



דו"ח מסכם תוכנית אב לאספקת מים לטבע

נובמבר 2014

240120.4-14 .218



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 1 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לדוח מסכם תוכנית אב_מים לטבע\Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14 מקבוצת קרן



טופס בקרה לפרסומים במערך תכנון ידע וטכנולוגיה

הלקוח: רשות המים
 שם הפרויקט: דו"ח מסכם תוכנית אב לאספקת מים לטבע
 מס' מבנה:
 סוג המסמך: דו"ח
 מקום הקובץ:
 מספר פרסום: 218.240120.ד.14
 מהדורה: 2
 עורכים: ד"ר אפרת פרבר ויונתן שביט
 מאשר: ד"ר סבטלנה לומלסקי

תיעוד מהדורות

מס' מהדורה	תאריך	תיאור	מספר קובץ	ערך	אישר
1	יולי 2014	דו"ח מסכם תוכנית אב לאספקת מים לטבע	240120.ד.14.171	ד"ר אפרת פרבר ויונתן שביט	ד"ר סבטלנה לומלסקי
2	נובמבר 2014	דו"ח מסכם תוכנית אב לאספקת מים לטבע	240120.ד.14.218	ד"ר אפרת פרבר	ד"ר סבטלנה לומלסקי

תכולת המסמך המאושר (אם מצורפים מסמכי משנה)

מס' סידורי	תיאור	מהדורה	תאריך	מס' קובץ

תיעוד האישור

עורכת: ד"ר אפרת פרבר חתימה: _____ תאריך: 20.11.2014

מאשר: ד"ר סבטלנה לומלסקי חתימה: _____ תאריך: 20.11.2014

תוכן עניינים

עמוד

6	תקציר מנהלים
11	1. רקע
11	1.1 רקע כללי
14	1.2 תיאור המצב כיום
35	2. מטרת תוכנית האב והרכב פורום היגוי ותכנון התוכנית
35	2.1 מרכזיות של תוכנית האב מים לטבע
35	2.2 צוות העבודה
36	2.3 צוות מתכנן
36	2.4 היגוי חיצוני
36	3. תמצית סקר מדיניות לאומית ואסדרה במדינות נבחרות
36	3.1 מטרת הסקירה
37	3.2 רקע כללי
37	3.3 ממצאי הסקירה
48	3.4 תובנות עיקריות המומלצות עבור תכנית האב להשבת מים לטבע בישראל
49	4. הגדרת הצורך בתוכנית האב לאספקת מים לטבע
49	4.1 קביעת כמויות המים הנדרשות לצרכי הטבע
49	4.2 עקרונות לטיפול בחסמים קיימים
50	4.3 הגדרת פערים ויצירת אחידות
50	4.4 הסדרת התהליך והדרישות לקבלת הקצאת מים
50	5. עקרונות תוכנית האב לאספקת מים לטבע
50	5.1 חזון תוכנית האב לאספקת מים לטבע
50	5.2 עקרונות כלליים
51	5.3 סוגי המים לטבע
51	5.4 ניהול משאבי המים
51	5.5 ניהול שטפונות
52	5.6 ניהול זרימות בסיס

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



	6.	טרמינולוגיה – רשימת כל המונחים האקולוגיים	
52		שנעשה בהם שימוש במסגרת המטודולוגיה	
57	7.	אקולוגיה ומדדי הערכיות	
57	7.1	שלבי העבודה לקביעת צרכי המים האקולוגיים של מקווי מים	
	7.2	רקע – סיכום קצר של הערכת ערכיות נחלי הארץ	
59		והעקרונות המנחים לקביעת ערכיות מקווה מים	
71	7.3	תיאור מדד הערכיות האקולוגית למקווה מים והרכיבים	
75	7.4	הערכיות האקולוגית של מקווי מים שונים בישראל	
77	7.5	תיאור מדד הערכיות המשולבת	
82	7.6	פערי מידע בנושא המצאי האקולוגי ההיסטורי	
83	7.7	סיווג הנחלים	
114	7.8	מתודולוגיה לקביעת דרישות המים האקולוגיות של נחלים	
120	8.	הידרולוגיה	
120	8.1	הקדמה	
120	8.2	רקע	
121	8.3	מאפיינים פיזיים המשפיעים על משטר הנגר העילי	
123	8.4	בסיס נתונים	
135	8.5	פערי מידע הידרולוגיים	
136	8.6	מתודולוגיה הידרולוגית לניתוח מקווי מים נחליים	
144	9.	מטודולוגיה לניתוח צרכי המים של מקווה מים לח	
146	10.	כלים ותיעדוף – מערכת תומכת קבלת החלטות- מערכת DSS	
146	10.1	רקע (על בסיס ה TOR)	
147	10.2	עקרונות מערכת DSS	
155	10.3	מבנה מערכת DSS	
170	10.4	הצגת תוצאות ראשוניות	
180	11.	שיתוף הציבור	
	11.1	מטרת שיתוף הציבור המקצועי ובעלי העניין	
181		בתכנית האב "מים לטבע"	
181	11.2	עקרונות מנחים להליך שיתוף הציבור בתכנית האב	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



