטיפולי ברוא עם שיקום צמחי, פחות מ- 1%.



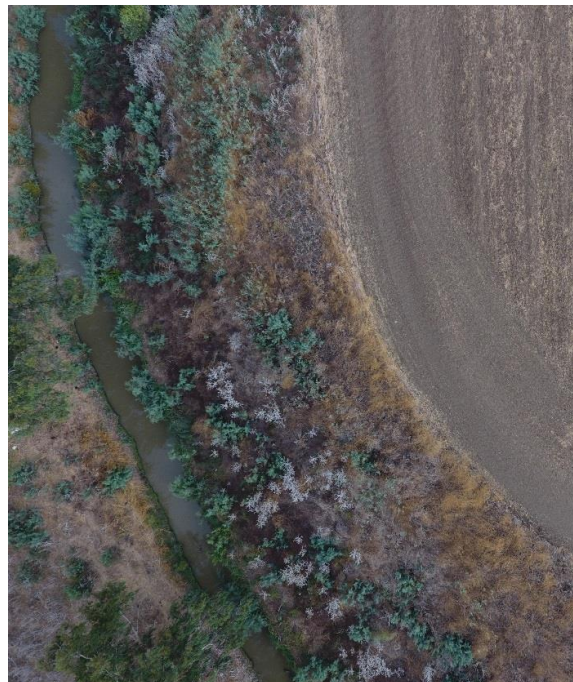
תמונות 14-15 : חלקת הביקורת עם עומדים צפופים של אשל ב- 2021 (מימין) וב- 2023 (משמאל), מיקום הנחל סומן בקו כחול, ללא שינוי.



תמונות 16-17 : חלקת ברוא אשל ב- 2021 (מימין) וב- 2023 (משמאל). ניכרת עלייה בכיסוי האשל מכ- 20% ל- 75%.



תמונות 18-19 : חלקת ברוא אשל ושיקים ב- 2021 (מימין) וב- 2023 (משמאל). בעוד שמימין אלו בעיקר צמחים שנבטו עצמונית, בעיקר צמחי באשה, הרי משמאל אלו צמחים שרובם נשתלו, צמחי הבאשה והפולשים נעקרו. הצמחים האפורים-ירוקים הם מלוח קפח ומלוחית הרגלה.



תמונה 20 : צילום רחפן של חלקת ברוא אשל ללא שיקום. ניתן לזהות גדמי אשל שהתחדשו וכן ריכוזי קנה מצוי שפורח (מאי 2022).



תמונה 21 : צילום רחפן של חלקת ברוא אשל ושיקום, מצפון לגשר, לעומת אזור ללא שיקום, מדרום לו (מאי 2022).



תמונה 22 : צפיפות רבה של אשל בחלקת הביקורת, מאי 2023.

דיון ומסקנות

בשנת המחקר השלישית ניתן לזהות עליה בעושר המיניים בטיפולי שיקום הצומח וברוא אשל ואילו העושר בביקורת נותרו יציב. גם בעושר הנדירים יש עלייה בטיפול ברוא האשל ושיקום ותנודתיות - ללא שיקום, ככל הנראה בשל דחיקה תחרותית של גדמי האשל שהתחדשו. בטיפול הביקורת עושר הנדירים יציב והתרומה העיקרית היא של חומעה מגובבת, הגדלה בשולי עומדי האשל. בשפע הנדירים יש ירידה בכל הטיפולים, שלא מצאנו לה הסבר מניח את הדעת. בטיפול השיקום יש ירידה במספר פרטי בוצין הגליל שנשתלו ולא שרדו ובחלקת ברוא אשל ללא שיקום, נצפתה ירידה בשפע, בעיקר של התורמים, מלחית הבורית ואספרג א"י, ככל הנראה גם כן בשל דחיקה תחרותית של גדמי האשל הרבים שהתחדשו.

| ביקורת (C) | | | ברוא אשל (T) | | | ברוא ושיקום (TR) | | | |
|------------|------|------|--------------|------|------|------------------|------|------|-------------|
| 2023 | 2022 | 2021 | 2023 | 2022 | 2021 | 2023 | 2022 | 2021 | שנה |
| 12 | 14.3 | 12.8 | 38.8 | 15.8 | 16.8 | 40.3 | 29.4 | 18.3 | עושר מינים |
| 2 | 2 | 2.3 | 3.6 | 1.8 | 3.4 | 4.3 | 3 | 3 | עושר נדירים |
| 2.7 | 6.3 | 23.3 | 2.5 | 34.5 | 72 | 1.5 | 6 | 70.1 | שפע נדירים |

עושר המינים בעלי זיקה לבית גידול לח ולמלחה עלה בטיפול ברוא האשל, לעומת יציבות בביקורת. מינים פולשים, בעיקר אסתר מרצעני (וכן פרקינסוניה שיכנית וליבן משולש) עלו בחלקות ברוא האשל. דבר זה נובע מחשיפת השטח, מה שיוצר יתרון למינים פולשים ואינו נצפה בביקורת עם עצי אשל צפופים. הדבר מצביע על הצורך בהמשך ברוא מינים פולשים, כמו גם האשל (ר' להלן), עד לכיסוי מלא במינים "טובים", דהיינו כאלו של בית גידול לח, או מלחה (בהתאם למיקום בחתך הנחל והגדה) וגם של מינים של בתי גידול יובשניים וסגטליים- בגדה היבשה.

מספר העצים הבוגרים נמצא מובהק, בהגדרה, בין הביקורת וטיפול ברוא האשל, ללא הבדל מובהק בין הטיפולים, עקב מיעוט פרטים בוגרים בטיפולים. מספר הגדמים שהתחדשו גבוה באופן מובהק בטיפול ברוא האשל מהביקורת, כצפוי, שכן בביקורת אין גדמים, זאת לעומת טיפול השיקום, שם מטפלים באופן שוטף בגדמים המתחדשים. נבטים של אשל נמצאו כמעט אך ורק רק בטיפול ברוא ושיקום צומח. בביקורת, שם עומדים צפופים של אשל, אין למעשה נביטה חדשה של עצים. ריבוי הנבטים דווקא בחלקת ברוא ושיקום נובע מכך שהשטח יותר חשוף מצומח מתחרה שמעודד נביטה. אולם, יש לציין כי הסקר נעשה לפני הטיפול האביבי-קיצני השנתי, בו נעקרו מאוחר יותר כל הנבטים. יחד עם זאת, צפויה נביטה נוספת בשנים הבאות, מה שמחייב, כאמור, המשך טיפול עד לכיסוי רב של מינים רצויים.

בטיפול הברוא עם שיקום, הן הגדמים והן הנבטים מטופלים באופן שוטף, כך שכל גדם שמתחדש מטופל וכן הנבטים נעקרים, מה שמשפיע גם על עושר המינים הרב יותר בטיפול השיקום. בטיפול ברוא ללא שיקום, נעשה טיפול באשלים המתחדשים והנבטים, אך זה נפסק בתום שלוש שנות ההסכם עם הקבלן, או אז הגדמים המתחדשים והנבטים לא טופלו. נראה כי בסך הכל יש נביטה מועטה של אשל, אך ההתחדשות מגדמים היא עוצמתית ומחייבת טיפול שוטף של שנים אחדות עד להתבססות מלאה של צומח מתחרה.

האתגר של שיקום צומח באזור מופר, שהביא להתפרצות מין אחד, אשל, הוא רציני הן בהיקף והן בעצם ההתמודדות עם מין מתפרץ, בעל יכולת תחרותית גבוהה. כמו לגבי מינים פולשים, ההתמדה בטיפול היא סוד ההצלחה. שיקום צומח בתנאים אלו היא משימה לא פשוטה והעלויות גבוהות ולכן יש חשיבות רבה ללמוד גם את ההשתקמות הטבעית של צומח מקומי, שמתבסס עם הקטנת התחרות עם האשל, כפי שנעשה במחקר זה. המשך טיפול הוא תנאי הכרחי להצלחה, אך עדיין קשה להסיק מסקנות מעשיות, לגבי משך הטיפול הנדרש, אלו ילמדו במהלך השנים, גם מעבר

למחקר הנוכחי, בהנחה כי הטיפול באשל ימשך, בעצימות הולכת ופוחתת עם הזמן, עד להתייצבות צומח מקומי בעל עושר ומגוון אופייניים לקישון.



