ניטור הידרולוגי והצפות בבקעת בית נטופה

–

2020- 2022

הוכן ע"י: מורן פיתוח וייעוץ

ינואר 2023



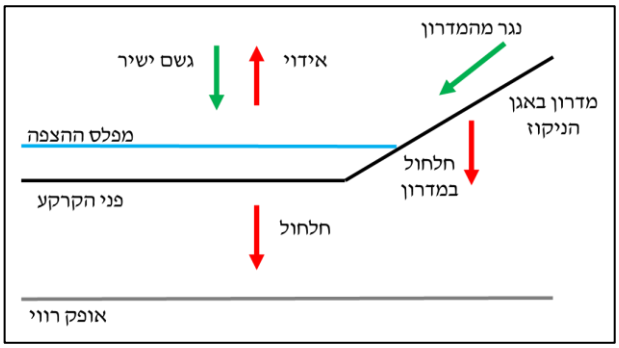


עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il

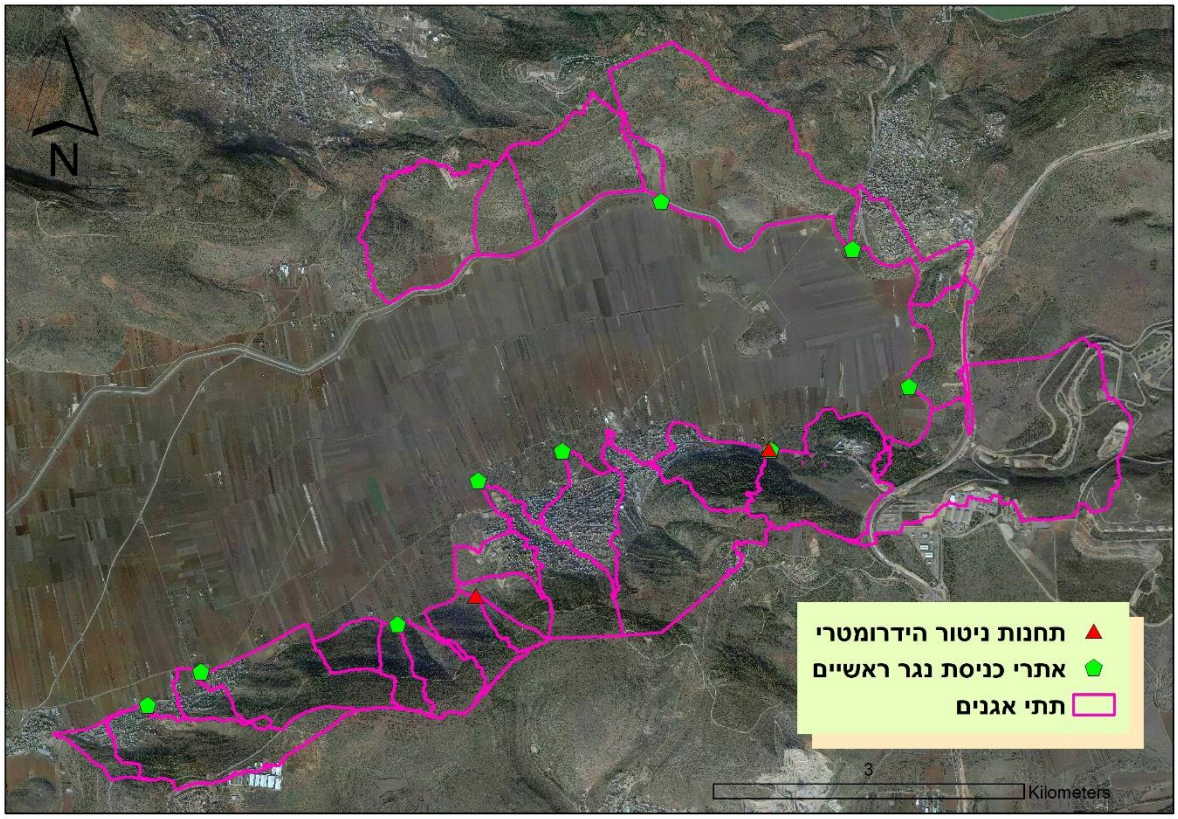
רקע

חלקה המזרחי של בקעת בית נטופה סובל מהצפות במהלך חורפים עתירי משקעים אך גם בחורפים בעלי כמות משקעים שכיחה. מבחינה מורפולוגית, הבקעה הינה אגן היקוות לא מפותח אשר חסר מערך ניקוז לכיוון מערב. הבקעה מוקפת רכסים אשר מנקזים אליה נגר במהלך החורף. שטח האגנים המתנקזים אל הבקעה (מזרח רכס יטבת, רמת עילבון והמדרון הצפוני של רכס טורען) עומד על מעל 17 קמ"ר ואילו שטח האגן הכולל את הבקעה עצמה עומד על 38 קמ"ר.

ישנם מספר גורמי מפתח המשפיעים על דינמיקת ההצפה בבקעה. גורמים אלו מתחלקים לגורמי העשרת מים וגורמי איבוד מים (איור 6). גורמי העשרת המים כוללים את הגשם הישיר בשטח הבקעה וכן תרומת הנגר ממדרונות אגן הניקוז. גורמי איבוד המים כוללים אידוי (מהקרקע, מהצומח ומגוף המים במקרה של הצפה) וכן חלחול. ברגע בו קצב כניסת המים לבקעה גדול מקצב איבוד המים נוצרת הצפה.



איור 1 - גורמי מפתח בדינמיקת ההצפה בבקעה.



איור 2 - מפת תתי האגנים התורמים מים למזרח הבקעה, אתרי כניסת הנגר העיקריים ותחנות הניטור ההידרומטריות.

מטרות הניטור

1. אפיון יחסי גשם-נגר-הצפה בבקעה.
2. אפיון דינמיקת ההצפה וההתייבשות בבקעה כתלות בממשק גשם-נגר-קרקע-אידוי/חלחול .
3. סיווג תתי אגנים לפי פוטנציאל תרומת הנגר לבקעה.
4. גיבוש המלצות ראשוניות לניהול נגר רב תכליתי לאור ממצאי הסקר.

