

חם וגשום, האביב וראשית הקיץ

יוצאי הדופן של 2018

דיווח משותף של השירות ההידרולוגי והשירות המטאורולוגי

השטפונות העזים של חודש אפריל

בתאריכים 25 ו-26 באפריל השנה ירדו כמויות משקעים גבוהות יחסית לעונה באזורים שונים בארץ. בעקבות המשקעים שהתאפיינו לעיתים גם בעוצמות גבוהות, התפתחו שיטפונות משמעותיים אשר גרמו לנזקים ברכוש ובנפש בנחלים במרכז ודרום מדבר יהודה המתנקזים לים המלח ובנחלי הנגב המרכזי המתנקזים לנחל הערבה. בחלק מהנחלים אלו נרשמו ספיקות שיא חריגות בהסתברות חזרה של פעם אחת בשלושים עד חמישים שנה. זהו הרקע ההידרו-מטאורולוגי לסופת אפריל על פי דיווח משותף של השירות ההידרולוגי ברשות המים והשירות המטאורולוגי.

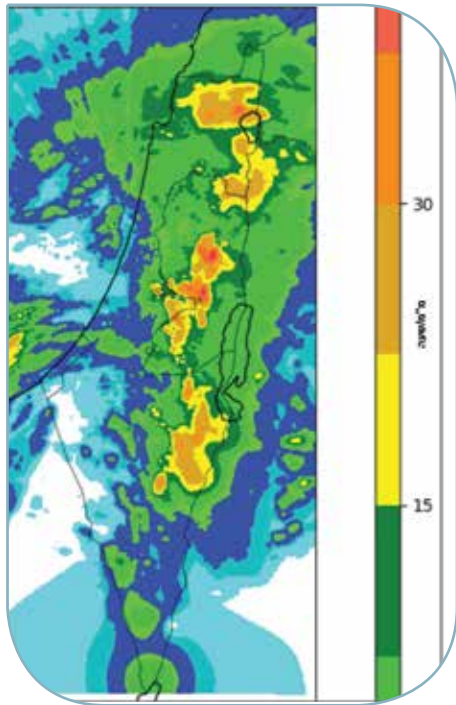
רקע הידרו-מטאורולוגי ומשקעים בתחומי ההתנקזות בדרום הארץ

בימים 25-27 באפריל הופיע באזורנו מערכת סינופטית קרקעית של אפיק ים סוף בעלת לחץ אוויר נמוך (1010 מיליבר בקרקע) עם ציר מזרחי מחודד, בשילוב עם שקע רום עמוק (טמפרטורה של -20 מעלות במפלס הלחץ 500 מיליבר). ציר האפיק המזרחי הסיע אוויר חם יחסית בשכבות הנמוכות ולחות טרופית בשכבות הנמוכות, הבינוניות והגבוהות של האטמוספירה מכיוון דרום-מזרח. השילוב של אוויר חם בשכבות הנמוכות עם אוויר קר בשכבות הגבוהות יצר מפל טמפרטורה חריף, אי יציבות והתפתחות ענני סערה. מצב כזה המתרחש רק בעונות מעבר מתבטא בעוצמות גשם גבוהות בזמן קצר אשר עשויים לגרום לשיטפונות משמעותיים. תחום הניקוז המזרחי בארץ (אגני ההיקוות המתנקזים לירדן הדרומי, לים המלח, לערבה ולים סוף) מתאפיין בטופוגרפיה חריפה, מסלע בעל מקדם נגר גבוה ועל כן במקדם נגר סופתי גבוה (היחס בין הגשם לנגר). השיטפונות המתקבלים כתוצאה מכך באגנים אלה מתאפיינים בספיקות גבוהות, ספיקות סגוליות גבוהות (ספיקה ליחידת שטח) ובזמן ריכוז נמוך (הפער בין מועד ירידת הגשם למועד ספיקות השיא). במהלך שלושת הימים שבהם ארעו השיטפונות בדרום הארץ, נרשמו כמויות משקעים גבוהות ביותר בחלק מהאזורים. כמויות המשקעים הסופתיות הגבוהות ביותר בדרום הארץ ירדו בהר הנגב ובעיקר בתחומי ההתנקזות של נחלי צין וצאלים. בתחנת ערד של השירות המטאורולוגי בערד ירדה כמות של 64 מילימטרים מתוך כמות שנתית ממוצעת כוללת של 120. במדי הגשם הזעירים המופעלים על ידי מרכז מדע ים המלח והערבה נמדדו כמויות של כ-50 מילימטרים באגן נחל צין ובאזור מישור רותם כארבעים מילימטרים. גם לאורך הערבה עצמה נמדדו כמויות משקעים גבוהות לאזור ובחצבה נמדדו 32 מילימטרים. תרשים 1א מציג את הכמויות המשקעים הסופתיות אשר נמדדו ברחבי הארץ בעזרת אינטרפולציות מדי גשם של השירות המטאורולוגי ברחבי הארץ (INCA_PA) ותרשים 1ב את הכמויות כפי שנמדדו וחושבו על ידי אלגוריתם המכ"מ המתוקן של השירות המטאורולוגי (INCM_RM). ניתן לראות שגם בצפון ומערב הארץ ירדו בימים אלה כמויות משקעים גבוהות.

