

מני-בן-חור

המכון למדעי הקרקע, המים
והסביבה, מנהל המחקר החקלאי –
מרכז וולקני

מרקוס לאדו

אוניברסיטת לה קרונה, ספרד

חיים טנאו

המכון למדעי הקרקע, המים
והסביבה, מנהל המחקר החקלאי –
מרכז וולקני

לאה לייב

המכון למדעי הקרקע, המים
והסביבה, מנהל המחקר החקלאי –
מרכז וולקני

עמוס ערב

בית הספר התיכון החקלאי הניסויי
על שם כדורי



סחף קרקעות משדות חקלאיים שעל שיפוליה הדרומיים של גבעת המורה | צילום: רמי זיידנברג

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

מניעת נגר עילי וסחף קרקע באמצעות שימוש ברסק גזם לחיפוי קרקע

זרקוב

גיליון סתיו 2011 / כרך 2(3)

7 באוגוסט, 2011

ציטוט מומלץ

בן-חור מ, לאדו מ, טנאו ח ואחרים.
2011. מניעת נגר עילי וסחף קרקע
באמצעות שימוש ברסק גזם לחיפוי
קרקע. *אקולוגיה וסביבה* 2(3):
209–202.

על קצה המזלג

סיכום ומשמעויות

בשל תדירות גבוהה של אירועי גשם עזים בעיקר בסתיו, שכחים בארץ שיעורים גבוהים של נגר עילי של מי גשמים היוצרים סחף בקרקע. הנגר והסחף עלולים להשפיע באופן שלילי על הסביבה ועל משק המים. הנגר היוצא משדה חקלאי הוא מים אבודים מבחינת הגידול, הסחף גורם להתדלדלות קרקעות, ושניהם גורמים להסעת מזהמים ממקום אחד למשנהו, ועלולים לפגוע במקורות מים הזורמים על פני הקרקע (נחלים למשל). בשנים האחרונות יש האצה בתופעת חיפוי הקרקע בשל הפיתוח המואץ, וכן עקב העלייה באינטנסיביות הגידול והתרחבות השימוש במיכון בשטחים חקלאיים. הדבר גורם להאצת תופעת הנגר והסחף, ולכן יש חשיבות לפיתוח שיטות ואמצעים זולים למניעת תופעות אלו.

נמצא כי רסק גזם נתן מענה טוב לבעיה, כלומר הוא מנע כמעט לחלוטין את הנגר והסחף בשני סוגי אתרים: 1. בסוללות לאורך נתיבי תחבורה או מסביב למתחמים הנדסיים, במקום רשתות פלסטיק או מתכת, ציפוי באבן או באספלט וגידול צמחייה. כך הוא יכול להחליף אמצעים יקרים שבתנאים מסוימים אף אינם יעילים. 2. בשטחי מטע, שמקובל לגדל בהם צמחי כיסוי בין שורות העצים כדי לחפות את הקרקע החשופה. לאור זאת ובשל היותו פתרון זול וסביבתי כדאי לשקול הכנסתו לשימוש בקנה מידה רחב.

המערכת

תקציר

לנגר ולסחף השפעות שליליות מבחינה סביבתית, חקלאית והנדסית, והשינויים המתרחשים בשימושי הקרקע בארץ בעשורים האחרונים מחריפים את הבעיה. מטרת העבודה המוצגת כאן הייתה ללמוד את ההשפעות ארוכות הטווח של חיפוי קרקע ברסק גזם עירוני, על שיעורי הנגר והסחף בתנאי שדה בשימושי קרקע שונים. מדידות נגר וסחף נערכו במספר חורפים בחלקות נגר, שהוקמו במדרון בעל שיפוע 4%~ בבית הספר כדורי ובסוללת עפר בעלת שיפוע 45%~ באתר חירייה. כמויות הנגר והסחף שהתקבלו בקרקע חשופה בשני האתרים היו גבוהות; אחוזי הנגר הכללי לכל עונת החורף מכלל הגשם היו 27.7%–20.1, ושיעורי הסחף (כמות סחף כללית בחורף ליחידת שטח קרקע ויחידת כמות גשם) נעו בין 0.52 גרם למ"ר למ"מ במדרון בעל 4% שיפוע ל-25 גרם למ"ר למ"מ במדרון בעל 45% שיפוע. חיפוי הקרקע ברסק גזם מנע כמעט כליל את הנגר והסחף במשך ארבעה חורפים באתר כדורי ובשלושה חורפים באתר חירייה. בחורף הראשון לאחר תחילת הטיפול נבעה הקטנת כמויות הנגר והסחף בחלקות טיפולי רסק הגזם בעיקר מההשפעה המכנית של רסק הגזם, שהתבטאה באופנים הבאים: (1) רסק הגזם מנע את מכות טיפות הגשם על פני הקרקע, וכך פחתו הרס התלכידים, היווצרות קרום, הירידה בערכי החידור והעלייה בכוחות הניתוק של החלקיקים מגוף הקרקע; (2) הגזם היווה מכשול לתנועה עילית של מי הנגר. הוא הקטין את מהירות זרימת הנגר, את כוחות החתירה ואת כושר ההסעה שלו; (3) הגזם שימש מסננת שלכדה את חלקיקי הקרקע הנסחפים עם מי הנגר. לעומת זאת, ההשפעה ארוכת הטווח של הגזם במניעת נגר וסחף נבעה, כנראה, משינוי שנוצר עם הזמן בתכונות הקרקע שמתחת לשכבת רסק הגזם, כתוצאה מהתפרקותו. שינוי זה גרם לייצוב רב יותר של מבנה שכבת הקרקע העליונה.

