



ענבים לפני בציר

צמצום נגר עילי וסחף קרקע מכרמים במהלך גשמי החורף באמצעות חיפוי בצמחיית בר

16 בפברואר, 2023

גיליון חורף 2022 / כרך 13(4)

[חזית המחקר](#)

ציטוט מומלץ

סוד-טסלר ח, כהן-אחדות י, ארגמן א ואחרים. 2022. צמצום נגר עילי וסחף קרקע מכרמים במהלך גשמי החורף באמצעות חיפוי בצמחיית בר. *אקולוגיה וסביבה* 13(4).

על קצה המזלג

- רוב הקרקע החקלאית בישראל חשופה לתהליכים היוצרים זרימה עילית ממנה. הזרימה סוחפת קרקע ומביאה לזליגת חומרי הדברה ודשנים לסביבה הטבעית.
- כדי לצמצם היווצרות של נגר עילי וסחיפת קרקע חשוב לבחון את ממשק עיבוד הקרקע לכל גידול חקלאי ולהתאים את הממשק כך שיהיה מיטבי עבורו.
- שטחי הכרמים בישראל מתרחבים ואף חוודרים לאזורי מדבר. מאחר שביחס לגידולים אחרים נוצרות בהם כמויות גדולות של נגר וסחף קרקע, יש משמעות אקולוגית רבה לטיוב שיטת עיבוד הקרקע בהם.
- במחקר נמצא כי כיסוח צמחיית הבר הגדלה בין שורות הגפנים והשארתה במקום יצרו חיפוי יעיל כנגד מכות טיפות הגשם והגבילו בצורה היעילה ביותר את סחיפת הקרקע.

מערכת אקולוגיה וסביבה

תקציר

נגר עילי וסחף של קרקע פורייה משדות חקלאיים, ומכרמים בפרט, מהווים בעיה סביבתית וכלכלית. כשהגפנים נמצאות בשלכת בחורף, הקרקע בכרם חשופה למכות טיפות הגשם היוצרות קרום צפוף בפני הקרקע. בעקבות זאת, ערכי חידור הקרקע קטנים, וכמויות הנגר והסחף גדלות. זריעת צמחי תרבות, כצמחי חיפוי, בשטח שבין שורות הגפנים נמצאה כשיטה המפחיתה את הנגר והסחף. אימוץ שיטה זו על-ידי החקלאים מוגבל בשל העלות הכספית הכרוכה בכך. מטרת המחקר הייתה לבחון את יעילות השימוש בצמחי בר מקומיים כצמחי חיפוי בכרם בשילוב עם ממשק אי-פליחה של הקרקע במניעת נגר עילי וסחף קרקע במהלך גשמי החורף. ניסוי שדה תלת-שנתי נערך בכרם יין מסחרי, וכלל ארבעה טיפולים: ממשק פליחה מקובל; ממשק אי-פליחה וריסוס נגד צמחי בר; ממשק אי-פליחה ללא פגיעה בצמחי בר; ממשק אי-פליחה, כיסוח עלוות צמחי הבר והשארית כחיפוי קרקע. טיפולי החיפוי באמצעות צמחי הבר לא מנעו את הנגר, מכיוון שבתחילת החורף, לפני התפתחות משמעותית של צמחי הבר, הגשמים יצרו קרום עם ערכי חידור נמוכים בכל חלקות הטיפול, ולחיפוי הקרקע על-ידי צמחי הבר בהמשך החורף לא הייתה השפעה על הקרום. מנגד, בשני טיפולי החיפוי של הקרקע הקטינה עלוות צמחי הבר את שיעור ניתוק החלקיקים מגוף הקרקע, ובטיפול של כיסוח צמחי הבר הקטינה שכבת צמחי הבר המכוסחת גם את הסעת חלקיקי הקרקע עם הנגר. לכן, טיפול זה נמצא כיעיל ביותר במניעת סחף קרקע. מחקר ארוך-טווח נדרש לבחינת השפעת ממשק אי-פליחה בשילוב צמחי בר מקומיים על הגדלת תכולת החומר האורגני בקרקע ועל חיזוק המבנה שלה.

מבוא

בשנים האחרונות נצפו באזורים שונים בארץ ובעולם אירועי נגר עילי וסחף קרקע בשיעורים גבוהים. כך הגיעו מזהמים משדות חקלאיים למערכת האקולוגית ולמקורות המים [2,3,6,17]. לדוגמה, בפרובינציית Shanxi בסין נסחפו בשנת 2001 כ-456 מיליון טונות של קרקע משטחים חקלאיים, שהכילו 5.08 מיליון טונות של חומר אורגני ו-0.3 מיליון טונות של חנקן וזרחן ל-Yellow River [19]. בארץ הוערך על סמך נתונים שנאספו ממקומות שונים, שאובדן הקרקע כסחף משטחים חקלאיים נע בין 4 ל-7 מ"מ בשנה [2]. נוסף על כך, נמצא שכ-70% מכלל השטח החקלאי בישראל חשופים לסחיפה במידה כלשהי במהלך גשמי החורף [6].

