

יחסי גשם-נגר ממדרונות באזור צחיח

1. בחינת שיטות להגדלת יבול הנגר השנתי

משה גטקר, שמואל ארבל, רן מולכו, התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן shmuela@moag.gov.il, יצחק משה, מוטי שריקי, ארנון בן-דרור, ייעור ושימור קרקע, מרחב דרום, קק"ל, גילת

תקציר

מחקר זה עסק בבחינת כמויות הנגר הצפויות במדרונות בצפון הנגב, למטרת איסוף מי נגר כתוספת מים ליער הנטוע. ניטור השדה התמקד בפארק סירת שקד מדרום לאופקים. נאספו נתוני גשם ונגר מ-16 חלקות מדרוניות בשטח של 60 מ"ר כל חלקה. בחלקות בוצעו ארבעה טיפולים שונים: הידוק, חיטוף, ריסוס וכיסוח, לבחינת מידת השפעתם על הנגר. עובדו ונותחו נתוני הגשם והנגר שנאספו במהלך עונות החורף 1991/2 – 2000/01. נמצא כי טיפולי הכיסוח וההידוק נתנו תוספת של 35% נגר בהשוואה לחלקות ההיקש. הממצאים מצביעים על מתאם גבוה בין עובי הנגר השנתי לעובי הגשם השנתי בחלקות ההיקש; קשר זה מאפשר חישוב של הנגר השנתי על סמך נתוני עובי הגשם השנתי.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): קציר נגר, שיחים.

מבוא

פארק סירת שקד, ליד אופקים, ניטע החל ב-1987 כאתר לשיקום תהליכי סחיפה ולפיתוח צומח וצירי תנועה למטרות נופש ותיירות. כמות המשקעים הנמוכה (כ-160 מ"מ בשנה) ותהליכי הסחיפה במקום הכתיבו את תכנון שטח הנטיעה באופן שישמר את הקרקע מפני סחיפה וינצל את יבולי הנגר כתוספת מים לנטיעות. השטח נטוע ברובו בשיטת השיחים ומיעוטו בשיטות קצירי נגר אחרות (השיחים הם סוללות עפר הבנויות בקווי גובה על גבי המדרונות). מי הנגר נאגרים במעלה הסוללות ומנוצלים על ידי העצים. השיחים מתוכננים כך, שיוכלו לקלוט את רוב כמויות הנגר שיתפתחו על גבי המדרון גם באירועי גשם קיצוניים. במספר אגנים שולבו בערוצים לימנים קטנים, המתוכננים גם הם לקליטת רוב כמויות הנגר המרווח שבין השיחים נקבע בהתאם לסוג הקרקע, שיפועי המדרונות, פנויותיהם ונתונים של יחסי גשם-נגר אשר נלמדו במסגרת מחקרים שונים שנערכו באזור. יער המבוסס על קציר נגר מחייב שיטות ממשק וניהול שטח אשר יבטיחו אספקת מים לעצים ברמה נאותה, ושימור קרקע ויציבות של מבני העפר לקליטת מי הנגר (Boers & Ben-Asher, 1982; FAO, 1995). פארק סירת שקד מייצג שטח נרחב של קרקעות לס



איור 1: מערכת קצירי נגר הבנויה מלימנים ושיחים

Fig. 1: A water harvesting system based on bench terraces and limans

(מורין וחוב, 1992). במסגרת המחקר בחנו ארבעה טיפולים, כל טיפול כלל שלוש חזרות וחלקת היקש אחת.

חישוף מכני: בשיטה זו מבוצע חישוף פני השטח באמצעות מפלסת, לצורך החלקת פני השטח וביעור העשבייה. טיפול זה נועד לבחון את השפעת הקטנת אוגר פני השטח (כמות המים שיכולה להיאגר בשקעים מקומיים על פני השטח) על יבולי הנגר (כמות מי הגשם אשר ניגרת על פני הקרקע ולא מחלחלת). פעולת החישוף היתה חד-פעמית ובוצעה בשנת 1991.

ריסוס: ריסוס שנתי בחומרים מונעי נביטה. טיפול זה הוצע משום שהוא מקובל ביעור בשנת הנטיעה הראשונה. הריסוס בוצע מתחילת הניסוי ועד 1999.

הידוק: הידוק חד-פעמי של השטח במכבש מיוחד היוצר חריצים, שתפקידם לבנות רשת הידרוגרפית אשר מייעלת את זרימת הנגר לנקודת ריכוז (מורין וחוב, 1992). פעולה זו בוצעה בתחילת הניסוי ב-1991.

