



קרן קיימת לישראל

אטלס מפות גשם לצורך תכנון וביצוע פעולות ייעור ושימור קרקע יערנים במרחב הדרום

דו"ח מסכם תלת שנתי מחקר 90-9-522-00

מגישים: ד"ר משה גטקר, שמואל ארבל

רן פרחי, רובין אשבל

מחקר זה התאפשר ע"י מענק מיוחד של קרן קיימת לישראל

נובמבר 2003

חשון תשס"ד

תוכן עניינים

עמוד

1	.....תקציר	1
2	.....הבעת תודה	2
3	.....מבוא	3
4-7	.....שיטות ואמצעים	4
	משטר הגשם השנתי והעונתי באזור הדרום	5
8	.....כללי	5.1
8-10	.....גשם שנתי (רצף שנים שחונות וגשומות)	5.2
10-12	.....האפשרות להיעזר בנגר להשקיית עצים בשנים שחונות (קצירי נגר)	5.3
12-15	.....גשם תקופתי	5.4
16-18	.....ניתוח סטטיסטי ומיפוי	6
	ריכוז תוצאות ניתוח הנתונים הסטטיסטיים	7
20-28	.....עובי גשם יומי	7.1
29-38	.....עובי גשם סופתי	7.2
39-47	.....עובי גשם שנתי	7.3
48-57	.....עובי גשם תקופתי אוקטובר-דצמבר	7.4
58-67	.....עובי גשם תקופתי ינואר-אפריל	7.5
68	.....ביבליוגרפיה	8
69-70	.....נספחים	9

1. תקציר

מחקר זה נעשה על מנת לאפשר ליערנים ואנשי שימור הקרקע במרחב הדרום לקבל מידע שיהווה בסיס לקבלת החלטות בנושאי מועדי נטיעה, סוגי העצים, השקיה ותכנון קצירי נגר. המחקר עוסק בעיבוד סטטיסטי של נתוני תחנות גשם ומיפוי כמויות גשם לפרקי זמן שונים בהסתברויות שונות לצורך תכנון וביצוע פעולות ייעור ושימור קרקע במרחב דרום. נעשה עיבוד סטטיסטי עבור 41 תחנות גשם יומיות (17 תחנות בסיס ו- 24 תחנות נוספות).

לצורך קבלת סדרות ארוכות ככל האפשר. נתוני התחנות הנבחרות הושלמו על ידי נתונים מתחנות סמוכות. כתוצאה מניתוחים סטטיסטיים שונים התקבל מידע על כמות הגשם יומית, סופתית, עונתית ושנתית בהסתברויות שונות. את כמויות הגשם בהסתברויות השונות ניתן לראות בטבלאות המצורפות. נתוני הטבלאות שימשו כבסיס למיפוי מאפייני הגשם אשר נעשה במערכת GIS (26 מפות סה"כ).

נמצא שתחנת באר שבע (תקופת תצפיות 80 שנה) מייצגת היטב את משטר הגשמים באזור הפעילות של קק"ל במרחב הדרום. מניתוח נתוני הגשם של תחנת באר-שבע עולים הממצאים הבאים:

- א. ישנן הרבה יותר סדרות רצופות של שנים שחונות מאשר של שנים ברוכות גשם.
- ב. תקופת הבצורת האחרונה (1999-2001) אינה החזקה ביותר. בשנים 1922-1929 ו-1957-1962 המחסור במים (יחסית לממוצע הרב שנתי של הגשם) היה גדול יותר.
- ג. בכל התקופה, כולל בתקופות הבצורת קיימת הסתברות גבוהה מאוד לקבלת נגר מהמדרונות (קצירי נגר) לצורך השקיית עצים.
- ד. אין קשר בין כמות הגשם בתחילת העונה לכמות הגשם בהמשכה.

ניתן להעריך את כמויות הגשם הצפויות בהמשך העונה (בהסתברויות בלבד) על פי עקום הסתברות בלתי מותנה בכמות הגשם אשר ירדה לפני המועד המבוקש.

כמויות הגשם המרביות היומיות והסופתיות אשר נמדדו ברשת צפופה יחסית של תחנות מדידת גשם של ק.ק.ל והתחנה לחקר הסחף ב-15 השנים האחרונות, גבוהות בהרבה מאלו אשר חושבו להסתברויות נמוכות בתחנות מטראולוגיות בתקופת תצפיות של כ-50 שנים. מכאן נובע הצורך בעדכון תמידי של כמויות הגשם היומיות והסופתיות בהסתברות נמוכה. נתונים אלו הם החשובים ביותר לתכנון מערכות של קצירי נגר לצורך השקיית נטיעות.

בדו"ח המוגש בזאת ניתן למצוא סט נתונים על עובי גשם יומי, סופתי, עונתי ושנתי המכיל, בכל אחד מהם:

- א. טבלאות של עובי הגשם בהסתברויות שונות 1-95%.
- ב. פרמטרים סטטיסטיים של עובי הגשם והערכים המרביים אשר נמדדו בתחנות המטראולוגיות כולל תאריכי הופעתם.
- ג. עקומי קשר בין ממוצעי עובי הגשם לבין עובי הגשם בהסתברויות שונות. עקומים אלו מאפשרים חישוב עובי גשם בהסתברויות שונות בתחנות נוספות בהם תקופת התצפיות קצרה.
- ד. מפות עובי גשם בהסתברויות שונות.

2. הבעת תודה

אנו מודים מקרב לב לטכנאים של התחנה לחקר הסחף.

אנשים אלו משקיעים מאמצים רבים בתחזוקת ובתפעול מכשירי מדידת הגשם בכל רחבי הנגב.

לאנשי שימור הקרקע של אגף הייעור חבל דרום ק.ק.ל ובמיוחד לאיציק משה, מוטי שריקי וארנון בן דרור, על תפעול התחנות ואיסוף הנתונים.

תודה לאנשי מחלקת אקלים בשירות המטראולוגי ובעיקר לאבנר פורשפן, רונית בן שרה וזהבה כהן על נתוני הגשמים שהם טורחים לספק לנו ועל שתוף הפעולה.

חן, חן לצופי הגשם אשר בנגב, אנשי שמורות הטבע ואחרים.

תודה לקרן קיימת לישראל המסייעת בתקצוב העבודה, העניין הרב אשר מגלים אנשי אגף הכשרת הקרקע ועובדי אגף הייעור, ממריץ אותנו בעבודתנו.

תודה לכל אלו אשר בקרו את העבודה, העירו והאירו את עיננו ובמיוחד לקונסטנטין גטקר, מהנדס מ.ע.צ אשר הרבה לעשות זאת.

3. מבוא

פעולות ק.ק.ל בחבל הדרום בנושא ייעור ונטיעות, שימור קרקע וקצירי נגר מושפעות במידה רבה ממאפייני הגשם השונים: כמויות לפרקי זמן שונים, הסתברות לכמויות לפרקי זמן שונים, קשר מתאמי בין כמויות גשם לעונות שונות והערכה הסתברותית של משך תקופות בצורת.

פרקי הזמן החשובים לתכנון וביצוע פעולות ק.ק.ל בנושאי ייעור, שימור קרקע וקצירי נגר הם: עובי גשם שנתי, תקופתי, סופתי ויומי.

נתוני עובי גשם במרחב הדרום נאספים בתחנות הקבע של השירות המטראולוגי וע"י גופים נוספים אחרים כגון ק.ק.ל ותחל"ס.

עד היום פורסמו מפות עובי גשם ממוצע רב שנתי של השירות המטראולוגי (נתונים מעובדים עד 1960) ושל משרד החקלאות ע"י צילה דורפמן (נתונים מעובדים עד שנת 1980). עיבוד, חישוב ומיפוי של מאפייני הגשם האחרים שהוזכרו לא נעשה עד היום.

עבודה זו מהווה השלמה של נתוני הגשם במרחב הדרום ונותנת בידי ק.ק.ל מידע מפורט יותר על מאפייני הגשם ויכולה להוות כלי שימושי לתכנון וביצוע פעולות ייעור, שימור קרקע וקצירי נגר.

4. שיטות ואמצעים

על מנת לבצע מיפוי של מאפייני הגשם נאספו, עובדו ונותחו נתוני עובי הגשם במרחב דרום של כ – 100 תחנות למדידת גשם בכל רחבי הנגב.

בעזרת תוכנות עזר אשר פותחו, מוינו הנתונים, נבדקו והושלמו תוך איחוד נתונים מתחנות סמוכות על מנת ליצור סדרות נתונים ארוכות יותר שיאפשרו ניתוחים סטטיסטיים אמינים יותר.

בהכנת מפות אקלימיות מקובל להסתמך על ממוצעים לתקופה אחידה לכל התחנות הנבחרות. בעבודה זו הושם דגש על קביעת מאפייני גשם בהסתברויות שונות כולל הסתברויות נמוכות (עד 1%), ולכן השתדלנו להרחיב את תקופת התצפיות בכל תחנה ככל שניתן. איחוד נתונים מתחנות קרובות נעשה לאחר בדיקת הקשר המיתאמי בין נתוני הגשם בתקופה המקבילה בין התחנות השונות.

נבחרו 17 תחנות בסיסיות בהן נרשמה תקופת תצפיות וארוכה ורציפה של נתוני עובי גשם. בתחנות אלו בוצע ניתוח סטטיסטי מלא של כל מאפייני הגשם (טבלה מס' 1). ב – 24 תחנות נוספות בוצע ניתוח סטטיסטי חלקי. תחנות אלו שימשו כעזר להכנת המפות של מאפייני הגשם בהסתברויות שונות (טבלה מס' 2).

בנספח מס' 1 ניתן לראות דוגמאות של טבלאות אשר הופקו בעזרת תוכנות העזר אשר פותחו לצורך עבודה זו.

בטבלאות 1 ו – 2 ניתן לראות את מס' התחנה, מיקום התחנה וכן מספרי תחנות נוספות אשר בהן השתמשנו לצורך השלמת הנתונים, גובה התחנה, תקופת התצפיות וסה"כ שנות התצפית.

טבלה מס' 1: נתוני תחנות גשם נבחרות בדרום הארץ.

שם התחנה	מס' תחנה פעילה	מספרי תחנות משלימות				גובה מעל פני הים	שנות תצפיות	סה"כ שנות מדידה	נ.צ.	
									מזרח	צפון
אורים	251550	251500	251900		90	1934-2000	61	104	79	
באר שבע	251690	251850	251900	251950	280	1921-2000	79	129	72	
בארי	144249	144250			65	1946-2000	45	101	92	
גילת	251350	251400	251300	251250	150	1950-1995	45	118	82	
דורות	250150	250250			110	1934-2000	63	116	102	
זיקים	142600				30	1949-2000	49	104	113	
יתיר	251131	251130			650	1966-2000	34	153	82	
להב	248397	248398	248399	250800	445	1947-2000	49	137	88	
משאבי שדה	252730	252600	252700	252690	310	1934-2000	55	129	45	
נחל עוז	143950	143951			80	1951-2000	49	102	98	
ניר יצחק	144900	144950	144932	144930	95	1951-2000	46	89	72	
סעד	144000	144001	144050		100	1943-2000	54	105	97	
עזה	143380	143600	143650	143850	10	1869-2000	78	98	101	
ערד	251571	251570	252000	251970	605	1933-2000	45	170	73	
רביבים	252506	252502	252505	252500	290	1943-2000	57	123	50	
שדה בוקר	253050	253030	253000		540	1951-2000	49	130	31	
שובל	250600	250700			100	1944-2000	56	125	91	

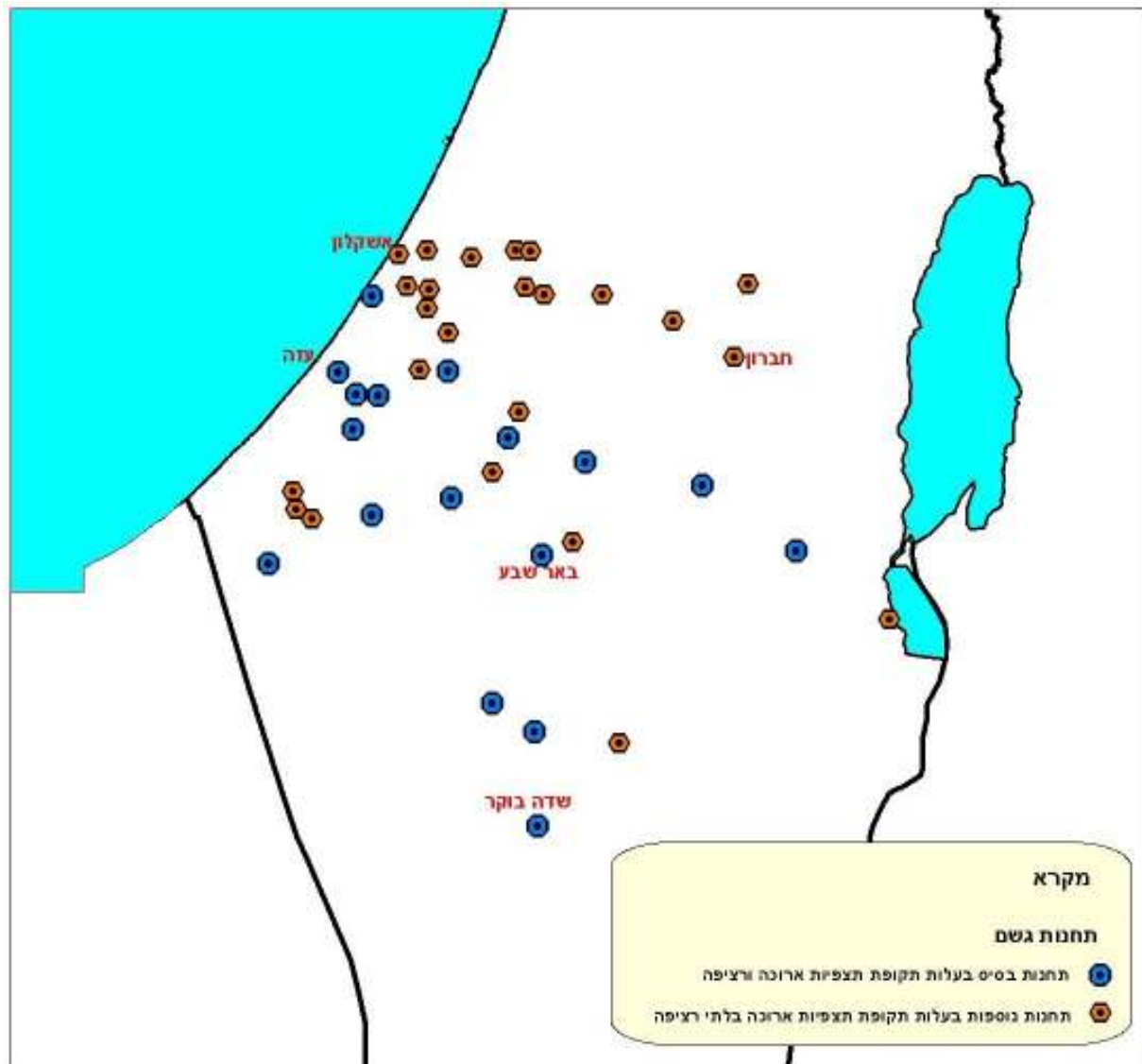
טבלה מס' 2: נתוני תחנות גשם נוספות.

נ.צ.		סה"כ שנות מדידה	שנות תצפיות	גובה מעל פני הים	מספרי תחנות משלימות					מס' תחנה פעילה	שם התחנה
מזרח	צפון										
120	114	42	1932-2000	50						141550	אבא הילל
117	105	62	1926-2000	20						141940	אשקלון
107	116	51	1949-2000	75					143220	143200	ברור חייל
113	140	58	1935-2000	270				247700	247750	247550	בית גוברין
95	127	50	1949-2000	249				250400	250399	250398	בית קמה
111	113	54	1943-2000	90					142900	142898	גברעם
101	111	53	1943-2000	130	143451	143480	143570	143350	143450	143750	גבים
115	130	59	1937-2000	140		142250	142300	142249	142500	142302	גת
104	159	55	1926-2000	1005	248130	248100	248151	248150	248140	248141	חברון
114	113	39	1961-2000	75					142420	142421	תלמי יפה
109	151	29	1960-1993	500					247850	247920	תרקומיה
44	142	23	1953-1992	380	252800	252802	252767	252722	252762	252750	ירוחם
79	95	48	1950-2000	135						144800	מגן
114	110	51	1949-2000	60						142350	מבקיעים
114	128	39	1957-1997	110						142550	מיבחור
2	131	14	1952-1968	860				256002	256001	256000	מצפה רמון
85	123	51	1946-2000	200			250949	251450	250950	251451	משמר הנגב
118	119	60	1940-2000	90					141750	141748	נגבה
80	93	47	1946-2000	100					251050	144750	ניר עוז
119	127	46	1954-2000	75					141850	141852	ניר בניים
83	92	52	1946-2000	95				144702	144701	144700	נירים
119	129	36	1955-1991	100						141900	סגולה
53	185	50	1938-2000	-390		332500	335500	334000	332150	337000	סדום
75	135	41	1950-2000	360				251599	251598	251600	עומר
113	163	44	1935-1997	830				247430	247500	247651	עין אל ערוב
68	105	39	1949-2000	140			252300	142801	142800	252296	צאליים
113	131	32	1957-1990	130			142700	142780	142749	142750	שדה משה

תקופת התצפיות ברוב התחנות היא כ- 50 שנים (1950-2000) ובתחנות באר-שבע ועזה התקופה ארוכה יותר ועומדת על כ- 80 שנה.

באיור מס' 1 ניתן לראות את הפריסה המרחבית של תחנות הגשם מהם נלקחו נתונים.

איור מס' 1: תחנות הגשם מהם נלקחו נתונים לעבודה זו.



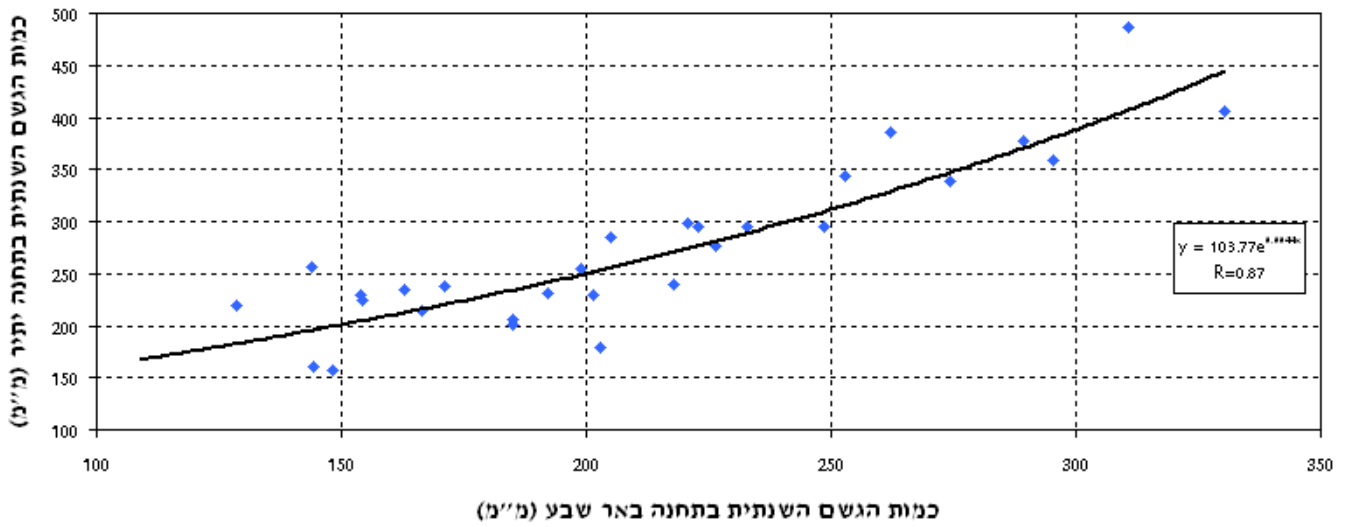
ניתן לראות מאיור מס' 1 צפיפות שונה של רשת התחנות בהן השתמשנו לצורך עבודה זו. צפיפות התחנות יורדת לכיוון מזרח ויורדת חדות לכיוון דרום. בהתאם לכך מיפוי מאפייני הגשם אשר נעשה בעבודה זו מבוסס יותר באזור המערבי ובמרכז הנגב.

נתוני עובי הגשם אשר נאספים כיום ע"י התחנה לחקר הסחף וק.ק.ל באזור הדרומי של הנגב וכן נתוני מכ"ם העננים יוכלו לשמש בעתיד לעדכון מיפוי מאפייני הגשם באזור זה.

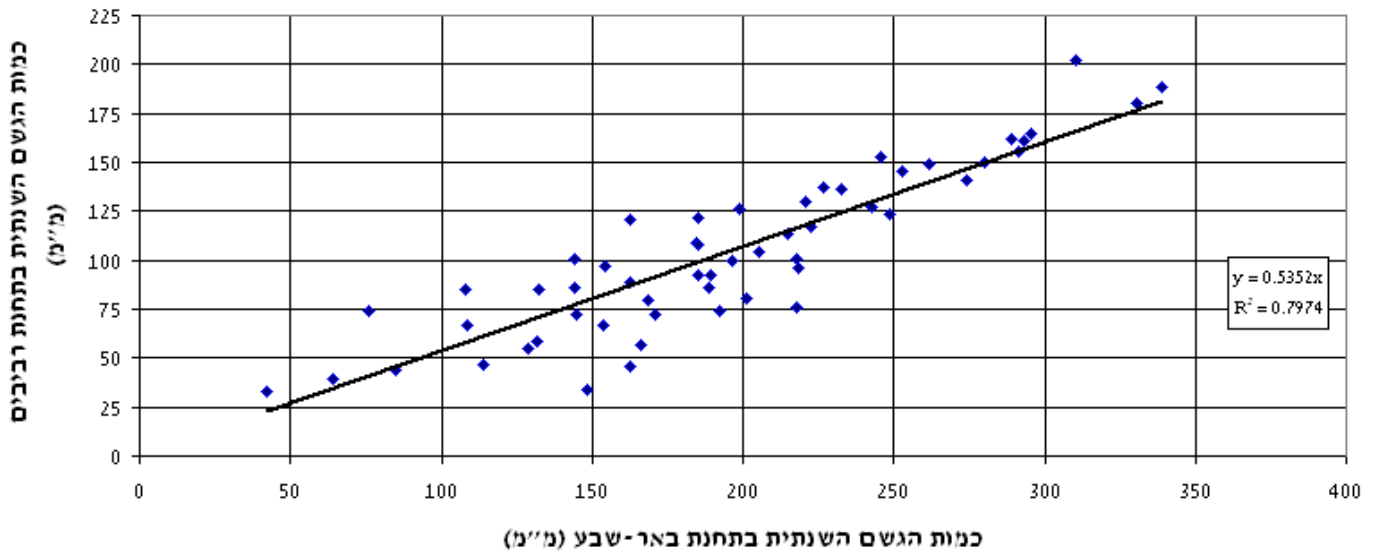
תחנת באר שבע נמצאה כמתאימה לייצג את אופי משטר הגשמים באזור הדרום משתי סיבות:

- א. משך שנות התצפית הארוך ביותר מבין כל התחנות (תחנת עזה בעלת רקורד דומה אך לא באופן רציף).
- ב. מבדיקת קשרים של עובי גשם שנתי בין תחנות שונות נמצאה התאמה טובה. (איורים מס' 2 ו-3).

התאמה בין כמויות גשם שנתיות בתחנות באר שבע ויתיר



התאמה בין כמויות גשם שנתיות בתחנות באר-שבע ורביבים



באיורים 2 ו-3 ניתן לראות התאמה טובה של כמויות הגשם השנתיות בין תחנות באר-שבע ויתיר ובין תחנות באר-שבע ורביבים.

תחנת הגשם ביתיר מייצגת את האזור הגבוה והגשום ביותר באזור הנחקר של חבל הדרום ואילו תחנת רביבים מייצגת אזור דרומי וצחיח יותר.

5. משטר הגשם השנתי והעונתי באזור הדרום.

5.1 כללי

על מנת לאפשר ליערנים ואנשי שימור הקרקע במרחב הדרום לקבל מידע שיהווה בסיס לקבלת החלטות בנושאי מועדי נטיעה, סוגי העצים, השקיה ותכנון קצירי נגר, מוצגים נתוני עובי הגשם בתחנת באר-שבע באופן מפורט יותר.

מידע על תקופות יובש ועל האפשרות למספר שנים עוקבות של יובש מאפשר ליערנים החלטות מבוססות יותר בבואם לבחור את סוגי העצים המתאימים לאזור מסוים ובהחלטה על הצורך בשיטות של קצירי נגר ובהחלטות על תכנון ובצוע השקיה לעצים.

לצורך החלטה על תקופת הנטיעה הרצויה, יכול היערן לברר את כמויות הגשם אשר ירדו באזורו עד למועד מסוים. בקבלת ההחלטה שואף היערן להיעזר גם במידע על כמויות הגשם הצפויות בהמשך העונה.

ההערכות בדבר כמויות הגשם הצפויות הניתנות כאן הנן הסתברותיות בלבד.

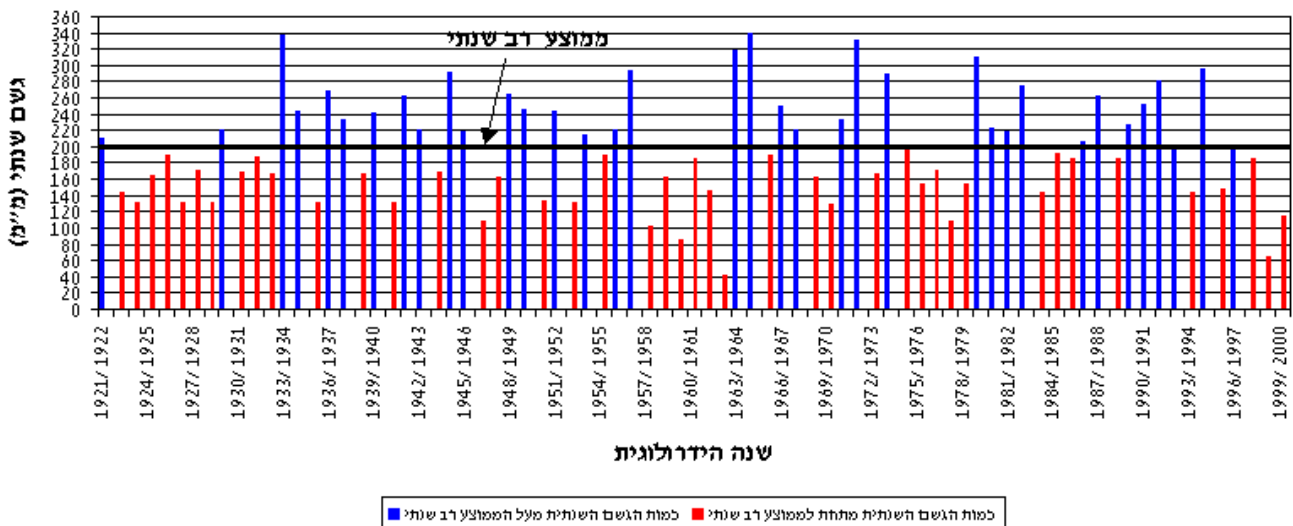
כאמור תחנת הגשם של באר-שבע נבחרה כמייצגת של משטר הגשמים השנתי והעונתי למרחב דרום. כל נתוני הגשם והניתוחים המובאים בפרק זה מתייחסים לתחנה זו.