הקרקעות באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, כגון ישראל, מאופיינות בתכולת חומר אורגני נמוכה, בנוכחות דומיננטית של חרסיות תופחות במקטע החרסיתי, ובריכוז גבוה יחסית של נתרן [8,15,17], גורמים המחלישים את מבנה הקרקע. בקרקעות מסוג זה נגר וסחף קרקע נוצרים בעיקר בשל מכות טיפות הגשם הגורמות להרס תלכידים ולהיווצרות קרום פיזיקלי צפוף ובעל מוליכות הידראולית נמוכה בפני הקרקע. בעקבות זאת, ערכי החידור של הקרקע קטנים, ושיעורי הנגר העילי הגדלים סוחפים את החלקיקים שנותקו מגוף הקרקע, ומגדילים בכך את שיעורי הסחף [8,9,12].

בשטחי חקלאות יש לסוג הגידול ולממשק עיבוד הקרקע [10] השפעה משמעותית על שיעורי הנגר והסחף המתקבלים במהלך הגשמים. באזור אגן הים התיכון, לדוגמה, הכרמים הם מקור משמעותי לנגר ולסחף קרקע, ביחס לגידולים אחרים [15]. מאחר שמרבית הכרמים ממוקמים במדרונות תלולים יחסית, ובחורף הגפנים נמצאות בשלכת מלאה, רוב הקרקע בכרם חשופה למכות טיפות הגשם ולהיווצרות קרום. בישראל יש כיום כ-120,000 דונם של כרמי יין וכ-30,000 דונם של כרמי מאכל. עקב שיקולים אגרונומיים חלק גדול מכרמי המאכל מחופים ברשתות ובכיסויי פלסטיק, המפחיתים את שיעורי הנגר והסחף. מכאן, שמרבית הנגר והסחף המתקבלים מכרמים מקורם בכרמי יין.



ורימת נגר עילי מקרקע חשופה בכרם

עד לאחרונה היה מקובל בגידולי שורה בארץ, כלומר מטעי נשירים וסובטרופיים, פרדסים, כרמים ועוד, לעבד את הקרקע ולרסס נגד צמחי בר בשטחים שבין שורות הגידול, כדי למנוע תחרות בין הגידול לבין צמחי הבר על המים והמינים בשדה. עם זאת, הפעולות האלה חושפות את הקרקע למכות טיפות הגשם ומגבירות את פוטנציאל היווצרות הנגר והסחף. בשנים האחרונות משרד החקלאות פועל לצמצום הנגר והסחף משטחים חקלאיים מתוך הכרה שהנגר והסחף גורמים לאיבוד מים וקרקע פורייה מבחינת הגידול מצד אחד, ומצד שני, מהווים גורמי זיהום ומפגע למקורות המים ולתשתיות הנדסיות במורד הזרימה.

קיימות שתי דרכי פעולה עיקריות למניעת נגר וסחף בשטחים חקלאיים בתנאי גשם: (א) יצירת מחסום פיזי בין הקרקע לבין כוחות ההרס של הגשם. לדוגמה, חיפוי הקרקע כנגד מכות טיפות הגשם [11, 4, 2, 1]. (ב) ייצוב מבנה הקרקע על-ידי חיזוק כוחות המשכבה הקושרים את חלקיקי הקרקע בתלכידים, ומונעים מהגשם לפרק אותם. לדוגמה, העלאת תכולת חומר אורגני בקרקע המשמש חומר מלכד, ושימוש בממשק אי-פליחה של הקרקע, המונע שחיקת תלכידים והתפרקות מהירה של חומר אורגני בקרקע [18, 15, 14, 8].

עשורים האחרונים בוצעו בארץ מספר מחקרים במטעי נשירים וסובטרופיים ובפרדסים [4, 2, 1], שבחנו את השפעת הזריעה של צמחי תרבות שונים, כגון – שיבולת שועל (*Avena sativa*), שעורה (*Hordeum vulgare*), חיטפון (*Triticosecale*), תלתן (*Trifolium*) ולפתית (*Brassica napus*) – כצמחי חיפוי בשטחים שבין שורות העצים למניעת נגר וסחף קרקע בחורף. במחקרים האלה נמצא שגידולי החיפוי צמצמו באופן מובהק את שיעורי הנגר והסחף מהשדה. עם זאת, השימוש המסחרי בצמחי תרבות כצמחי חיפוי למניעת נגר וסחף על-ידי החקלאים מוגבל, בעיקר עקב העלות הכספית הכרוכה בשימוש זה [7].

לפיכך, מוצע במחקר הנוכחי להשתמש בצמחי הבר (עשבייה) הגדלים בכרם כצמחי חיפוי בשילוב ממשק אי-פליחה. השערת המחקר היא שנוף צמחי הבר יחפה את פני הקרקע כנגד מכות טיפות הגשם במהלך עונת הגשמים, ממשק אי-פליחה ימנע את שחיקת התלכידים בקרקע, והבידום של צמחי הבר תעשיר את הקרקע בחומר אורגני. כלומר, צמחי הבר ישפרו את עמידותה של הקרקע כנגד בליה והרס המבנה שלה, ויצמצמו את שיעורי הנגר וסחף הקרקע בכרם, וכל זאת בעלות נמוכה יחסית. נוסף על כך, להיצאאות צמחי בר בכרם יש תרומה סביבתית, כגון העשרה של מגוון המינים בשטחים החקלאיים, סיוע בהדברה ביולוגית של המזיקים בכרם [5] ושימוש בקרקע כמבלע לפחמן [18, 16, 15]. לפיכך, מטרות המחקר הן: (א) לימוד המנגנונים, התהליכים ושיעור השפעתם הכמותית על היווצרות נגר וסחף בכרם בתנאי גשם טבעי; (ב) בחינה בתנאי שדה של יכולת צמחיית הבר לשמש צמחי חיפוי ומקור לחומר אורגני בקרקע ולצמצם את הנגר והסחף בכרם.