תמונה 23 : עבקנה שכית והרדוף הנחלים בחלקת ברוא אשל ושיקום. חלקה ללא נבטי אשל, או התחדשות מגדמים, מאי 2023.



תמונה 24 : בוצין הגליל, מין נדיר בסכנת הכחדה ואנדמי ללבנט, שהושב לטבע בחלקות ברוא אשל ושיקום צומח, אך מרבית הפרטים בחלקות הדיגום לא שרדו.




תמונה 25 : גומא דל-שיבולים בחלקות ברוא אשל ושיקום צומח, מאי 2023.

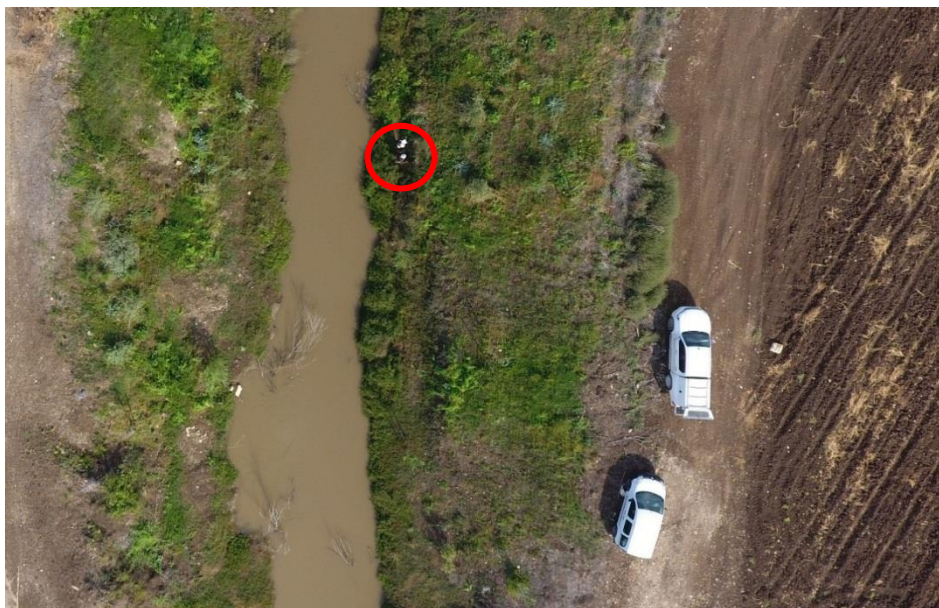


תמונה 26 : התבססות עצמונית של המינים הנדירים, חומעה מגובבת ואספרג אי"י בחלקת ברוא אשל, ללא שיקום, מאי 2023.

תודות

תודות לקרן הקיימת לישראל ולמכללת תל חי על מימון וניהול המחקר, לצוות המסור והמעורב של רשות נחל קישון, מעיין ציון, איתן צנטנר, נמרוד אבני, אלון בן מאיר ושרון נסים.

תודה מיוחדת להגר בן-דב ולאופיר שורשי, תלמידות סביבה במכללת תל-חי על הניתוח הסטטיסטי בשנים 2022, 2023, בהתאמה ועל הסיוע בעבודת השדה  , למשתלת "הרדוף" על השיקום הצמחי, לרשות ניקוז ונחלים קישון על הסיוע בשיקום הצמחי בחלקה הצפונית ולד"ר אורן רייכמן ממכללת תל-חי, על הנכונות לסייע בעיבוד תצלומי האוויר.



תמונה 27 : חלקת ברוא אשל ושיקום בעת דיגום אוקטובר 2021.

מקורות ספרות

- אלרון א', קפלן ד', מרוז א', קרויטמן י'. 2015. סקר אקולוגי מקיף בנחל הקישון - דו"ח מסכם. DHV, רשות נחל קישון.
- גבאי ע, שפירא ע', אברהם ה', רייזר ה', דרור ג', לנרד י', גביש י'. 2024. סקר אקולוגי במורד נחל קישון בראי שינוי האקלים. רשות נחל קישון, ליגמ.
- דופור-דרור ז', מ'. 2019. הצמחים הפולשים בישראל. הגן הבוטני האוניברסיטאי בירושלים, המשרד להגנת הסביבה, החברה להגנת הטבע, רשות הטבע והגנים.
- קפלן ד', פדרמן ד'. 2014. דוח מצב הטבע: בתי הגידול הלחים בישראל. המארג.
- קפלן ד'. 2022. דוח ביניים 2021 מחקר ברוא אשל ושיקום גדות קישון. מכללת תל-חי, קק"ל, רשות נחל קישון.
- קפלן ד'. 2023. דוח ביניים 2022 מחקר ברוא אשל ושיקום גדות קישון. מכללת תל-חי, קק"ל, רשות נחל קישון.

נספח 1: שיטת ברוא אשל ופולשים.

השימוש הוא בשוטגאן (החומר הפעיל imazapyr) במריחה.

אשל, קיקיון ומינים מעוצים אחרים טופלו בכריתה ובמריחה בריכוז של 12%. פרקינסוניה שיכנית – כריתה ומריחה חומר לא מדולל. אשל נכרת בגובה עד 10 ס"מ מעל פני הקרקע וקיקיון ומינים מעוצים אחרים, בגובה שלא עלה על 30 ס"מ מעל פני הקרקע.

הטיפול בחומר הוא מיידי. נמרח כל הקמביום, אין צורך למרוח את החלקים הפנימיים של הגזע. נעשים טיפולים חוזרים בכל הצצת עלווה, 4 שנים אחרי הכריתה

לכיד הנחלים ונבטים והתחדשויות בצפיפות גבוהה של אשל וקיקיון ומינים פולשים אחרים, ניתן לרסס בריכוז של 1%. בצפיפויות נמוכות ריסוס פרטני של הנבטים והתחדשויות.

| מעקב וטיפול חוזר | ציוד נדרש | מינון | שלבי יישום |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> פרטים שמראים סימני חיוניות כגון סורים או חוטרים תוך חודש ממועד הטיפול, יטופלו שנית. ניתן לקבוע כי פרט מת סופית כעבור 10 חודשים, אם אינו מראה התפתחות סורים או חוטרים המתחדשים מהגדם. | <ul style="list-style-type: none"> מסור שרשרת לכריתת העצים. מברשת למריחת קוטל העשבים. מיכל קטן לטבילת המברשת בחומר הדברה. כפפות גומי. מים נקיים לשטיפת ידיים וחלקי גוף של מבצע הטיפול. יש להעמיד לרשות כל פועל לפחות 5 ליטרים של מים נקיים. רכב לפינוי העצים- יש לוודא כי כל הגזעים טופלו ולפנות את הענפים שנכרתו. יש לבצע את פעולת ריסוק הגזם במרחק של לפחות 30 מ' מהנחל. רצוי לבצע את העבודה בזוגות. | <p>הטיפול הוא בריכוז 12% של שוטגאן - החומר imazapyr הפעיל</p> | <ul style="list-style-type: none"> כורתים את הגזעים בגובה 30 ס"מ (חשוב להשאיר כ- 30 ס"מ של גזע במידה וצריך לבצע טיפול חוזר). אשל יכרת בגובה 10 ס"מ מפני הקרקע. מורחים מיד קוטל עשבים עם המברשת, בפרט בטבעת החיצונית של החתך. אין צורך למרוח את החלקים הפנימיים של הגזע. |

נספח 2: מועדי טיפול בברוא פולשים ואשל.