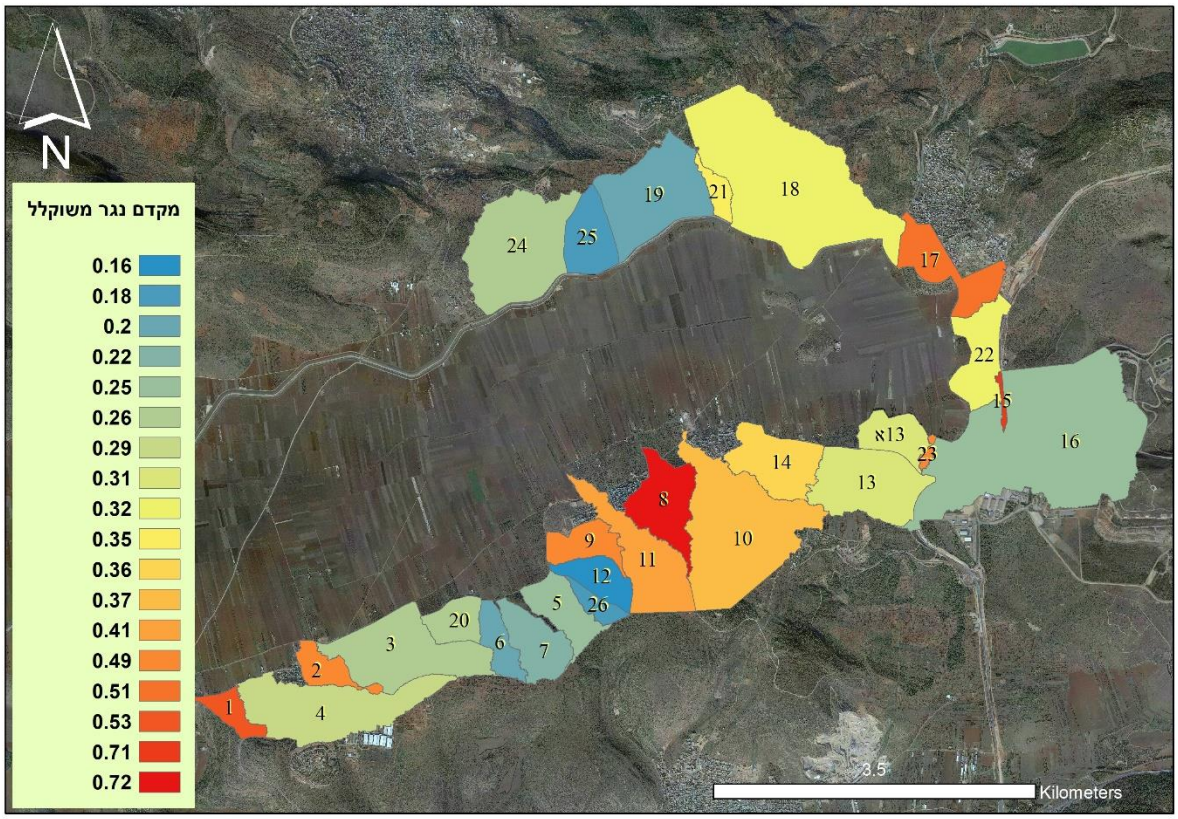
נתונים כלליים של הבקעה

אגן ההיקוות של בקעת בית נטופה המזרחית סווג ל26 תתי אגנים. תיחום תתי האגנים בוצע באמצעות כלי Basin אשר בפלטפורמת Arcmap ועל סמך סיור בשטח. מקדם הנגר המשוקלל של כל אגן חושב באמצעות שכבת ביסוי קרקע אשר עברה תיקון ועריכה על סמך היכרות עם השטח וניתוח של תצ"א עדכני (איור 4). מנעד מקדמי הנגר נע בין 0.16 ל0.72 (איור 3). פרטי לתתי האגנים המדרוניים בוצע סיווג של מישור הבקעה באגן ניקוז המחולק ל2 פוליגונים הנבדלים בסיווג הקרקע שלהם גרומוסול אלובי (H1) בשולי הבקעה וגרומוסול הידרומורפי כבד (H4), המוכר בפי המקומיים בשם "הותול". שטחי האגנים הללו עומדים על 8,500 ו2,400

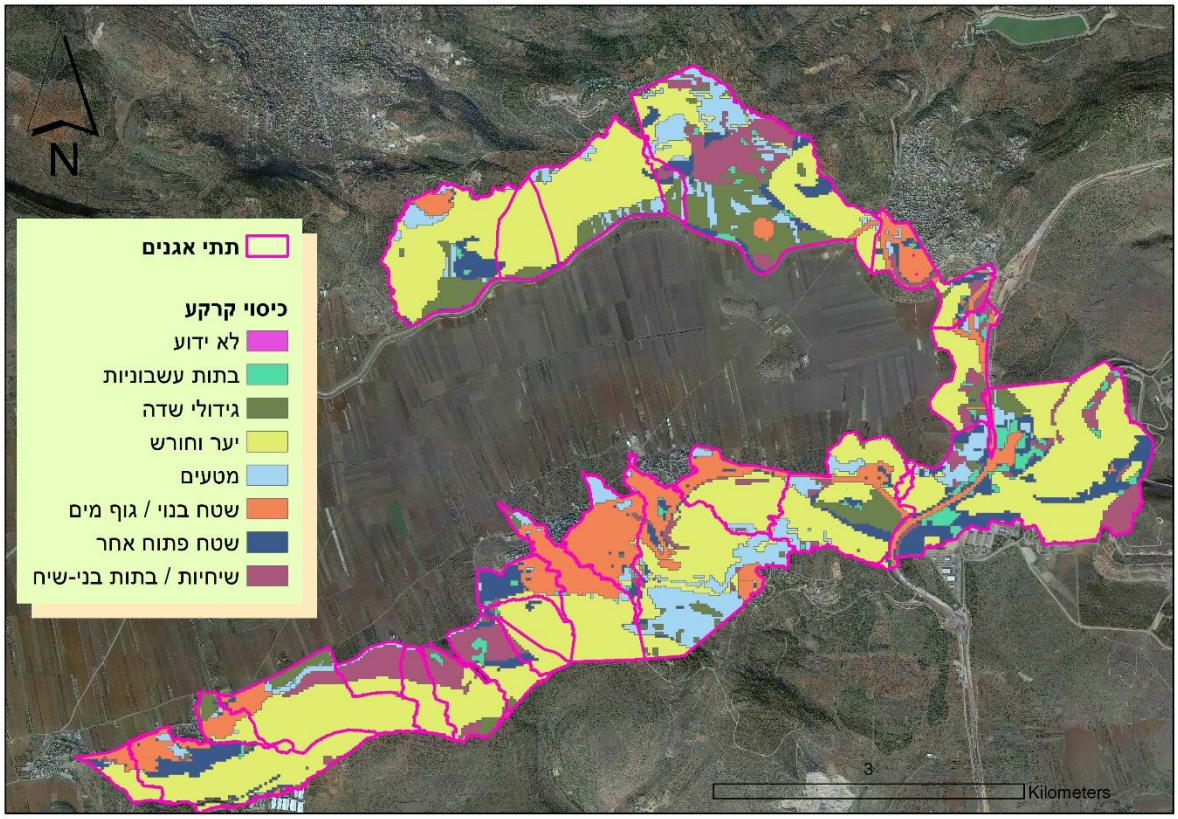
מורן פיתוח וייעוץ בע"מ

עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il

דונם, בהתאמה.



איור 3 - חלוקת תתי האגנים המדרוניים בבקעה. סקאלת הצבעים מציינת את מקדם הנגר המשוקלל. מס' האגן מצויים בלייבל השחור.



איור 4 - שימושי הקרקע על גבי תתי האגנים המדרוניים.

שיטות

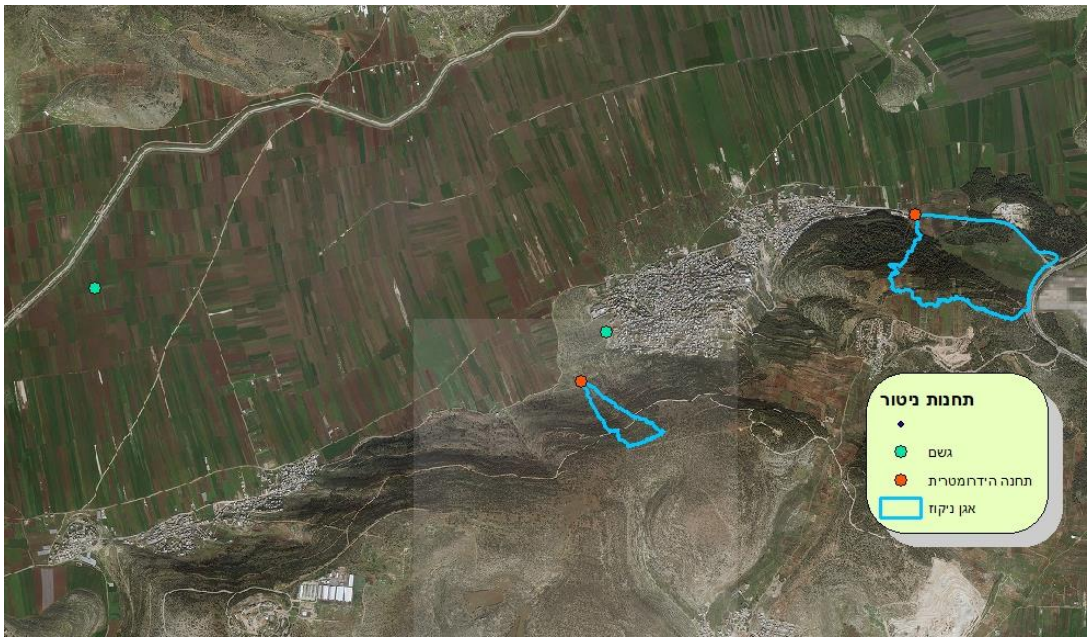
ניטור גשם

מד גשם הוצב על גג חטיבת הביניים המערבית בבועינה-נוג'ידאת (איור 5). מנטר גשם באופן רציף ברזולוציה של 0.1 מ"מ לדקה. מד הגשם הותקן. משלים את נתוני התחנה המטאורולוגית של משרד החקלאות הממוקמת במערב הבקעה (מסלחית).