פני קרקע חשופים בכרם בשלכת לאחר הדברת עשבייה. סחיפה מוגברת של קרקע בחורף חשפה את האבנים הרבות שהיו מכוסות באדמה

שיטות וחומרים

ניסוי שדה נערך בשלושה חורפים עוקבים (2017/18, 2018/19, 2019/20) במדרון בעל שיפוע של כ-3% בכרם יין מסחרי סמוך ליישוב נווה שלום. הטיפולים שנבחנו בארבע חזרות באזורים שבין שורות הגפנים היו: (א) ממשק פליחה מקובל (להלן ביקורת); (ב) ממשק אי-פליחה וריסוסים בקוטלי עשבים (להלן ריסוס); (ג) ממשק אי-פליחה עם צמחי בר מקומיים (להלן עשבייה); (ד) ממשק אי-פליחה עם צמחי בר שייכסחו ולאחר מכן יפוזרו על פני הקרקע כחיפוי (להלן כיסוח). שיעורי חיפוי הקרקע בצמחי בר נמדדו בחודש מאי לקראת סוף האביב. כמויות הנגר והסחף נמדדו לאחר כל סופת גשם בחלקות נגר. דגימות קרקע נלקחו במועדים שונים מחלקות הטיפול, ונמדדו בהן תכולת החומר האורגני ויציבות התלכידים. פרטים נוספים על מערך הניסוי מובאים בנספח 1.

