



ניתוח משטר הגשם בצפון הנגב

שמואל ארבל^{1*} | משה גטקר¹ | יצחק משה² | מוטי שריקי³

- 1 התחנה לחקר הסחף, לשעבר
- 2 קק"ל מרחב דרום, לשעבר
- 3 קק"ל מרחב דרום
- * arbel.shmuel@gmail.com

תקציר

שהתקבל עשוי לסייע בתכנון מתקני שימור קרקע ואיסוף מי נגר ובהבנת תהליכי התפתחות ושרידות של הצומח ביער. נמצא כי בעקבות השנים השחונות נגרמו נזקי התייבשות עצים בשטחי היער. אי לכך ולנוכח תרחישי שינוי האקלים, מוצע להיערך ולהתאים את הפעילות היערנית לאירועי גשם שההסתברות להופעתם נמוכה, אף על פי שלא נמצאו מגמות שינוי במשטר הגשם.

הבנת משטר הגשם היא מרכיב חשוב בקביעת ממשק שיבטיח את שרידות היערות ואת הצלחת מאמצי השיקום של השטחים הממודברים בצפון הנגב. ניתוח משטר הגשם שערכנו התבסס על נתוני גשם מתחנות לניטור ארוך טווח בצפון הנגב, מרוחמה בצפון ועד שדה בוקר בדרום. הממצאים מלמדים על התנדודות הקיימת במהלך הגשם השנתי. במהלך תקופת המדידות היו שנים ברוכות בגשם, שכמויות הגשם שנמדדו בהן היו גבוהות בפער קיצוני ביחס לממוצע הרב-שנתי. מספר השנים הרצופות שאינן ברוכות בגשם ואורך הרצף שלהן גדולים מאלה של התקופות ברוכות הגשם. מתברר כי לתופעת השנים השחונות או הברוכות יש תפרוסת מרחבית גדולה, והיא מאפיינת את כל התחנות שנחקרו בצפון הנגב. ניתוח נתוני הגשם עד לשנת 2021 לא הראה מגמת שינוי בתחנות שנבחנו בצפון הנגב במשתנים השונים של משטר הגשם: כמויות הגשם השנתיות, הסופתיות והיומיות, מועדי התחלה וסיום של עונת הגשמים, וכן ההסתברות להופעת אירועי גשם שכמותם גדולה מ-10 מ"מ ומ-30 מ"מ. ניתוח המידע

מילות מפתח

הסתברות לכמויות גשם, נזקי בצורת, שנים ברוכות בגשם, שנים שחונות, תנדודות בכמויות הגשם

גולדה וסגירת כבישים 40 ו-222 בנובמבר 1994 (גרטי ושות', 1995).

במהלך השנים, כחלק מהמאמץ לשיקום שטחים בתהליכי מדבור ולהרחבת שטחי הנטיעה גם לאזורים היובשניים בסובב באר שבע, פיתחה קק"ל שיטות לאיסוף מי נגר וכן אמצעים לשימור קרקע וניקוז בשטחי היער. השיטות תלויות במשטר הגשם ומושפעות ממנו. כמו כן, בוצעו מחקרים והצטבר מידע על אודות השפעת מאפייני סופות הגשם על התפתחות הנגר, על שיעור הרטבת הקרקע ועל הפעילות הפיזיולוגית של עצי היער (גטקר וארבל, 2006; Raz-Yaseef et al., 2009, 2012).

מאגר נתוני הגשם

התנדוטיות הגבוהה במשטר הגשם לאורך זמן מחייבת ניתוח נתוני גשם שנאספו מתחנות ניטור ארוך טווח. ככל שסדרת נתוני הגשם ארוכה יותר, קיים סיכוי גבוה יותר להופעת אירועי קיצון שתדירותם נמוכה. אירועי קיצון אלה יכולים להשפיע על היער ועל המערכת האקולוגית.

התחנות שנבחרו הן תחנות למדידת גשם שנערכה בהן סדרת תצפיות ארוכה ורציפה. נתוני הגשם נאספו ממאגר המידע של השירות המטאורולוגי הישראלי (2023), הכולל גם נתוני גשם שנאספו בתקופת המנדט בטרם נטיעת היערות, ממדידות בתחנות שקק"ל הקימה בשטחי היער, ומאתרי מחקר שהוקמו על ידי קק"ל והתחנה לחקר הסחף של משרד החקלאות. הנתונים נאספו מתחנות בצפון הנגב המייצגות את מפל הגשם האופייני, מאזור רוחמה בצפון ועד שדה בוקר בדרום, ומאזור בארי במערב ועד ליער יתיר במזרח (טבלה 1).

תוצאות ודין

ניתוח נתוני הגשם נעשה לפי מדדים מקובלים תוך מאמץ לבחון את מאפייני הגשם באמצעות מדדים הנשענים על מסקנות מחקרי יער ועל ניסיון שהצטבר במהלך עשרות השנים האחרונות.