ניטור נגר עילי

שתי תחנות הידרומטריות הוקמו על המדרונות המזרחיים של רכס טורען (איור 5). כל תחנה מנטרת אגן בסדר גודל שונה ומאפייני כיסוי קרקע שונים – הן מבחינת סוג הכיסוי והן מבחינת הטרוגניות של סוגי כיסויי קרקע שונים. תחנות מנטרות באופן רציף את ספיקות הנגר העילי הנכנסות לבקעת בית נטופה ממדרונות אלו בעת אירועי גשם.

עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il



איור 5 - מיקומי תחנות הניטור בבקעת בית נטופה. הפולגונים הכחולים מסמנים את תת האגן המתנקז לתחנה ההידרומטרית אשר הותקנה במורד.

טבלה 11 - נתונים פיזיים ונתוני ספיקה לפי הסתברות סופתית 50%. של שני האגנים המנוטרים ושל המקטע הבנוי באגן מס' 13..

תת אגן מס'	שטח [דונם]	מקדם נגר משוקלל	גובה מקס' [מ']	גובה מינ' [מ']	אורך אפיק ראשי (ק"מ)	שיפוע אפיק ראשי [מ'/מ']	זמן ריכוז (דק')	50%	
								עוצמה [מ"מ/שעה]	ספיקה [ל'/שניה]
13	792.2	0.204	420	186	0.8	0.29	15.2	37.7	1692
26	123.4	0.15	497	229	0.71	0.38	15.5	37.3	192
כביש) 13 (בלבד	55.50	~0.85	283	186	1.263	0.08	41.0	19.0	249

טבלה 2 - שימושי קרקע באגני הניקוז 1 ו2.

טבלה 3 - מאפייני כיסוי השטח באגנים מנוטרים.

כיסוי קרקע	[דונם]		%	
	תת אגן 1	תת אגן 2	תת אגן 1	תת אגן 2
יער/חורש	400.16	96.71	50.5	78.4
בתות בני שיח	18.03	15.02	2.3	12.2
בתות עשבוניות	9.25		1.2	
מטעים	90.97		11.5	
גידולי שדה	153.15		19.3	
טרשים	65.15	11.69	8.2	9.5
כביש/בנוי	55.50		7.0	

ניטור מתמשך באמצעות חישה מרחוק

כלי החישה מרחוק מאפשר לחוקרים ברחבי העולם לעקוב אחרי שינויים פיזיים בפני השטח אותו הם חוקרים. מתמר מולטיספקטרילי הניצב על גבי לווין, במקרה זה, משדר ברציפות אותות באורכי גל שונים וקולט את ההחזרים מפני השטח. כיסויים שונים (קרקע, סלע, מים, שטח בנוי, צמחיה וכדומה) יהיו בעלי מאפייני החזר ובליעה שונים באורכי גל שונים. ברב המקרים נעשה שימוש באינדקס מסויים – שילוב של ערכי המתקבלים מאורכי גל שונים על מנת לזהות החזר או בליעה מובהקים מאלמנט אותו מעוניינים לנטר על מנת לעקוב אחרי שינויים בפני השטח לאורך זמן.

לווין Sentinel 2B שוגר והחל להפיק הדמיות במהלך חודש מרץ 2017. הדמיות אלו הן בסדרה של 13 רצועות (bands) שונות כל אחת מהן בעלת אורך גל שונה בספקטרום סביב האור הנראה. הלווין בעל מסלול קוטבי, מקיף את כדור הארץ כ14 פעמים ביממה ומסונכרן עם הצד המואר של הכדור. הלווין חולף מעל אותה רצועת סריקה בתדירות של 1 ל5 ימים לערך. כל ההדמיות זמינות לציבור הרחב בפורמט ראסטרי או תמונה.

<u>ניטור הצפות</u>

מדידת שטח ההצפה נעשית באמצעות חישה לווינית מרחוק באמצעות לווין Sentinel 2B. פיענוח היקף ההצפה נעשה ע"י שימוש באינדקס Modified normalized difference water index (MNDWI) המיועד לסיווג גופי מים רדודים מסוג זה באמצעות תוצרי הדמיה ראסטרים ברזולוציה של 20 מ'. כיול נפח ההצפה על סמך השטח הנמדד נעשה ע"י ניטור מדי מפלס הנטועים הגובה אבסולוטי מדוד. בין החודשים אוקטובר ליוני נרכשו כלל

עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il

התמונות בהם כיסוי העננים היה מינימלי או אפסי ואפשר עיבוד של התמונה עפ"י האינדקס הנבחר. שטח ההצפה סווג לפי הערך המקובל של אינדקס MNDWI ובאופן אחיד עבור כלל ההדמיות.

<u>מעקב אחרי פיתוח עירוני בתחומי אגן הבקעה</u>

שימוש באמצעי חישה מרחוק נעשה רווח בשנים האחרונות לצורך ניטור פיתוח עירוני ומעקב אחרי שינויים באגני היקוות אשר עלולים לגרום לשינויים במשטר הנגר העילי.

האינדקס NBAI (Normalized Built-up Area Index) מאפשר לחוקרים לאתר כיסויי קרקע בלתי חדירים (Impervious) מתוך הדמיות ראסטריות ברזולוציה של 20 מ'. כיסוי קרקע אלו, באופן כמעט גורף, הם תוצאה של פיתוח עירוני (אספלט/בטון) או פיתוח קרקע לקראת בניה. לכיסויי קרקע אלו מקדם נגר גבוה מאוד. אינדקס הNBAI הינו אחד משורה של אינדקסים המאפשרים סיווג חד בין שטחים מבונים לשטחים פתוחים. מעקב אחרי שינוי בשטח הבוני באגן ניקוז מהווה כלי עזר בהערכת פוטנציאל יבול הנגר של האגן.

בעבודה זו נרכשו 6 הדמיות NBAI של שטח העבודה, אחת לשנה בין השנים 2017 ל2022 סביב אמצע חודש אפריל. עיבוד ההדמיות כלל סיווג השטח הבנוי בשני תתי-שטחי עבודה שונים – בועינה-נוג'דאת ועוזייר-רומת אל הייב-רומאנה ומדידת שטחו.