תוצאות ודיון

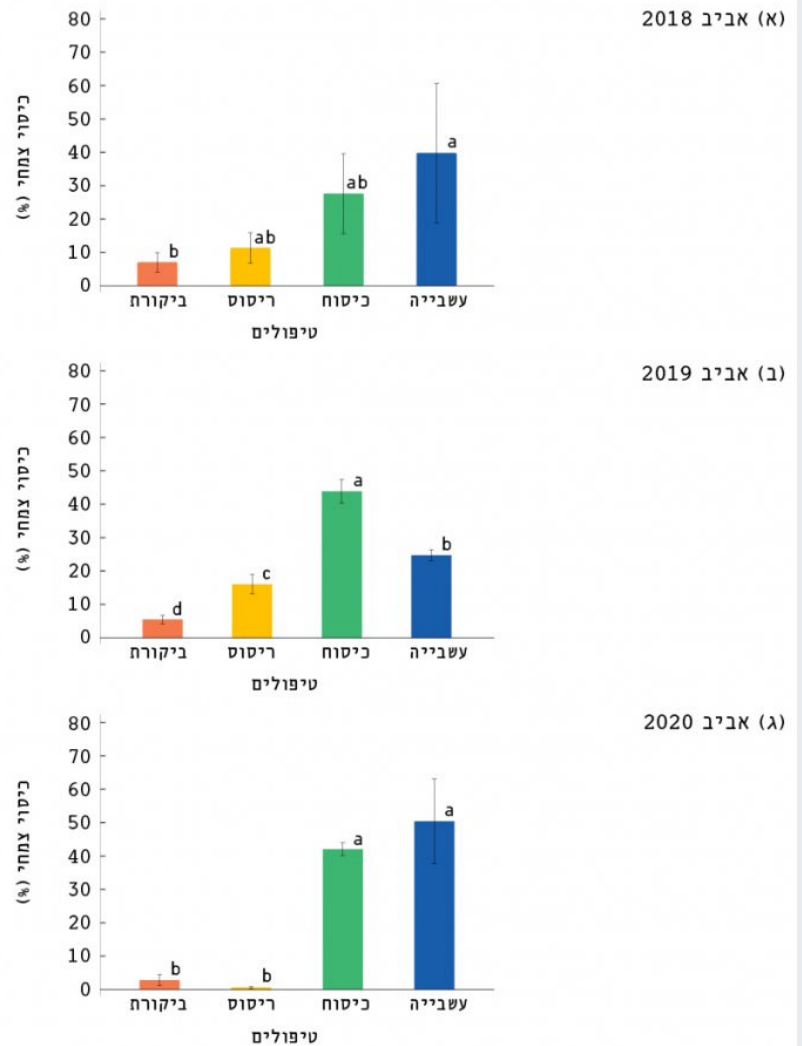
חיפוי קרקע

בסוף האביב בשנים 2018, 2019 ו-2020 נמדד בכל חלקת טיפול אחוז השטח המכוסה בנוף צמחי הבר מכלל שטח החלקה (אחוז החיפוי). אחוזי החיפוי הממוצעים של הטיפולים השונים בשלוש שנות המחקר מובאים ב**איור 1**. כמויות הגשם השנתיות בחורפים 2017/18, 2018/19 ו-2019/20 היו 729, 827 ו-455 מ"מ, בהתאמה. נמצא שאחוזי החיפוי השנתי הממוצע למ"מ גשם בחורפים 2017/18, 2018/19 ו-2019/20 בטיפולים עשבייה וכיסוח היו דומים. מכאן, ניתן לקבוע, שגידול בכמות הגשם השנתית בחורפים אלה הגדיל באותו יחס את כמות המים שעמדה לרשות צמחי הבר בטיפולים עשבייה וכיסוח, שהשפיעו באופן דומה על גודל נוף הצמחים. אחוזי חיפוי הקרקע השנתיים בטיפולים עשבייה וכיסוח היו גבוהים מאשר בטיפולים ביקורת וריסוס, וההבדלים אף היו מובהקים בחורפים 2018/19 ו-2019/20. עם זאת, חיפוי הקרקע המרבי שהתקבל מצמחי הבר בשלושת החורפים היה כ-70% בלבד (**איור 1**). חיפוי לא מלא של הקרקע על-ידי נוף צמחי הבר נבע, כנראה, מהרב-גוניות שלהם, שהתבטאה בהבדלים במועד הנביטה של צמחי הבר, בצפיפותם, בגודלם ובצורת הנוף שלהם. כאשר צמחי תרבות

משמשים לחיפוי קרקע, הם נובטים במועד אחיד וגם צפיפותם וגודל העלווה אחידים.

איור 1. ממוצעי אחוזי חיפוי הקרקע בנוף צמחי הבר משטח החלקה בסוף האביב בטיפולים השונים ובשלוש שנות המחקר

קווים אנכיים בראש העמודות מציינים ערכי שגיאת התקן. אותיות שונות בכל שנת מחקר מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים ($\alpha=5\%$).



איור 1

ממוצעי אחוזי חיפוי הקרקע בנוף צמחי הבר משטח החלקה בסוף האביב בטיפולים השונים ובשלוש שנות המחקר

קווים אנכיים בראש העמודות מציינים ערכי שגיאת התקן. אותיות שונות בכל שנת מחקר מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים ($\alpha=5\%$).



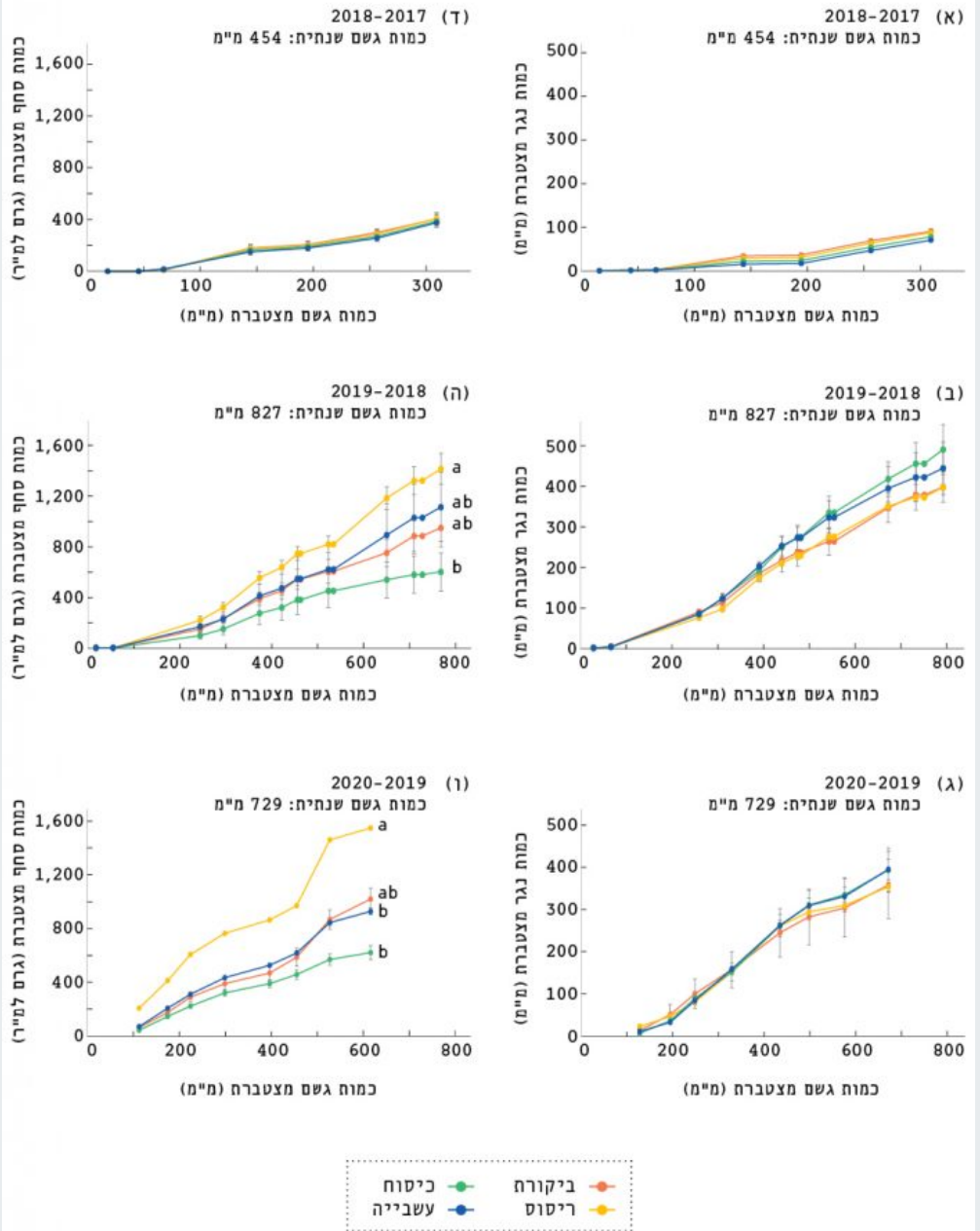
יסוח עשבייה בין שורות הגפנים והשארית החומר המכוסח על פני הקרקע כחיפוי / צילום: יעקב אחדות כהן

