

מודל אזורי להערכת ספיקות שיא בהסתברות 1%

עמיר גבעתי, בנימין עצמון

תחום מים עיליים והידרומטאורולוגיה

תוכן עניינים

.....	תקציר	
2.....	1. מבוא - מודלים סטטיסטיים לחישוב ספיקות שיא לא מדודים	
2.....	2. מתודולוגיה	
9.....	3. תוצאות	
9.....	3.1 ספיקות שיא וספיקות סגוליות בהסתברות 1%	
17...	3.2 תוצאות המודל האזורי: ספיקת שיא חזויה בהסתברות 1% באזורים השונים בארץ	
.....	4. מראי מקום	

רשימת טבלאות

טבלה 1:	חלוקה לאזורים הידרולוגים שונים ומאפייני כל אזור	4
טבלה 2:	ספיקות תכן בהסתברויות שונות	12
טבלה 3:	נוסחת הקשר ומקדם המתאם בין שטח תחום התנקזות לספיקת השיא בהסתברות 1%...17	17
טבלה 4:	ספיקות שיא בהסתברות 1% בנחלי הגליל המערבי	18
טבלה 5:	ספיקות שיא בהסתברות 1% בנחלי הגליל המזרחי	19
טבלה 6:	ספיקות שיא בהסתברות 1% בנחלי הגולן	20
טבלה 7:	ספיקות שיא בהסתברות 1% בנחלי מנשה ומעלה הקישון	21
טבלה 8:	ספיקות שיא בהסתברות 1% חדרה-אלכסנדר	22
טבלה 9:	ספיקות שיא בהסתברות 1% ירקון-איילון מעלה	23
טבלה 10:	ספיקות שיא בהסתברות 1% ירקון-איילון מורד: אגנים עירוניים	24
טבלה 11:	ספיקות שיא בהסתברות 1% שורק-לכיש	25
טבלה 12:	ספיקות שיא בהסתברות 1% שקמה-בשור	26
טבלה 32:	ספיקות שיא בהסתברות 1% אזור ירדן דרומי-מעלה	27
טבלה 14:	ספיקות שיא בהסתברות 1% אזור ירדן דרומי-מורד	28
טבלה 15:	ספיקות שיא בהסתברות 1% אזור הר הנגב: עד 40 קמ"ר	29
טבלה 16:	ספיקות שיא בהסתברות 1% אזור הר הנגב: עד 250 קמ"ר	30
טבלה 17:	ספיקות שיא בהסתברות 1% אזור ים המלח: עד 10 קמ"ר	31
טבלה 18:	ספיקות שיא בהסתברות 1% אזור ים המלח: עד 100 קמ"ר	32
טבלה 19:	ספיקות שיא בהסתברות 1% אזור ים המלח: עד 200 קמ"ר	33
טבלה 20:	ספיקות שיא בהסתברות 1% אזור נחלי אילת	34

רשימת תרשימים

- תרשים 1: מפה טופוגרפית ואגנים ראשיים בישראל 5
- תרשים 2: קווים שווי גשם 6
- תרשים 3: מפת חבורות קרקע בישראל 7
- תרשים 4: מפת שיפועים 8
- תרשים 5: ספיקות סגוליות (מ"ק/שניה/קמ"ר) הסתברות 1% 10
- תרשים 6: ספיקות שיא בהסתברות 1% בכ-170 אתרים ברחבי הארץ 11
- תרשים 7: מודל אזורי לאזור הגליל מערבי 18
- תרשים 8: מודל אזורי לאזור הגליל המזרחי 19
- תרשים 9: מודל אזורי לאזור נחלי הגולן 20
- תרשים 10: מודל אזורי לנחלי מנשה ומעלה הקישון 21
- תרשים 11: מודל אזורי לנחלי חדרה ואלכסנדר 22
- תרשים 12: מודל אזורי - נחלי ירקון-איילון מעלה 23
- תרשים 13: מודל אזורי- נחלי ירקון-איילון מורד 24
- תרשים 14: מודל אזורי – נחלי שורק-לכיש 25
- תרשים 15: מודל אזורי – נחלי שקמה-בשור 26
- תרשים 16: מודל אזורי- אזור ירדן דרומי - מעלה 27
- תרשים 17: מודל אזורי- אזור ירדן דרומי - מורד 28
- תרשים 18: מודל אזורי- אזור הר הנגב: תחומי התנקזות עד 40 קמ"ר 29
- תרשים 19: מודל אזורי- אזור ים המלח, תחומי התנקזות עד 250 קמ"ר 30
- תרשים 20: מודל אזורי - אזור ים המלח, תחומי התנקזות עד 10 קמ"ר 31
- תרשים 21: מודל אזורי - אזור ים המלח, תחומי התנקזות עד 100 קמ"ר 32
- תרשים 22: מודל אזור - אזור ים המלח, תחומי התנקזות עד 250 קמ"ר 33
- תרשים 23: מודל אזור – נחלי אילת 34

תקציר

עבודה זו מציגה מודל אזורי סטטיסטי/אמפירי מעודכן לחישוב ספיקות שיא בהסתברות 1% עבור תחומי ההתנקזות השונים בארץ ומטרתה לאפשר לציבור המתכננים לקבל מידע אודות ספיקות השיא הצפויות להתקבל בהסתברות 1% בשטח התנקזות נתון. המודל האזורי האחרון שפרסם השירות ההידרולוגי היה בשנת 1994 ומודל זה בא להחליפו. מודל זה מחולק ל-16 אזורים הידרולוגיים שונים בארץ על בסיס התכנות הפיזיות של אגן ההיקוות: גודל תחום ההתנקזות, חבורות הקרקע, טופוגרפיה והמשטר האקלימי. עבור כל אזור חושבה משוואת הקשר בין שטח תחום ההתנקזות לספיקת השיא בהסתברות 1%. הקשרים עליהם מבוססים המודלים האזוריים השונים נסמכים על מאות מדידות של ספיקות שיא מכל תחנות השירות ההידרולוגי (פעילות ושאינן פעילות) ומדידות של ספיקות שיא שבוצעו על ידי התחנה לחקר הסחף. המודל התחשב בנתונים מתחנות קבועות ומנקודות מדידה ארעיות בעת אירועי שיטפון מיוחדים. בסיס הנתונים אשר שימש לבניית המודל הינו המפורט ביותר הקיים והוא מתעדכן באופן שוטף.

מלבד משוואות הקשר לחישוב ספיקות שיא בהסתברות 1% מספקת עבודה זו מידע רב גם אודות הסתברויות השגה לספיקות שיא בהסתברויות שונות: 1%, 2%, 10%, 50%, נתונים אודות ספיקות השיא המדודות הידועות בכל תחנות השירות ההידרולוגי וכן ספיקות שיא אשר חושבו על ידי התחנה לחקר הסחף ומפה ארצית של ספיקות סגוליות.

החישובים אשר בוצעו לצורך הכנת המודלים האזוריים השונים התחשבו שינויים משמעותיים אשר התרחשו בתחומי ההתנקזות השונים (מאגרים, הטיות נחלים וכד'), אולם יש לקחת בחשבון שלא מדובר במודל פיסיקאלי תהליכי אשר מאפשר להתחשב באופן דינמי בשינויים בשימושי קרקע ואקלים, אלא במודל אמפירי. השירות ההידרולוגי ממליץ על שימוש במשפחת המודלים הפיסיקאליים על פני הסטטיסטיים על אף שהם דורשים תשומות רבות. עבודה זאת לא באה להחליף את הצורך במידול פיסיקאלי של הקשר גשם-תחום התנקזות-ספיקה.

1. מבוא – מודלים סטטיסטיים לחישוב ספיקות שיא באתרים לא מדודים

מודל אזורי לספיקות שיא הוא מערכת של משוואות ותרשימים אשר באמצעותם ניתן להעריך שיא גאוויות הצפויות להופיע, לתקופות חזרה נתונות, בתחומי התנקזות שאינם מנוטרים (שעבורן אין מידע הידרולוגי המאפשר ביצוע חישובים סטטיסטיים).

תקופת חזרה של ספיקה היא מרווח הזמן הממוצע בין הופעות של גאוויות ששיאיהן גבוהים לפחות כמו הספיקה הנדונה. המודל קושר את הספיקות הצפויות להופיע באתר אל תכונות תחום ההתנקזות שלו. הוא מתבסס על ניתוח סטטיסטי של נתונים מדודים בתחנות הידרומטריות או באתרים בהם בוצעו מדידות ספיקה. הקשר בין ספיקת השיא לשטח תחום ההתנקזות מיועד לצורך קביעת מעטפת של ספיקות שיא ידועות (ינוביץ, וחב' 1996) או של ספיקות שיא בהסתברות נבחרת באזורים נבחרים (שנצ'יס וחוב' 1994). מעטפת זו משמשת להערכת ספיקות שיא באגנים שאינם נמדדים הן ככלי להשלמת מידע והן לצרכי תכנון (לדוגמא כבישים, גשרים, מסילות כד'). לניתוח הסטטיסטי המקובל בעולם שלושה שלבים: דגימה, התאמת פונקציית הסתברות והסבה של הסתברויות לתקופות חזרה. הדגימה היא בחירת סדרה של ספיקות שיא עליה נעשית העבודה. לא נהוג לבחור את סדרת כל ספיקות השיא שנמדדו [סדרה מלאה], היות שמרביתן קטנות ועלולות להיות תלויות זו בזו. לדגימה מקובלים שני אופנים: אחד של הספיקה המרבית בכל אחת משנות התצפית והאחר של כל שיאי הגאוויות הגבוהים מערך סף נתון. הסדרה המתקבלת באופן הראשון נקראת שנתית וזו המתקבלת באופן השני נקראת חלקית. בהידרולוגיה, השימוש בסדרות השנתיות נפוץ מאד וזה בחלקיות מועט. בשנים האחרונות, וגם בהקשר לחקר אירועים קיצוניים שלא בתחום ההידרולוגיה, מאוזן יותר השימוש בשני האופנים (Smith (2003); Katz et al., (2002). למדגם הנבחר מותאמת פונקציית הסתברות אשר קושרת גודל של משתנה פיסיקלי (X) אל הסתברות ההשגה שלו $(1-F(X))$ [ההסתברות להופעה של ערך גדול לפחות כמותו]. בהידרולוגיה, מקובלות פונקציות אחדות: לוג-נורמלית, לוג-נורמלית, גמבל, פרטו המוכללת (GP), הערכים הקיצוניים המוכללת (GEV), פירסון III, לוג-פירסון III ועוד. לפי (Pikand (1975), GP נכונה לתיאור ערכי הנתונים בסדרות חלקיות גדולות ששיאיהן גבוהים מספיק. לפי Smith (2003) ורבים אחרים, GEV נכונה לתיאור ערכי הנתונים בסדרות שנתיות גדולות. הסתברות ההשגה $(1-F(X))$ מוסבת לתקופת חזרה $T(X)$ באמצעות היחס בין מספר הנתונים במדגם (n) למספר שנות התצפית (N):

$$T(X) = N/(n(1-F(X))) \quad (1)$$

כאשר נדגמת סדרה חלקית, $T(X)$ מתאים להגדרה המקובלת שלו, שהיא המרווח הממוצע בין הופעות של גאוויות ששיאיהן גבוהים לפחות כמו X. לעומת זאת, כאשר נדגמת סדרה שנתית, $T(X)$

הוא המרווח הממוצע בין שנים ששיאיהן גבוהים לפחות כמו X (כלומר, בין שנים בהן מושגת הספיקה הזו לפחות פעם אחת).

משפחה אחרת של מודלים לחישוב ספיקות שיא עבור אתרים לא מנוטרים הינה מודלים הידרולוגיים פיסיקאליים אשר מחשבים נגר (ספיקה ונפח) בכל שטח נתון של אגן ההיקוות בהינתן קלט דינאמי של משקעים ורטיבות קרקע וסטאטי (התכונות הפיזיות של אגן ההיקוות). מודלים כאלה דוגמת מודל ה-HMS HEC הופעלו עבור אגן ירקון-איילון וחושבו באמצעות ספיקות תכן בהסתברות 1% לעשרות אתרים באגן (גבעתי וספיר, 2014).

למודלים הפיסיקאליים יתרונות ברורים על פני המודלים הסטטיסטיים: הם מתחשבים בהשפעות השונות של התכסית והשינויים בשימושי הקרקע, מאגרים, ריסון ושינויים בתוואי הנחלים וכן בהשפעות שינויי אקלים. מעבר לכך, הם מתארים את התגובה ההידרולוגית של הנגר בהתאם לקלט המשקעים, שימושי וסוגי הקרקע (כווני זרימה, הצטברות הנגר). חסרון על פני המודלים הסטטיסטיים הוא בכמות הזמן והמשאבים שהם דורשים ובכיוול אשר נדרש לבצע על מנת שהתוצאות ישקפו היטב את המציאות.

2. מתודולוגיה

הכללה של תוצאות ספיקות השיא לאתרים נעשית בהתייחס לתכונות תחומי ההתנקזות שלהן. התכונה המשפיעה ביותר היא שטח תחום ההתנקזות והיא מופיעה בכל המודלים האזוריים שהתפרסמו בעולם. תכונות אחרות מבוטאות בעבודה זו בעקיפין, באמצעות המיקום הגיאוגרפי. ישראל חולקה ל-16 תתי-אזורים גיאוגרפיים שונים, הומוגניים ככל הניתן מבחינת התנאים האקלימיים (כמויות ועוצמות גשמים, הטופוגרפיה, גיאולוגיה וחבורות הקרקע). לגורמים אלה השפעה ניכרת על מקדמי הנגר והתפתחות ספיקות השיא, בנוסף גודל שטח תחום ההתנקזות. הספיקות הצפויות וסטיות התקן של המרווחים, לתקופות החזרה השונות, מקושרות לשטח תחום ההתנקזות באמצעות רגרסיות.