5.2 גשם שנתי (רצף שנים שחונות וגשומות)

באיור מס' 4 ניתן לראות את כמות הגשם השנתית בתחנת באר-שבע. ניתן לראות את רצף השנים בהן הייתה כמות גשם גדולה או קטנה מהממוצע הרב שנתי.

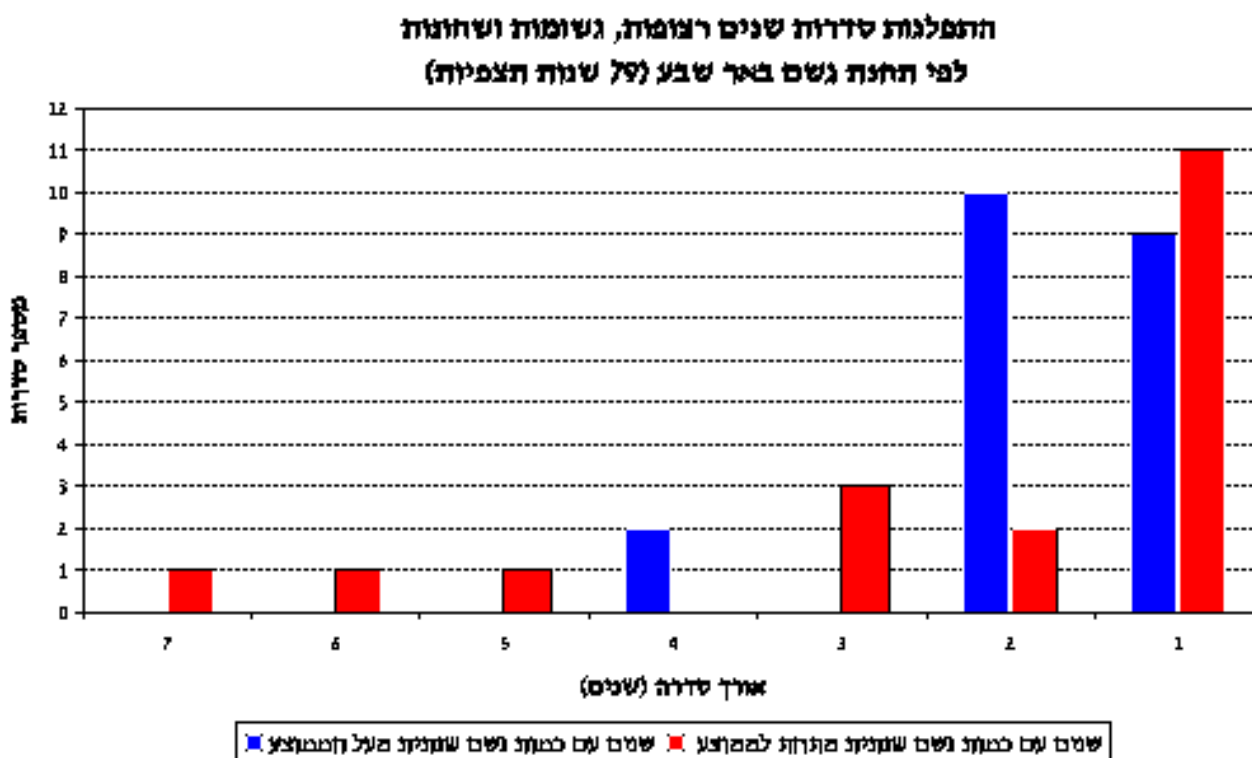
איור מס' 4:

כמות הגשם השנתית בתחנת באר שבע



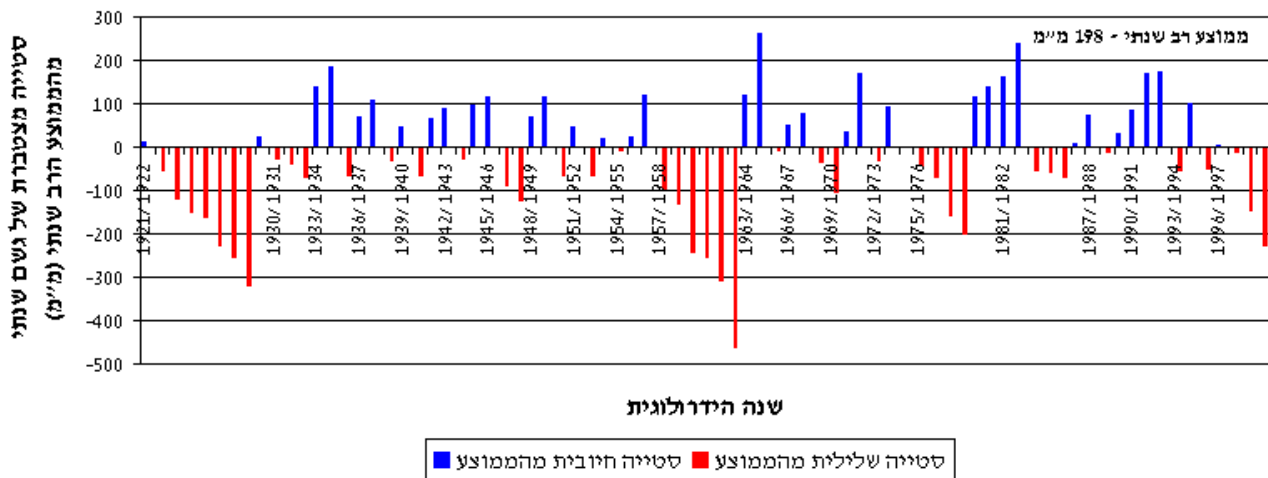
באיור מס' 5 ניתן לראות את התפלגות סדרות השנים הרצופות בהן הייתה כמות גשם קטנה או גדולה מהמוצע הרב שנתי. סדרת שנים מוגדרת כרצף שנים בהם כמות הגשם הייתה קטנה או גדולה מהמוצע הרב שנתי. בתוך 79 שנות תצפית בתחנת באר-שבע היה רק מקרה אחד של 4 שנים רצופות עם עובי גשם מעל הממוצע הרב שנתי. באותה תקופה היו שלושה מיקרים של 5, 6 ו-7 שנים רצופות בעלות עובי קטן מהמוצע הרב שנתי. כלומר יש הרבה יותר סדרות רצופות של שנים שחונות מאשר של שנים ברוכות בגשם. מצב זה של תקופות רצופות בהם עובי הגשם נמוך מהמוצע הרב שנתי מאפיין את האקלים הקיצוני באזור זה.

איור מס' 5:



באיור מס' 6 ניתן לראות את הסטייה המצטברת של כמות הגשם מהמוצע הרב שנתי, בתקופות שונות.

סטייה מצטברת של כמות הגשם השנתית מהממוצע הרב שנתי בתחנת באר שבע (תקופת תצפיות 1921-2000)



ניתן לראות את הסטיות המצטברות של כמויות הגשם מהממוצע הרב שנתי, בשנים גשומות (מסומן בכחול), ובשנים שחונות (מסומן באדום).

לדוגמא ניתן לראות בשנים 1957-1962 סדרת שנים רצופות שחונות בהם סך כמות הגשם הייתה רק 730 מ"מ. בעוד שה"כ כמות הגשם לפי הממוצע הרב שנתי לשנים אלו הוא 1188 מ"מ גשם. כלומר בסדרת שנים רצופות אלו כמות הגשם הייתה פחותה ב – 458 מ"מ מהממוצע הרב שנתי למשך 6 שנים רצופות. ניתן לראות שתקופות שחונות מעין אלו חזרו במשך תקופת התצפיות מספר פעמים. ייתכן והמדד (כמות הגשם השנתית) בו השתמשנו אינו מייצג בצורה נאותה את תכונות הגשם המשפיעות על התפתחות היער. ניתן כמובן לשנות את המדד ולחשב מחדש את הסטיות. מדד זה מן הראוי שיינתן ע"י יערנים.

5.3 האפשרות להיעזר בנגר להשקיית עצים בשנים שחונות (קצירי נגר).

רצף ארוך של שנים שחונות, מקשה על ביסוס יער המסתמך רק על כמויות הגשם ומחייב לעתים שיטות איסוף מי נגר מהמדורנות, לצורך השקיה נוספת לגידול העצים. יש לזכור שיער יתיר ניטע לאחר רצף השנים השחונות 1957-1962. בשנים 1999-2001 שהיו שחונות אף הן, נפגעו עצים ביער זה בשל מחסור במים אם כי המחסור לא היה גדול כפי שהיה בתקופת 6 השנים לפני הנטיעה. כלומר יער יתיר עדיין לא עבר תקופת יובש כה גדולה ואיננו יודעים כיצד יגיב במקרה כזה או במחסור גדול עוד יותר.

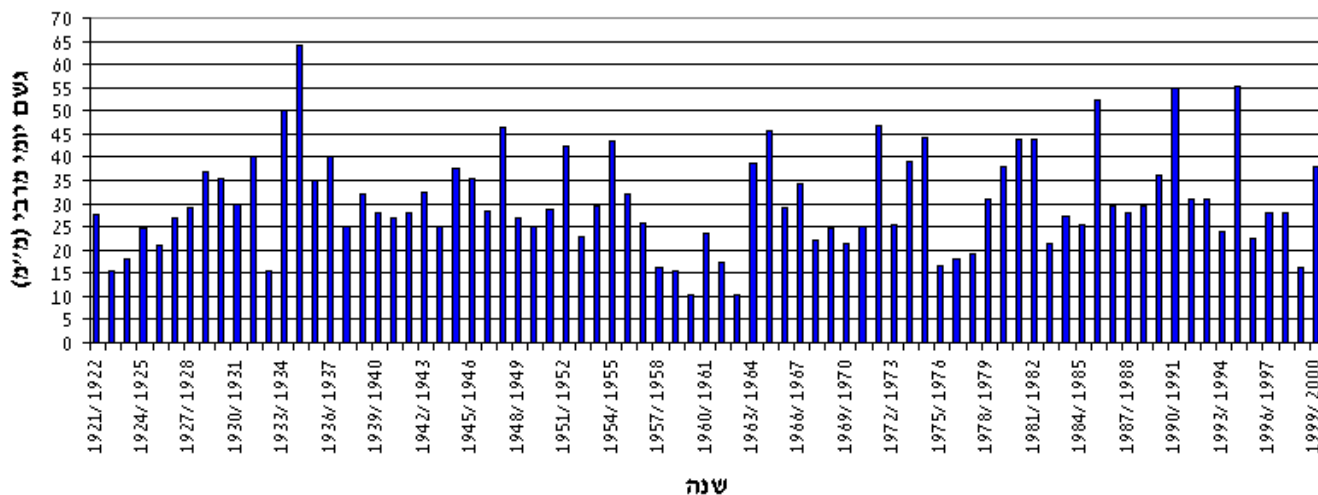
בעבודות שנעשו בעבר נמצא סף של 10 מ"מ גשם יומי אשר ממנו יש הסתברות גבוהה בקבלת נגר מהמדרון. לאחר 15 מ"מ גשם סופתי, ההסתברות לנגר כמעט 100% (דו"ח התחנה לחקר הסחף 2002, סיירת שקד).

ניתן לראות באיור מס' 7 רק שנתיים בהם היה עובי גשם יומי מרבי בשנה קטן מ- 15 מ"מ בכל תקופת המדידות כולל תקופת היובש. בכל יתר השנים עובי הגשם היומי המרבי בשנה היה מעל 15 מ"מ. יש אם כן הסתברות גבוהה לקבלת לפחות אירוע נגר אחד בכל שנה באזור הנדון.

באיור מס' 7 ניתן לראות את עובי הגשם היומי מרבי בשנה בתחנת באר-שבע.

איור מס' 7:

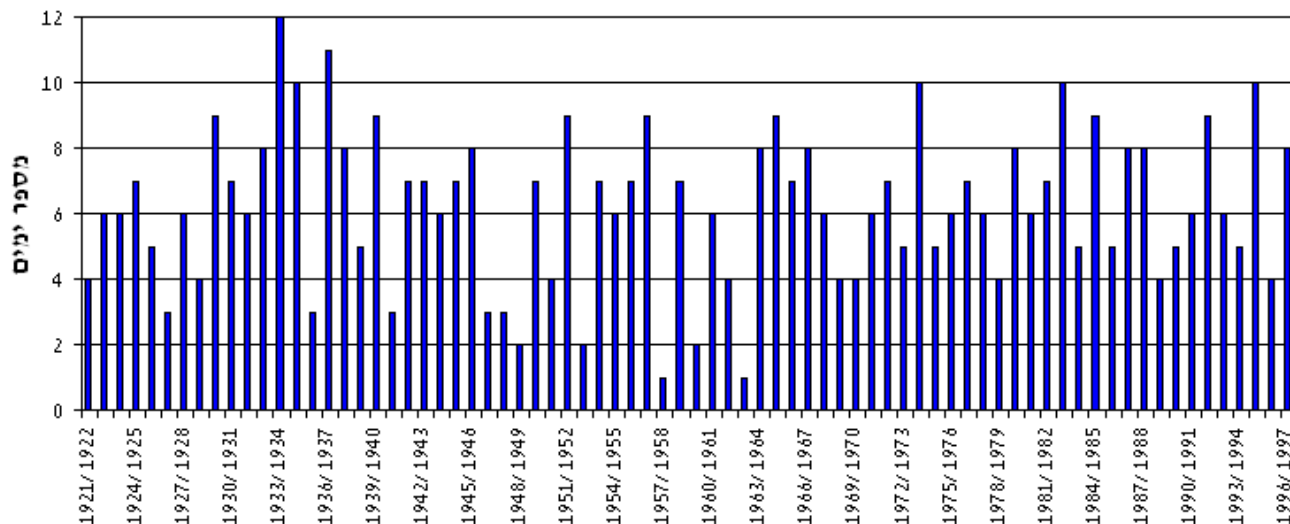
עובי גשם יומי מרבי בשנה בתחנת באר-שבע (1922-2000)



באיור מס' 8 ניתן לראות את מספר ימי הגשם בשנה בהם ירד גשם יומי הגדול מ- 10 מ"מ.

איור מס' 8:

מספר ימי גשם בשנה עם עובי גשם יומי הגדול מ-10 מ"מ בתחנה באר שבע



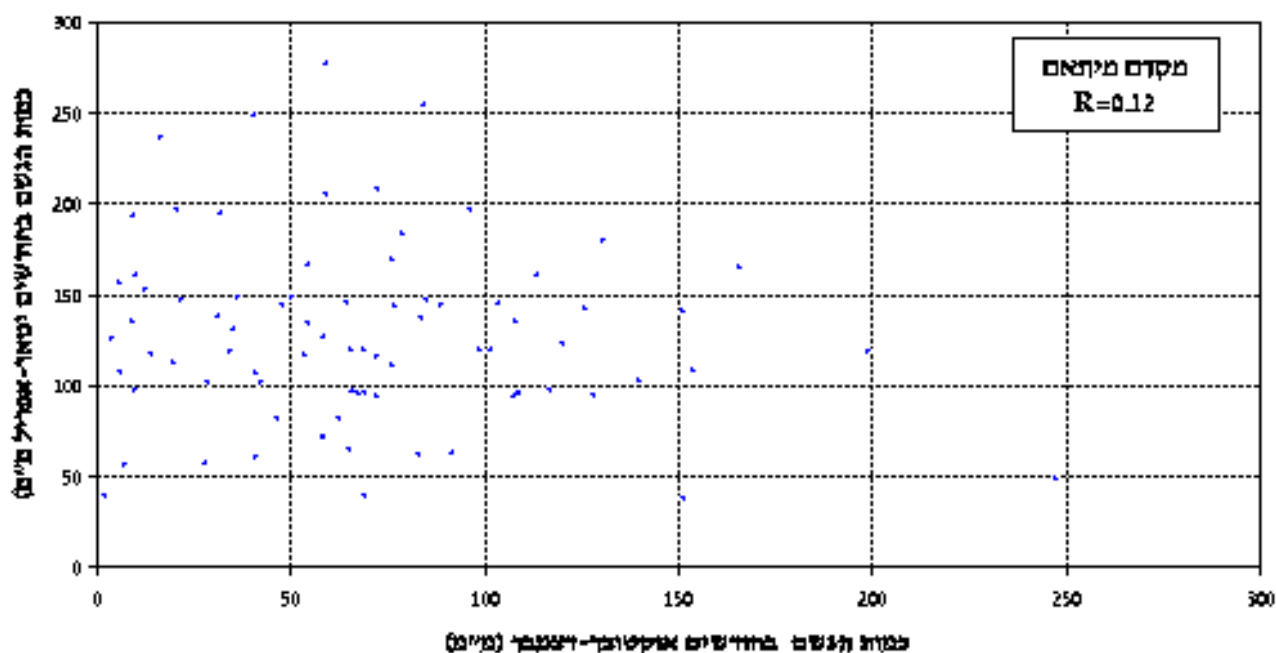
מאיור מס' 8 ניתן לראות שאף בשנים השחונות ביותר היה לפחות יום אחד שבו ירד גשם יוצר נגר במדרונות (מעל 10 מ"מ). ניתן לראות גם בסדרת השנים השחונות 1921-1931 בין 3 ל-4 ימי גשם יוצרי נגר ובתקופה 1957-1963 בין 1 ל-7 ימי גשם תורמי נגר. כלומר ניתן כמעט בוודאות לקבל תוספת מי השקיה לעצים מנגר אשר מתפתח על מדרונות גם בשנים שחונות. כלומר יש לשקול שימוש בשיטות של קצירי נגר לביסוס יער באזור הצחיח למחצה. המידע המובא בדו"ח ה' מן הראוי שישמש לקבלת החלטות בתכנון יער.

5.4 גשם תקופתי

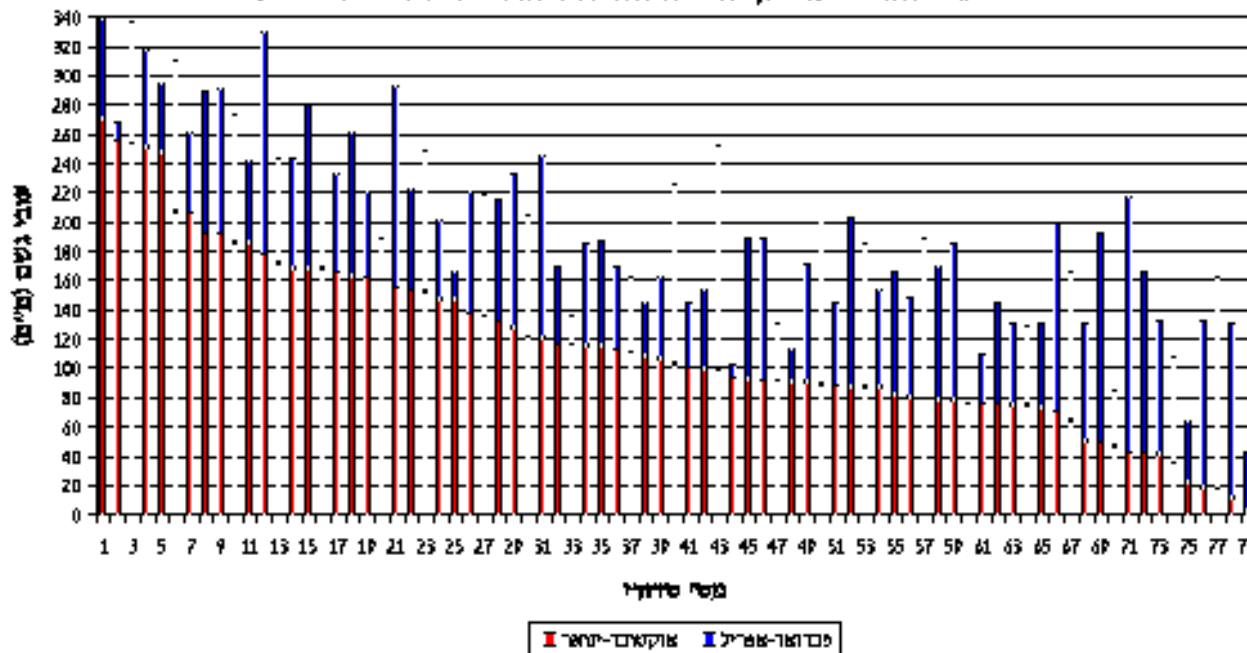
כאמור מידע על כמויות הגשם הצפויות בהמשך העונה מאפשרת ליערן לתכנן טוב יותר את מועדי הנטיעה. ראשית ברצוננו לבדוק האם יש קשר ברור בין כמויות הגשם אשר יורדות בתקופות שונות בשנה מסוימת. כלומר האם כאשר בתקופת אוקטובר-דצמבר יורדת כמות קטנה של גשם, יירד יותר גשם בהמשך השנה או להפך האם במידה ועובי הגשם בתחילת העונה יהיה גבוה נקבל כמות גשם קטנה יותר בהמשך העונה? על מנת לקבל תשובות לשאלות אלו נבדק הקשר בין כמויות הגשם בתקופות שונות של שנה מסוימת.

איור מס' 9:

התאמה בין כמויות הגשם בתקופות שונות בהחזנה באר שבע (99 שנות תצפית)

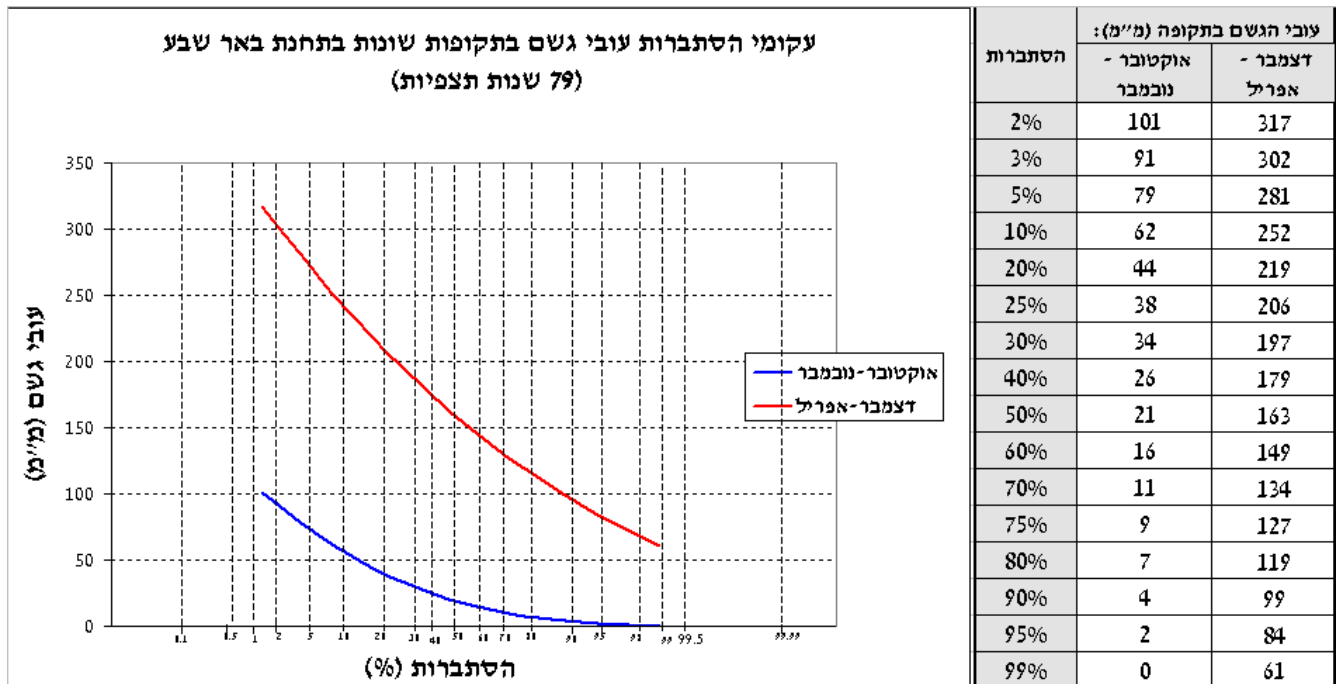


התפלגות עובי הגשם בתקופת החודשים אוקטובר עד ינואר לפי סדר יורד הנוספת עובי הגשם עד סוף השנה ההידרולוגית בתחנת באר-שבע

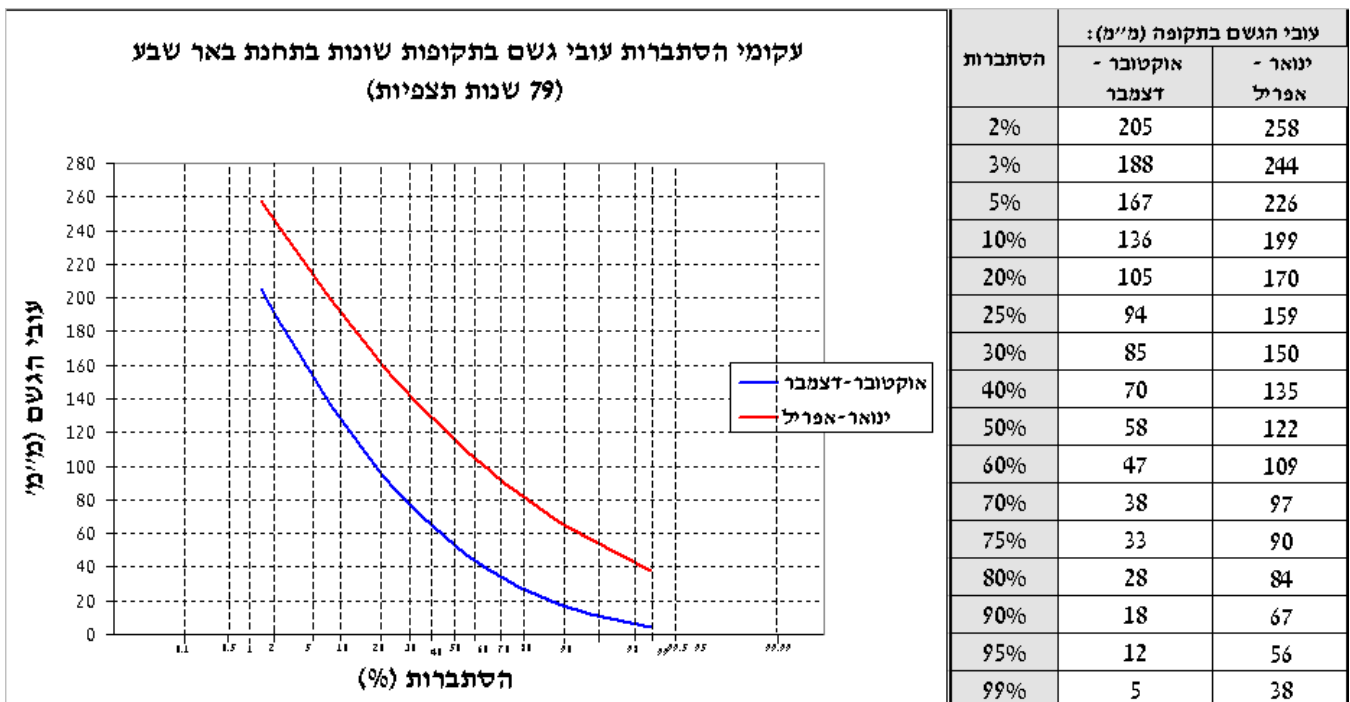


באיור מס' 9 ניתן לראות פיזור גדול מאוד (אין קשר מתאמי), בין כמויות גשם בתחילת העונה (אוקטובר-דצמבר) לכמויות הגשם בהמשך העונה (ינואר-אפריל). ניתן לראות זאת גם באיור מס' 10. העמודות באדום מראות את עובי הגשם מתחילת העונה מסודרות בסדר יורד (עובי גשם הגדול ביותר עד לקטן ביותר) ואילו העמודות הכחולות מראות את כמות הגשם באותה שנה בהמשך העונה. ניתן לראות שנה בה בתחילת העונה היו כ- 240 מ"מ גשם ובהמשכה רק כ- 50 מ"מ נוספים ולעומת זאת שנה אחרת בה ירדו רק כ- 40 מ"מ בתחילת העונה וכ- 200 מ"מ בהמשך העונה. ברור אם כן שההסתברות לעובי גשם לתקופה הבאה אינה תלויה בכמות הגשם אשר ירדה עד למועד זה. כיוון שאין קשר בין כמויות הגשם בתחילת העונה לבין כמויות הגשם בהמשכה ניתן להשתמש לצורך הערכת כמויות הגשם הצפויות בהמשך העונה, בעקומי ההסתברות הרגילים המציינים את כמויות הגשם הצפויות בתקופות שונות בהסתברויות שונות. בטבלאות ובאיורים המצורפים (איורים 11-13) ניתן לראות את כמויות הגשם הצפויות בהסתברויות שונות בתקופות השנה השונות. לדוגמא: יערן אשר מתכנן לנטוע בסוף חודש דצמבר יכול לבדוק מה הם כמויות הגשם אשר ירדו עד למועד זה, ויכול לראות באיור מס' 12 את הכמויות הצפויות בתקופה הבאה בהסתברויות השונות. ניתן לראות שב- 50% הסתברות (בממוצע פעם אחת בשנתיים) כמות הגשם הצפויה בתקופת ינואר-אפריל תהיה מעל 122 מ"מ וב- 80% הסתברות (בממוצע בארבע מתוך חמש שנים) הכמות הצפויה תהיה מעל 84 מ"מ גשם בהמשך העונה. (כלומר הסיכוי שירדו לפחות 84 מ"מ גשם בתקופת ינואר-אפריל הוא 80% והסיכון לקבל פחות מ- 84 מ"מ גשם בתקופה זו הוא 20%). כאמור יכול היערן להשתמש בנתונים אלו לצורך החלטה מבוססת יותר (הסתברותית בלבד), על מועד הנטיעה והצורך בהשקיית עזר בשטחים נטועים.