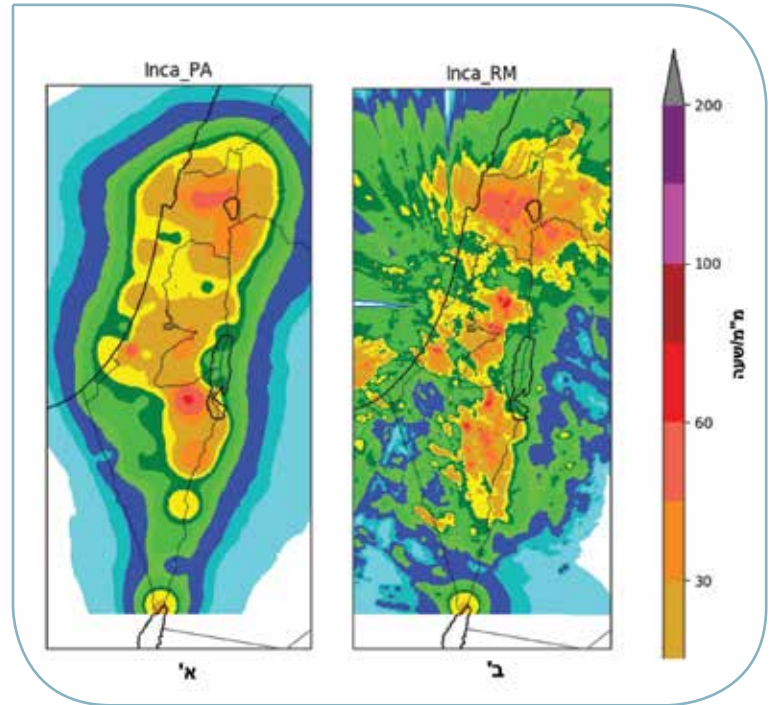
עדיין לא ברור אם מדובר בהשפעת שינויי האקלים, או בצירף מקרים יחודי לעונה, אבל מה שברור הוא שבחודשים האחרונים פקדו את אזורנו אירועי מזג אוויר יוצאי דופן כפי שעולה מסיכומי השירות ההידרולוגי והשירות המטאורולוגי



שיטפון בתחנה ההידרוטטרית בנחל ממשית, 25.05.18



תרשים 2: מיפוי כמויות משקעים מצטברות ברחבי הארץ על מכ"מ השמ"ט המתוקן ב-26.04.18



תרשימים 1 א' ב': מיפוי כמויות משקעים מצטברות ברחבי הארץ על ידי אינטרפולציית מדי גשם - (א') ומכ"מ מתוקן על ידי מדי גשם (ב')