כיסוח: כיסוח שנתי במכסחת דשא כסימולציה לרעייה.

מערך המדידה והתצפיות

הגשם נמדד באמצעות מג"זים (מד-גשם זעיר) ובשנתיים הראשונות גם באמצעות מדי גשם רושמים מסוג למברכט או רושמי גשם אלקטרוניים.

הנגר נמדד באמצעות מערכת רישום אוטומטית אשר פותחה בתחנה לחקר הסחף לצורך מחקר זה.



איור 2: חלקות מדידת נגר באתר פארק סיירת שקד

עוסק ביחסי גשם-נגר ואמצעים שונים להגדלת יבול המים ממדרונות באזור צחיח.

שיטות ואמצעים

חלקות וטיפולים

אתר הניסויים נבחר בפארק סיירת שקד. חלקות הניסוי מוקמו על גבי מדרון קצוב בשיפוע של 6%, בעל קרקע אחידה ופנות מערבית (איור 2).

רוחב חלקות הניסוי היה 4 מטר בממד האופקי ואורכן 15 מטר. אורך זה מייצג את המרווח המקובל שבין השיחים

טבלה 1: מספר אירועי נגר שנתי מהטיפולים השונים בפארק סיירת שקד

Table 1: Number of annual runoff events from the different treatment plots in Sayeret Shaked Park

שנת משקעים Hydrological year	עובי גשם שנתי (מ"מ) Annual rainfall amount (mm)	Number of annual runoff events				
		כיסוח Mowing	ריסוס Spraying	חישוף Scraping	הידוק Compaction	היקש Control
1992*/1991	175	4	7	7	3	6
1993/1992	167	4	6	7	7	8
1994/1993	76	4	4	4	4	4
1995/1994	268	9	10	9	9	9
1996/1995	119	3	6	5	5	5
1997/1996	184	9	10	10	10	8
1998/1997	156	4	8	8	7	8
1999/1998	72	2	7	4	5	4
2000/1999	105	5	5	6	6	5
2001/2000	250	12	14	13	13	13
ממוצע רב-שנתי	157	5.6	7.7	7.3	6.9	7.0

* המדידות אינן כוללות את סופת נובמבר 1991
* Data do not include November 1991 storm

בחישוב ממוצע הגשם השנתי הוכנסו רק נתוני גשם יוצר נגר
Annual rainfall amount was calculated only for runoff events

תוצאות

מספר אירועי הנגר

בטבלה 1 ניתן לראות את מספר אירועי הנגר השנתיים לכל טיפול בהשוואה לעובי הגשם השנתי שגרם להם (חישובי עובי הגשם השנתי מתבססים על עובי גשם יוצר נגר בלבד). נוסף לכך, חושבו הממוצעים הרב-שנתיים של עובי הגשם ומספר אירועי הנגר.

מספר אירועי הנגר השנתיים משתנה בין הטיפולים השונים וההיקש בין 2 ועד 4 אירועי נגר בשנים שחונות, לעומת 10 ועד 13 אירועי נגר בשנים גשומות. חשוב לציין, שבכל תקופת המדידות לא היתה ולו שנה אחת ללא נגר, גם

בשנים 1994/1993 וכן ב-1999/1998, שבהן עובי הגשם היה קטן מ-50% מעובי הגשם הממוצע הרב-שנתי.

מטבלה 1 אפשר ללמוד על מספר אירועי הנגר בטיפולים השונים. מספר אירועי הנגר מחלקות ההידוק והכיסוח היה קטן ממספר האירועים בחלקות החישוף והריסוס.

הנגר השנתי

בטבלה 2 ניתן לראות את עובי הנגר השנתי בטיפולים השונים בכל שנות המדידה וכן את הממוצעים הרב-שנתיים כאחוז מההיקש. לא נמצא הבדל משמעותי בכמויות הנגר בין טיפולי ההידוק להיקש. בחלקות הכיסוח התקבל בממוצע שנתי עובי נגר של 57% בלבד מעובי הנגר הרב-שנתי בחלקות ההיקש

טבלה 2: עובי הנגר השנתי בחלקות עם טיפולים שונים בפארק סיירת שקד ביחס לחלקות היקש
Table 2: Annual runoff in the different treatment plots in Sayeret Shaked Park