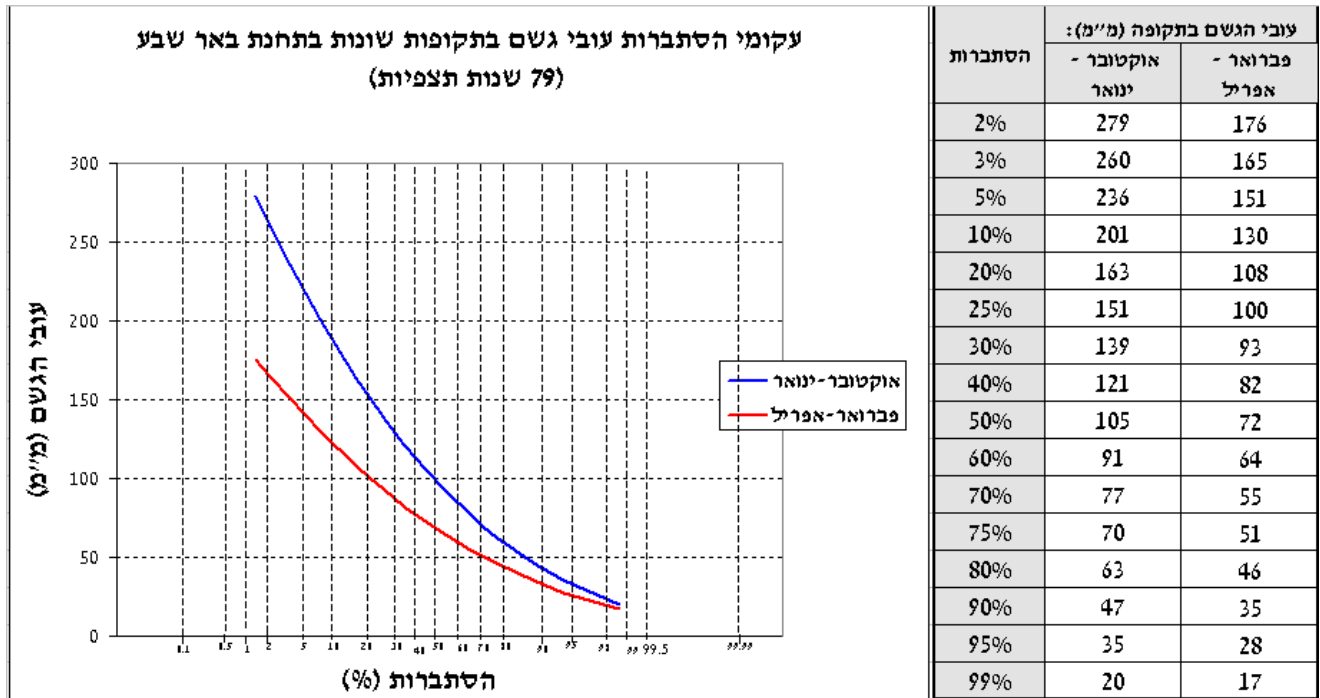
איור מס' 11: תקופות הגשם אוקטובר-נובמבר ודצמבר-אפריל.



איור מס' 12: תקופות הגשם אוקטובר-דצמבר וינואר-אפריל.



איור מס' 13: תקופות הגשם אוקטובר-ינואר ופברואר-אפריל.



6. ניתוח סטטיסטי ומיפוי.

השונות המרחבית של כמויות הגשם לפרקי זמן שונים בחבל הדרום היא הגבוהה בארץ. לפי המפות של השרות המטראולוגי משנת 1960 ושל צילה דורפמן משנת 1980 ובספרות על אקלים האזור ניתן להבחין בממוצעים רב שנתיים של כ- 500 מ"מ גשם בצפון האזור (אשקלון) וירידה עד כ- 100 מ"מ גשם באזור הדרומי (רביבים). ישנה גם השפעה אורוגרפית חזקה הגורמת לעלייה בכמויות הגשם באזור יתיר (כ- 300 מ"מ גשם).

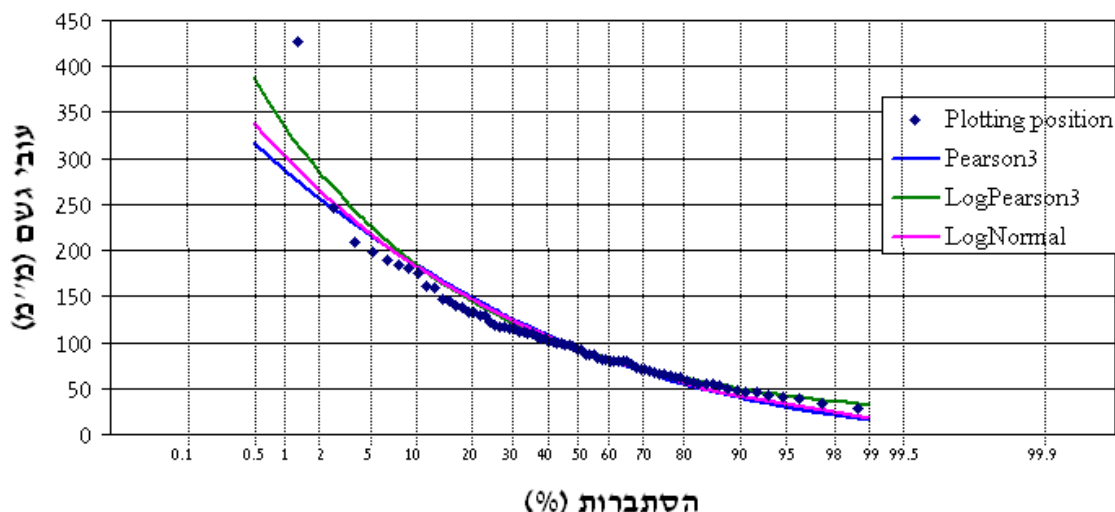
גורמים גיאוגרפיים אחרים משפיעים גם הם על השונות המרחבית של כמויות ועוצמות הגשם.

גם ההשתנות בזמן של כמויות ועוצמות הגשם במרחב גדולה מאוד. שינויים בין שנתיים בכמויות הגשם באותה נקודת מדידה הם הגדולים ביותר בארץ ולעיתים מתקבלת כמות סופתית קרובה לממוצע הרב השנתי. לדוגמא בתחנת ערד בו הממוצע הרב שנתי 129 מ"מ נמדד עובי גשם סופתי של 113 מ"מ בינואר 1965. בתחנת יתיר נמדדה כמות יומית של 123 מ"מ בחודש מרץ 1991 המהווה כמחצית מכמות הגשם לפי הממוצע הרב שנתי. על מנת לתת מידע על כמויות הגשם לפרקי זמן שונים, בהסתברויות שונות בכל המרחב הנדון בחרנו לבצע ניתוח סטטיסטי של כמויות גשם ולמפות את התוצאות.

בעבודתו של מילו רוזנברג (משנת 1986), על סמך ניתוח סטטיסטי של עובי גשם שנתי בכל הארץ נמצא שהפילוגים המתאימים ביותר לייצג גשם שנתי הם פירסון 3 ולוג פירסון 3. בדקנו 3 פילוגים שונים לייצוג סטטיסטי של עובי הגשם ב-17 תחנות הגשם הנבחרות. נבדקו פילוגים שונים לעובי הגשם היומי והסופתי. המרביים בשנה, התקופתיים והשנתיים.

סה"כ נבנו ונבדקו 85 עקומי הסתברות ונמצא: **הפילוגים המתאימים ביותר הם לוג נורמל ו / או לוג פירסון 3.** דוגמא לבדיקת פילוגים שונים ניתן לראות באיור מס' 14.

איור מס' 14: עקומי הסתברות של עובי גשם סופתי לפי פילוגים שונים בתחנת עזה.



בדרך כלל לתקופות הזמן הארוכות דהיינו השנתי והעונתי הפילוגים מסודרים, אך לפרקי הזמן הקצרים יומי, סופתי, השונות המרחבית הגדולה בולטת וגורמת לסטיות של הנקודות האימפריות מהעקום התאורטי.

מניתוח הנתונים עולה כי ההפרשים של נתוני כמויות הגשם השנתיים והתקופתיים, בין שני נתונים עוקבים של סדרה המסודרת בסדר יורד, אינם גדולים. תופעה זו גורמת ליציבות סטטיסטית של סדרות גשם תקופתיות ושנתיות ומאפשרת חיזוי סביר גם לכמויות גדולות (בהסתברויות נמוכות), וגם לכמויות קטנות (הסתברויות גבוהות).

לעומת זאת ההפרשים בכמויות הגשם היומיות והסופתיות גדולים בהרבה ומתבטאים בחוסר יציבות סטטיסטית. כלומר סדרת התצפיות אשר בה השתמשנו מייצגת די טוב תנודות עובי גשם תקופתי ושנתי אך אינה מספקת על מנת לייצג היטב עובי גשם יומי וסופתי בהסתברויות נמוכות.

דוגמאות לניתוח סטטיסטי בו סדרות יציבות של נתוני עובי גשם שנתי ותקופתי בתחנת גילת ניתן לראות באיורים מס' 15 ו-16.

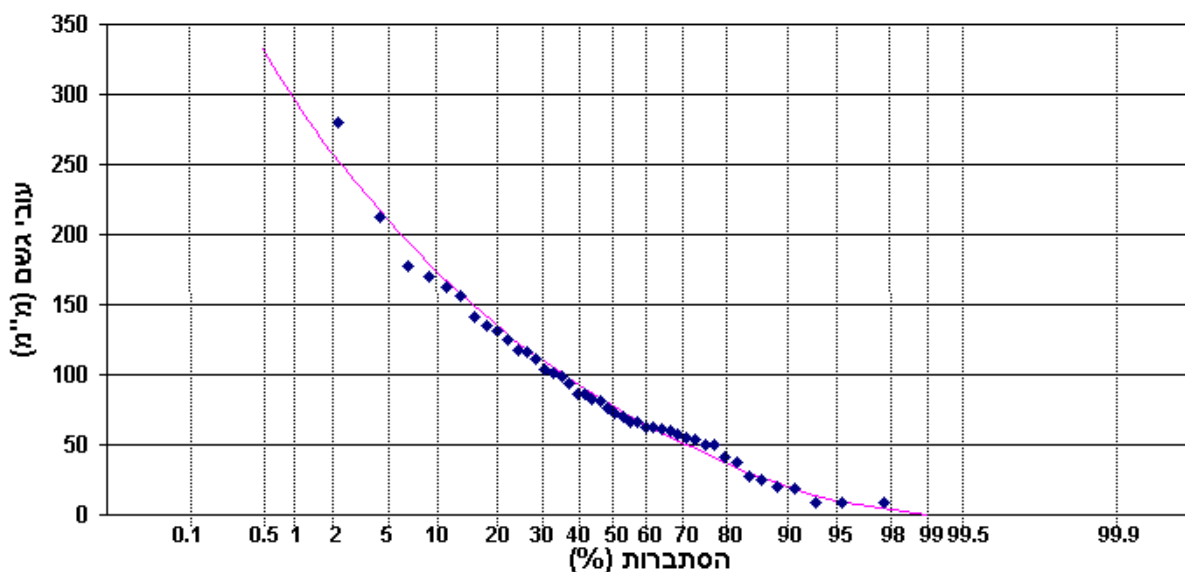
דוגמאות לניתוח סטטיסטי בו סדרות לא יציבות של נתוני עובי גשם יומי וסופתי ניתן לראות באיורים מס' 14 ו-17. ניתן לראות סטיות גדולות של הנקודות האימפריות מהעקום התאורטי.

דוגמא לחוסר היציבות ניתן לראות היטב באיור מס' 17. כמות הגשם היומית הצפויה בתחנת אורים בהסתברות 1% (פעם אחת ב-100 שנה), לפי פילוג לוג נורמל היא 107 מ"מ (טבלה מס' 3, עמוד מס').

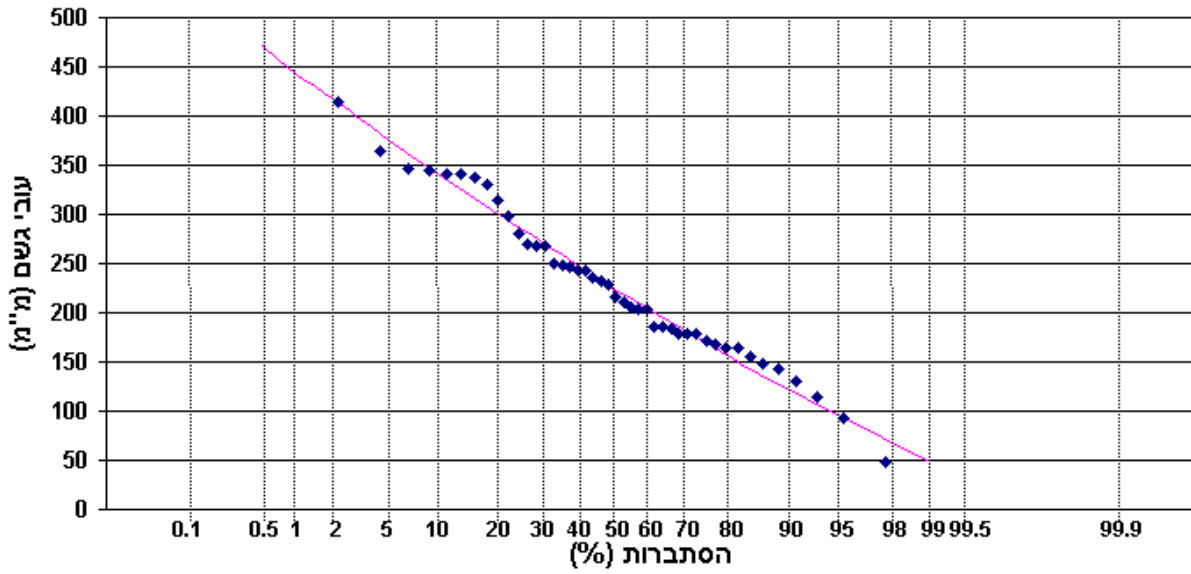
נמדדו בתחנה זו כמויות המרביות של 107 מ"מ בתאריך 18/11/1945 ו-108 מ"מ בתאריך 19/11/1937.

אנו מניחים שירידת כמויות גשם כאלו פעמיים בתוך תקופה של 61 שנים מצביעה על כך שכמות הגשם הצפויה פעם אחת ב-100 שנים גבוהה יותר מזו אשר מתקבלת לפי עקום ההסתברות התאורטי.

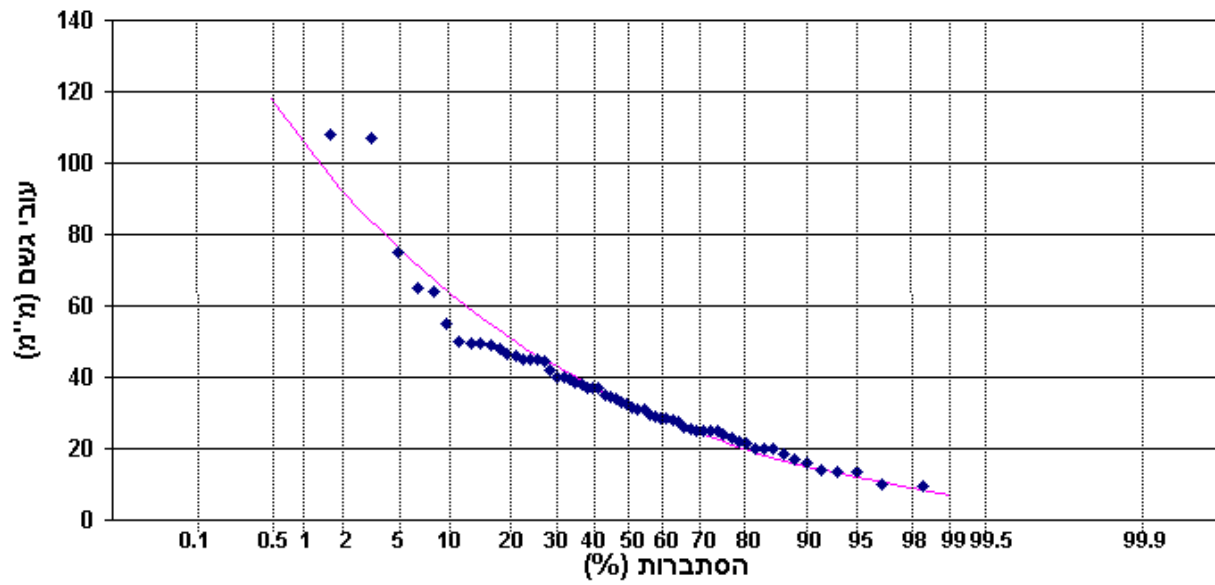
איור מס' 15: עקום הסתברות של עובי גשם מצטבר בתקופה של אוקטובר-דצמבר לפי פילוג לוג-נורמל בתחנת גילת.



איור מס' 16: עקום הסתברות לעובי גשם שנתי לפי פילוג לוג-נורמל בתחנת גילת



איור מס' 17: עקום הסתברות לעובי גשם יומי מרבי לפי פילוג לוג-נורמל בתחנת אוריס.



תוספת מידע תוכל להתקבל ע"י ניתוח נתוני גשם נוספים אשר יילקחו מרשת תחנות גשם צפופה אשר הוקמה לפני 15 שנים ע"י ק.ק.ל והתחנה לחקר הסחף וכן מנתוני מכ"ם העננים אשר פועל ומנותח באופן רציף ע"י התחנה לחקר הסחף.

רשת מדי גשם צפופה יותר מאפשרת מדידת ערכי עובי גשם יומי וסופתי גבוהים יותר מאלה אשר נמדדים ברשת מדי הגשם של השרות המטראולוגי.

בטבלה מס' 3 ניתן לראות נתוני עובי גשם סופתי מרביים בתחנות סטנדרטיות שונות ונתוני עובי גשם סופתי ברשת מדי גשם זעירים (מג"זים) של ק.ק.ל ותחל"ס הפזורים באזור הנידון.

טבלה מס' 3: עובי גשם סופתי מרבי בתחנות מטראולוגיות ובמגז"ם של ק.ק.ל בנגב

שם תחנת הגשם	מקסימום ידוע	תאריך הסופה	תקופת תצפיות	שנות תצפית	עובי גשם בהסתברות 1% (מ"מ)
תחנה מטראולוגית					
רביבים	76	1-14/1/1965	1943-2000	55	85
משאבי שדה	70	1-4/12/1961	1934-2000	53	88
שדה בוקר	75	8-12/1/1965	1952-2000	46	95
ערד	113	8-14/1/1965	1934-2000	42	103
עובי גשם סופתי מרבי במגז"ם של ק.ק.ל בלימנים					
ערד	135	2-7/11/1994	1986-2001	15	
	127	2-7/11/1994	1986-2001	15	
	76	2-6/12/1994	1986-2001	15	
רביבים	68	1-2/1/1992	1986-2001	15	
	69	1-2/1/1992	1986-2001	15	
	120	2-7/11/1994	1986-2001	15	
	75	2-6/12/1994	1986-2001	15	
דימונה	105	2-6/12/1994	1986-2001	15	
	110	1-2/1/1992	1986-2001	15	
ירוחם	79	2-6/12/1994	1986-2001	15	
	70	2-6/12/1994	1986-2001	15	
	72	23-26/1/1991	1986-2001	15	
טללים	70	23-26/1/1991	1986-2001	15	
	89	2-7/11/1994	1986-2001	15	
	95	2-7/11/1994	1986-2001	15	

מטבלה מס' 3 ניתן לראות נתוני עובי גשם סופתיים מרביים גדולים בהרבה מאלו אשר נמדדו בתחנות הסטנדרטיות של השרות המטראולוגי.

חשוב לציין שתקופת המדידות במדי הגשם הזעירים (מג"ז) רק 15 שנה ופחותה בהרבה מזו של השרות המטראולוגי (60-45 שנים). יש לשים לב גם לתאריכים בהם נמדד עובי הגשם הסופתי המרבי בתחנות הרגילות. בתאריכים אלו לא עבדה רשת המגזים של ק.ק.ל ותחל"ס ואנו מניחים שלו עבדה הייתה מניבה עובי גשם סופתי גבוהים יותר. ניתן גם לראות שבתקופה המקבילה של עבודת שתי הרשתות דהיינו ב-15 השנים האחרונות לא נמדד עובי מרבי באף אחת מהתחנות הרגילות אשר מייצגות רשת פחות צפופה. בטבלה מס' 4 ניתן לרות השוואה של נתוני עובי הגשם הסופתי המרבי אשר נמדד ברשת המגז"ם לעומת נתוני עובי הגשם הסופתי בתחנות רגילות בשתי סופות קיצוניות. מרשת המגז"ם נלקחו עובי הגשם הגדולים ביותר אשר נמדדו בקרבת התחנות המטראולוגיות.

טבלה מס' 4: השוואה בין כמויות גשם סופתיות ברשת מגז"ם לעומת תחנות מטראולוגיות

בשתי סופות קיצוניות.

2-7/11/1994		2-6/12/1994		שם התחנה
תחנה מטראולוגית (מ"מ)	מרבי מרשת מגזים (מ"מ)	תחנה מטראולוגית (מ"מ)	מרבי מרשת מגזים (מ"מ)	
39	135	32	76	ערד
49	120	49	75	רביבים
33	95	37	79	שדה בוקר
40	117	39	77	ממוצע

אפשר לראות הבדלים גדולים מאוד בעובי הגשם הסופתי אשר נמדד בשתות מדידה בעלות צפיפות שונה. (פי 2 ומעלה). הדבר מעיד על השונות המרחבית הרבה ועל הגודל המצומצם של מוקדי הגשם באירועים קיצוניים.

ברור לנו שהפרשי הכמויות היומיות והכמויות לפרקי זמן קצרים יותר, גדולים אף הם.

כלומר לצפיפות רשת המדידה יש חשיבות מכרעת לידע מהימן על עובי גשם יומי וסופתי במרחב. (דבר זה נכון כמובן גם לגבי עוצמות הגשם ואף בצורה קיצונית הרבה יותר). מכאן נובע שהמיפוי אשר מוצג בדו"ח זה של עובי הגשם היומי והסופתי בהסתברות 1% לוקה בחסר.

ליקוי זה יכול להיות קריטי כאשר מדובר בצרכים מיוחדים בהם נדרש תכנון להסתברות 1% כגון תכנון שיחים לקצירי נגר. יש אם כן חשיבות רבה להמשך מדידת גשם ע"י ק.ק.ל ותחל"ס ברשת מדי גשם צפופה, ולמדידת הגשם באמצעות מכ"ם העננים. המשך המחקר בנושאים אלו יוכל לאפשר את עדכון המפות של עובי הגשם היומי והסופתי להסתברות נמוכה (פעם אחת ב-100 שנה).

7. ריכוז תוצאות ניתוח הנתונים הסטטיסטיים

הניתוח הסטטיסטי נעשה על נתוני עובי גשם של 17 תחנות מדידה המייצגות את האזור בהם קיימים נתוני תצפיות של לפחות שלושים שנים ברצף, וברובם של כ- 50 שנים. (טבלה מס 1)

בתחנות אחרות בהם יש תקופת תצפיות ארוכה אך נתוני עובי הגשם לא נמדדו ברציפות במשך כל תקופת התצפיות, חושבו ממוצעים בלבד.