מבוא

אקלים בישראל מאופיין בקיץ ארוך ונטול משקעים ובחורף קצר וגשום. עוצמת הגשם יכולה להיות גבוהה, בעיקר בסתיו [16]. כתוצאה מכך, שכיחים בארץ שיעורים גבוהים של נגר עילי ושל סחף קרקע [6]. הנגר והסחף עלולים להשפיע באופן שלילי על הסביבה ועל משק המים – הנגר היוצא משדה חקלאי הוא מים אבודים מבחינת הגידול [8], הסחף גורם להתדלדלות קרקעות [14], והנגר והסחף מסייעים מזהמים ומשקעים מאזורים מזהמים למערכת האקולוגית ולמקורות המים העיליים [3]. במבט היסטורי נמצא שתחילתם של תהליכים מואצים של נגר וסחף באזורים מסוימים הייתה נקודת המפנה בהתדרדרות המערכת האקולוגית הכללית באותם אזורים.

ההפרה המשמעותית של המערכת האקולוגית, המתרחשת בעשורים האחרונים בארץ כתוצאה מהפיתוח המואץ, גורמת למעבר מתכסית של חורש טבעי לצמחייה עשבונית חד-שנתית, שבה פני הקרקע חשופים במרבית השנה. בשטחים חקלאיים, לעומת זאת, הרכיבה העלייה באינטנסיביות הגידול ובשימוש במיכון במטעים בשנים האחרונות את השטח החשוף במטע. שינויים אלו בשימושי הקרקע החריפו את בעיית הנגר והסחף בארץ [6], ולכן יש חשיבות לפיתוח שיטות ואמצעים זולים וסביבתיים לצמצום בעיות אלו.

בשטחים חשופים, הנגר והסחף הנוצרים במהלך ירידת גשם מושפעים מהיווצרות קרום דק ובעל מוליכות הידראולית נמוכה בפני הקרקע [7, 6], הנוצר בעיקר מהרס תלכידים כתוצאה ממכות טיפות הגשם [5, 18]. סחף קרקע, לעומת זאת, נוצר כתוצאה משני גורמים: (1) ניתוק חלקיקים מגוף הקרקע (soil detachment), הנובע ממכות טיפות גשם ומכוחות גזירה שמופעלים על פני הקרקע תוך כדי זרימת הנגר העילי; (2) הסעה של החלקיקים שנותקו, הנגרמת בעקבות זרימת מי הנגר וכוחות ההתזה של טיפות הגשם.

העבודה הנוכחית מתמקדת בשני שימושי קרקע מייצגים: (1) סוללות עפר תלויות (שיפוע גדול מ-30%, כגון סוללות לאורך נתיבי תחבורה או מסביב למתחמים הנדסיים. האמצעים הנהוגים למניעת סחף בסוללות עפר כוללים רשתות פלסטיק או מתכת, ציפוי באבן או באספלט [13] וגידול צמחייה [14] – אמצעים שהם יקרים ובתנאים מסוימים לא יעילים; (2) שטחי מטע, שמקובל לגדל בהם צמחי כיסוי בין שורות העצים כדי לחפות את הקרקע החשופה למניעת נגר וסחף [18, 12]. בישראל, עקב האקלים היבש, שימוש בצמחי כיסוי מקובל פחות, מהסיבות הבאות: (1) חשש מתחרות בין צמחי הכיסוי לעצי המטע על המים ועל חומרי ההזנה; (2) יעילות נמוכה של צמחי הכיסוי במניעת נגר וסחף עקב התפתחות אטית של נוף הצמחים במהלך החורף; (3) תנועה של כלים חקלאיים על צמחי הכיסוי, הפוגעת בהתפתחותם.

גיוזם עצים הוא חלק חשוב בממשק המטע, היער והגן. כמויות החומר היבש של גזם בשנה בישראל, שמקורו ממטעים, מיערות

קק"ל ומאזורים עירוניים, מוערכות ב-227,881, 133,531 ו-1,851,327 טון לשנה, בהתאמה [4]. הגזם יוצר בעיה סביבתית, מכיוון ששקפתו אסורה והרחקתו לאתרי פסולת יקרה. אחת האפשרויות לסילוק הגזם היא ריסוקו לשבבים, ושימוש בו לחיפוי קרקע באזורים חשופים, למניעת נגר עילי וסחף קרקע [10]. בן-חור ועמיתיו [2] מצאו בעבודה במדמה גשם במעבדה, שחיפוי קרקע בשכבת רסק גזם בעובי 3 ס"מ מנע היווצרות קרום וירידה בערכי החידור של הקרקע, והקטין באופן מובהק את הנגר והסחף בקרקעות שונות. למרות זאת, השפעה ארוכת טווח של שימוש ברסק גזם כחיפוי קרקע בתנאי שדה לא נלמדה בארץ. מטרת המחקר שיוצג להלן הייתה להבין את ההשפעות ארוכות הטווח של חיפוי קרקע ברסק גזם עירוני על שיעורי הנגר והסחף בתנאי שדה, בשימושי קרקע שונים.