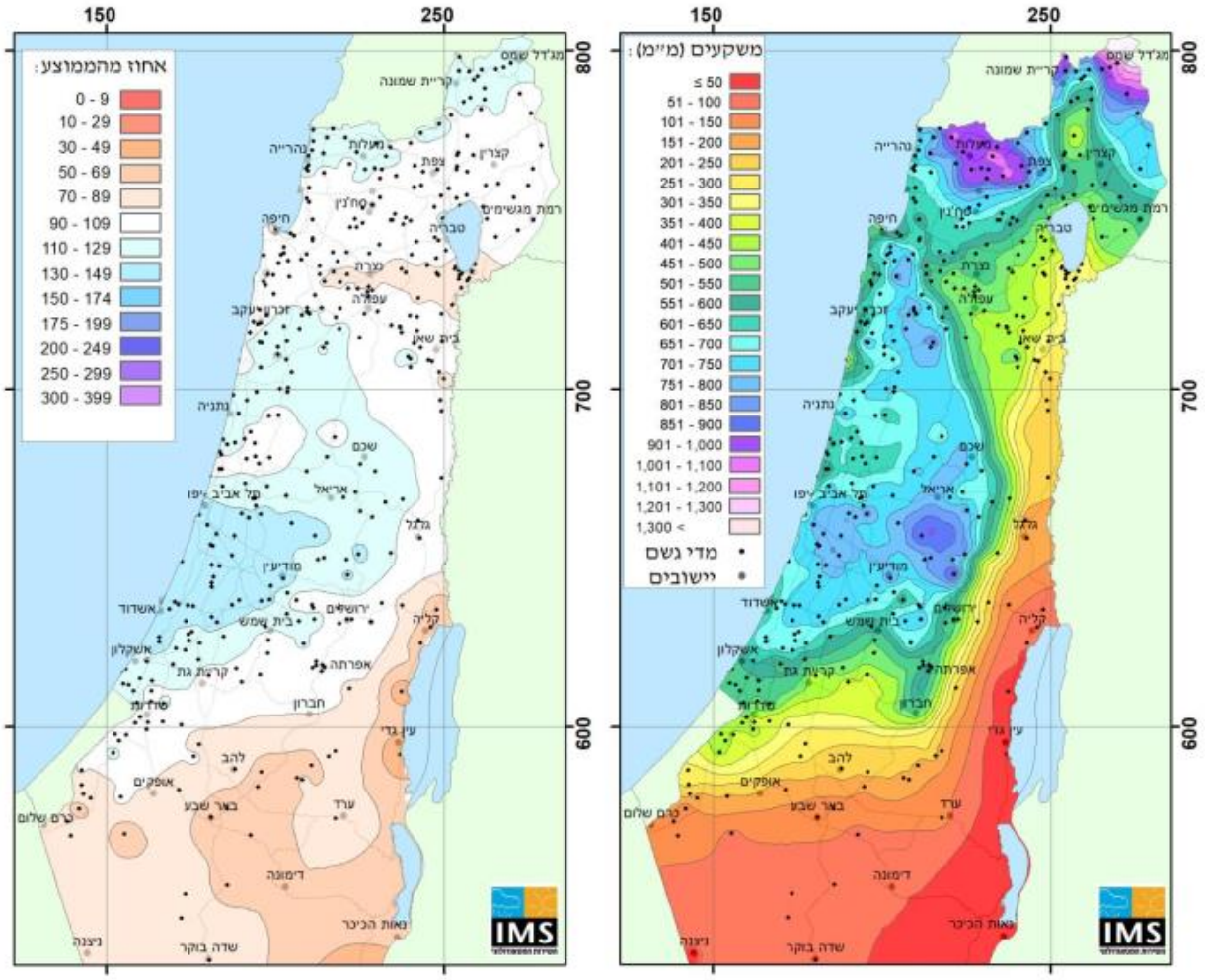
סיכום הניטור ההידרולוגי לעונת 2021/2

מטאורולוגיה

השנה ההידרולוגית 2021/2 התאפיינה בכמויות משקעים גבוהות מהממוצע בכ10% במרכז הארץ ובמרכזה. עונת גשם זו הגיעה לאחר שנת גשם ממוצעת (2020/1) שעקבה אחרי שנתיים גשומות במיוחד (2018-2020). החל מחורף 2018-9 מתקיים רצף של ארבעה חורפים עתירים במשקעים באופן יחסי (פורת, 2022) (איור 8).

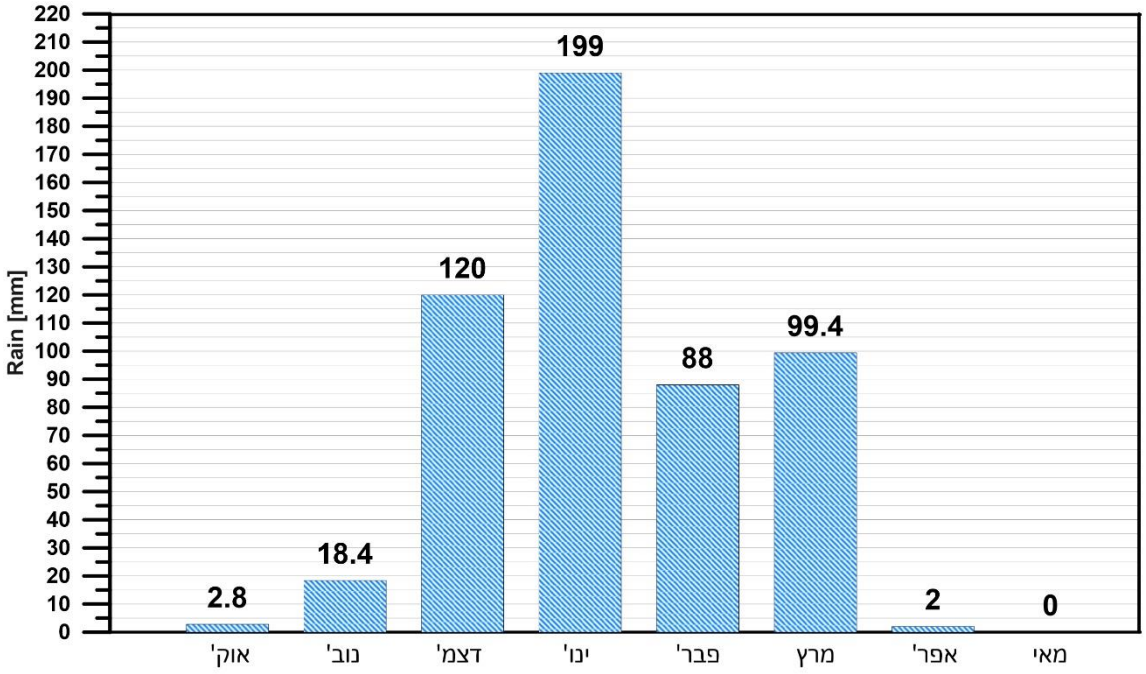
עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il

שני אתרי הניטור נמצאים באזורים בהם כמות המשקעים הייתה גבוהה מהממוצע. אזור מישור החוף הדרומי בולט באופן חריג כאשר כמות המשקעים שם עמדה על 130% מהממוצע השנתי (איור 6).

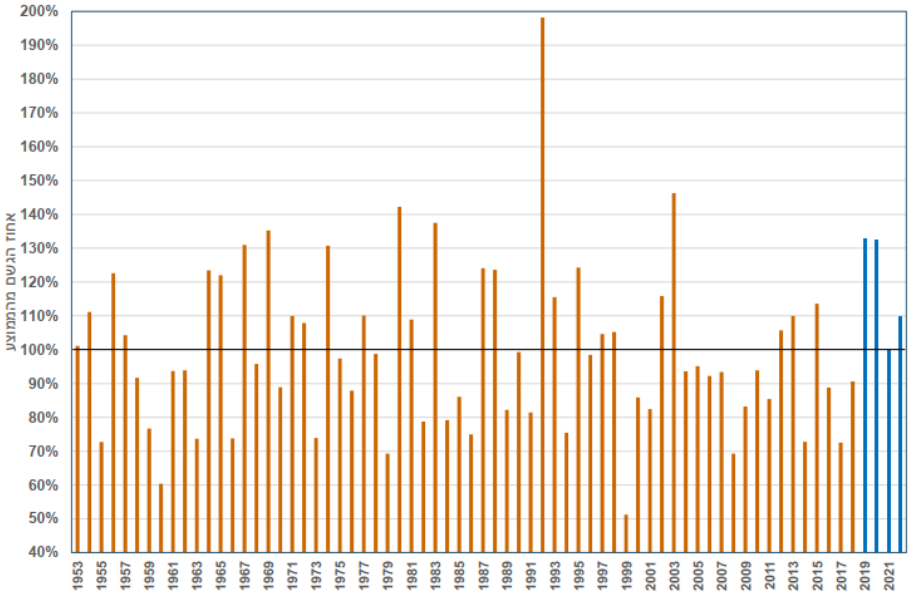


איור 6 - כמות הגשם בעונת 2021/2 (מימין) בהשוואה לממוצע הרב שנתי (משמאל). באדיבות השמ"ט.

התפלגות הגשמים במהלך החורף הייתה נורמלית, לא נראו הפסקות גשם חריגות למעט עצירת גשמים של שבועיים במהלך חודש פברואר. חודש מרץ התאפיין בריבוי שקעים עמוקים יחסית לרגיל וביבול גשם חריג לחודש זה (איור 7).