מהלך רב-שנתי של כמות הגשם השנתית

בכל תחנת מדידה נבחן המהלך הרב-שנתי של הגשם (השינויים בכמויות הגשם השנתיות לאורך הזמן). חושבה כמות הגשם הרב-שנתית הממוצעת, ונעשה ניתוח של נתוני

המאמר דן במאמץ להבין את משטר הגשם בצפון הנגב בהתבסס על ניתוח נתוני הגשם שנאספו בתחנות המדידה מאז תחילת המדידות. ניתוח נתוני הגשם הוא מרכיב בעבודת מחקר תלת-שנתית ומקיפה שהוזמנה על ידי קק"ל, ומטרתה ניתוח וסיכום של כ-30 שנות תצפיות ומחקר הידרולוגי שנערכו בצפון הנגב באתרי הניטור ארוך הטווח וביערות קק"ל.

בשנה הראשונה עסק המחקר בבניית מסד הנתונים המקיף וארוך הטווח של נתוני הגשם והנגר בתחנות המחקר הפרוסות בשטחי היער בנגב, ובמעקב אחר אירועי הזרימה (30 שנות מעקב אחר גשם ונגר ב-18 לימנים; 10 עד 20 שנות ניטור של יחסי גשם-נגר באגנים: בכרה, כתף בתרים, דודאים עשן וסיירת שקד; עשרות שנים של ניטור ספיקות ונפחי גשם בנחלים: הגדי, קוטמית, שמריה, אופקים ועלקת; ניטור מאגרי מים ומאות מדידות של אירועי גשם ונגר חריגים בכל רחבי הנגב, הערבה ומדבר יהודה). אנו מצויים כעת בשנת המחקר השנייה ועוסקים, בין השאר, בניתוח משטר הגשם בצפון הנגב.

משטר הגשם הוא גורם מגביל בהתפתחות ובשרידות של היערות בישראל. ניתוח נתוני הגשם בטווח של עשרות השנים בעבר עשוי לסייע בחיזוי משטר הגשם בעתיד. יש לכך חשיבות יתרה עבור יערות במרחב דרום, היות שהם נטועים ברובם ברצועה שבין האזור הים תיכוני לאזור המדברי, באזור הנחשב כיובשני בהשוואה למרבית שטחי היער בשאר אזורי הארץ. להבנת משטר הגשם ומאפייני התנדודות העיתיות והמרחביות ואירועי הקיצון עשויה להיות תרומה בתכנון ממשק יערי שיבטיח את שרידות היערות באזור היובשני ואת הצלחת פעולות השיקום בשטחים הממודברים. ניתוח נתוני הגשם והבנת משטר הגשם המתייחס לעשרות השנים בעבר, עשויים לסייע בחיזוי משטר הגשם בעתיד ולתרום לתכנון מיטבי של הפעילות היערנית בייחוד לנוכח שינוי האקלים הצפוי.

השפעת משטר הגשם על היער

בעשורים האחרונים אירעו תקופות בצורת שפגעו בשטחי יער במרחב דרום, ובחלק מהמקרים השפעתן התבטאה בהתייבשות עצים בוגרים ביחידות שטח נרחבות יחסית. בצד שנות הבצורת ירדו בתקופה זו גם גשמים עזים מאוד, שגרמו להצפות ולנזקי סחיפה במגוון שימושי השטח באזור, למשל הצפת חניון בית הספר התיכון עומר וסגירת כביש 60 באוקטובר 2002 (ארבל ושות', 2006) והצפת פארק

שם התחנה	שנת תחילת המדידות	מספר שנות מדידה	כמות גשם שנתי (מוצעת מ"מ)
רוחמה	1934/1935	85	354
בארי	1944/1945	76	351
להב	1952/1953	70	296
יתיר	1966/1967	52	271
אורים	1940/1941	80	210
באר שבע	1921/1922	101	193
רביבים	1935/1934	86	102
שדה בוקר	1951/1952	71	88