בספטמבר 2019 החלו עבודות הטיפול הראשוני.
תאריכים בהם בוצעו פעולות ברוא פולשים ואשל:

| | |
|------------|------------|
| 8.8.2021 | 9.1.23 |
| 21.7.2021 | 5.1.23 |
| 10.6.2021 | 5.12.22 |
| 21.6.2021 | 1.12.22 |
| 12.5.2021 | 30.10.22 |
| 9.5.2021 | 26.10.22 |
| 29.4.2021 | 21.9.22 |
| 28.4.2021 | 1.9.2022 |
| 27.4.2021 | 28.8.2022 |
| 26.4.2021 | 21.8.2022 |
| 22.4.2021 | 30.6.2022 |
| 21.4.2021 | 29.6.2022 |
| 20.4.2021 | 9.6.2022 |
| | 17.5.2022 |
| 3.8.2020 | 16.5.2022 |
| 30.7.2020 | 15.5.2022 |
| 22.7.2020 | 27.4.2022 |
| 9.6.2020 | 14.12.2021 |
| 8.6.2020 | 6.12.2021 |
| 4.5.2020 | 30.11.2021 |
| 26.3.2020 | 16.11.2021 |
| 12.3.2020 | 31.10.2021 |
| 11.3.2020 | 18.10.2021 |
| 10.3.2020 | 26.9.2021 |
| 6.2.2020 | 14.9.2021 |
| 30.12.2019 | 19.8.2021 |
| 24.12.2019 | 12.8.2021 |



תמונה 28 : תולענית דוקרנית. מין נפוץ של גדות נחלים, נובט עצמונית בחלקות ברוא האשל.

נספח 3: רשימת מינים וכמויות שנשתלו בטיפול ברוא ושיקום.

חלקה צפונית, שתילה ספטמבר 2021

| שם הצמח | כמות | גודל שתיל |
|-----------------|------|-----------|
| אגמון החוף | 28 | 3 |
| אגמון ימי | 28 | 2 |
| אספרג א" | 25 | 2 |
| אספרג ארוך עלים | 20 | 2 |
| אספרג ארוך עלים | 25 | 2 |
| ארכובית הכתמים | 30 | 2 |
| ארכובית משונשנת | 32 | 3 |
| ארכובית משונשנת | 38 | 2 |
| ארכובית שבטבטית | 200 | 1 |
| בן טיון בשרני | 92 | 2 |
| בן טיון בשרני | 53 | 2 |
| גומא ארוך | 28 | 3 |
| גומא ד"ש | 28 | 3 |
| דבשה לבנה | 50 | 2 |
| הרדוף הנחלים | 42 | 3 |
| ורד צידוני | 5 | 3 |
| חומעה יפה | 50 | 3 |
| חומעה יפה | 25 | 2 |
| יבלית מצויה | 580 | 1 |
| לוטוס הביצות | 40 | 2 |
| לחך איזמלני | 125 | 1 |
| לפופית החיצים | 18 | 3 |
| לפיה | 460 | 1 |
| מלוח קיפח | 70 | 3 |
| מלוח קיפח | 15 | 3 |
| מלוח רגלני | 50 | 2 |
| מלוח רגלני | 53 | 2 |
| מליסה רפואית | 40 | 3 |
| מליסה רפואית | 22 | 2 |
| מליסה רפואית | 18 | 3 |
| משיין גלילני | 16 | 3 |
| נענע משובלת | 10 | 3 |
| נענע משובלת | 5 | 2 |
| נענת הכדורים | 12 | 3 |

| שם הצמח | כמות | גודל שתיל |
|----------------|-------------|-----------|
| נענת הכדורים | 29 | 2 |
| נשרן הדוחן | 212 | 2 |
| נשרן צפוף | 85 | 2 |
| סמר חד | 20 | 3 |
| סמר ערבי | 53 | 2 |
| עבקנה שכיח | 25 | 3 |
| עדעד הביצות | 25 | 2 |
| פלגית שיחנית | 150 | 3 |
| פרעושית משלשלת | 25 | 3 |
| קנה סוכר מצרי | 53 | 3 |
| שיח אברהם מצוי | 7 | 2 |
| שיח אברהם מצוי | 11 | 3 |
| שנית גדולה | 28 | 2 |
| יצהרון מכסיף | 3 | 6 |
| אשל הפרקים | 2 | 6 |
| ס"ה | 3061 | |

חלקה דרומית, שתילה יוני 2021.

| שם עברי | כמות | גודל |
|------------------|------|------|
| אגמון הכדורים | 3 | 10 |
| אגמון ימי | 3 | 8 |
| אטד אירופי | 30 | 3 |
| אלה אטלנטית | 6 | 6 |
| אלון התבור | 15 | 6 |
| אספרג ארוך עלים | 44 | 2 |
| אספרג ארוך עלים | 2 | 8 |
| אספרג ארץ ישראלי | 2 | 8 |
| ארכובית הכתמים | 2 | 8 |
| ארכובית משונשנת | 2 | 8 |
| ארכובית שבטבטית | 1 | 3000 |
| בוצין הגליל | 44 | 3 |
| בוצין הגליל | 3 | 64 |
| בוצין מפורץ | 44 | 3 |
| בן טיון בשרני | 2 | 8 |
| בן טיון בשרני | 2 | 16 |
| גומא ארוך | 3 | 8 |
| דבשה לבנה | 14 | 2 |
| דבשה לבנה | 2 | 8 |
| דוחן זוחל | 1 | 100 |
| דוחן זוחל | 1 | 200 |
| דרדר קיפח | 100 | 2 |

| שם עברי | כמות | גודל |
|---------------------------|------|------|
| הרדוף הנחלים | 14 | 3 |
| הרדוף הנחלים | 3 | 8 |
| ורבנה רפואית | 14 | 3 |
| ורבנה רפואית | 3 | 8 |
| ורד צידוני | 14 | 3 |
| חוחן הקנרס | 30 | 2 |
| חומעה יפה | 66 | 3 |
| חומעה משוננת | 66 | 3 |
| חנק מחודד | 14 | 2 |
| חנק מחודד | 3 | 8 |
| חרוב מצוי | 6 | 3 |
| יבלית מצויה | 1 | 200 |
| יבלית מצויה | 1 | 400 |
| יבלית מצויה | 1 | 5000 |
| יצהרון | 6 | 4 |
| כדורן ענף | 3 | 40 |
| כף זאב אירופית | 3 | 8 |
| לוטוס הביצה | 2 | 8 |
| לחך איזמלני | 44 | 2 |
| לחך איזמלני | 2 | 8 |
| לחך איזמלני | 2 | 16 |
| לחך איזמלני | 2 | 200 |
| ליפיה זוחלת | 1 | 200 |
| ליפיה זוחלת | 1 | 400 |
| מילה סורית | 6 | 5 |
| מלוח קיפח | 44 | 3 |
| מלוח רגלני | 14 | 2 |
| מלוח רגלני (מלוחית הרגלה) | 2 | 8 |
| מלוח רגלני (מלוחית הרגלה) | 2 | 16 |
| מליסה רפואית | 14 | 3 |
| מליסה רפואית | 3 | 8 |
| משיין גילי | 1 | 0 |
| משיין גילי | 3 | 16 |
| משיין גיליני | 14 | 3 |
| נענה משובלת | 3 | 8 |
| נענה משובלת | 14 | 2 |
| נענת הכדורים | 20 | 2 |
| נעצועית סבוכה | 66 | פ.מ |
| נעצועית סבוכה | 1 | 16 |
| נשרן הדוחן | 1 | 930 |
| נשרן צפוף | 1 | 930 |
| סוף מצוי | 3 | 50 |
| סם הכלב המזרחי | 14 | 3+4 |
| סמר חד | 14 | 3 |
| סמר חד | 3 | 8 |

| שם עברי | כמות | גודל |
|----------------------|-------------|------|
| סמר מרצעני | 3 | 8 |
| סמר מרצעני | 14 | 3 |
| עבקנה שכיח | 14 | 3 |
| עבקנה שכיח | 3 | 8 |
| עדעד הביצות | 14 | 2 |
| עדעד הביצות | 2 | 8 |
| עכנאי שרוע | 30 | 2 |
| עכנאי שרוע | 2 | 80 |
| ערבה מחודדת | 6 | 7 |
| ערברבה שעירה | 14 | 3 |
| ערברבה שעירה | 3 | 8 |
| פיקוס התאנה | 6 | 4 |
| פלגית שיחנית | 14 | 3 |
| פרעושית משלשלת | 14 | 3 |
| פרעושית משלשלת | 3 | 8 |
| קנה סוכר מצרי | 14 | 3 |
| קנה סוכר מצרי | 3 | 8 |
| קנרס סורי | 30 | 3 |
| שוש קרח | 30 | 3 |
| שיזף מצוי | 6 | 5 |
| שיח אברהם מצוי | 14 | 3 |
| שיח אברהם מצוי | 3 | 8 |
| שנית גדולה | 14 | 3 |
| שנית גדולה | 3 | 8 |
| שנית מתפתלת | 2 | 185 |
| שנית מתפתלת | 2 | 100 |
| תות לבן-יוחלף | 6 | 4 |
| תלתן הביצות | 1 | 100 |
| תלתן הביצות | 1 | 200 |
| תלתן הביצות | 1 | 200 |
| תלתן זוחל | 1 | 100 |
| ס"ה | 1144 | |