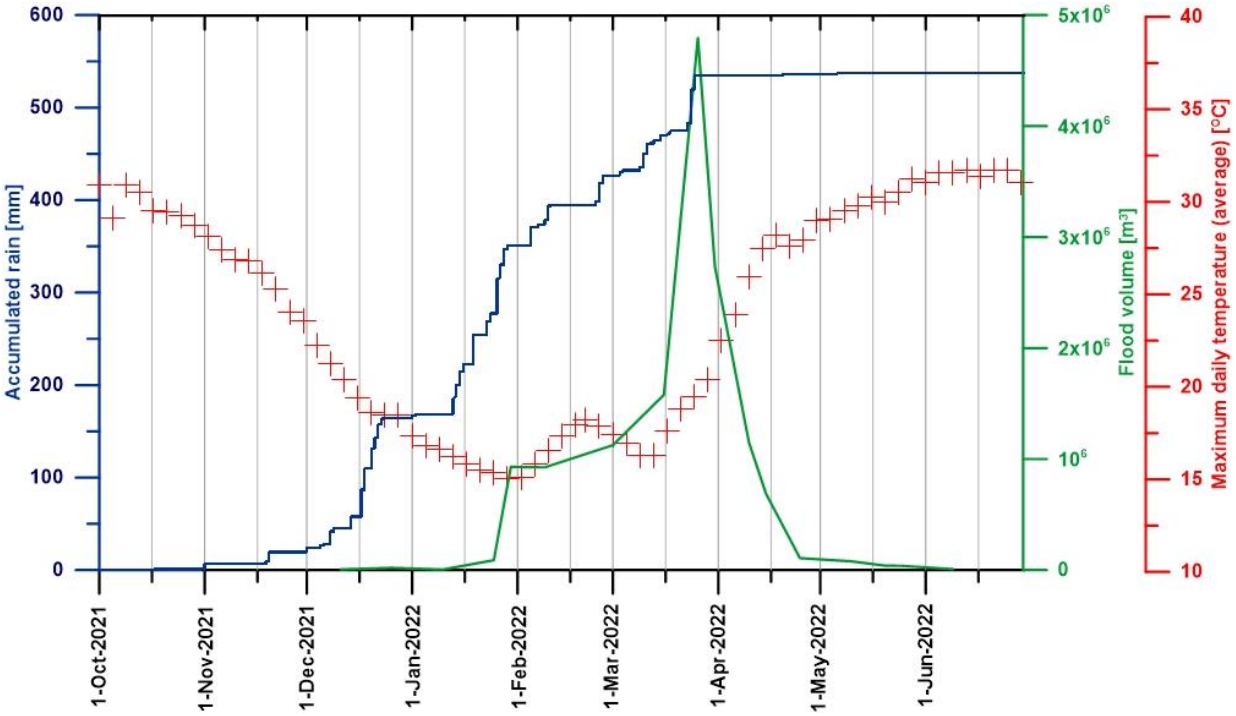
איור 7 - התפלגות גשמים לפי חודשים בתחנת הגשם בועינה מערב לשנה הידרולוגית 2021/2.



איור 8 - אחוז גשם שנתי מדוד מתחנת מטאורולוגית דיר חנא ביחס לממוצע השנתי.

הצפה

בהתאם לתצפיות משנים קודמות, החלה ההצפה לאחר הצטברות של כ350 מ"מ גשם מתחילת העונה. נפח זה דרוש למילוי החללים והסדקים בחתך הרדוד של הקרקעות הכבדות של הבקעה (זיידנברג ושפירו, 2022). ההצפה מתחילה בשקעים הנמוכים שבתוואי תעלת האפס (מורן וחוב', 2019). ירידה ביבול הגשמים במהלך חודש פברואר בצירוף עם עליה בטמפרטורות גרמו להגבלת תחום ההצפה לשטחים מצומצמים סביב תעלת האפס. חודש מרץ התאפיין ביבול נגר חריג בגודלו עקב ארועי גשם בעוצמות גבוהות יחסית. בשלב זה חלה קפיצה בשטח המוצף (איור 9). עצירת גשמים ועליה מגמתית בטמפרטורות האופיינית לעונת האביב תרמה לצמצום דרסטי בשטח ההצפה בתקופה זו.

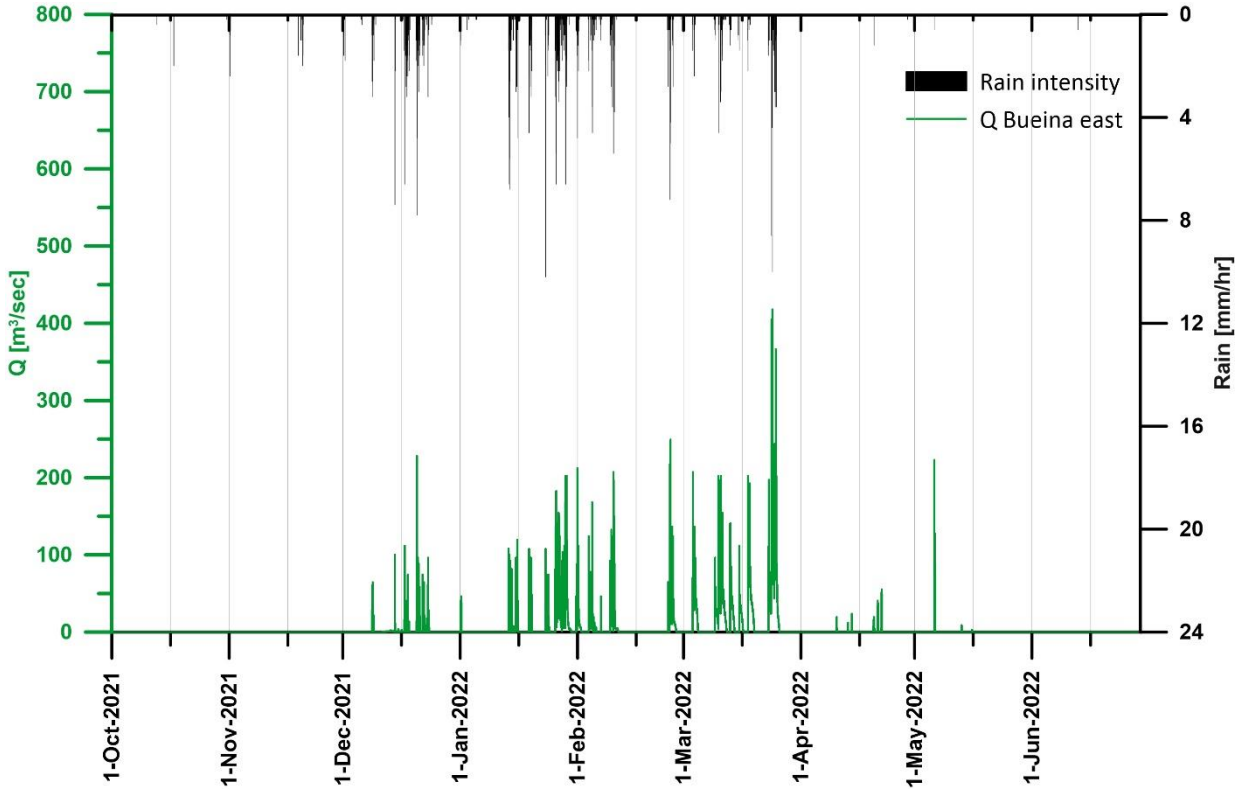


איור 9 - סדרת זמן המציגה את עובי הנגר המצטבר, נפח ההצפה המחושב וטמפרטורה מקסימלית ממוצעת לשנה הידרולוגית 2021/2.

