

## תוכן עניינים:

3	-----	תקציר
4	-----	מעריכים מומלצים
4	-----	הצהרת החוקר הראשי
5	-----	גוף דו"ח המחקר
5	-----	מבוא
6	-----	מטרות המחקר
6	-----	פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר
11	-----	דיון
15	-----	רשימת ספרות

דו"ח מסכם לתוכנית מחקר מספר 20-03-0017

שנת המחקר 4 מתוך 4 שנים

**פיתוח ממשק בכרם גפן ליין להגדלת פוריות הכרם, הקטנת תשומות,  
הגדלת רווחיות הגידול ושמירת הסביבה**

**Development of conservation management in vineyard to  
increase soil fertility, decrease expenses and protect the  
environment**

מוגש לקרן המדען הראשי במסגרת קול קורא בתחום הגפן יין וייצור יינות 2016

ע"י

מני בן-חור - המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל מחקר החקלאי  
 חיה סוד - המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל מחקר החקלאי, הפקולטה לחקלאות  
 האוניברסיטה העברית  
 יעקב אחדות כהן - יקבי ברקן  
 אפרת הדס – משרד החקלאות  
 אלי ארגמן - התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות  
 אוהד הרמן - התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות  
 חיים טנאו - המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל מחקר החקלאי  
 רעות לוי – המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל מחקר החקלאי

Meni Ben-Hur – [meni@volcani.agri.Gov.il](mailto:meni@volcani.agri.Gov.il)

Chaya Sud – [chaysud@gmail.com](mailto:chaysud@gmail.com)

Yakov Cohen-Ahdut – [Yakovc@barkan-wonery.co.il](mailto:Yakovc@barkan-wonery.co.il)

Efrat Hadas – [efrath@moag.gov.il](mailto:efrath@moag.gov.il)

Eli Argaman – [eliar@moag.gov.il](mailto:eliar@moag.gov.il)

Ohad Herman – [ohadhe@moag.gov.il](mailto:ohadhe@moag.gov.il)

Haim Tenaw – [tenaw@volcani.agri.gov.il](mailto:tenaw@volcani.agri.gov.il)

Reut Levy – [Reutlevy100@gmail.com](mailto:Reutlevy100@gmail.com)

## תקציר מדעי

**הצגת הבעיה:** החקלאות האינטנסיבית בישראל מאופיינת בלחץ גובר והולך על משאבי הקרקע כמצע גידול ועל הסביבה. לאחרונה נוהג במטעים רבים לזרוע צמחי חיפוי בשטח שבין השורות, כדי להפחית היווצרות נגר וסחף במטע במהלך גשמי החורף. בכרם יין עקב בעיה הלכתית, חל איסור לזרוע צמחי חיפוי. לכן מוצע במחקר הנוכחי להשתמש בעשבייה הטבעית בכרם כממשק לשימור קרקע.

**שיטות העבודה:** המחקר התבצע בכרם יין מסחרי באזור נווה שלום במשך שלוש שנים ההידרולוגיות 2017-2018, 2018-2019 ו- 2019-2020, שבהן נבחנו בשטח שבין שורות הגפנים הטיפולים הבאים: (1) ממשק הכולל מספר קילטורים בחורף למניעת התפתחות עשבייה - יקרא "ביקורת". (2) ממשק אי-פליחה בשילוב מספר ריסוסים נגד עשבייה - יקרא "טיפול ריסוס". (3) ממשק אי-פליחה בשילוב כיסוח העשבייה והשאת רסק העשבייה על פני הקרקע כחיפוי - יקרא "טיפול כיסוח". (4) ממשק אי-פליחה והשאת העשבייה כצמחי חיפוי - יקרא "טיפול עשבייה". הטיפולים נערכו בארבע חזרות במתכונת בלוקים באקראי. תכונות כימיות של חתך הקרקע עד עומק 60 ס"מ נבחנו בכל אביב בשנות המחקר. חלקות נגר הוקמו בחלק התחתון (במורד) של כל חלקות הטיפול, ובהן נמדדו כמויות הנגר והסחף לאחר כל סופת גשם ואיכות כימית של מי הנגר. בחלקות אלו נמדדו גם ערכי החידור של הקרקע ע"י מיני דיסק איניפילטרומטר בקיץ 2019, אחוז החיפוי של הקרקע ע"י נוף העשבייה נקבע מאורתופוטו של צילום אווירי שבוצע בעזרת רחפן באביב של כל שנת מחקר, ובדגימות קרקע שנדגמו כל שנה מהשכבה 0-5 ס"מ מכול חלקת טיפול נמדדו תכולת חומר אורגני כללי וחוזק תלכידים (ערכי מיגוג). בנוסף, הפעילות של המיקרואורגניזמים בקרקע נמדדה על ידי מדידת קצב שחרור CO<sub>2</sub> מהקרקע בכל חלקת טיפול פעם בשנה. באביב ובסתיו של שנת 2019 ו- 2020 נקבעה תכולת רטיבות משקלית בעומקים שונים בקרקע. ובמועדים שונים נמדד פוטנציאל המים בעלי הגפנים בכל חלקות הטיפול, ובקיץ בכל שנה נקבע היבול ואיכות הענבים בכל חלקות הטיפול. בגמר בדיקות היבול האחרונות נעשה ניתוח כלכלי כדי לבחון את העלות והתמורות של הטיפולים

**תוצאות עיקריות:** לטיפולים השונים לא הייתה השפעה מובהקת על שיעורי הנגר בכל שנות המחקר. זאת למרות, שאחוז חיפוי הקרקע ע"י נוף העשבייה היה גבוה יותר בטיפולים עשבייה וכיסוח משאר הטיפולים בשנות המחקר 2018-2019 ו- 2019-2020, במיוחד. כנראה עקב חיפוי מאוחר של הקרקע שלא מנע את היווצרות קרום בפני הקרקע ע"י הגשמים המוקדמים בחורף. לעומת זאת, הטיפולים עשבייה וכיסוח הקטינו את סחף הקרקע לעומת טיפול הריסוס. תוצאה שנבעה כנראה מהפחתת מנגנון ניתוק החלקיקים מגוף הקרקע וביכולת של הנגר להסיע את החלקיקים שנותקו גם בקרקע עם קרום. התפתחות העשבייה וממשק אי-פליחה בטיפולים עשבייה וכיסוח השפיעו באופן מוגבל על הגדלת תכולת החומר האורגני בקרקע

ובחוזק התלכידים. לכן, לא נמצאו הבדלים מובהקים בפוטנציאל המים בעלים וביבול הענבים ובאיכותו בגפנים בטיפולים השונים.

**מסקנות והמלצות :** (1) עקב ההתפתחות המאוחרת של נוף העשבייה, היעילות של הטיפולים עשבייה וכיסוח במניעת נגר עלי הייתה מוגבלת. (2) יש צורך לשלב במנגנון החיפוי של העשבייה גם את הגדלת יציבות מבנה הקרקע כנגד כוחות ההרס של הגשם במיוחד בתחילת עונת הגשמים. (3) נמצא שלטיפולים עשבייה וכיסוח יש פוטנציאל טוב להוות ממשק שימור קרקע יעיל בכרם יין במידה ויציבות התלכידים תשמר לפחות עד להתפתחות נוף עשבייה אפקטיבי. (4) מכוון שעליה ביציבות מבנה הקרקע הינה תהליך איטי, ודורשת מקור חימום של חומר אורגני ואי הפרה של מבנה הקרקע ע"י פעולות אגרו-טכניות, מומלץ לבחון את ההשפעה של יישם ארוך טווח (מעל 6 שנים) בשדה של הטיפולים עשבייה וכיסוח. טיפולים המשלבים ממשק אי-פליחה ומקור של חומר אורגני מהעשבייה הגדלה בשטח שבין שורות הגפנים.

#### **מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי**

1. ד"ר אורי נחשון
2. ד"ר שחר ברעם
3. ד"ר צבי פלאוט

#### **הצהרת החוקר הראשי**

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.  
הניסויים מהווים המלצות לחקלאיים: לא

תאריך 28.5.2021



חתימת החוקר:

## גוף דו"ח המחקר

### מבוא

העידן של חקלאות אינטנסיבית, הכוללת כרמים ליין, בישראל מאופיין בלחץ גובר והולך על משאבי הקרקע כמצע גידול. הכרמים ממוקמים, בדרך כלל, לאורך מדרונות עם שיפועים גדולים יחסית, כאשר בחורף פעילות הגפנים מועטה והם שרויים בשלכת. התפתחות עשבייה בין שורות הגפנים בכרם, יכולה להתחרות על משאבי הגידול, כגון מים וחומרי הזנה, עם הגפנים עם לבלובם באביב. לכן, הממשק המקובל בכרמים רבים הוא ממשק פליחה (עיבוד מכני של הקרקע) יחד עם הדברה כימית של העשבייה בשטח שבין שורות הגפנים כדי לשמור את הכרם נקי מעשבייה.