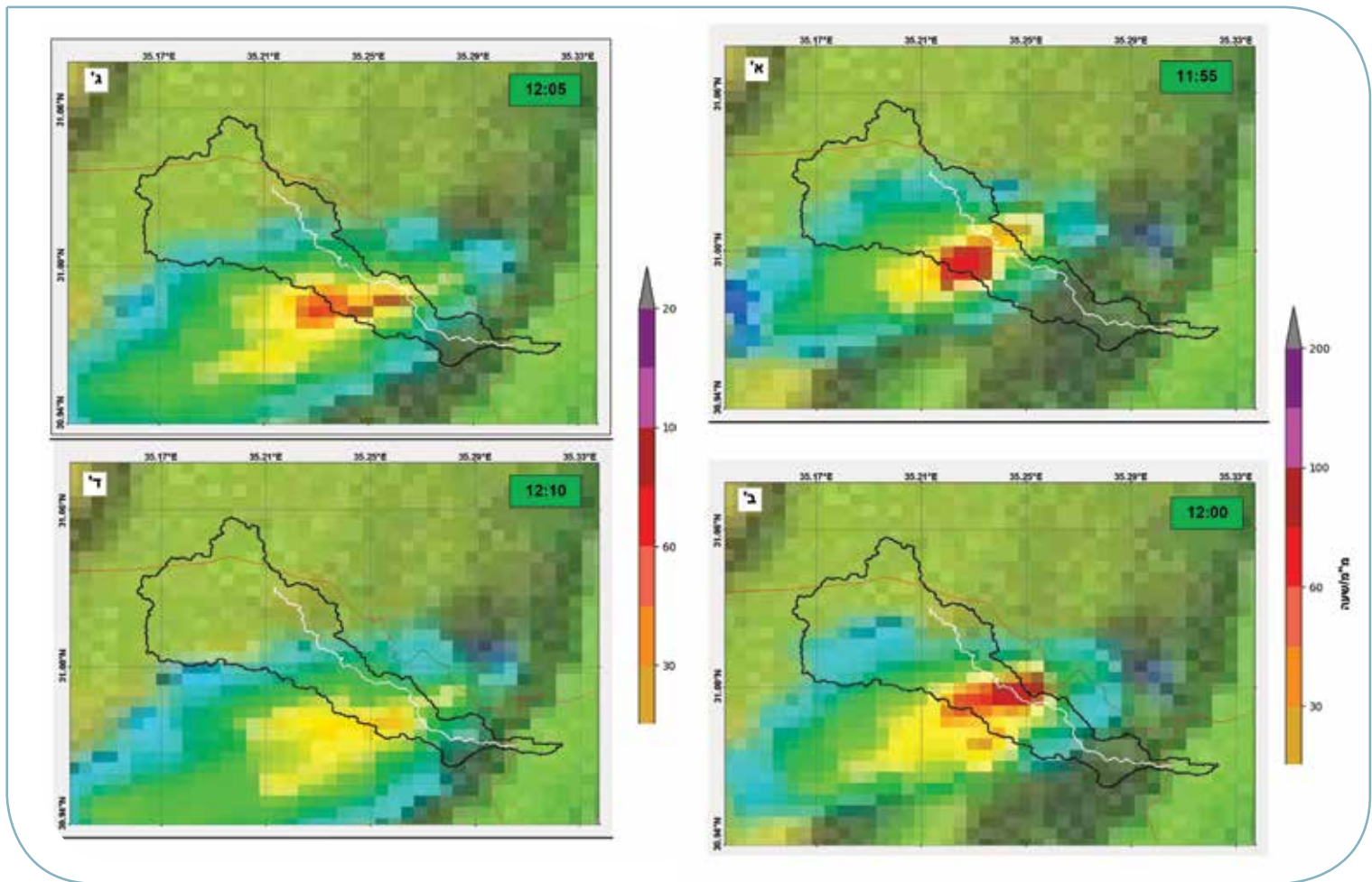
ספיקות השיא הגבוהות שהתקבלו באגני ההיקוות בדרום מדבר יהודה, נגב המזרחי ובערבה הצפונית היו שילוב של כמויות משקעים גבוהות ועוצמת גבוהות (כמות גשם ליחידת זמן). תרשימים 3-א ד- מציגים את עוצמת הגשם באגן נחל צפית (תחומי אגון ההיקוות של נחל צפית מסומנים בשחור) המנקז

תרשים 2 מציג את כמויות המשקעים שנמדדו במכ"מ השמ"ט (שירות מטאורולוגי) ב-26.4, היום בו נרשמו ספיקות השיא הגבוהות ביותר. ניתן לראות ביום זה מוקדים של כמויות משקעים גבוהות, 30-60 מילימטרים בדרום מדבר יהודה ובערבה הצפונית.