על מנת להשתמש בממוצעים של עובי הגשם לפרקי זמן שונים ב-24 התחנות הנוספות, נבדק הקשר בין ממוצע עובי הגשם לפרק זמן מסויים לבין עובי הגשם בהסתברויות השונות לאותו פרק זמן, ב-17 תחנות הבסיס.

נמצאו קשרים טובים (מקדם מיתאם $R^2 = 0.85 - 0.95$), המאפשרים הערכת כמויות הגשם להסתברויות שונות על סמך ממוצעים של עובי הגשם.

לדוגמא, את עקומי הקשר בין ממוצע עובי הגשם היומי המרבי הרב שנתי לבין עובי הגשם היומי המרבי בהסתברויות שונות ניתן לראות באיור מס' 19. ובטבלה המצורפת ניתן לראות את משוואת הקשר הנדון.

על סמך מקדמי קשר אלו חושבו כמויות הגשם היומיות המרביות בהסתברויות השונות ואת תוצאות החישובים ניתן לראות בטבלה מס' 7.

גרפים של קשרים אלו, משוואות הקשרים וטבלאות החישוב של כמויות הגשם בהסתברויות שונות, בתחנות הנוספות ניתן למצוא לעובי גשם יומי, סופתי, תקופתי ושנתי.

אטלס מפות הגשם

לכל פרק זמן (יום, סופה, תקופה, שנה) הוקדש פרק באטלס המפות. כל פרק כולל:

1. טבלה של עובי הגשם לפרק הזמן המסויים, בהסתברויות שונות בתחנות הבסיס.
 2. טבלה של פרמטרים סטטיסטיים (ממוצע ומקדם שונות) וכן 2 ערכי עובי גשם מרביים אשר נמדדו בתקופת התצפיות כולל תאריכי הארוע.
 3. עקומי הקשר בין ממוצע (העובי היומי, סופתי וכד') לבין עובי הגשם בהסתברויות שונות ב-17 תחנות הבסיס בצרוף משוואות הקשר.
 4. עובי הגשם (היומי, סופתי, תקופתי ושנתי) בתחנות הנוספות מחושב עפ"י נוסחאות הקשר.
 5. מפות קווי שווי עובי גשם בהסתברויות שונות. מפות הגשם נבנו על סמך נתוני עובי הגשם בהסתברויות שונות אותן ניתן לראות בטבלאות השונות.
 - לעובי גשם יומי מרבי מוצגות מפות להסתברויות 1,5,10%.
 - לעובי גשם סופתי מרבי מוצגות מפות להסתברויות 1,5,10,25%.
 - לעובי גשם תקופתי אוקטובר – דצמבר וינואר-אפריל מרבי מוצגות מפות להסתברויות 1,5,10,25,50,75%.
 - לעובי גשם שנתי מוצגות מפות להסתברויות 1,5,10,25,50,75%.
- קווי שווי הגשם הועברו באמצעות G.I.S לפי שיטת Spline מסוג Tension. תיקונים קלים נעשו ידנית בהתאם לצורך. המרווח בין הקווים (עובי הגשם במ"מ) משתנה בהתאם להפרשי עובי הגשם במרחב. כאשר נוצר מרווח רחב בין הקווים הוספנו קו מרוסק במחצית כמות הגשם בין שני הקווים.

טבלה מס' 5: עובי גשם יומי בהסתברויות שונות בתחנות הבסיס

עובי גשם יומי בהסתברויות שונות (מ"מ)								שם תחנת הגשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%	
12	22	33	47	64	76	93	107	אורים
15	23	29	37	46	52	59	64	באר שבע
25	36	46	60	76	88	104	116	בארי
16	24	32	42	55	64	76	86	גילת
19	33	43	59	78	91	109	122	דורות
28	43	55	71	87	99	113	123	זיקים
19	24	34	52	63	76	97	113	יתיר
19	29	38	50	63	73	86	96	להב
6	14	20	27	35	40	47	51	משאבי שדה
23	34	49	65	91	107	130	148	נחל עוז
13	22	28	38	50	59	71	80	ניר יצחק
24	35	50	69	90	106	128	145	סעד
25	36	49	65	85	100	120	135	עזה
8	14	20	29	38	46	55	63	ערד
7	13	19	26	33	38	44	48	רביבים
9	12	17	24	35	43	56	67	שדה בוקר
18	27	36	45	56	62	71	77	שובל

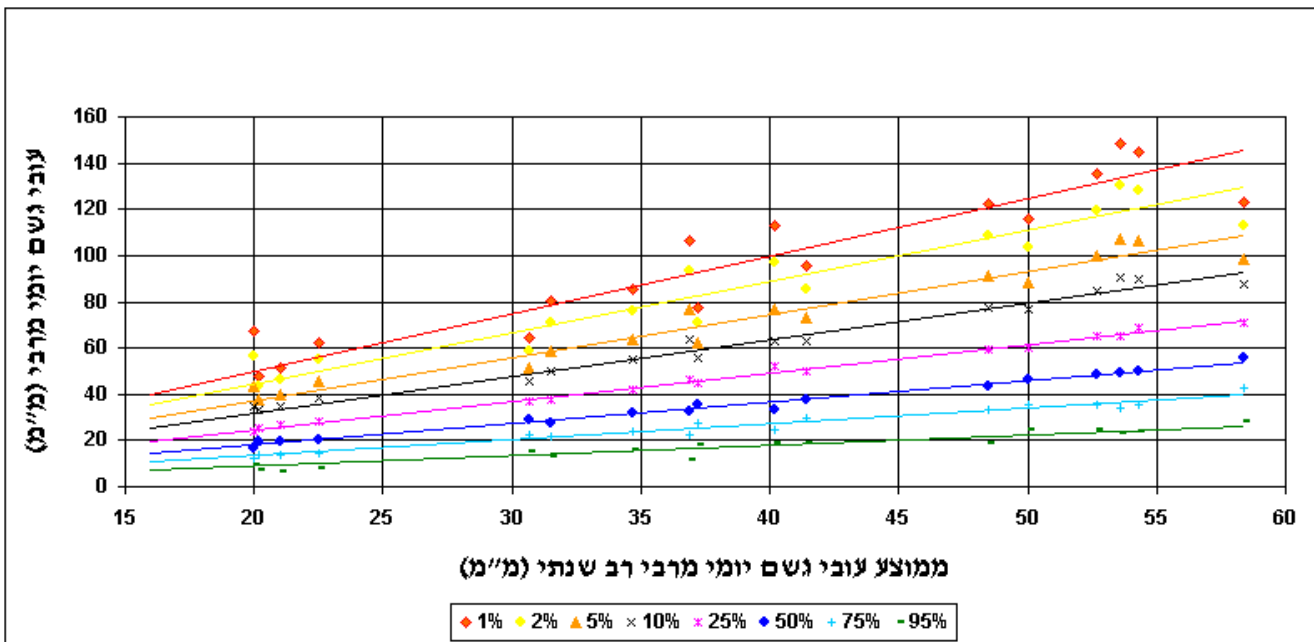
טבלה מס' 6: פרמטרים סטטיסטיים של עובי גשם יומי בתחנות הבסיס ושני ערכי

המקסימום אשר נמדדו בהן.

תאריך מקסימום II	מקסימום II(מ"מ)	תאריך מקסימום I	מקסימום I(מ"מ)	פרמטרים סטטיסטיים		שם תחנת הגשם
				מקדם שונות	ממוצע (מ"מ)	
18/11/1945	107	19/11/1937	108	0.56	37	אורים
03/12/1994	55	05/12/1934	64	0.37	31	באר שבע
02/12/1963	91	07/11/1986	99	0.41	50	בארי
11/12/1980	75	10/01/1965	76	0.45	35	גילת
30/11/1991	100	19/11/1953	127	0.45	49	דורות
17/02/1988	104	14/12/1951	112	0.38	58	זיקים
29/11/1979	58	22/03/1991	123	0.55	40	יתיר
22/03/1991	80	29/11/1979	82	0.41	41	להב
21/02/1989	46	25/01/1991	47	0.5	21	משאבי שדה
10/01/1965	117	19/11/1953	137	0.53	54	נחל עוז
14/12/1979	61	25/01/1991	68	0.45	32	ניר יצחק
10/01/1965	103	19/11/1953	151	0.49	54	סעד
01/12/1991	130	11/11/1872	152	0.45	53	עזה
11/11/1993	44	11/01/1965	46	0.52	23	ערד
22/10/1979	40	25/01/1991	44	0.47	20	רביבים
26/12/1980	44	01/01/1992	55	0.61	20	שדה בוקר
28/02/1964	65	11/01/1965	68	0.37	37	שובל

איור מס' 19: קשר בין ממוצע עובי הגשם היומי המרבי הרב שנתי לבין עובי גשם יומי

מרבי בהסתברויות שונות בצרוף משוואת הקשר

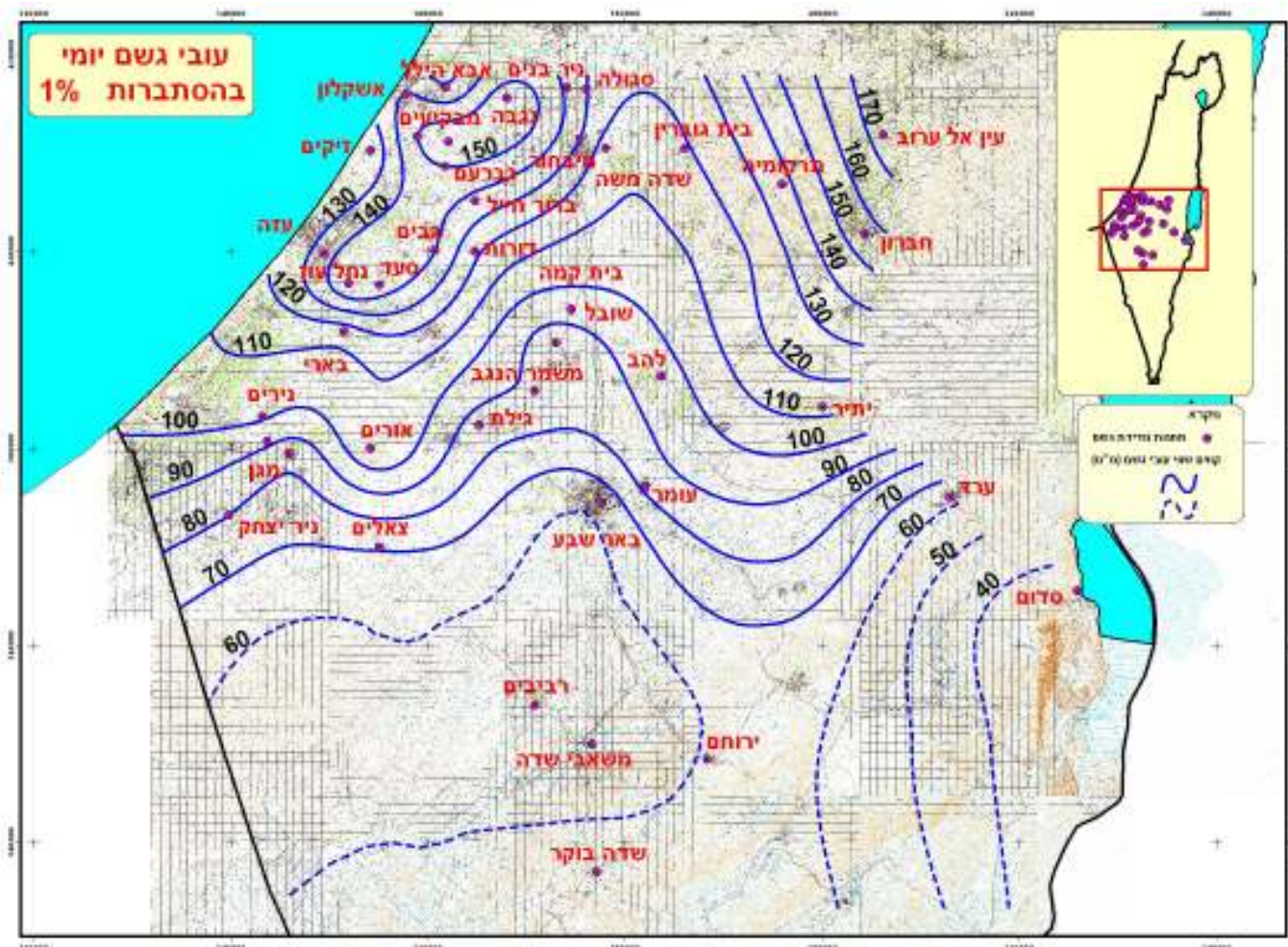


R ²	משוואה	הסתברות
0.88	y=2.49x	1%
0.91	y=2.22x	2%
0.95	y=1.86x	5%
0.98	y=1.59x	10%
0.99	y=1.23x	25%
0.99	y=0.92x	50%
0.97	y=0.68x	75%
0.91	y=0.44x	95%

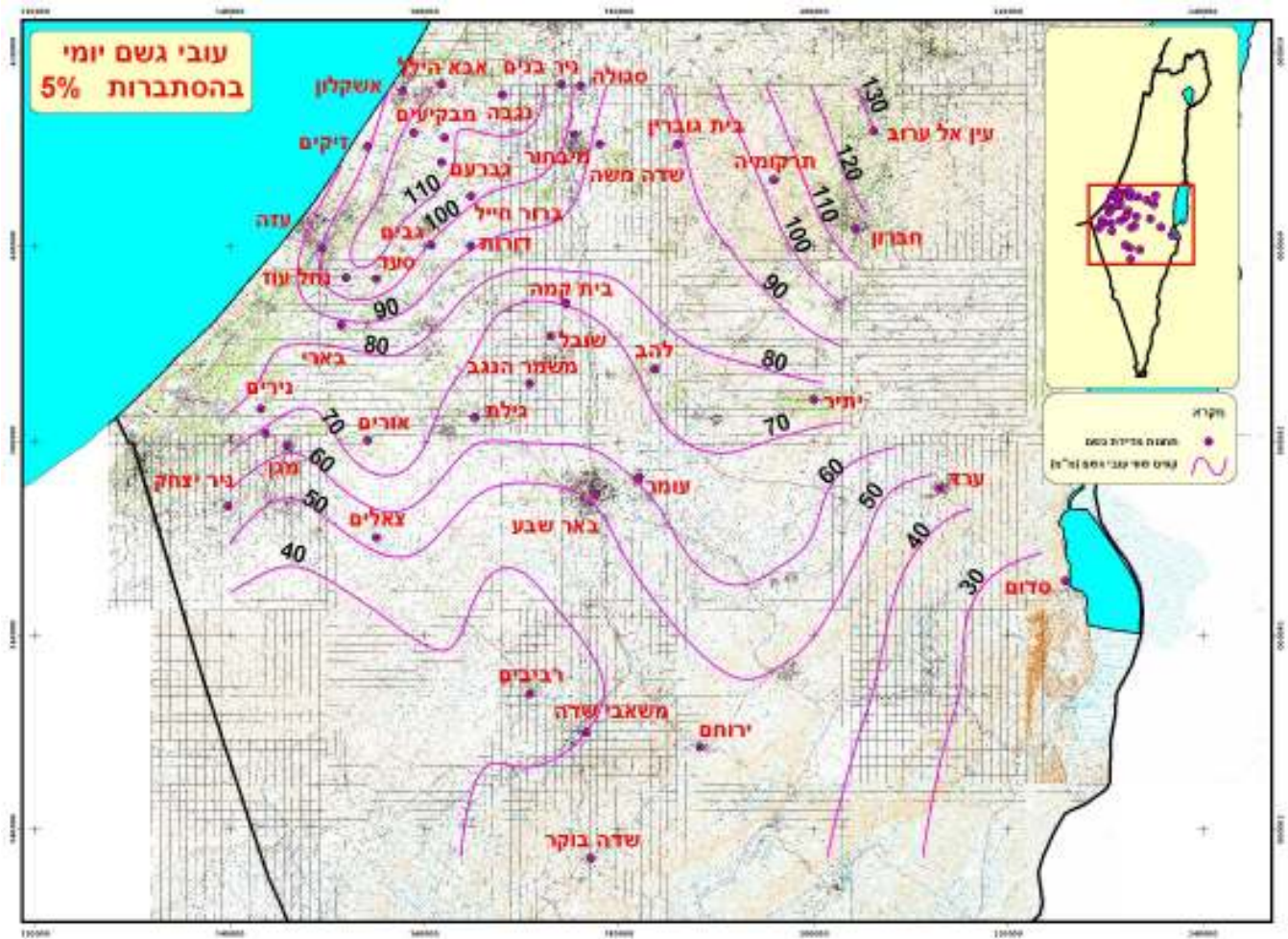
טבלה מס' 7 : עובי גשם יומי מרבי בהסתברויות שונות, מחושב עפ"י נוסחת הקשר, בתחנות נוספות

עובי גשם יומי מרבי (מ"מ) בהסתברויות שונות								ממוצע	שם תחנת גשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%		
23	36	48	65	83	98	117	131	52	אבא הלל
25	38	52	69	90	105	125	140	56	אשקלון
24	37	51	68	88	102	122	137	55	ברור חייל
21	33	44	59	76	89	106	119	48	בית גוברין
17	26	35	47	61	71	85	95	38	בית קמה
31	48	64	86	111	130	155	174	70	עין אל ערוב
22	34	46	61	79	93	111	124	50	גת
27	41	56	74	96	112	134	150	60	גברעם
23	36	49	66	85	99	119	133	53	גבים
28	43	58	77	99	116	139	156	63	חברון
15	23	31	41	53	62	74	84	34	מגן
26	41	55	74	96	112	134	150	60	מבקיעים
16	24	33	44	56	66	79	88	35	משמר הנגב
23	36	48	64	83	97	116	130	52	מיבחור
27	42	57	76	99	116	138	155	62	נגבה
24	38	51	68	88	103	123	138	55	ניר בניס
16	25	34	45	58	68	82	92	37	ניר עוז
18	27	37	50	64	75	90	101	40	נירים
14	22	30	40	52	61	73	82	33	עומר
20	32	43	57	74	87	103	116	47	שדה משה
6	10	13	17	22	26	31	35	14	סדום
23	36	48	64	83	97	116	130	52	סגולה
26	41	55	73	95	111	132	148	60	תלמה יפה
24	38	51	68	88	103	123	137	55	תרקומיה
11	17	22	30	39	45	54	61	24	ירוחם
13	19	26	35	45	53	63	71	28	צאלים

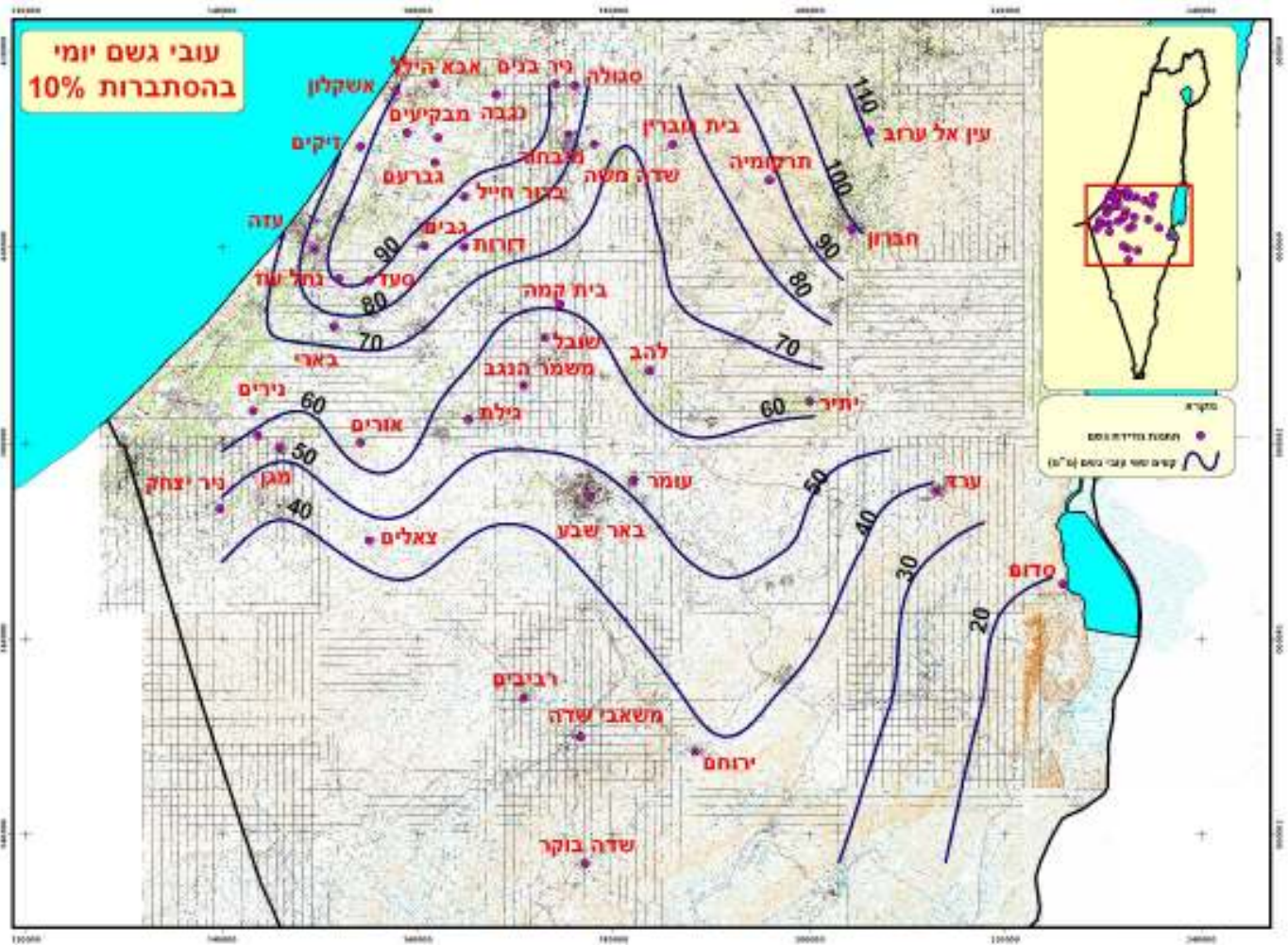
מפה עובי גשם יומי 1%



מפה עובי גשם יומי 5%



מפה עובי גשם יומי 10%



7.2 עובי גשם סופתי

טבלה מס' 8: עובי גשם סופתי בהסתברויות שונות בתחנות הבסיס:

עובי גשם סופתי בהסתברויות שונות (מ"מ)								שם תחנת הגשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%	
16	36	55	81	113	136	167	191	אורים
23	36	48	65	84	98	117	131	באר שבע
41	59	80	114	163	204	264	315	בארי
26	40	54	78	108	132	167	195	גילת
31	57	83	107	152	179	213	239	דורות
45	76	104	139	178	206	241	267	זיקים
30	39	58	80	110	133	167	194	יתיר
36	50	65	88	118	142	176	203	להב
15	21	30	41	53	63	77	88	משאבי שדה
32	64	95	141	200	245	311	361	נחל עוז
22	33	46	65	92	112	142	166	ניר יצחק
35	63	92	134	189	231	292	338	סעד
29	65	95	132	176	207	245	290	עזה
11	23	34	78	65	76	91	103	ערד
12	19	27	38	51	61	74	85	רביבים
12	20	29	40	55	66	82	95	שדה בוקר
28	47	65	87	113	131	155	173	שובל

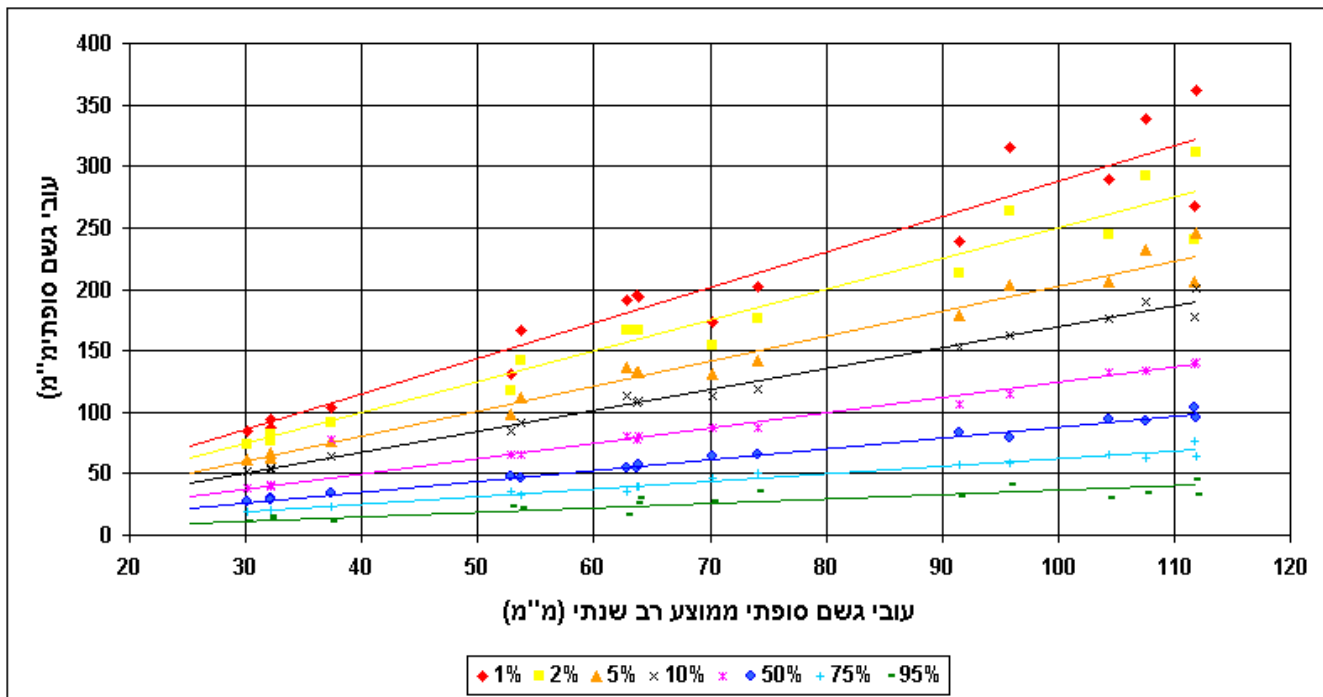
טבלה מס' 9: פרמטרים סטטיסטיים של עובי גשם סופתי בתחנות הבסיס ושני ערכי

המקסימום אשר נמדדו בהן.