182	11.3	כלים לשיתוף הציבור
182	11.4	קהל יעד למהלכי שיתוף הציבור
	11.5	פירוט מהלכי שיתוף הציבור לאורך פיתוח וקידום תוכנית "מים לטבע"
184		
186	11.6	תיאור שלבי שיתוף הציבור
191	11.7	סיכום ומסקנות התהליך
192	.12	תוצרי העבודה
193	.13	סיכום ומסקנות
196	.14	המלצות
199	.15	מקורות ספרות

רשימת נספחים

מתווה תוכנית עבודה - כולל משימות ומטרות עיקריות	נספח 1
ממצאי סקר ספרות- אקולוגי	נספח 2
ממצאי הניתוחים ההידרולוגיים	נספח 3
נספחי מערכת DSS	נספח 4
מבנה מערכת DSS - דוחות ברמת ניתוח מרחבי	נספח 4.2
מבנה מערכת DSS - דוחות ברמת מקווה מים	נספח 4.1



תקציר

במשך עשרות שנים של פיתוח הארץ, יובשו מרבית הנחלים, נתפסו מעיינות ונופי המים הלכו והתמעטו. פיתוח הארץ, הדרישה הגוברת למים לצרכי חקלאות, תעשייה ומשקי הבית, הובילו לניצול מוגבר של מקורות המים הטבעיים מעבר לכושר המילוי החוזר הטבעי.

עד לשנת 2004 בתי הגידול הלחים בישראל-נחלים, מעיינות וביצות, לא היו זכאים להקצאת מים לצורך תפקודם האקולוגי. צרכי הטבע והנוף לא היו צרכנים לגיטימיים בעלי זכויות כמו יתר צרכני המים בישראל (בית, תעשייה, חקלאות).

בשנים האחרונות גוברת תשומת הלב שמוקדשת לטבע ולנוף בהקשר של ניהול משק המים בישראל. במסגרת תוכנית האב למשק המים (2002-2010) הוגדר לראשונה הטבע כצרכן מים שווה בחשיבותו ליתר הצרכנים. הסדרת המים לטבע התפתחה במהלך העשור האחרון, אולם סוגיה זו של אפיון והגדרת דרישות המים לטבע של כל צרכן (שמורות טבע, נחלים, בתי גידול לחים ואחרים) חייבה את הכנת התוכנית הנוכחית- תוכנית האב מים לטבע.

בתוכנית הנוכחית, הקצאת המים לטבע נקבעת תוך דגש על הבטחת הקיימות האקולוגית תלוית המים, ערכי הנוף-החברתי-כלכלי הנובעים מהנאת ורווחת הציבור מהשימוש הישיר והעקיף בטבע ותוך התחשבות במכלול רחב מאוד של מרכיבים נוספים שהוגדרו במסגרת העבודה הנוכחית.

תוכנית האב מים לטבע הובלה בשיתוף פעולה של צוות היגוי בין משרדי-רשות המים, רשות הטבע והגנים והמשרד להגנת הסביבה. התוכנית בוצעה על ידי תהל ובשיתוף חברת אביב.

תוכנית האב מתמקדת ב-203 מקווי מים לחים, שהוגדרו על ידי רשות הטבע והגנים, עבורם עודכנו העקרונות המנחים לקביעת כמות ואיכות המים הנדרשת להבטחת קיימות אקולוגית תלוית מים. תוכנית האב הינה הראשונה מסוגה בישראל.

מטרת התוכנית

מטרות התוכנית כפי שהוגדרו במסמכי המכרז :

- א. עדכון ופירוט העקרונות המנחים לקביעת כמות ואיכות המים הנדרשת להבטחת הקיימות האקולוגית תלוית מים.
- ב. הגדרה של צרכי המים לטבע ברמת "הצרכן הבודד" שתאפשר להגדיר את הצרכנים ברמה מקומית, אזורית וברמה ארצית כתלות במצב משק המים.
- ג. הכנת תוכנית שתשלב צרכי המים לטבע ותסייע בגיבוש תוכנית האב לטווח ארוך של משק המים הלאומי ותוכניות אזוריות.
- ד. אפשרות ניתוח במערכת דינאמית תוספת אתרים בעתיד שתפעל על פי הכללים והעקרונות שיבחנו במסגרת תוכנית זו והשפעתם על משק המים.