טבלה 1 : ספיקות שיא אשר נמדדו בתחנות השירות ההידרולוגי בין ה- 25-27.04.18

שנת תחילת פעילות בתחנה	ספיקת שיא היסטורית ידועה ('מ"ק/שנ')	תאריך ספיקת שיא היסטורית ('מ"ק/שנ')	תקופת חזרה שנים	ספיקת שיא ('מ"ק/שנ')	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	שם תחנה	מספר תחנה
		2016	30	380	246	צאלים	48141
2010	580	01/05/01	10	152	235	ערוגות במעלה כביש - 90	48156
1990	775	17/10/87	12	180	75	רחף	48185
1990	538	17/10/87	5	112	359	חימר במורד המצוק -	48192
	1995	500	29/10/04	70	92	תעלת אשלים	48199
1955	572	14/10/91	50	519	674	צין משוש -	55140
1955	138	29/10/04	35	113	61	ממשית	55165
		2012	50	134	39	ימין	55170
	2001	725	18/01/10	* 140	1276	צין כביש הערבה -	55193
1981	73	08/02/96	7.5	34	111	רמון	56140
1958	708	22/12/93	12	115	710	נקרות עליון	56150
2002	288	18/01/10	27	250	955	נקרות כביש הערבה -	56164
1951	1,155	06/11/70	10	290	3,372	פארן צוואר בקבוק -	57165
1961	247	22/12/93	12	59	166	ציחור	57180
	2001	119	08/05/14	60	754	חיון כביש - 40	58150
	2001	55	08/05/14	5	65	קצב כביש - 40	58175
	2001	66	08/05/14	81	134	אמציהו במעלה עין תמר -	59195
		400	29/10/04	66	45	צפית	

* הספיקה מושפעת ממאגרים במעלה



תרשים 3 א' ד': עוצמות הגשם כפי שנמדדו במכ"מ השמ"ט באגן נחל צפית, מ-11:55 ועד 12:15

הגשם הגבוהות כפי שהוצג בתרשים 3.

סיכום אירוע השטפונות

אירוע השיטפונות שפקד את דרום הארץ בתאריכים 25-27 באפריל היה חריג מבחינת משכו כאשר בחלק מהנחלים ובהם צין, נקרות פארן הזרימות נמשכו שלושה ימים ומבחינת ספיקות השיא אשר התקבלו בו בחלק מהתחנות, אם כי לא נשברו באירוע זה שיאי ספיקות ונפחי זרימה. מוקדי השיטפונות הנדירים באירוע זה היו בחלקים המרכזיים של אגן נחל צין (אזור מישור ימין) וחריגות הייתה בעצם התמשכותו לאורך שלושה ימים רצופים של זרימה. באירועי שיטפונות חריגים קודמים שהתקבלו כתוצאה מאפיקי ים סוף בחודשי הסתיו (אוקטובר 1987 ואוקטובר 2004) נמדדו ספיקות שיא גבוהות הרבה יותר ובהיקף גיאוגרפי רחב יותר. בשיטפונות בולטים אחרים שאירעו בשנים האחרונות (ינואר 2010 ומאי 2014) התקבלו נפחי זרימה גבוהים יותר עקב נפח משקעים גדול יותר.