במצב זה שפני הקרקע בכרם אינם מחופים ע"י נוף הגפנים והעשבייה, הקרקע חשופה למכות טיפות הגשם הגורמות להרס תלכידים וליצירת קרום דק, צפוף ובעל מוליכות הידראולית נמוכה בפני הקרקע, גורם לירידה חדה בערכי החידור של הקרקע. כתוצאה מכך, חלה עלייה בשיעורי הנגר ובסחף הקרקע. תופעה זו מחמירה בשדות המושקים בקולחים, עקב עליה בתכולת הנתרן בקרקע המקטינה את יציבות תלכידים הקרקע. זרימת מי גשמים כנגר עלי יחד עם חומרי הזנה מסיסים אל מחוץ לכרם, במקום הצטברותם בחתך הקרקע כמאגר לשימוש הגפנים בזמן לבלובם, מהווה איבוד מים וחומרי דשן בכרם.

בנוסף, בעבודות רבות נמצא שממשק פליחה אינטנסיבי ותכופ גורם לשחיקה מכנית של מבנה הקרקע, לפחיתה בתכולת חומר אורגני ולפגיעה באוכלוסיית המיקרואורגניזמים, גורמים המהווים חלק מהקרקע, ומשפיעים מאוד על פוריותה. הרס מבנה הקרקע גורם לפגיעה בתכונות ההידראוליות שלה, המתבטאת בהקטנת חדירת מי הגשם לקרקע, לניקוז לקוי של הקרקע, לתנועה מוגבלת של מים וחומרי הזנה לעבר שורשי הצמח ולבעיות אוורור באזור בית השורשים. גורמים המגבילים את יכולת הקרקע לשמש כמצע גידול לצמח.

כדי למנוע בחורף מצב של קרקע חשופה, במטעים ובכרמי מאכל נהוג לזרוע באופן מבוקר, מבחינת סוגי הצמחים, המיקום והזמן, צמחי כיסוי בין שורות הגידול. נוף צמחי הכיסוי עם גדילתם מחפה את הקרקע, מונע את הרס המבנה שלה ע"י מכות טיפות הגשם, ואת היווצרות הקרום. כתוצאה מכך, נמנע נגר עילי וסחף קרקע. אולם, בכרמי יין, זריעת צמחי כיסויי אסורה מחשש להתפתחות צמחי כלאיים. לכן, בעבודה הנוכחית נבחנה האפשרות להשתמש בעשבייה הטבעית הגדלה בכרם, כצמחי כיסוי, יחד עם ממשק אי-פליחה. להתפתחות עשבייה בשטח שבין שורות הגידול יש יתרונות נוספים מלבד חיפוי פני הקרקע, שהם: (i) העשבייה יכולה לשמש כאכסניה לאויבים טבעיים של מזיקים בגפן, ולכן הצורך בשימוש בחומרי הדברה כנגד מזיקים בכרם קטן. (ii) השורשים והעלווה של צמחיית החיפוי מהווים מקור לתכולת חומר אורגני בקרקע, יחד עם גידול בפעילות של המיקרו-פלורה ומיקרו-פאונה בקרקע. תהליכים המשפרים את יציבות מבנה הקרקע, ואת תכולת המזינים (נוטריינטים) בה.

## המטרה הכללית של המחקר

פיתוח ממשק משמר בכרם יין הכולל, ממשק אי-פליחה בשטח בין שורות הגפנים, השארת העשבייה באזור זה עם פיזור רסק הגזם על פני הקרקע, שימש כחיפוי קרקע כנגד מכות טיפות הגשם למניעת נגר וסחף קרקע וזרימה עילית של מזהמים מחוץ לכרם ומקור לחומר אורגני בקרקע.

## מטרות ספציפיות של המחקר

1. ללמוד את השפעת ממשק אי-פליחה, וחיפוי פני הקרקע ע"י עשבייה ורסק גזם (ממשק משמר) על תכולת חומר אורגני ויציבות תלכידים, היוצרות נגר עילי וסחף, ושיפור פוריות הקרקע מבחינה פיסיקאלית, כימית וביולוגית בתנאי השקיה במי קולחים של כרם יין.
2. ללמוד את השפעת שיפור באיכות ובפוריות הקרקע בכרם על מצב המים, התפתחות הגפנים ויבול הפרי ואיכותו.
3. לקבוע את השפעת ממשק המשמר בצמצום דליפת מזהמים מהכרם עם מי הנגר.
4. לבצע הערכה כלכלית של ממשק הגידול המשמר לעומת הממשק הקונבנציונלי, ולהעריך את השינוי ברווחיות הגידול בין שני הממשקים.
5. העברת הידע למדריכי שדה ולמגדלים.

## פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר

המחקר התמקד בתהליכי נגר וסחף המתקבלים בכרם יין במהלך גשמי החורף ובדרכים למניעתם. לפיכך, המחקר התנהל על פי לוח זמנים של שנה הידרולוגית, המתחילה בראשית חודש אוקטובר בשנה נתונה ומסתיימת בסוף חודש ספטמבר בשנה העוקבת. המחקר אושר באמצע החורף בשנה ההידרולוגית 2016-2017, ומכוון שלא ניתן להתחיל ניסוי שדה באמצע חורף, ביצוע המחקר התנהל בשלושה שלבים:

שלב א' – החל מאשור המחקר ועד תחילת אוקטובר 2017 (תחילת השנה ההידרולוגית 2017-2018), שבו הזמן נוצל להתארגנות ולהכנות לביצוע ניסויי השדה.

שלב ב' – מאוקטובר 2017 ועד סוף ספטמבר 2020 כלל הרצת ניסויי שדה בכרם יין במהלך השנים ההידרולוגיות 2017-2018, 2018-2019 ו-2019-2020.

חלק ג' – מאוקטובר 2020 ועד סוף פברואר 2021, שכלל ניתוח, סיכום התוצאות וכתובת דו"ח מסכם של הפרויקט.

### להלן פירוט מהלך הניסויים והבדיקות שנעשו במחקר:

בינואר 2017 החל חיפוש של כרם יין מסחרי לביצוע ניסויי השדה, שיהיה אחיד מבחינת סוג הקרקע ובעל שיפועים האופייניים לכרמי יין רבים הסובלים מבעיות נגר וסחף בחורף. הכרם שנבחר היה כרם יין מסחרי ליד הישוב נווה שלום השייך באופן תפעולי ליקבי ברקן. הכרם נשתל ב- 2010 בזן קברנה סוביניון, ומושקה בטפטוף, קו טפטוף לכל שורת גפנים, במי

קולחים שניוניים ממאגר תעוז המופעל ע"י חברת "מקורות". איכות הקולחים (טבלה 1) ששימשו להשקיית הכרם, נקבעה ע"י אנליזה כימית של 4 דגימות מים שנלקחו במועדים שונים מצינור הכניסה לכרם לפני הוספת הדשן. באביב 2017, עם תום גשמי החורף, בוצע מיפוי של פני השטח בכרם על ידי GPS דיפרנציאלי ברמת דיוק גבוהה, ונבחרה חלקת כרם לניסוי שדה, שהייתה בעלת מדרון עם מפנה צפוני ושיפוע בין 2% ל-4% (איור 1). הניסוי כלל 4 טיפולים עם 4 חזרות בכל טיפול, סה"כ 16 חלקות טיפול, שסומנו באתר הניסוי. כל חלקת טיפול הייתה בגודל של 121.5 מ"ר, וכללה ארבע שורות גפנים באורך של 13.5 מ' כל שורה עם מרווח של 3 מ' בין שורות הגפנים, כאשר שתי שורות הגפנים המרכזיות בחלקת הטיפול והשטח ביניהן שמשו למדידות (יקרא שטח מדידה), ושתי שורות חיצוניות, שורה מכל צד, ששימשו שורות גבול. בקצה כל חלקת טיפול במעלה החלקה הוקם חייץ ע"י חפירת תעלה למניעת כניסת נגר וסחף מחלקות טיפול סמוכות.

בכדי לאפיין את התכונות הכימיות הכלליות של הקרקע באתר הניסוי, נלקחו בסוף מאי 2017, ובאביב בשלושת שנות המחקר, דגימות קרקע מעומק 60 ס"מ ובאינטרוולים של 15 ס"מ לכל דגימה, מקדוחים שנעשו במרכז שטח המדידה בכל חלקת טיפול. בדגימות הקרקע מהשכבה 0-15 ס"מ נמצאו ריכוזים זמינים בין 22 ל-18 מ"ג/ג של  $N-NH_4$ , בין 15 ל-8 מ"ג/ג של  $N-NO_3$  וריכוזי  $P-PO_4$  בין 55 ל-58 מ"ג/ג, ערכים שריכוזם ירד עם עומק הקרקע, לריכוזים בין 20 ל-24.5 מ"ג/ג בשכבה 45-60 ס"מ. סביר להניח, שהשונות הנמוכה שהתקבלה בתכונות הכימיות של הקרקע נבעה מכך, שהאזור שבין שורות הגפנים לא הושקה, לא דושן ולא זובל.