טבלה 1
דוגמאות לתחנות מדידת הגשם שנתונין נבחנו

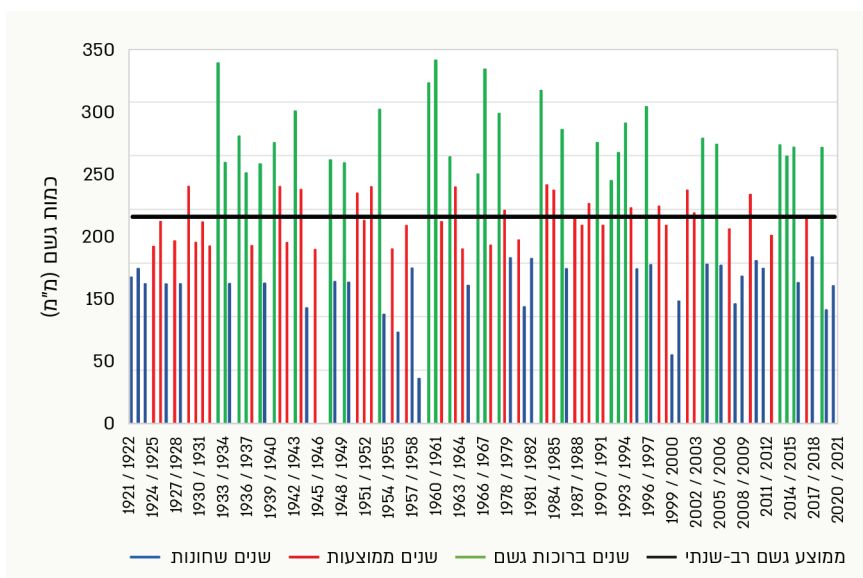
7-7 שנים ממוצעות, שמהן שנה אחת בלבד הייתה מעל לערך של ממוצע הגשם הרב-שנתי. מבחינת שרידות הצומח יש משמעות לתקופות של מספר שנים רצופות שלא היו בהן שנים ברוכות בגשם. הנתונים מראים כי מספר התקופות שיש בהן רצף שנים עם כמויות גשם מתחת לממוצע הרב-שנתי, גדול ממספר התקופות שיש בהן רצף שנים עם כמויות גשם מעל לממוצע הרב-שנתי.

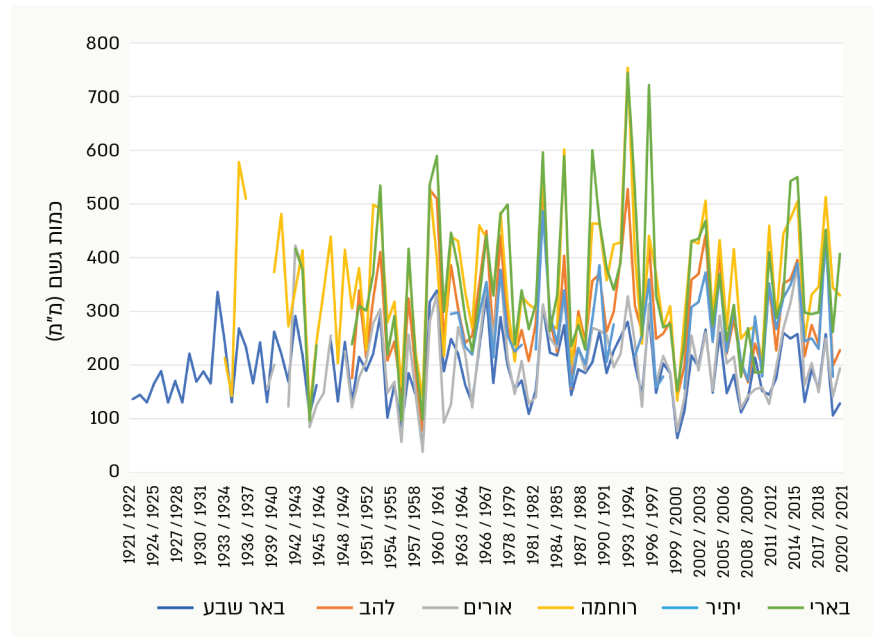
באיור 2 מוצגת כמות הגשם השנתית בשש תחנות מדידת גשם בצפון הנגב. מהנתונים עולה כי פחיתה בכמות הגשם השנתית בהשוואה לממוצע הרב-שנתי היא תופעה בעלת תכרסת מרחבית רחבה. לדוגמה, בשנת 1962/1963 כמות הגשם השנתית בכל שש התחנות הייתה בשיעור של 20-40% מהכמות הרב-שנתית הממוצעת. בחינת התקופות שהתאפיינו בכמויות גשם מעל לממוצע הרב-

הגשם הכולל חלוקה שלהם לקבוצות שנים ממוצעות (כמות הגשם בתחום מחצית סטיית התקן מעל או מתחת לממוצע הרב-שנתי), ברוכות (כמות הגשם גבוהה ממחצית סטיית התקן שמעל לממוצע הרב-שנתי) ושחונות (כמות הגשם נמוכה ממחצית סטיית התקן שמתחת לממוצע הרב-שנתי) באיור 1 מוצג מהלך הגשם השנתי בתחנת באר שבע. קיימים הבדלים משמעותיים בכמויות הגשם השנתיות, הנתונות בין 42 מ"מ בשנת 1962/63 ועד 339 מ"מ בשנת 1964/65. מניתוח הנתונים עולה כי מספר השנים הברוכות בגשם (29), נמוך במקצת ממספר השנים השחונות (33) (איור 1). כמו כן, ב-60% מהשנים הממוצעות כמויות הגשם היו נמוכות מהממוצע הרב-שנתי של הגשם.

