

תפוקת סחף מאגן נחל חרוד והשפעת פעולות לשימור קרקע על הקטנת הסחיפה

דו"ח ביניים 2018 וסיכום מחקר ראשוני לרשות ניקוז ירדן נחלים וירדן דרומי



יונתן לרון, נדב בקין
קבוצת המחקר הגיאומורפולוגית פלוביאלית GeoFluv
אוניברסיטת בן גוריון בנגב

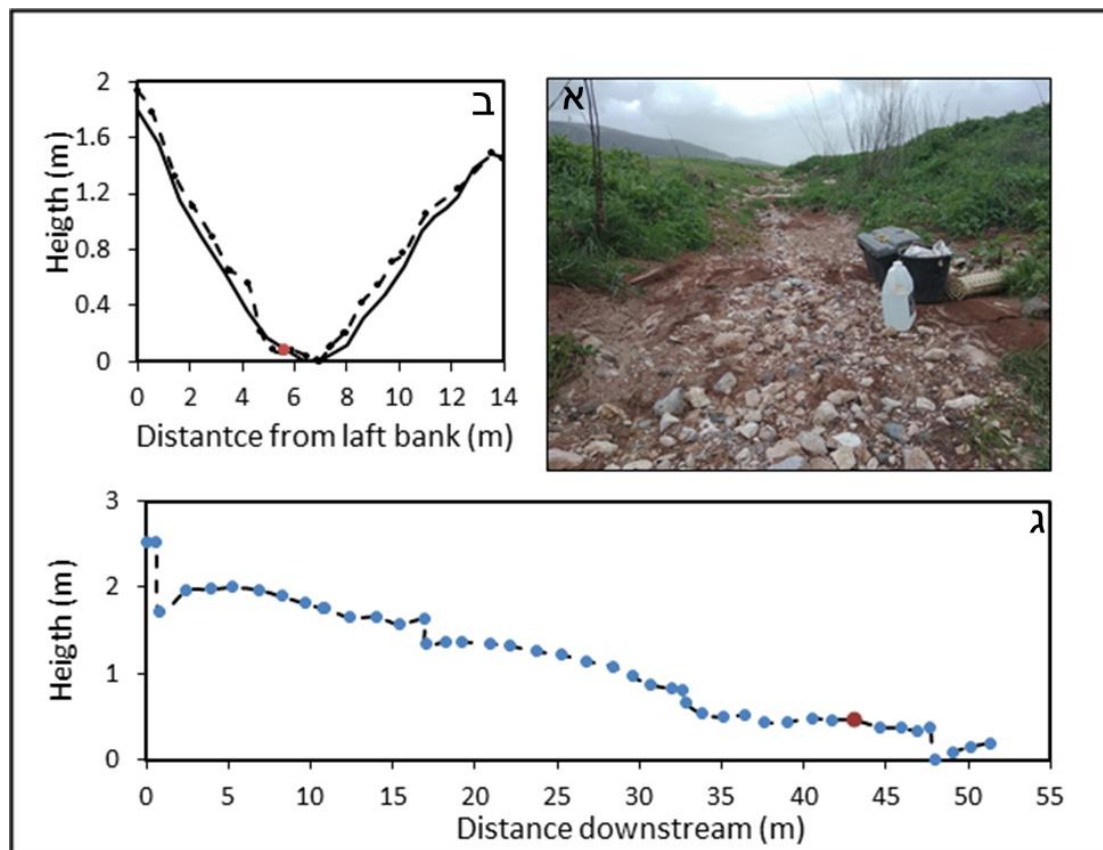
אוקטובר 2019

הקדמה

מטרת המחקר הינה לקבוע את מידת ההשפעה של פעולות לשימור קרקע על תפוקת הסחף בעמק חרוד. לאור סחיפת קרקעות בעמק חרוד ופעולות רבות לשימור קרקע בעמק קיים צורך למדידה ישירה של תפוקת הסחף לקביעת מידת ההצלחה של השיטות לשימור קרקע. זו מבוצעת באמצעים מדויקים ומודרניים, כולל העברת מידע סלולרית לרשות ניקוז. הניטור מבוצע לייצג את חלקו העליון של עמק חרוד בתחנת גשר פרדסים. לקביעת היעילות של פעולות לשימור קרקע מבוצע ניטור בשני מיקומים: על נחל שונם ללא אמצעים לשימור קרקע ועל נחל שקדים עם אמצעים כאלה. בנוסף מנוטר נחל חרוד. יעקב פרויס ביצע את המחקר והניטור בין 2016-2017. המאסטרנט נדב בקין מבצע את המחקר והניטור כיום. בחורף הנוכחי (2018/19) נוטרו 13 אירועי זרימה בתחנת חרוד, 11 אירועים בתחנות שקדים ו-9 אירועים בתחנת שונם.