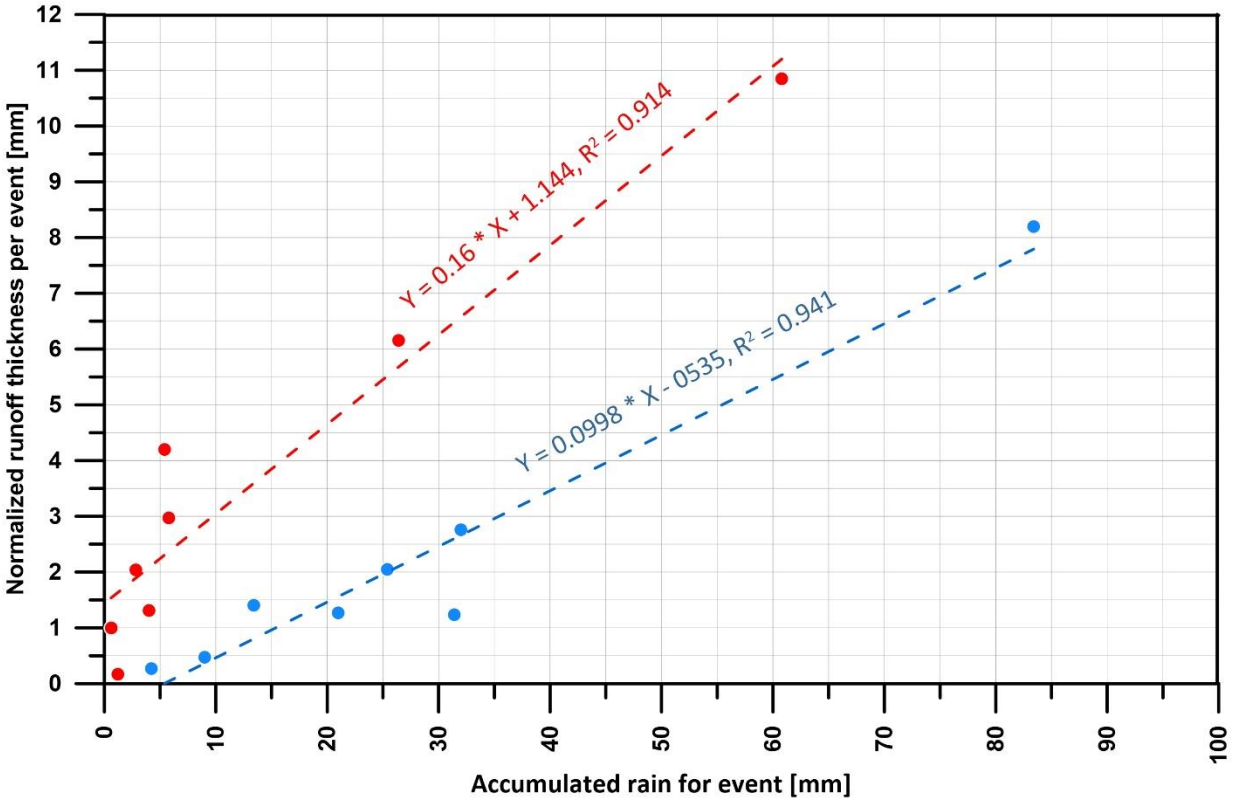
נגר עילי

בדומה לשנה ההידרולוגית הקודמת, נוטר נגר עילי במובל המזרחי בלבד (איור 10). כאשר בתחנת הניטור המזרחית לא זרמו מים כלל לכל אורך תקופת הניטור. (החל מינואר 2021). אגן 13, אשר במוצאו הוצבה תחנה הידרומטרית רושמת סיפק נגר גם בתחילת העונה כתלות בעצמת הנגר היות וכביש 785 מהווה אלמנט תורם

נגר מרכזי באגן זה. יחד עם זאת, נרשמה זרימה גם בארוע בעל עצמת גשם מירבית נמוכה של 1 מ"מ לשעה (סופת 7 לפברואר). רקורד הסופות הארוך של חורף 2021/2 אפשר ביצוע התאמה בין עובי גשם ליבול נגר מנורמל באגן זה (איור 11). ניתוח הנתונים מלמד על שני מתאמים, נמוך וגבוה, כאשר בחירת מקדם הנגר האמפירי לאגן זה נבחרה מההתאמה הגבוהה ועומד על (0.16). השוני בין המתאמים אינו קשור בעובי גשם לסופה, משך סופה או עוצמת הגשם כפי שנמדדו. יתכן והגורם העיקרי הוא תפרוסת הגשם על פני האגן, כאשר מטח גשם בעל תפרוסת מצומצמת שנוטר ע"י תחנת הגשם גרם ליבול נגר מצומצם לעומת מטח בעל תפרוסת נרחבת יותר. חשוב לציין שתחנת הגשם נמצאת בקצה המערבי של הכפר בעוד התחנה ההידרומטרית בקצה המזרחי שלו. דבר זה מלמד על כך שיתכן שעוצמות הגשם ועוביו כפי שנמדדו לא יצגו בפועל את הגשם שהתקבל באגן המנוטר.



איור 10 - עוצמות גשם מתחנת גשם בועינה מערב וספיקות מתחנה הידרומטרית בועינה מזרח לשנה הידרולוגית 2021/2.



איור 11 - יחס גשם-נגר על סמך נתונים שהתקבלו מתחנת בועינה מזרח. בכחול, מקבץ הסופות בעלות תפוקת נגר נמוכה (יחס גשם-נגר נמוך מ100). באדום מקבץ תפוקת נגר גבוהה נמוכה (יחס גשם-נגר גבוה מ100).

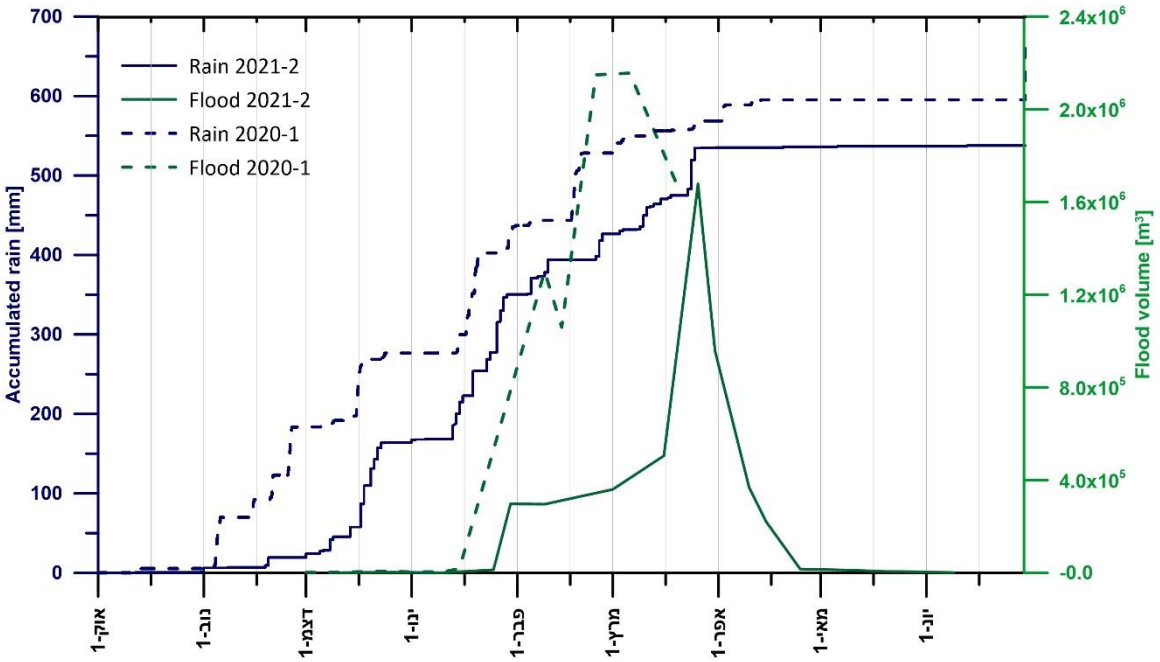
מודל NRCS

המודל ההידרולוגי של NRCS (Natural resources conservation service) מובר גם בתור מודל SCS מאפשר לחשב נפחי נגר נתרמים בהתאם לקבוע מקדם נגר אופייני לכל תת-אגן בהתאם לשימושי הקרקע שעליו ומאפייניו הפיזיים-מורפולוגיים. המודל שנבנה עבור הבקעה מורכב מ 5 אזורי תרומת נגר בעלי סיווג מקדם נגר שונה. לצורך החישוב המאזני נעשה שימוש בערך במקדם החלחול שחושב מתצפיות עבר ועומד על 5.5 מ"מ ליום בקרקעות הכבדות של הבקעה (מורן וחוב', 2019) ובמקדמי אידוי מקובלים מתחנת כפר כנא של השירות המטאורולוגי (אתר השמ"ט).

עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il

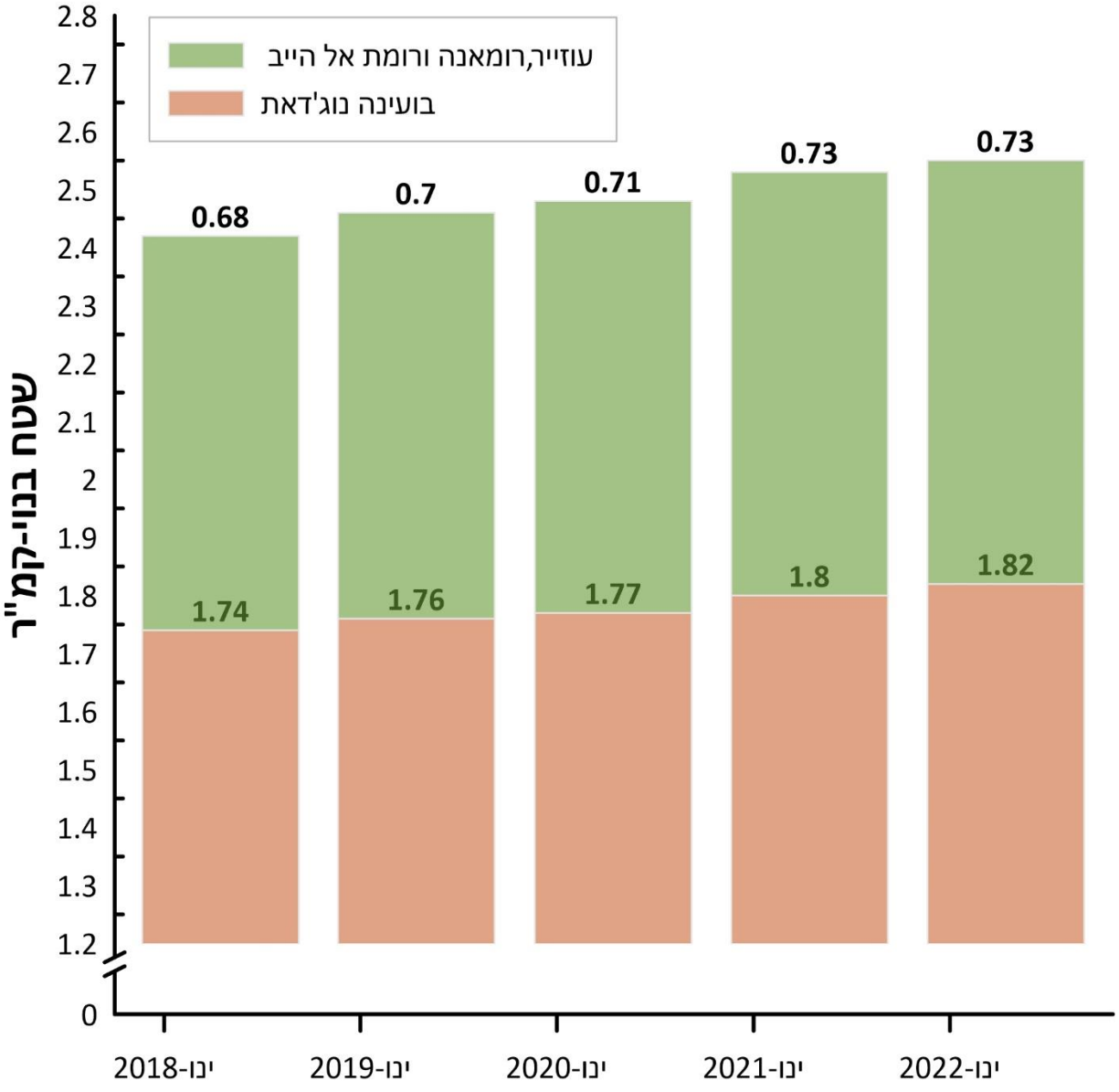
טבלה 4 - השוואת נפח מדוד על סמך תצפית (ירוק) לנפח מאזני על סמך מודל NRCS (צהוב). נפח התצפית חושב מנתוני החישה מרחוק ומתייחס לנפח ההצפה בשיאה. הנפח המאזני חושב על סמך מודל הידרולוגי ומאפייני חלחול ואיבוד ידועים מהספרות. ניתן לראות שבשני המקרים, נתרמים בפועל פחות מים לשטח הבקעה (פער של כחצי מלמ"ק לשנת 2020/1 ו200 אלמ"ק לשנה העוקבת.

		תוצר מודל הידרולוגי	איבודים		נפח מאזני		
שנה הידרולוגית		נפח מים נתרם לבקעה	חלחול	אידוי	נפח נתרם-נפח אובד	נפח מדוד על סמך נתוני תצפית	פער בין מודל לתצפית
2020/1	מ"ק	$2.4 * 10^6$	$6.4 * 10^5$	$3.8 * 10^4$	$2.3 * 10^6$	$2.2 * 10^6$	$-4.9 * 10^5$
2021/2		$2.1 * 10^6$	$5.5 * 10^5$	$3.3 * 10^4$	$1.5 * 10^6$	$1.7 * 10^6$	$-2.0 * 10^5$



איור 12 - עובי גשם מצטבר ונפח הצפה מדוד. השוואה בין שנים הידרומטריות 2020/1 ו 2021/2.

מגמות פיתוח באגן ההיקוות של בקעת בית נטופה והשלכותיו ההידרולוגיות



איור 13 - סדרת זמן המציגה את העליה בשטח הבנוי במרחב רומאנה ומרחב בועינה נוג'ידאת. הנתונים הופקו מסדרת הדמיות חישה מרחוק לפי אינדקס NBAI.

דיון בממצאי הסקר הדו שנתי

ממצאי הסקר ההידרולוגי מאששים את הנחות הבסיס בדבר תרומת הנגר מהמדרונות והקשר בין עובי הגשם לנפח הנגר ולמימדי ההצפה. למרבה המזל, שני החורפים שנוטרו היו עתירי משקעים ובשניהם התפתחה הצפה בהיקפים שונים. דבר זה אפשר למידה משמעותית לאור התצפיות. כמו כן, ניתן היה לבצע השוואה בין התצפיות של שתי שנות הניטור (**Error! Reference source not found.**). במהלך שני החורפים החלה ההצפה לאחר 320-350 מ"מ גשם מצטבר. יעד סף זה הושג בשני המקרים במהלך אמצע חודש ינואר. בחורף

עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il

2020/1, רצף סופות משמעותי במהלך חודש ינואר ואחד נוסף במהלך חודש פברואר הביא להצפה נרחבת שהגיע לשיאה בתחילת חודש מרץ והשתרעה על שטח של מעל 6 קמ"ר כאשר נפח ההצפה נאמד ב 2.1 מלמ"ק. חורף 2021/2 התאפיין בפיזור משקעים חריג, חודש ינואר היה גשום במיוחד עם עובי גשם מצטבר של כמעט 200 מ"מ, חודש פברואר חם ויבש מהממוצע וחודש מרץ קר וגשום באופן משמעותי מהממוצע. דבר זה גרם להצפה ספורדית ומינורית סביב תעלת האפס במהלך חודש ינואר והתפשטות מהירה וקצרת מועד של ההצפה במהלך סוף חודש מרץ. בשיא ההצפה נמדד שטחה בכ4.8 קמ"ר ונפחה נאמד בכמעט 1.7 מלמ"ק.