בעבודה זו הוכנו מודלים אזוריים לספיקות שיא בהסתברות 1% לכל אחד מ-16 האזורים השונים בארץ. לכל אזור הותאם גרף הקושר בין שטח תחום ההתנקזות לספיקת השיא בהסתברות 1%. המודל מתייחס לתחומי התנקזות קטנים ובינוניים, עד כ-200 קמ"ר בלבד. האגנים אשר שטח תחום ההתנקזות שלהם גדול מערך זה מדודים ברובם בתחנות הידרומטריות קבועות ועבורם קיימות סדרות נתונים מדודות אשר מאפשרות ניתוח סטטיסטי, ללא צורך בהפעלת מודל סטטיסטי מסוג זה.

נתוני הקלט למודל הם כל הנתונים ההידרולוגים אשר נמדדו לאורך השנים על ידי השירות ההידרולוגי ברשת התחנות הידרומטריות, מדידות וחישובי ספיקות שיא בעת אירועי שיטפונות חריגים וכן חלק מספיקות השיא אשר חושבו על ידי התחנה לחקר הסחף. ספיקות השיא בהסתברות 1% חושבו על ידי ממוצע של 4 פילוגים סטטיסטים שונים:

- פארטו המוכללת

- לוג פירסון 3

- פירסון 3

- לוג נורמל

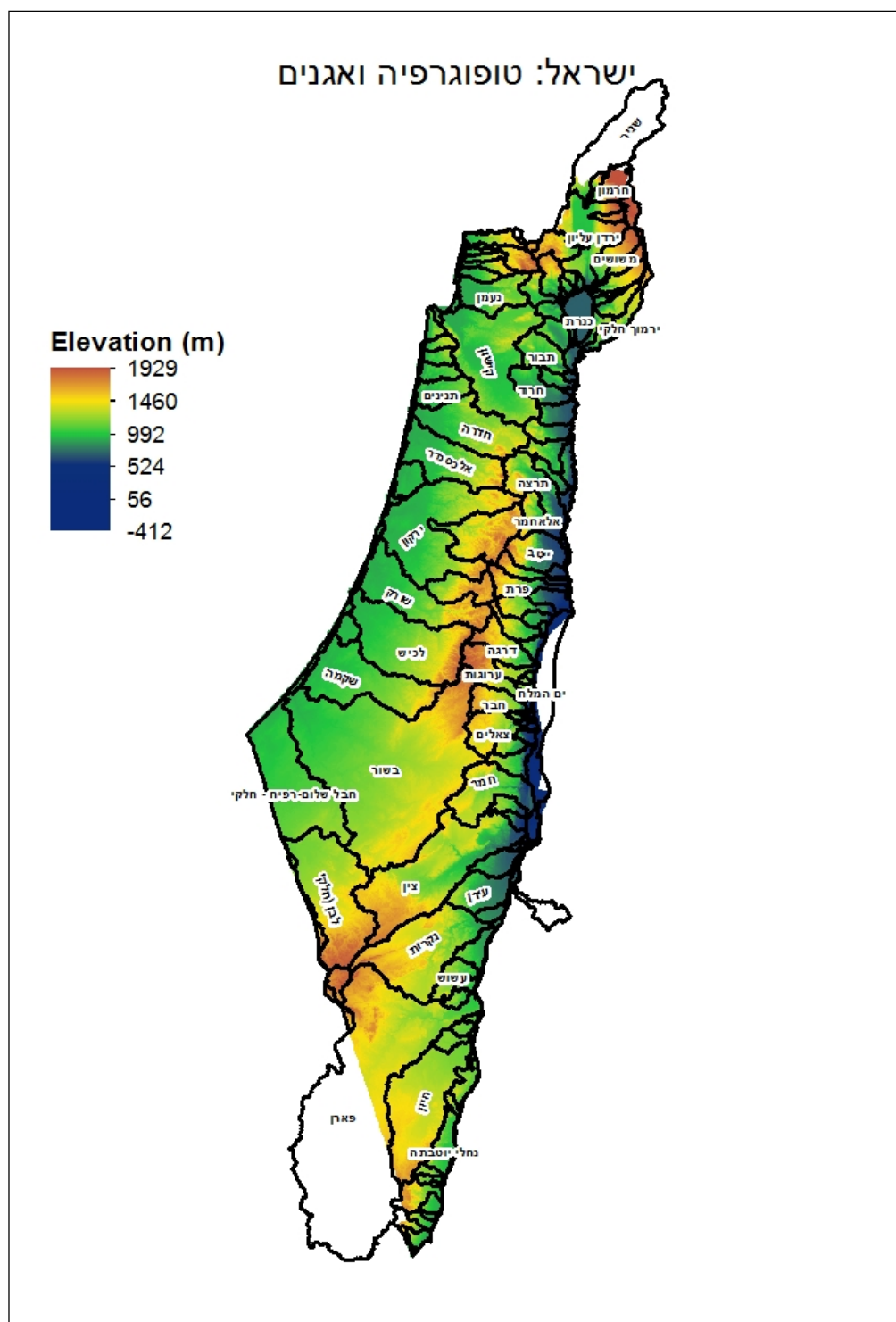
החלוקה לאזורים השונים בארץ אליהם מתייחס המודל מופיעה בטבלה 1. כאמור, החלוקה מתחשבת במאפיינים הפיזיים והמטאורולוגיים באגן הניקוז אשר קובעים את המשטר ההידרולוגי ומשפיעים על היווצרות הנגר עילי (מקדמי הנגר והופעת ספיקות השיא).

עבור תחומי ההתנקזות שבאזורים המדבריים (נחלי הנגב וים המלח) בוצעה גם חלוקה לאגנים קטנים (עד 40 קמ"ר) ולאגנים בינוניים (עד 200 קמ"ר). אזורים אלה מושפעים ממערכות גשם שונות מאלה שבצפון ומרכז הארץ: אפיקי ים-סוף אשר מאופיינים בגשם קונוקטיבי, בעוצמות גבוהות, לזמן קצר יחסית ובאופן מקומי במרחב, ועל כן תא הגשם הקונוקטיבי בגודל של ק"מ בודדים ישפיע באופן משמעותי על תחומי התנקזות קטנים, ובהתאם על הספיקות הסגוליות. הקשר באזורים אלה בין שטח תחום ההתנקזות לספיקת השיא מורכב הרבה יותר מבאזורים לחים כמו מרכז וצפון הארץ, מכיוון שתא הגשם הקונוקטיבי משפיע על אגן ההיקוות באופן מקומי, ולא על האגן כולו, כמו בתחומי התנקזות המושפעים ממערכות גשם חזיתיות המאופיינת בעננות שכבתית.

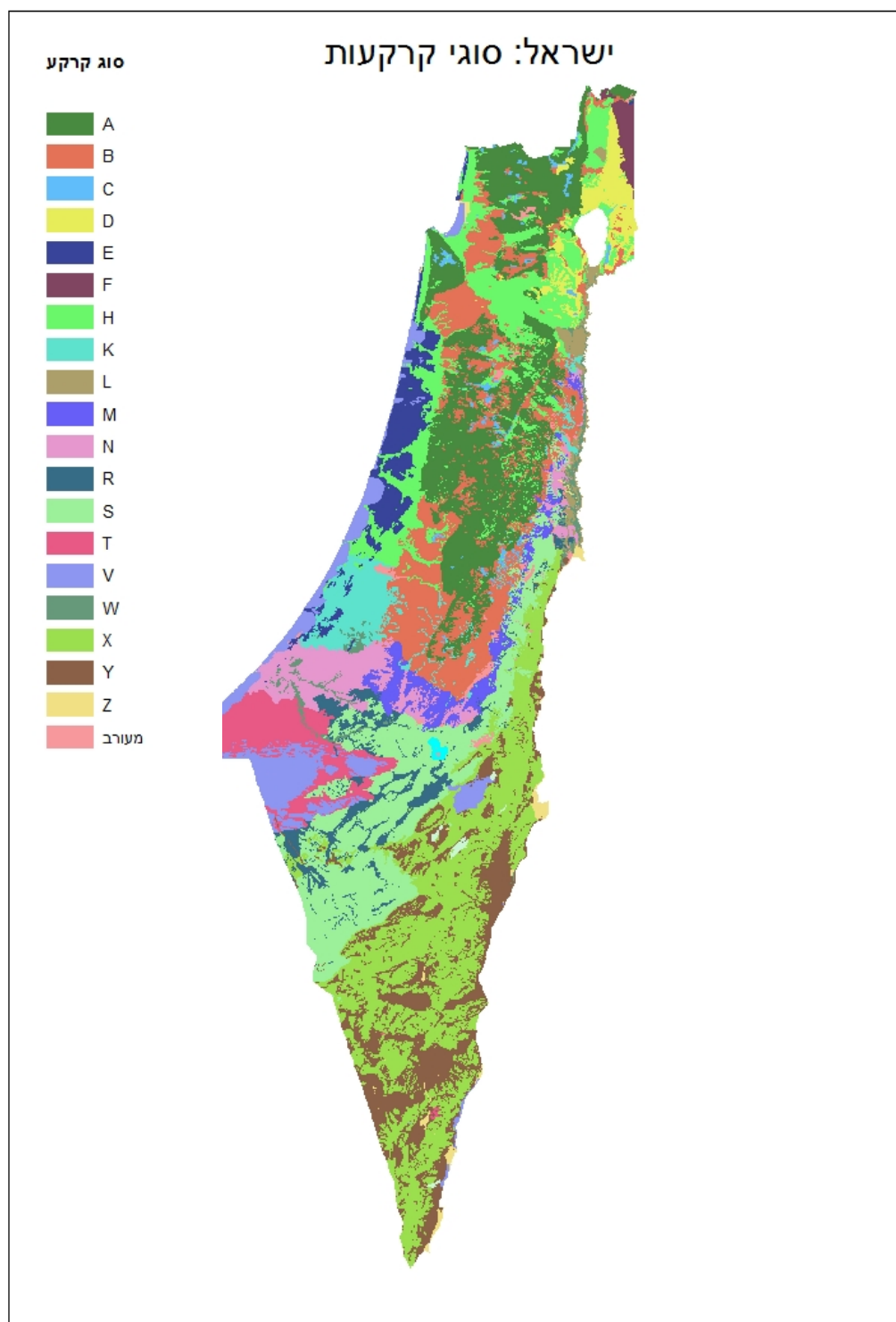
תרשים 1 מציג את מפת האגנים הראשיים בישראל על רקע הטופוגרפיה, תרשים 2 את כמויות המשקעים הממוצעות (קווים שווי גשם) לתקופה 1980-2000 כפי שחושבו על ידי השירות המטאורולוגי, תרשים 3 את מפת חבורות הקרקע בחלוקה לסוגים השונים (פירוט חבורות הקרקע באזורים ההידרולוגים השונים מופיע בטבלה 1) ותרשים 4 את מפת השיפועים בישראל (ניתן לראות בתרשים את השיפועים החדים בעיקר בתחום הניקוז המזרחי (הנחלים אשר מתנקזים לים המלח ולערבה). כאמור, פרמטרים פיזיים אלה הם שקבעו את החלוקה ל- 16 אזורים הידרולוגים שונים במודל זה.