תאריך מקסימום II	מקסימום II (מ"מ)	תאריך מקסימום I	מקסימום I(מ"מ)	פרמטרים סטטיסטיים		שם תחנת הגשם
				ממוצע (מ"מ)	מקדם שונות	
17-20/11/1945	146	18-19/11/1937	213	63	0.62	אורים
02-05/12/1994	118	08-14/1/1965	136	53	0.46	באר שבע
06-09/11/1986	214	29/11- 4/12/1991	225	96	0.61	בארי
10-17/12/1980	130	8-13/01/1965	174	64	0.56	גילת
13-20/12/1951	202	28/11-05/12/1991	296	92	0.61	דורות
28/11-5/12/1991	237	13-20/12/1951	265	112	0.45	זיקים
02-05/12/1994	121	21-23/03/1991	155	64	0.56	יתיר
01-05/12/1994	142	08-13/01/1965	171	74	0.48	להב
08-15/01/1965	67	01-04/04/1961	70	32	0.50	משאבי שדה
08-14/01/1965	285	28/11-5/12/1991	326	112	0.63	נחל עוז
22-26/01/1991	123	08-14/01/1965	141	54	0.58	ניר יצחק
08-14/01/1965	276	28/11-05/12/1991	295	108	0.61	סעד
02-10/11/1938	247	28/11-04/12/1991	427	104	0.54	עזה
30/11-03/12/1963	72	08-14/01/1965	113	37	0.56	ערד
24-26/01/1991	63	08-14/01/1965	76	30	0.54	רביבים
31/12-03/01/1991	70	08-12/01/1965	75	32	0.56	שדה בוקר
29/11-04/12/1991	137	08-13/01/1965	180	70	0.47	שובל

איור מס' 20: קשר בין עובי גשם סופתי ממוצע רב שנתי לבין עובי גשם סופתי בהסתברויות

שונות בצרוף משוואת הקשר.



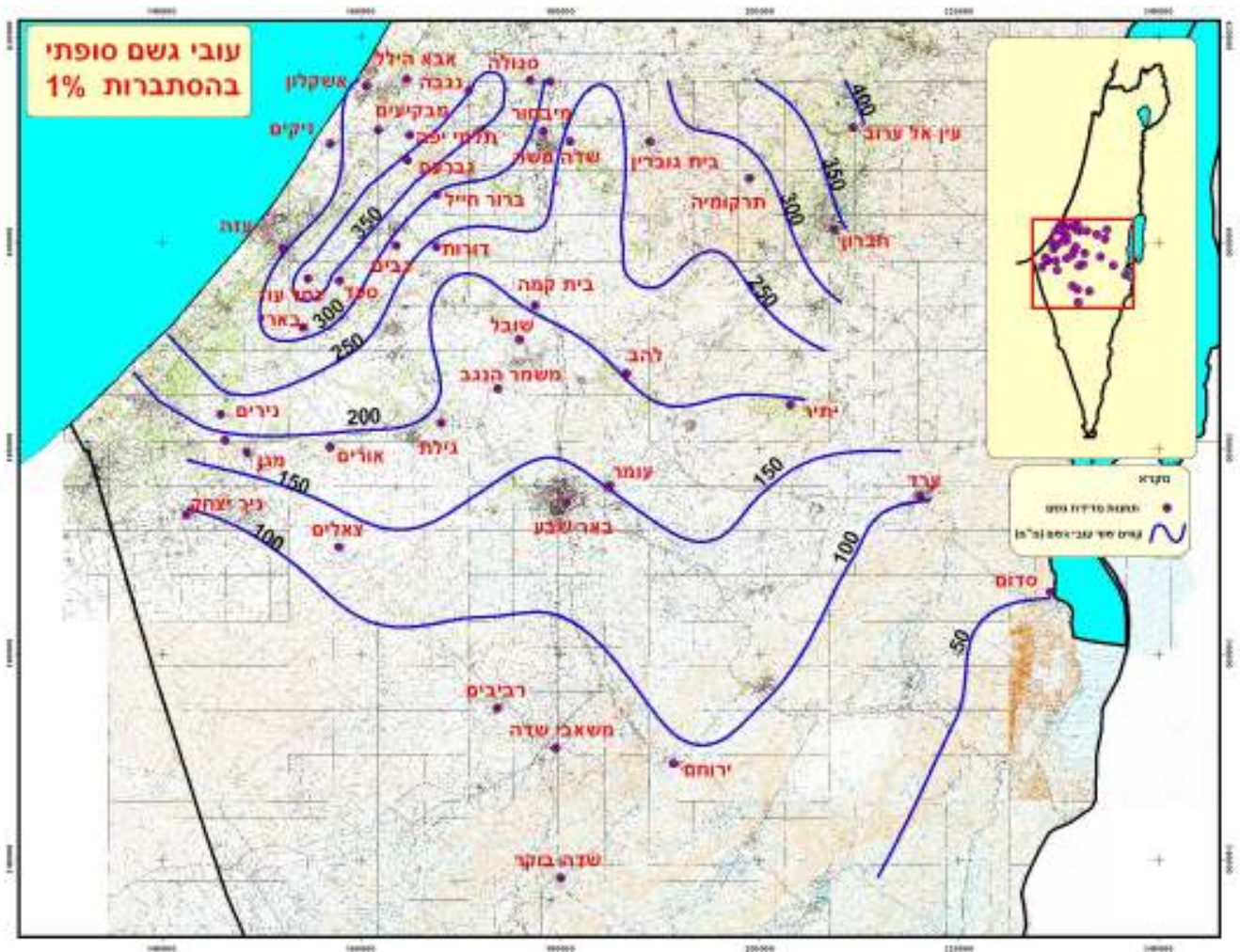
R^2	משוואה	הסתברות
0.92	$y=2.88x$	1%
0.94	$y=2.50x$	2%
0.97	$y=2.03x$	5%
0.99	$y=1.69x$	10%
0.94	$y=1.25x$	25%
0.99	$y=0.88x$	50%
0.97	$y=0.62x$	75%
0.73	$y=0.36x$	95%

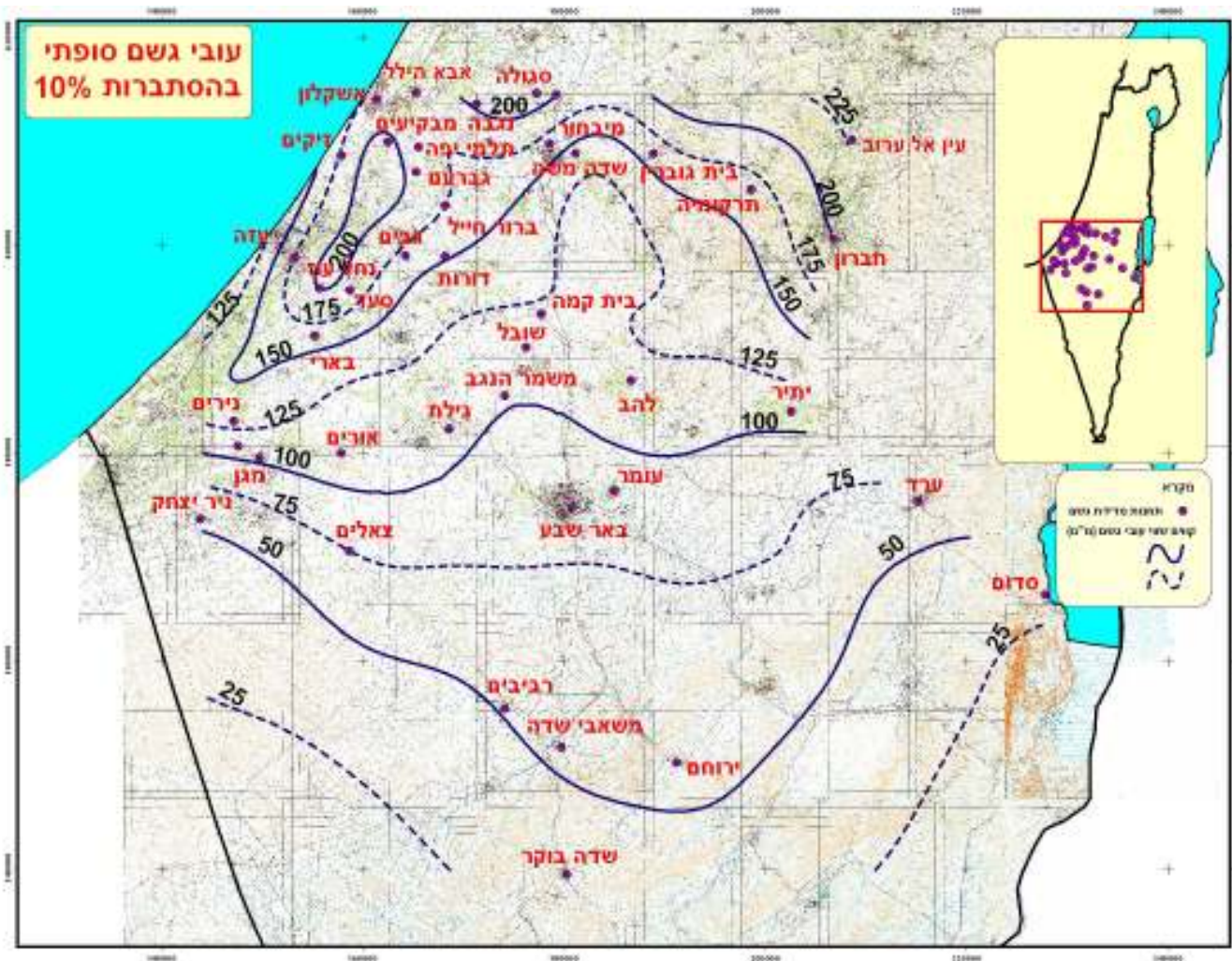
טבלה מס' 10 : עובי גשם סופתי בהסתברויות שונות, מחושב עפ"י נוסחת הקשר,

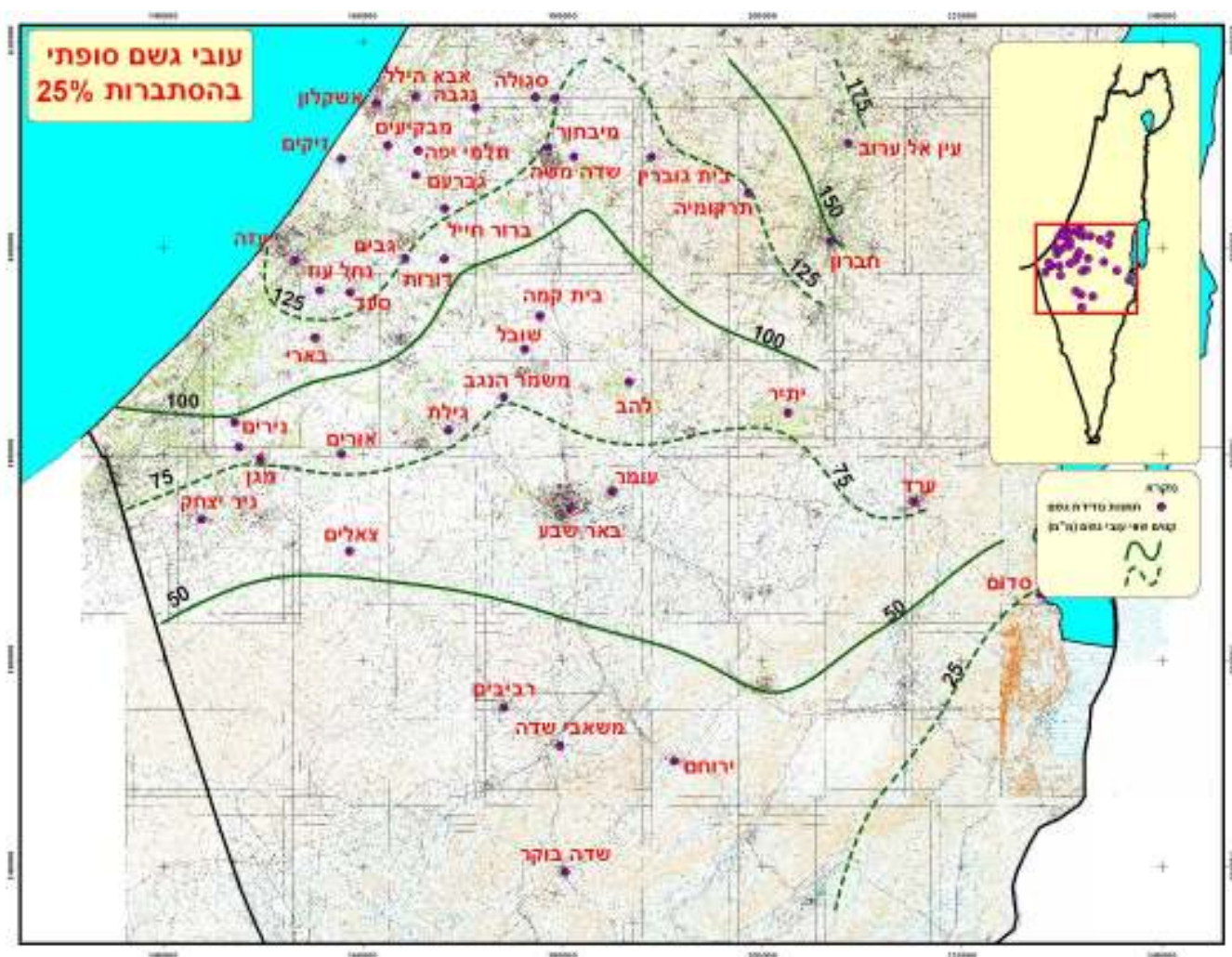
בתחנות נוספות

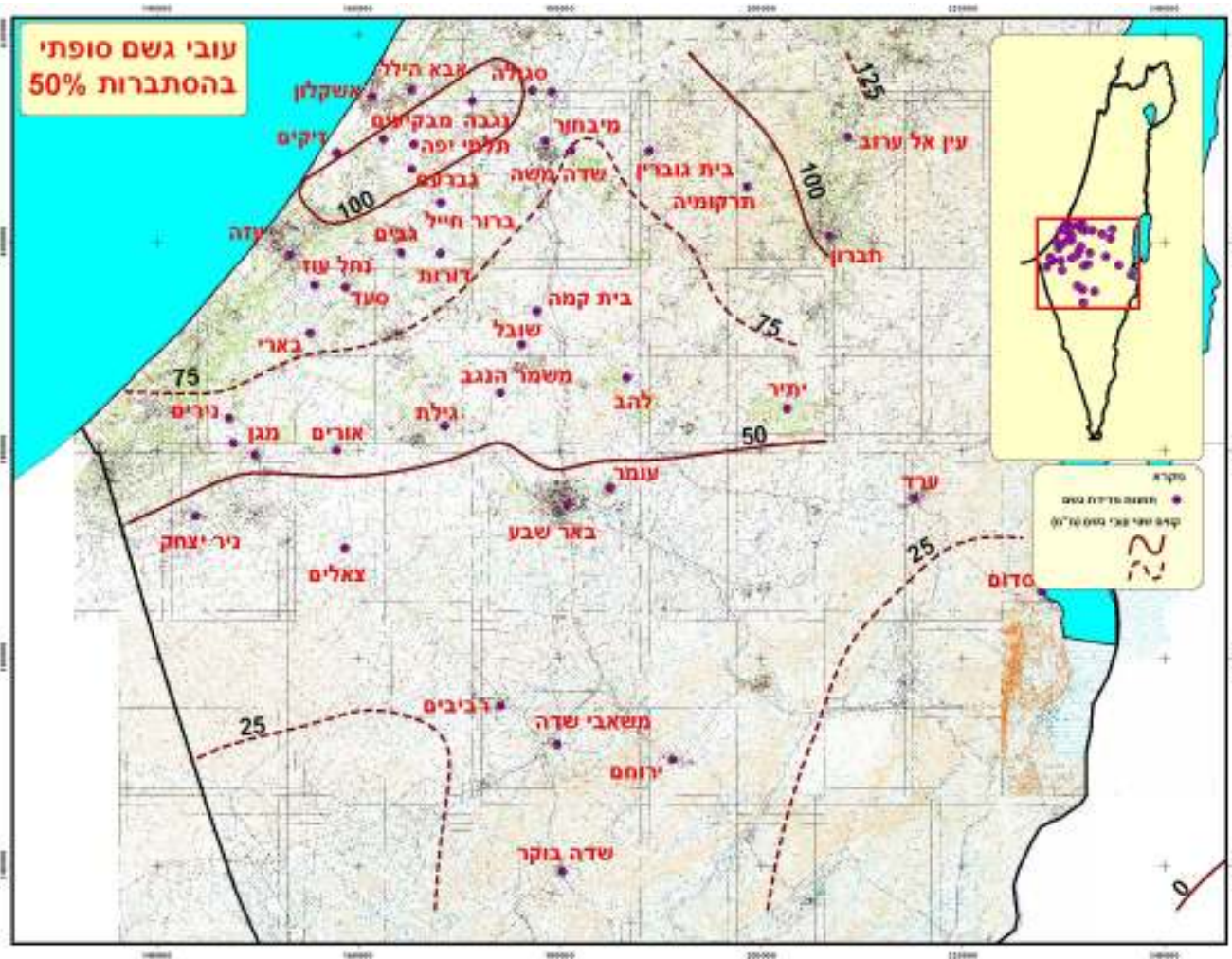
עובי גשם סופתי (מ"מ) בהסתברויות שונות								ממוצע (מ"מ)	שם תחנת הגשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%		
33	58	82	116	157	189	233	268	93	אבא הלל
39	67	95	135	183	219	270	311	108	אשקלון
37	64	91	129	175	210	259	298	104	ברור חייל
35	59	84	120	162	195	240	276	96	בית גוברין
26	45	64	90	122	147	181	208	72	בית קמה
49	84	119	169	228	274	338	389	135	עין אל ערוב
36	62	87	124	168	202	248	286	99	גת
41	70	100	142	192	230	283	327	113	גברעם
36	62	88	125	168	202	249	287	100	גבים
43	73	104	148	200	240	296	340	118	חברון
22	38	54	77	104	125	154	177	61	מגן
43	74	106	150	203	244	300	346	120	מבקיעים
22	38	54	76	103	124	153	176	61	משמר הנגב
35	60	86	122	165	198	244	281	97	מיבחור
43	75	106	151	204	245	302	348	121	נגבה
40	69	97	138	187	225	277	319	111	ניר בניס
24	41	58	82	111	133	164	189	66	ניר עוז
28	48	68	97	131	157	194	223	77	נירים
19	33	46	66	89	107	132	152	53	עומר
30	52	74	105	141	170	209	241	84	שדה משה
7	11	16	23	31	37	45	52	18	סדום
36	63	89	126	170	205	252	291	101	סגולה
39	68	96	137	185	222	273	315	109	תלמה יפה
36	61	87	124	167	201	248	285	99	תרקומיה
12	21	29	42	56	68	83	96	33	ירוחם
16	28	39	55	75	90	111	128	44	צאלים

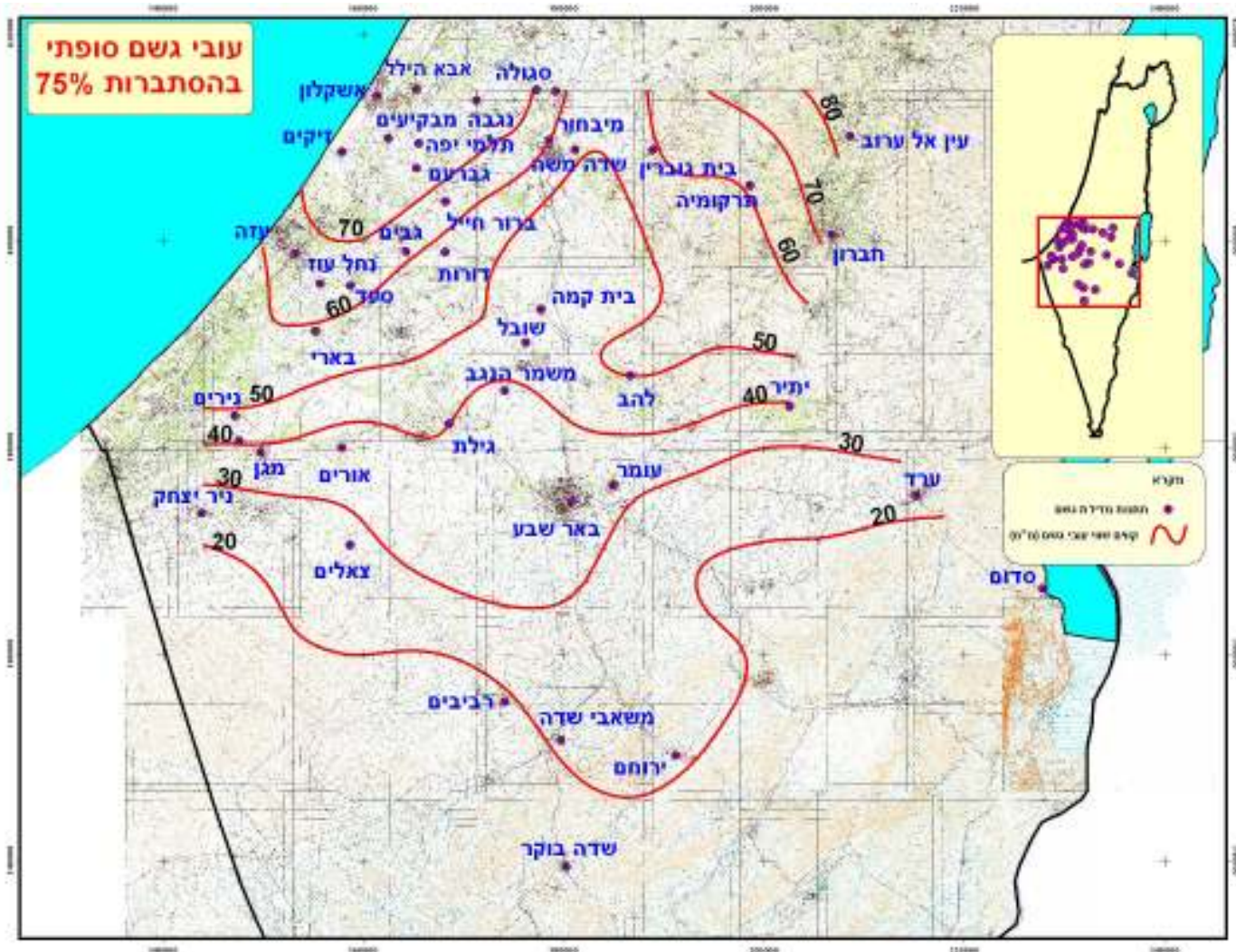
מפת עובי גשם סופתי 1%











7.3 עובי גשם שנתי.

טבלה מס' 11: עובי גשם שנתי בהסתברויות שונות בתחנות הבסיס:

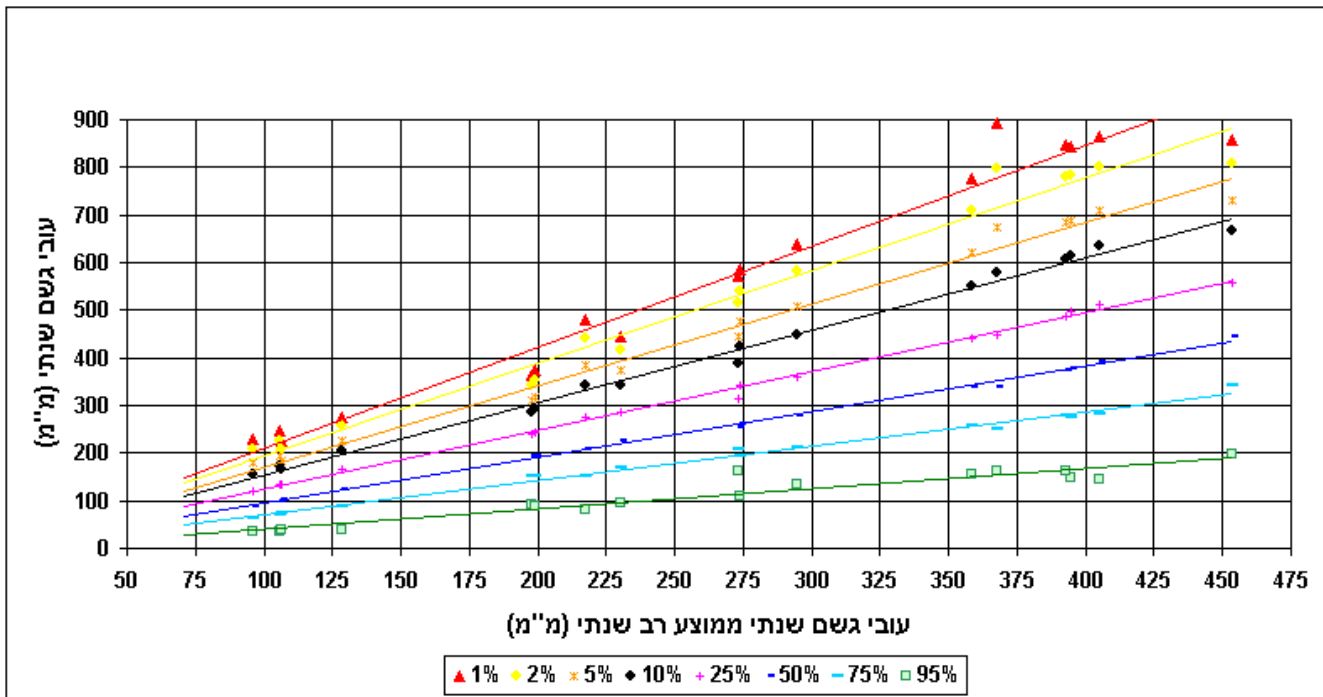
עובי גשם שנתי בהסתברויות שונות (מ"מ)								שם תחנת הגשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%	
81	151	208	274	343	386	441	478	אורים
92	151	195	241	285	311	343	364	באר שבע
162	252	338	449	580	675	796	893	בארי
96	171	226	285	342	375	417	444	גילת
156	256	341	441	549	621	711	775	דורות
198	341	445	558	666	730	809	859	זיקים
163	210	255	316	390	444	516	573	יתיר
135	212	278	359	448	508	584	640	להב
34	70	100	135	172	196	225	246	משאבי שדה
145	283	391	513	634	709	803	864	נחל עוז
87	150	196	245	291	319	352	373	ניר יצחק
149	277	379	496	615	688	782	844	סעד
161	279	376	489	608	684	780	849	עזה
40	88	125	165	204	227	257	275	ערד
39	75	103	134	166	185	210	226	רביבים
35	64	90	121	155	178	207	229	שדה בוקר
110	194	262	341	423	475	540	586	שובל

טבלה מס' 12: פרמטרים סטטיסטיים של עובי גשם שנתי בתחנות הבסיס ושני ערכי

המקסימום והמינימום אשר נמדדו בהן.