שנת משקעים Hydrological year	עובי גשם שנתי (מ"מ) Annual rainfall amount (mm)	הנגר השנתי (מ"מ) בטיפולים השונים Annual runoff in different treatments				
		כיסוח Mowing	ריסוס Spraying	חישוף Scraping	הידוק Compaction	היקש Control
1992*/1991	175	11.7	29.0	41.0	16.1	24.2
1993/1992	167	13.0	27.8	32.4	25.1	23.4
1994/1993	76	5.3	18.6	18.2	8.2	11.0
1995/1994	268	48.2	86.9	96.4	65.8	75.7
1996/1995	119	0.7	5.8	5.7	3.9	3.5
1997/1996	184	17.0	54.5	35.7	38.0	29.1
1998/1997	156	6.7	30.8	28.5	22.6	18.2
1999/1998	72	1.5	11.5	6.8	5.9	4.5
2000/1999	105	3.9	20.9	24.7	17.4	16.0
2001/2000	250	38.4	64.1	59.3	47.7	53.4
ממוצע רב-שנתי Multi-annual average	157	14.6	35.0	34.9	25.1	25.9
ממוצע רב-שנתי כ- % מההיקש Multi-annual average % from control plot		57%	135%	135%	97%	100%

* המדידות אינן כוללות את סופת נובמבר 1991
 * Data do not include November 1991 storm

ערך הריסוס בשנה 96/95 משוחזר על פי הקשר עם חלקות החישוף
 The spraying data in 95/96 is calculated based on the relationships with the scraping plots

טבלה 3: סטיות הנגר השנתי בחלקות עם טיפולים שונים מהנגר בחלקות ההיקש
Table 3: Annual runoff deviation at the different treatment plots from the control plot

שנת משקעים Hydrological year	סטיה (מ"מ) מההיקש Deviation in mm from control				נגר שנתי (מ"מ) Annual runoff-mm (מ"מ)	עובי גשם שנתי מ"מ
	כיסוח Mowing	ריסוס Spraying	חישוף Scraping	הידוק Compaction		
1992*/1991	-12.5	4.7	16.8	-8.2	24.2	175
1993/1992	-10.3	4.5	9.0	1.8	23.4	167
1994/1993	-5.7	7.7	7.2	-2.8	11.0	76
1995/1994	-27.4	11.2	20.7	-9.9	75.7	268
1996/1995	-2.8	2.3	2.2	0.4	10.9	119
1997/1996	-12.2	4.25	6.5	8.9	29.1	184
1998/1997	-11.5	12.6	10.3	4.4	18.2	156
1999/1998	-3.0	6.9	2.3	1.3	4.5	72
2000/1999	-12.1	4.8	8.7	1.3	16.0	105
2001/2000	-15.0	10.8	5.9	-5.7	53.4	250

* Data do not include November 1991 storm

שנה גשומה Wet year שנה שחונה Dry year

דיון וסיכום

מטרת המחקר היתה לבחון את כמויות הנגר בטיפולי שטח שונים, כדי להבטיח תוספת מים מיטבית להשקיית העצים. כפי שניתן לראות בטבלאות 2 ו-3, הטיפולים השונים יכולים להפחית את כמויות הנגר או להגבירו. נמצא כי קיים קשר מובהק בין עובי הגשם השנתי לעובי הנגר השנתי. קשר זה יכול לשמש לחישוב כמויות נגר לצורך תכנון מערכות קצירי נגר. ניתוח כמויות הנגר ויחסי גשם-נגר, אשר נערך על נתוני המדידה הרב-שנתיים, מאפשר השוואה מבוססת בין הנגר בחלקות ההיקש לבין הנגר בחלקות המטופלות. ראוי לציין, כי כמויות הנגר ממדרונות לא מטופלים (חלקות ההיקש) גבוהות בהרבה מאלו אשר הוערכו על ידינו עם תחילת המחקר. חשוב גם להדגיש, כי בכל תקופת המחקר לא היתה אף שנה ללא נגר מהמדרון. במקרה של צורך בהגברת הנגר מהמדרונות, כגון במקרים שבהם יש הטרוגניות בטופוגרפיה של המדרון כתוצאה מעיבודים חקלאיים, ניתן להשתמש בטיפול חד-פעמי של חישוב. טיפולי החישוב והריסוס נתנו תוספת נגר דומה. אנו לא ממליצים על טיפול הריסוס וזאת משתי סיבות עיקריות: האחת, מחלקות אלו נצפו כמויות סחף גדולות מאוד; השנייה, שימוש רב-שנתי בריסוס בחומרים מונעי הצצה פוגע בצמחייה ובחי.