עקרונות התוכנית

בין העקרונות שנוסחו במסגרת התוכנית:

- א. צורכי המים יוגדרו עבור כל צרכן על ידי גופים חיצוניים (רטה"ג, הגה"ס, גופים ירוקים) באופן שקוף ומדיד, רשות המים תפעל למלא את הדרישות תוך התחשבות בצורכי משק המים.
- ב. מקור המים המועדף תמיד הינו מי המקור בשפיעה טבעית.
- ג. כמות המים שתחושב בתוך ההקצאה לטבע הינה כמות המים השפירים בלבד המסופקת ישירות לטבע כמים עיליים. עקרון זה יבטיח באופן מיטבי את שמירת המערכות האקולוגיות, והמים באוגר ישמשו את משק המים במסגרת אמינות האספקה.
- ד. יוגדר הנפח המותר להפקה מעל זרימות בסיס אותן יש לשמר.
- ה. בכל מקרה של הקמת מתקנים לתפיסת מים עיליים, תיבחן התועלת הכלכלית אל מול העלות הסביבתית.
- ו. מעיינות קטנים או לא יציבים שהתועלת בתפיסתם נמוכה, ישוחררו לטבע.
- ז. אחיזת מעיינות במקומות בהם יעד האספקה נמצא במורד הנחל, תבחן האפשרות לשחרר המעיין ותפיסתו בנקודה סמוכה ליעד.
- ח. בשנים שחונות תסופק לטבע הקצאת מים מוגדרת.

תוצרי התוכנית

1. במסגרת התוכנית הנוכחית פותחו שני כלים מרכזיים:
 - א. מערכת מידע הכוללת בסיס נתונים הידרולוגיים ואקולוגיים קיימים.
 - ב. מערכת תומכת קבלת החלטות (DSS) אשר תסייע בתהליך הקצאת המים למקווי מים לחים. מערכת ה-DSS ניזונה מבסיס הנתונים שהוקם במסגרת עבודה זו. מערכת זו מאפשרת ניתוח הידרולוגי ואקולוגי של כל מקווה מים אשר קיימים לגביו נתונים אקולוגיים והידרולוגיים. הוספת נתונים למערכת המידע מתעדכנת גם במערכת זו ומאפשרת בשנים הבאות להגדיל את מספר מקווי המים הלחים לגביהם מחושבת הקצאת המים, להגדיר את צריכת המים וזמינות המים לתרחישי תפעול ושיקום שונים. כלי זה מאפשר ניתוח מרחבי וקביעת סדרי עדיפות על בסיס חישוב ערכיות משולבת של כל מקווה מים.
2. במסגרת התוכנית בוצע הליך נרחב של שיתוף הציבור. הליך השיתוף נבע מתפיסה הרואה חשיבות בשיתוף הציבור לצורך שיפור עבודת צוות מתכנני התוכנית ולצורך יצירת הסכמה כלל מערכתית ושיתוף פעולה בנושאים הקשורים לחלוקת משאבים ציבוריים.



סיכום והמלצות

סיכום-

תוכנית האב מים לטבע מהווה נדבך חשוב והכרחי בהגדרת הטבע כצרכן לגיטימי. זהו שלב משמעותי המניח את היסודות המרכזיים בעקבותיהם ינותבו באופן מושכל זרימות מים שפירים לשיקום מקווי מים לחים, בהתאם לרמת הערכיות המשולבת של מקווה המים. במסגרת התוכנית נבחנו 203 מקווי מים לחים, מהם 139 נחלים והשאר (64) הינם מעיינות, ביצות, אחו לח, מלחה וכדומה.

בהיבט זמינות נתונים, ניתן לחלק את האתרים לשלוש קבוצות, והן:

1. נתונים אקולוגיים + הידרולוגיים:

רק עבור 8 מקווי מים ישנם נתונים הידרולוגיים וגם נתונים אקולוגיים. עבורם ניתן לחשב את הערכיות האקולוגית ואת כמויות המים הנדרשות בתרחישי שיקום שונים.

2. נתונים אקולוגיים:

אין נתונים אקולוגיים	נחלים- נתונים חלקיים	אחרים- נתונים חלקיים
159	31	13

עבור אתרים בהם יש נתונים אקולוגיים ניתן לחשב את הערכיות האקולוגית אך לא ניתן באופן ישיר לחשב את כמויות המים הנדרשות בתרחישי שיקום שונים.

3. נתונים הידרולוגיים:

אין נתונים הידרולוגיים	נתונים הידרולוגיים מצב היסטורי בלבד	נתונים הידרולוגיים מצב קיים בלבד
167	33	2

עבור אתרים בהם יש נתונים הידרולוגיים אך אין נתונים אקולוגיים, לא ניתן לחשב את הערכיות האקולוגית אך ניתן לחשב את כמויות המים הנדרשות בתרחישי שיקום שונים.