תיאור מהלך הניסוי

המחקר נערך בשני אתרים: (1) מטע זיתים לא מושקה בבית הספר התיכון כדורי במדרון בעל מפנה דרומי ושיפוע של 4%~; (2) סוללת עפר שמכסה את ערמת הזבל באתר חירייה במדרון בעל מפנה צפוני ושיפוע של 45%~. הקרקע באתרים כדורי וחירייה היא סיון חרסיתית חולית עם תכולת חומר אורגני של 2.7% ו-0.2%, בהתאמה. רסק הגזם שנבחן היה רסק אופייני בארץ, שהוכן מגזם עירוני באתר חירייה. אורך שבבי הגזם היה קטן מ-20 ס"מ ועוביים קטן מ-2 ס"מ. הטיפולים שנבחנו באתר כדורי היו: (1) טיפול ביקורת (קרקע ללא תוספת רסק גזם) שנבחן בחורפים בשנים 2005–2009; (2) חיפוי קרקע בשכבת רסק גזם בעובי של 3 ס"מ שנבחן בחורף 2005–2006; (3) חיפוי קרקע בשכבת רסק גזם בעובי של 6 ס"מ שנבחן בחורפים בשנים 2005–2009; (4) חיפוי קרקע על-ידי נוף עץ זית שנבחן בחורפים בשנים 2006–2009. בכל הטיפולים התפתחה העשבייה ללא הפרעה בחורף 2005–2006, ונמנעה בשאר החורפים על-ידי שימוש בקוטלי עשבים. ב-10.11.05 הוקמו באתר הניסוי חלקות טיפול בגודל של 18.5 מ"ר לחלקה. במרכז כל חלקה הוקמה חלקת נגר באורך 2.5 מטר וברוחב 2 מטר, שאורכה היה מקביל למדרון. בחלקות שכללו עץ זית, העץ היה במרכז חלקת הנגר, ופני הקרקע בחלקה היו מחופים על-ידי נוף העץ.

באתר חירייה, נבחנו בחורפים 2005–2007 הטיפולים: (1) ביקורת; (2) חיפוי קרקע בשכבת רסק גזם בעובי של 3 ס"מ. בשני הטיפולים נמנעה התפתחות העשבייה באמצעות שימוש בקוטלי עשבים. ב-27.2.2004 הוקמו באתר הניסוי חלקות טיפול בגודל של 28 מ"ר לחלקה. במרכז כל חלקה הוקמה חלקת נגר באורך 5 מטר וברוחב 2 מטר, שאורכה היה מקביל למדרון. בשני אתרי הניסוי נעשו הטיפולים בשלוש חזרות באקראיות מלאה. בטיפולים עם רסק גזם, פוזרו שביבי הגזם באופן אחיד על פני הקרקע ביום הקמת החלקות. כמויות הגשם נמדדו על-ידי מדי זעירים שמוקמו באתרי הניסוי. כמויות הנגר והסחף נמדדו מכל החלקות לאחר כל סופת גשם. כמויות הנגר נקבעו על-ידי מדידת נפח מי הנגר שנאגר במכל איסוף וחושבו ביחידת עומד (מ"מ). כמות הסחף נקבעה על-ידי שקילה של המשקעים שנסחפו לאחר ייבושם בתנור בטמפרטורה של 105 מעלות צלזיוס. תיאור מפורט של חלקות הנגר ושל שיטת המדידה של הנגר והסחף מובא בעבודתם של Ben-Hur ועמיתיו [9].