האירועים יוצאי הדופן של ראשית הקיץ

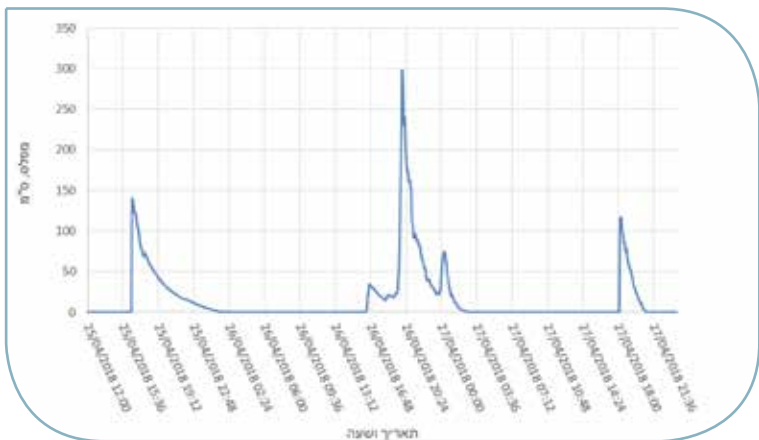
אירוע גשם יוצא דופן לחודש יוני פקד את אזורנו בהמהלך הימים 12-13 ביוני. ביום הראשון ירדו כמה עשרות מילימטרים של גשם באזורים שונים בארץ כמו בגליל המערבי, בשרון, במישור החוף המרכזי והדרומי, בצפון הנגב ובאזור עוטף עזה. העננים המפותחים והגשם נובעים משילוב של אפיק עם אוויר קר יחסית בשכבות הגבוהות של האטמוספירה, דבר שאינו שכיח בחלק זה של העונה, עם אוויר חם בשכבות הנמוכות וטמפרטורה גבוהה של פני הים, שדווקא מאפיינים את חודש יוני. הדבר גורם לאי יציבות אטמוספירית חריפה ולגשמים בעוצמות גבוהות.

כפי שניתן לראות בהמשך, ירדת גשם ביוני אינה חריגה, אולם האירוע הנוכחי

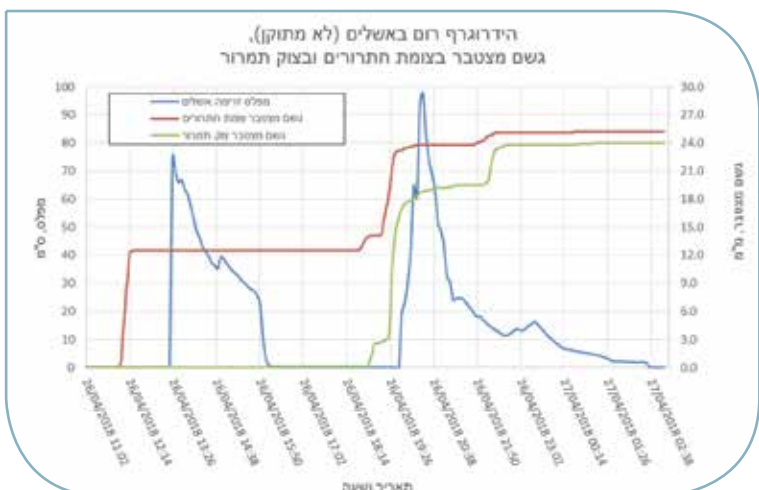
שטח של 45 קילומטרים רבועים ב-26.4 לפרקי זמן של חמש דקות כפי שנמדדו במכ"מ השמ"ט. עוצמות הגשם הגבוהות (בפיקסלים אדומים במפה) הגיעו עד לשיעור של כ-60 מילימטרים לשעה לפרקי זמן של חמש דקות.