שנת מינימום	מינימום	שנת מקסימום	מקסימום (מ"מ)	פרמטרים סטטיסטיים		שם תחנת הגשם
				מקדם שונות	ממוצע (מ"מ)	
1962/ 1963	37	1939/ 1940	456	0.43	218	אורים
1962/ 1963	42	1964/ 1965	339	0.34	198	באר שבע
1946/ 1947	92	1991/ 1992	750	0.44	368	בארי
1962/ 1963	48	1964/ 1965	414	0.37	230	גילת
1946/ 1947	125	1991/ 1992	855	0.40	359	דורות
1998/ 1999	160	1991/ 1992	828	0.36	453	זיקים
1995/ 1996	158	1979/ 1980	486	0.33	273	יתיר
1962/ 1963	77	1991/ 1992	541	0.39	294	להב
1995/ 1996	26	1971/ 1972	218	0.47	106	משאבי שדה
1959/ 1960	107	1991/ 1992	843	0.43	405	נחל עוז
1998/ 1999	63	1973/ 1974	334	0.36	199	ניר יצחק
1959/ 1960	36	1991/ 1992	845	0.42	395	סעד
1897/ 1898	66	1991/ 1992	907	0.41	393	עזה
1999/ 2000	36	1964/ 1965	277	0.44	129	ערד
1962/ 1963	33	1979/ 1980	202	0.42	107	רביבים
1999/ 2000	24.8	1991/ 1992	188	0.47	96	שדה בוקר
1962/ 1963	71	1991/ 1992	528	0.41	274	שובל

איור מס' 21: קשר בין עובי גשם שנתי ממוצע רב שנתי לבין עובי גשם שנתי בהסתברויות שונות בצרוף משוואת הקשר.

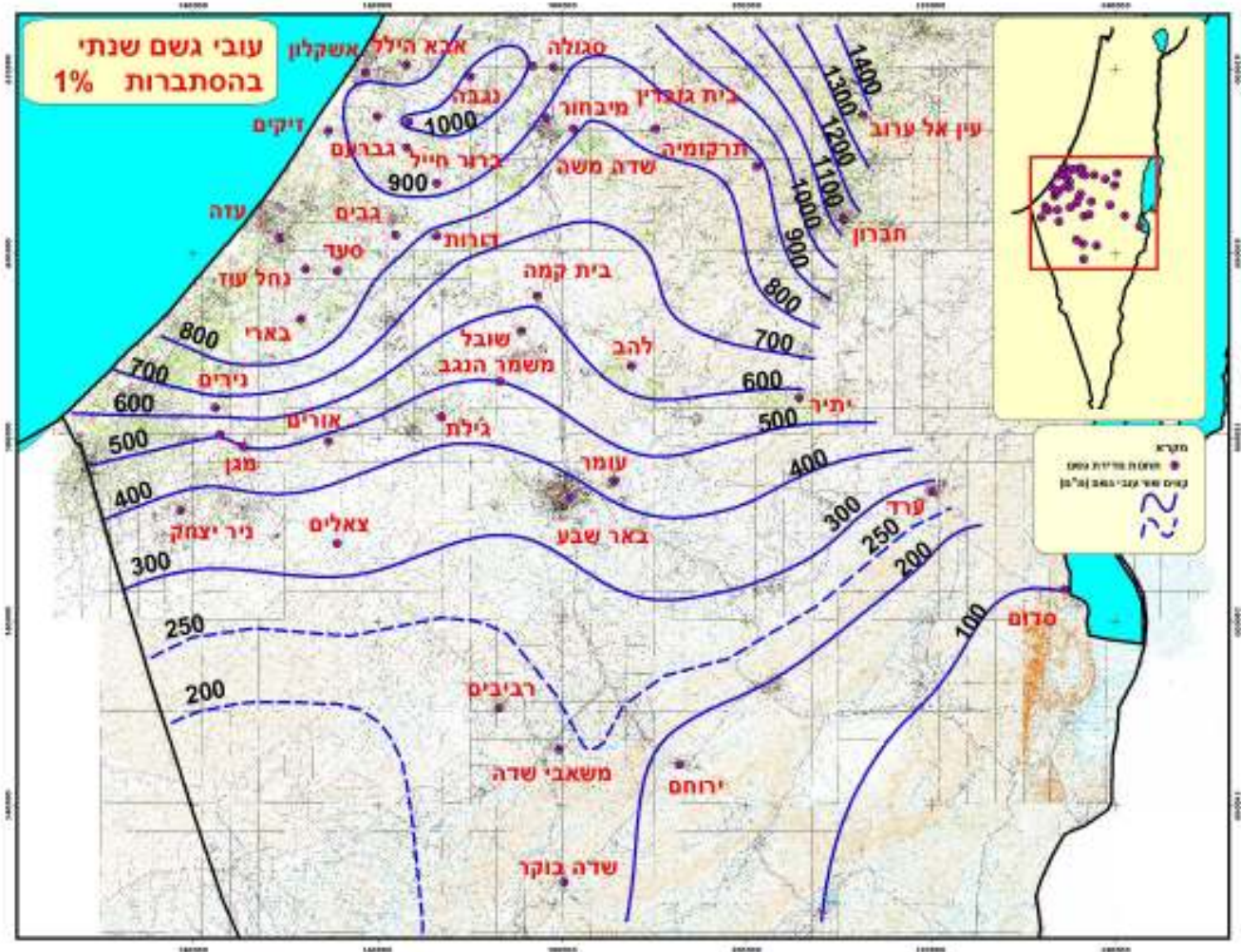


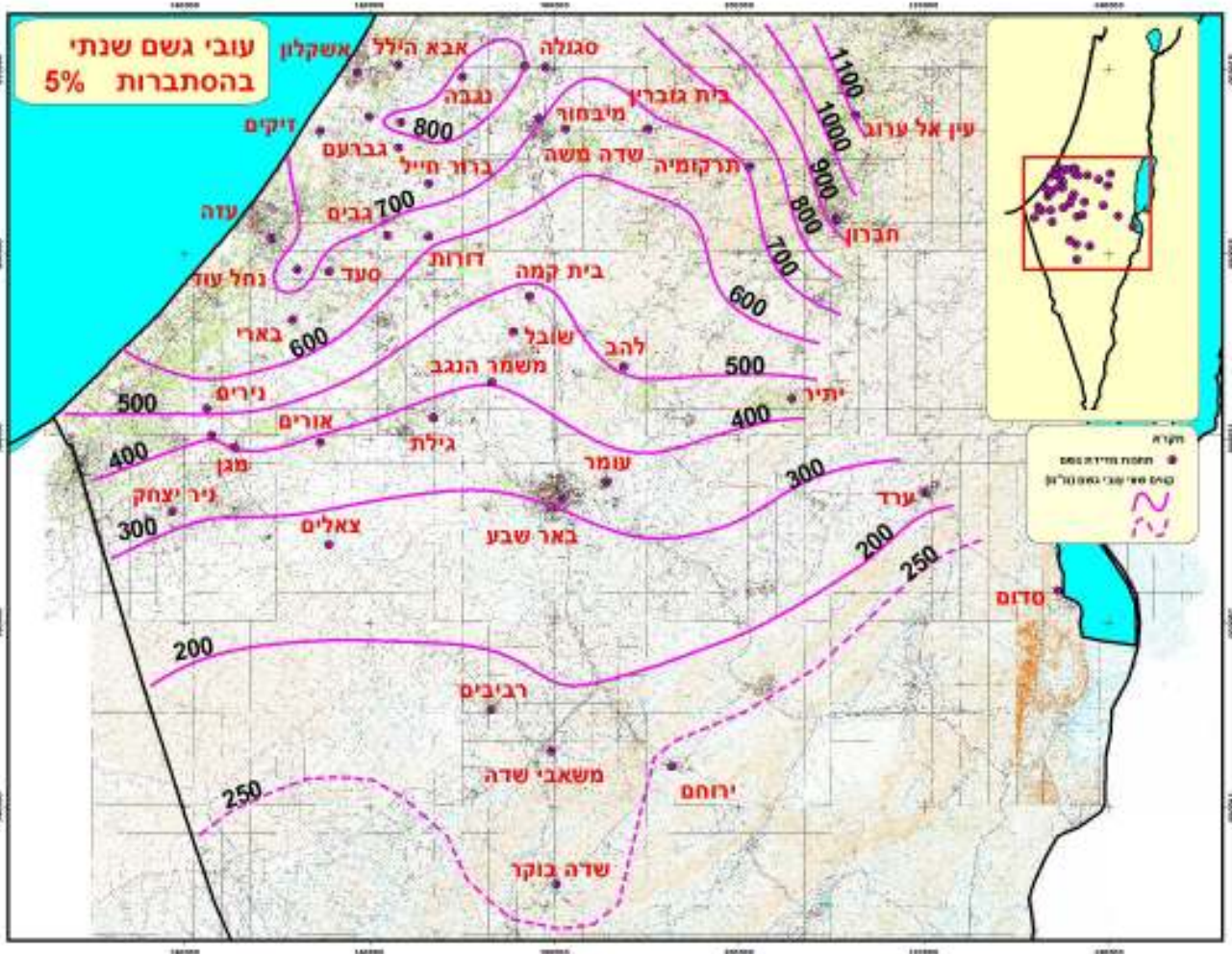
R ²	משוואה	הסתברות
0.97	y = 2.12x	1%
0.98	y = 1.95x	2%
0.99	y = 1.71x	5%
0.99	y = 1.53x	10%
0.997	y = 1.24x	25%
0.998	y = 0.72x	50%
0.992	y = 0.96x	75%
0.91	y = 0.42x	95%

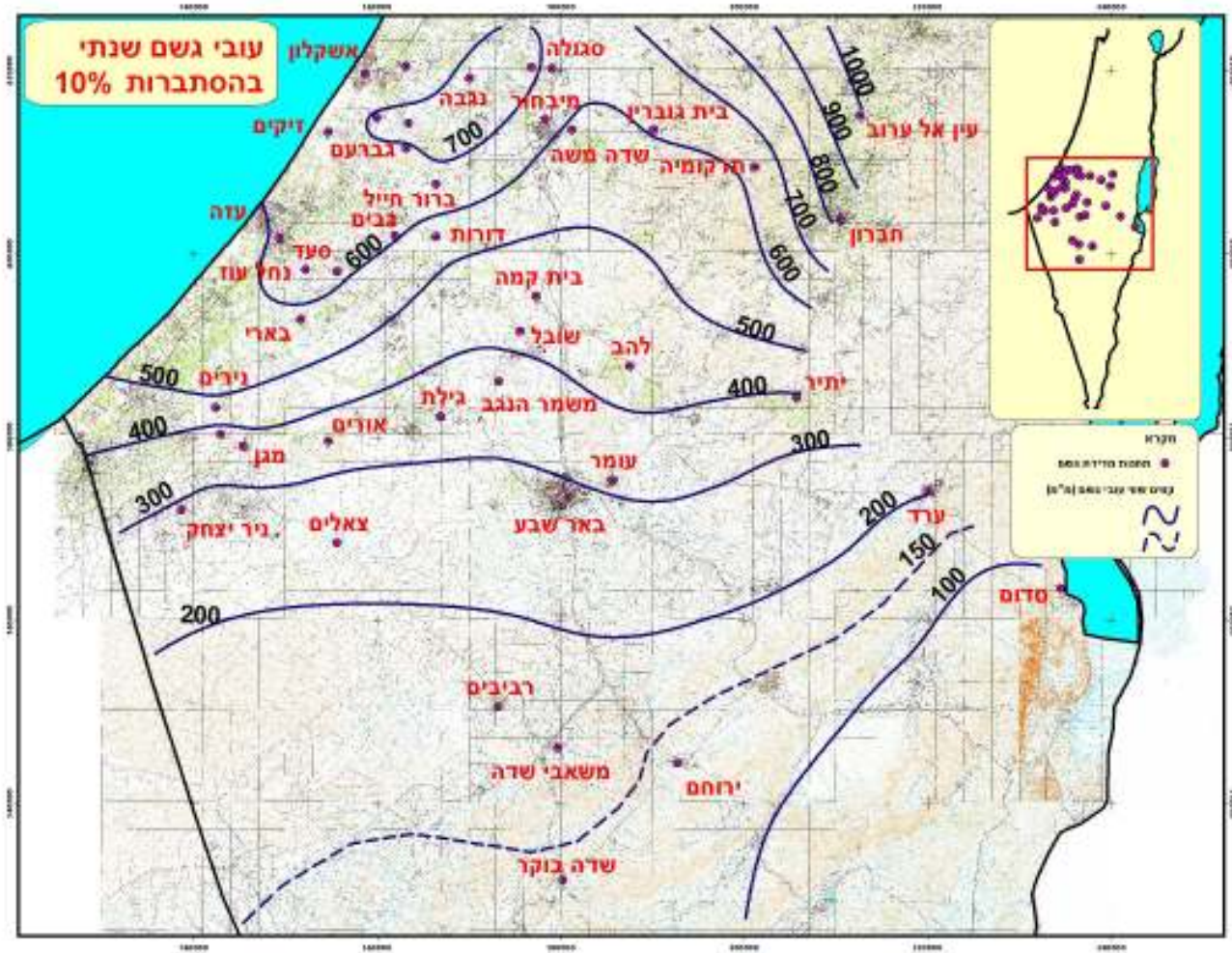
טבלה מס' 13 : עובי גשם שנתי בהסתברויות שונות, מחושב עפ"י נוסחת הקשר,

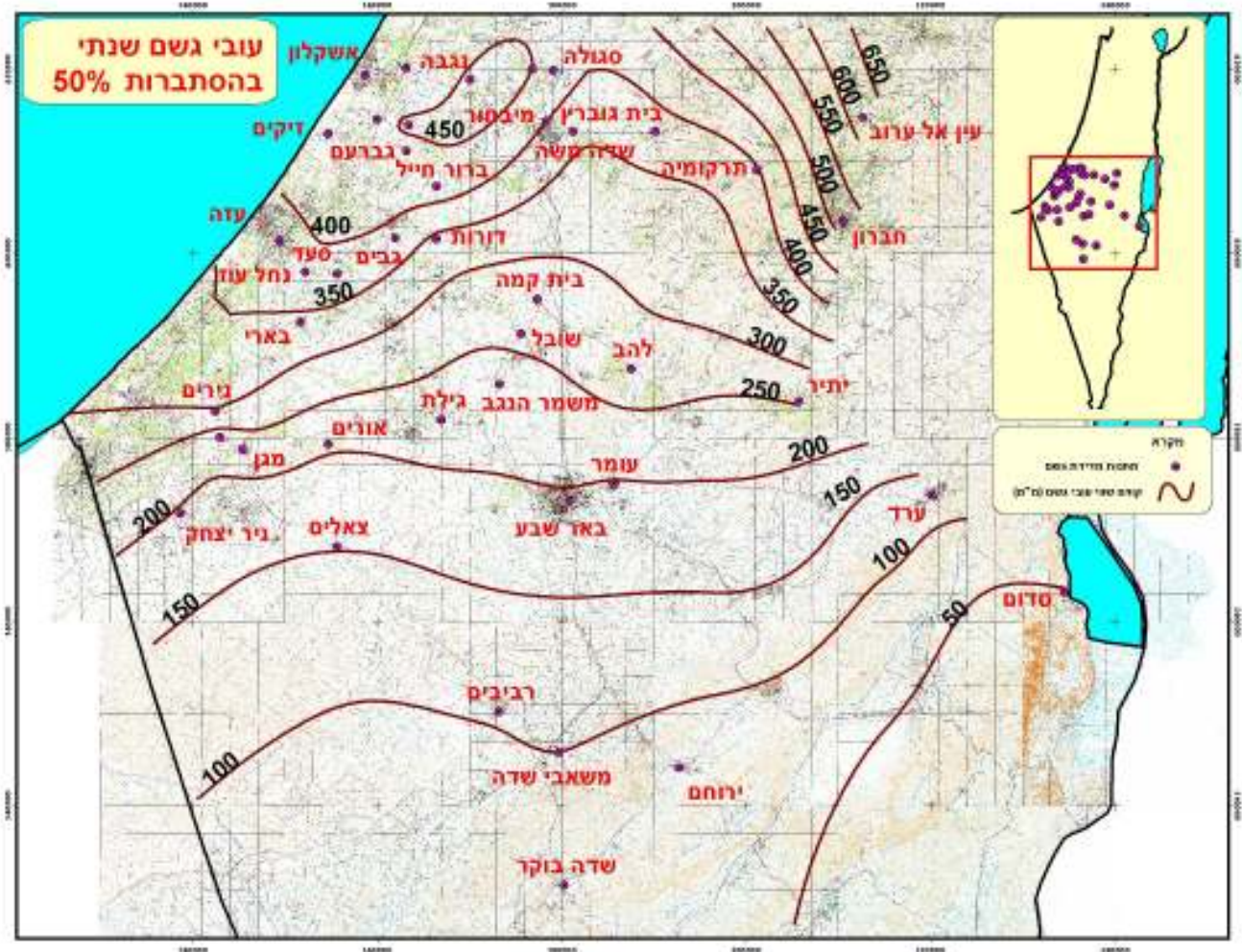
בתחנות נוספות

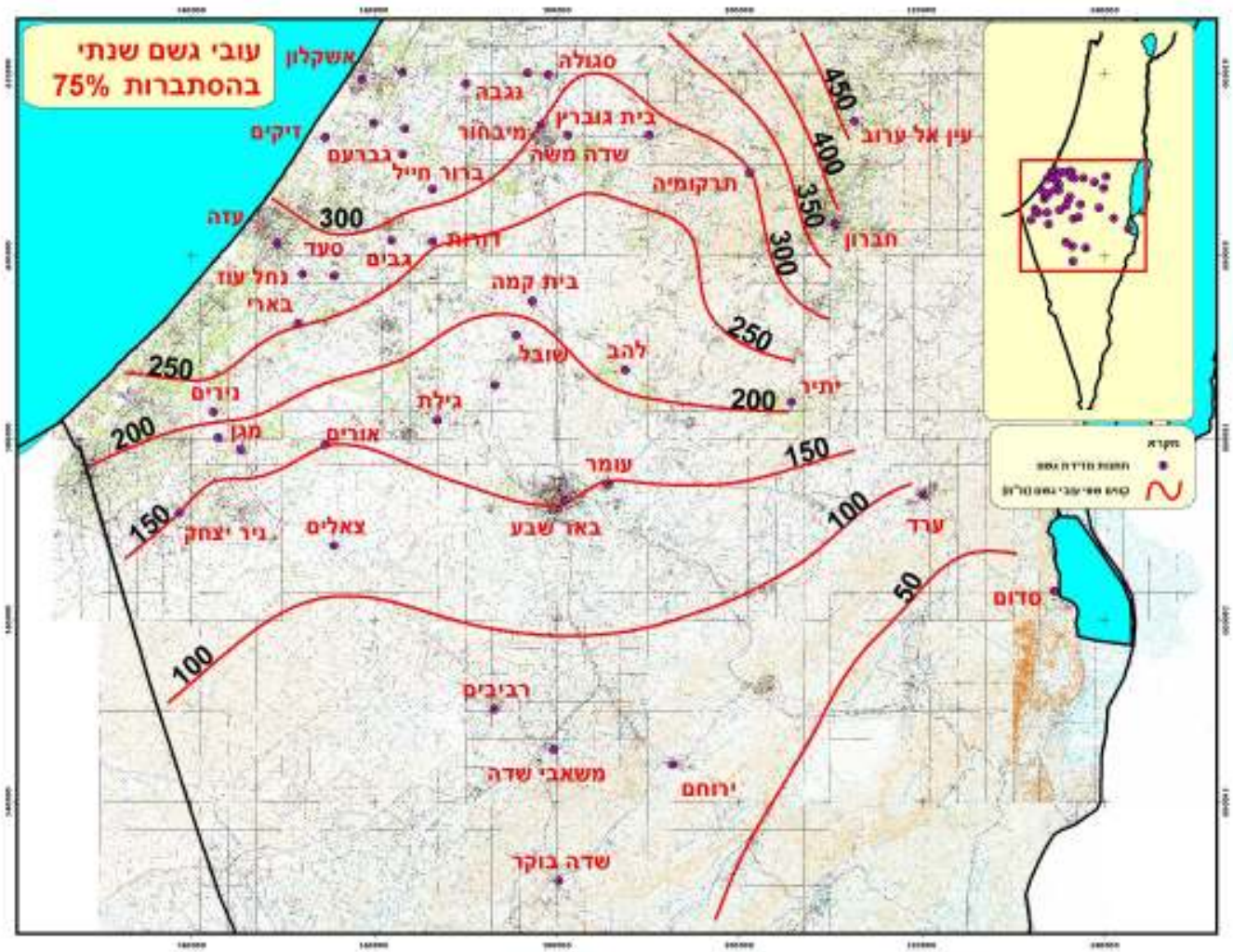
עובי גשם שנתי (מ"מ) בהסתברויות שונות								ממוצע (מ"מ)	שם תחנת הגשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%		
162	371	278	479	591	660	753	818	386	אבא הלל
173	396	297	512	632	706	805	876	413	אשקלון
185	423	317	546	674	753	859	933	440	ברור חייל
167	382	287	494	609	681	776	844	398	בית גוברין
120	275	206	355	438	489	558	607	286	בית קמה
272	622	466	803	991	1108	1263	1373	648	עין אל ערוב
179	409	306	528	651	728	830	902	426	גת
190	434	326	561	692	774	882	959	453	גברעם
167	382	286	493	608	680	775	843	397	גבים
227	520	390	671	828	926	1055	1147	541	חברון
99	227	170	293	362	404	461	501	236	מגן
194	443	332	573	706	790	900	979	462	מבקיעים
99	227	170	293	361	404	460	501	236	משמר הנגב
174	398	299	514	635	709	809	880	415	מיבחור
201	459	345	593	732	818	933	1014	479	נגבה
196	449	337	580	715	799	912	991	467	ניר בנים
102	232	174	300	370	414	472	513	242	ניר עוז
129	294	220	380	468	524	597	649	306	נירים
87	198	149	256	316	353	403	438	207	עומר
158	362	272	468	577	645	735	799	377	שדה משה
21	47	35	61	75	84	96	104	49	סדום
185	423	317	546	674	753	859	934	441	סגולה
199	455	342	588	726	811	925	1006	474	תלמה יפה
174	398	299	514	634	709	809	879	415	תרקומיה
36	83	62	107	132	147	168	183	86	ירוחם
66	152	114	196	242	270	308	335	158	צאלים











7.4 עובי גשם תקופתי – אוקטובר-דצמבר

טבלה מס' 14: עובי גשם תקופתי לחודשים אוקטובר-דצמבר בהסתברויות

שוונות בתחנות הבסיס:

עובי גשם תקופתי לחודשים אוקטובר-דצמבר בהסתברויות שונות (מ"מ)								שם תחנת הגשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%	
9.2	41	74	121	181	226	289	338	אורים
4.0	36	63	97	135	161	194	218	באר שבע
15	77	140	227	334	413	520	604	בארי
10	45	78	122	173	210	258	295	גילת
18	68	116	181	257	312	386	443	דורות
33	102	169	258	367	446	550	633	זיקים
15	43	75	124	194	254	345	422	יתיר
6.4	45	86	143	214	267	342	401	להב
0.5	13	28	49	76	97	126	149	משאבי שדה
18	79	141	226	330	407	511	593	נחל עוז
2.2	37	70	112	161	195	239	273	ניר יצחק
15	80	143	226	325	395	490	563	סעד
43	97	154	233	332	406	510	592	עזה
-	16	35	59	87	109	138	161	ערד
2.0	13	28	49	75	95	122	143	רביבים
2.0	11	25	46	74	97	131	160	שדה בוקר
5.5	51	91	142	199	239	289	327	שובל

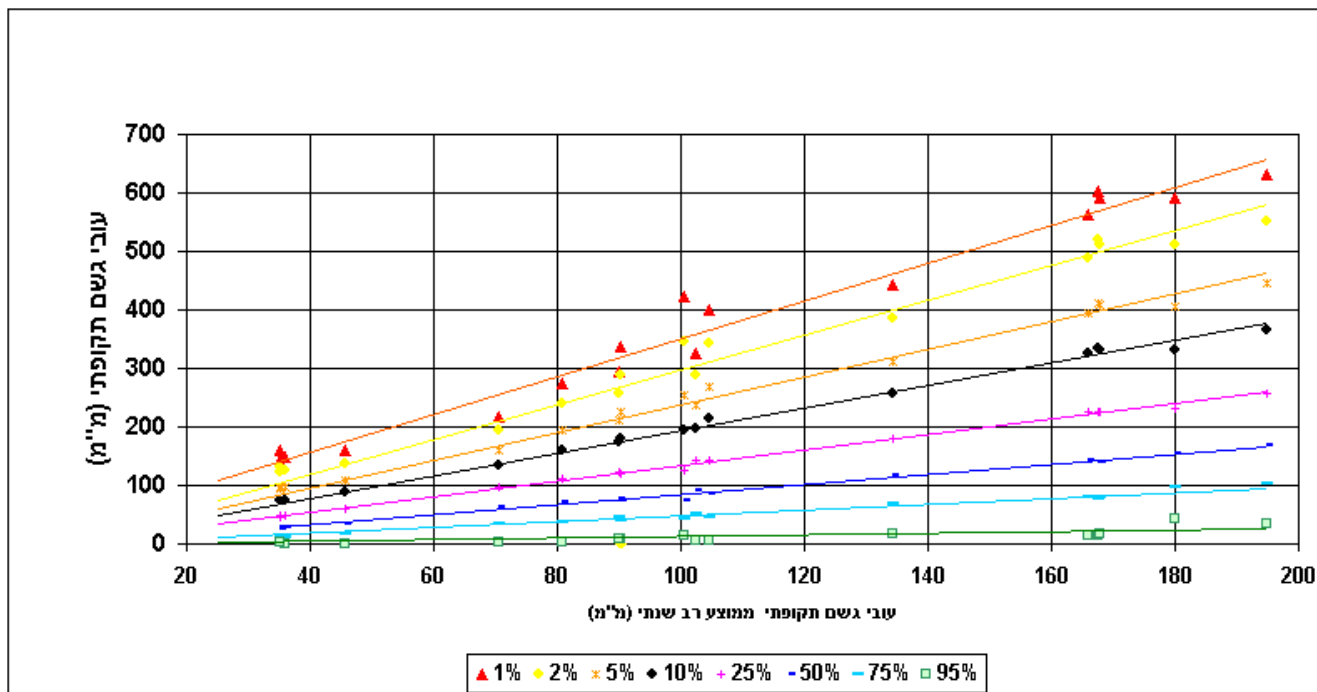
טבלה מס' 15: פרמטרים סטטיסטיים של עובי גשם תקופתי לחודשים אוקטובר-דצמבר

בתחנות הבסיס ושני ערכי המקסימום והמינימום אשר נמדדו בהן.