בנוסף, נלקחו דגימות קרקע מהשכבה העליונה 0-15 ס"מ באביב 2017 ובאביב 2018 בכדי לקבוע את מרקם ותכולת החומר האורגני בקרקע, ואת ערכי המליחות (EC) והניתרון (SAR) במיצוי עיסה רוויה של הקרקע (טבלה 2). על פי התוצאות שהתקבלו, הקרקע בכרם אופיינה כקרקע חרסיתית עם תכולת חרסית (כ-58%) וחומר אורגני כללי (2%) גבוהה. למרות שהקרקע באזור שבין השורות, אינה מושקת ולא מדושנת ובעלת מליחות נמוכה יחסית ( $EC < 0.44$  dS/m), היא נמצאה נתרנית (SAR 5.2) (טבלה 2). סביר להניח שערך ה-SAR הגבוה בקרקע נבע מתנועה אופקית של נתרן מאזור השורות המושקות בקולחים ומזובלות בבוצת שפכים לאזור המרכז בין השורות.

בכדי לבחון את תפקוד הגפנים בחלקת הניסוי לפני הפעלת הטיפול, בוצע בציר ידני ב-21.8.2017 בשני גפנים מהשורות המרכזיות, גפן מהשורה המזרחית וגפן מהשורה המערבית, בשליש העליון (מעלה) של אזור המדידה. בכל חלקת טיפול יבול הגפנים ואיכות הפרי שהתקבלו בכל חלקות הטיפול היו דומים ותואמים לערכים המקובלים בכרמים מסחריים אחרים באזור (תוצאות לא מוצגת). יבולים דומים נמצאו בקטיפים, שנעשו בשנות המחקר הבאות לאחר הפעלת הטיפול, המוצגות בהמשך.

הטיפולים שנבחנו בשלושת השנים ההידרולוגיות היו: טיפול 1, ייקרא ביקורת: ממשק פליחה מקובל, שכלל מספר מהלכי קילטור בעומק של כ- 15 ס"מ בשטח שבין שורות הגפנים להשמדת העשבייה והצנעת רסק הזמורות שנגזמו מהגפנים בקרקע. טיפול 2, ייקרא ריסוס: ממשק אי-פליחה + ריסוסים נגד עשבייה בשטח שבין שורות הגפנים. טיפול 3, ייקרא כיסוח: ממשק אי-פליחה + כיסוח העשבייה בשטח שבין שורות הגפנים, ופיזור רסק הצמחים על פני הקרקע. טיפול 4, ייקרא עשבייה: ממשק אי-פליחה והשאת העשבייה בשטח שבין השורות בצורתה הטבעית. ארבעת הטיפולים נערכו בארבע חזרות (ארבע חלקות טיפול) במתכונת של בלוקים באקראי, כאשר הבלוקים הוצבו בניצב לשיפוע המדרון (איור 2). מיקום הטיפולים בכל בלוק נבחר באופן אקראי ע"י הגרלה בתחילת השנה ההידרולית, 2017-2018, שנשאר קבוע למשך כל שנות המחקר. ממשק הגידול (השקיה, דישון והגנת הצומח) בכול חלקות הטיפול ולאורך כל תקופת המחקר נעשה על פי הממשק המסחרי המקובל באזור. הגפנים בכל הכרם כולל בחלקות הטיפול הושקו בכ- 250 מ"מ בשנה, כאשר עונת השקיה החלה באפריל והסתיימה לקראת סוף ספטמבר או תחילת אוקטובר. מנת השקיה הייתה של 5-7 מ"מ, כאשר בתחילת עונת השקיה, ניתנה בשבוע מנת השקיה אחת, בהמשך הגידול שתי מנות בשבוע, ולקראת סוף עונת השקיה מנה אחת בשבוע.

בסוף ספטמבר 2017, הוקמו חלקות נגר (Ben-Hur and Assouline, 2002) במרכז בין שתי שורות הגפנים בשליש התחתון (במורד) של שטח המדידה בכל חלקה טיפול. שטח חלקת נגר היה 0.6 מ"ר (אורך 1 מ' ורוחב 0.6 מ') שהוקף בלוחות פח בגובה 10 ס"מ שחלקם הוצנעו בקרקע (איור 3). בקצה התחתון במורד של כל חלקת נגר הותקן משפך, שכלל מחסום סחף, שחובר לצינור פוליאתילן, כאשר הקצה השני של הצינור חובר לחבית בנפח 40 ליטר עם מכסה מוברג בחלקה העליון, שהוצנעה בקרקע ליד שורת הגפנים מספר מטרים במורד לחלקת הנגר. החבית הוצנעה צמוד לשורת הגידול כדי לא הפריע לפעולות הממשק בכרם.

לאחר כל סופת גשם, הסחף שנלכד במשפך נאסף, נפח הנגר בחבית נמדד, ונלקחה דגימה מהנגר למדידת ריכוז מקרו-מזהמים (חנקן וזרחן) במי הנגר, ודגימת נגר מייצגת לקביעת ריכוז הסחף במי הנגר. הסחף הכולל מכל חלקת נגר נקבע לאחר יבוש דגימת הנגר והסחף שנאסף במשפך ב- 105 מ"צ. החביות שהוצנעו הושארו במקומן במשך כל המחקר. לעומת זאת, חלקות הנגר פורקו ופזרו מהכרם בסוף כל חורף כדי לאפשר את הפעולות המשקיות בכרם ללא הפרעה. חלקות הנגר הותקנו מחדש בסתיו בכל שנה הידרולוגית עוקבת, יחד עם חידוש תעלות החיץ בקצה העליון של כל חלקת טיפול. מד גשם רושם ומד גשם זעיר הותקנו בכל תחילת חורף באזור פתוח קרוב לחלקת הניסוי בכרם ששימשו לקביעת כמות הגשם שירדה בכל סופה במהלך החורף.

פעולות הממשק שנעשו בחלקות הטיפול, על פי הטיפול הרלוונטי, במהלך שלושת השנים ההידרולוגיות היו: (i) ריסוס בחומר טרום נביטה בתחילת החורף בשטח מתחת לשורות הגפנים בכול חלקות הטיפול. (ii) זמירת הזמורות בכל הגפנים ופיזור הגזם בין השורות



הגפנים בכל חלקות הטיפול בתחילת ינואר בכל שנה. (iii) קילטור הקרקע במקלטרת מסחרית במהלך החורף כנגד עשבייה בחלקות של טיפול הביקורת, כאשר הקילטורים בחלקות הנגר נעשו באופן ידני ע"י קלשון חפירה. (iv) ריסוס נגד עשבייה ע"י מרסס מסחרי נגרר בחלקות של טיפול הריסוס. (v) כיסוח העשבייה בחלקות הטיפול בעזרת מכסחת מסחרית נגררת, ובחלקות הנגר ע"י מכסחת ידנית. (vi) בסוף הגידול נעשה בציר ידני של היבול בכל חלקות הטיפול. הממשקים המפורטים מעלה נעשו על פי הצורך ועל פי מצב הקרקע, כאשר העיתוי של ביצוע הממשק נקבע ע"י האגרונום הראשי של כרמי ברקן, שליוו באופן צמוד את המחקר. מהניסיון שנרכש בשלושת שנות המחקר נמצא, שמספר הפעמים האפשרי לחזור על פעולות הממשק הייחודיים, קילטור, ריסוס וכיסוח, הוא כ- 3 פעמים במהלך החורף. ממוצעים של אחוזי הכיסוי של פני הקרקע ע"י נוף העשבייה משטח חלקת הנגר בטיפולים השונים בשלושת שנות המחקר נמדדו בחודש מאי, כאשר העשבייה הייתה בשיאה. ערכים אלה מוצגות באיור 4. אחוז הכיסוי הצמחי נקבע בעזרת צילום אווירי מעוגן עם רזולוציה מרחבית של 9.5 מ"מ לפיקסל שנעשה בעזרת רחפן מטיפוס Phantom 4 של חברת DJI. חיפוי הקרקע ע"י העשבייה בשלושת השנים היה גדול באופן משמעותי בטיפולים עשבייה וכיסוח לעומת הטיפולים ביקורת וריסוס. הבדלים אלה לא היו תמיד מובהקים סטטיסטית עקב השונות הרבה של ערכי החיפוי בטיפולים מסוימים. אחוזי החיפוי בטיפולים השונים באביב 2018 היו נמוכים יותר (קטנים מ- 40%) מאשר בשנים 2019 ו- 2020 (איור 4). ערכים נמוכים אלה בחורף 2017-2018 נבעו כנראה מפעולות אינטנסיביות כנגד עשבייה שנעשו בכרם במהלך כל השנים לפני תחילת הניסוי. פעולות שצמצמו את בנק הזרעים בקרקע. בשתי שנות המחקר העוקבות, העשבייה התאוששה וערכי החיפוי גדלו. בתצפיות שנעשו בכרם במהלך שלושת החורפים בניסוי נמצא שנביטת העשבייה החלה לאחר כ- 20 מ"מ גשם, ובמהלך ינואר התקבל כיסוי צמחי די רציף, אבל נמוך מאוד ועם חיפוי צמחייה חלקי.