ספיקות שיא בתחומי ההתנקזות בדרום הארץ

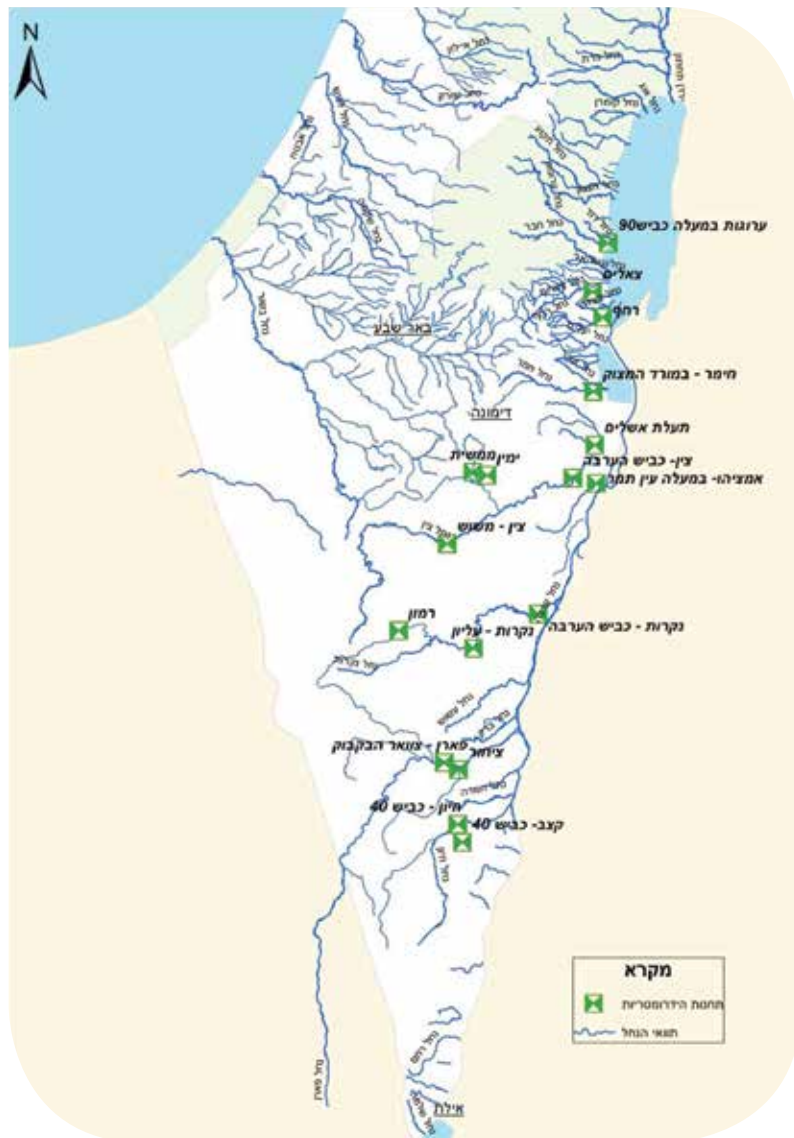
טבלה 1 מציגה את ספיקות השיא הגבוהות אשר נמדדו בתחנות השירות ההידרולוגי בשטפונות של 25-27. שיטפונות נרשמו גם בנחלים נוספים, מצפון לנגב, לאורך הערבה, עד הרי אילת, אולם בספיקות נמוכות יותר. בטבלה מוצגת ספיקת השיא, שטח תחום ההתנקזות עבור כל תחנה, תקופת החזרה של ספיקות השיא באירוע זה והשוואה לספיקת השיא ההיסטורית הידועה בתחנה. מיקום התחנות ההידרומטריות המופיעות בטבלה 1 מוצג בתרשים 4. ניתן לראות בטבלה שספיקות השיא החריגות ביותר התקבלו באגן נחל צין, בתחנה במוש הנמצאת במרכז האגן, עם ספיקה של 195 מטרים מעוקבים לשנייה ותקופת חזרה של אחת לחמישים שנה וביובליו ממשית ימין. ספיקת השיא שנמדדה בנחל צאלים ב-26 היתה 380 מטרים מעוקבים לשנייה ומשקפת תקופת חזרה של אחת לשלושים שנה. לשם השוואה, ספיקת שיא בהסתברות של אחת למאה שנים בנחל זה היא 820 מטרים מעוקבים לשנייה. הזרימה אשר נמדדה בתחנת נחל צאלים (כארבעה קילומטרים במעלה כביש 90) מוצגת בתרשים 5 ומאופיינת בשלושה גלי גאות אשר שיאם היה בשעות הערב של ה-26. אז הגיע רום המים לגובה של שלושה מטרים המשקף ספיקה של 380 מטרים מעוקבים לשנייה. תרשים 6 מציג את מפלס המים בתחנת השירות ההידרולוגי באגן נחל אשלים אל מול נתוני המשקעים המצטברים אשר נמדדו בתחנות רשות ניקוז ים המלח באתרי צוק תמרוח וחתרורים. ניתן לראות בתרשים את זמן התגובה המהיר של הנגר ביחס למועד תחילת ירידת המשקעים (כחצי שעה). זאת עקב תכונות אגני ההיקוות באזור זה ועוצמות