ניתן להבחין בתקופות שיש בהן רצף של שנים שאינן ברוכות בגשם, לדוגמה, מהשנה ההידרולוגית 1921/22 עד 1932/33. בתקופה זו שארכה 12 שנים, היו 5 שנים שחונות

איור 1
מהלך רב-שנתי של כמות הגשם השנתית בתחנת באר שבע





איור 2

מהלך הגשם הרב-שנתי בשש תחנות מדידת הגשם בצפון הנגב

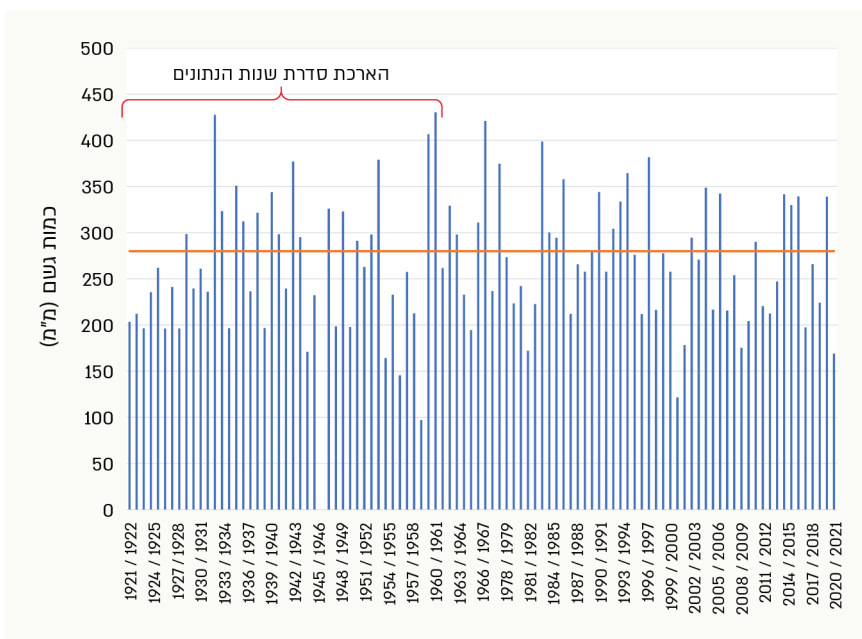
נפגעו עצים ביער יתיר, התייבשות העצים ביערות להב, דודאים וכרמים נמשכה, וכן נרשמו התייבשויות מקומיות של מיני עצים רגישים, כגון אורן הצנובר ביערות כרמון ואיתן. ראוי לציין כי נוסף על מין העץ וכמות הגשם, קיימת חשיבות גם לגורמים נוספים בהבטחת שרידות מיני העצים, כמו מאפיינים של בית הגידול. למשל, אחוז השרידות של עצי אורן ירושלים שניטעו בבתי גידול סלעיים ביערות יתיר, להב ודודאים היה גבוה בצורה משמעותית בהשוואה לעצי אורן ירושלים שניטעו בבתי גידול קרקעיים (Preisler et al., 2019).

תחנת הגשם בבאר שבע היא הוותיקה בצפון הנגב, וכמויות הגשם נמדדות בה כבר למעלה ממאה שנים, החל מחורף 1921/1922. מתברר כי קיימת התאמה ($R^2=0.66$) במגמת מהלך הגשם הרב-שנתי בין תחנת גשם באר שבע לתחנת גשם יתיר. התאמה זו מאפשרת לשער את כמויות הגשם שנמדדו בשטח יער יתיר לפני שהחלו בו המדידות, החל משנת 1921/1922, עוד בטרם נטיעתו. "הארכת" סדרת השנים בגישה המתוארת עשויה ללמד על התנודות בכמות הגשם השנתית, כולל הופעת תקופות קיצון, שלכאורה התרחשו בעבר, ועל האפשרות של חזרת שנים שחונות או ברוכות בגשם בעתיד (איור 3).

מ"הארכת" סדרת שנות המדידה ביתיר עולה כי תחילת הנטיעות ביער יתיר (1964) התרחשה לאחר שש שנים שכמות הגשם השנתית בהן הייתה נמוכה מהממוצע הרב-שנתי, ולאחר שנת 1962/3 שהייתה השנה השחונה ביותר מאז ראשית המדידות. אם כן, יער יתיר עדיין לא חווה מאז הקמתו סדרת שנים כה ארוכה ודלה בגשם, כפי שהתרחשה

שנתי, מלמדת כי גם תופעה זו היא בעלת תכרסמת מרחבית רחבה. לדוגמה, בשנת 1982/1983 כמות הגשם השנתית הייתה בשיעור 1.5 ויותר מהממוצע הרב-שנתי בכל תחנות המדידה בצפון הנגב.