טבלה 1: חלוקה לאזורים הידרולוגיים שונים ומאפייני כל אזור

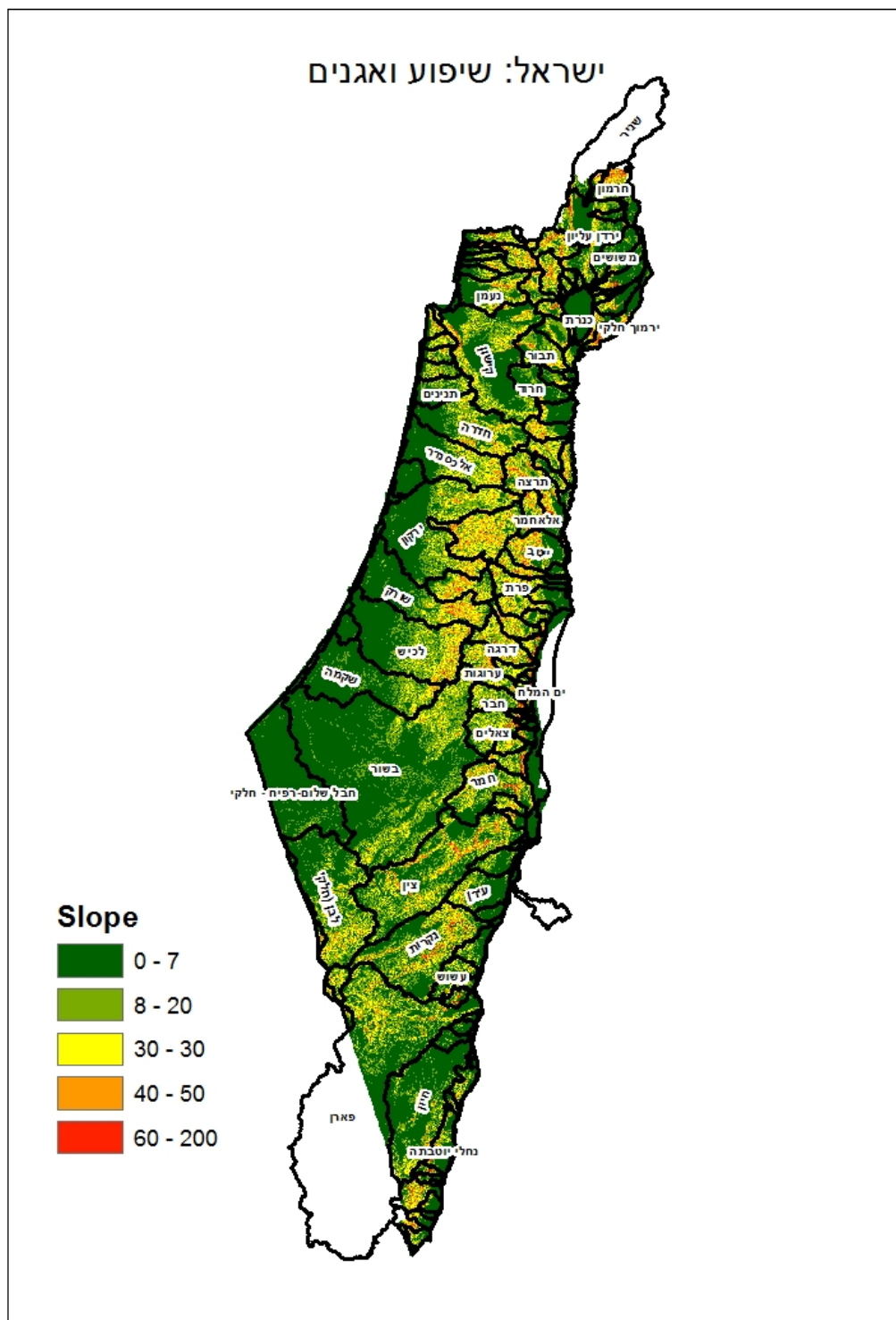
מאפיינים פסיים, ליתולוגיים, גיאולוגיים ואקלימים	אזור הידרולוגי
מסלע קארסטי, חבורת קרקע דומיננטית: טרה רוסה (סוג קרקע A)	נחלי הגליל מערבי
מסלע קארסטי, חבורת קרקע דומיננטית: טרה רוסה (סוג קרקע A)	נחלי הגליל המזרחי
בזלות וגרומוסולים בזלתיים (חבורות קרקע D,F)	נחלי רמת הגולן
חבורת קרקע דומיננטית: טרה רוסה, גרומוסולים וחמרות (חבורות קרקע E,H,A)	מורד אגני חדרה-אלכסנדר
מסלע קארסטי, חבורת קרקע דומיננטית: טרה רוסה (סוג קרקע A)	מעלה אגן ירקון-איילון
חבורת קרקע דומיננטית: גרומוסולים, רנדזינות (חבורות קרקע B,A) שימושי קרקע עירוניים	מורד אגן ירקון-איילון
טופגרפיה חריפה, למעלה מ-80% סלעים חשופים ואלוביום מדברי גס, משקעים קונוקטיבים בעוצמות גבוהות	נחלי ים המלח: אגנים עד 10 קמ"ר
טופגרפיה חריפה, למעלה מ-80% סלעים חשופים ואלוביום מדברי גס, עוצמות גשם גבוהות	נחלי ים המלח: אגנים עד 200 קמ"ר
חבורת קרקע דומיננטית: רנדזינה (למעלה מ-50%), טרה רוסה, גרומוסולים (חבורות קרקע F,B,A)	אגני דליה, מנשה ומעלה קישון
חבורת קרקע דומיננטית: קולוביות-אלוביות וגרומוסול (חבורות קרקע H)	ירדן דרומי- מורד
חבורת קרקע דומיננטית: גרומוסולים (חבורות קרקע H)	ירדן דרומי- מעלה
מסלע קארסטי במעלה, חבורת קרקע דומיננטית: טרה רוסה ורנדזינה (סוג קרקע B,A)	שורק-לכיש
קרקעות חומות כהות גרומוסוליות אלוביות וקרקעות אלוביות חומות כהות סילטיות (חבורות קרקע K)	שקמה-בשור
סלעים חשופים ואלוביום מדברי גס, ליתוסול מדברי גירי (חבורות קרקע X), משקעים קונוקטיבים בעוצמות גבוהות	נחלי הר הנגב – אגנים עד 40 קמ"ר
סלעים חשופים ואלוביום מדברי גס, ליתוסול מדברי גירי (חבורות קרקע X), משקעים קונוקטיבים בעוצמות גבוהות	נחלי הר הנגב – אגנים עד 200 קמ"ר
סלעים חשופים ואלוביום מדברי גס (חבורות קרקע X,Y), משקעים קונוקטיבים בעוצמות גבוהות	נחלי הרי אילת



תרשים 1: מפה טופוגרפית ואגנים ראשיים בישראל



תרשים 3: מפת חבורת הקרקע בישראל. מקור: משרד החקלאות ופיתוח הכפר



תרשים 4: מפת שיפועים מחושבת מתוך DTM

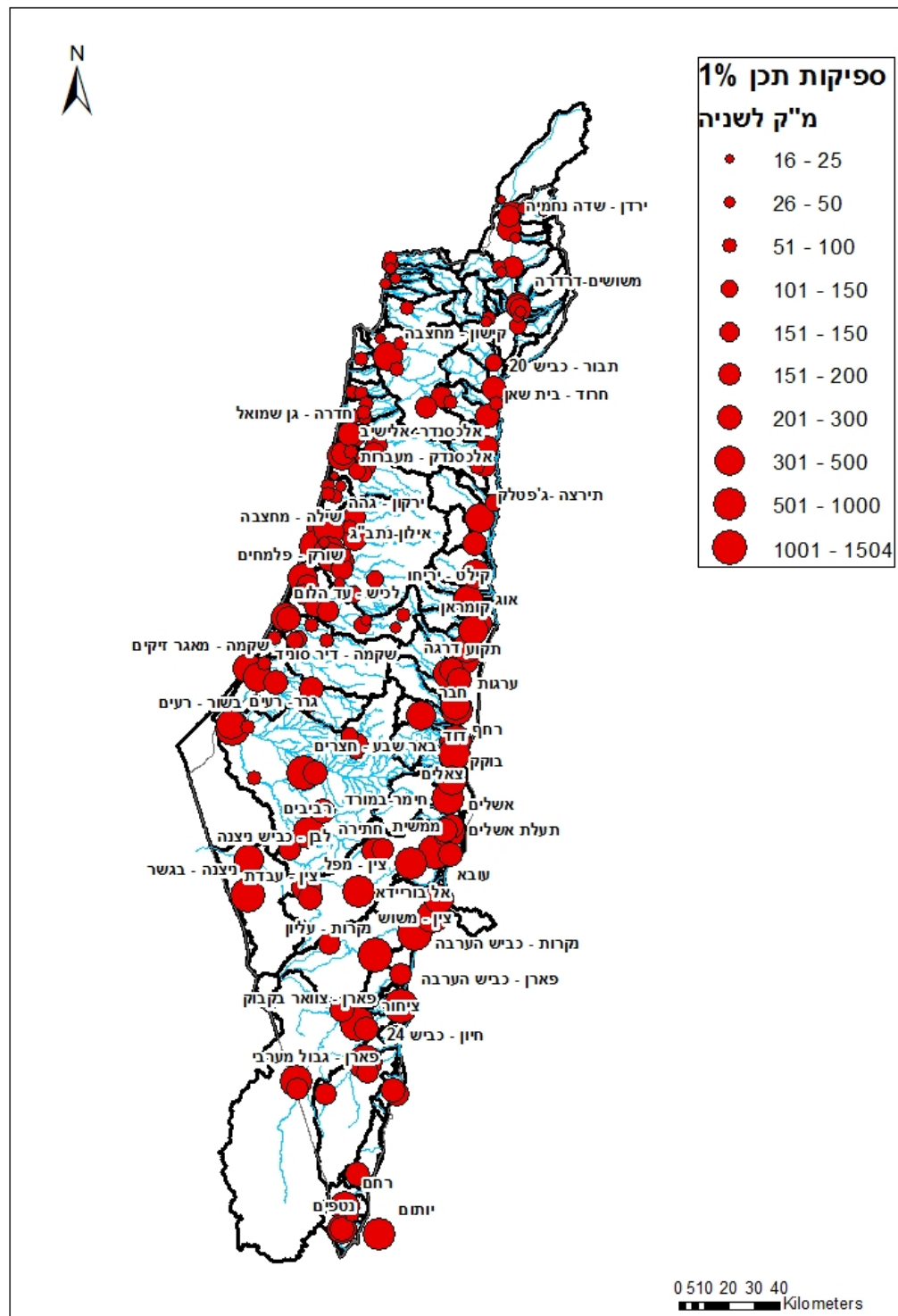
1. תוצאות

1.1. ספיקות שיא וספיקות סגוליות בהסתברות 1%

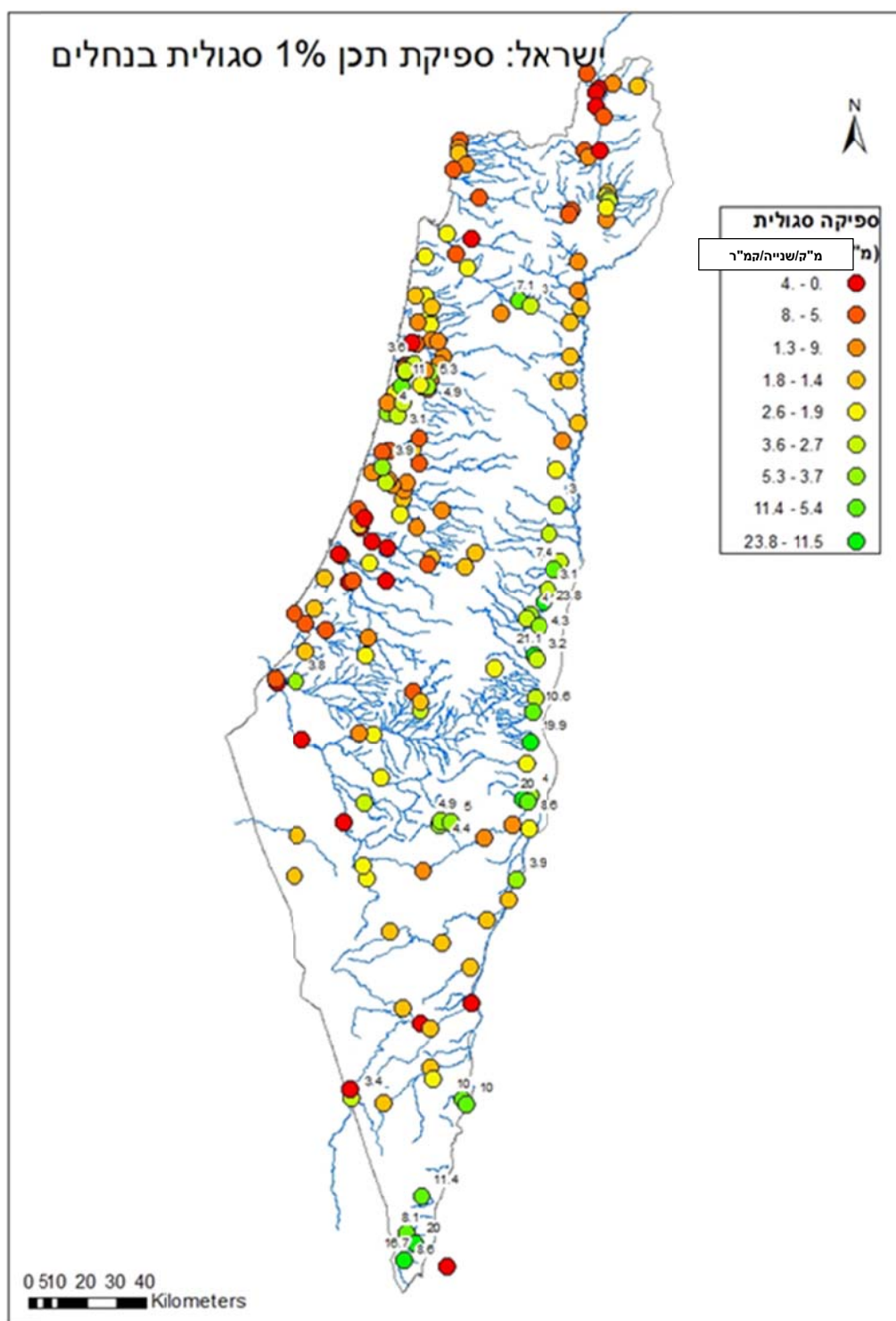
תרשים 5 מציג את ספיקות השיא בהסתברות 1% בכ-170 אתרים ברחבי הארץ (גודל הספיקה בתרשים מצוין על פי גודל העיגולים במפה). ניתן לראות שספיקות התכן בהסתברות 1% הגבוהות ביותר, מעל 1,000 מ"ק/שנייה, מתקבלות במורד האגנים הגדולים: בשור, צין ופארן. תרשים 6 מציג את ערכי הספיקות הסגוליות (מ"ק/שנייה/קמ"ר) בהסתברות 1% בפריסה ארצית. ניתן לראות בתרשים שהספיקות הסגוליות הגבוהות ביותר מתקבלות בתחום הניקוז המזרחי, בעיקר בנחלי ים המלח ואילת, שם מגיעים הערכים ל-20 מ"ק/שנייה/קמ"ר ויותר (בתחומי התנקזות קטנים של עד עשרות קמ"ר) וזאת כתוצאה מאופי המשקעים באזורים אלה (משקעים קונוקטיבים הגורמים לעוצמות גשם גבוהות בזמן קצר) סוג המסלע, הקרקע והטופוגרפיה החריפה.

טבלה 2 מרכזת את כל התוצאות עבור ספיקות התכן בהסתברויות השונות (1%, 2%, 5%, 10%, 50%) אשר חושבו בעזרת ממוצע של 4 פילוגים סטטיסטיים שונים, כפי שמתואר בפרק 2. עבור כל אתר מוצג בטבלה מיקומו, שטח תחום ההתנקזות, ספיקת השיא ההיסטורית הידועה וספיקות התכן בהסתברויות השונות.

תרשימים 7-22 מציגים את המודלים לכל אזור בנפרד וטבלאות 4-19 את התחנות אשר נתוניהן שימשו להכנת כל מודל. שטח תחום ההתנקזות שלהן וספיקת השיא בהסתברות 1%.