נגר וסחף קרקע

מזויות הנגר והסחף המצטברות כתלות בכמות הגשם המצטברת בטיפולים ובחורפים השונים מובאות ב**איור 2**. היווצרות הנגר והסחף בחורפים 2017/18, 2018/19 ו-2019/20 החלה לאחר כ-97, 61 ו-116 מ"מ גשם בממוצע, בהתאמה. כמויות הגשם האלה מהוות את ערכי הסף השנתיים להיווצרות נגר (כמות הגשם הנדרשת בעונת הגשמים לקבלת אירוע נגר ראשון). עלייה בכמות הגשם השנתית המצטברת מעל ערך הסף, בכל חורף, העלתה באופן מדורג את כמויות הנגר והסחף המצטברות בכל הטיפולים. עלייה זו הייתה מתונה בחורף 2017/18, ובשני החורפים העוקבים האחרים העלייה הייתה תלולה יותר. ערכי המוליכות ההידראולית ברוויה של הקרקעות ללא קרום, שנמדדו באזור הניסוי, היו מעל 100 מ"מ לשעה. ערכים אלה גבוהים באופן משמעותי מעוצמת הגשם המקובלת באזור. מכאן ניתן להסיק, שהנגר שהתקבל בחלקות הטיפול בכרם נבע בעיקר מהיווצרות קרום בפני הקרקע. הממוצעים השנתיים של אחוזי הנגר של כלל הטיפולים בכל חורף מכמויות הגשם השנתיות בחורפים 2017/18, 2018/19 ו-2019/20 היו 28%, 57% ו-55%, בהתאמה. סביר להניח שאחוז הנגר השנתי הנמוך יחסית בחורף 2017/18 נבע מאירועי גשם בעוצמה נמוכה בחורף זה, לעומת שני החורפים המאוחרים יותר.

איור 2. ממוצעי כמויות הנגר או הסחף המצטברים בטיפולים השונים כפונקציה של כמות הגשם המצטברת בכל חורף בשלוש שנות המחקר

קווים אנכיים ליד הערכים מציינים ערכי שגיאות תקן. אותיות שונות בקצוות הקווים עבור ערכי הנגר או הסחף בכל שנת מחקר מציינות הבדלים מובהקים בערכי הנגר או הסחף השנתיים בין הטיפולים ($\alpha=5\%$).



איור 2

ממוצעי כמויות הנגר או הסחף המצטברים בטיפולים השונים כפונקציה של כמות הגשם המצטברת בכל חורף בשלוש שנות המחקר

קווים אנכיים ליד הערכים מציינים ערכי שגיאות תקן. אותיות שונות בקצוות הקווים עבור ערכי הנגר או הסחף בכל שנת מחקר מציינות הבדלים מובהקים בערכי הנגר או הסחף השנתיים בין הטיפולים ($\alpha=5\%$).

למרות ההבדלים בערכי חיפוי הקרקע בטיפולים השונים בכרם (איור 1), לא נמצאו הבדלים מובהקים בכמויות הנגר שהתקבלו בטיפולים אלה בשלושת החורפים (איור 2). בניסוי במדמה גשם [11] נמצא שייבוש של קרקע עם קרום פיזיקלי שהתפתח

בסופת גשם קודמת, גרם להתפתחות סדקים בקרום. בהמטרת קרקע זו עם הקרום הסדוק בסופת גשם עוקבת התקבלו ערכי חידור גבוהים בתחילת סופת הגשם. עם זאת, השילוב של הרטבת הקרקע ומכות טיפות הגשם בתחילת סופת הגשם העוקבת גרם לסגירה מהירה של הסדקים בקרום ולירידה חדה בערכי החידור, שהגיעו לערכים דומים לאלה שהתקבלו בסוף סופת הגשם הראשונה ^[12] נוסף על כך, בניסוי שדה שנערך בצפון הנגב ^[11], נמצא שחיפוי של קרקע בעלת קרום פיזיקלי באמצעות נוף צמחייה אינו מונע היווצרות נגר מהקרקע המחופה במהלך המטרה, מכיוון שהקרום כבר קיים, וערכי החידור של הקרקע נמוכים ^[11].

הגשמים שירדו בתחילת כל חורף באזור הניסוי היו על פני קרקע חשופים בכל חלקות הטיפול, מכיוון שהתפתחות צמחי הבר בתחילת החורף הייתה בראשיתה. בשל כך, בכל הטיפולים נוצרו קרומים בפני הקרקע שהקטינו את ערכי החידור כבר בתחילת החורף, וגרמו בכל סופות הגשם העוקבות לשיעורי נגר דומים בכל חלקות הטיפול במהלך כל החורף (**איור 1 ואיור 2**). במקרה זה, נוף הצמחייה בטיפולים עשבייה וכיסוח חיפה קרקעות עם קרום, ולכן חיפוי הקרקע בטיפולים אלה לא היה יעיל בהקטנת שיעורי הנגר במהלך החורף.