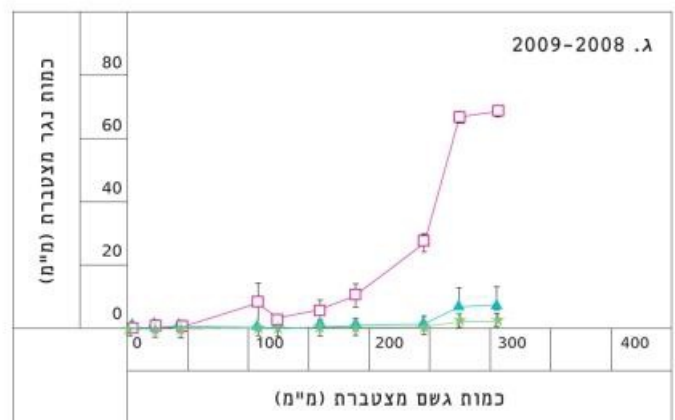
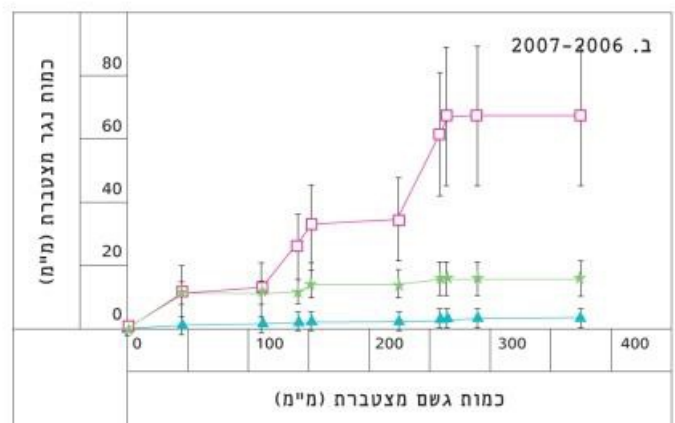
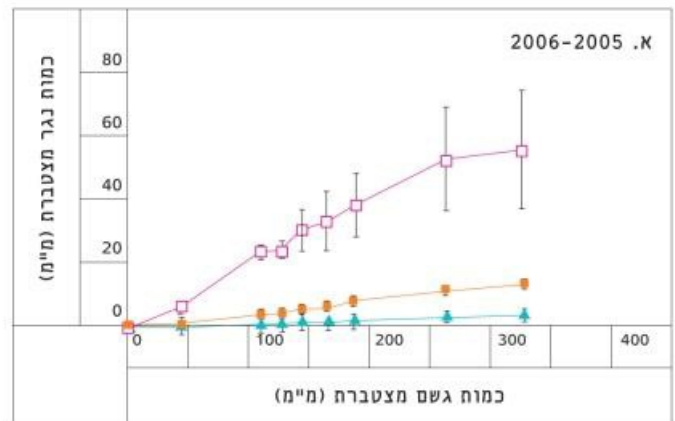
תוצאות ודיון

כמויות הנגר והסחף המצטברות כתלות בכמות הגשם המצטברת שהתקבלו בטיפול החיפוי והחורפים השונים באתר כדורי, מובאות באיורים 1 ו-2 בהתאמה. כמויות הנגר והסחף המצטברות בטיפול הביקורת בחורפים 2006–2007 ו-2008–2009 היו גבוהות (איורים 1, 2, 3, 4). אחוזי הנגר הכללי לכל עונת החורף מכלל הגשם בטיפול זה היו 22.6% ו-26.2%, ושיעורי הסחף (כמות סחף כללית בכל החורף ליחידת שטח קרקע ויחידת כמות גשם) היו 1.75 ו-1.77 גרם למ"ר למ"מ (טבלה 1). בחורפים הללו הקרקע בטיפול הביקורת הייתה חשופה למכות טיפות הגשם, להרס תלכידים ולהיווצרות קרום בפני הקרקע, שגרמו לירידה בערכי החידור ולעלייה בכמויות הנגר. נוסף על כך, מכות טיפות הגשם הגבירו את ניתוק החלקיקים מגוף הקרקע, והנגר הרב הגביר את ניתוק החלקיקים וההסעה שלהם, וכך גדלה כמות הסחף.

איור 1. כמויות נגר מצטברות כחלות בכמות הגשם המצטברת באתר

כדורי

הכמויות מוצגות לפי הטיפולים השונים – ביקורת, קרקע מכוסה בשכבת רסק גזם בעובי 3 או 6 ס"מ וקרקע מחופה בנוף של עץ זית בוגר, בחורפים 2006-2005, 2007-2006 ו-2008-2009. קווים אנכיים מציינים שתי שגיאות תקן.



איור 1

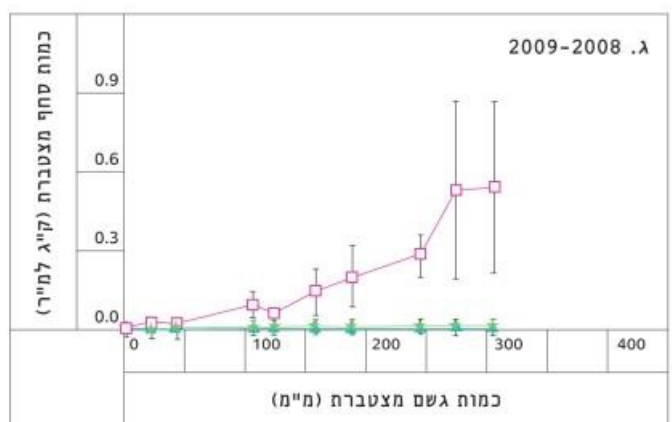
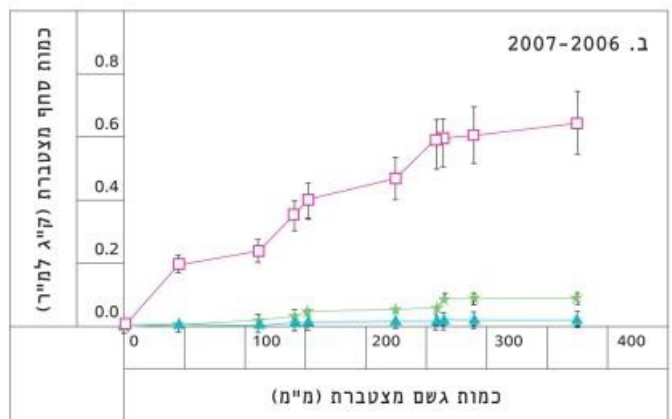
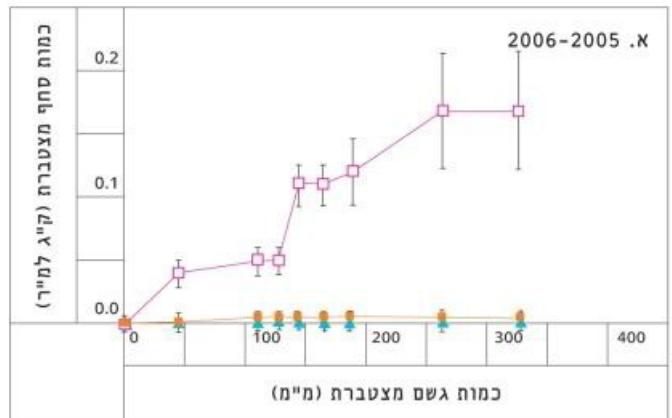
כמויות נגר מצטברות כחלות בכמות הגשם המצטברת באתר כדורי