נספח 4: מערך החזרות, אחוזי כיסוי צומח, מספרי אשל בחתך ונקודות הציון של החתכים (הני"צ הוא על הגדה היבשה, ממנה החתך מאונך לנחל).

| מא-23 | | | | | | | | | מא-22 | | | | | | | | מא-21 | | | | | | | | X | Y | טיפול | טיפול | | |
|---------|-----------|-------|---------------|--------------|------------|---------|--------|---------|---------|-----------|-------|---------------|--------------|------------|---------|--------|---------|---------|-----------|-------|---------------|--------------|------------|---------|---|-----|--------|--------|--------|-------------|
| נבטים # | התחדשות # | גדם # | גובה אשל (מ') | צפיפות אשל # | עשבוניים % | שיחים % | עצים % | כיסוי % | נבטים # | התחדשות # | גדם # | גובה אשל (מ') | צפיפות אשל # | עשבוניים % | שיחים % | עצים % | כיסוי % | נבטים # | התחדשות # | גדם # | גובה אשל (מ') | צפיפות אשל # | עשבוניים % | שיחים % | | | | | עצים % | כיסוי % |
| 46 | 2 | 2 | 1 | 1 | 90 | 5 | 5 | 100 | 2 | | | 0.7 | 1 | 90 | 5 | 5 | 80 | | 1 | 1 | 0.8 | 2 | 100 | 0.1 | 0 | 90 | 206407 | 740569 | trs-1 | ברוא ושיקום |
| 49 | 0 | 3 | 1 | 3 | 88 | 15 | 7 | 100 | | | | 1 | 5 | 100 | | 1 | 90 | 1 | 7 | 2 | 1.1 | 7 | 90 | 10 | 0 | 90 | 206381 | 740670 | trs-2 | ברוא ושיקום |
| | | | | | 96 | 3 | 1 | 100 | | | | 0.4 | 2 | 87 | 3 | 1 | 90 | | 1 | | | 1 | 100 | 0.1 | 0 | 90 | 206380 | 740540 | trs-3 | ברוא ושיקום |
| 12 | 4 | 6 | 0.7 | 0 | 94 | 3 | 3 | 95 | | | | 1.1 | 1 | 94 | 5 | 1 | 90 | | 1 | | 0.5 | 1 | 100 | 0.1 | 0 | 85 | 206320 | 740650 | trs-4 | ברוא ושיקום |
| | | | | | 85 | 0 | 15 | 100 | | 6 | 5 | 1 | 12 | 100 | | | 100 | | 1 | 2 | 1.8 | 15 | 90 | 10 | 0 | 90 | 206377 | 740728 | ts1-1 | ברוא |
| 0 | 95 | 6 | 0.9 | 100 | 90 | 0 | 10 | 100 | 1 | | 6 | 1.3 | 18 | 100 | | | 95 | 1 | 9 | 5 | 1.5 | 13 | 90 | 10 | 0 | 90 | 206359 | 740780 | ts1-2 | ברוא |
| 0 | 94 | 5 | 0.9 | 99 | 90 | 0 | 10S | 100 | | 6 | 5 | 1.6 | 7 | 90 | | 10 | 85 | | 2 | 2 | 0.4(8) | 5 | 100 | 0.1 | 0 | 80 | 206297 | 740750 | ts1-3 | ברוא |
| | | | | | 70 | | 30 | 97 | 1 | 1 | 7 | 0.8 | 8 | 95 | | 5 | 70 | | 1 | 8 | | 10 | 100 | 0 | 0 | 50 | 206275 | 740840 | ts1-4 | ברוא |
| 0 | 0 | 0 | 4 | 100 | 20 | | 80 | 100 | | | | 4 | 97 | 20 | | 100 | 100 | | | | 4.2 | 40 | 10 | 100 | 0 | 100 | 206378 | 740961 | cs-2 | ביקורת |
| 0 | 0 | 0 | 5 | 100 | 20 | | 80 | 100 | | | | 5 | 100 | 20 | | 100 | 100 | | | | 4 | 40 | 5 | 100 | 0 | 100 | 206361 | 740953 | cs-1 | ביקורת |
| 0 | 0 | 0 | 8 | 100 | 8 | | 90 | 98 | | | | 7.5 | 100 | 30 | | 100 | 100 | | 8 | | 5 | 22 | 4 | 96 | 0 | 80 | 206273 | 740925 | cs-3 | ביקורת |
| 0 | 0 | 0 | 8 | 100 | 1 | | 99 | 100 | | | | 8 | 92 | 20 | | 100 | 100 | | 31 | | 7 | 43 | 1 | 100 | 0 | 100 | 206302 | 740996 | cs-4 | ביקורת |
| | | | | | 70 | | 30 | 95 | | | | | | | | | | 1 | 19 | 0 | 1.3 | 20 | 90 | 10 | 0 | 100 | 206512 | 741423 | tn-1 | ברוא |
| 0 | 100 | 0 | 1 | 100 | 50 | | 50 | 100 | | | | | | | | | | | 16 | 2 | 1.7 | | 85 | 15 | 0 | 100 | 206510 | 741696 | tn-2 | ברוא |
| 0 | 99 | 0 | 0.9 | 100 | 70 | | 30 | 85 | | | | | | | | | | | 8 | 0 | 1.5 | 8 | 95 | 5 | 0 | 90 | 206466 | 741469 | tn-3 | ברוא |
| 0 | 99 | 1 | 0.7 | 100 | 50 | | 50 | 85 | | | | | | | | | | 1 | 6 | 0 | 1.4 | 7 | 95 | 5 | 0 | 100 | 206520 | 741730 | tn-4 | ברוא |
| 98 | 1 | 1 | 0.2 | 100 | 48 | 50 | 2 | 85 | | | 1 | 0.7 | 12 | 80 | 10 | 20 | | | 9 | 2 | 1.1 | 11 | 97 | 3 | 0 | 95 | 206823 | 741883 | trn-1 | ברוא ושיקום |
| 100 | 0 | 0 | 0.2 | 100 | 55 | 45 | 1 | 95 | | | 2 | 1.2 | 8 | 60 | 10 | 40 | 100 | | 12 | 3 | 0.9 | 15 | 97 | 3 | 0 | 95 | 207772 | 741846 | trn-2 | ברוא ושיקום |
| | | | | | 40 | 50 | 10 | 95 | | | | 0.6 | 2 | 60 | 10 | 40 | 100 | | 11 | 2 | 1.3 | 13 | 95 | 5 | 0 | 90 | 206803 | 741900 | trn-3 | ברוא ושיקום |
| | | | | | 80 | 15 | 5 | 80 | | | | 1.2 | 5 | 40 | 20 | 10 | 100 | | 16 | 0 | 1.3 | 16 | 97 | 3 | 0 | 100 | 206750 | 741857 | trn-4 | ברוא ושיקום |

- הערכת סדר גודל, כגון -מאות; () כיסוי בכתם מקומי בשיעור שבסוגריים. S- בלוק צפוני; N100- בלוק דרומי; Sקודים:

נספח 5: תוצאות דיגום הצומח, מערך החזרות ונקודות הציון של החתכים (הנ"צ הוא של הנקודה על הגדה היבשה, ממנה נעשה חתך מאונך לנחל; באדום- מינים נדירים; בסוגריים- מספר הפרטים של המין).
 מערך הטיפולים:

| | | | |
|-----------|-----------|-------------|----------------------|
| בלוק צפון | בלוק דרום | ביקורת אמצע | |
| | | CS | ביקורת |
| TN | TS | | ברוא אשל |
| TRN | TRS | | ברוא אשל ושיקום צומח |

נספח 5א': תוצאות דיגום הצומח באביב 2023, על-פי חלקות וטיפולים.