תרשים 5: ספיקות סגוליות (מ"ק/שנייה/קמ"ר) בהסתברות 1%



תרשים 6: ספיקות שיא בהסתברות 1% ב-170 אתרים ברחבי הארץ

טבלה 2: ספיקות תכן בהסתברויות										
תחנה	מספר תחנה	קו אורך	קו רוחב	שטח התנקזות (קמ"ר)	ספיקה מכסימלית ידועה (מ"ק/שנייה)	50%	10%	5%	2%	1%
אבו סידרה	41150	35.544	32.195	64		20	51	64	80	107
אחמר	45120	35.464	32.050	94		30	65	88	150	220
מליח	41130	35.510	32.328	92		30	65	88	150	170
תירצה - ג'פטלק	43180	35.488	32.143	317		55	97	156	181	360
אל בוריידא	59178	35.286	30.712	610	310	24	97	178	239	819
אמצייה-עין תמר	59195	35.359	30.936	134	27	18	55	120	191	367
חיון - כביש 40	58150	35.005	30.198	754	440	36	108	198	342	1,170
יהל	60110	35.137	30.075	23	118	15	45	76	108	230
יותום	60161	35.068	29.573	3600		15	95	200	620	1,000
יעלון	60105	35.122	30.089	22	111	5	46	66	120	220
מהתאדי	59200	35.083	29.718	58		10	34	95	165	289
נטפים	60170	34.915	29.593	39	90	10	41	79	135	334
נקרות-כביש הערבה	56164	35.208	30.648	955	288	40	150	320	780	1,300
נקרות-עליון	56150	35.048	30.577	710	708	30	120	300	500	1,250
עובא	59185	35.313	30.778	116	248	40	90	140	230	450
עמרם	60160	34.964	29.631	4	78	2	10	16	68	80
ערוד	57160	34.910	30.375	161	89	9	40	66	110	209
עשוש	56780	35.151	30.505	120	150	7	30	46	100	309
פארן - גבול מערבי	57130	34.722	30.123	2464	352	30	90	163	311	731
פארן - כביש הערבה	57190	35.148	30.392	3626	724	48	154	293	592	1504
פארן - צוואר בקבוק	57165	34.976	30.325	3372	1150	40	128	244	493	1253
פחמי	57125	34.726	30.094	51	100	20	40	58	84	196
ציחור	57180	35.011	30.312	166	247	10	94	173	221	463
צין- כביש הערבה	55193	35.300	30.947	1276	800	38	128	475	800	1200
צין - עין עקרבים	55180	35.198	30.905	1130	552	35	120	450	775	1150
צניפים	58120	34.842	30.078	95		16	29	48	91	175
קצב- כביש 40	58175	35.022	30.154	65	65	14	26	44	73	158
רחם	60150	34.925	29.675	48	89	12	38	72	96	388
רמון	56140	34.860	30.614	111	73	16	35	58	149	268
שלמה	60190	34.917	29.526	15	35	5	18	45	105	250
תמנע	60140	34.978	29.791	21	48	14	40	75	110	240
אדמון	48198	35.358	31.016	12	240	5	40	54	90	240
אוג	46151	35.477	31.764	137	310	20	78	150	190	400
אשלים	48148	35.366	31.037	75	400	18	28	70	120	300

תחנה	מספר תחנה	קו אורך	קו רוחב	שטח התנקזות (קמ"ר)	ספיקה מכסימלית ידועה (מ"ק/שנייה)	50%	10%	5%	2%	1%
דוד	48135	35.383	31.473	18	350	7	28	76	100	380
דרגה	48125	35.367	31.598	75	62	12	35	75	120	480
חבר	48142	35.238	31.434	175		17	79	120	160	460
חימר-במורד	48192	35.352	31.136	358	350	36	148	200	372	866
חצצון	48132	35.400	31.563	65	280	12	25	75	220	400
בוקק	48188	35.362	31.201	20	100	10	46	68	120	200
חתירה	55160	35.040	30.947	66	33	17	25	46	87	290
ימין	55170	35.081	30.952	40	200	10	28	58	78	120
ממשית	55165	35.046	30.959	61	120	15	45	95	185	298
עוגה-מזרח	45150	35.470	31.940	123	390	25	75	130	270	470
ערגות כביש 90	48156	35.390	31.458	235	586	36	105	153	423	757
צאלים-כביש 90	48143	35.387	31.341	300		37	121	187	360	826
צין-מפל	55109	34.765	30.823	234	551	28	81	141	371	667
צין-משוש	55140	34.983	30.803	674	572	38	129	254	580	791
צין-עבדת	55106	34.776	30.779	125	552	15	78	95	175	252
קומראן	48131	35.456	31.741	47	220	17	56	80	120	350
קידרון	48130	35.434	31.677	123	300	17	77	115	246	380
קילט-יריחו	46150	35.437	31.852	133	330	27	87	134	276	377
רחף	48185	35.377	31.296	75	770	22	70	137	289	794
תמרים	48113	35.416	31.640	16		7	18	36	100	380
תעלת אשלים	48199	35.358	31.016	92	400	25	90	157	480	794
אורן - כבש 4	10114	34.984	32.715	25	32	7	12	25	30	60
ברקן - כפר גליקסון	13135	35.001	32.503	29	55	10	25	45	56	75
דליה - בת שלמה	12130	34.987	32.592	42	125	8	45	68	90	135
דליה - כביש חיפה	12140	34.947	32.595	69	115	11	50	75	110	145
עדה - בנימינה	13146	34.955	32.511	93	60	15	29	42	66	88
עדה - גבעת עדה	13125	34.999	32.519	18	68	12	26	40	65	72
תנינים - עמיקם	13105	35.010	32.555	51	80	12	25	39	52	87
דישון -כביש טבריה-ראש	30165	35.573	33.043	90	34	7	18	25	46	88
דליות-בית ציידה	31160	35.653	32.899	108	223	16	54	72	123	241
חצור-איילת השחר	30170	35.584	33.023	34	25	6	18	20	25	38
יהודיה-בית ציידה	31163	35.662	32.885	80	153	39	83	111	142	179
ירדן גשר הפקק	30175	35.632	33.040	1404	214	90	130	147	175	220
ירדן - שדה נחמיה	30136	35.615	33.182	860	280	50	143	175	199	280
כנף	31166	35.649	32.862	25		10	19	24	35	50
משושים-דרדרה	31155	35.652	32.910	160	211	53	83	183	221	259
סער- מסעדה	30124	35.762	33.240	24	35	7	17	28	34	45

תחנה	מספר תחנה	קו אורך	קו רוחב	שטח התנקזות (קמ"ר)	ספיקה מכסימלית ידועה (מ"ק/שנייה)	50%	10%	5%	2%	1%
עורבים - להבות הבשן	30155	35.636	33.148	44	32	6	19	24	29	36
עיון - מטולה	30145	35.585	33.282	31	26	5	12	18	26	34
עמוד כביש טבריה- ראש פינה	31110	35.526	32.859	126	78	8	19	38	66	105
צלמון -כביש טבריה-ראש	31115	35.518	32.850	99	35	7	15	20	35	48
שיאון	30118	35.675	33.250	44	6	6	15	20	24	44
שנר - כביש לדן	30122	35.616	33.224	613	250	30	1177	152	176	250
שנר - מעיין ברוך	30120	35.625	33.237	608	250	25	115	142	165	250
שפמנון	31164	35.660	32.880	11		4	13	17	25	30
בית לחם	8140	35.140	32.678	22	28	7	19	30	39	56
סמק -210-	31165	35.650	32.829	104	86	10	26	42	78	125
ציפורי - תל עליל	8155	35.157	32.770	246	133	18	50	86	120	159
קישון - מחצבה	8146	35.098	32.723	695	218	40	114	187	257	400
קישון - מעלה	8710	35.255	32.538	149	95	7	55	82	122	155
אומץ	15124	34.944	32.380	18	50	9	26	36	45	64
אילנות	15125	34.866	32.307	8	16	5	10	12	14	27
אלכסנדר - מעברות	15122	34.910	32.370	518	270	50	119	139	197	302
אלכסנדר- אלישיב	15120	34.905	32.374	488	160	48	110	129	167	280
אלכסנדר- כביש 57	15121	34.971	32.313	90	96	13	49	78	90	136
בחן	15767	34.982	32.357	29	46	8	19	23	35	58
חביבה- גשר	14113	35.038	32.378	181	110	12	50	84	120	196
חבל 24	16775	34.880	32.220	24	63	12	32	43	53	75
חדרה - גן שמואל	14120	34.953	32.439	578	276	20	84	123	172	276
חדרה-כביש חדרה	14122	34.937	32.444	536		18	64	98	152	236
חדרה - כביש טול כרם	14105	35.049	32.402	189	100	14	48	60	84	179
נרבתי - כביש 6	14116	35.032	32.451	62	76	15	28	45	58	95
עירון-שער מנשה	14115	35.011	32.454	59	67	10	35	41	55	73
רישפון	15123	34.848	32.225	17	18	6	25	38	49	68
שכם-יד חנה	15115	35.006	32.335	148	66	9	35	54	120	180
תאנים-ניצני עוז	15110	34.995	32.306	126	146	13	49	78	106	166
אבטח	20780	34.623	31.710	43	46	18	36	43	48	58
אדורים-גשר הרכבת	21120	34.781	31.530	208	218	9	39	50	93	220
אשתמוע	23726	34.965	31.325	119	161	10	30	48	90	217
באר שבע - חצרים	23137	34.747	31.229	1233	1090	30	235	380	627	1167
בקע - באר שבע	23134	34.800	31.228	95	240	16	51	68	196	224
ברקאי - צ. ראם	19785	34.780	31.760	32	40	14	37	50	60	80
בשור – צאלים	23145	34.544	31.209	2378	1050	28	140	250	470	1000

תחנה	מספר תחנה	קו אורך	קו רוחב	שטח התנקזות (קמ"ר)	ספיקה מכסימלית ידועה (מ"ק/שנייה)	50%	10%	5%	2%	1%
גיהה	21790	34.583	31.619	38	44	22	39	46	51	59
גרר-רעים	23160	34.444	31.401	698	400	18	54	93	267	451
בשור - רעים	23150	34.451	31.387	2630	759	30	195	359	671	1001
חברון - בגשר הכביש	23122	34.941	31.360	179	229	15	35	88	167	250
חנון-יושביה	21780	34.552	31.482	48	40	11	30	41	49	66
יתיר	23725	34.970	31.300	20	63	15	15	32	42	88
לבן - כביש ניצנה	25191	34.524	30.915	208	82	18	61	156	220	373
לכיש - עד הלום	19185	34.672	31.787	991	410	40	117	157	214	375
ניצנה-בגשר	25292	34.517	30.788	800	1300	40	120	220	380	1300
נתיבות	23780	34.520	31.402	15	40	7	22	32	40	57
סכר	23140	34.828	31.093	91		16	51	96	196	224
רביבים	23110	34.769	31.013	217	712	15	82	180	360	600
שקמה - ברור חייל	21130	34.625	31.549	376	178	17	48	76	163	219
שקמה - דיר סוניד	21142	34.552	31.571	537	338	32	86	137	192	329
שקמה - מאגר זיקים	21155	34.511	31.600	750		40	96	152	246	372
שקמה-תל מוליחה	21105	34.772	31.472	43	82	10	27	40	60	94
גוברין - שפיר	19130	34.724	31.707	200	120	6	20	35	64	138
גמליאל	18180	34.762	31.900	615	130	30	88	118	138	165
האלה - גן יבנה	19178	34.681	31.779	432	174	30	89	125	169	232
האלה - תל צפית	19160	34.842	31.705	296	60	10	20	36	56	78
יבנה - על יד יבנה	18152	34.745	31.880	30	34	14	25	30	43	65
כיסלון	18112	35.011	31.777	25		7	19	20	29	38
לכיש-עין צורים	19110	34.710	31.702	281		26	60	76	129	267
רפאים-תחנת הרכבת	18109	35.127	31.745	28		8	10	22	27	41
שורק-הר טוב	18115	34.995	31.758	240	76	18	69	80	105	138
שורק - יבנה	18150	34.755	31.871	613	122	32	51	98	146	220
שורק - יסודות	18131	34.848	31.809	405	154	20	72	92	125	1605
שורק - מוצא	18105	35.167	31.794	36	37	9	22	25	46	55
שורק - פלמחים	18151	34.741	31.928	800	400	45	90	120	260	400
שורק - קדרון	18140	34.793	31.826	489	122	30	74	98	125	176
בזק - כביש 90	39780	35.519	32.400	113		12	68	90	109	179
חרוד - בית שאן	38175	35.520	32.506	181	170	10	39	49	195	256
חרוד - מרחביה	38740	35.325	32.575	27	120	7	48	83	117	192
יבניאל במורד	32180	35.545	32.697	107	100	8	25	46	70	120
יששכר	36780	35.555	32.539	60		6	28	32	48	95
עין גב	31170	35.068	32.784	21		5	7	12	17	48
שזיפים	38760	35.366	32.560	31	61	8	25	42	59	94
תבור-כביש 90	35150	35.547	32.607	205	86	12	31	54	129	259

תחנה	מספר תחנה	קו אורך	קו רוחב	שטח התנקזות (קמ"ר)	ספיקה מכסימלית ידועה (מ"ק/שנייה)	50%	10%	5%	2%	1%
געתון	4110	35.132	33.001	37	44	5	15	22	39	47
חילזון - יסעור	7105	35.179	32.895	163	88	25	45	57	64	96
בית העמק-שבי ציון	5110	35.089	32.981	70	45	7	25	27	38	50
כזיב-גשר הזיו	2105	35.105	33.050	130	90	15	48	58	75	110
שעל	3780	35.108	33.036	23	12	8	26	30	43	43
איילון - משמר אילון	17142	34.957	31.870	160		15	55	84	120	167
אילון - בית דגן	17165	34.851	32.017	620	401	85	220	285	397	550
אילון - לוד	17144	34.905	31.960	526	330	38	60	95	126	200
אילון- נתב"ג	17164	34.864	32.002	398	270	55	156	197	222	400
אילון- שכונת עזרא	17168	34.792	32.042	135	170	120	220	285	397	600
בית עריף - כביש 46	17162	34.917	32.011	85	54	11	26	43	60	97
גזר	17145	34.895	31.910	19	25	7	27	33	40	46
דולב-בכביש	17178	35.044	31.923	111		12	53	65	88	120
דרור	16740	34.891	32.258	9	6	4	11	15	19	26
ירקון - גהה	17130	34.853	32.108	949		50	200	310	420	*590
ירקון - כביש להרצלייה	17135	34.829	32.105	954	508	52	214	330	430	*600
כופר- דרום רמת גן	17368	34.830	32.060	7	35	5	10	25	35	45
נטוף - אל על	17155	34.907	31.986	251	230	27	65	96	156	200
פולג במורד	16720	34.845	32.259	114	100	20	40	48	54	96
קנה - ירחיב	17110	34.961	32.147	238	127	18	32	51	83	159
רבה - ראש העין	17104	34.937	32.111	78	65	12	24	40	59	100
שילה - מעלה המחצבה	17123	34.959	32.070	363	160	25	94	155	213	286
שפירים - מסילת הרכבת	17166	34.843	32.009	30	54	12	35	48	60	86