הכמויות מוצגות לפי הטיפולים השונים – ביקורת, קרקע מכוסה בשכבת רסק גזם בעובי 3 או 6 ס"מ וקרקע מחופה בנוף של עץ זית בוגר, בחורפים 2006-2005, 2007-2006 ו-2008-2009. קווים אנכיים מציינים שתי שגיאות תקן

איור 2. כמויות סחף מצטברות כחלות בכמות הגשם המצטברת

באתר כדורי

הכמויות מוצגות לפי הטיפולים השונים – ביקורת, קרקע מכוסה בשכבת רסק גזם בעובי 3 או 6 ס"מ וקרקע מחופה בנוף של עץ זית בוגר, בחורפים 2006-2005, 2007-2006, ו-2008-2009. קווים אנכיים מציינים שגיאות חקן.



איור 2

כמויות סחף מצטברות כחלות בכמות הגשם המצטברת באתר כדורי

הכמויות מוצגות לפי הטיפולים השונים – ביקורת, קרקע מכוסה בשכבת רסק גזם בעובי 3 או 6 ס"מ וקרקע מחופה

בנוף של עץ זית בוגר, בחורפים 2005–2006, 2006–2007 ו-2008–2009. קווים אנכיים מציינים שתי שגיאות תקן.

בטיפול הביקורת בחורף 2005–2006 התפתח הצומח החד-שנתי ללא הפרעה, ולמרות זאת, כמות הנגר שהתקבלה בטיפול זה הייתה גבוהה (איור 1א), ודומה לערכים שהתקבלו בטיפול הביקורת עם קרקע חשופה בחורפים 2006–2007 ו-2008–2009 (איורים 1ב, 1ג וטבלה 1). תוצאות דומות התקבלו בעבודות אחרות [17, 9, 1], שבהן נמצא שחיפוי קרקע על-ידי נוף צומח חד-שנתי אינו יעיל למניעת הרס תלכידים והיווצרות קרום בתחילת החורף או ההשקיה בהתזה בתנאי הארץ, עקב התפתחות מאוחרת ואטית של נוף הצמחים. מכאן ניתן להסיק שיעילות השימוש בצמחים חד-שנתיים למניעת נגר בתנאי הארץ היא נמוכה בדרך כלל.

טבלה 1: אחוזי הנגר הכללי (לכל עונת החורף מכלל הגשם) ושיעורי הסחף (כמות סחף כללית בכל החורף ליחידת שטח קרקע וליחידת כמות גשם) בטיפולים השונים

אחר הניסוי	טיפול	חורף 2006–2005		חורף 2007–2006		חורף 2008–2009	
		נגר	שיעור סחף	נגר	שיעור סחף	נגר	שיעור סחף
		%	גרם למ"ר	%	גרם למ"ר	%	גרם למ"ר
בית הספר כדורי	ביקורת	17	0.52	26.2	1.75	22.6	1.77
	קרקע מחופה בנוף של עץ זית	1.7*	1.7	4.3	0.24	0.9	0
	קרקע מכוסה בשכבת גזם בעובי 3 ס"מ	4.1	0	1.7	1.7	1.7	1.7
	קרקע מכוסה בשכבת גזם בעובי 6 ס"מ	1.2	0	0.9	0.05	2.5	0
חירייה	ביקורת	20.1	10.8	27.7	25	1.7	1.7
	קרקע מכוסה בשכבת גזם בעובי 3 ס"מ	0.6	0	0.4	0	1.7	1.7