| trn-4 | trn-3 | trn-2 | trn-1 | tn-4 | tn-3 | tn-2 | tn-1 | ts2-4 | ts2-3 | ts2-2 | ts2-1 | cs-4 | cs-3 | cs-1 | cs-2 | ts1-4 | ts1-3 | ts1-2 | ts1-1 | trs-4 | trs-3 | trs-2 | trs-1 | מין/ טיפול |
|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | אגמון האגם |
| | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | אזנב מצוי |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 1 | | | אלה אטלנטית |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | אלון התבור |
| 5 | 3 | 5 | 3 | 7 | 15 | 1 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | אמיתה גדולה |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 10 | 5 | 4 | 0.1 | 3 | 1 | 1 | אמיתה קייצית |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 1 | | | אספסת הגליל |
| 7 | 3 | | 1 | 7 | 10 | 10 | 15 | | | | | | 1 | | | 0.1 | 3 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | אספרג א"י |
| 2 | 1 | 2 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | 10 | 1 | 15 | 15 | 15 | 12 | 7 | 5 | 5 | 7 | אסתר מרצעני |
| | | 8 | | 5 | 5 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 2 | אקליפטוס המקור |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | 5 | 2 | 0.1 | | | ארכובית הציפורים |
| 4 | 1 | 1 | 2 | 40 | 30 | 47 | 25 | | | | | | 95 | | 80 | 30 | 5 | 15 | 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | אשל |
| | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | בקבוקון מקומט |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.1 | | | 1 | 2 | | | ברומית אזמלנית |
| | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | | | | | | | | | ברומית גדולה |
| 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | 1 | 5 | 5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 2 | 3 | 1 | 1 | ברומית ספרדית |
| 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 2 | 0.1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | | | ברומית עקרה |
| | | 2 | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | ברומית קצרת שבותל |

| trn-4 | trn-3 | trn-2 | trn-1 | tn-4 | tn-3 | tn-2 | tn-1 | ts2-4 | ts2-3 | ts2-2 | ts2-1 | cs-4 | cs-3 | cs-1 | cs-2 | ts1-4 | ts1-3 | ts1-2 | ts1-1 | trs-4 | trs-3 | trs-2 | trs-1 | מין/ טיפול |
|-------|-------|-------|-------|------|------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ברקן סורי |
| | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | גדילן מצוי |
| | 1 | 5 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | גומא חלקלק דל-שיבולים |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 20 | | | | | | 5 | 6 | 4 | 10 | 30 | 30 | 30 | 3 | 1 | 3 | 1 | גזיר מזיק |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 5 | | | 1 | 2 | | | גזר קיפח |
| | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | | 0.1 | 0.1 | 1 | | 0.1 | 1 | | | דבקה זיפנית |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 1 | | | דבשה סיצילית |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 1 | | | דוחן זוחל |
| | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | דרדר מצוי |
| | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | | הרדוף הנחלים |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | | | | ורבנה רפואית |
| 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 7 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 3 | זון אשון |
| | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | זית אירופי |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | 1(2) | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 1 | | | חבלבל השדה |
| 2 | 1 | | | 10 | 10 | 5 | 15 | | | | | | 2 | 2 | 2 | 20 | 7 | 8 | 20 | 2 | 2 | 5 | 1 | חוח עקוד |
| 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | 5 | 0.1 | 2 | 0.1 | 3 | 0.1 | 3 | 1 | | חומעה יפה |
| | 1(1) | 1(1) | 1(1) | | | 7(100 S) | 2(20) | | | | | | 1 | 10(100) | 5(100) | 0.1 | 3 | 10 | 6 | 0.1 | 3 | 1 | 1 | חומעה מגובבת |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | חלמית מצויה |
| | | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | חנק מחודד |
| 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | חפורית מוזרה |
| | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | 1 | | 5 | 10 | 2 | 0.1 | 10 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | חרדל לבן |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | חרוב מצוי |
| | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | חרצית עטורה |
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | טיון דביק |
| 5 | 10 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 60 | 30 | 3 | 80 | יבלית מצויה |
| | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | ינבוט השדה |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | יצהרון (עץ השמן) מכסיף |

| trn-4 | trn-3 | trn-2 | trn-1 | tn-4 | tn-3 | tn-2 | tn-1 | ts2-4 | ts2-3 | ts2-2 | ts2-1 | cs-4 | cs-3 | cs-1 | cs-2 | ts1-4 | ts1-3 | ts1-2 | ts1-1 | trs-4 | trs-3 | trs-2 | trs-1 | מין/ טיפול |
|-------|-------|----------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------------|------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | ירבז |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | כותנה |
| | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | | | כרוב שחור |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | | | כשות השדה |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | לוטוס ב"מ |
| | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1 | | לוף א"י |
| 2 | 2 | 3 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 0.1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | לחך אזמלני |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | | | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.1 | 1 | ליבן משולש |
| 3 | 5 | 20 | 13 | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 3 | 0.1 | 3 | 5 | ליפיה זוחלת |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 2 | 5 | 0.1 | | | | לכיד הנחלים |
| | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | לפתית מצויה |
| | 1 | 2 | 3 | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | מלוח מפושק |
| 2 | 12 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 2 | 3 | מלוח קפח |
| 5 | 12 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | מלוח רגלני |
| | 1 | 1 | | | | 2 | | | | | | | 1 | | 3(10 0) | 1(10 0) | 1 | 1(10 5) | | 0.1 | 0.1 | | | מלחית הבורית |
| | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | מעוג אפיל |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 1 | | | מרווה מצוייה |
| | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | מרור הגינות |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 1 | | | מרקולית מצויה |
| | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | מררית הגליל |
| | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ניסנית דו קרנית |
| | 2 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | נשרן שער |
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | סולנום זיתני |
| | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | סלק מצוי |
| 2 | 5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | 1 | | סמר חד |
| | | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | סמר ערבי |
| | | 1(8) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | עבדקן הדורים |

| trn-4 | trn-3 | trn-2 | trn-1 | tn-4 | tn-3 | tn-2 | tn-1 | ts2-4 | ts2-3 | ts2-2 | ts2-1 | cs-4 | cs-3 | cs-1 | cs-2 | ts1-4 | ts1-3 | ts1-2 | ts1-1 | trs-4 | trs-3 | trs-2 | trs-1 | מין/ טיפול |
|-------|-------|-------|-----------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1 | | 0.1 | 0.1 | | | עבדקן מצוי |
| | 1 | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 1 | 1 | | | עבקנה שכיח |
| | 1(2) | 1(1) | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 1 | | | | עדעד הביצות |
| 7 | 3 | | 1 | 4 | 10 | 1 | 1 | | | | | | 1 | 7 | 2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | עולש מצוי |
| 2 | | | 1(מ ת) | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 0.1 | ערבה מחודדת |
| | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ערר כרתי |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | פיקוס התאנה |
| 3 | 7 | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | | פלגית שיחנית |
| 1 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | פרעושית משלשלת |
| | | 1(1) | | 1(1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | פרקינסוניה שיכנית |
| 3 | 3 | 3 | 3 | | 1 | 5 | | | | | | | | 3 | 1 | 0.1 | 1 | 2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | קנה מצוי |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | | קנה סוכר מצרי |
| | | | | | | | 1(1) | | | | | | 1 | | | 0.1 | 0.1 | 1 | | 0.1 | 0.1 | | | קנרס סורי |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 1 | | 0.1 | 2 | | | קפודן מצוי |
| | | | | 2 | 1 | 2 | 10 | | | | | | 1 | | | 0.1 | 0.1 | 1 | | 2 | 0.1 | | | רוש עקוד |
| | | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | 2 | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | שבולת שועל נפוצה |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 1 | | | שוש קירח |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 2 | 0.1 | 0.1 | | | שחליל שרוע |
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | | שיזף מצוי |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 3 | 1 | | שיח אברהם מצוי |
| | | | | | | 1 | 2 | | | | | | | 3 | 1 | 10 | 0.1 | | | 1 | 2 | | | שלמון יפואי |
| | | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | תולענית דוקרנית |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | 1 | תלתן הביצות |

נספח 5 ב': רשימת המינים המלאה בשנת 2023 ואיפיוניהם.