* ספיקות השיא בתחנות מורד אגן הירקון לא לוקחות עדיין את השפעת מחצבת נחשונים ורבה

3.2. תוצאות המודל האזורי: ספיקת שיא חזויה בהסתברות 1% באזורים השונים בארץ

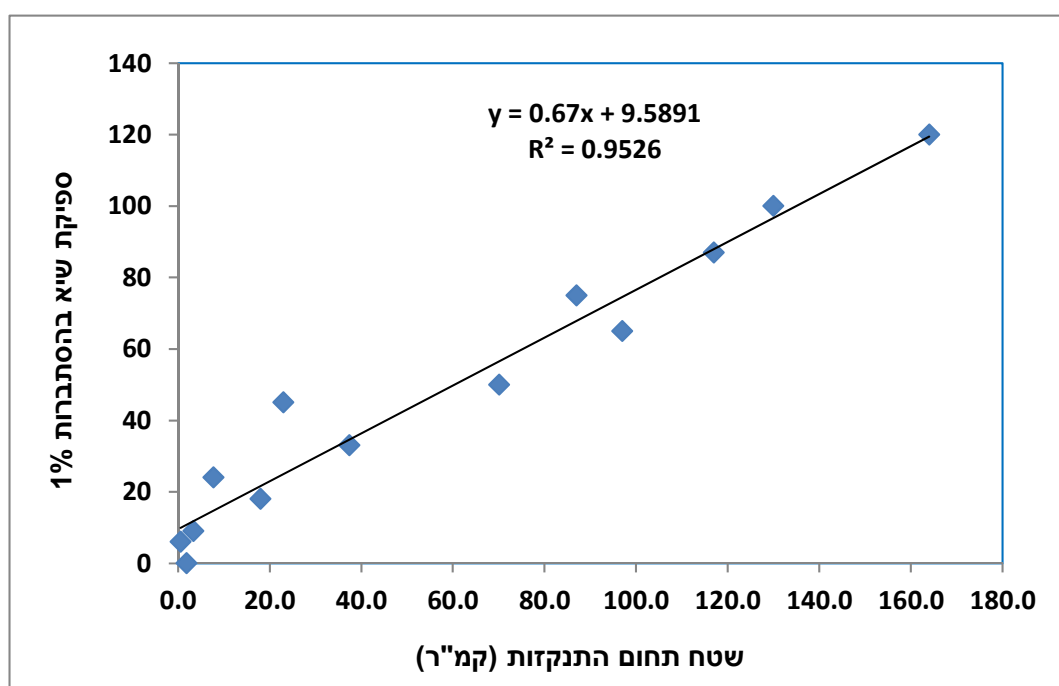
טבלה 3 מסכמת את תוצאות המודל האזורי ומציגה את הקשרים בין שטח תחום ההתנקזות לספיקת השיא בהסתברות 1% ב-14 האזורים ההידרולוגיים השונים אליהם חולקה הארץ. עבור כל אזור מוצגת בנפרד משוואת הקשר, מקדם המתאם בין שטח תחום ההתנקזות (X) ספיקת השיא בהסתברות 1% (Y) ומספר התחנות אשר נתוניהן שימשו לחישוב הקשרים האמפרים בין גודל השטח לספיקת השיא. הטבלה מאפשרת למשתמש להציב בנוסחת הרגרסיה את שטח תחום ההתנקזות ולקבל את ספיקת השיא החזויה בהסתברות 1% בכל אזור ואזור. בטבלאות 4 עד 17 ניתן לראות את פירוט התחנות עליהן התבסס המודל האזורי בכל אזור ואת שטח תחום ההתנקזות שלהן. תרשימים 7-21 מציגים את משוואות הרגרסיה עבור כל אחד מ-16 האזורים.

טבלה 3: נוסחת הקשר ומקדם המתאם בין שטח תחום ההתנקזות לספיקת השיא בהסתברות 1%

מספר תחנות	מתאם (R ²)	נוסחה	אזור הידרולוגי
8	0.952	$0.67x + 9.5891$	נחלי הגליל מערבי
4	0.9804	$0.466X + 23.596$	נחלי הגליל המזרחי
11	0.9402	$1.6782x + 6.4682$	נחלי רמת הגולן
9	0.9512	$0.783X + 40.687$	אגני דליה, מנשה ומעלה קישון
10	0.9105	$0.6671X + 40.995$	מורד אגני חדרה-אלכסנדר
10	0.9802	$0.8042X + 32.569$	מעלה אגן ירקון-איילון
4	0.9915	$1.03X + 37.986$	מורד אגן ירקון-איילון
16	0.9170	$1.2086X + 16.346$	שורק-לכיש
10	0.9347	$0.881X + 23.511$	שקמה-בשור
10	0.9229	$-0.05544X^2 + 4.450X + 12.137$	ירדן דרומי- מעלה
5	0.9247	$1.2336X + 17.555$	ירדן דרומי- מורד
10	0.995	$7.7339X - 1.3371$	נחלי הר הנגב – אגנים עד 40 קמ"ר
12	0.8707	$1.6463X + 46.008$	נחלי הר הנגב – אגנים עד 200 קמ"ר
15	0.9119	$0.32X + 4.1089$	נחלי ים המלח: אגנים עד 10 קמ"ר
10	0.887	$y = 0.0786x^2 - 0.6003x + 186.85$	נחלי ים המלח: אגנים עד 100 קמ"ר
12	0.9409	$2.0218X + 164.21$	נחלי ים המלח: אגנים עד 200 קמ"ר
7	0.9836	$-0.0535X^2 + 9.45035X + 50.311$	נחלי הרי אילת

טבלה 4: ספיקות שיא בהסתברות 1% בנחלי הגליל המערבי

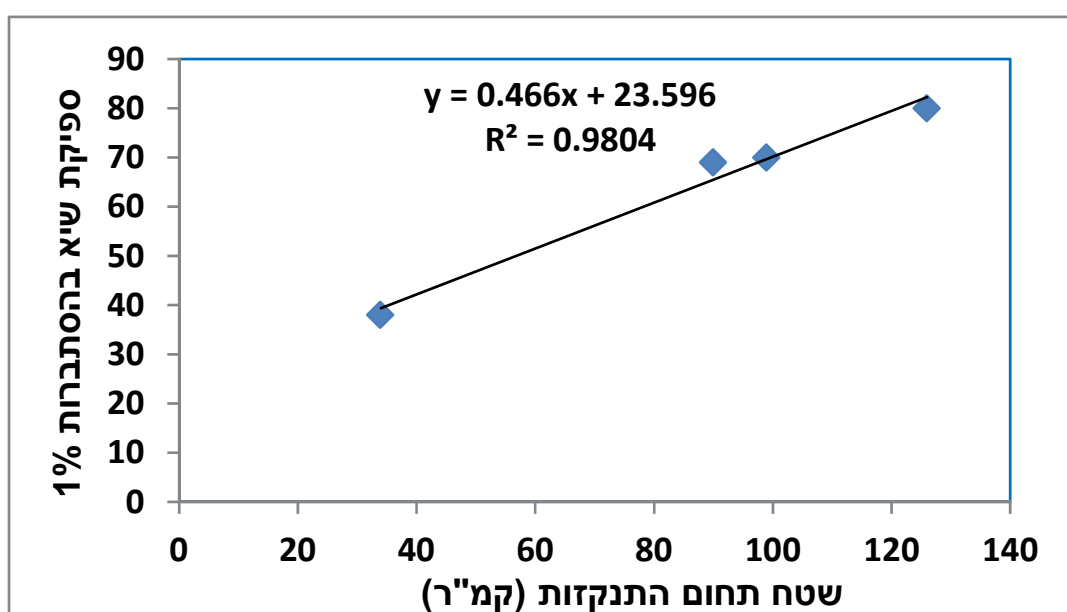
אזור: גליל מערבי		
שם נחל ותחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
בצת	117.0	87
כזיב-גשר הזיו	130.0	100
שעל	23.0	45
געתון	18.0	18
געתון	37.4	33
בית העמק-שבי ציון	70.2	50
חילזון-יסעור	164.0	120
יסף	97.0	65
לימן	0.6	6
שרף	1.9	7
מצובה	3.4	9
מצובה	7.8	24
בצת מעלה	87.0	75



תרשים 7: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: נחלי הגליל המערבי

טבלה 5: ספיקות שיא בהסתברות 1% בנחלי הגליל המזרחי

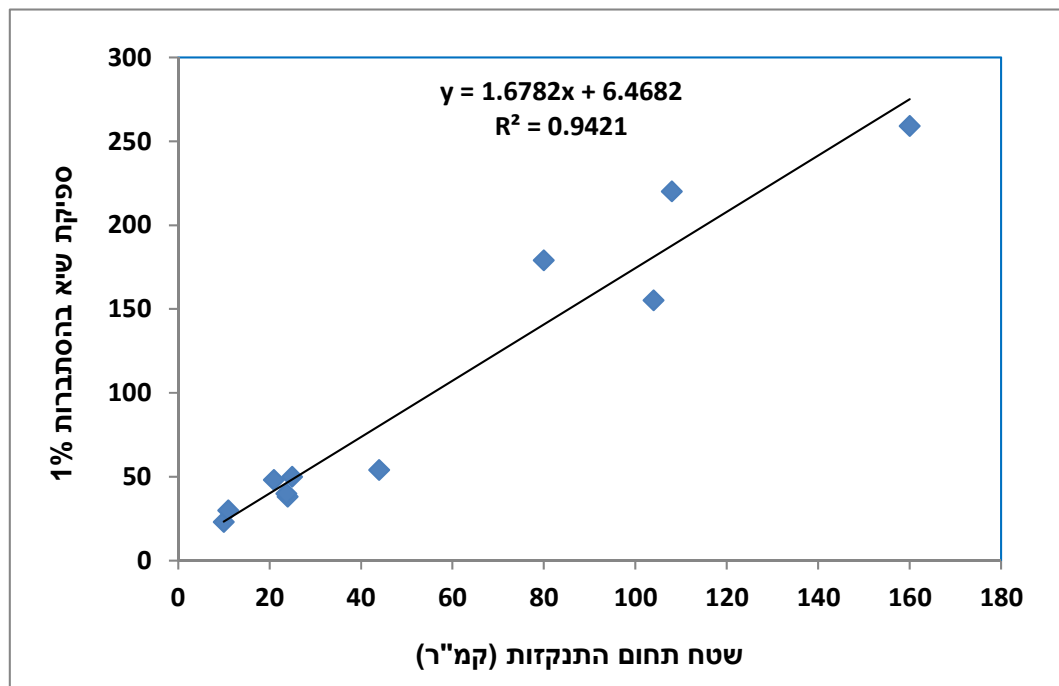
נחלי הגליל המזרחי		
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
דישון - כביש טבריה-ראש פינה	90	69
חצור - איילת השחר	34	38
עמוד כביש טבריה-ראש פינה	126	80
צלמון - כביש טבריה-ראש פינה	99	70



תרשים 8: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: נחלי הגליל המזרחי

טבלה 6: ספיקות שיא בהסתברות 1% בנחלי הגולן

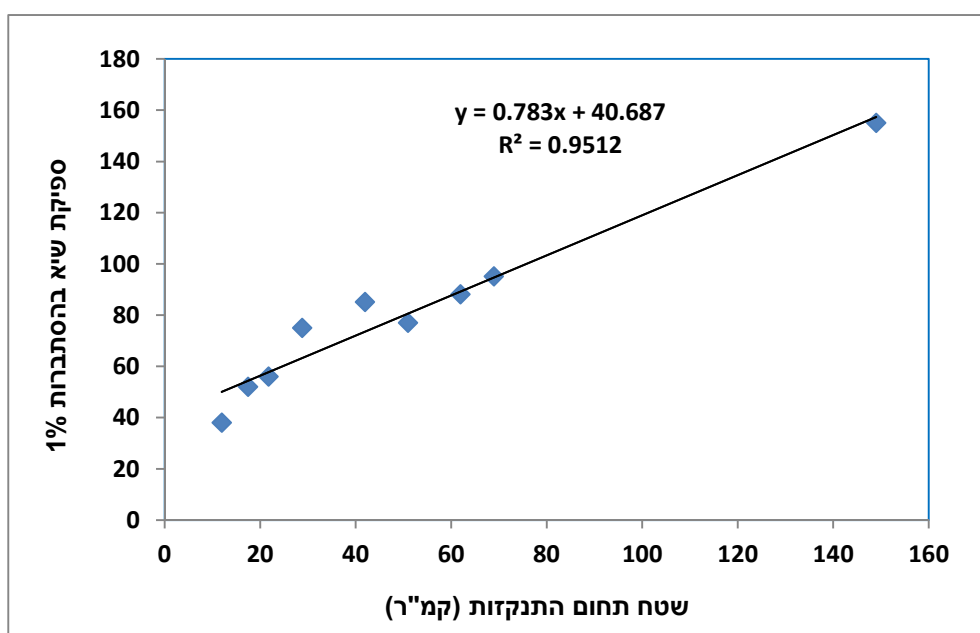
רמת הגולן		
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
משושים-דרדרה	160	259
דליות-בית ציידה	108	220
יהודיה-בית ציידה	80	179
ירדנון	10	23
סער-מסעדה	24	38
ספמנון	11	30
כנף	25	50
עין גב	21	48
עורבים- להבות הבשן	44	54
סמק (דגה) 210- מ'	104	155
סער-מסעדה	23.7	40