הטבלה הבאה מסכמת את הערכת כמויות המים שבוצעה במערכת ה- DSS עבור 33 מקווי מים עם נתונים הידרולוגיים זמינים. רשימה זו כוללת 8 אתרים בהם זמינים גם נתונים אקולוגיים ועבורם חושבה הערכיות האקולוגית והמשולבת.



תוספות מים לפי רמות השיקום

קוד רט"ג	שם מקוה מים	אתר ייחוס אקולוגי	אקולוגיים	הידרולוגיים	ערכיות אקולוגית	ערכיות משולבת	נפח מים שנתי, במלמ"ק			נפח מים שנתי, במלמ"ק			
							מצב קיים	חלופת שיקום 1 נבחרת = 1	חלופת שיקום 2 נבחרת = 2	חלופת שיקום 3 נבחרת = 3	חלופת שיקום 1 נבחרת = 1	חלופת שיקום 2 נבחרת = 2	חלופת שיקום 3 נבחרת = 3
3	נחל צלמון - מקטע על	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.919	0.956	1.227	1.514	0.04	0.31	0.60
300	נחל בצת עליון	נחל הררי צר	נתונים חלקים	מצב קיים + היסטורי	0.23	0.42	0.349	0.637	0.804	0.896	0.29	0.46	0.55
305	נחל גלבון	נחל הררי בינוני	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			6.265	6.766	7.075	7.269	0.50	0.81	1.00
308	נחל סמק תחתון	נחל הררי בינוני	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			4.801	4.801	4.801	4.801	-	-	-
324	נחל שניר	נחל הררי רחב	נתונים חלקים	מצב קיים + היסטורי	0.69	0.73	84.612	88.236	108.076	119.647	3.62	23.46	35.04
333	נחל ירדינון	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.052	0.062	0.082	0.090	0.01	0.03	0.04
342	נחל עמוד	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			1.592	1.780	2.163	2.382	0.19	0.57	0.79
343	שפך נחל עמוד	הררי אלוביאלי	נתונים חלקים	מצב קיים + היסטורי	0.57	0.61	0.002	0.002	0.002	0.002	-	-	-
348	נחל חרמון	נחל הררי רחב	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			112.213	112.213	119.683	123.397	-	7.47	11.18
359	נחל דן עליון	נחל הררי רחב	נתונים חלקים	מצב קיים + היסטורי	0.57	0.68	236.354	236.901	239.202	249.094	0.55	2.85	12.74
363	נחל תבור תיכון	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			3.052	3.052	3.052	3.056	-	-	0.00
370	נחל השופט תחתון	מישורי אלובאלי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			2.811	2.811	2.842	2.844	-	0.03	0.03
378	נחל דליה תיכון	מישורי אלובאלי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			7.422	7.422	7.422	7.422	-	-	-
384	נחל חרוד עליון	מישורי אלובאלי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			4.070	4.078	4.084	4.094	0.01	0.01	0.02
388	נחל געתון עליון	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			8.843	9.032	9.805	10.119	0.19	0.96	1.28
389	נחל געתון תחתון	מישורי אלובאלי צר	נתונים חלקים	מצב קיים + היסטורי	0.16	0.39	3.696	3.696	3.696	3.696	-	-	-
393	נחל ציפורי	הררי אלוביאלי	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.007	0.007	0.007	0.007	-	-	-
408	נחל חצור תיכון	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.000	0.008	0.151	0.229	0.01	0.15	0.23
417	נחל עיון	נחל הררי בינוני	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			2.261	2.261	2.271	2.279	-	0.01	0.02
419	נחל צלמון תחתון	נחל הררי בינוני	נתונים חלקים	מצב קיים + היסטורי	0.34	0.39	0.001	0.001	0.001	0.001	-	-	-
450	נחל ברקן	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.005	0.005	0.005	0.005	-	-	0.00
453	נחל תנינים תחתון	מישורי אלובאלי צר	נתונים חלקים	מצב קיים + היסטורי	0.32	0.50	0.032	0.032	0.032	0.032	-	-	-
459	נחל חדרה	מישורי אלובאלי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			23.798	23.798	23.798	23.798	-	-	-
463	נחל משושים	נחל הררי בינוני	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.023	0.023	0.023	0.023	-	-	19.33
464	הירדן ההררי	נחל הררי רחב	נתונים חלקים	מצב קיים + היסטורי	0.69	0.76	432.745	448.714	504.087	528.849	15.97	71.34	96.10
465	נחל גמלא	נחל הררי בינוני	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			2.039	2.853	3.933	4.228	0.81	1.89	2.19
467	נחל דליות עליון	נחל הררי בינוני	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.228	0.229	0.245	0.261	0.00	0.02	0.03
473	נחל קיני	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.590	0.854	1.076	1.272	0.26	0.49	0.68
477	נחל בית לחם	נחל הררי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			0.002	0.002	0.002	0.002	-	0.00	0.00
478	נחל עדה	הררי אלוביאלי	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			3.349	3.349	3.349	3.366	-	-	0.02
480	נחל עירון	הררי אלוביאלי	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			2.148	2.148	2.148	2.148	-	-	-
501	נחל שורק תיכון (עמק)	מישורי אלובאלי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			15.954	15.954	15.954	15.954	-	-	-
501	שפך נחל שורק	מישורי אלובאלי צר	אין נתונים	מצב קיים + היסטורי			11.055	11.055	11.055	11.055	-	-	-
182							125					33	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