תכולות ממוצעות של חומר אורגני כללי בשכבת הקרקע העליונה (0-5 ס"מ) בטיפולים השונים שנמדדו באביב 2019 ו- 2020 מובאים באיור 5. תכולות החומר האורגני בטיפולים השונים בדגימה של אביב 2018 היו דומים, ולא הובחנה בהן כל מגמה (תוצאות לא מוצגות), כאשר הערך הממוצע של כלל הטיפולים בשנה זו היה 2.1%. גם בדגימות האביב בשנים 2019 ו- 2020 לא נמצאו הבדלים מובהקים בתכולות החומר האורגני הממוצעות בין הטיפולים השונים, אולם נמצאה מגמה, של תכולה גבוהה יותר בטיפולים כיסוח ועשבייה מאשר בטיפולים ריסוס וביקורת. סביר להניח, שמגמת עליה זו נבעה ממחזור הביומסה של העשבייה בקרקע בטיפולים עשבייה וכיסוח. מגמה שצפויה להתעצם עם המשך היישום של טיפולים אלה.

כמויות נגר מצטברות כתלות בכמות הגשם המצטברת בטיפולים השונים ובשלושת השנים הידרולוגיות, 2017-2018, 2018-2019 ו- 2019-2020, מובאים באיור 6. לא נמצאו הבדלים מובהקים בכמויות הנגר המצטברות בין הטיפולים השונים בשלושת החורפים

שנמדדו. בכל הטיפולים ובשלושת החורפים, העלייה המצטברת בכמויות הנגר בתחילת החורף הייתה אפסית עד מתונה, שהשתנתה לעלייה חדה, ולאחר מכן, התמתנה כמעט לקראת סוף עונת הגשמים. אחוז הנגר השנתי מכמויות הגשם השנתיות שמהן נמדד הנגר בחורפים 2017-2018, 2018-2019 ו-2019-2020 היו, 28%, 57% ו-55%, בהתאמה (איור 6). במדידות ריכוזי המקרו-מזהמים,  $N-NO_3$ ,  $N-NH_4$ ,  $P-PO_4$  בדגימות הנגר לאחר כל סופת גשם בטיפולים השונים נמצאו ריכוזים קטנים מ-8 מ"ג ליטר עבור  $N-NO_3$ , מ-1.3 מ"ג ליטר עבור  $N-NH_4$  ומ-0.1 מ"ג ליטר עבור  $P-PO_4$ . ריכוזים אלה נמוכים מאוד ומתחת לתקנים המותרים להזרמה לנחל. הריכוזים הנמוכים האלה נבעו מכך, שהשטח בין שורות הגפנים אינו מושקה, אינו מדושן ואינו מזובל, ולכן תכולה המזהמים בו מוגבלת.

כמויות הסחף המצטברות כתלות בכמות הגשם המצטברת בטיפולים השונים ובשלושת השנים הידרולוגיות מובאים באיור 7. בשונה מהנגר, נמצאו הבדלים בכמויות הסחף בין הטיפולים, כאשר הבדלים אלה השתנו בחורפים השונים; בחורף 2017-2018 כמויות הסחף היו דומות בטיפולים השונים, ואילו בחורפים 2018-2019 וב-2019-2020 כמויות הסחף השנתיות בטיפול ריסוס היו הגבוהות ביותר ובטיפול הכיסוח הנמוכות ביותר, כאשר הבדלים אלה היו גדולים יותר בחורף 2019-2020 מאשר בחורף 2018-2019.

כדי לבחון את השפעת הטיפולים השונים על מצב הגפנים בחלקות הטיפול, פוטנציאל המים בעלים של הגפנים נמדדו בכל חלקות הטיפול בעזרת תא לחץ (טבלה 3). המדידות נעשו בשישה מועדים שונים, בקיץ 2018, 2019 ו-2020 בכל הטיפולים, כאשר זמני ההשקיה, מנת ההשקיה ואיכות המים המושקת היו זהים בטיפולים השונים בכל שנת מחקר. בספטמבר 2018, 2019 ו-2020 נעשה קטיף ידני של 2 עד 5 גפנים בכל חלקת טיפול (טבלה 4), כאשר בקטיף נמדדו המדדים הבאים, יבול כללי, מספר אשכולות בכל צמח גפן ומשקל ממוצע לאשכול. לאחר הקטיף נשלחו דגימות ענבים מכל חלקת טיפול למעבדה ביקב ברקן, שנמדדו בהן ערכי הבריקס, pH וערכי חמיצות כללית. במדידות אלו לא נמצאה השפעה מובהקת של הטיפולים השונים על פוטנציאל המים בעלים ולא על היבול ומדדי האיכות שלו. כל זאת, למרות כמויות הנגר הגדולות שהתקבלו בשלושת החורפים שנמדדו במהלך המחקר.

בסיום הבציר ובדיקות מדדי איכות הענבים בשנה ההידראולית האחרונה (2019-2020) של הפרויקט נעשה ניתוח כלכלי מפורט ע"י הכלכלנית ד"ר אפרת הדס ממשד החקלאות. הדו"ח כלל את פירוט העלויות לדונם בשנה בעקבות פעולות הממשק לשימור קרקע שנבחנו במחקר לפי הפירוט הבא, עלות פעולה אחת פעמית של קילטור היא 30 ₪ של ריסוס 35 ₪ ושל כיסוח הוא 45 ₪. מכון, שמספר הפעמים האפשרי לביצוע כל אחת מפעולות הממשק הוא כ-3 פעולות בשנה, והעלות השנתית מחושבת בייחס לטיפול הביקורת, העלויות השנתיות של הטיפולים הן, 15 ₪ לטיפול ריסוס, 45 ₪ לטיפול כיסוח ו-90 ₪ לטיפול עשבייה.

לעומת זאת, התרומה הכלכלית של טיפול נתון חושבה כתוספת הכנסה לדונם כרם כתוצאה מעלייה באיכות הפרי או באיכות הקרקע בהשוואה לטיפול הביקורת. במקרה זה,

תוספת התמורה המתקבלת לדונם עבור עליה באיכות הפרי שווה ל- 1% מהפדיון המתקבל עבור טון יבול ענבים לכל עלייה של 10% במקדם הבריקס, או החומצה הכללית בטיפול נתון לעומת טיפול הביקורת. באופן דומה, תוספת התמורה המתקבלת עבור העלייה באיכות הקרקע שווה ל- 1% מהפדיון המתקבל לדונם עבור כל ירידה ב-10% בערך המיגוג של הקרקע או בעלייה ב- 10% בתכולת החומר האורגני בקרקע בהשוואה לטיפול הביקורת. המסקנות של הניתוח הכלכלי יינתנו בהמשך בסעיף הדיון.

## דיון

כמויות הנגר שהתקבלו בכל הטיפולים בשלושת החורפים, 2017-2018, 2018-2019 ו- 2019-2020, שבהן נערך המחקר היו גבוהים, מעל 50% מכמות הגשם השנתית בחורף השני והשלישי של הניסוי (איור 6). מכאן, שיותר מ- 50% מכמות הגשם השנתית לא חדרה לקרקע, אלא זרמה על פני הקרקע כנגר עילי למקומות נמוכים גם אל מחוץ לכרם. נגר פוטנציאלי נוצר, כאשר עוצמות הגשם גבוהות מערכי החידור של הקרקע. ערכי חידור קרקע נמוכים יכולים לנבוע מערכי מוליכות הידראולית נמוכה של כל חתך הקרקע המורטב, ומהיווצרות קרום פיזיקלי בפני הקרקע כתוצאה ממכות טיפות הגשם ומתהליכים כימיים פיזיקליים בקרקע שגורמים להרס התלכידים ולהיווצרות הקרום (Ben-Hur, 2008). כדי לאפיין את הגרום העיקרי לירידה בערכי החידור של הקרקע בכרם, נמדדו בקיץ 2019 ערכי החידור של הקרקע ללא מכות טיפות הגשם בעזרת מיני דיסק אינפילטרומטר ושימוש במים מזוקקים בשטח המדידה בכל חלקות הטיפול. ערכי החידור שנמדדו בתנאי רוויה היו גבוהים מ- 100 מ"מ/שעה. ערכים אלה גבוהים באופן משמעותי מעוצמות הגשם המקובלות באזור הביקורת, נמדדו במדמה גשם מעבדתי (Tanner et al., 2018). במדידות אלו נמצא שחלה ירידה חדה בערכי החידור של הקרקע לאחר כ- 20 מ"מ גשם כתוצאה מהיווצרות קרום פיזיקלי בפני הקרקע, שהקטין את ערכי החידור של הקרקע בתנאי רוויה לכ- 10 מ"מ/שעה. תוצאות אלה מורות על כך שהקרקע הכבדה ובעלת ערכי הניתרון הגבוהים יחסית ( $SAR = 5$ ) (טבלה 2) רגישה מאוד להיווצרות קרום עם חשיפתן למכות טיפות הגשם. מכאן, ניתן להניח ברמת סבירות גובהה, ששיעורי הנגר הגבוהים שהתקבלו בחלקות הטיפול בכרם בחורפים שנלמדו נבעו בעיקר מהיווצרות קרום פיזיקלי בפני הקרקע במהלך הגשמים (איור 6).