תרשים 9: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: נחלי הגולן

טבלה 7: ספיקות שיא בהסתברות 1% נחלי מנשה ומעלה קישון

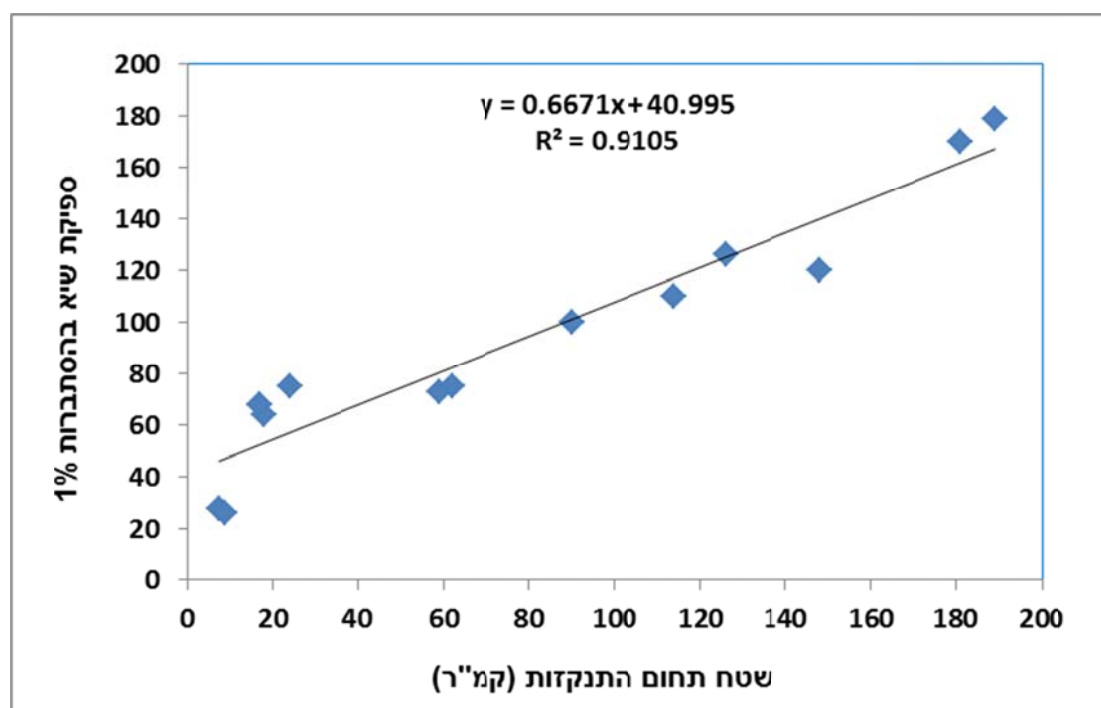
דליה, מנשה ומעלה קישון		
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
דליה - בת שלמה	42	85
דליה - כביש חיפה	69	95
עדה- גבעת עדה	18	52
ברקן - כפר גליקסון	29	75
עדה- כביש בנימינה	62	88
תנינים- עמיקם	51	77
בית לחם	22	56
קישון- מעלה	149	155
השופט-הזורע	12	28



תרשים 10: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1% נחלי מנשה ומעלה קישון

טבלה 8: ספיקות שיא בהסתברות 1%: חדרה-אלכסנדר

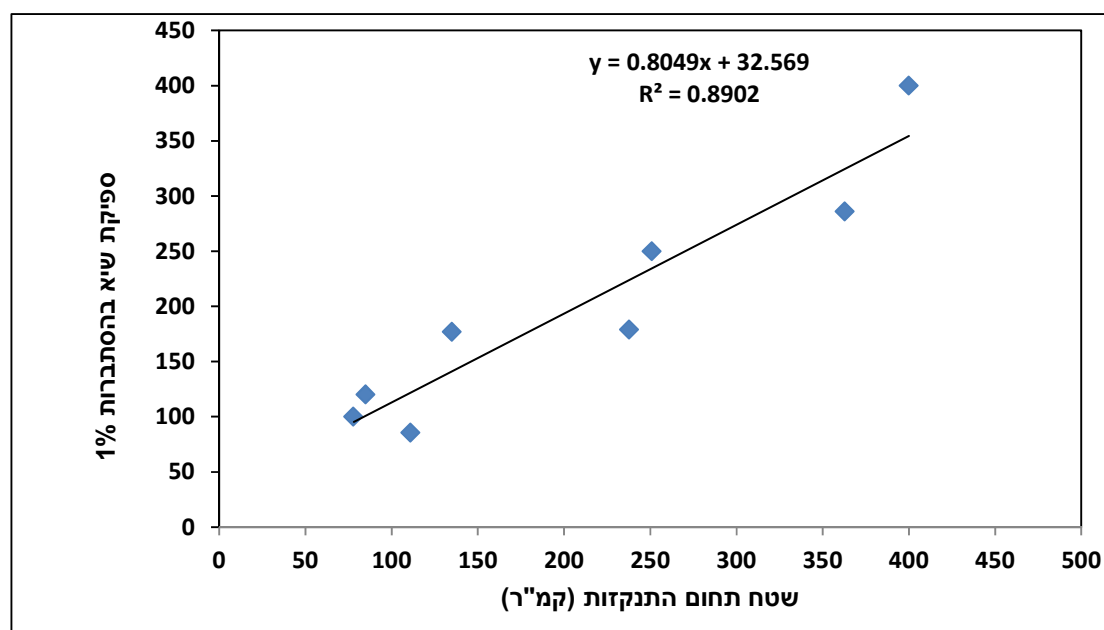
אזור: מורד חדרה-אלכסנדר		
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
חדרה - כביש טול כרם	189	179
חביבה-גשר	181	170
עירון- שער מנשה	59	73
נרבתי- כביש 6	62	75
תאנים- ניצני עוז	126	126
שכם - יד חנה	148	120
אלכסנדר- כביש 57	90	100
אומץ	18	64
רישפון	17	68
אילנות	7.5	28



תרשים 11: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: נחלי חדרה-אלכסנדר

טבלה 9: ספיקות שיא בהסתברות 1%: ירקון-איילון מעלה

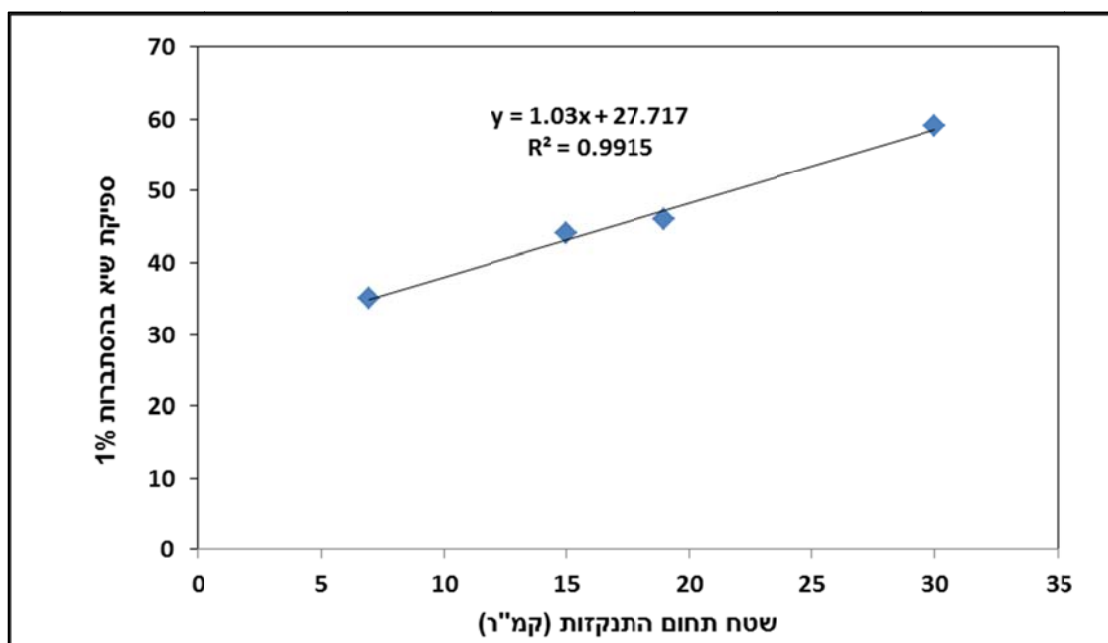
אזור: ירקון-איילון: מעלה		
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
רבה- ראש העין	78	100
בית עריף- כביש 46	85	120
אילון- לוד	135	177
קנה- ירחיב	238	159
נטוף- אל על	251	250
שילה- מחצבה	363	286
אילון-נתב"ג	400	400
דולב-בכביש	111	86
רבה- ראש העין	78	100
בית עריף-כביש 46	85	120



תרשים 12: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: נחלי ירקון-איילון מעלה

טבלה 10: ספיקות שיא בהסתברות 1%: ירקון-איילון מורד: אגנים עירוניים

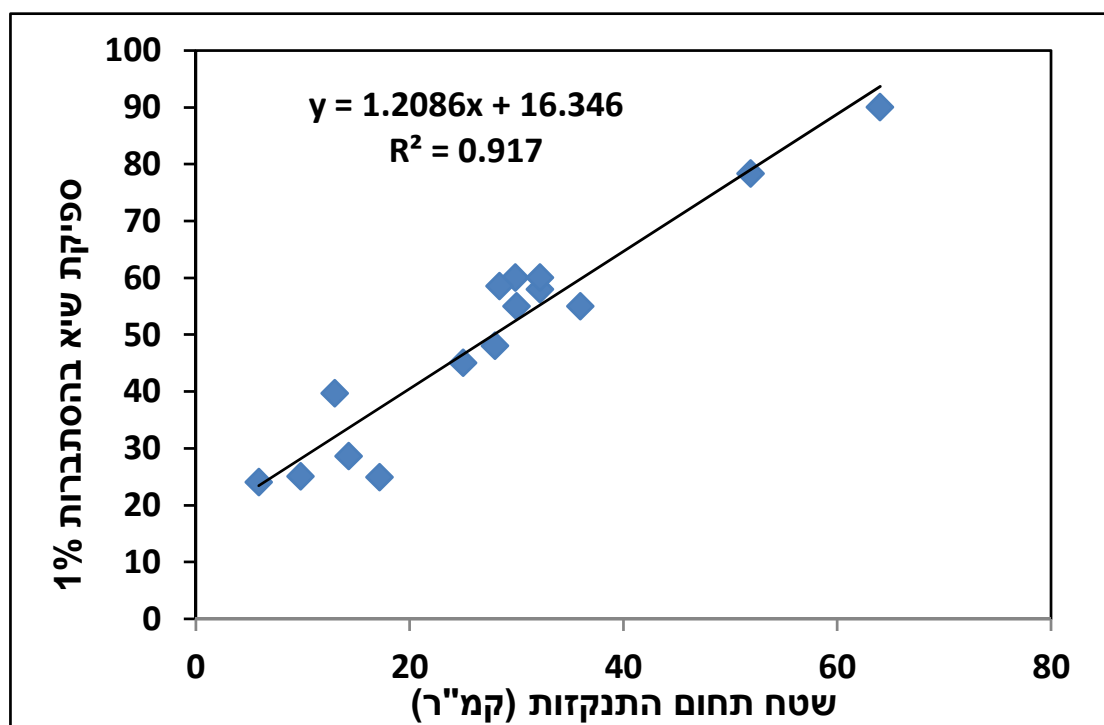
אזור: ירקון-איילון: מורד		
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
כופר-דרום רמת גן	7	35
שפירים-מסילת הרכבת	30	59
אזור-מזרח	15	44
גזר	19	46



תרשים 13: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: נחלי ירקון-איילון מורד

טבלה 11: ספיקות שיא בהסתברות 1%: שורק-לכיש

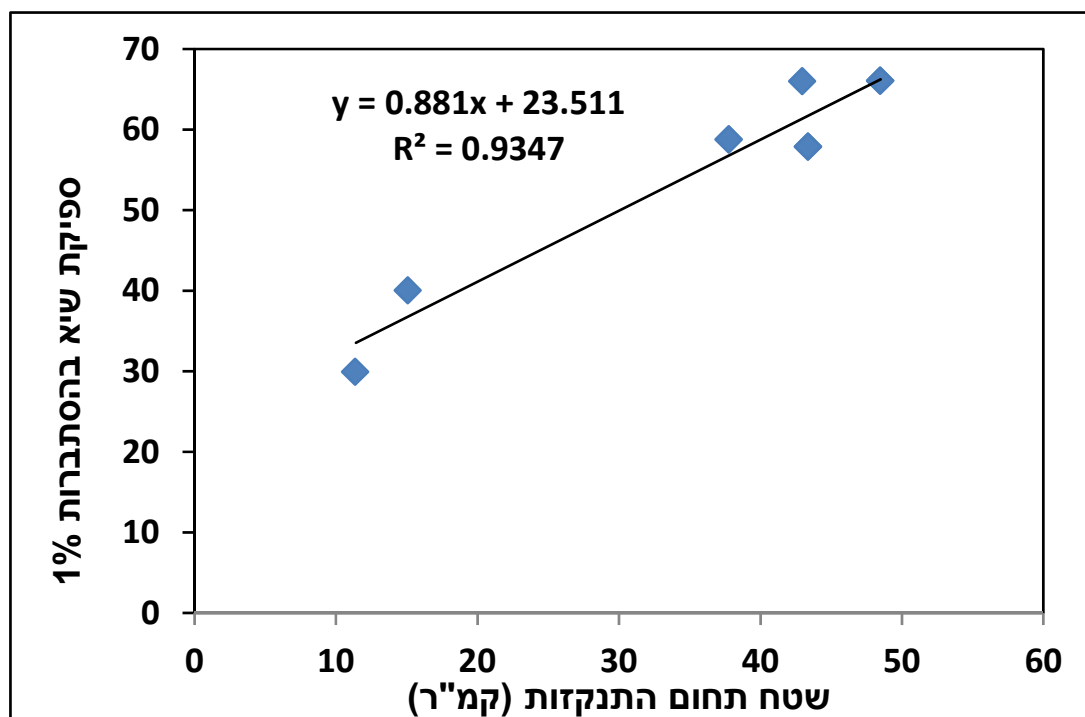
שורק-לכיש		
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
שורק-מוצא	36	55
רפאים- תחנת הרכבת	28	48
כיסלון	25	45
יבנה- ע"י יבנה	30	55
ברקאי-צ. ראם	32.2	58
עקרון	64	90
רחובות	17.2	25
עקרון	29.9	60
אלתקה	5.9	24
תמנה	51.9	78
גדרות	9.8	25
יבנה	13	40
יואב	28.4	59
קומם	14.3	29
ברקאי	32.2	60
דגנים	11.4	30