המלצות-

על מנת להפיק את המרב מהעבודה הרבה שבוצעה במסגרת תוכנית זו, מומלץ:

- א. להשלים את מתן ציוני הערכיות המשולבת על ידי נציגי שלושת המשרדים הממשלתיים.
- ב. להציג את סל הכלים שפותחו במסגרת עבודה זו למרבית הצרכנית הפוטנציאליים באופן יזום ואקטיבי. להפוך את הכלים שפותחו במסגרת עבודה זו לזמינים בשת האינטרנט לקהל הרחב.
- ג. להגדיל באופן ניכר את בסיס הנתונים הקיים. בסיס הנתונים שנבנה במסגרת עבודה זו הציף באופן חד את פערי המידע הקיימים האקולוגיים וההידרולוגיים עבור מרבית מקווי המים בישראל. יש לפעול להשלמת פערים אלו לצורך קבלת כמות מים סופית הנדרשת לכל צרכן וצרכן בטבע ברמות שיקום שונות. המתודולוגיה הבאה נבנתה במסגרת העבודה הנוכחית מתוך מטרה להשלים את פערי המידע הדרושים על מנת לקבל כמות מים נדרשת עבור כל צרכן לגביו חסרים כיום נתונים אלו:
 - i. שלב ראשון (מהיר)- השלמת בסיס הנתונים בנתונים סינטטיים תוך שמירה על עקרונות הידרולוגיים ואקולוגיים מספקים. תהליך חישוב הנתונים הסינטטיים מתואר באופן מפורט בפרק ההמלצות של תוכנית זו.
 - ii. שלב שני (איטי)- הרחבת פעולות מחקר, ניטור, מדידות הידרולוגיות ואקולוגיות על מנת להשלים את בסיס הנתונים. בשלב זה יוחלפו הנתונים הסינטטיים שחושבו, בנתונים כמותיים מדודים. המטרה היא יצירת בסיס נתונים מדודים ואמיתיים מלא עבור כל צרכני המים שהוגדרו בתוכנית זו ואלו שיוספו בשנים הבאות.
- ד. יש להמשיך ולעדכן את בסיס הנתונים שנבנה במסגרת העבודה הנוכחית באופן שיגרתני ועל ידי תחזוקה שוטפת של בסיס הנתונים שהוקם. כמו כן, יש צורך בחיבור לשימוות הנדסית שכיום איננה חלק ממערכת ה-DSS.



1. רקע

1.1 רקע כללי

נחלי ומעיינות ישראל מהווים חלק עיקרי ובלתי נפרד מהנוף ומהמערכת האקולוגית הטבעיים שהתקיימו באזורנו עוד בתחילת המאה העשרים. על אף חשיבותם הן כחלק מהמערכת האקולוגית והן כחלק ממרחבי נופש, פנאי ותיירות, מצבם של מקווי המים הלחים התדרדר לאורך עשרות שנות פיתוח הארץ ודרישה גוברת למים לצרכי חקלאות, תעשייה ומשקי הבתים. כמענה לכך, התייעל וגבר ניצול מקורות המים הטבעיים (בעיקר מעיינות, נחלים ואקוויפרים). במשך השנים נוצלו מקורות המים הטבעיים מעבר לכושר המילוי החוזר הטבעי. כתוצאה מכך, מרבית הנחלים התייבשו, מעיינות רבים הפסיקו לנבוע וגופי המים העיליים הצטמצמו משמעותית.

הפגיעה במקווי המים הלחים, שבעיקרם משמשים / שימשו כמקורות לצריכת מים, נגרמה עקב מגוון רחב של פעולות אשר השפיעו באופן ישיר / עקיף על נופם ומצבם האקולוגי. הגורמים העיקריים לפגיעה זו מובאים להלן:

1.1.1 תפיסת מי מעיינות ונביעות – מי מעיינות רבים נתפסים בנקודות הנביעה ואינם זורמים אל הנחלים. לדוגמא מי מעיינות רמיאל ופרוד אשר בעבר הזינו את זרימת הבסיס של נחל צלמון ובעשרות שנים האחרונות משמים לטיוב קולחים המשמשים להשקייה חקלאית.