יפוי הקרקע בשטח שבין שורות הגפנים על-ידי עשבייה מקומית | צילום: יעקב אחדות כהן

מנגנוני ההשפעה על סחף קרקע

שלא כמו הנגר, לטיפולים השונים הייתה השפעה מובהקת על כמויות הסחף בחורפים 2018/19 ו-2019/20 (**איור 2 ו-1**). וההבדלים נבעו בעיקר מהשפעת החיפוי הצמחי ועיבוד הקרקע על מנגנוני היווצרות הסחף במהלך הגשם ^[9], שהם:

- מנגנון הניתוק – ניתוק של חלקיקים מגוף הקרקע בגלל מכות טיפות הגשם או כוחות הגזירה של תנועת הנגר.
- מנגנון ההסעה – יכולת הנשיאה וההובלה של חלקיקי הקרקע המנותקים על-ידי מי הנגר או כוחות ההתזה של טיפות הגשם.

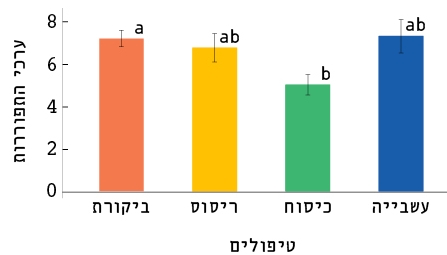
בטיפולים ביקורת וריסוס, הקרקע הייתה חשופה למכות טיפות הגשם במהלך כל החורף, ולכן כמות החלקיקים שנותרו מגוף הקרקע בשני טיפולים אלה הייתה דומה. עם זאת, כיוון שבטיפול הביקורת עיבוד הקרקע גרם לחספוס פני הקרקע, ואילו בטיפול הריסוס פני הקרקע נשאר חלקים, כושר הסעת החלקיקים, שנותרו מגוף הקרקע עם מי הנגר, היה גבוה יותר בטיפול הריסוס מאשר בטיפול הביקורת. אי לכך, כמות הסחף שהתקבלה בטיפול הריסוס הייתה גבוהה מאשר בטיפול הביקורת (**איור 2**).

בטיפולים עשבייה וכיסוח, לעומת זאת, פני הקרקע היו מחופים, ולכן ניתוק החלקיקים מגוף הקרקע היה מועט ודומה בשני הטיפולים. עם זאת, השכבה הצפופה של צמחי הבר המכוסים על פני הקרקע בטיפול הכיסוח הקטינה באופן ניכר את כושר ההסעה של חלקיקי הקרקע עם מי הנגר. הסיבות לכך הן הקטנת מהירות זרימת מי הנגר בתוך שכבת צמחי הבר המכוסים,

והעובדה ששכבה זו שימשה מסנן ביולוגי שסינן את חלקיקי הקרקע שהיו בנגר. בטיפול העשבייה, לעומת זאת, מרבית צמחי הבר היו זקופים, ולכן האטה בתנועת מי הנגר וסינן חלקיקי הקרקע היו אפקטיביים פחות. בעקבות זאת, כמות הסחף שהתקבלה בטיפול הכיסוח הייתה הקטנה ביותר (איור 2ה ו-12). בחורף 2017–2018, לעומת זאת, הטיפולים השונים לא השפיעו על שיעורי הסחף. כנראה, ששילוב של ערכי חיפוי קרקע נמוכים יחסית וכמויות נגר נמוכות יחסית, פחות מ-40% ופחות מ-127 מ"מ, בהתאמה באותו חורף, מיסכו את השפעת הטיפולים השונים על הסחף.

ניתן להקטין את כמויות הנגר והסחף במהלך גשמי החורף גם על-ידי חיזוק מבנה הקרקע בעזרת הגדלת תכולת החומר האורגני בקרקע, שהוא חומר מלכד שקושר בין החלקיקים בתלכיד הקרקע [18,15,14]. התהליכים האלה איטיים ונמשכים זמן ממושך, מעבר לטווח הזמן של המחקר הנוכחי (שלוש שנים). ניתן למדוד את ערכי המיגוג (תהליך שבו כוחות פנימיים בתלכיד קרקע מחלישים את יציבותו עם הרטבתו וגורמים להתפוררות, slaking), וערך מיגוג נמוך מציינ תלכידים יציבים [13]. עקב החשיבות של התהליכים האלה מוצגות להלן השפעות ראשוניות של הטיפולים השונים בחיזוק מבנה הקרקע. ההבדלים בתכולות החומר האורגני בשכבת הקרקע העליונה (0–5 ס"מ) בין הטיפולים השונים לא נמצאו מובהקים (התוצאות לא מוצגות). עם זאת, בדגימות הקרקע משכבת הקרקע העליונה של חלקות הטיפול השונות בשדה בסתיו 2020 נמצאו ערכי מיגוג שונים (איור 3). ערך המיגוג הנמוך ביותר התקבל בקרקע בטיפול הכיסוח (איור 3), שמציין שתלכיד הקרקע בטיפול הכיסוח היו באופן מובהק היציבים ביותר לעומת התלכידים בטיפולים האחרים. סביר להניח, שבטיפול הכיסוח נוצר מגע קרוב בין הביומסה של שכבת צמחי הבר המכוסחים לבין שכבת הקרקע העליונה. מגע זה בשילוב פעילות מיקרו-אורגניזמים בקרקע אפשר, כנראה, יצירת שריים רבים וחזקים בין חלקיקי הקרקע לבין מולקולות החומר האורגני בתלכידים וחיזוקם.