| מין | Lat_Name | שכיחות | אנדמיות | צורת חיים | מוגן | Red # | CWR | זיקה לבית גידול |
|-----------------------|-----------------------------------|--------|---------|-----------|------|-------|-----|-----------------|
| אגמון האגם | Scirpus lacustris tabernaemontani | F | | H | | | CWR | לח |
| אזנב מצוי | Urospermum picroides | CC | | A | | | | יובשני |
| אלה אטלנטית | Pistacia atlantica | C | | T | Law | | CWR | יובשני |
| אלון התבור | Quercus ithaburensis | C | | T | Law | | | יובשני |
| אמיתה גדולה | Ammi majus | CC | | A | | | | יובשני |
| אמיתה קייצית | Ammi visnaga | CC | | A | | | | יובשני |
| אספסת הגליל | Medicago granadensis | RP | | A | | | | קרקע כבדה |
| אספרג א" | Asparagus palaestinus | R | | V | | | CWR | לח |
| אסתר מרצעני | Aster subulatus | C | IM | A | | | | פולש-לח |
| אקליפטוס המקור | Eucalyptus camaldulensis | F | IU | T | | | | יובשני |
| ארכובית הציפורים | Polygonum arenastrum | C | | F | | | | יובשני |
| אשל | Tamarix palaestina | C | EI | T | Law | | | מלוח |
| בקבוקון מקומט | Rapistrum rugosum | C | | A | | | | באשה |
| ברומית אזמלנית | Bromus lanceolatus | C | | A | | | | יובשני |
| ברומית גדולה | Bromus catharticus | 2 | IM | A | | | | יובשני |
| ברומית ספרדית | Bromus madritensis | C | | A | | | | יובשני |
| ברומית עקרה | Bromus sterilis | C | | A | | | | יובשני |
| ברומית קצרת שבולת | Bromus brachystachys | R | | A | | | | יובשני |
| ברקן סורי | Notobasis syriaca | CC | | A | | | | באשה |
| גדילן מצוי | Silybum marianum | CC | | A | | | | באשה |
| גומא חלקלק דל-שיבולים | Cyperus laevigatus distachyos | R | | H | | | | לח |
| גזיר מזיק | Torilis arvensis | C | | A | | | | סגטלי |

| זיקה לבית גידול | CWR | Red # | מוגן | צורת חיים | אנדמיות | שכיחות | Lat Name | מין |
|--------------------|-----|----------|------|--------------|---------|--------|--------------------------|---------------------------|
| יובשני | CWR | | | F | | CC | Daucus carota maximus | גזר קיפח |
| יובשני | CWR | | | A | | C | Galium aparine | דבקה זיפנית |
| לח | | | | A | | F | Melilotus siculus | דבשה סיצילית |
| לח | | | | H | | C | Panicum repens | דוחן זוחל |
| יובשני | | | | F | | CC | Centaurea iberica | דרדר מצוי |
| לח | CWR | | | S | | F | Nerium oleander | הרדוף הנחלים |
| לח | | | | H | | C | Verbena officinalis | ורבנה רפואית |
| יובשני | CWR | | | A | | CC | Lolium rigidum | זון אשון |
| יובשני | CWR | | | T | | F | Olea europaea | זית אירופי |
| סגטלי | | | | A | | CC | Convolvulus arvensis | חבלבל השדה |
| סגטלי | | | | A | | CC | Scolymus maculatus | חוח עקוד |
| קרקע כבדה | | | | H | | C | Rumex pulcher | חומעה יפה |
| קרקע כבדה | | | | H | | R | Rumex conglomeratus | חומעה מגובבת |
| באשה | | | | A | | CC | Malva nicaeensis | חלמית מצויה |
| לח | | | | V | | F | Cynanchum acutum | חנק מחודד |
| קרקע כבדה | | | | A | | F | Phalaris paradoxa | חפורית מוזרה |
| באשה | CWR | | | A | | CC | Sinapis alba | חרדל לבן |
| יובשני | CWR | | Law | T | | F | Ceratonia siliqua | חרוב מצוי |
| יובשני | CWR | | | A | | CC | Chrysanthemum coronarium | חרצית עטורה |
| לח | | | | C | | CC | Dittrichia viscosa | טיון דביק |
| לח | | | | H | | CC | Cynodon dactylon | יבלית מצויה |
| סגטלי | | | | C | | C | Prosopis farcta | ינבוט השדה |
| יובשני | | | Law | T | | RR | Elaeagnus angustifolia | יצהרון (עץ השמן) מכסיף |
| באשה | | | | A | IM | 2 | Amaranthus s.p. | ירבז |
| סגטלי | | | | A | IM | 2 | Gossypium sp. | כותנה |
| באשה | CWR | | | A | | C | Brassica nigra | כרוב שחור |

| זיקה לבית גידול | CWR | Red # | מוגן | צורת חיים | אנדמיות | שכיחות | Lat Name | מין |
|--------------------|-----|----------|-----------|--------------|---------|--------|--------------------------------------|-----------------|
| יובשני | | | | P | IM | 2 | Cuscuta campestris | כשות השדה |
| לח | | | | | | 2 | Lotus sp. | לוטוס ב"מ |
| יובשני | | | | G | EL | F | Arum palaestinum | לוף א" |
| קרקע כבדה | CWR | | | H | | C | Plantago lanceolata | לחך אזמלני |
| קרקע כבדה | | | | V | | IF IO | cardiospermum halicacabum | ליבן משולש |
| לח | CWR | | | H | | F | Phyla nodiflora | ליפיה זוחלת |
| לח | | | | A | IM | C | Xanthium strumarium | לכיד הנחלים |
| באשה | | | | A | | CC | Hirschfeldia incana | לפתית מצויה |
| מלוח | | | | A | | 2 | Atriplex prostrata | מלוח מפושק |
| מלוח | | | | S | | C | Atriplex halimus | מלוח קפח |
| מלוח | | | | C | | F | Atriplex portulacoides | מלוח רגלני |
| מלוח | | 7 | מוגן אדום | A | | RR | Salsola soda | מלחית הבורית |
| יובשני | | | | A | | F | Lavatera trimestris | מעוג אפיל |
| יובשני | | | | A | | C | Salvia verbenaca | מרווה מצוייה |
| יובשני | | | | A | | CC | Sonchus oleraceus | מרור הגינות |
| יובשני | | | | A | | F | Mercurialis annua | מרקולית מצויה |
| יובשני | | | | A | ES | C | Picris galilaea | מררית הגליל |
| יובשני | | | | A | | CC | Crepis sancta | ניסנית דו קרנית |
| יובשני | | | | H | | F | Piptatherum holciforme longiglume | נשרן שער |
| פולש-סגטלי | | | | H | IM | C | Solanum elaeagnifolium | סולנום זיתני |
| קרקע כבדה | CWR | | | A | | C | Beta vulgaris | סלק מצוי |
| מלוח-לח | | | | H | | C | Juncus acutus | סמר חד |
| לח | | | | H | | C | Juncus arabicus | סמר ערבי |
| לח | | | | H | | F | Polypogon viridis | עבדקן הדורים |
| לח | | | | A | | C | Polypogon monspeliensis | עבדקן מצוי |
| לח | | | | H | | C | Arundo donax | עבקנה שכיח |

| זיקה לבית גידול | CWR | Red # | מוגן | צורת חיים | אנדמיות | שכיחות | Lat Name | מין |
|--------------------|-----|----------|------|--------------|---------|--------|--------------------------------------|-------------------|
| לח | | | Law | H | | RP | Limonium narbonense | עדעד הביצות |
| יובשני | CWR | | | A | | CC | Cichorium endivia ssp divaricatum | עולש מצוי |
| לח | CWR | | Law | T | | C | Salix acmophylla | ערבה מחודדת |
| מלוח-סגטלי | | | | H | | F | Cressa cretica | ערר כרתי |
| לח | CWR | | | T | | CC | Ficus carica | פיקוס התאנה |
| לח | | | | S | | CC | Pluchea dioscoridis | פלגית שיחנית |
| לח | | | | H | | C | Pulicaria dysenterica | פרעושית משלשלת |
| פולש | | | | T | IM | C | Parkinsonia aculeata # | פרקינסוניה שיחנית |
| לח | | | | H | | CC | Phragmites australis altissimus | קנה מצוי |
| לח | CWR | | | S | | F | Saccharum spontaneum | קנה סוכר מצוי |
| קרקע כבדה | CWR | | | H | ES | F | Cynara syriaca | קנרס סורי |
| יובשני | | | | H | | CC | Echinops adenocaulos | קפודן מצוי |
| לח | CWR | | | H | | F | Conium maculatum | רוש עקוד |
| יובשני | CWR | | | A | | CC | Avena sterilis | שבולת שועל נפוצה |
| קרקע כבדה | CWR | | Law | H | | RP | Glycyrrhiza glabra | שוש קירח |
| קרקע כבדה | | | | A | | F | Coronopus squamatus | שחליל שרוע |
| יובשני | CWR | | Law | T | | CC | Ziziphus spina-christi | שיזף מצוי |
| לח | CWR | | Law | S | | F | Vitex agnus-castus | שיח אברהם מצוי |
| יובשני | | | | A | | CC | Cephalaria joppensis | שלמון יפואי |
| לח | | | | A | | F | Helminthotheca echioides | תולענית דוקרנית |
| לח | CWR | | | H | | F | Trifolium fragiferum | תלתן הביצות |