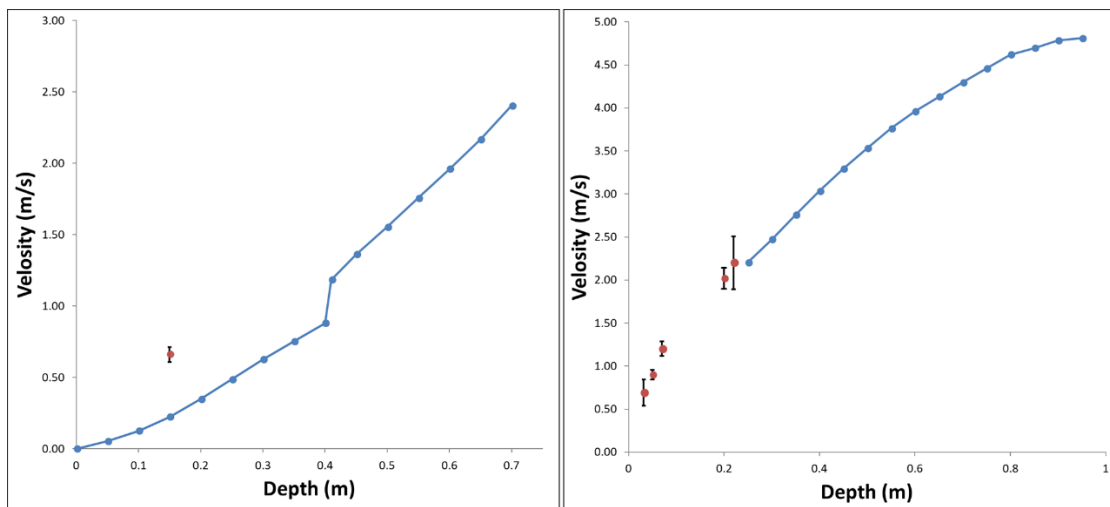
תיאור הפעילות במחקר בחורף 2018/19

המחקר כולל ביצוע דיגום רחופת ומדידות מהירות זרימה במהלך אירועי נגר. זאת בנוסף לניטור האוטומטי של רום המים ושל ריכוזי מרחפים. כמו כן, בתחילת העונה, בוצעו מדידות של חתך ופרופיל האורך של הנחל, בכל אחת מהתחנות. לדוגמא, באיור 1 מוצגים הנתונים הגיאומטריים של נחל שונם.



איור 1. נתוני התחנה ההידרומטרית בנחל שונם. (א) מבט במעלה הזרימה למקטע הנחל בו נמצאת התחנה. (ב) חתך הרחוב של תחנת נחל שונם. הקו הרצוף מתאר את החתך המדוד ב-2016 והקו המקווקו מתאר את החתך המדוד ב-2018. הנקודה הכתומה היא בית החיישנים. (ג) פרופיל האורך של התחנה כפי שנמדד בקיץ 2018.

מדידות מהירות זרימה בנחל חרוד בחורף 2017/18. בחורף 2018/19 בוצעו מדידות מהירות בנחל שקדים במספר עומקים ובאמצעי מדידה שונים. שמונה מדידות בוצעו באמצעות מצופים בעומק 3.2 ס"מ. 10 מדידות בוצעו באמצעות מד מהירות רדאר (SVR), כל מדידה היא ממוצע של דקה (איור 3). מתוכן 5 בוצעו ברום מים 20-25 ס"מ, 5 נוספות בוצעו ברום מים של 5-7 ס"מ. כמו כן בוצעה בתחנה מדידה ישירה של ספיקה באמצעות מד מהירות אלקטרומגנטי חד כיווני ברום מים של 22 ס"מ וב-5 אנכים לאורך חתך הרחב. בנחל שונם בוצעה מדידה ישירה של ספיקה באמצעות מד מהירות אלקטרומגנטי חד כיווני ברומי מים של 13 ס"מ וב-5 אנכים לרוחב חתך הנחל (איור 2). מדידות ישירות של מהירות זרימה ושל גיאומטריית הנחל מאפשרות להעריך כמותית את הספיקה בנחל ולקבוע עקום רום-ספיקה לכל תחנה.



איור 2. קשר עומק מים ומהירות זרימה ממוצעת. הנקודות האדומות מתארות מהירות מדודה. הקווים הכחולים מתארים את הקשר החזוי על פי המודל האמפירי של מנינג. מימין: נחל שקדים. משמאל: נחל שונם.