שיעורי הנגר שהתקבלו מחלקות הנגר בטיפולים השונים בכל חורף היו דומים בשלושת השנים ההידרולוגיות, 2017-2018, 2018-2019 ו- 2019-2020 (איור 6). זאת למרות ההבדלים המשמעותיים שהתקבלו בחיפוי פני הקרקע ע"י העשבייה בטיפולים השונים (איור 4). לדוגמא, בחורף 2018-2019 חיפוי פני הקרקע מכלל השטח של חלקות הנגר בטיפול כיסוח היה 66% לעומת 8% בטיפול הביקורת (איור 4). חוסר ההשפעה הזו של חיפוי העשבייה על שיעורי הנגר נבע כנראה מקצב איטי של התפתחות נוף העשבייה שגרם לחיפוי קרקע מוגבל בתחילת החורף. על פי תצפיות שנעשו בשדה בשלושת החורפים, התפתחות

משמעותית של נופ העשבייה התקבלה לקראת סוף חודש ינואר. במקרה זה, הגשמים שיורדו בתחילת החורף היו על קרקע חשופה, והספיקו ליצור קרום בפני הקרקע שהמקטין את ערכי החידור של הקרקע. בהמשך החורף וגידול נופ העשבייה, העשבייה כיסתה קרקע עם קרום שהתפתח בתחילת החורף, כאשר מרבית הקרקע הייתה חשופה. כתוצאה מכך, השפעת החיפוי המאוחר של הקרקע במניעת הנגר הייתה שולית. תוצאות דומות התקבלו ע"י Ben-Hur et al. (1989), שבחן את השפעת חיפוי נופ צמחי כותנה במניעת נגר בהשקיה בקונוע, וע"י בן-חור וחובריו (2010) בהשפעת חיפוי הקרקע ע"י עשביית בר בקרקע חמרה במישור החוף במהלך החורף.

להבדיל מהעדר ההשפעה של חיפוי הקרקע במניעת הנגר, לטיפולים עשבייה וכיסוח הייתה השפעה משמעותית בהקטנת הסחף בחורפים 2018-2019 ו-2019-2020, שגדלה עם העלייה בכמות הגשם המצטברת (איור 7). בחורפים אלה, טיפול הכיסוח הקטין את שיעורי הסחף לעומת הטיפולים ריסוס, ביקורת ועשבייה, ואילו טיפול העשבייה הקטין את שיעורי הסחף לעומת טיפול הריסוס. סחף קרקע במהלך גשם נובע משני תהליכים עיקריים: (i) ניתוק חלקיקי קרקע מגוף הקרקע כתוצאה ממכות טיפות הגשם על פני הקרקע ומכוח הגזירה של מי הנגר הזורמים על פני הקרקע. (ii) כושר הנגר להסיע את חלקיקי הקרקע שנותקו מפני הקרקע. מכון שאורך המדרון בחלקות הנגר, שיפוע המדרון והמפנה שלו, ועוצמת הגשם היו אחידים בכל הטיפולים בכרם, ההבדלים בשיעור הסחף בין טיפולי החיפוי נבעו בעיקר מהשפעת החיפוי של פני הקרקע. חיפוי הקרקע הקטין את השפעת מכות טיפות הגשם בניתוק חלקיקי הקרקע מגוף הקרקע גם לאחר התפתחות הקרום בפני הקרקע. בנוסף, חיפוי הקרקע הקטין את יכולת הנגר העילי להסיע חלקיקי קרקע, שהיו מנותקים וחופשיים לתנועה, עקב: (i) הקטנת מהירות זרימת הנגר שנבעה מההפרעה שייצרו הגבעולים והעלים של הצמחים ורסק הצמחים המפוזר על פני הקרקע. (ii) חיפוי הצמחים ורסק הצמחים בפני הקרקע, שמשו כפילטר ביולוגי שלכדו את חלקיקי הקרקע המוסעים עם הנגר ומנעו את סחיפתם. חוסר ההבדלים בשיעורי הסחף בין טיפולי החיפוי בחורף 2017-2018 (איור 7), נבע כנראה משיעורי חיפוי נמוכים של הקרקע ע"י העשבייה בכל הטיפולים (איור 4).

למרות שחיפוי הקרקע ע"י הצמחים היה, על פי רוב, קטן בטיפול הביקורת מאשר בטיפול הריסוס (איור 4), כמות הסחף, שהתקבלה בטיפול הביקורת הייתה פחותה באופן משמעותי מאשר בטיפול הריסוס בחורפים 2018-2019 ו-2019-2020 (איור 7). הקילטורים שנעשו בטיפול הביקורת במהלך החורף הגדילו את חספוס פני הקרקע לעומת פני קרקע חלקים בטיפול הריסוס. כנראה, שחפוס זה של פני השטח בטיפול הביקורת הקטין את מהירות זרימת הנגר בפני הקרקע, וע"י כך סחיפת החלקיקים ע"י מי הנגר בטיפול הביקורת הייתה קטנה מאשר בטיפול הריסוס.

הקטנת הנגר העילי וסחף הקרקע במהלך גשמי החורף יכולה להיעשות גם ע"י הגדלת יציבות מבנה הקרקע, שתתנגד לכוחות ההרס של טיפות הגשם; ככל שיציבות מבנה הקרקע

גדל, הרס התלכידים ע"י הגשם יפחת, היווצרות הקרום וירידה בערכי החידור של הקרקע ימנעו, ושיעורי הנגר וסחף הקרקע יפחתו. הגדלה זו ביציבות מבנה הקרקע יכולה להיעשות ע"י ממשק אי-פליחה ובהעשרת הקרקע בחומר אורגני המהווה חומר מתלכד ומייצב של מבנה התלכידים. בנוסף, ממשק אי-הפלחה מונע את השחיקה הפיזיקלית של התלכידים, מאפשר פעילות מוגברת של מיקרו-אורגניזמים בקרקע המשחררים פוליסכרידים המשמשים כחומרים מתלכידים שמחברים את חלקיקי הקרקע בתלכיד. הטיפולים, עשבייה וכיסוח הם גם ממשקי אי-פליחה, והעשבייה בטיפולים אלה יכולה להוות גורם המעשיר את הקרקע בחומר אורגני.

תכולות החומר האורגני בשכבת הקרקע העליונה 0-5 ס"מ שנדגמו באביב לאחר עונות הגשמים 2018-2019 ו-2019-2020 מובאים באיור 5. למרות שלא נמצאו הבדלים מובהקים בתכולות החומר האורגני בקרקע בין הטיפולים השונים (איור 5), קיימת מגמה מסוימת של תכולה גבוהה יותר של חומר אורגני בטיפולים עשבייה וכיסוח לעומת הטיפולים ריסוס וביקורת שבהן העשבייה דוכאה. הגידול הזה בתכולת החומר האורגני בקרקע בטיפולים עשבייה וכיסוח יכול לייצב את מבנה הקרקע, ולמתן את הרס התלכידים והתפתחות הקרום בגשמים בתחילת החורף, ולאפשרות לצמחיה טבעית לגדול ולהתפתח ולהוות בשלב מסוים מקור של חומר אורגני בקרקע. ממשק אי-פליחה ידוע בספרות המדעית (Madarasz et al., 2021), כגורם המגדיל את תכולת החומר האורגני בקרקע ואת יציבות המבנה שלה. אולם, תהליך זה דורש זמן רב מעבר לשלוש שנים.

את השפעת הטיפולים השונים בכרם על הגברת הפעילות של המיקרואורגניזמים בקרקע נבחנה ע"י מדידת פליטת CO<sub>2</sub> גזי מהקרקע על פי השיטה המפורטת בעבודתם של בן-חור וחבריו (2012). המדידות נעשו באזור המדידה בכל חלקות הטיפול בקיץ בשלושת שנות המחקר. התוצאות שהתקבלו היו בעלי שונות גבוהה מאוד בין החזרות בכל טיפול ובין השנים, שנבעה כנראה משטח מדידה קטן (כ- 300 סמ"ר) שמימנו נמדדה פליטת ה-CO<sub>2</sub> מהקרקע. במקרה זה, פליטת ה-CO<sub>2</sub> משקפת פעילות מאוד מקומית של המיקרואורגניזמים, שיכולה להשתנות באופן משמעותי ממקום למקום. השונות הגדולה של תוצאות פליטת ה-CO<sub>2</sub> לא אפשרה ללמוד על מגמה כל שהיא בהשפעת הטיפולים השונים על פעילות המיקרואורגניזמים.

השפעת יציבות התלכידים כתוצאה מהרטבתם נבחנה ע"י מדידת ערכי המיגוג של דגימות קרקע שנדגמו מחלקות הטיפול השונות בעזרת השיטה המוצגת בעבודתם של Ben-Hur et al. (2009), כאשר ערך מיגוג 1 משמעותו שהתלכידים יציבים, וככל שערך המיגוג גבוה מערך 1, יציבות התלכידים יורדת. ערכי מיגוג של הקרקעות שנדגמו מהשכבה העליונה 0-5 ס"מ מחלקות הטיפול השונות בכרם היין בשלושת השנים ההידרולוגיות מובאים באיור 8. אומנם לא נמצאו הבדלים מובהקים בערכי המיגוג של הקרקע בטיפולים השונים בשלושת השנים (איור 8). אולם, כמו בתכולת החומר האורגני, ניתן לראות שישנה מגמה שערך המיגוג בטיפולים כיסוח ועשבייה נמוכים מאשר בטיפולים ריסוס וביקורת. מגמה זו תואמת את

התוצאות שנמצאו בעבודת רבות בספרות המקצועית, לדוגמא, Madarasz et al. (2021) שממשק אי-פליחה מגדיל את יציבות מבנה הקרקע.