* 1.7 – לא נבדק

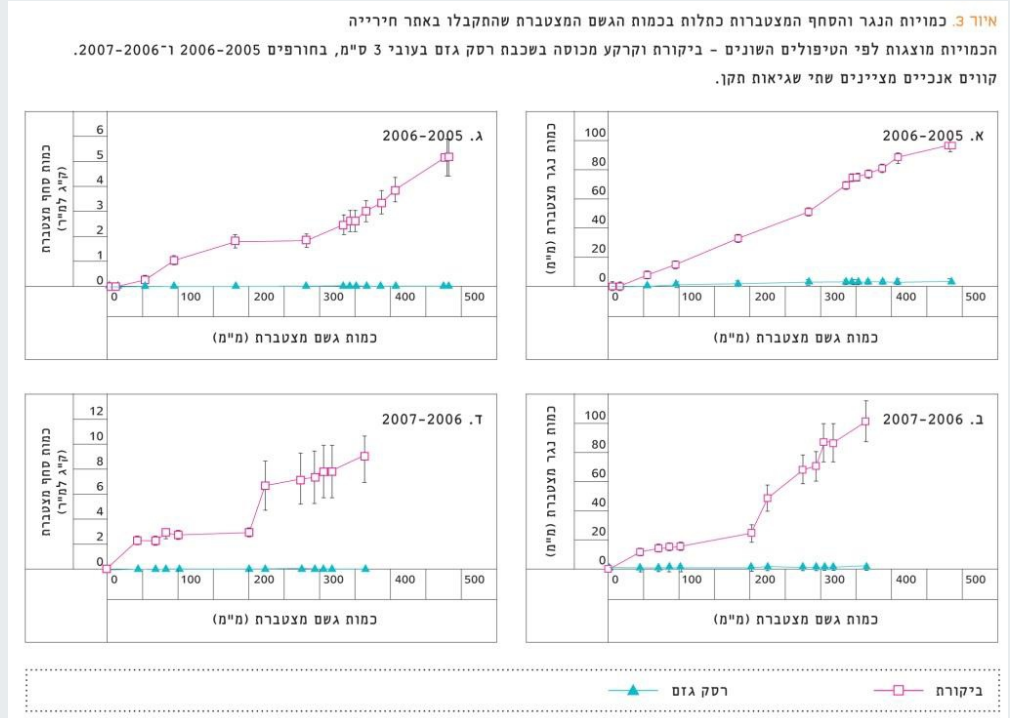
טבלה 1

אחוזי הנגר הכללי (לכל עונת החורף מכלל הגשם) ושיעורי הסחף (כמות סחף כללית בכל החורף ליחידת שטח קרקע וליחידת כמות גשם) בטיפולים השונים

כמויות הנגר והסחף המצטברות בחורפים 2006–2007 ו-2008–2009 בטיפול עץ הזית היו נמוכות באופן מובהק מאלה שהתקבלו בטיפול הביקורת (איורים 1ב, 1ג, 2ב וטבלה 1). עץ הזית הוא עץ ירוק עד, ולכן הקרקע מתחת לנוף העץ הייתה מחופה ומוגנת ממכות טיפות הגשם מתחילת הגשמים ולמשך כל תקופת החורף. כתוצאה מכך, נמנעו בטיפול זה הרס תלכידים והיווצרות קרום, וכמויות הנגר והסחף היו נמוכות. תוצאות דומות התקבלו על-ידי בן-חור ועמיתיו [1] בקרקע חמרה מחופה בנוף עץ הדר במישור החוף. מכאן, שבמטעים ירוקי עד, יש לחשוש מהיווצרות נגר וסחף רק באזורים שאינם מחופים בנוף העצים, ובהם יש צורך לטפל באמצעים אחרים.

חיפוי הקרקע בשכבות רסק גזם בעובי 3 או 6 ס"מ הקטין את הנגר והסחף באופן מובהק לעומת חלקות הביקורת בחורף 2005–2006 (איורים 1א, 2א וטבלה 1). הפחתה זו בנגר ובסחף בטיפולי רסק הגזם בחורף הראשון (2005–2006) לאחר יישומו בקרקע נבעה בעיקר מהשפעה מכנית של רסק הגזם, שהתבטאה באופנים הבאים: (1) רסק הגזם מנע את מכות טיפות הגשם על פני הקרקע, וכך פחתו הרס התלכידים, היווצרות קרום, הירידה בערכי החידור והעלייה בכוחות הניתוק של החלקיקים מגוף הקרקע; (2) הגזם היווה מכשול לתנועה עילית של מי הנגר, שהקטין את מהירות זרימתו, את כוחות החתירה ואת כושר ההסעה שלו; (3) הגזם שימש מסננת שלכדה את חלקיקי הקרקע הנסחפים עם מי הנגר. בטיפול עם שכבת רסק גזם בעובי 6 ס"מ בחורף 2005–2006 הייתה כמות הנגר קטנה יותר בהשוואה לטיפול עם שכבה בעובי 3 ס"מ (איור 1א וטבלה 1). הבדלים אלו בנגר היו אמנם קטנים, אבל מובהקים מבחינה סטטיסטית. נראה כי חשיפת הקרקע הייתה רבה יותר בטיפול עם שכבת הגזם הדקה יותר, ככל הנראה בגלל חיפוי קרקע פחות אחיד בשכבת הגזם הדקה מאשר בעבה יותר, ובשל שקיעה והזזה של שביבי הגזם. בן-חור ועמיתיו [2] מצאו ששכבת רסק גזם בעובי של 3 ס"מ אוגרת בתוכה כמות מים השווה ל-4 מ"מ, שאינה מגיעה לקרקע. סביר להניח שתאחיות המים היא כפולה בשכבת רסק גזם בעובי 6 ס"מ. גורם זה יכול להיות הסבר נוסף לירידה בכמות הנגר בטיפול עם שכבת הגזם בעובי 6 ס"מ לעומת 3 ס"מ (איור 1א). אולם חשוב לציין, שאגירת המים בשכבת הגזם אינה גורמת לאיבוד מים, מכיוון שהיא מקטינה את התאדות המים מהקרקע. להבדיל מהשפעת עובי שכבת רסק הגזם על הנגר, הסחף נמנע כליל בשתי שכבות הגזם (איור 2א וטבלה 1). ככל הנראה, שכבת גזם בעובי של 3 ס"מ מספיקה כדי ללכוד את כל חלקיקי הקרקע המוסעים עם מי הנגר ולמנוע כליל את הסחף.