במהלך השנים בוצעו מגוון סקרים מהקרקע ומהאוויר לאיתור ולבחינה של מאפייני הנזקים ביערות בעקבות התקופות השחונות. לדוגמה, סקרי יער שערכה מחלקת היער במרחב דרום לאיתור ולתיעוד של הנזקים (משה וספרינצ'ין, 2002), לאחר הרצף 1995/96–1999/00 (השנה השחונה ביותר בטווח שנים זה הייתה 1998/99) ולאחר 2005/06–2010/11 (השנים השחונות בתקופה זו היו 2007/08, 2008/09). מתברר כי נזקי ההתייבשות של היערות לאחר תקופת 1995/96–1999/00 היו בפריסה גאוגרפית רחבה, ולמעשה נפגעו היערות כרמון, פלוגות וקוממיות בצפון האזור, וגילת, דודאים, להב וכרמים בדרומו (הפגיעה ביער יתיר הייתה נמוכה יחסית). נפגעו סוגי עצים שהתברר כי אינם שורדים בתנאי הבצורת – חלקות עצי ברוש מצוי (*Cupressus sempervirens*) שניטעו בעמקים, עצי קליטריס מיובל (*Callitris verrucosa*) שניטעו ברצועות ארוכות לאורך נחלים, עצי קזוארינה מכחילה (*Casuarina glauca*), מינים שונים של עצי אורן (אורן הצנובר [*Pinus pinea*], אורן ירושלים [*P. halepensis*] ואורן קפריסאי [*P. brutia*]) ברמות פגיעה שונות, וכן מינים שונים של איקליפטוס (בעיקר מהמינים אקליפטוס המקור [*Eucalyptus camaldulensis*] איקליפטוס מערבי [*E. occidentalis*] ואיקליפטוס מסמרי [*E. gomphocephala*]), שניטעו בגבעות כורכר בצפון הנגב ובמערבו, ועברו מספר מחזורי כריתה. בעקבות הרצף השחון 2005/06–2010/11



איור 3

מהלך רב-שנתי של כמות הגשם השנתית בתחנת יתיר כולל "הארכת" סדרת הנתונים לאחר משנת 1965/66 עד לשנת 1921/22

שירדו בהן מעל 30 מ"מ גשם. הופעה של סוככות גשם עזות במהלך שנים מעוטות גשם עשויה למתן את ההשפעה השלילית שיש לכמות גשם שנתית נמוכה על ההתפתחות והשרידות של העצים (Dorman et al., 2015). בהמשך לכך בדקנו ומצאנו כי בשש השנים השחונות ביותר שנצפו עד כה (1952/53, 1959/60, 1962/63, 1983/84, 1998/99, 2008/09) אכן היו סוככות גשם שירדו בהן גם מעל 30 מ"מ גשם. מכאן ניתן ללמוד כי גם בשנים שחונות קיים סיכוי לשרידות היער.

ניתוח ההסתברות לכמות גשם יומית וסוככות עשוי לסייע בהערכת ההיתכנות להתפתחות אירועי נגר, והסיכוי לתוספת לחות קרקע בהשפעת הפעולות לאיסוף מי נגר (לימנים, שיחים, טרסות וכד'). ההסתברות לכמות גשם יומית וסוככות עשויה ללמד על נפחי נגר וסוככות שיא של זרימת הנגר, גורם חשוב בתכנון מתקני איסוף הנגר להבטחת קליטת נגר מיטבית, וכן בתכנון מיטבי למתקני שימור הקרקע והניקוז להבטחת ויסות שיטפונות ולמניעת סחף קרקע.

מגמות ארוכות טווח במשטר הגשם

השירות המטאורולוגי הישראלי בחן את מגמת השינויים במשטר הגשם בישראל בעשרות השנים האחרונות. המחקרים כללו התייחסות לכמויות הגשם השנתיות, הסוככות והיומיות, למספר ימי הגשם בשנה ולהבדלים תקופתיים ובין האזורים בארץ. במדדים שנבדקו לא נמצאו מגמות מובהקות. אחת הסיבות לכך היא התנדבותיות

טרם נטיעתו. מסתבר כי בשנות ה-20 של המאה הקודמת היה רצף של שמונה שנים שבהן כמות הגשם השנתית הייתה נמוכה מהמוצע הרב-שנתי. יש להביא בחשבון כי תקופות שחונות כגון אלה עלולות להתרחש בעתיד.

ההסתברות לכמות גשם שנתית, סוככות, יומית

ניתוח ההסתברות לכמות גשם שנתית, סוככות (כמות גשם מעל 2 מ"מ ששירדת בפרק זמן מסוים, שבמהלכו משך ההפוגה המרבי בין פרקי הגשם אינו עולה על 24 שעות) ויומית (כמות הגשם ביממה מ-08:00 עד-08:00 למחרת) (טבלה 2) עשוי לסייע בהבנת ההשפעה של כמות הגשם על שרידות עצי היער. ממצאי מחקרים שבוצעו בתחנת המחקר של מכון ויצמן ביער יתיר (יער מחטני, שעיקר הנטיעות בו הן של אורן ירושלים) מראים כי אירועי גשם שכמותם 30 מ"מ ומעלה מביטיחים חידור של מי גשם לקרקע ברמה ובעומק המאפשרים תהליכי דיות בעצים. תהליכים אלה מאפשרים קיבוע פחמן, ולמעשה מביטיחים את התפתחות היער. הרטבה בהשפעת אירועי הגשם הללו עשויה אף לאפשר שאריות של לחות קרקע ביער במשך התקופה היבשה עד לעונת הגשמים הבאה (Raz-Yaseef et al., 2009, 2012).