בהיות עשביית הבר, צמחייה הגדלה על פי תנאי הסביבה המקומיים, לכורם אין יכולת לשלוט ביכולת העשבייה מבחינת שיעור ועיתוי החיפוי. חיפוי הקרקע ע"י עשבייה טבעית קורת, על פי רוב, בשלב מאוחר יחסית עקב התפתחות איטית של נוף העשבייה. במקרה זה, אפקטיביות החיפוי היא מוגבלת כפי שדווח למעלה. הגדלת יציבות מבנה הקרקע בכרם תאפשר עיכוב בהתפתחות הקרום במהלך הגשמים המוקדמים, עד לשלב שנוף העשבייה יהיה מפותח מספיק כדי להגן על הקרקע מפני מכות טיפות הגשם בהמשך החורף. מכון שהטיפולים עשבייה וכיסוח משלבים ממשק של אי-פליחה, הגדלה בתכולת החומר האורגני בקרקע וחיפוי קרקע כנגד כוחות ההרס של הגשם, וטיפול הכיסוח משלב גם מנגנון של פילטר ביולוגי, לטיפולים אלה פוטנציאל טוב להוות ממשקים לשימור קרקע בכרם יין. עם זאת, האפקטיביות של טיפולים אלה תלויה ביישום ממושך למספר שנים רב. מכאן, שבחינת האפקטיביות של ממשקים אלה דורשת ניסוי ארוך טווח, מעבר לזמן שהוקצב בפרויקט הנוכחי. מכון שכמויות הנגר שהתקבלו במהלך גשמי החורף היו גבוהות מאוד, עלתה השאלה באיזה מידה לנגר זה יש השפעה על גידול הגפנים. תכולות הרטיבות המשקלית של חתך הקרקע עד עומק 60 ס"מ שנמדדו במרכז שטחי המדידה בחלקות הטיפול השונות באביב ובסתיו בשנים ההידרולוגיות 2018-2019 ו-2019-2020 מובאים באיור 9. גשמי החורף שירדו בשלושת החורפים ובטיפולים השונים העלו את רטיבות הקרקע באזור זה לתכולת קיבול שדה עד לעומק של 0.6 מ' לפחות, למרות אחוזי הנגר הגבוהים. הגפנים צורכים את מרבית המים הנדרשת ליצרנות שלהם ממי ההשקיה שניתנת בקיץ קרוב לשורת הגפנים. במהלך החורף, צריכת המים של הגפנים היא ממינימלית עקב היותם בשלכת. אולם, עם בוא האביב והתעוררות הגפנים, הם נעזרים כנראה במים שנאגרו בקרקע בחורף באזור שבין השורות, שאינו מושקה בקיץ, צריכה זו של המים גרמה לירידה דומה בתכולת הרטיבות בקרקע בקיץ בטיפולים השונים. מכאן, שכמות המים שנצרכה לא הושפעה באופן מובהק מהטיפולים השונים. העדר הבדלים ביבול של הגפנים בטיפולים השונים (טבלה 4), רומז שהתרומה של כמויות הגשם השנתית שירדו באזור הניסוי הן מעל דרישות המים של הגפנים להתחדשות הלבולב שלהם באביב.

בניתוח הכלכלי שהוצג בסעיף הקודם למעלה נמצא, שעלות השנתית לדונם של הממשקים, עשבייה וכיסוח ביחס לממשק המקובל (ביקורת) הוא 90- ו-45 ש, בהתאמה. העלות של ממשק העשבייה הוא שלילי מכון, שבממשק זה חוסכים את עלות הקילטורים. אולם, ממשק העשבייה במניעת הסחף היה יעיל פחותה מאשר טיפול כיסוח. לממשק העשבייה יש חיסרון נוסף, כאשר בשלב מסוים העשבייה מהווה גורם מפריע בפעולות המשקיות הנספות בכרם. לכן, השפעת מספר הכיסוחים הנדרשים ועיתויים במניעת הנגר

והסחף בחורף, ובהפרעת העשבייה בממשק הכרם צריכם להילמד ביתר פירוט מאשר נעשה במחקר הנוכחי. צמצום מספר הכיסוחים יכול להקטין באופן משמעותי את עלות טיפול הכיסוח מבחינת התרומות הכלכליות שהתקבלו ע"י יישום הממשקים השונים במחקר הנוכחי, לא נמצאו הבדלים מובהקים ביבול, במדדי האיכות של הענבים, בחידור הקרקע למים, בתכולת החומר האורגני בקרקע ובהגדלת ערכי המיגוג. לכן לא ניתן היה להעריך את התרומות הצפויות מאימוץ הממשקים שנבחנו. ניסוי ארוך טווח יאפשר לבחון באופן טוב יותר את התרומה הכלכלית של הממשקים שנבחנו, ולכן מחקר כזה נדרש.

### רשימת ספרות

Ben-Hur, M., Shainberg, I. and Morin, J. 1987. Variability of infiltration in a field with surface-sealed soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 1299-1302.

Ben-Hur, M., Plout, Z., Shainberg, I., Meiri, A. and Agassi, M. 1989. Cotton canopy and drying effects on runoff during irrigation with moving sprinkler system. *Agronomy. J.* 81: 752-757.

Ben-Hur, M., and Assouline S. 2002. Tillage effects on water and salt distribution in a Vertisol during effluent irrigation and rainfall. *Agronomy. J.* 94:1295-1304.

Ben-Hur, M. 2008. Seal formation effects on soil infiltration and runoff in arid and semiarid regions under rainfall and sprinkler irrigation conditions. Editors: Zereini, F. and Jaeschke, W. *Climatic Changes and Water Resources in the Middle East and in North Africa*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany. Pp. 429-452. ISSN: 1863-5520.

Ben-Hur, M., Yolcu, G., Uysal, H., Lado, M., and Paz, A. 2009. Soil structure changes: aggregate size and soil texture effects on hydraulic conductivity under different saline and sodic conditions. *Aust. J. Soil Res.* 47:688-696

Tanner, S., Katra, I., Argaman, E., and Ben-Hur, M. 2018. Erodibility of waste (Loess) soils from construction sites under water and wind erosional forces. *Sci. Total Environ.* 616-617:1524-1532.

Madarász, B., Jakab, B., Szalai, Z., Juhos, K., Kotroczó, Z. 2021. Long-term effects of conservation tillage on soil erosion in Central Europe: A random forest-based approach. *Soil and Tillage Research*.

בן-חור מ', גאסר ג', לייב ל', טנאו ח, נרקיס כ', אסולין ש'. 2010. השפעת תכסית צמחית ושימור קרקע על נגר עילי וסחף קרקע שטחים פתוחים במישור החוף. הנדסת מים. 71: 34-39.

בן-חור מ', פיין פ', לייב ל', טנאו ח, ארבל ש', גטקר מ', אברהם זילברמן א' ואיזניקוט א. 2012. השפעת תוספת בוצת שפכים בשטחים חקלאיים על מבנה קרקע, נגר עילי וסחף. 78:152-141

טבלה 1: הרכב כימי ממוצע של מי הקולחים ששימשו להשקיה בכרם. המספרים בסוגרים מציינים סטיית תקן.

K	P-PO <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	DOC	SAR	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	EC	pH
meq/l	mg/L					meq/L	dS/m	
1.2 (0.02)	7.6 (0.6)	82.3 (0.56)	0.06 (0.005)	15.7 (0.9)	6.1 (0.9)	23.1 (1.8)	2.2 (0.4)	8.7 (0.08)

טבלה 2: תכונות כלליות של הקרקע בשטח המדידה באתר הניסוי בכרם היין בנווה שלום. ערכים בסוגריים מציינים סטיית התקן.