את היעילות של שימוש ברסק גזם בהקטנת נגר וסחף מסוללות עפר בעלות שיפוע תלול ניתן ללמוד מהניסוי שנערך באתר חירייה. כמויות הנגר והסחף המצטברות כתלות בכמות הגשם המצטברת באתר חירייה, בטיפול היקורי והקרקע המכוסה בשכבת רסק גזם בעובי 3 ס"מ בחורפים 2005–2006 ו-2006–2007, מובאות ב**איור 3**. כמויות הנגר והסחף שהתקבלו בטיפול הביקורת בשני החורפים באתר זה היו גבוהות (**איור 3**). אחוזי הנגר הכללי בכל החורף מכלל הגשם העונתי בחורפים אלה היו דומים לאלה שהתקבלו בטיפול ביקורת באתר כדורי. לעומת זאת, שיעורי הסחף שהתקבלו בטיפול ביקורת בשני החורפים באתר חירייה היו גבוהים בשניים עד שלושה סדרי גודל מאשר באתר כדורי; שיעורי הסחף היו 10.8 ו-25 גרם למ"ר למ"מ באתר חירייה לעומת 0.52 ו-1.75 גרם למ"ר למ"מ באתר כדורי. שיעורי הסחף הגבוהים שהתקבלו באתר חירייה נבעו כנראה מהשיפוע החד (~45%) של המדרון באתר זה, שהעלה את מהירות הזרימה ואת כוחות ההסעה והחתירה של מי הנגר שיצרו סחף ערוצי.



איור 3

כמויות הנגר והסחף המצטברות כתלות בכמות הגשם המצטברת שהתקבלו באתר חירייה

הכמויות מוצגות לפי הטיפולים השונים – ביקורת וקרקע מכוסה בשכבת רסק גזם בעובי 3 ס"מ, בחורפים 2005–2006 ו-2006–2007. קווים אנכיים מציינים שגיאות תקן.

חיפוי הקרקע באתר חירייה בשכבת רסק גזם בעובי 3 ס"מ מנע כמעט כליל את הנגר והסחף בשני החורפים (**איור 3 וטבלה 1**). הקטנה בכמות הנגר ובמהירות הזרימה שלו כתוצאה מחיפוי הקרקע ברסק גזם, ולכידת חלקיקי סחף על-ידי רסק הגזם, היו כנראה הגורמים העיקריים ליעילות הרבה של רסק הגזם במניעת סחף באתר חירייה, שבו קיים שיפוע של 45% (**איורים 3ג, 3ד וטבלה 1**). למרות שיפוע המדרון התלול (~45%) באתר חירייה, לא נצפו גלישה או סחיפה של שביבי הגזם במורד המדרון. הרטבת שביבי הגזם ותהליכי פירוק שלהם על-ידי מיקרואורגניזמים גרמו כנראה להצמדה שלהם לקרקע ולא גלישה שלהם עם מי הנגר.

בשני אתרי הניסוי הייתה לרסק הגזם השפעה ארוכת טווח בהקטנת הנגר והסחף: גם לאחר שעברו ארבעה חורפים באתר כדורי ושלושה חורפים באתר חירייה ממועד הנחת רסק הגזם, היו כמויות הנגר והסחף בחלקות שטופלו ברסק הגזם נמוכות מאוד (**איורים 1, 2, 3 וטבלה 1**). בתצפיות שנעשו בשדה בשני אתרי הניסוי נמצא שבחלקות המחופות ברסק גזם הלך וגדל שטח פני הקרקע הלא מחופים עם הזמן, בעיקר עקב התפרקות שביבי רסק הגזם. ההשערה היא, שהשפעה ארוכת טווח זו של רסק הגזם במניעת נגר וסחף נבעה משינוי בתכונות הקרקע מתחת לשכבת רסק הגזם עם הזמן, כתוצאה מהתפרקותו. התפרקות זו של רסק הגזם הגדילה כנראה את תכולת החומר האורגני ^[2] ואת הפעילות החיידקית (המיקרוביאלית) בשכבה העליונה בקרקע,

וכתוצאה מכך, היה מבנה הקרקע יציב יותר כנגד מכות טיפות הגשם וכוחות החתירה של מי הנגר.