איור 3. ערכים ממוצעים של ערכי מיגוג בדגימות קרקע משכבה 0–5 ס"מ בחלקות עם הטיפולים השונים באביב 2019
קווים אנכיים בראש העמודות מציינים ערכי שגיאת התקן. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים ($\alpha=5\%$).
*מיגוג הוא תהליך שבו כוחות פנימיים בתלכיד קרקע מחלישים את יציבותו עם הרטבתו וגורמים להתפוררות (slaking).



איור 3
ערכים ממוצעים של ערכי מיגוג* בדגימות קרקע משכבה 0–5 ס"מ בחלקות עם הטיפולים השונים באביב

קווים אנכיים בראש העמודות מציינים ערכי שגיאת התקן. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין הטיפולים ($\alpha=5\%$).
* מיגוג הוא תהליך שבו כוחות פנימיים בתלכיד קרקע מחלישים את יציבותו עם הרטבתו וגורמים להתפוררות (slaking).

סיכום ומסקנות

- שיעורי הנגר והסחף הגבוהים שהתקבלו בכרם בטיפולי הביקורת והריסוס במהלך גשמי החורף מדגישים את הצורך בפיתוח ממשק למניעתם.
- צמחי הבר הטבעיים בכרם לא מנעו את היווצרות הקרום ואת הנגר העילי במהלך שלושת החורפים שנבחנו. הדבר נבע מהיווצרות קרום בקרקעות בכל הטיפולים על-ידי הגשמים בתחילת החורף לפני התפתחות משמעותית של צמחי בר. קרום זה שמר על ערכי חידור קרקע נמוכים גם לאחר התפתחות נופ צמחי הבר וחיפוי הקרקע בטיפולים עשבייה וכיסוח.
- הטיפולים השונים שנבחנו השפיעו באופן שונה על שיעורי סחף הקרקע שהתקבלו בחורפים 2018/19 ו-2019/20, שכמות הגשמים השנתית בהם הייתה לפחות 729 מ"מ. הטיפול היעיל ביותר בהקטנת הסחף היה טיפול הכיסוח, שבו פני הקרקע היו מחופים כנגד מכות טיפות הגשם, והשכבה של נופ צמחי הבר המכוסח על פני

- הקרקע הגבילה את הסעת הסחף.
- בחורף 2017/18, שכמות הגשם השנתית בו הייתה קטנה באופן חריג (454 מ"מ), כמות הסחף השנתית בכל הטיפולים הייתה נמוכה יחסית ודומה.
- התהליך של חיזוק מבנה הקרקע בשדה על-ידי תוספת חומר אורגני שמקורו בצמחיית הבר הגדלה בין שורות הגפנים ופעילות של מיקרואורגניזמים בקרקע הוא תהליך ארוך, ומעבר לתקופת הניסוי הנוכחי. לכן, נדרש ניסוי ארוך-טווח שיבחן את יעילות השימוש בצמחי בר כצמחי חיפוי במניעת היווצרות נגר וסחף בשדה.

תודות

מחקר מומן על-ידי המדען הראשי של קק"ל והמדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר, ועל כך נתונה תודתנו.

הלכה למעשה

נועה מעוז, אגרונומית מועצת גפן היין:

בענף גפן היין בארץ ובעולם משתנה ההסתכלות על דרכי הגידול המסורתיות של חקלאות "קונבנציונלית". החקלאים והמוסדות הרלוונטיים מבינים כיום יותר ויותר את ההשפעה של החקלאות על איכות הסביבה ושינוי האקלים ואף את ההשפעה של שינוי האקלים על החקלאות. לכן אנו עדים בשנים האחרונות לשיח הולך וגובר על חקלאות מחדשת, משמרת ובת-קיימא.

הכרמים בישראל הם חלק מהשינוי הזה. בכרמים רבים כבר יצאה משימוש הפרקטיקה של ריסוס עשבייה בכל "רצפת הכרם" (בין השורות), והחקלאים מאפשרים לצמחייה הטבעית לחזור ולצמוח ולמעשה מנהלים אותה בעזרת כלים אגרוטכניים (כגון מכסחת, מרסקת ורולר קרימפר) [האחרון הוא מכשיר רתום לטרקטור ה"משכיב" וחורץ את העשבייה, כך שהיא מתייבשת ויוצרת חיפוי לקרקע]. ישנו גם עיסוק הולך וגובר בענף כרמי היין בנושא של פוריות הקרקע, ולכן השארת עשבייה בכתף השורה (מתחת לגפנים) היא פרקטיקה שהולכת ונעשית נפוצה. המועצה לגפן היין, בשיתוף משרד המדען הראשי, תעניק בשנת 2023 תקציב למחקר (תלת-שנתי) בנושא השפעת האוכלוסייה המיקרוביאלית בקרקע על גידול הגפן ואיכות היין, ובכך היא מעודדת את הענף להמשיך ולהתקדם בכיוונים הללו. האגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות גם כן מעודד את החקלאים לעבור למדיניות משמרת על-ידי מענקים למיכון ולזריעה, וענף היין הוא מענפי החקלאות המובילים בקבלת מענקים בתחום זה.