תרשים 14: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: נחלי שורק-לכיש

טבלה 12: ספיקות שיא בהסתברות 1%: שקמה-בשור

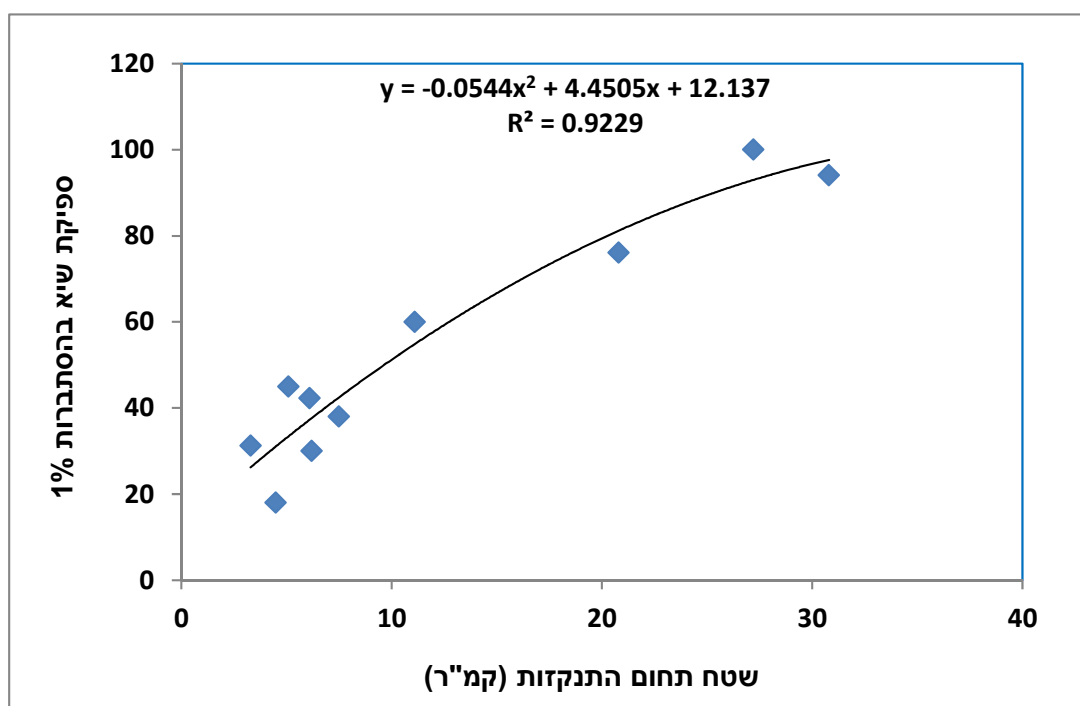
שקמה-בשור		
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
דגנים	11.4	30
אבטח	43.4	58
גיאה	37.8	59
חנון	48.5	66
אבטח	43.4	58
שקמה- תל מוליחה	43	94
חנון - יושביה	48.5	66
גיהה	37.8	59
נתיבות	15.1	40
דגנים	11.4	30



תרשים 15: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: נחלי שקמה-בשור

טבלה 13: ספיקות שיא בהסתברות 1%: ירדן דרומי-מעלה

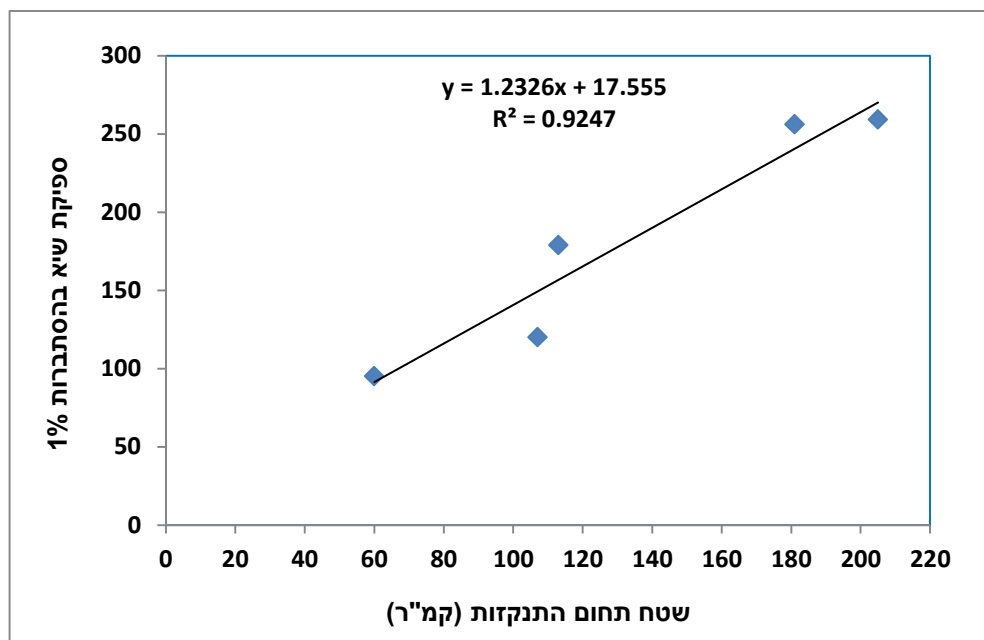
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שנה)
צבאים	7.5	38
נורית	6.2	30
יחזקאל	5.1	45
שיזפים (ת)	30.8	94
שיזפים (ע)	20.8	76
יוסף	6.1	42
נחום	3.3	31
מרחביה	27.2	100
שדה תרומות	4.5	18
מחולה	11.1	60



תרשים 16: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: ירדן דרומי-מעלה

טבלה 14: ספיקות שיא בהסתברות 1%: ירדן דרומי-מורד

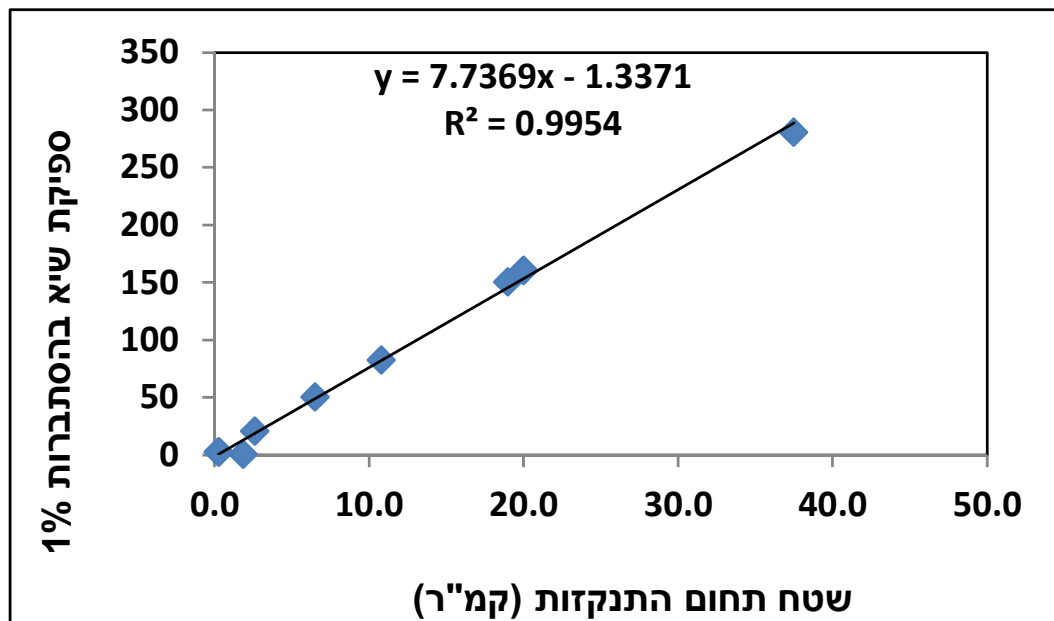
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
יבניאל במורד	107	120
תבור - כביש 90	205	259
יששכר - כביש 90	60	95
חרוד - בית שאן	181	256
בזק - כביש 90	113	179



תרשים 17: מודל אזורי לספיקות שיא בהסתברות 1%: ירדן דרומי-מורד

טבלה 15: אזור הר הנגב: תחומי התנקזות עד 40 קמ"ר

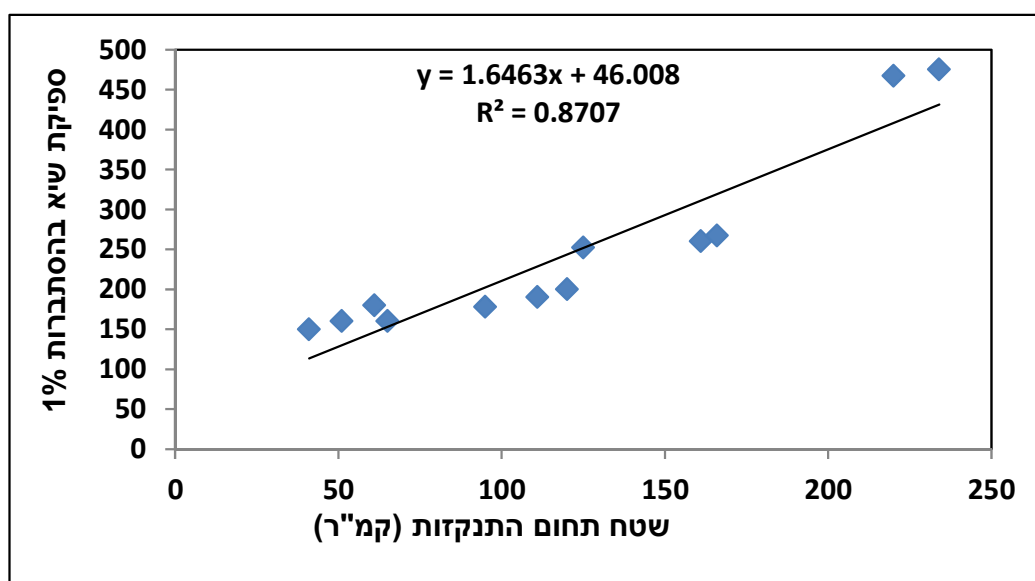
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
בקעתיים	20.0	160
אלומות	0.3	2
שחרת	20.0	160
צפית 2	19.0	150
יהב	2.6	20
נמרה	6.5	50
צבוע	10.8	82
עמר	37.5	280
שרף	1.88	7
הר הנגב 6	0.3	2



תרשים 18: מודל אזורי- אזור הר הנגב: תחומי התנקזות עד 40 קמ"ר

טבלה 16: אזור הר הנגב: תחומי התנקזות עד 250 קמ"ר

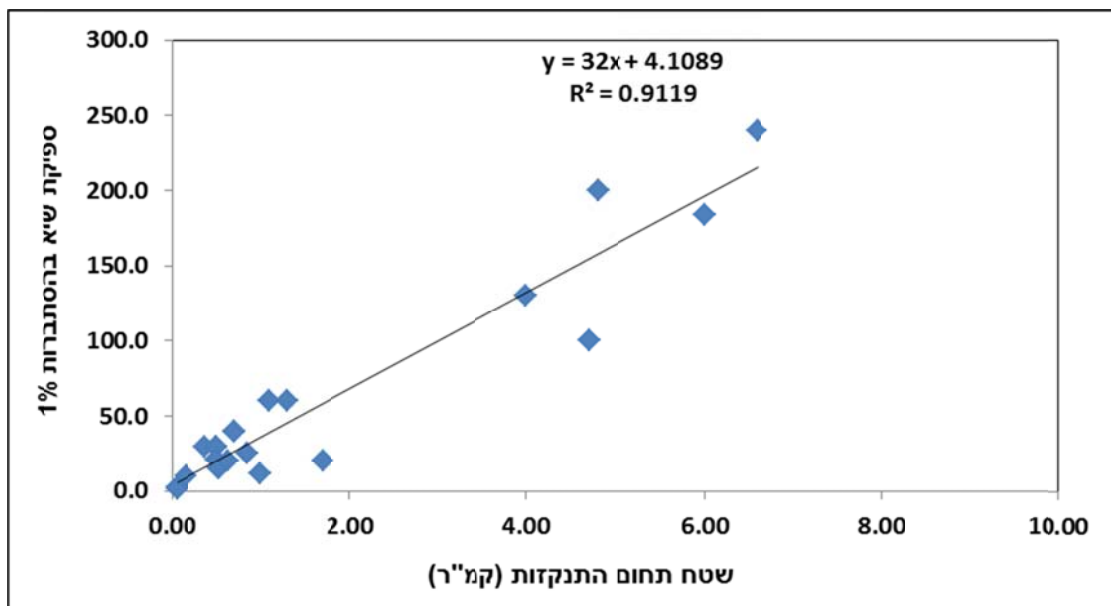
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
צין-עבדת	125	252
צין-במעלה מפל	220	467
צין-מפל	234	475
ממשית	61	180
רמון	111	190
עשוש	120	200
פחמי	51	160
ערוד	161	260
ציחור	166	463
צניפים	95	178
קצב - כביש 40	65	160
עשוש	41	150