ואילו בחלקות החישוב והריסוס עובי הנגר הממוצע היה גדול ב-35% מזה של חלקות ההיקש. בטבלה 3 אפשר לראות את הפרשי הנגר הממוצעים מההיקש בטיפולים השונים.

ניתן לראות, כי על אף שהחישוב התבצע רק בשנת העבודה הראשונה, נתקבלה תוספת בכמויות הנגר לאורך כל שנות התצפית בחלקות החישוב לעומת ההיקש. נראה כי יש פחיתה מסוימת בהפרש עובי הנגר השנתי בהשוואה לעובי בחלקות ההיקש, וייתכן שמקורה בהקטנת ההשפעה של פעולת החישוב עם הזמן. ראוי לציין, כי אפילו בשנת 1998/1999, שהיתה שנה שחונה במיוחד, התקבלה תוספת נגר של 2.3 מ"מ בחלקת החישוב. ככלל, אפשר לראות גידול גבוה יחסית בכמויות הנגר מחלקות החישוב דווקא בשנים שחונות, שנים שבהן העצים זקוקים לתוספת מים חיונית זו:

בשנת 1994/1993 – תוספת של 7.2 מ"מ נגר.

בשנת 1996/1995 – תוספת של 2.2 מ"מ נגר.

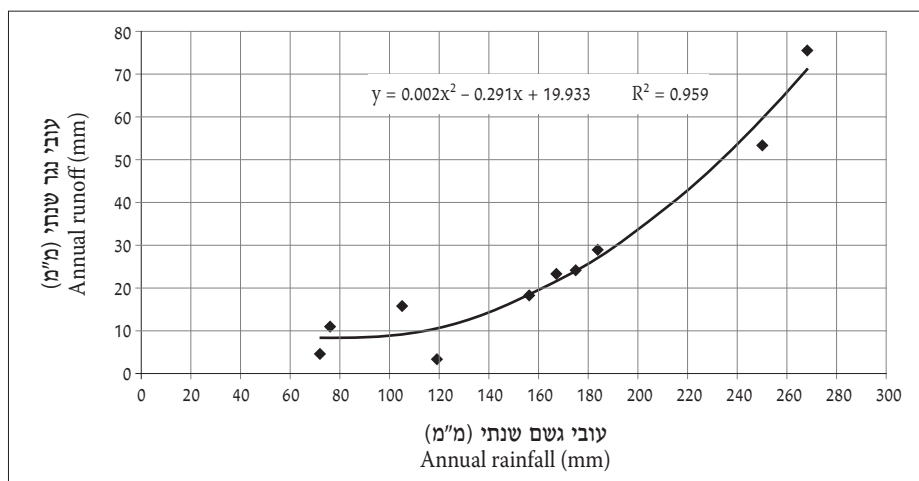
הקשר שבין הגשם השנתי לנגר השנתי

באיור 3 ניתן לראות את הקשר שבין עובי הנגר השנתי לעובי הגשם השנתי בחלקות ההיקש.

מקדם המתאם הגבוה ($R^2 = 0.96$) מאפשר חישוב נגר שנתי, על סמך מדידת גשם שנתי בתחנות המטאורולוגיות שבאזור, שבהן קיימת תקופת תצפיות ארוכה של כ-50 שנה.

איור 3: הקשר שבין עובי הנגר השנתי לעובי הגשם השנתי בחלקות ההיקש

Fig. 3: Annual rainfall-runoff relationship in the control plots within Sayeret Shaked Park



מקורות

- מורין ל', משה י' ושריקי מ'. (1992). קביעת נתוני הנגר לתכנון נטיעות בפסים באזור הדרום. התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור קרקע, משרד החקלאות.
- Abu-Zreig, M., Attom, M. & Hamasha, N. (2000). Rainfall harvesting using sand ditches in Jordan. *Agric. Water Manage.* 46, 183–192.
- Agassi, M., Shainberg, I. & Morin, J. (1981). Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 848–851.
- Ben-Asher, J. (1988). A Review of water harvesting in Israel. *World Bank Working Paper 2*. World Bank Sub-Saharan Water Harvesting Study, p. 47–69.
- Boers, T. M. & Ben-Asher, J. (1982). A review of rainwater harvesting. *Agric. Water Manage.* 5, 145–158.
- FAO. (1995). Soil conservation and management in developing countries. *Soils Bull.* 33. FAO, Rome.