תרשים 5: מהלך הזרימה (רום המים) בתחנת נחל צאלים במעלה כביש 90



תרשים 6: רום המים בתחנה ההידרומטרית בנחל אשלים אל מול כמויות המשקעים ומצטברות במדי השם בצוק תמרור ובחותרים



תרשים 4: מיקום התחנות ההידרומטריות בהן נמדדו ספיקות השיא בשיטפונות 25-27.04.18

- בית הכרם (כפר סמיע 32 מ"מ, יובלים 28 מ"מ)
- השרון - תאי גשם פקדו את אזור החוף במהלך ליל ה-12-13 ביוני והדרומו בהדרגה, בנמל חיפה ירדו 17 מ"מ ובנחל תנינים 15 מ"מ. באזור השרון הגשם התחזק ונכנס גם מזרחה לקו החוף, בקדימה ובאיל נמדדו 36 מ"מ, בכפר 26 מ"מ.
 - מישור החוף הדרומי וצפון הנגב - בשעות הבוקר המוקדמות של ה-13 ביוני הגיעו תאי הגשם למישור הדרומי והתעצמו באזור צפון עוטף עזה. כמויות גשם של כ-55 מ"מ נמדדו במספר תחנות באזור זה (זיקים, גבים 57 מ"מ, נירעם 54 מ"מ, יד מרדכי 53 מ"מ). ענני הגשם המשיכו בגזרה זו אל פנים הארץ והורידו 52 מ"מ בשובל ו-35 מ"מ בבית קמה. אפילו בסדום ירדו מהשאריות של אותו תא 6 מ"מ.
 - ראוי לציין שהגשם התאפיין במקומיות ולצד תחנות שהגיעו לכמויות דו ספרתיות היו תחנות עם כמויות של מילימטרים בודדים ואף תחנות ללא גשם כלל. כמו כן יצויין כי בהרי המרכז ובשפלה לא ירד גשם מעבר לטפטופים קלים.

מידת החריגות של האירוע

כמעט מדי שנה יורד גשם ביוני, אולם בדרך כלל האופי של הגשם הוא מקומי והכמויות הן קטנות ולא עולות על 1 מ"מ (הממוצע הרב שנתי לחודש יוני הוא פחות מ-1 מ"מ ואף קרוב ל-0 ברוב התחנות). גשמים בכמויות גדולות יותר אינם נדירים - אחת לכמה שנים מתרחש ביוני אירוע בו הגשמים אינם מקומיים בלבד באופיים, ויורדים מספר מילימטרים בעיקר בצפון הארץ או

יוצא דופן הן בתפרושת הגשם על פני כמה מוקדים והן בכמויות הגדולות שנמדדו בו. בתחנה בדורות שבצפון מערב הנגב נמדדו 66 מ"מ - כמות שיא לאירוע גשם בחודש יוני בכל הארץ (שבירה של השיא הקודם מ-1992). אירוע זה מצטרף לשורה של אירועי מזג אוויר יוצאי דופן שהיו בשבועות האחרונים: אירוע הגשם, הברד והשטפונות החמורים בסוף אפריל; חודש מאי עם כמויות גשם חריגות בצפון הארץ ועם מספר רב של ימי גשם, כולל ברד כבד, ולצידם ימי שרב וטמפרטורות חודשיות גבוהות.

כמויות הגשם

- בטבלה שבהמשך מוצגות כמויות הגשם במספר תחנות ברחבי הארץ. כמויות הגשם הבולטות ביותר היו באזור מישור החוף הדרומי-צפון מערב הנגב. במספר תחנות נמדדו למעלה מ-50 מ"מ ובדורות 66 מ"מ. הגשמים ירדו בתוך בתוך פרקי זמן קצרים במוקדים הבאים:
- ליל מערבי - תאי גשם פקדו מליל 11-12 ביוני את צפון הארץ - 37.5 מ"מ ירדו תוך פחות משעה באילון בשעות הבוקר של ה-12 ביוני.
 - דרום גוש דן - תא גשם מפותח חלף בדרום גוש דן והוריד בבת ים מספר עשרות מילימטרים שהובילו להצפות בעיר ב-12 ביוני בשעות הבוקר המאוחרות.
 - גליל - תאי גשם נכנסו ב-12 ביוני בשעות הערב מלבנון לגליל העליון המערבי ובהמשך לגליל התחתון המזרחי. באופן חריג ליוני הגשם לווה בסופות רעמים תכופות וכמויות של 20-30 מ"מ ירדו סביב מערב בקעת