שנת המינימום	מינימום	שנת המקסימום	מקסימום	פרמטרים סטטיסטיים		שם תחנת הגשם
				מקדם שונות	ממוצע (מ"מ)	
1962/ 1963	5.6	1994/ 1995	268	0.79	90	אורים
1962/ 1963	2.1	1994/ 1995	247	0.70	70	באר שבע
1999/ 2000	15.6	1994/ 1995	645	0.77	168	בארי
1962/ 1963	8.2	1994/ 1995	279	0.71	90	גילת
1958/ 1959	16.5	1991/ 1992	422	0.70	134	דורות
1958/ 1959	15.5	1986/ 1987	521	0.68	195	זיקים
1990/ 1991	(1)0	1994/ 1995	300	0.85	100	יתיר
1962/ 1963	3.7	1994/ 1995	347	0.82	105	להב
1943/ 1944	(1)0	1963/ 1964	130	0.89	36	משאבי שדה
1959/ 1960	10.5	1994/ 1995	508	0.76	168	נחל עוז
1965/ 1966	5.5	1994/ 1995	256	0.76	81	ניר יצחק
1959/ 1960	12.5	1994/ 1995	519	0.74	166	סעד
1946/ 1947	21	1991/ 1992	545	0.66	180	עזה
1999/ 2000	(4)0	1971/ 1972	129	0.77	46	ערד
1962/ 1963	0.8	1994/ 1995	144	0.90	35	רביבים
1999/ 2000	(2)0	1963/ 1964	122	0.97	35	שדה בוקר
1990/ 1991	8.4	1994/ 1995	339	0.71	103	שובל

איור מס' 22: קשר בין עובי גשם תקופתי לחודשים אוקטובר-דצמבר ממוצע רב שנתי לבין

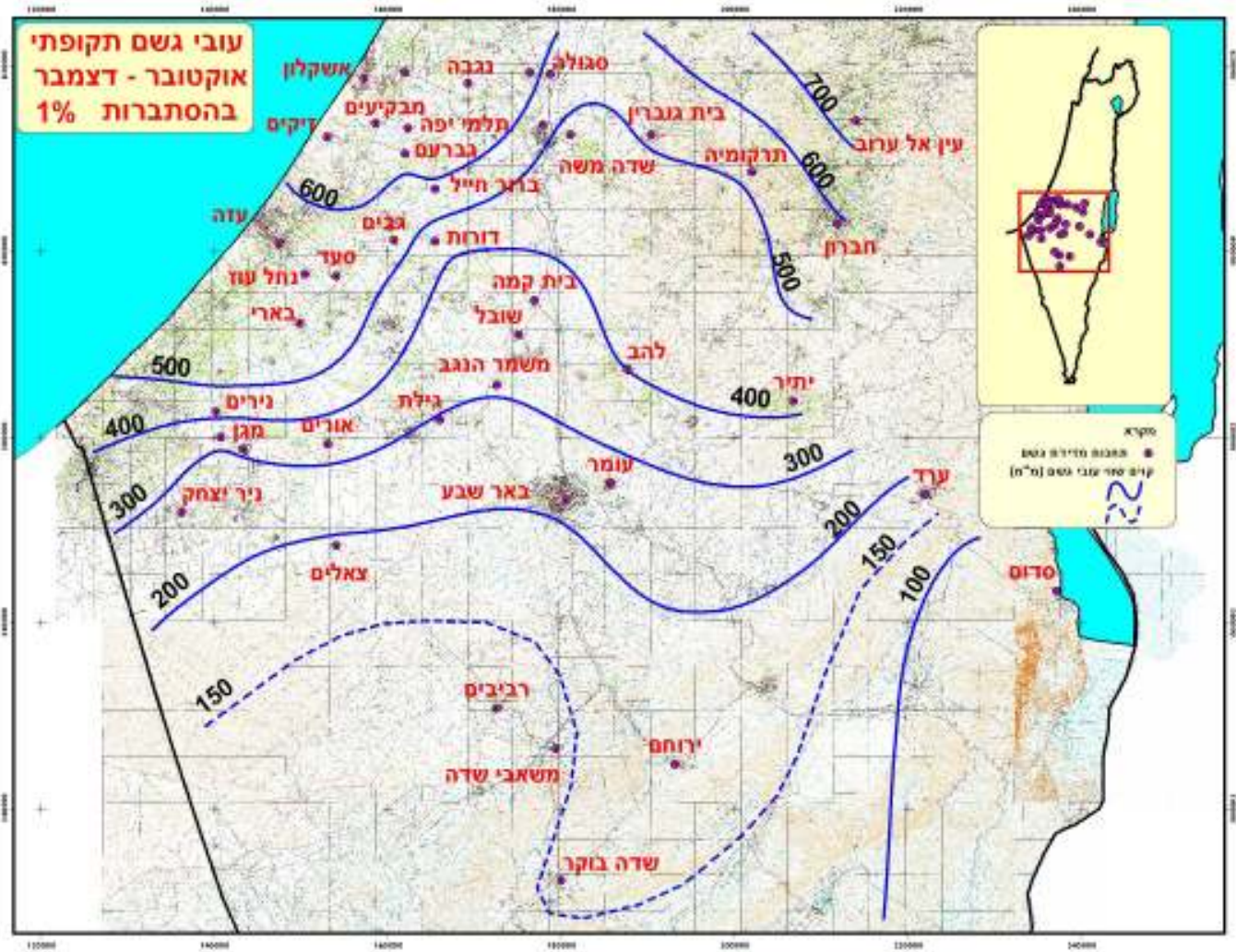
עובי גשם תקופתי בהסתברויות שונות בצרוף משוואת הקשר.

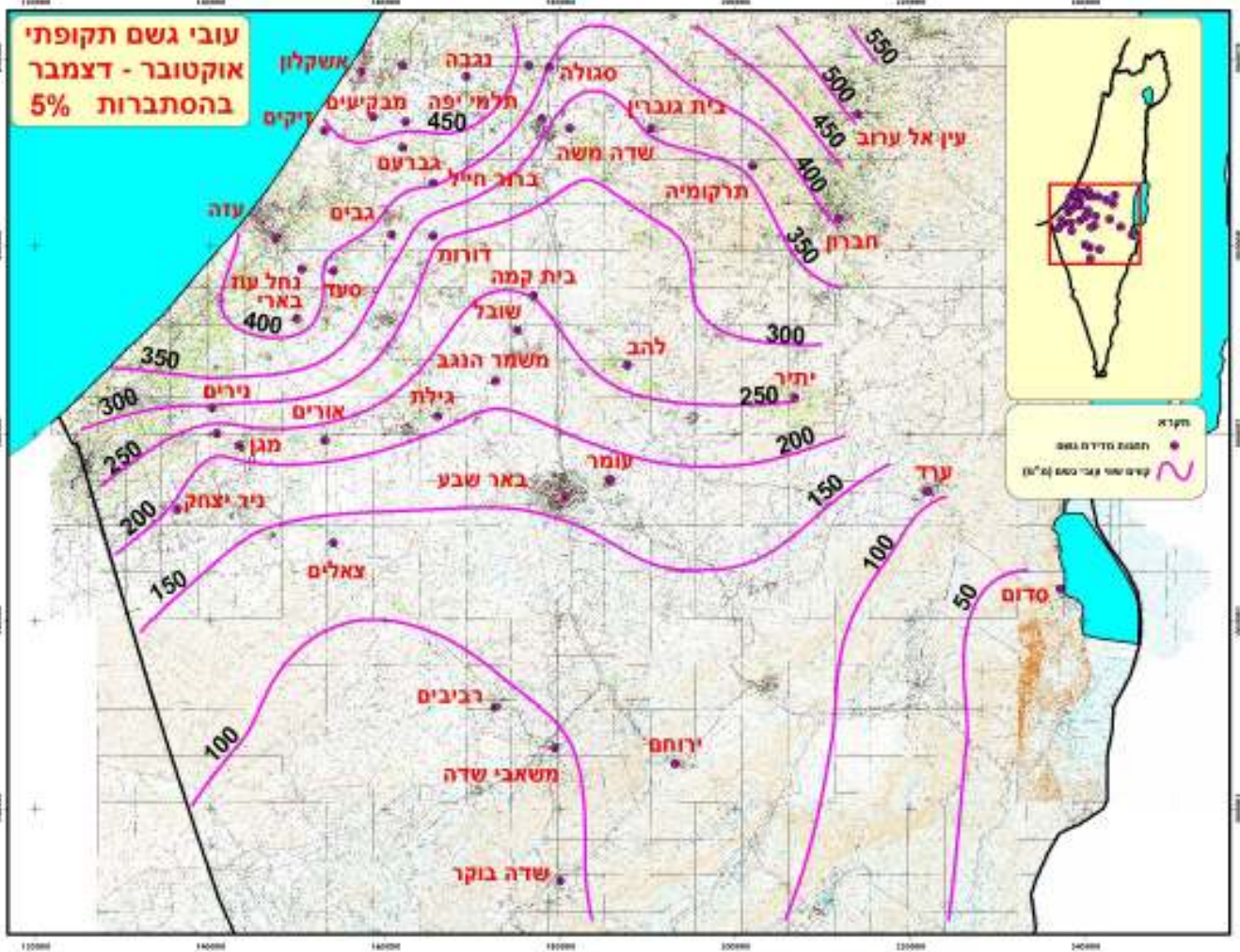


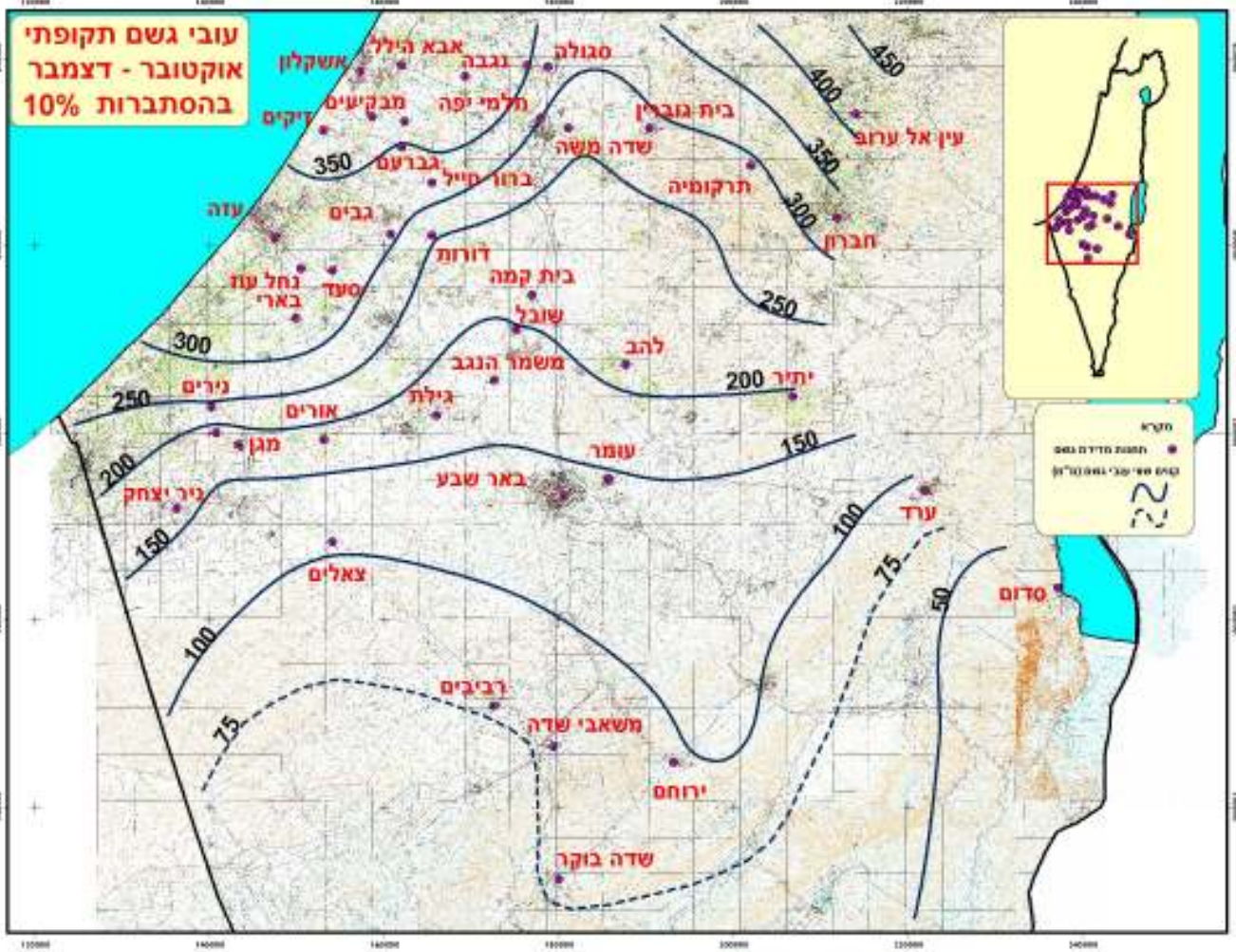
R ²	משוואה	הסתברות
0.97	y = 3.45x	1%
0.98	y = 2.98x	2%
0.99	y = 2.38x	5%
0.99	y = 1.94x	10%
0.997	y = 1.34x	25%
0.99	y = 0.85x	50%
0.97	y = 0.49x	75%
0.61	y = 0.127x	95%

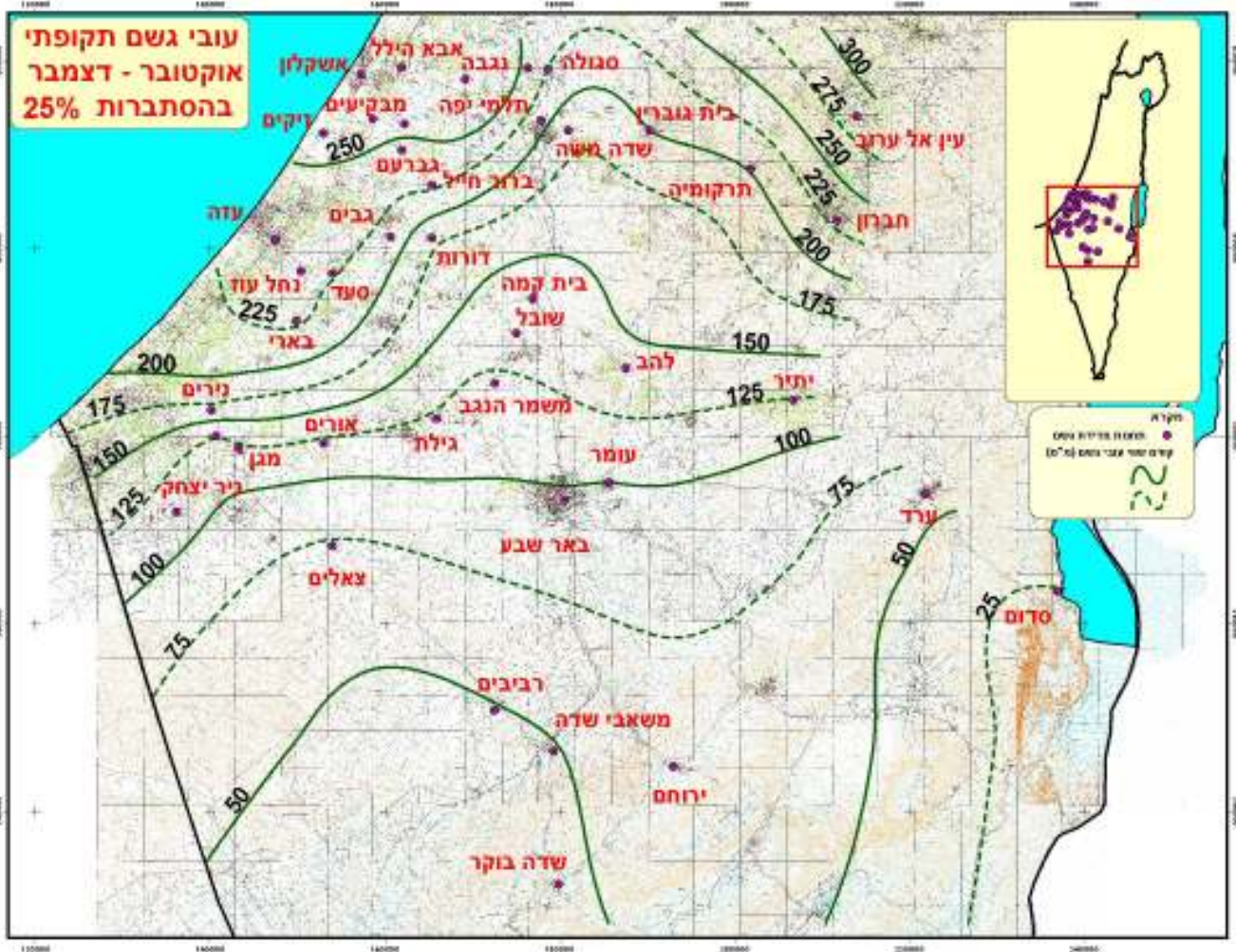
**טבלה מס' 16 : עובי גשם תקופתי (אוקטובר-דצמבר) בהסתברויות שונות,
מחושב עפ"י נוסחת הקשר, בתחנות נוספות**

עובי גשם תקופתי אוקטובר - דצמבר (מ"מ) בהסתברויות שונות								ממוצע (מ"מ)	שם תחנת הגשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%		
22	86	150	236	342	420	526	608	176	אבא הלל
24	92	160	252	364	447	560	648	188	אשקלון
22	83	144	228	330	404	506	586	170	ברור חייל
19	73	127	200	290	356	445	516	149	בית גוברין
13	52	90	141	204	251	314	363	105	בית קמה
27	105	182	287	416	510	639	739	214	עין אל ערוב
20	76	132	209	302	371	464	538	156	גת
23	87	152	239	346	425	532	616	179	גברעם
20	78	136	214	310	380	476	551	160	גבים
22	84	146	230	332	408	511	591	171	חברון
12	45	78	122	177	217	272	315	91	מגן
25	98	169	267	387	474	594	687	199	מבקיעים
11	44	76	119	172	212	265	307	89	משמר הנגב
20	76	132	208	300	369	462	534	155	מיבחור
26	101	176	277	402	493	617	714	207	נגבה
23	89	154	243	352	432	541	626	182	ניר בניס
12	47	81	127	184	226	283	328	95	ניר עוז
16	61	106	167	241	296	371	429	124	נירים
9	37	63	100	145	178	222	257	75	עומר
17	67	116	183	264	324	406	470	136	שדה משה
2	9	15	24	34	42	53	61	18	סדום
21	82	142	224	325	398	499	577	167	סגולה
25	95	165	261	377	463	580	671	194	תלמה יפה
19	74	128	202	292	359	449	520	151	תרקומיה
6	25	43	68	98	120	150	174	50	ירוחם
7	27	47	73	106	130	163	189	55	צאלים

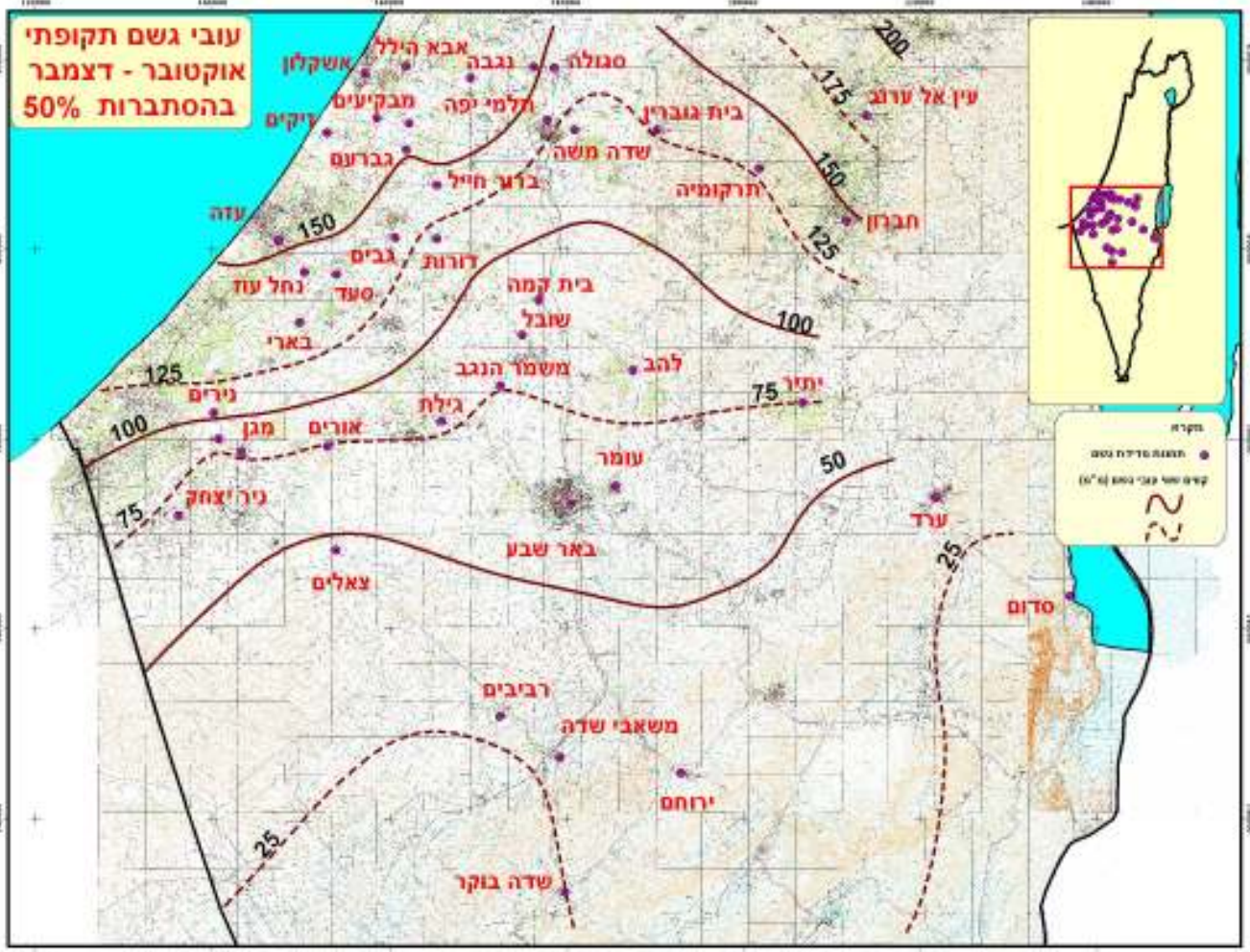








מפת עובי גשם לתקופת אוקטובר – דצמבר 50%



7.5 עובי גשם תקופתי ינואר – אפריל

טבלה מס' 17: עובי גשם תקופתי לחודשים ינואר-אפריל בהסתברויות שונות בתחנות הבסיס:

עובי גשם תקופתי לחודשים ינואר-אפריל בהסתברויות שונות (מ"מ)								שם תחנת גשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%	
37	87	126	168	211	237	270	290	אורים
52	92	124	161	199	223	253	274	באר שבע
70	138	195	265	341	392	456	502	בארי
43	97	141	191	242	274	315	342	גילת
85	155	214	283	357	405	466	509	דורות
107	184	251	333	422	483	559	615	זיקים
91	131	169	220	280	323	381	426	יתיר
75	131	180	240	304	349	404	445	להב
23	45	65	91	123	146	176	199	משאבי שדה
62	144	216	306	406	476	565	630	נחל עוז
42	78	112	156	206	242	289	325	ניר יצחק
61	146	217	300	388	445	516	567	סעד
88	146	200	269	349	407	480	537	עזה
28	58	83	114	147	169	197	217	ערד
23	48	69	93	119	136	157	172	רביבים
19	36	55	81	114	139	176	203	שדה בוקר
58	119	168	223	278	312	355	383	שובל

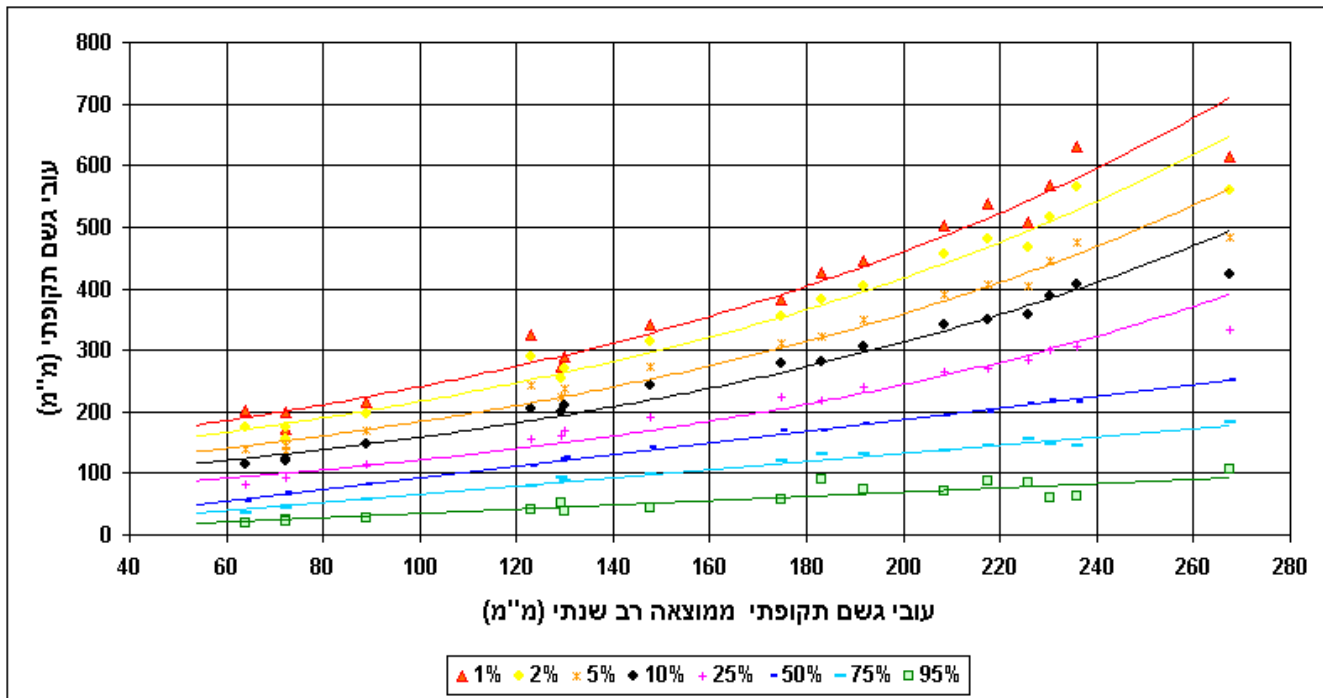
טבלה מס' 18: פרמטרים סטטיסטיים של עובי גשם תקופתי לחודשים ינואר-אפריל בתחנות

הבסיס ושני ערכי המקסימום והמינימום אשר נמדדו בהן.