סחף ערוצי בפרדס צעיר (שנתיים לאחר שתילתו) שנגרם כתוצאה מסופת גשם. שדות כפר יחזקאל שבעמק חרוד, סתיו 2007 | צילום: אשר איזנקוט

סיכום ומסקנות

חיפוי קרקע ברסק גזם נמצא כפתרון יעיל וסביבתי במניעת נגר וסחף למשך שלושה חורפים עוקבים לפחות, משלב פיזורו בשדה. רסק הגזם מנע נגר וסחף בקרקעות בעלות תכולה שונה של חומר אורגני (מ-0.2% ל-2.7%) ובשימושי קרקע שונים (כגון שטחים חשופים במטע בעלי שיפוע מתון של כ-4%, ובסוללת עפר בעלת שיפוע חד של כ-45%). רסק הגזם מנע הרס תלכידים והיווצרות קרום ממכות טיפות הגשם, הקטין את מהירות זרימת הנגר, לכד חלקיקים שניתקו מגוף הקרקע, וכתוצאה מכך מנע את הנגר ואת הסחף במהלך הגשם. היעילות ארוכת הטווח של רסק הגזם במניעת נגר וסחף נבעה, כנראה, משינוי בתכונות הקרקע כתוצאה מהתפרקות הגזם, שגרם לייצוב רב יותר של מבנה שכבת הקרקע העליונה.

תודות

העבודה הנוכחית מבוססת בחלקה על תוצאות משתי עבודות גמר צמודות ברמה של 5 יחידות לימוד במדעי החיים והחקלאות שנעשו על-ידי התלמידות שני פרץ ונורה חדיש מבית הספר התיכון החקלאי הניסויי כדורי בהדרכת עמוס ערב ומני בן-חור. המחברים מודים למדען הראשי של המשרד להגנת הסביבה על מימון המחקר, להנהלת בית הספר כדורי ולהנהלת אתר חירייה על התמיכה ועל האפשרות לבצע את המחקר בשטחם.

מקורות

1. בן-חור מ, גסר ג, לייב ל, טנאו ח, נרקיס כ, ואסולין ש. 2010. השפעת תכסית צמחית וממשקי עיבוד על נגר עילי וסחף קרקע בשטחים פתוחים במישור החוף. *הנדסת מים* **71**: 34-39.
2. בן-חור מ, טנאו ח, ולייב ל. 2006. שימוש בגזם מרוסק של עצים כחיפוי קרקע למניעת נגר וסחף. *היער* **8**: 23-29.
3. גסר ג. 2008. תנועה עילית של מזהמים בקרקעות מושקות בקולחים (עבודת מוסמך). ירושלים: האוניברסיטה העברית בירושלים.
4. גרבר א והדס א. 2009. פירולויזה של פסולות אורגניות לייצור אנרגיה, טיוב קרקע וקיבוע פחמן. *ניר ותלם* **20**: 10-20.
5. Agassi M, Shainberg I, and Morin J. 1981. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on the infiltration rate and crust formation. *Soil Science Society of America Journal* **45**: 848-851.
6. 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 in North Africa*. New York: Springer-Verlage.
7. Ben-Hur M. and Agassi M. 1997. Predicting interrill erodibility factor from measured infiltration rate. *Water Resources Research* **33**: 2409-2415.
8. Ben-Hur M, Plaut Z, Levy GJ, Agassi M, and Shainberg I. 1995. Surface runoff, uniformity of water distribution and yield of peanut irrigated with a moving sprinkler system. *Agronomy Journal* **87**: 609-613.
9. Ben-Hur M, Plaut Z, Shainberg I, Meiri A, and Agassi M. 1989. Cotton canopy and drying effects on runoff during irrigation with moving sprinkler system. *Agronomy Journal* **81**: 752-757.
10. Buchanan JR, Yoder DC, Denton HP, and Smoot JL. 2002. Wood chips as soil cover for construction sites with steep slopes. *Applied Engineering in Agriculture* **18**: 679-683.
11. Holy M. 1980. Erosion and environment. *Environmental Science and Application*. Vol 9. New York.
12. Liang W and Huang H. 1994. Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **50**: 29-37.
13. Meyer ID, Johnson CB, and Foster GR. 1972. Stone and woodchip mulches for erosion control on construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation* **Nov-Dec**: 264-269.
14. Meyer ID, Wischmeier WH, and Daniel WH. 1971. Erosion, runoff, and revegetation of denuded construction sites. *Transaction ASAE* **14**: 138-141.
15. Morin J, Benyamini Y, and Michaeli A. 1981. The effect of raindrop impact on the

dynamics of soil surface crusting and water movement in the profile. *Journal of Hydrology* **52**: 321-335

Morin E and Gabella M. 2007. Radar-based quantitative precipitation estimation over Mediterranean and dry climate regimes. *Journal of Geophysics Research* **112**, .doi:10.1029/2006jd008206 .16

Plaut Z and Ben-Hur M. 2005. Irrigation management of peanuts with a moving sprinkler system: Runoff, yield and water use efficiency. *Agronomy Journal* **97**: 1202-1209 .17

Shui J, Wang Q, Liao G, AU J, and Allard J. 2008. Ecological and economic benefits of vegetation management measure in citrus orchards on red soils. *Pedosphere* **18**: 214-221 .18