1.1.2 ייבוש וירידה בספיקת מעיינות הסמוכים לקידוחי הפקת מי תהום – הפקת מי תהום גורמת במקרים רבים לירידת מפלס מתחת לנקודת הנביעה של המעיינות הסמוכים כך שמעיינות רבים מתייבשים. לדוגמא, **עין-כרכרה** הנובע בלב נחל בצת שפע בעבר 1.4~ מלמ"ק בשנה ומימיו זרמו לאורך שני ק"מ מנקודת הנביעה של המעיין ועד לנקודה בה נשאבו לקיבוץ אילון. בשנת 2000 פסקה שפיעת המעיין וכיום מוזרמים לנחל מים באופן מלאכותי (באמצעות צינור).

דוגמא נוספת קיימת במעיינות המזינים את נחל אלכסנדר במרכז השרון. בעבר זרמו בנחל כ- 5 מלמ"ק בשנה, שמקורם במי נביעות לאורך תוואי הנחל. ירידת מפלסי מי התהום באזור עמק חפר גרמה לייבוש ו/או ירידה בספיקת מעיינות כך שהיום זורמים בנחל רק כ- 0.5 מלמ"ק שמקורם בנביעות טבעיות (כעשרה אחוזים מהזרימה ההיסטורית; נוסף על כך, בשנות ה-50 החלה הזרמה מאסיבית של שפכים ביתיים ותעשייתיים לנחל).



1.1.3 תפיסה ואיגום מי שטפונות – למהלכי גאות שיטפוניים חשיבות רבה, במורפולוגיית ובאקולוגיות הנחל. שכן אלו מאפשרים את "איתחול" המערכת האקולוגית בתום תקופת יובש, כמו גם מהווים גורמים מעצבי מורפולוגיית הנחל בייחוד באירועי קיצון. מכאן שאיגום מהלכי גאות שיטפוניים עלול להוביל להפסקת ההתפתחות המורפולוגית של הנחל ולהתבססות מינים זרים לסביבה הטבעית של הנחל. דוגמא קיימת לאיגום מי שיטפונות, קיימת במאגר "בית זית" אשר בחלקו המעלי אשר בנחל שורק. שחרור נפח מים שיטפוני ממאגר זה מתרחש רק לאחר שמלוא נפחו התמלא בנגר עילי. תכנון אשר גרם לפחיתה משמעותית של מהלכי הגאות המגיעים לחלקו המורדי של מאגר זה. דוגמא נוספת לאיגום מהלכי גאות שיטפוניים קיימת בנחלי רמת הגולן, שם הוקמה רשת מאגרים באזור המסילים של מרבית נחלי רמת הגולן, מאז הקמת רשת המאגרים ניתן להבחין בפחיתה במספר ובעוצמת מהלכי הגאות הקיצוניים המגיעים אל מקטעי הנחלים המורדיים.

1.1.4 מורפולוגיית נחלים – לנוף ולמורפולוגיית הנחלים והמעיינות חשיבות הן למערכות ההידרולוגיות והאקולוגיות. אמנם, על פי דו"ח מבקר המדינה לשנת 2011, מרבית העבודות בתחום הסדרת נחלים נעשו ביוזמת רשויות הניקוז תוך מתן עדיפות לשיקולי הסדרה הנדסית ופיתוח פארקים ולא לשיקום אקולוגי של הנחלים.

לדוגמא, נחל אלכסנדר עבר שינויים מורפולוגיים משמעותיים, החל מייבוש שטחי ביצה והסדרת תעלות ניקוז משטחי חקלאות וכלה בכך שבשנות ה-60 הוסדר והורחב ערוץ הנחל ופיתוליו יושרו, לצורך הובלת נגר עילי בצורה מהירה יותר אל הים. לצורך השבה ושחזור המערכת האקולוגית בנחל, יש לבחון האפשרויות להרחיב את פרודור הנחל ולשקם את הנפתולים העיקריים.

1.1.5 זיהום נחלים – נחלים רבים ברחבי הארץ סובלים מזיהום מים כתוצאה מגורמים מוקדיים ואזורים. מקורות הזיהום המרכזיים הנקווים לנחלים הם נגר עירוני, נגר חקלאי, מים ממתקני טיהור שפכים, תימלחות ממפעלים תעשייתיים, מים שוליים מבריכות דגים ואף שפכים גולמיים. לדוגמא – נחל הקישון הינו אחד הנחלים המושפעים ביותר ממקורות זיהום לכל אורכו, חלקו העליון של הנחל עד מאגר כפר ברוך מושפע מניקוז חקלאי, משם במורד עד לשפך נחל ציפורי מושפעת איכות הנחל מניקוז חקלאי ולעיתים מגלישות ביוב, מורד הנחל סובל מזיהום רב ממקורות תעשייתיים שונים, בנוסף, מוזרמים לנחל עודפי קולחים ממט"ש איגוד ערים חיפה.