שנת המינימום	מינימום (מ"מ)	שנת המקסימום	מקסימום (מ"מ)	פרמטרים סטטיסטיים		שם תחנת הגשם
				מקדם שונות	ממוצע (מ"מ)	
1962/ 1963	32	1973/ 1974	318	0.47	130	אורים
1954/ 1955	38	1933/ 1934	277	0.41	129	באר שבע
1946/ 1947	49	1991/ 1992	419	0.48	209	בארי
1954/ 1955	27	1964/ 1965	332	0.48	148	גילת
1954/ 1955	39	1982/ 1983	445	0.44	226	דורות
1961/ 1962	94	1982/ 1983	575	0.44	267	זיקים
1994/ 1995	59	1990/ 1991	345	0.41	183	יתיר
1954/ 1956	49	1990/ 1992	395	0.44	192	להב
1995/ 1996	23	1980/ 1981	160	0.54	72	משאבי שדה
1954/ 1955	32	1964/ 1965	520	0.55	236	נחל עוז
1975/ 1976	37	1973/ 1974	268	0.52	123	ניר יצחק
1954/ 1955	16	1964/ 1965	518	0.51	230	סעד
1900/ 1901	63	1919/ 1920	483	0.46	217	עזה
1977/ 1978	22	1964/ 1965	235	0.49	89	ערד
1977/ 1978	9.6	1973/ 1974	148	0.48	72	רביבים
1977/ 1978	16	1991/ 1992	163	0.63	64	שדה בוקר
1954/ 1955	38	1964/ 1965	368	0.45	175	שובל

איור מס' 23: קשר בין עובי גשם תקופתי לחודשים ינואר-אפריל ממוצע רב שנתי לבין עובי

גשם תקופתי בהסתברויות שונות בצרוף משוואת הקשר.

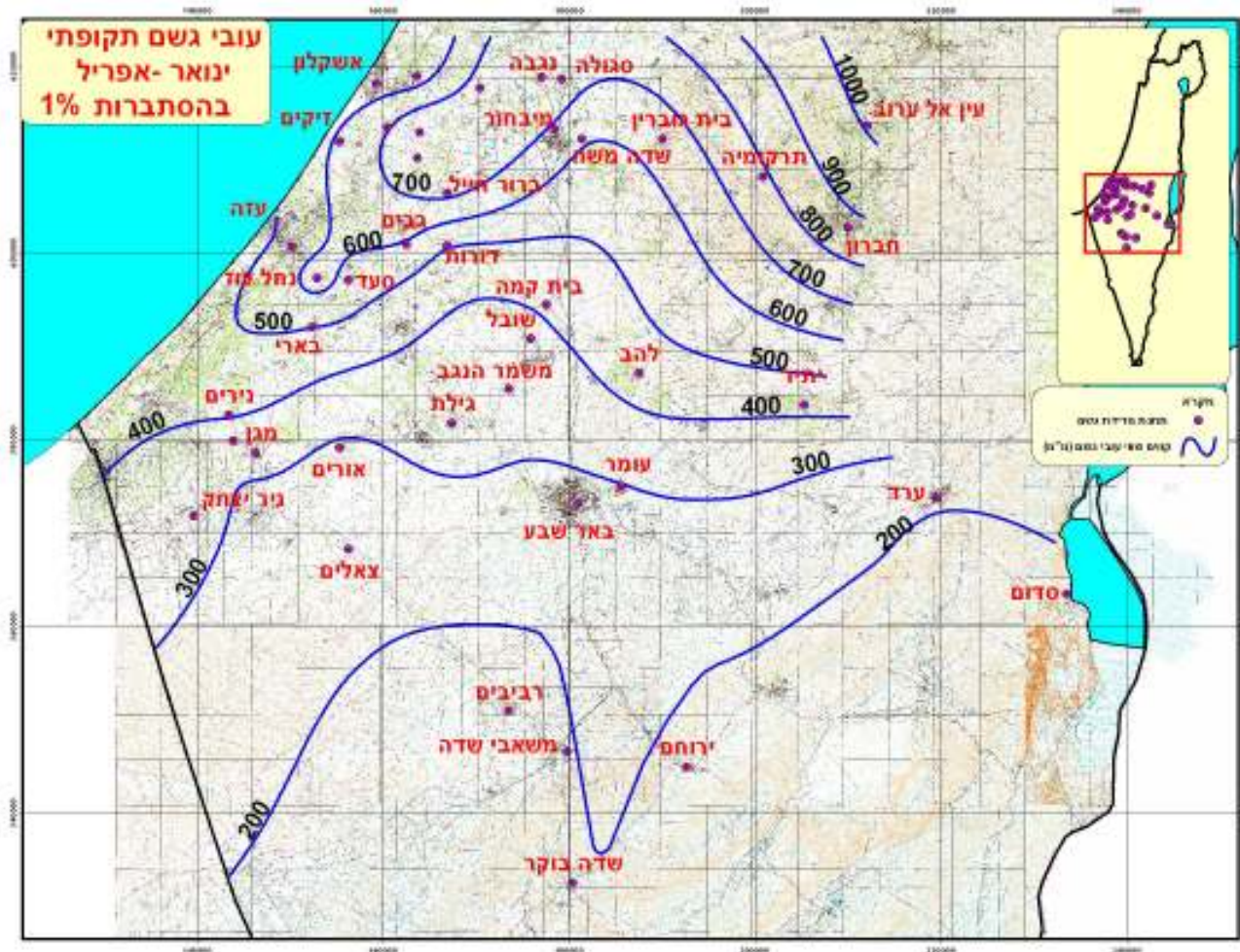


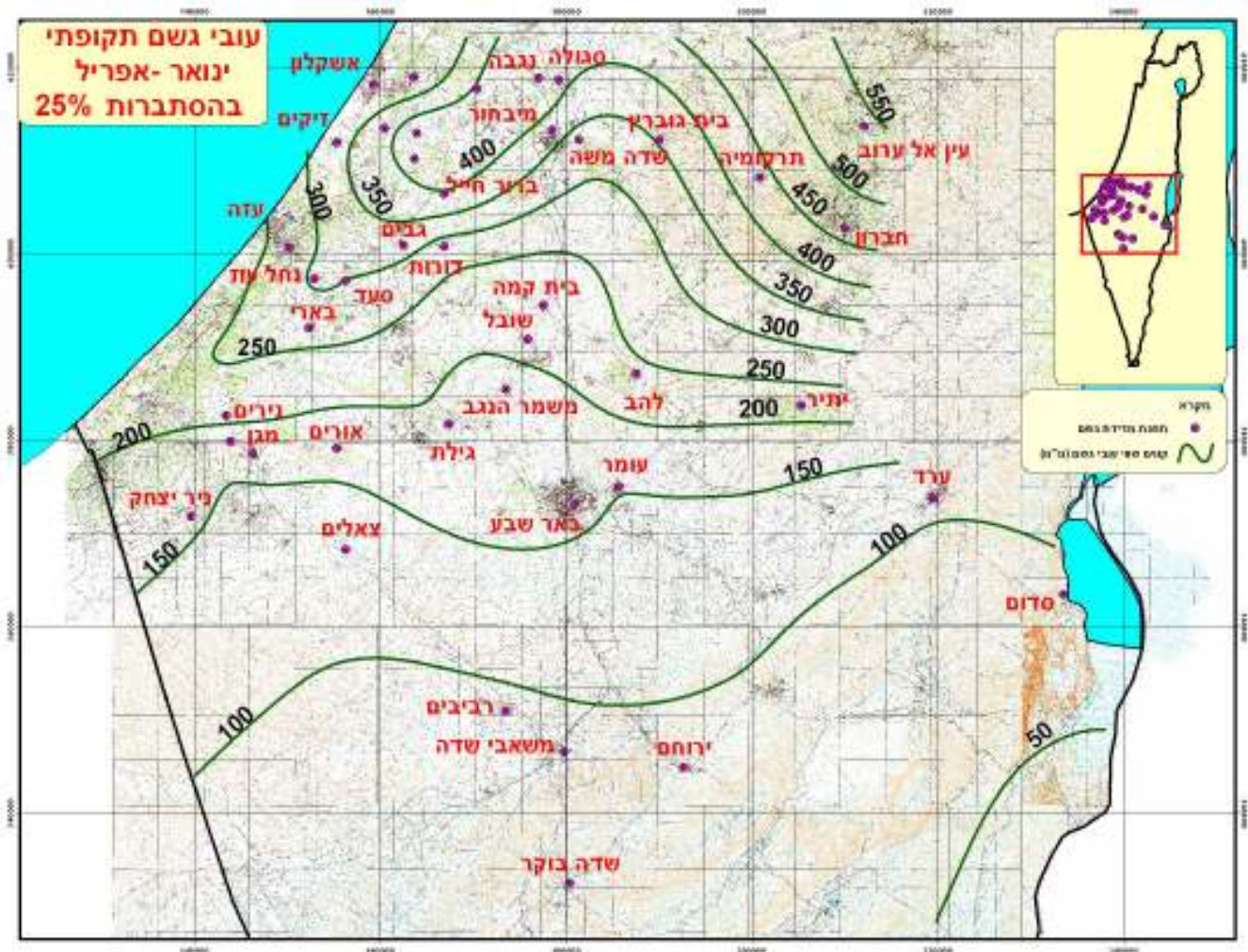
R ²	משוואה	הסתברות
0.96	$y = 126.07\exp(0.0065x)$	1%
0.97	$y = 112.64\exp(0.0065x)$	2%
0.98	$y = 94.317\exp(0.0067x)$	5%
0.99	$y = 80.554\exp(0.0068x)$	10%
0.996	$y = 60.586\exp(0.007x)$	25%
0.998	$y = 0.94x$	50%
0.98	$y = 0.67x$	75%
0.81	$y = 0.35x$	95%

**טבלה מס' 19: עובי גשם תקופתי (ינואר-אפריל) בהסתברויות שונות,
מחושב עפ"י נוסחת הקשר, בתחנות נוספות.**

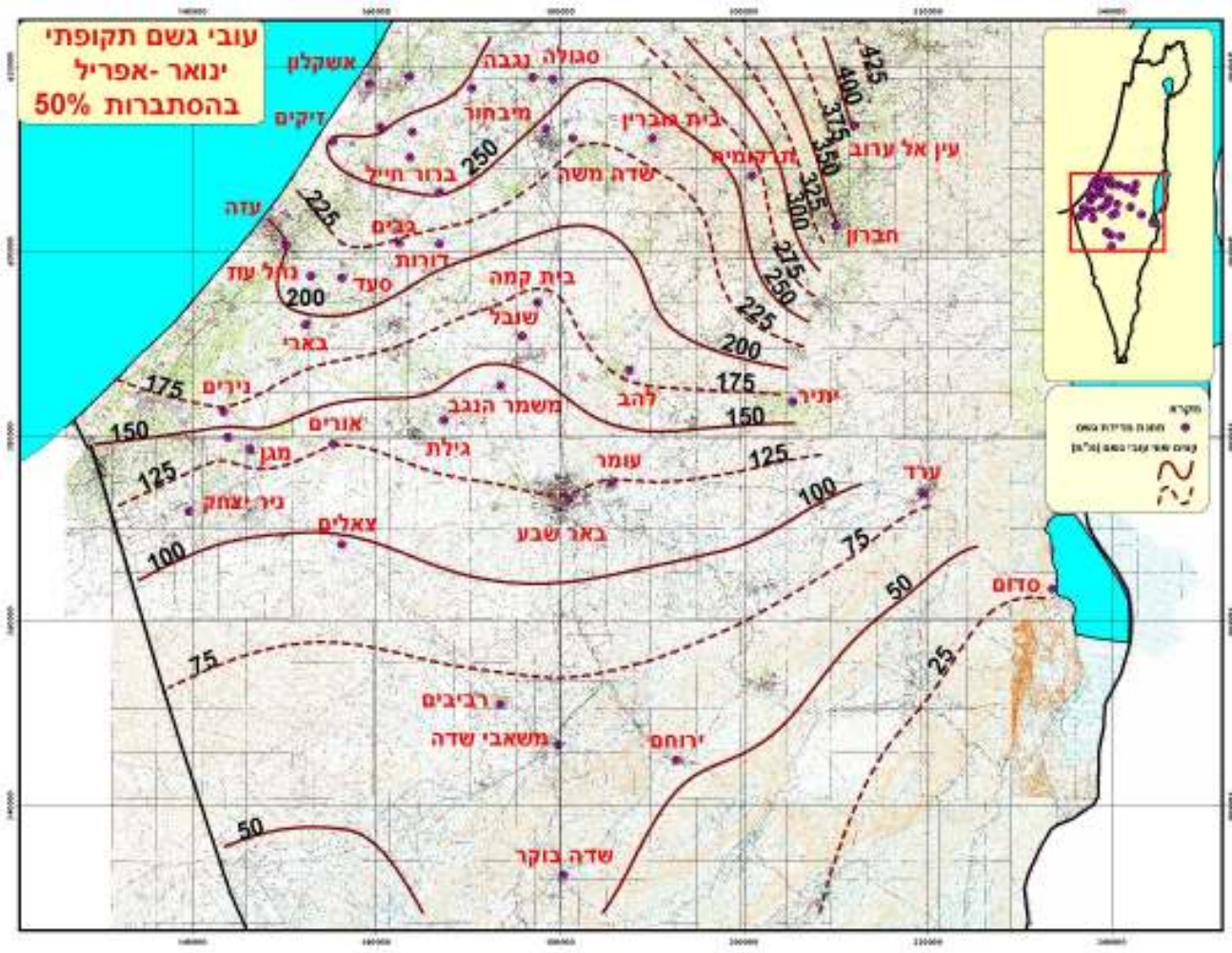
עובי גשם תקופתי, ינואר-אפריל, (מ"מ) בהסתברויות שונות								ממוצע (מ"מ)	שם תחנת הגשם
95%	75%	50%	25%	10%	5%	2%	1%		
81	154	216	304	386	441	503	563	230	אבא הלל
79	152	213	297	377	431	492	551	227	אשקלון
94	179	252	395	497	567	642	718	268	ברור חייל
88	169	237	355	448	512	581	651	252	בית גוברין
64	122	171	217	278	319	368	411	182	בית קמה
151	288	404	542	688	790	921	1007	430	עין אל ערוב
94	181	253	400	504	574	650	727	270	גת
96	184	259	416	524	597	674	755	275	גברעם
83	159	223	320	405	464	528	591	238	גבים
129	248	348	466	596	680	790	870	370	חברון
51	97	136	167	216	249	289	324	145	מגן
92	176	247	380	480	547	620	694	262	מבקיעים
51	98	138	169	219	252	293	328	147	משמר הנגב
91	174	244	374	472	538	610	683	260	מיבחור
95	182	255	405	510	581	658	736	271	נגבה
100	192	269	448	563	641	722	809	286	ניר בנים
51	98	138	169	219	252	292	327	147	ניר עוז
64	122	171	216	277	319	367	411	182	נירים
46	89	124	153	198	229	266	298	132	עומר
85	163	229	333	421	481	548	613	243	שדה משה
11	21	30	76	100	116	138	155	31	סדום
96	184	259	416	523	596	674	754	275	סגולה
98	188	263	430	540	615	695	777	280	תלמה יפה
99	189	265	436	547	623	703	787	282	תרקומיה
20	38	53	90	118	138	163	182	57	ירוחם
36	70	98	126	164	190	222	248	104	צאלים

מפת גשם לתקופת ינואר-אפריל 1%

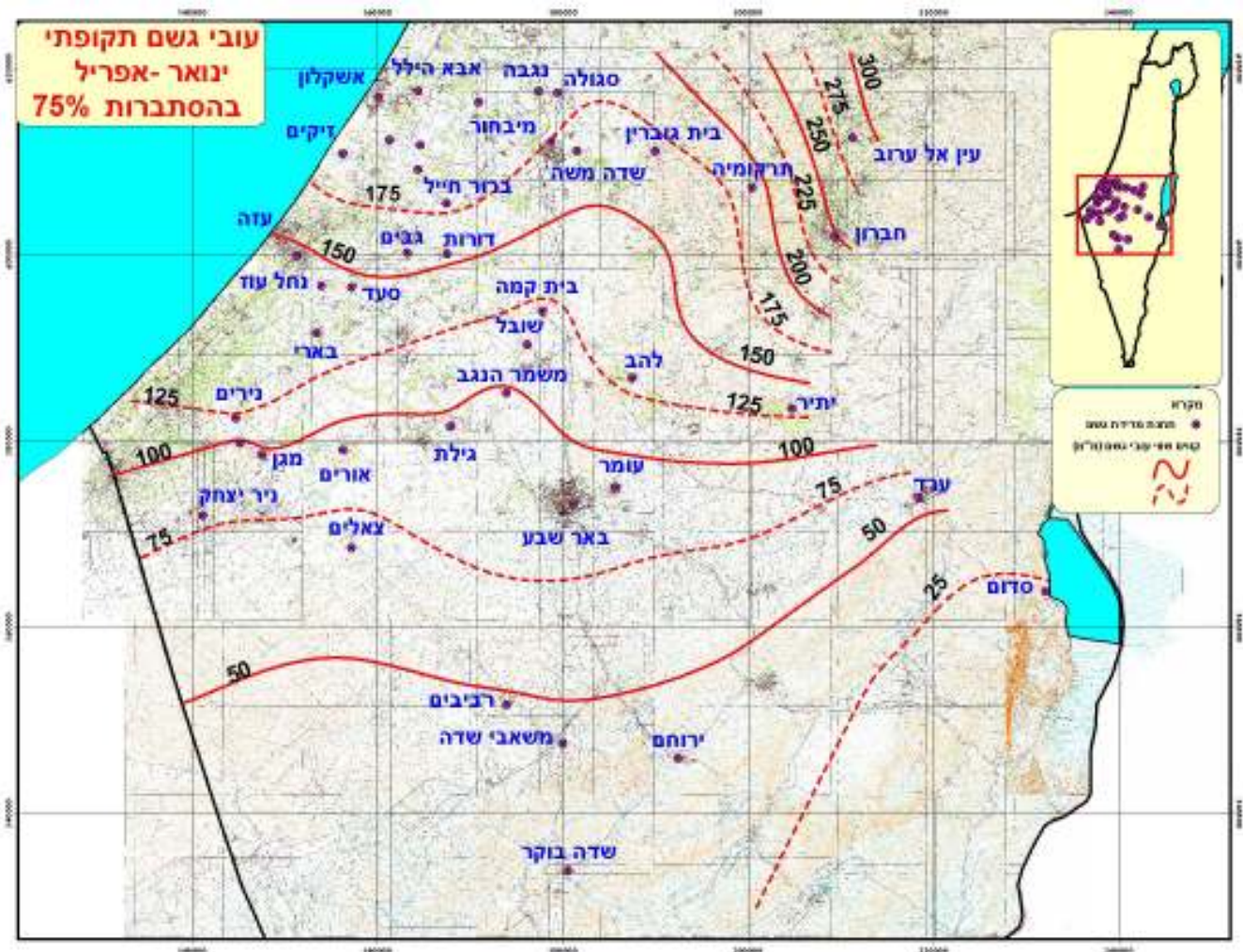




מפת גשם לתקופת ינואר-אפריל 50%



מפת גשם לתקופת ינואר-אפריל 75%



8. ביבליוגרפיה

בן דרור, א. 1996: יחסי גשם נגר כבסיס לתכנון לימנים בנגב. עבודת גמר להנדסאי קרקע ומים, דו"ח מיוחד M-61. משרד החקלאות, האגף לשימור קרקע וניקוז, התחנה לחקר הסחף וק.ק.ל.

גטקר, מ., לזנוב, מ., גרתי, ר. 1995: ניתוח סטטיסטי של נפחי נגר שנתיים, שלב I – תחנות השרות ההידרולוגי. פרסום מקדים מס' PL-22. משרד החקלאות, האגף לשימור קרקע וניקוז, התחנה לחקר הסחף.

דורפמן, צ. 1982: מפת גשם, כמות הגשם השנתית הממוצעת (במ"מ) לשנים 1950-1980. משרד החקלאות, האגף לשימור קרקע וניקוז.

כצנלסון, י. 1967: אקלים ארץ ישראל לאזוריה, רשימה מטאורולוגית, סדרה א' מס' 23, בית דגן.

Rosenberg M. 1986: Some aspects about "Models explaining the precipitation and surface flow. Hydrological and statistical analysis of the regime of the rivers of Israel"

9. נספחים

נספח מס' 1: דוגמאות לטבלאות עזר אשר הופקו ע"י תוכנות אשר פותחו לביצוע עבודה זו.

פלט של עיבוד נתוני עובי גשם חודשיים שנתיים ותקופתיים.

שנה הידרולוגית	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Yaer	Okt-Dec	Jan-Apr
1943/ 1944		10	20	25	112	14.8	9.5	6.9			198.2	55	143.2
1944/ 1945		1.2	179.1	136.8	38	48.2	11.5	1.5			416.3	317.1	99.2
1945/ 1946		0	113.5	110.8	70	65.7	18	0			378	224.3	153.7
1946/ 1947		0	2.5	34	40	6.5	24	5			112	36.5	75.5
1947/ 1948		0	34.7	11.8	71	88	88.7	0			294.2	46.5	247.7
1948/ 1949													
1949/ 1950		0	20.8	153.2	146.1	66.9	28.1	1.8			416.9	174	242.9
1950/ 1951		6.3	12.8	21	104.3	108.9	14.5	3.5			271.3	40.1	231.2
1951/ 1952		8.1	22.9	245.1	137.9	56.2	31.5	4.4			506.1	276.1	230
1952/ 1953		1.1	24.9	32.5	13.4	71.2	126.1	9.7			278.9	58.5	220.4
1953/ 1954		0.1	212.8	104.8	32.6	37.4	7.8	28.6			424.1	317.7	106.4
1954/ 1955		0	119.2	179.3	10.5	5.1	10	5			329.1	298.5	30.6
1955/ 1956		9.1	161.4	102.6	122.7	11.9	92.5	54.8			555	273.1	281.9
1956/ 1957		0	61.5	178.2	98.1	97.4	151.1	33.1			619.4	239.7	379.7
1957/ 1958		3.5	143	47.2	141.6	0	0	10			345.3	193.7	151.6
1958/ 1959		7	3.5	4.8	79.3	226.1	38	0			358.7	15.3	343.4
1959/ 1960		2.5	8	2	23.2	0	0	0			35.7	12.5	23.2
1960/ 1961		0	46.4	9.4	165.8	145.1	30	0			396.7	55.8	340.9
1961/ 1962													
1962/ 1963													
1963/ 1964		25	69.2	177.9	106	162.1	26.2	16			580.4	272.1	310.3
1964/ 1965		0	59.1	45.3	342.7	16.6	125.8	32.5			622	104.4	517.6
1965/ 1966	0	81.4	21.5	8.7	18.2	58.4	58.7	0	0		246.9	111.6	135.3
1966/ 1967	0	14.9	1.1	188.6	136.2	90.3	84.2	0.2	1.9		517.4	204.6	312.8
1967/ 1968	0.5	12.9	163.8	47.1	160.2	40.6	13.7	15.1	1		454.9	224.3	230.6
1968/ 1969	0	22.5	20.8	108.6	100.7	2.1	51.6	32.3	0		338.6	151.9	186.7
1969/ 1970	0	60.4	25.8	21	56.2	8.9	22.1	21.6	0		216	107.2	108.8
1970/ 1971	0.8	3.7	43.7	92	110.9	36.4	7.2	90	0		384.7	140.2	244.5
1971/ 1972	0	2.7	101.4	169.8	66.4	51.7	66.6	6.1	1.1		465.8	273.9	191.9

פלט של תוכנה לחישוב כמויות גשם סופתיות

חודש	עובי גשם אפקטיבי (מ"מ)	שנה הידרולוגית	תאריך של הסופה	עובי גשם סופתי	מס' סדורי בשנה
Okt	10		2. 23- 2. 24	10.4	2
Nov	10	1953/54	2. 28- 3. 5	72.1	3
Dec	10		3. 19- 3. 24	27	4
Jan	10		3. 31- 4. 1	12.6	5
Feb	10		11. 18- 11. 21	73.7	1
Mar	10		12. 14	10.2	2
Apr	10		12. 17- 12. 22	78.7	3
May	10		1. 20- 1. 21	25.3	4
June	10		2. 7- 2. 8	10.1	5
			2. 14- 2. 15	28.8	6
			2. 19	20.5	7
			2. 25- 2. 26	14.9	8
			3. 6- 3. 7	11.1	9
			4. 1- 4. 3	36.3	10
		1954/55	11. 20- 11. 24	20.9	1
			11. 29- 11. 30	10.5	2
			12. 5- 12. 6	43.6	3
			12. 20	22.5	4
			12. 29- 12. 30	57	5
			1. 30	15	6
			4. 10	12	7
		1955/56	11. 7- 11. 12	25.6	1
			11. 23- 11. 24	34	2
			12. 6- 12. 7	46.8	3
			12. 24- 12. 26	12.5	4
			1. 5- 1. 6	53.6	5
			1. 14- 1. 15	10.6	6
			1. 29- 1. 31	24.1	7

שנה הידרולוגית	מס' סופות מעל סף	עובי גשם שנתי מעל סף
1952/53	5	135.2
1953/54	10	309.6
1954/55	7	181.5
1955/56	10	295.8
1956/57	4	214.2
1957/58	5	140.3
1958/59	5	194.3
1959/60	6	120.8
1960/61	10	266.9
1961/62	6	132.6
1962/63	2	55.7
1963/64	12	494.3
1964/65	10	470.5
1965/66	7	210.4
1966/67	11	362.7
1967/68	7	246.7
1968/69	6	200.1
1969/70	11	236.1
1970/71	10	308.7
1971/72	10	396.7
1972/73	7	207.9
1973/74	8	331.3
1974/75	10	223
1975/76	6	129.8
1976/77	10	226.2
1977/78	6	184
1978/79	9	252.4
1979/80	10	486.6
1980/81	8	253.4

שנה הידרולוגית	תאריך של הסופה	מקסימום סופתי מעל סף
1952/53	2. 28- 3. 5	72.1
1953/54	12. 17- 12. 22	78.7
1954/55	12. 29- 12. 30	57
1955/56	1. 5- 1. 6	53.6
1956/57	12. 19- 12. 21	63.8
1957/58	1. 4- 1. 6	49.7
1958/59	2. 12- 2. 20	91.2
1959/60	3. 22- 3. 24	40.1
1960/61	1. 19- 1. 21	86.3
1961/62	2. 19- 2. 21	49.3
1962/63	2. 10- 2. 12	34.8
1963/64	11. 30- 12. 3	128.6
1964/65	1. 8- 1. 13	170.7
1965/66	3. 19- 3. 22	67.9
1966/67	12. 17- 12. 21	109.1
1967/68	11. 21- 11. 26	66
1968/69	12. 4- 12. 8	75.2
1969/70	3. 9- 3. 11	56
1970/71	4. 12- 4. 17	105.6
1971/72	12. 5- 12. 8	90.2
1972/73	1. 12- 1. 16	89.7
1973/74	1. 19- 1. 24	96.7
1974/75	2. 9- 2. 10	50.4
1975/76	2. 23- 2. 24	28.2
1976/77	1. 3- 1. 6	45.7
1977/78	12. 21- 12. 23	57.7
1978/79	1. 8- 1. 9	55.5
1979/80	11. 28- 11. 30	95.9
1980/81	12. 10- 12. 14	100.1