| | |
|---------------------------|--|
| סמל | פירוש |
| CWR | מקרובי הבר של צמחי התרבות - Crop Wild Relative |
| שכיחות | |
| X | נכחד |
| O | על סף הכחדה, בעל 1 - 3 אתרים בישראל |
| RR | נדיר מאוד, בעל 4 - 30 אתרים בישראל |
| RP | נדיר, בעל 31 - 100 אתרים בישראל |
| R | נדיר למדי |
| F | תדיר |
| C | מצוי |
| CC | נפוץ |
| אנדמיות | |
| EI | אנדמי לישראל |
| EC | אנדמי לחוף ישראל, חופי סיני ולפעמים גם לחוף דרום לבנון |
| EE | אנדמי לישראל וסיריה |
| ET | אנדמי לישראל וטורקיה |
| EY | אנדמי לישראל, קפריסין (לעתים גם לבנון וטורקיה) |
| EA | אנדמי לישראל, לבנון, מערב סוריה ורכס האמנוס בטורקיה |
| EP | אנדמי לישראל ולירדן |
| ES | אנדמי לישראל ולסוריה (כולל לבנון) |
| EL | אנדמי לישראל וללבנון |
| ED | אנדמי לישראל והר הדרוזים |
| מוצא של צמחים גרים | |
| I | גר |
| IF | גר מאפריקה |
| II | גר מאגן ים-התיכון |
| IM | גר מאמריקה |
| IO | גר מאירו-אסיה (העולם הישן) |
| IT | גר מהטרופיים |
| IU | גר מאוסטרליה |
| צורת חיים | |
| A | חד-שנתי |
| H | עשבוני רב-שנתי |
| G | גיאופיט |
| C | בן-שיח |
| S | שיח |
| T | עץ |
| Q | צמח מים |
| P | טפיל |
| V | מטפס |

ניתוח סטטיסטי – אשל

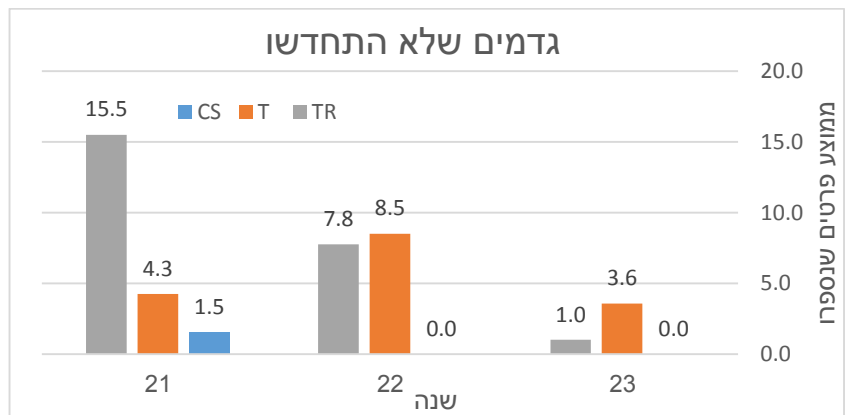
כדי לבחון את השפעת הטיפולים על התחדשות עצי האשל, בוצע מבחן אנובה לבדיקת השונות בין הממוצעים של החתכים בכל טיפול עבור כל פרמטר שנמדד. עבור כל פרמטר בוצע מבחן שבוחר את השונות בין הטיפולים השונים בכל שנה, ומבחן שבוחר את השונות בין הממוצעים לאורך השנים בכל טיפול. המבחנים התבצעו בתוכנת Rstudio בעזרת הפונקציה aov(). ערכי p של כל מבחן מוצגים בטבלה הבאה.

טבלה 1 : מבחן אנובה לבדיקת השונות בין הממוצעים של העצים עבור כל פרמטר שנמדד.

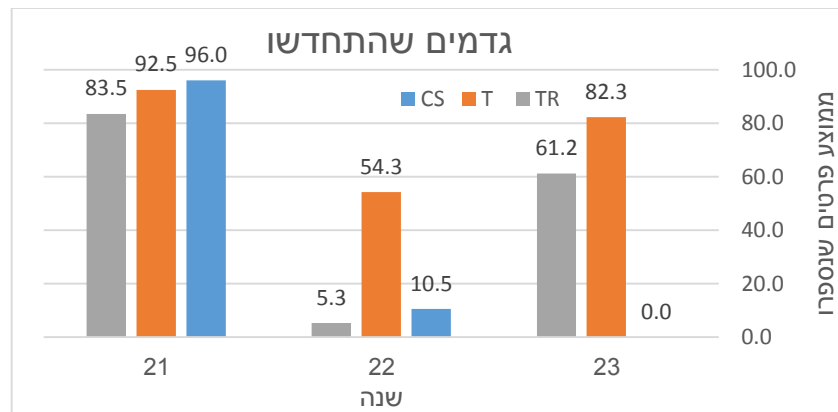
| שנה | גדמים שלא התחדשו | עצים | גדמים שהתחדשו | נבטים |
|-----------|------------------|----------|---------------|---------|
| בין השנים | 0.2433 | 0.451 | 0.017 | 0.03788 |
| 21 | 0.127 | 7.24E-16 | 0.00000726 | 0.123 |
| 22 | 0.45 | 2.43E-12 | 0.106 | 0.391 |
| 23 | 0.372 | 2E-16 | 0.000298 | 0.059 |

עבור כל פרמטר שנמדד מוצג איור של התפלגות הממוצעים של הטיפולים השונים לפי שנים, כך שניתן לבחון האם השונות המבוטאת במבחן הסטטיסטי נראית לעין.

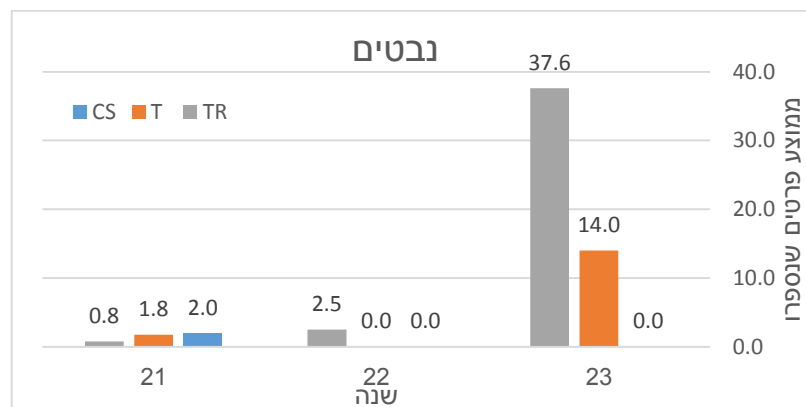
איור 1 : התפלגות ממוצעי הגדמים שלא התחדשו בכל אחד מהטיפולים לאורך השנים. ניתן לראות בטבלה כי השונות בין הטיפולים בכל שנה היא מובהקת ($p > 0.05$), וכך גם השונות של הממוצעים עבור כל טיפול לאורך השנים.