מחקר שבחן את עוביין של טבעות עצים חיים ביער להב וביער דביר (יערות מחטניים שהמין העיקרי הנתוע בהם הוא אורן ירושלים), מלמד על ההשפעה החיובית שיש לכמות הגשם השנתית על עובי הטבעות השנתיות בגזע העץ ומכאן על צימוח העצים. גורם משני המשפיע באופן חיובי על התפתחות הטבעות בעצים היה הופעת סוככות

כמות גשם שנתית בהסתברויות שונות (מ"מ)								הסתברות (%)
שדה בוקר	רביבים	באר שבע	אורים	יתיר	להב	בארי	רוחמה	
216.9	218.6	358.3	437.8	518.8	601.0	779.9	678.9	1%
195.3	202.3	337.4	406.8	477.9	554.5	712.3	637.2	2%
166.5	178.1	304.2	359.7	422.4	489.6	619.3	572.0	5%
143.7	159.1	278.1	322.8	378.2	437.8	545.2	519.5	10%
119.9	136.3	245.6	278.2	332.3	379.6	464.6	456.5	20%
92.9	109.5	205.6	227.8	280.9	311.3	370.2	379.0	40%
82.6	98.4	188.5	203.4	258.4	284.9	333.9	347.0	50%
64.1	77.4	155.6	155.0	225.0	234.7	267.0	283.6	70%
34.1	39.4	91.5	85.6	160.4	147.6	152.4	164.1	95%
20.4	19.1	56.0	44.4	132.2	104.6	97.2	99.4	99%
כמות גשם סופתית בהסתברויות שונות (מ"מ)								
94.6	89.1	134.9	163.0	183.1	198.5	275.6	238.8	1%
79.2	76.6	118.9	143.3	159.6	172.1	237.3	206.6	2%
60.7	60.7	98.4	118.4	129.6	138.8	188.6	165.8	5%
48.2	49.7	83.4	99.6	108.8	116.1	154.6	137.4	10%
36.6	38.9	68.2	80.3	88.4	93.7	121.4	109.8	20%
25.6	28.5	52.5	59.9	69.7	72.2	89.2	83.1	40%
22.0	24.8	46.7	52.4	61.6	64.7	77.8	73.5	50%
16.4	19.0	37.2	39.5	46.2	52.9	59.6	58.6	70%
9.4	10.8	23.2	20.2	33.3	37.0	31.8	37.2	95%
7.1	8.4	17.6	12.4	29.9	31.5	26.2	31.2	99%
כמות גשם יומית בהסתברויות שונות (מ"מ)								
73.4	89.1	68.3	93.3	89.5	95.9	275.6	112.2	1%
60.0	76.6	61.8	81.6	80.6	85.9	237.3	99.3	2%
44.7	60.7	53.3	66.4	69.4	73.0	188.6	82.8	5%
34.8	49.7	46.6	55.7	60.6	63.2	154.6	70.9	10%
26.0	38.9	39.6	45.0	52.0	53.1	121.4	58.6	20%
18.3	28.5	31.9	34.0	42.0	42.2	89.2	46.2	40%
15.9	24.8	29.0	30.3	37.6	38.3	77.8	41.6	50%
12.2	19.0	23.7	23.9	31.0	31.3	59.6	34.1	70%
8.2	10.8	15.4	14.9	20.3	20.7	31.8	23.1	95%
7.1	8.4	11.7	11.6	16.0	16.3	26.2	18.7	99%