איור 3. מדידות מהירות זרימה שבוצעו בעזרת מד מהירות- רדאר (SVR) בתחנות הידרומטריות חרוד ושקדים.

תוצאות חורף 2018/19

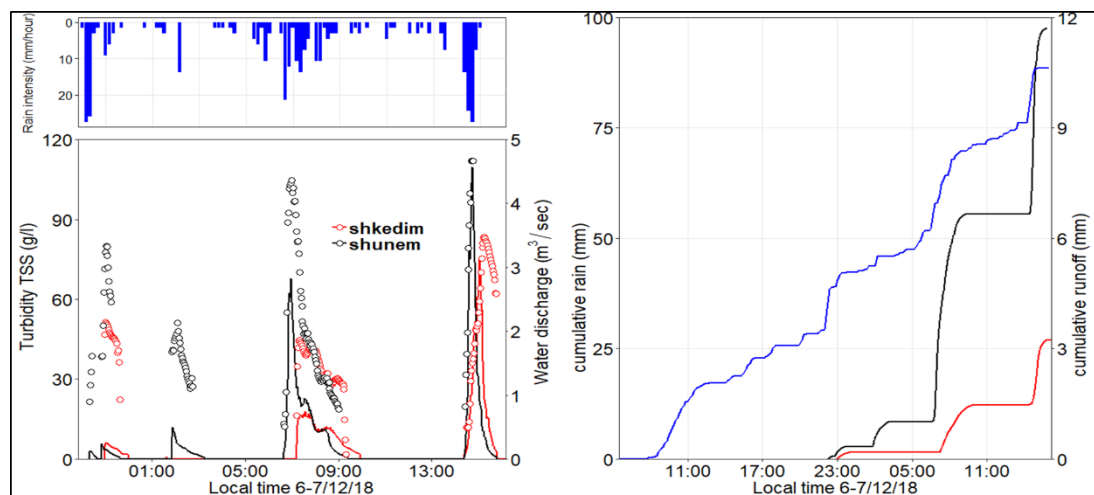
משרעת עומקי המים בתחנת חרוד פרדסים בחורף 2018/19 נעה בין 0.5 מ' ל-1.96 מ'. שיא עומק המים התרחש באירוע הנגר של ה-6.8.12.2018. באותו אירוע, ריכוז הרחופת המקסימלי היה 42 גר"/ליטר. ריכוז השיא העונתי עבור תחנת חרוד פרדסים הוא 165 גר"/ליטר. ריכוז זה נמדד באירוע הנגר הראשון לחורף 2018/19 אשר התרחש ב-21/10/2018.

בנחלים שקדים ושונם, נרשמו ספיקות שיא של 3.1 ו-4.6 מ³/שני, בהתאמה. ספיקות השיא התרחשו ב-7/12/2018 (טבלה 1). באירוע נגר זה נמדד ריכוז המרחפים הגבוה ביותר בנחל שונם, 112 גר"/ליטר. בעוד בנחל שקדים נמדד ריכוז שיא של 119 גר"/ליטר ב-23/11/2018. נפח המים הכולל בתחנות שקדים ושונם הוא 51 ו-23 אלמ"ק, בהתאמה. לעומת זאת, מכיוון שהשטח התורם נגר בשונם קטן מאשר בשקדים, נפח המים ליחידת שטח נמוך בשקדים מאשר בשונם. עובי הנגר הכולל בתחנות שקדים ושונם הוא 16 ו-18 מ"מ, בהתאמה. תפוקת הסחף ליחידת שטח עבור שקדים ושונם היא 400 ו-1000 טון/ק"מ². כמו כן, מבחינת עובי סחיפת קרקע אגנית ממוצעת שונם גבוה משקדים פי 2.5 (טבלה 1). אירוע הנגר שהתרחש ב-6-7/12/2018 מהווה 37% ו-83% מכלל תפוקת הסחף לעונת 2018/19 באגני הניקוז שקדים ושונם, בהתאמה. אזור 4 מציג את ההידרוגרפים והסדיגרפים בשני אגני הניקוז וכן את השתנות יחסי הגשם/נגר במהלך סופת

טבלה 1. סיכום מאפייני הזרימות בנחלים שקדים ושונם.