לדוגמא נוספת ניתן להביא את נחל נעמן, אחד מנחלי החוף הגדולים בצפון הארץ, הינו דוגמא נוספת למכלול הפעולות שנעשו בנחלי הארץ ופגעו באופן בלתי הפיך לעיתים במערכת האקולוגית של הנחל. הנחל הוסדר בסוף שנות ה-30 עבר הנחל הסדרה כאשר נחפרו תעלות ניקוז במטרה לייבש את שטחי הביצות שלאורכו. כיום זורמים בנחל נעמן גלישות קולחים ממט"ש כרמיאל ומי בריכות דגים מהאזור.

בשנות ה-40 הוקם מתקן שאיבה גדול במטרה לאחוז את מי הנביעות עין אפק ועין נימפית אשר זרמו בעבר בהיקפים של 50 מלמ"ש ו- 2.2 מלמ"ש בהתאמה, זרימת עין אפק הצטמצמה במהלך השנים ל- 12-15 מלמ"ש, כאשר מרביתה מתרחשת בחורף ובאביב זאת כתוצאה מירידת מפלסים באזור. מרבית מי עין נימפית נשאבים לצרכי בריכות הדגים של קיבוץ כפר מסריק, מיעוטם גולשים מבריכת האיסוף באופן אקראי אל נחל נעמן.

בשונה מבעבר, בשנים האחרונות גוברת תשומת הלב שמוקדשת לטבע ולנוף בהקשר של ניהול משק המים של ישראל. כיום, הטבע מוגדר כצרכן שווה בחשיבותו ליתר הצרכנים, כפי שהוגדר בתוכנית האב למשק המים. הגדרה זו הינה נדבך חשוב בתהליך ההכרה בחשיבותם האקולוגית, הנופית והערכית של נחלי ומקווי המים של ישראל (נחלים, ביצות, מעיינות וכו') ובתוך כך התעורר לראשונה הצורך לכמת את צורכי המים של צרכנים אלו. מהלכים מרכזיים שנעשו בשנים האחרונות לצורך השבת המים לטבע ולנוף מובאים להלן:

- בשנת 2000 התקבלה החלטה בועדת השרים לענייני כלכלה להקצאת מים לצרכי הטבע.
- בשנת 2002 הוגדר הטבע לראשונה כצרכן מים שפירים במסגרת תכנית אב (מעבר) 2002 – 2010 שנערכה על ידי רשות המים (נציבות המים דאז). במסגרת התכנית הוגדרו לטבע כמויות של 50 מלמ"ק/שנה נטו בהתאם להחלטת ועדת השרים לכלכלה משנת 2000 לפי תוכניות מאושרות
- בשנת 2003 הוכן מסמך מדיניות "זכות הטבע למים" [1- בעריכת המשרד להגנת הסביבה ורט"ג, אוגוסט 2003] שבעקבותיו תוקן חוק המים בשנת 2004, המסדיר את זכות הטבע למים. הסדרת המים לטבע הוטמעה בספר ההקצאות של רשות המים ומביאה בחשבון אך ורק את המים המסופקים במספר אתרים מצומצם (פרוט ההקצאות הקיימות – ראה פרק 1.2.1), שבהם הופסקה השפיעה הטבעית, עקב ירידת מיפלסים באוגר הטבעי (בעיקר כתוצאה מניצול עודף) והוחלט על הזרמת מים שפירים באופן מלאכותי.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



1.2 תיאור המצב כיום

1.2.1 אתרים בעלי הקצאה מוסדרת

בהתאם להחלטת מועצת הרשות הממשלתית למים ולביוב בישיבתה מיום 20.9.12, יוקצו בשנת 2013 26 מלמ"ק לצרכי הטבע. בשנים בהן עובי הגשם יעלה על 570 מילימטרים, רשאי מנהל הרשות הממשלתית להוסיף עד 5 מלמ"ק של מים שפירים בפריסה ארצית על מנת למנוע פגיעות חמורות וארוכות טווח בערכי טבע ובהתחשב בתנאים ההידרולוגיים ובצורך לשפר את מצב מקורות המים. אופן חלוקת המים בהתאם להחלטה הנ"ל ודרכי הביצוע מפורטים בטבלאות 1-3.

מעבר ליעד הכללי של שיפור מצב האוגר שנועד לשפר אמינות, הכוונה לבצע מספר פעולות נוספות שיביאו לזרימות גדולות יותר במקורות המים הטבעיים ובהם:

- צמצום באופן ממוקד של הפקה מקדוחים ומתן מענה מיידי למספר מקווי מים ו/או אתרים שניפגעו.
- הורדת איחוזי המפיקים מהמעלה למורד
- שחרור מעיינות

קידוחי שומרה – ממוקמים במרחק של כ- 6.5 ק"מ במעלה הזרימה ומפיקים מאקוויפר יהודה תחתון. על פי התוכנית המעודכנת הקיימת באגף התכנון ברשות המים ובכדי לצמצם את השפעת ההפקה על שפיעת המעיין, תוסט ההפקה דרומה לכיוון קידוחי גורן, אבן מנחם ועין יעקב. ישנה שאיפה להגיע עד ל- 0.4 מלמ"ש בכדי לשפר את השפיעה בנחל בצת (עין בצת), אך שלא תעלה על 0.8 מלמ"ש.