כמויות הגשם ב- 31-31 ביוני 1132

תחנה	כמות גשם (מ"מ)	תחנה	כמות גשם (מ"מ)
נהריה	5	אילון	63
חיפה (נמל)	20	מרום גולן פיכמן	5
עין החורש	1	צפת הר כנען	0.7
קדימה	36	חרשים	14
כפר הס	26	תובל	36
ניר אליהו	14	מרחביה	1
הכפר הירוק	1	דפנה	2
מקווה ישראל	17	כפר בלום	0
בית דגן	10	איילת השחר	1
חפץ חיים	0.3	צמח	10
כפר ורבורג	29	חוות עדן	10
נגבה	9	קדומים	0.2
אשקלון (נמל)	37	ירושלים מרכז	0
זיקים	57	בית ג'ימל	0.1
יד מרדכי	53	שובל	52
ארז	45	באר שבע	2
גבים	58	סדום	6
דורות	66	אילת	0

* עד לשעות אחר הצהריים של ה- 31 ביוני

בפנים הארץ. בחלק מהמקרים מתקבלות בתחנה אחת או במספר תחנות גם כמויות של 10-15 מ"מ ומעלה. להלן אירועים שהיו בעבר עם כמויות משמעותיות בחודש יוני:

- 2012/6/22: גשם במספר אזורים בארץ, בעיקר בעמק החולה, בגולן, בדרום ים המלח ובמרכז הנגב (תל דן 35 מ"מ, דפנה 23 מ"מ ובשדה בוקר ירדו 13 מ"מ).
- 2005/6/13: 16 מ"מ בקשת שבמרכז הגולן.
- 1983/6/11: 40 מ"מ במטולה, 27 מ"מ במג'ד אל כרום שבגליל, 19 מ"מ ביסעור.
- 1977/6/19-18: 27 מ"מ בכפר יאסיף.
- 1972: שני אירועים שונים, האחד ב-9 ביוני והשני ב-22 ביוני. בכל אחד מהם ירדו 15-5 מ"מ בצפון הארץ.
- 1957: שלושה אירועים נפרדים ב-57/6/3, 57/6/12-11 ו-57/6/15. בין היתר נמדדו בפרוד 19 מ"מ, בשער הגולן 26 מ"מ, במשאבי שדה 32 מ"מ, בעין יהב 26 מ"מ כולל סופות רעמים וברד.
- 1945/6/11/10: 18 מ"מ בראש העין, 13 מ"מ בבידיא שבמערב השומרון.

האירוע הבולט ביותר בעבר היה ב- 15-17 ביוני 1992 אז הגשם היה נרחב מאוד בהיקפו וירד בצפון הארץ, במרכז הארץ ובצפון הנגב. במספר גדול של תחנות נמדדו למעלה מ-20 מ"מ ובחלק נמדדו 30-40 מ"מ ויותר. אז נקבע גם השיא הקודם של 50 מ"מ לחודש יוני (בהר מירון). האירוע הנוכחי חריג יותר בהשוואה לרוב האירועים שצוינו. הוא נרחב יותר בהיקפו - כמויות משמעותיות נמדדו באזורים שונים מצפון הארץ ועד לצפון מערב הנגב ולא רק בצפון הארץ כמו שהיה ברוב האירועים. בנוסף נמדדו בו כמויות יוצאות דופן של יותר מ-50 מ"מ במספר תחנות ואף 66 מ"מ בדורות, שהינו ערך שיא לאירוע גשם ביוני. יחד עם זאת האירוע של יוני 1992 היה נרחב יותר בעיקר בהיבט של סך נפח הגשם שירד על הארץ בזכות תפוסתו המרחבית הגדולה יותר. 