תאריך	משך הזרימה (h)	מספר שיאים	עומק (מקס') (m)	נפח מים (10 ³ m ³)	ספיקת שיא (מ ³ /s)	עובי נגר (mm)	ריכוז מרחפים (מקסי) (g/l)	תפוקת סחף (ton)	תפוקת סחף לשטח (ton/km ²)	עובי סחיפה (mm)
Shkedim										
21.10.18	4:00	1	0.17	0.3	0.6	0.1	-	-	-	-
25-26.10.18	0:28	1	0.11	0.2	0.2	0.1	42	5	2	0.00
22-23.11.18	4:00	3	0.12	2.8	0.3	0.9	119	110	30	0.03
6-7.12.18	6:00	3	0.37	10.0	3.1	3.2	84	470	150	0.13
20.12.18	3:00	3	0.27	12.0	0.6	3.9	53	140	50	0.06
27-28.12.18	1:00	2	0.11	0.5	0.2	0.2	79	10	5	0.00
7-9.1.19	13:00	9	0.18	11.7	0.6	3.8	35	200	60	0.06
14.01.19	5:00	3	0.23	6.4	0.9	2.1	56	180	60	0.05
16-17.01.19	6:00	5	0.24	6.1	1.0	2.0	42	150	50	0.04
28.2.19	0:45	1	0.13	0.4	0.2	0.1	57	20	5	0.00
1.4.19	1:00	1	0.12	0.3	0.2	0.1	43	10	3	0.00
Shunem										
25-26.10.18	0:34	1	0.14	1.9	0.2	0.2	109	10	7	0.01
22-23.11.18	4:00	3	0.32	2.2	1.4	1.9	96	80	70	0.06
6-7.12.18	8:00	4	0.55	13.9	4.6	11.7	112	830	700	0.61
20.12.18	1:00	3	0.21	1.1	0.1	1.0	77	40	30	0.00
7-9.1.19	2:00	4	0.11	0.4	0.1	0.3	-	-	-	-
14.1.19	2:00	2	0.31	2.1	1.3	1.7	92	130	110	0.10
16-17.1.19	1:00	2	0.28	1.8	1.0	1.5	61	80	70	0.06

הגשם שהתרחשה ב-6-7/12/2018. ההידרוגרפים בעלי מספר שיאים. בכל שיא, התגובה לפרק הגשם מהירה והרכיב העולה של ההידרוגרף תלול. יחסי הנגר/גשם גבוהים בשונם מאשר בשקדים לאורך כל אירוע הנגר.



איור 4. נחלים שקדים ושונם, 6-7/12/2018. (a) הידרוגרפים (קווים רצופים), סדיגרפים (עיגולים) ועוצמות גשם (כחולים). (b) עקומות מצטברות של נגר וגשם.

סיכום ומסקנות (2016/17-2018/19)

חורף 2018/19 הינו החורף השלישי ברציפות בו מבוצע ניטור בתחנות שונם ושקדים במקביל. שישה עשר אירועי זרימה נוטרו בתחנת שקדים ו-11 בתחנת שונם. ערכי השיא בכל תקופת המחקר, הן מבחינת נגר והן מבחינת סחף, נרשמו באירוע הנגר אשר התרחש ב-12.2016-13.12. ספיקות השיא באירוע זה היו 17 ו-10 מ³/שני בתחנות שקדים ושונם, בהתאמה. בנוסף, אירוע זה מהווה 40% מכלל הנגר שהצטבר בכל תחנה בכל תקופת המחקר. הסחיפה האגנית הממוצעת באירוע זה הייתה 1.4 מ"מ בתחנת שקדים ו-3.5 מ"מ בתחנת שונם. סופות גשם המתרחשות בתחילת החורף, בתקופת חזרה של שנתיים ומאופיינות בעוצמות גשם גבוהות וקרקע חשופה, אחראיות ליותר מ-90% מתפוקת הסחף הכללית בכל אחד מהאגנים ולריכוזי מרחפים גבוהים מ-200 גר"/ליטר. על כן, תוצאות המחקר מדגישות את החשיבות בשמירת כיסוי צמחי במהלך סופות הגשם המתקיימות בסתיו ובתחילת החורף.

קצב הסחיפה שחושב בנחל שונם (ללא פעולות שימור קרקע) הוא 2000 טון/קמ"ר/שנה המקבילים ל-1.7 מ"מ, פי 2.5 גבוה יותר מאשר בנחל שקדים הסמוך בו חושב קצב סחיפה של 820 טון/קמ"ר/שנה המקבילים ל-0.7 מ"מ. קצבים אלו הם הגבוהים ביותר שחשבו עד כה באגן ניקוז חקלאי בישראל. קצבי סחיפה כה גבוהים נמדדו בישראל ובאגן הים התיכון אך ורק באגני ניקוז המאופיינים ברעיית יתר או חקלאות אינטנסיבית. קצבי סחיפת הקרקע הגבוהים מאגן הניקוז הנמצא תחת פעולות שימור הקרקע (שקדים) מדגישים את חשיבותה של הגישה האגנית בשימור קרקע.