מיצוי עיסה רוויה		חומר אורגני	אנליזה מכנית, %		
SAR	EC (dS/m)	%	חול	סילט	חרסית
5.2 (0.64)	0.44 (0.05)	2.0 (0.52)	23.0 (3.5)	18.9 (2.0)	58.1 (4.8)

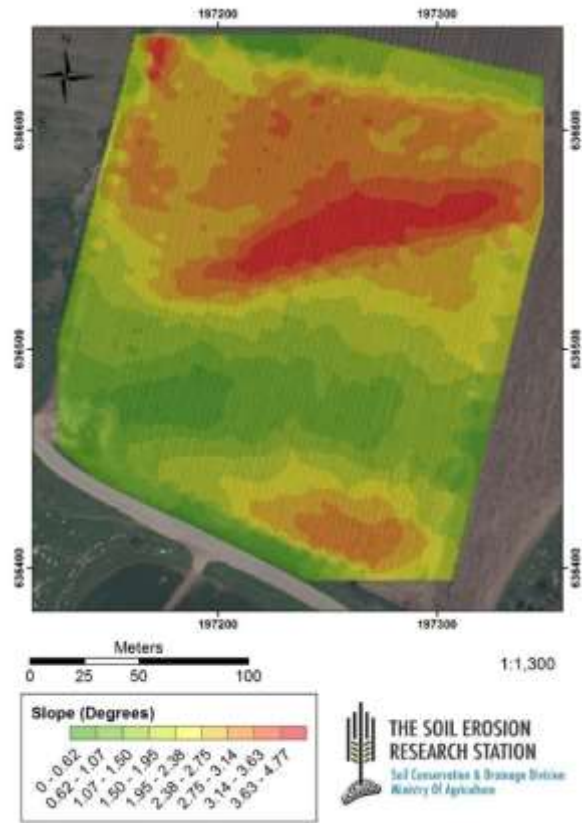
טבלה 3: פוטנציאל המים בעלים של הגפנים בטיפולים השונים במועדי בדיקה שונים בשנים ההידרולוגיות 2017-2018, 2018-2019 ו-2019-2020. מספרים בסוגריים מציינים סטיית תקן

פוטנציאל מים בעלים (bar)				תאריך
עשבייה	כיסוח	ריסוס	בקורת	
-15.0 (1.3)	-14.0 (1.9)	-14 (0.38)	-13 (1.7)	10.7.2018
-10.2 (1.3)	-9.1 (1.2)	-9.6 (0.9)	-9.2 (1.4)	14.6.2019
-14.4 (1.2)	-13.7 (1.3)	-13.6 (0.6)	-12.6 (1.3)	14.7.2019
-17.0 (0.4)	-15.4 (1.6)	-16.7 (0.7)	-16.0 (0.8)	19.8.2019
-10.6 (1.4)	-11.3 (1.1)	-9.9 (0.9)	-10.5 (0.3)	8.7.2020
-13.7 (2.8)	-13.5 (3.1)	-12.0 (3.5)	-10.6 (1.3)	5.8.2020

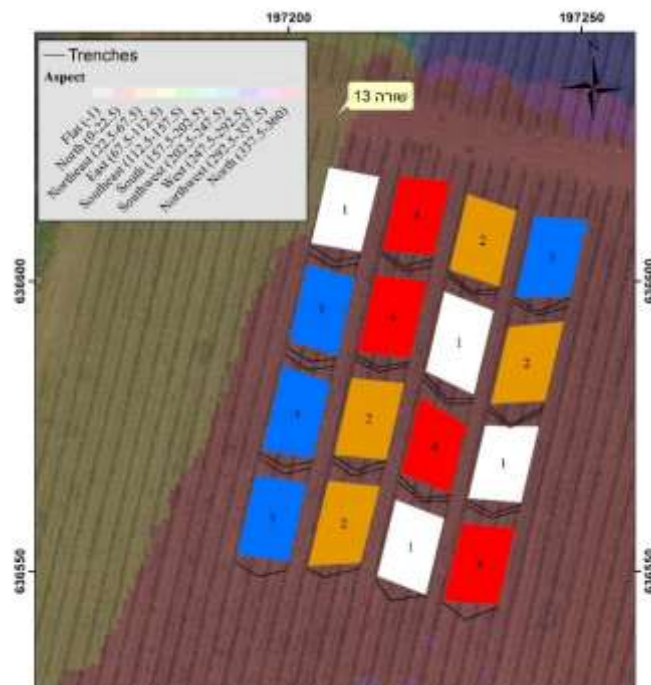


טבלה 4: מדדי יבול של הגפנים בטיפולים השונים בשנים ההידרולוגיות 2017-2018, 2018-2019 ו-2019-2020. מספרים בסוגריים מציינים סטיות תקן

מדדי איכות פרי			משקל אשכול	יבול כללי	טיפול
TA	pH	בריקס			
שנה הידרולוגית 2017-2018					
5.51 (0.31)	3.6 (0.03)	26.15 (0.96)	130.6 (26.4)	2.58 (0.34)	בקורת
5.76 (0.42)	3.7 (0.04)	26.78 (0.68)	131.2 (18.2)	2.29 (0.4)	ריסוס
5.91 (0.63)	3.6 (0.06)	26.48 (0.30)	128.7 (36.8)	2.35 (0.5)	כיסוח
5.54 (0.72)	3.6 (0.03)	25.63 (1.07)	130.4 (11.6)	1.84 (0.16)	עשבייה
שנה הידרולוגית 2018-2019					
5.1 (0.24)	3.8 (0.05)	23.6 (0.7)	142.1 (10)	2.15(0.04)	בקורת
5.1 (0.26)	3.8 (0.05)	23.2 (0.5)	149.7 (8.6)	2.0(0.04)	ריסוס
5.5 (0.38)	3.7 (0.02)	23.2 (0.8)	150.5 (4.6)	1.72(0.05)	כיסוח
5.2 (0.18)	3.7 (0.02)	23.5 (0.9)	158.8 (5.6)	1.85(0.02)	עשבייה
שנה הידרולוגית 2019-2020					
6.51 (0.56)	3.6 (0.03)	22.9 (0.91)	142.8 (7.1)	1.73 (0.08)	בקורת
5.41 (0.9)	3.6 (0.03)	22.53 (1.85)	147.3 (8.4)	2.02 (0.19)	ריסוס
6.39 (0.76)	3.6 (0.04)	22.85 (2.24)	150.2 (3.8)	1.87 (0.19)	כיסוח
6.73 (0.93)	3.6 (0.06)	22.28 (1.52)	144.0 (12.6)	2.17 (0.34)	עשבייה



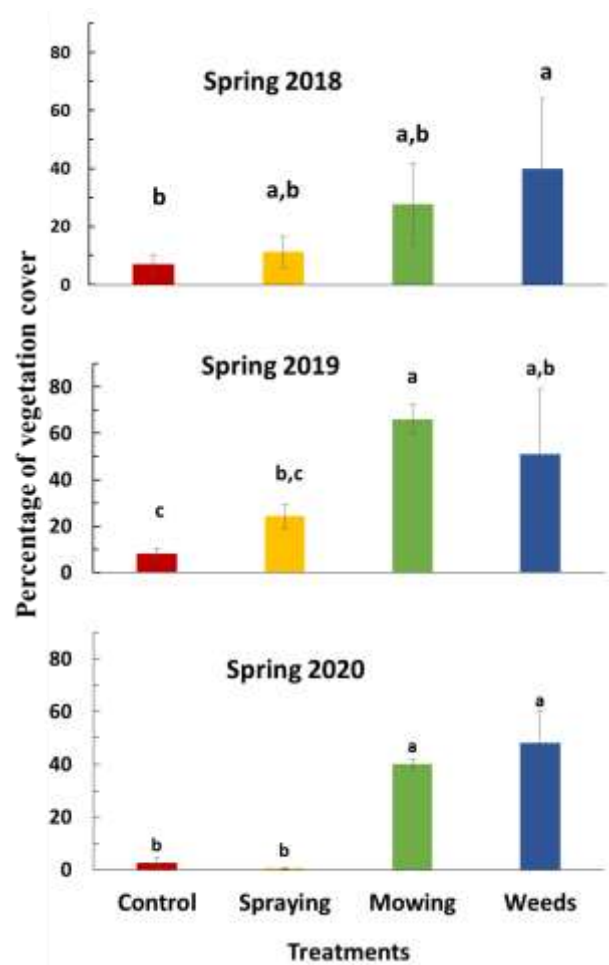
איור 1: טופוגרפיה של פני השטח באתר הניסוי בכרם בין נווה שלום.