תרשים 19: מודל אזורי- אזור הר הנגב: תחומי התנקזות עד 250 קמ"ר

טבלה 17: נחלי ים המלח-אגנים בעלי שטח תחום התנקזות עד 10 קמ"ר

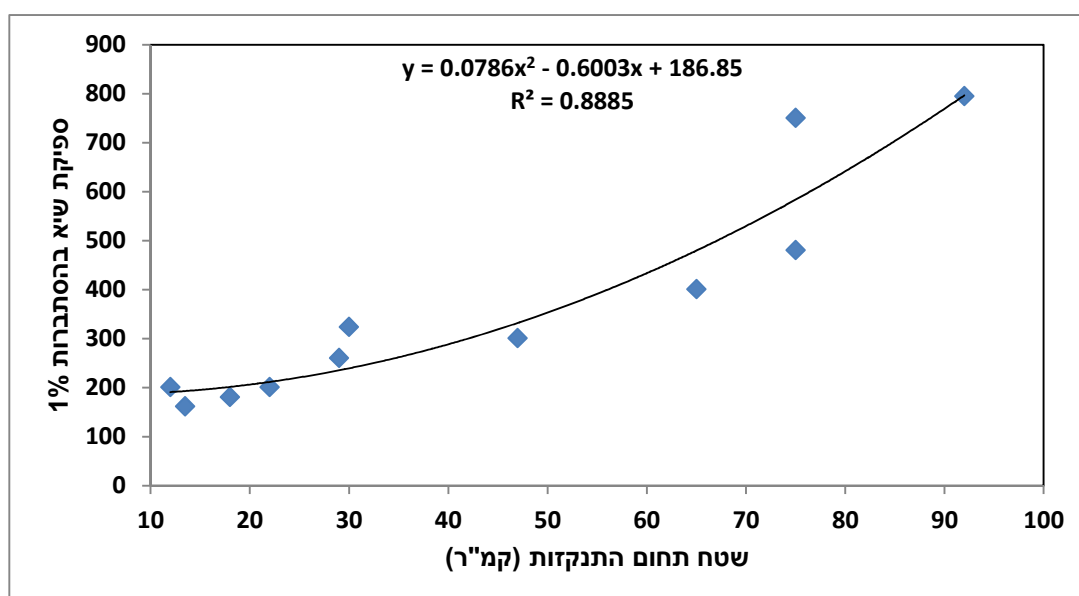
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
ד-17	0.05	2.3
ע-10	0.06	1.8
ערד 19	0.16	10.0
יובל קטן צין	0.50	21.0
אמיר	0.53	15.0
יובל מפעלי ים המלח 1	0.50	30.0
יובל מפעלי ים המלח 2	0.70	40.0
יובל מפעלי ים המלח 3	1.10	60.0
יובל מפעלי ים המלח 4	1.30	60.0
ע-10	0.06	1.8
ערד 19	0.16	10.0
ער-6	1.00	12
זלזל	1.70	20
שלהב	4.00	130
תמר	4.70	100



תרשים 20: מודל אזורי – אזור ים המלח, תחומי התנקזות עד 10 קמ"ר

טבלה 18: נחלי ים המלח-אגנים בעלי שטח תחום התנקזות עד 100 קמ"ר

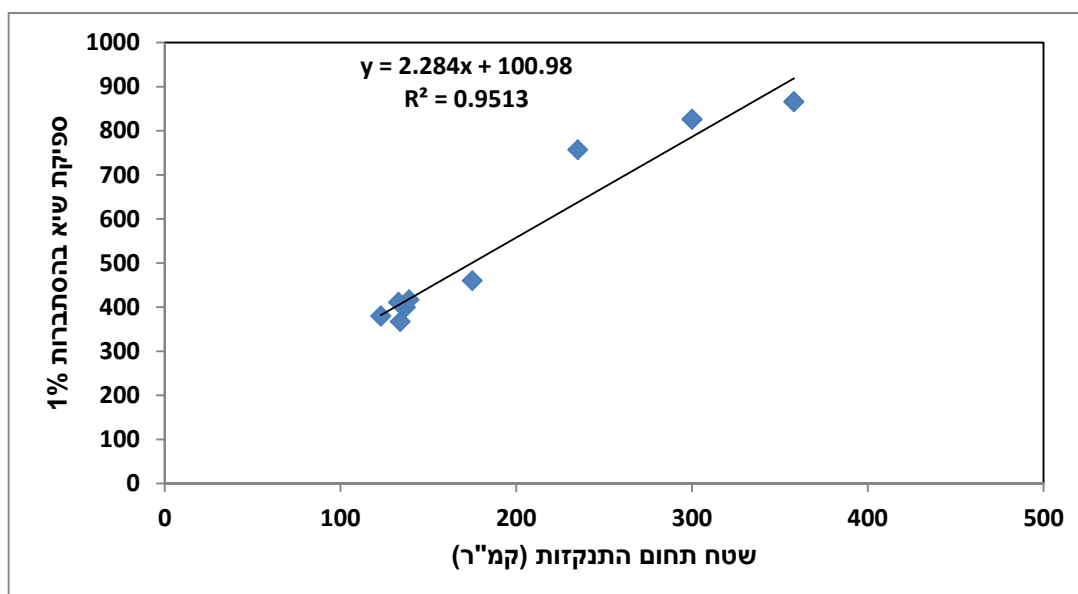
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
פרס מעלה 2	18	180
תמר מורד כ. 90	14	161
אדמון	12	200
עמיעז 1	29	260
בוקק	22	200
רחף	75	750
תעלת אשלים	92	794
עמיעז	30	323
קומראן	47	300
חצצון	65	400
דרגה	75	480



תרשים 21: מודל אזורי – אזור ים המלח, תחומי התנקזות עד 100 קמ"ר

טבלה 19: נחלי ים המלח-אגנים בעלי שטח תחום התנקזות מעל 200 קמ"ר

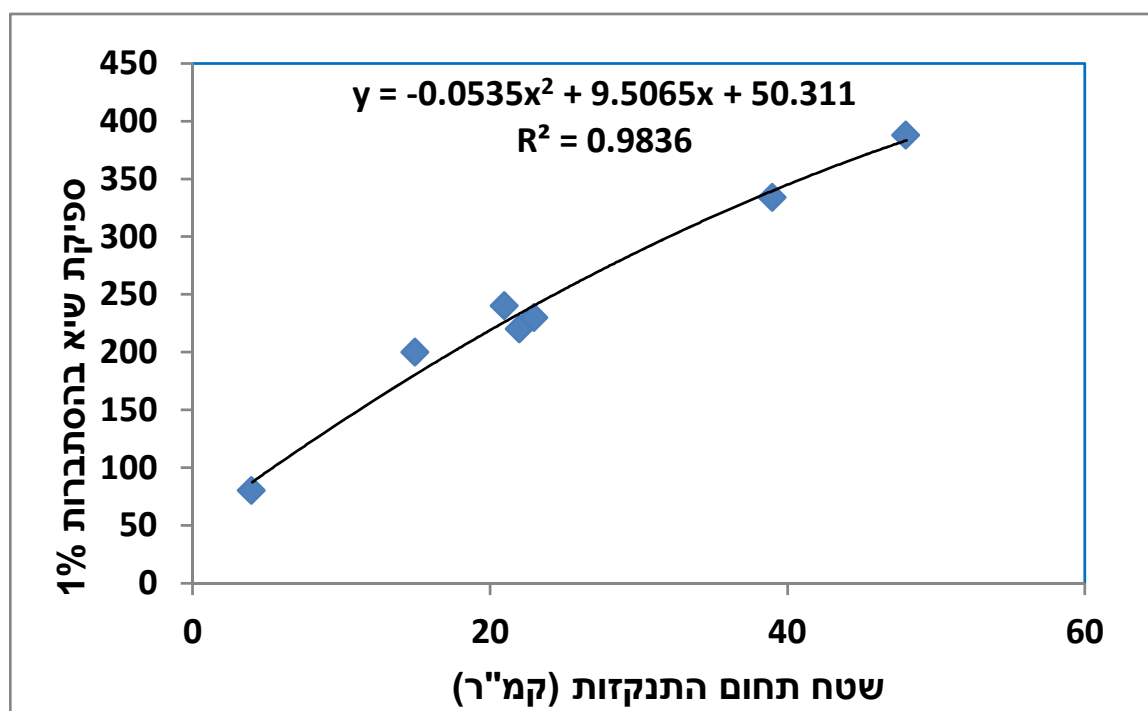
שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)	שם תחנה
קידרון	123	380	3
אוג	137	400	3
תקוע	139	417	3
קידרון	123	380	3
קילט יריחו	133	411	3
צאלים	300	826	3
חימר - במורד	358	866	2
אמציה-עין תמר	134	367	3
חבר	175	460	3
ערוגות	235	757	3
צאלים	300	826	3
חימר - במורד	358	866	2



תרשים 22: מודל אזורי – אזור ים המלח, תחומי התנקזות עד 200 קמ"ר

טבלה 20: אזור נחלי אילת

שם תחנה	שטח תחום התנקזות (קמ"ר)	ספיקת שיא בהסתברות 1% (מ"ק/שניה)
תמנע	21	240
רחם	48	388
עמרם	4	80
נטפים	39	334
שלמה	15	200
יעלון	22	220
יהל	23	230



תרשים 23: מודל אזורי- אזור נחלי אילת

מראי מקום:

בן-צבי, א' (2009). הערכת תקופת החזרה של עוצמות גשם מתוך סדרות נתונים גדולות. אופקים

בגיאוגרפיה (נתקבל).

גבעתי, ע. (2014). ניתוח הידרוגרפי תכן בהסתברות 1% באגן נחל איילון בעזרת מודל HEC-HMS: סיכום הרצות בתרחישי איגום שונים, דו"ח הידרו/2014/10, ירושלים, אוקטובר, 2014, ISSN – 0334-3367.

ינוביץ, י., בן צבי, א. ושנציס, א. (1996). קוי מעטפת לספיקות מירביות שנמדדו בנחלי הנגב. דו"ח הידרו/96/6, השרות ההידרולוגי, ירושלים.

שנציס, א., בן צבי, א., וגולץ, ס. (1994). מודל איזורי להסתברות ספיקות שיא בישראל. דו"ח הידרו/94/4, השרות ההידרולוגי, ירושלים.
מראה מקום לתחל"ס.

מאירוביץ, ל.; בן-צבי, א'; שנציס, א' (1996). תדירות וגודל הגאוויות בנגב. דוח הידרו/96/9, השרות ההידרולוגי, ירושלים.

מאירוביץ, ל.; ינוביץ, י.; שנציס, א'; בן-צבי, א' (1998). תדירות וגודל הגאוויות בנגב – עדכון 1998. דוח הידרו/98/3, השרות ההידרולוגי, ירושלים.

פולק, ש' (2003). מודל הידרולוגי-סטטיסטי לחישוב ספיקות מכסימליות בנחלים. הידרומודול, קיראון.

שנציס, א'; בן-צבי, א'; גולץ, ס' (1994). מודל אזורי להסתברות ספיקות שיא בישראל. דוח הידרו/94/4, השרות ההידרולוגי, ירושלים.

שנציס, א'; מאירוביץ, ל.; בן-צבי, א'; רוזנטל, א' (1997). הערכה של איבודי מים באפיק נחל צין ותרומתם לאקופר האזורי. דוח הידרו/97/1, השרות ההידרולוגי, ירושלים.

- Barrett, J.H. (1992). An extreme value analysis of the flow of Burbage Brook. *Stochastic Hydrology and Hydraulics*, **6**: 151-165.
- Ben-Zvi, A. (1994). Fit of probability distributions to upper sub-samples of partial duration series. In: K.W. Hipel (Editor) *Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering*, Vol. 1, Extreme Values: Floods and Droughts, Kluwer, Dordrecht, NL, 95-107.
- Ben-Zvi, A. (2009). Rainfall intensity-duration-frequency relationships derived from large partial duration series. *J. Hydrology*, (accepted), DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.01.007.
- Ben-Zvi, A. and Azmon, B. (2009). Mean and standard deviation of inter-arrival intervals for nested partial duration series of peak discharges in Israel. *J. Hydrology*, (submitted).
- Brauner, J.S. (1997). Environmental sampling of slope: Sen's method in environmental pollution. In Gallagher, D. (ed.), *Environmental Sampling and monitoring primer*. URL: www.cee.vt.edu/ewr/environmental/teach/sprimer/sen/sen.html.
- Chow, V.T. (1964). *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill, New York, NY.
- Cruise, J.F. and Arora, K. (1990). A hydroclimatic application strategy for the Poisson partial duration model. *Water Resources Bulletin*, **26**: 431-442.
- Cunnane, C. (1973). A particular comparison of annual maxima and partial duration series methods of flood frequency predictions. *J. Hydrology*, **18**: 257-271.
- Gumbel, E.J. (1954). Statistical theory of extreme values and some practical applications. *USDC, National Bureau of Standards, Applied Mathematics Series*, **33**.
- Jarvis, C.S. and "others" (1936). Floods in the United States, magnitudes and frequency. *USGS Water Supply Paper* **771**, Washington, DC.
- Katz, R.W., Parlange, M.B. and Naveau, P. (2002). Statistics of extremes in hydrology. *Advances in Water Resources*, **25**: 1287-1304.
- Kirby, W. (1969). On the random occurrence of major floods. *Water Resources Research*, **5**: 778-784.

- Koutsoyiannis, D. (2004a). Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall: I. Theoretical investigation. *Hydrological Sciences. J.*, **49**: 575-590.
- Koutsoyiannis, D. (2004b). Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall: II. Empirical investigation of long rainfall records. *Hydrological Sciences. J.*, **49**: 591-610.
- Koutsoyiannis, D. (2005). Uncertainty, entropy, scaling and hydrological stochastics. 1. Marginal distributional properties of hydrological processes and state scaling. *Hydrological Sciences. J.*, **50**: 382-404.
- Lang, M., Ouarda, T.B.M.J. and Bobee, B. (1999). Towards operational guidelines for over-threshold modeling. *J. Hydrology*, **225**: 103-117.
- Langbein, W.B. (1949). Annual floods and the partial duration flood series. *Transactions AGU*, **30**: 879-881.
- Meirovich, L., Ben-Zvi, A., Shentsis, I. And Yanovich, E. (1998). Frequency and magnitude of runoff events in the arid Negev of Israel. *J. Hydrology*, **207**: 204-219.
- Pikand, J. III (1975). Statistical inference using extreme order statistics. *Annals of Statistics*, **3**: 119-131.
- Rasmussen, P.F., Ashkar, F., Rosbjerg, D. and Bobee, B. (1994). The POT method for flood estimation: a review. . In: K.W. Hipel (Editor) *Stochastic and Statistical Methods in Hydrology and Environmental Engineering*, Vol. 1, Extreme Values: Floods and Droughts, Kluwer, Dordrecht, NL, 15-26.
- Shane, R.M. and Lynn, W.R. (1964). Mathematical model for flood risk evaluation. *J. Hydr. Div. ASCE*, **90**: 1-20.
- Shentsis, A., Meirovich, L., Ben-Zvi, A. and Rosenthal, E. (1999). [Assessment](#) of transmission losses and groundwater replenishment from runoff events in a wadi under shortage of data on lateral inflow, Negev, Israel. *Hydrological Processes*, **13**: 1649-1663.

Smith, R.L. (2003). Statistics of extremes, with applications in environment, insurance and finance. <http://www.stat.unc.edu/postscript/rs/semstatrls.ps>.

Todorovic, P. (1978). Stochastic models of floods. *Water Resources Research*, **14**: 345-356.