טבלה 2

הסתברויות של כמויות הגשם השנתיות, הסופתיות והיומיות בשמונה תחנות בצפון הנגב

אומנם לא נתגלו במחקר הנוכחי שינויים במאפייני הגשם עד לשנת 2021/22, אך מאחר שהתרחישים לעתיד מנבאים שינויים לקראת אמצע וסוף המאה הנוכחית, מומלץ להיערך ולהתאים את הפעילות היערנית במגוון ההיבטים לאירועי גשם שההסתברות להופעתם נמוכה (אירועי גשם חריגים). את מגוון המרכיבים במתקני שימור הקרקע, קצירי הנגר והדרכים, מומלץ לתכנן בהתאם לאירועי הגשם היומיים והסוכפתיים הקיצוניים, אירועים שאחראים לספיקות זרימה גבוהות ולנפחי נגר גבוהים. סיבה נוספת להמלצה לתכנון המתקנים לאירועי גשם קיצוניים היא העובדה שהם יכולים להתרחש בכל מרחב צפון הנגב. משמעות התאמת התכנון לאירועי גשם קיצוניים היא הגדלת רוחב המגלשים וממדי "דרכי המים" (תעלות הטיה מדרוניות), הגדלת נפחי האיגום במתקני קציר הנגר, הגדלת קוטר צינורות הניקוז בדרכי היער והגדלת חתך המעברים האיריים בדרכי היער. מאחר שהפעילות היערנית מתמקדת באגנים קטנים ובאורכי מדרון קצרים, שהם שטחים המאופיינים בספיקות זרימה ובנפחי איגום קטנים יחסית, הרי שהתאמת התכנון והביצוע לאירועי הגשם החריגים אינה כרוכה בהכרח בהשקעות גבוהות, וממילא תבטיח את קיימות הסוגים השונים של המתקנים. התחזיות להקטנת כמויות הגשם השנתיות מעלות את חשיבות איסוף מי הנגר והגדלת חידור המים לקרקע במטרה לאפשר את שרידות הצומח בעונות היבשות. נוסף על כך, מומלץ להבטיח נטיעה של סוגים ומינים שונים של עצים העמידים לתנאי מיעוט גשם ולסוג בית הגידול. בעשורים האחרונים הצטברו ניסיון בנושא במרחב דרום וכן ידע מחקרי הנוגע לשרידות ולהתאמה של סוגי העצים, רחבי עלים ומחטניים, לשנים השחונות במגוון בתי הגידול, כמו גם ההבדלים בעמידות ליובש של מיני אורן שונים. מחקר ארוך טווח ביער יתיר ותורת ניהול היער

השנתית החזקה המאפיינת את משטר הגשם בישראל (יוסף ושות', 2019; חלפון ושות', 2021; ציפורי ושות', 2022).

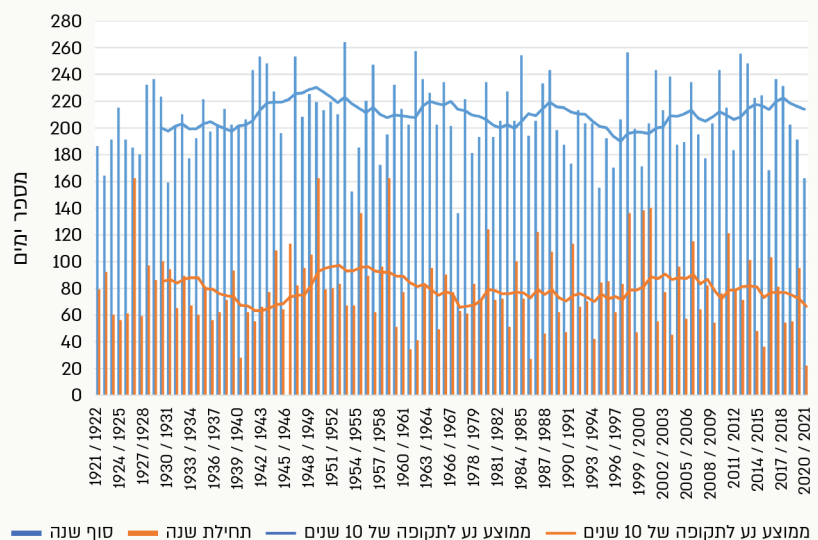
במסגרת המחקר הנוכחי בצפון הנגב נבחנו מגמות השינויים במשתנים שונים של משטר הגשם. בכל תחנות צפון הנגב שנבחנו נמצאה שונות בין-שנתית גדולה בכל מאפייני הגשם. נמצא כי מגמות השינויים לאורך הזמן היו אפסיות ולא מובהקות. **למעשה, מתחילת המדידות ועד לשנת 2021 אין מגמת הפחתה או הגדלה של כמויות הגשם השנתיות, הסוכפיות והיומיות בצפון הנגב. לא נמצאו מגמות לשינוי במועדי התחלה וסוף של עונת הגשמים** (איור 4). לא נמצאו מגמות גם במספר אירועי הגשם בשנה שכמויות הגשם בהם היו מעל 10 מ"מ או מעל 30 מ"מ.

מחקר שערך השירות המטאורולוגי הישראלי מציג תחזית לדפוסי המשקעים הצפויים בישראל בהתאם לתרחיש ריכוז גזי החממה. בהתאם לתרחיש של שינוי האקלים, צפויה ירידה בכמות המשקעים הממוצעת לקראת סוף המאה ה-21, והירידה העיקרית בכמות צפויה להתחיל לקראת אמצע המאה. לקראת אמצע המאה צפויה גם עלייה במשך הרצפים של שנים שכמות הגשם השנתית בהן תהיה מתחת לממוצע (ונגר ושות', 2021).