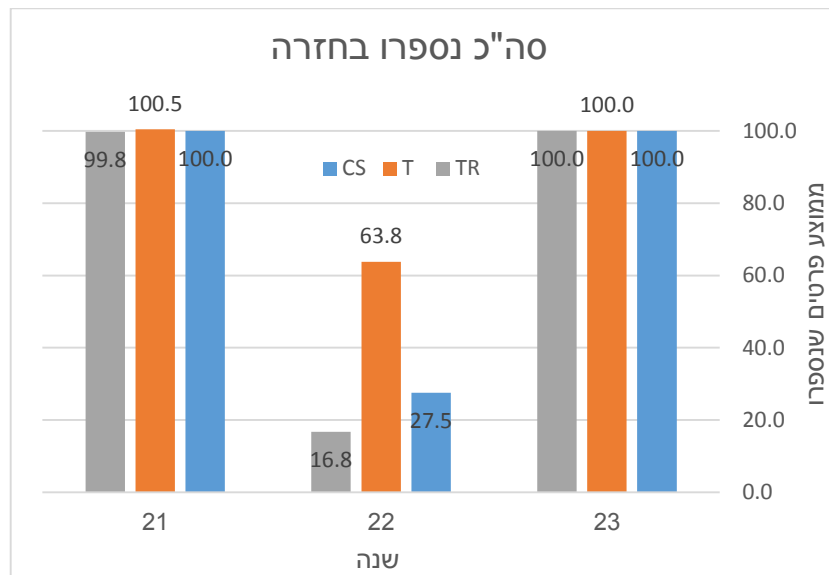
איור 2 : התפלגות ממוצעי הגדמים שהתחדשו בכל אחד מהטיפולים לאורך השנים. ניתן לראות בטבלה כי השונות בין הטיפולים בכל שנה אינה מובהקת ($p < 0.05$), והשונות של הממוצעים עבור כל טיפול לאורך השנים אינה מובהקת בשנים 2021 ו-2023. ב-2022 השונות בין הממוצעים היא כן מובהקת, ייתכן כי מקורה של השונות בשנה זו נובע מהכמות הכללית שנספרה בכל טיפול, שלא הייתה אחידה מלכתחילה (איור 4).



איור 3 : התפלגות ממוצעי הנבטים שנספרו בכל אחד מהטיפולים לאורך השנים. ניתן לראות בטבלה כי השונות בין הטיפולים בכל שנה אינה מובהקת ($p < 0.05$), אך השונות של הממוצעים עבור כל טיפול לאורך השנים מובהקת בכל השנים.



איור 4 : התפלגות ממוצעי סה"כ הפרטים מכלל הפרמטרים שנספרו בכל טיפול בשנים השונות. ניתן לראות שבשנים 2021 ו-2023 ההבדל בין הטיפולים זניח, אך ב-2022 בכל הטיפולים נספרה כמות קטנה יותר של פרטים והכמות שנספרה בכל טיפול שונה בצורה שברורה לעין.



ניתוח סטטיסטי – נוכחות מינים

טבלה 2 : התפלגות המאפיינים של המינים השונים בשלושת הטיפולים.

| סה"כ | ביקורת (C) | ברוא אשל (T) | ברוא ושיקום (TR) | ממוצע לחלקה |
|------|------------|--------------|------------------|---------------|
| 95 | 12 | 38.75 | 40.25 | עושר מינים |
| 9 | 2 | 3.63 | 4.25 | נדירים |
| | 3 | 2.47 | 1.46 | שפע נדירים |
| 1 | 1 | 1 | 1 | נדירים אדומים |
| | 2 | 1.50 | 0.55 | שפע אדומים |
| 13 | 3.33 | 5.38 | 4.75 | אנדמי |
| 26 | 4 | 12.63 | 12.88 | CWR |

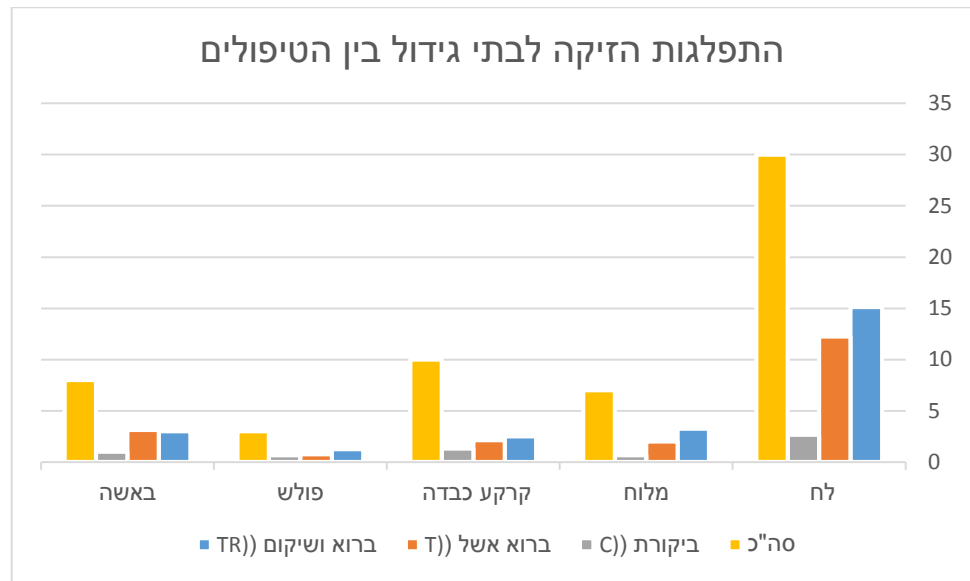
טבלה 3 : ערכי P עבור מבחן אנובה לבחינת השוונות בין ממוצעים. המבחנים בדקו את השוונות בנוכחות של מינים עם זיקה ומאפיינים לבתי גידול שונים בין הטיפולים. כאשר $p > 0.05$ השוונות מובהקות.

| זיקה לבית גידול | ערך P |
|-----------------|----------|
| לח | 7.68E-10 |
| יובשני | 5.83E-09 |
| פולש | 0.405 |
| באשה | 0.0044 |
| קרקע כבדה | 0.000156 |
| מלוח | 0.00886 |
| סטגלי | 0.334 |
| מאפיינים | |
| עושר מינים | 1.33E-01 |
| שפע מינים | 0.573 |
| עושר נדירים | 0.331 |
| שפע נדירים | 0.0192 |
| נדירים אדומים | 0.887 |
| שפע אדומים | 0.948 |
| אנדמי | 0.393 |
| CWR | 0.158 |

טבלה 4 : ערכי P עבור מבחן אנובה לבחינת השוונות בין ממוצעים. המבחנים בדקו את השוונות בנוכחות של מינים עם לפי זיקתם לבית גידול בין הטיפולים. כאשר $p > 0.05$ השוונות מובהקות.

| זיקה לבית גידול | ברוא ושיקום (TR) | ברוא אשל (T) | ביקורת (C) | סה"כ |
|-----------------|------------------|--------------|------------|------|
| לח | 15.125 | 12.25 | 2.666667 | 30 |
| מלוח | 3.25 | 2 | 0.666667 | 7 |
| קרקע כבדה | 2.5 | 2.125 | 1.333333 | 10 |
| פולש | 1.25 | 0.75 | 0.666667 | 3 |
| באשה | 3 | 3.125 | 1 | 8 |

איור 5 : התפלגות הזיקה של המינים השונים בשלושת הטיפולים.



טבלה 5 : ערכי P עבור מבחן אנובה לבחינת השונות בין ממוצעים. המבחנים בדקו את השונות בנוכחות של מינים עם לפי המאפיינים השונים בין הטיפולים. כאשר $p > 0.05$ השונות מובהקת.

| ממוצע לחלקה | ברוא ושיקום (TR) | ברוא אשל (T) | ביקורת (C) | סה"כ |
|---------------|------------------|--------------|------------|------|
| עושר מינים | 40.25 | 38.75 | 12 | 95 |
| נדירים | 4.25 | 3.63 | 2 | 9 |
| שפע נדירים | 1.46 | 2.47 | 3 | |
| נדירים אדומים | 1 | 1 | 1 | 1 |
| שפע אדומים | 0.55 | 1.50 | 2 | |
| אנדמי | 4.75 | 5.38 | 3.33 | 13 |
| CWR | 12.88 | 12.63 | 4 | 26 |

איור 6 : התפלגות המאפיינים של המינים בשלושת הטיפולים.