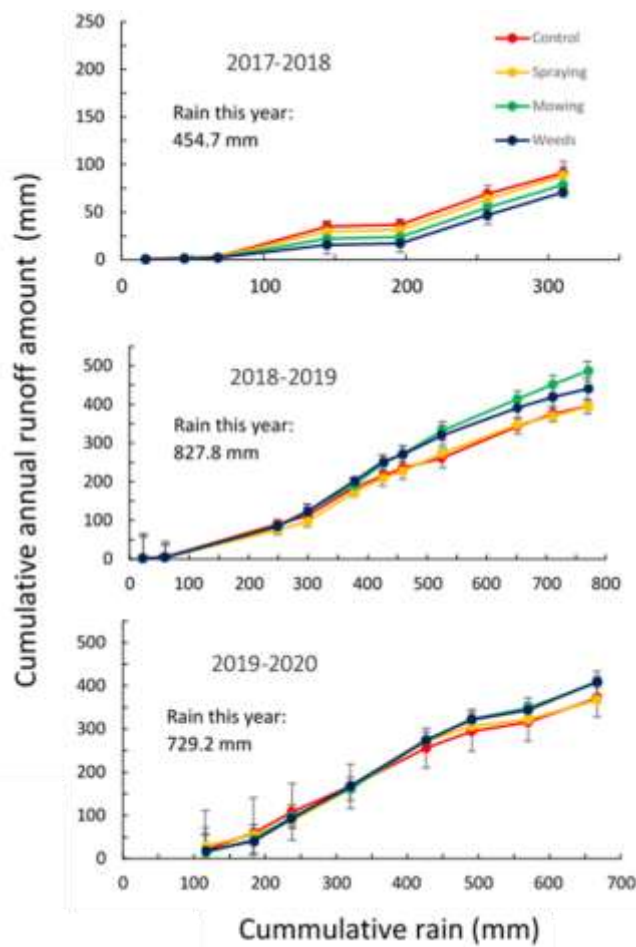
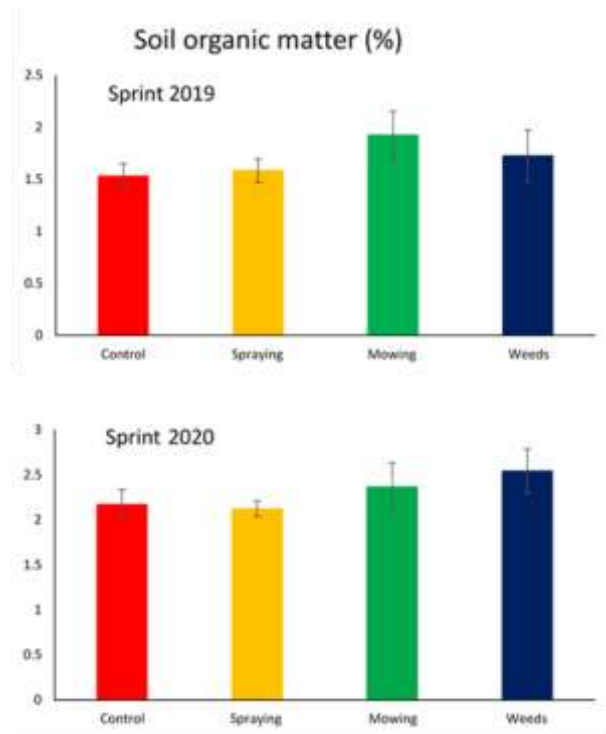
איור 2: מפת חלקות הטיפול על פי הטיפולים באתר הניסוי בכרם היין



איור 3: הקמת חלקות הנגר בין שורות הגפנים בחלקת טיפול



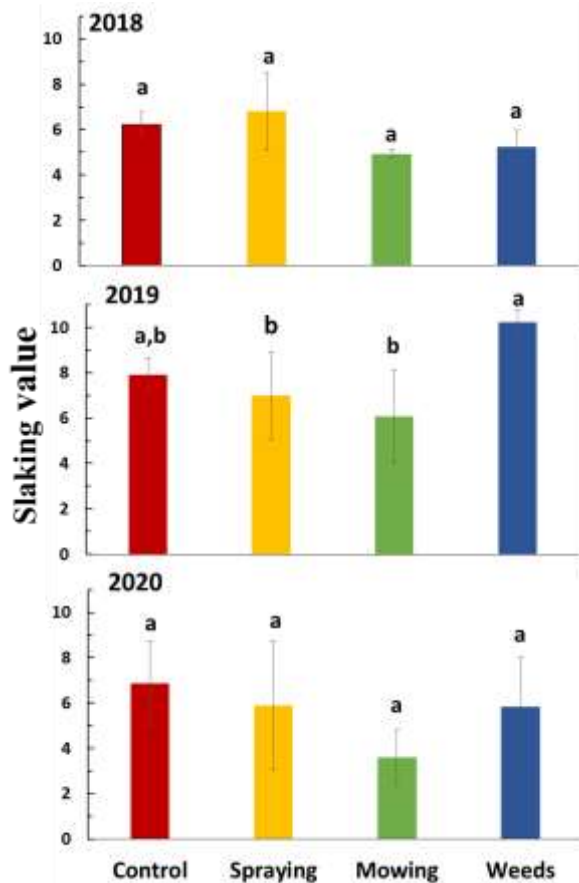
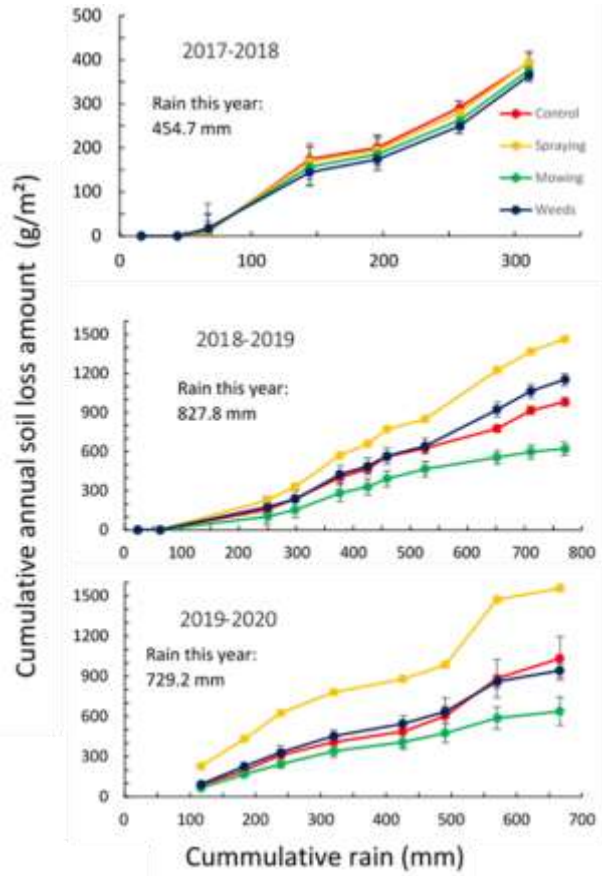
איור 4: אחוז השטח המחופה על ידי נוף הצמחים בטיפולים השונים כפי שנמדדו באביב בשנת 2018, 2019 ו-2020. הברים בקצה העמודות מציינים סטיות תקן, אותיות שונות בראש העמודות מציינים הבדלים מובהקים ברמת 5% בין הטיפולים בכל מועד מדידה.



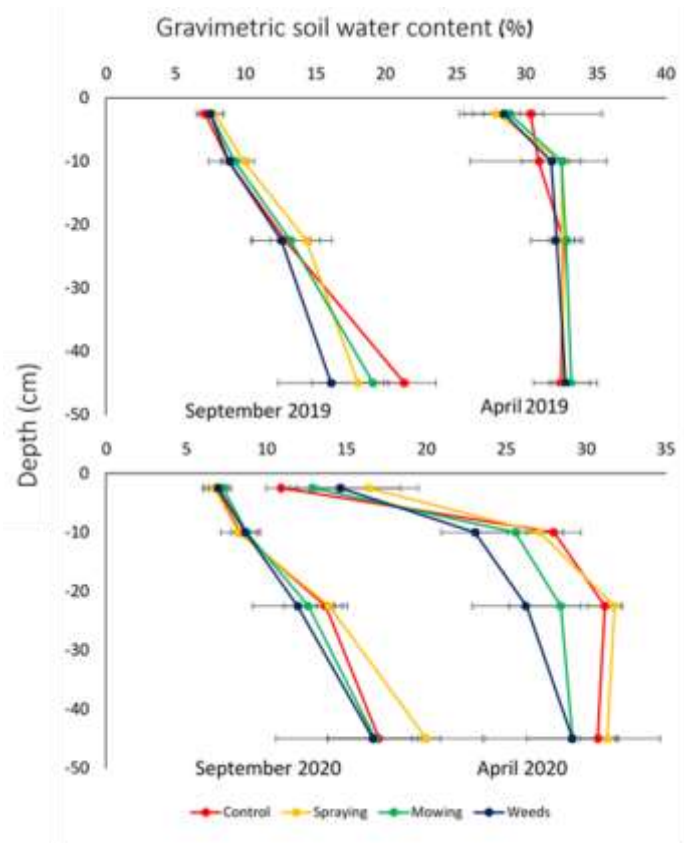
איור 5: אחוז תכולת החומר האורגני, בשכבת הקרקע העליונה 0-5 ס"מ בטיפול החיפוי השונים שנמדדו באביב 2019 ובאביב 2020. הברים בקצה העמודות מציינים סטיות תקן.

איור 6: כמות נגר מצטברת כתלות בכמת גשם מצטברת בטיפולים השונים בחורפים 2017-2018, 2018-2019 ו- 2019-2020. הברים בנקודות השונות מציינים סטיות תקן. כמות הגשם השנתית שירדה בכל החורף מצוינת בכל חורף

איור 7: כמות הסחף המצטברת כתלות בכמות הגשם המצטברת בטיפולים השונים בחורפים 2017-2018, 2018-2019 ו- 2019-2020. הברים בנקודות השונות מציינים סטיות תקן. כמות הגשם השנתית שירדה בכל חורף מצוינת בכל חורף.



איור 8: ערכי מיגוג ממוצעים בטיפולים השונים שנמדדו בדגימות קרקע שנדגמו משכבה עליונה (0-15 ס"מ) בקיץ של השנים 2018, 2019 ו- 2020. הברים בקצה העמודות מציינים סטיות תקן, ואותיות שונות בראש העמודות מציינים הבדלים מובהקים בין הטיפולים בכל שנה.



איור 9: תכולת רטיבות משקלית כתלות בעומק הקרקע בדגימות הקרקע באפריל (אביב) וספטמבר (סתיו) בשנים 2019 (איור עליון) ובשנת 2010 (איור תחתון). הברים האופקיים ליד הנקודות מציינים ערכי סטיית תקן.