מקורות

1. אגוזי ר, אשל ג ופורמן א. 2015. השפעת חיפוי קרקע על היווצרות נגר עילי בפרדסים. *עלון הנוטע* 11: 32–38.
2. אשל ג ואגוזי ר. 2013. [הקרקע בשטחים המעובדים נשמטת לרגליים](#). *אקולוגיה וסביבה* 4(2): 134–136.
3. אשל ג ואגוזי ר. 2016. השפעת חיפוי צמחי בפרדס וחומרי הדברה לסביבה. *עלון הנוטע* 70: 38–42.
4. אשל ג, אגוזי ר, גולדווסר נ ואחרים. 2014. השפעת גידולי כיסוי בחלקת תפוח אדמה כאמצעי לשימור קרקע, מים וסביבה. *שדה וירק* 271: 44–50.
5. גיל ה, לוי ע, רמון א ואחרים. 2020. [מפת דרכים לקידום ולהרחבת ההטמעה של ממשקי תומכי](#)

6. זיידנברג ר, יואל ד וזהבי צ. 2007. מפת פוטנציאל סיכוני סחיפה. היחידה לסקר ומיפוי, האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
7. פרחי י, הדס א, ניומן א ואחרים. 2020. כדאיות כלכלית של שימוש במחשקי קרקע כנגד סחיפה והגרעה של קרקעות בשטחי חקלאות פתוחים. אקולוגיה וסביבה **11**(3).
8. Ben-Hur M. 2008. Seal formation effects on soil infiltration and runoff in arid and semiarid regions under rainfall and sprinkler irrigation conditions. In: Zereini F and Jaeschke W (Eds). Climatic Changes and water resources in the Middle East and North Africa. New York: Springer-Verlage.
9. Ben-Hur M and Agassi M. 1997. Predicting interrill erodibility factor from measured infiltration rate. *Water Resources Research* **33**(10): 2409–2415.
10. Ben-Hur M and Assouline S. Tillage effects on water and salt distribution in a vertisol during effluent irrigation and rainfall. *Agronomy Journal* **94**: 1295–1304.
11. Ben-Hur M, Plout Z, Shainberg I, et al. 1989. Cotton canopy and drying effects on runoff during irrigation with moving sprinkler system. *Agronomy Journal* **81**: 752–757.
12. Ben-Hur M, Shainberg I, Keren R, and Gal M. 1985. Effect of water quality and drying on soil crust properties. *Soil Science Society of America Journal* **49**: 191–196.
13. Ben-Hur M, Yolcu G, Uysal H, et al. 2009. Soil structure changes: Aggregate size and soil texture effects on hydraulic conductivity under different saline and sodic conditions. *Australia Journal Soil Research* **47**: 688–696.
14. Lado M, Paz A, and Ben-Hur M. 2004. Organic matter and aggregate size interactions in infiltration, seal formation and soil loss. *Soil Science Society of America Journal* **68**: 935–942.
15. Madejón E, Murillo JM, Moreno F, et al. 2009. Effect of long-term conservation tillage on soil biochemical properties in Mediterranean Spanish areas. *Soil and Tillage Research* **105**(1): 55–62.
16. Mitchell JP, Shrestha A, Mathesius K, et al. 2017. Cover cropping and no-tillage improve soil health in an arid irrigated cropping system in California's San Joaquin Valley, USA. *Soil and Tillage Research* **165**: 325–335.
17. Singer A. 2007. The soils of Israel. Springer Science and Business Media.
18. Tisdall JM and Oades JM. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* **33**(2): 141–163.
19. Zuazo VHD and Pleguezuelo CRR. 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **28**(1): 65–86.

מאמר המתאר מנגנונים ותהליכים הקשורים להשפעת החומר האורגני בקרקע על יציבות מבנה הקרקע, ערכי החידור ושיעורי הנגר והסחף בתנאי גשם, ודן בהם.

Lado M, Paz M, and Ben-Hur. 2004. [Organic matter and aggregate size interactions in infiltration, seal formation, and soil loss](#). *Soil Science Society of America Journal* **68** (3): 935–942.

מאמר סקירה, מובא כפרק בספר, שעוסק ביחסי הגומלין בין תכונות הקרקע, חיפוי הקרקע ותנאי הצומח והשפעתם על תנועת המים בקרקע ושיעורי הנגר והסחף בתנאי אקלים שונים.

Ben-Hur M, Fernandez C, Sarkkola C, and Cerezal JCS. 2010. [Overland flow, soil erosion and stream water quality in forest under different perturbations and climate conditions](#). In: Bredemeier M, Cohen S, Godbold D, et al. (Eds). *Forest Management and the Water Cycle. Ecological Studies* **212**. Dordrecht: Springer.

נספחים (זמינים באתר)

נספח 1. תיאור מורחב
של פרק חומרים
ושיטות

[להורדה](#)