ממחקר שנערכה בו תחזית למשטר הגשם בישראל בסוף המאה הנוכחית והמתייחס לשינויים במאפייני הגשם בסוכפות עתירות משקעים (Armon et al., 2021), עולה כי סוכפות הגשם בעתיד יהיו "מרוכזות", וגודל השטח המומטר בסוכפה יקטן בשיעור של 40%. עוצמת הגשם בסוכפות האלה תגדל ב-15%, ומשך זמן הסוכפות יקטן ב-9%. השינויים הללו יגרמו לירידה בכמות הגשם הכוללת בשיעור של 30%.

איור 4

מועדי התחלה וסוף של עונת הגשמים לאורך שנות המדידה בתחנת באר שבע
 מספר הימים המצוין נספר מ-1 בספטמבר בכל שנה.



ארוך הטווח ביער יתיר עשוי להעמיק את ההבנה של מאזן המים ביער בוגר, ואולי אף לספק הנחיות חדשות לדילול יער ותיק, הנחיות שיתווספו לתורת ניהול היער בישראל.

בישראל (אוסם ושות', 2014), מנחים את עוצמות הדילול. הסיכוי לחזרת השנים השחונות שהיערות לא חוו בעבר (איור 3), מעלה את חשיבות דילול היערות במועד, במטרה להגביר את עמידותם בשנים השחונות. המשך המחקר

מקורות

ציפורי א, יוסף י וחלפון נ. 2022. **מגמות בגשם כבד בישראל בתקופה 1951–2021**. דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2019-0000075, השירות המטאורולוגי הישראלי.

Armon M, Marra F, Enzel Y, Rostkier-Edelstein D, Garfinkel CI, Dayan U, et al. 2022. Reduced rainfall in future heavy precipitation events related to contracted rain area despite increased rain rate. *Earth Future*, 10(1), e2021EF002397.

Dorman M, Perevolotsky A, Sarris D, and Svoray T. 2015. Amount vs. temporal pattern: on the importance of Intra annual climatic condition on tree growth in a dry environment. *Journal of Arid Environments*, 118, 65–68.

Raz-Yaseef N, Yakir D, Rotenberg E, Schiller G, and Cohen S. 2009. Ecohydrology of a semi arid forest: partitioning among water balance components and its implications for predicted precipitation changes. *Ecohydrology*, DOI 10.1002/eco.65.

Raz-Yaseef N, Yakir D, Schiller G, and Cohen S. 2012. Dynamics of evapotranspiration partitioning in semi arid forest as affected by temporal rainfall patterns. *Agriculture and Forest Meteorology*, 157, 77–85.

Preisler Y, Tatarinov F, Grunzweig JM, Bert D, Ogee J, Wingate L, et al. 2019. Mortality versus survival in drought-affected Aleppo pine forest depends on the extent of rock cover and soil stoniness. *Functional Ecology*, 33, 901–912.

אסם י, ברנד ד, טאובר י, פרבולוצקי א וצורף ח. 2014. **תורת ניהול היער בישראל, מדיניות והנחיות לתכנון ולמשק היער**. אגף הייעור, קרן קימת לישראל.

ארבל ש, גטקר מ וארזי ע. 2006. **נתוני שטפונות וגשם באירועים חריגים, סיכום השנה ההידרולוגית 2002/2003**. התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות.

גטקר מ וארבל ש. 2006. **השפעת היעור, פעולות שימור קרקע וניהול רעייה בדרום הארץ, על היבטי זרימה וסחף קרקע**. דו"ח מס' 90-9-171-03, התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות וקרן קימת לישראל, מרחב דרום.

גרת'ר, גטקר מ, ארבל ש, זונט מ, גוטסמן מ ופיזיק א. 1995. **משטר הגשמים בנגב ובערבה בחורף 1994/95 ואירועי הגאיות אשר התרחשו בעקבותיו**. דו"ח מיוחד מס' M-52. התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות וקרן קימת לישראל, מרחב דרום.

השירות המטאורולוגי הישראלי. 2023. אתר האינטרנט <https://ims.gov.il> ונגר ד, חלפון נ ויוסף י. 2021. **מגמות היסטוריות ומגמות חזויות בדפוסי המשקעים בישראל עד סוף המאה הנוכחית**. השירות המטאורולוגי הישראלי.

יוסף י, בהר"ד ע, אוזן ל, אוסטינסקי-צדקי א, כרמונה י, חלפון נ ושות'. 2019. **שינוי האקלים בישראל מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורה והמשקעים**. דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2019-0000075, השירות המטאורולוגי הישראלי.

חלפון נ ויוסף י. 2021. **השוואת שלוש תקופות תקן סטנדרטיות בכמות הגשם בישראל**. השירות המטאורולוגי הישראלי. משה י וספרינצין ש. 2002. **דו"ח סקי בצורת ביערות מרחב דרום**. קרן קימת לישראל, מרחב דרום.



ממשק יער יתיר, המבוסס על ידע מחקרי ועל ניסיון, מאפשר את שרידות היער שנטיעתו החלה בשנת 1964 צילום: יצחק משה