ממצאי הסקר סיפקו רקורד משמעותי של סופות יוצרות נגר ואפשרו ניתוח איכותי של האגן המנוטר תורם הנגר. לאור זאת, ניתן היה להשוות בין מקדם הנגר המשוקלל (0.27) שנגזר משימושי הקרקע ושיפוע האגן לבין זה החושב מהתצפיות (0.16, איור 11). תוצאות הסקר מראות הלימה יחסית בין הממצאים לבין חישוב יבול הנגר מהמודל (טבלה 4) ומחזקת את הידיעה כי תרומת הנגר גבוהה באגנים המפותחים ונמוכה באגנים הטבעיים. היעדר זרימה באגן 26 המנוטר בתחנה הידרומטרית הינה ממצא בעל חשיבות עליונה. אגן זה נשלט ע"י חורש ים תיכוני צפוף ומאופיין בשיפוע חריף. בתת-אגן זה חתך סלע דולומיטי קנומני, כאשר ראש רכס טורען מורכב מתחתית תצורת סכנין ומורד המדרון מתצורת דיר חנא. סלעים קרבונטים עתיקים אלו מאופיינים בסידוק נרחב ובמוקדי קארסט ספורדיים. אי לכך, קיימת סבירות גבוהה להימצאות מבלעי נגר אשר ימנעו יבול נגר תחת עוצמות גשם שכיחות כפי שמאששת התצפית. ממצא זה הינו מרכזי ביותר ומשמעותו היא שלכיסוי הקרקע תפקיד מכריע ביצירת הנגר. דבר זה מקבל משנה תוקף מתוך ממצאי הניטור, כאשר תתי האגנים בעלי כיסוי הקרקע "המפותח" מקבלים "משקל" גדול יותר בתור תורמי נגר.

סך כל שטח המדרונות תורמי הנגר לבקעה המכוסים בחורש טבעי על קרקע טרה רוסה וסלע קרבונטי מגילאי אלביאן-קנומן, מראשי הרכסים יטבת וטורען במעלה ועד למניפת הסחף במורד עומדים על 12.5 קמ"ר. מקצת שטח זה מעובד וכולל חקלאות מטעים. ניתן לומר במידה רבה של ביטחון ששטח זה שכולל את תתי אגנים 3-7, 12, 16, 18 (חלק עליון), 19, 24 ו25 הינם בעלי תרומת נגר שולית. יחד עם זאת, ידוע שדרכים כבושות החוצות מדרונות אלו מהווים אלמנטים מייצרי נגר ודורשים טיפול נקודתי.

אנליזת הNBAI מלמדת כי בשטח קיימת מגמת גידול עקבית בשטח המבונה הבלתי חדיר (impervious). בין השנים 2017 ו2022 חל גידול של 5.3% בשטח הבנוי של מוקדי הישובים רומת אל-היב ובועינה. לאור מקדם הנגר הגבוה של השטחים המבונים, אזורים אלו נחשבים כ"הוט-ספוט" של תרומת נגר לאגן. אנליזת הNBAI לא כללה את מוקד עילבון אשר עתיד לעבור פיתוח מואץ בשנים הקרובות.

עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il

המלצות לניהול הנגר לאור הממצאים

מגוון פעולות פיתוח יכולות להינקט על מנת למנוע מנפחים משמעותיים לזרום לתוך הבקעה.

1. **בשטחים העירוניים** נדרש איתור מוקדי ניקוז ומציאת שטחים לניהול הנגר:

א. באתרים בהם הסלע והקרקע מאפשרים חלחול קיימת עדיפות לפתרון שמעודד חלחול ומשתלב עם החקלאות המקומית הנפוצה במרגלי המדרונות. לדוגמא, טראסות.

ב. באתרים בהם כיסוי הקרקע אטים יש לקחת בחשבון פתרון של איגום המים לכדי גוף מים בעל תועלות סביבתיות ותיירותיות אשר ישמש את החקלאים המקומיים כמקור להשקיה בעונה היבשה.

2. בשטחים הפתוחים:

א. נדרשת בחינה, איתור ומיפוי של מוקדים תורמי נגר דוגמאת שטחים מעובדים, כבושים, דרכים ומפגשי דרכים בשיפועים חדים.

ב. גיבוש סל פתרונות נקודתיים להשמה במוקדים שנמצאו: מלכודות נגר, שיח'ים, טראסות, מאגרי השהיה.

מקורות

- השירות המטאורולוגי, https://ims.gov.il/
- זיידנברג ר. ושפירו מ. (2022). דו"ח סקר קרקע במזרח בקעת בית נטופה.
- מורן א., טמיר ש., שריג א., דרורי ש. ויעקבי י. (2019). מזרח בית נטופה – דו"ח ניטור הצפות, אוקטובר 2018 – יוני 2019. דו"ח עבור רשות ניקוז ונחלים קישון.
- פורת, ע. (2022). עונת הגשמים תשפ"ב, 2021/222. השירות המטאורולוגי לישראל.

נספח 1 – ניתוח אגני ניקוז מדרוניים של מזרח בקעת בית נטופה.

נספח 2 – סופות משמעותיות כפי שנוטרו בתחנה הידרומטרית בועינה מזרח ותחנת גשם בועינה מערב לשנה הידרולוגית 2021/2.

הסופה	עובי גשם מצטבר	נפח נגר	עובי נגר מנורמל לשטח אגן 13	עוצמה מקסימלית לסופה

התחלה	סוף	מ"מ	מ"ק	מ"מ	מ"מ/שעה
08/12/2021	09/12/2021	15	98	3.2	3.2
14/12/2021	14/12/2021	7.4	52	7.6	7.6
17/12/2021	18/12/2021	41.2	152	6.6	6.6
20/12/2021	21/12/2021	31.4	979	12.2	12.2
21/12/2021	22/12/2021	9	376	2.8	2.8
23/12/2021	23/12/2021	6	179	3.6	3.6
01/01/2022	01/01/2022	4.2	211	1.6	1.6
13/01/2022	16/01/2022	53.4	1417	8	8
19/01/2022	19/01/2022	25.4	731	6.8	6.8
26/01/2022	29/01/2022	83.4	6492	7.2	7.2
31/01/2022	01/02/2022	13.4	1115	5.2	5.2
03/02/2022	05/02/2022	21	1003	6	6
07/02/2022	07/02/2022	2.6	56	1	1
09/02/2022	10/02/2022	25.4	1623	5.6	5.6
24/02/2022	26/02/2022	32	2189	8	8
03/03/2022	04/03/2022	5.8	2356	2.4	2.4
09/03/2022	12/03/2022	26.4	4878	4.8	4.8
13/03/2022	13/03/2022	2.8	1617	1.8	1.8
15/03/2022	15/03/2022	4	1042	2.2	2.2
17/03/2022	18/03/2022	5.4	3325	2.8	2.8
23/03/2022	26/03/2022	60.8	8591	11.2	11.2
20/04/2022	20/04/2022	1.2	133	0	0
06/05/2022	06/05/2022	0.6	790	0.6	0.6

נספח 3- תאריכי הדמיות MNDWI ששימשו כחלק ממאגר הנתונים. באדום – הדמיות שלא נכנסו למאגר בתוצאה מאיכות ירודה של ההדמיה.

תאריך איסוף ההדמיה	הערות
11/12/2021	תעלת האפס ריקה
26/12/2021	מים בתעלת האפס
10/01/2022	
25/01/2022	
30/01/2022	
09/02/2022	
01/03/2022	

מורן פיתוח וייעוץ בע"מ

עצמאות 22 פרדס חנה 37038 <<>> 050-3044454 <<>> טלפקס 04-6308348 <<>> office@moran-eco.co.il

	16/03/2022
	26/03/2022
	31/06/2022
	10/04/2022
	15/04/2022
	20/04/2022
	25/04/2022
	10/05/2022
	20/05/2022
	25/05/2022
	30/05/2022
	04/06/2022
	09/06/2022
	19/06/2022