אגן הנעמן – קיימת תוכנית לצמצום ההפקה בהיקף של 3 עד 9 מלמ"ש כתלות במשקעים הארציים. מטרת הצמצום היא לחדש את השפיעה הטבעית של עין אפק. בנוסף, גובש מסמך הסכמות (נובמבר 2012; עיקרי הדברים מפורטים להלן) על ידי רשות המים, רט"ג ומקורות, עבור תוכנית חירום 2011-2012. על פי המסמך, הוצעו מספר קידוחי בצורת מתוכננים באזור הצפון, שמטרתם העיקרית היא מענה מיידי למצוקה ולמחסור אפשרי של משק המים. מרבית הקידוחים האלו ישפרו את אמינות ההספקה ובנוסף קיימת אפשרות לשלבם במערכת לשחרור מי המעיינות שנצרכים כיום על ידי מפעלי הספקת מים. ההנחה בבסיס תכנון קידוחי הבצורת בגליל המערבי היא כי אין להם השלכה ישירה על שפיעת המעיינות. התוכנית תעודכן במידה ויתברר שהדבר אינו מתקיים בפועל (במקביל מתוכננת תוכנית ניטור).

על פי התוכנית ישוחררו המעיינות הבאים:

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



- בשנת 2012 ישוחרר באופן מלא עין אברהים ועין מירון (למעט מקרים בהם תהיה השבתה לא מתוכננת של הספקת המים ממאגר דלתון).
- 500 מק"ש ראשוניים ממעיין עין אביב ישוחררו לנחל, כאשר השינויים לצורך הנחוצים לשם כך יבוצעו על ידי חברת מקורות לא יאוחר מסוף שנת 2012.
- התפיסה של עין מרום תופסק יחד עם הסדרת הנושא של שפכי מרום הגליל שמוזרמים כיום באיכות ירודה למאגר דלתון או עם הפעלת קדוח ברעם 5 (מתוכנן במסגרת קידוחי הבצורת שמוזכרים לעיל).
- חברת מקורות תספק 70 מק"ש ממי מעיין עין זהב. עם חיבור קידוח חולה 11 למערכות הספקת המים, יוגדלו הכמויות המסופקות בהדרגה תוך מתן פיתרון למפעל נביעות ומעקב אחר השפעת ההזרמה על המורד, עד לשפיעתו המלאה של המעיין.
- רישיון ההפקה לשמורת החולה יכלול כמויות מים מהתעלה המערבית ומקידוחי עינן/שדה אליעזר בכמות משתנה בהתאם למצב ההידרולוגי ועונות השנה.
- מעיינות עין זיו, כברי וגעתון ישוחררו באופן מיידי לנחל.
- ממעיין חרדלית יוקצו לטבע 500 אלמ"ק (בתעריף שתקבע רשות המים) בשנים 2013, 2014. בשנת 2015 ישוחרר המעיין במלואו ואיחוזו יבוטל בהתאם לצרכי רט"ג.
- תשמר ההקצאה הנוכחית להזרמת מים לנחל כזיב. בנוסף, במקרה שיתברר כי ההפקה בקידוחים משפיעה על שפיכת המעיין, תובטח יכולת הספקה של כמות נוספת להזרמה בנחל.
- יתוכנן שימוש במי המעיינות במורד הזרימה באתרים ובמתכונות שיתואמו בין הצדדים.

שחרור מעיינות – המשמעות הינה להפסיק הפקת מי הנביעה בסמוך מאד למקור ולאפשר למי הנביעה לעבור בנחל או בחלקו.

העתקת נקודת תפיסת מעיינות – כיום קיימת מדיניות להעתיק את נקודות האחיזה ככל הניתן למורד הנחל ובכך לאפשר זרימת מים לאורך הנחל. היטל ההפקה עבור כל קוב מים יורד ככל שנקודת האחיזה נמצאת קרוב יותר למורד.

להלן טבלת הקצאות מים לשמורות טבע ומקווי מים, בהתאם להחלטת מועצת

הרשות הממשלתית למים ולביוב. הכמויות המפורטות מסופקות באופן פעיל

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com

תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



ומלאכותי (צינור). העתקת איחוזי מעיינות מהמעלה למורד, שחרור מעיינות ושיקום מפלסים לחידוש שפיעות הם כלים נוספים המופעלים על מנת להבטיח לטבע את כמויות המים הנדרשות לו באופן טבעי.

טבלה 1: הקצאות מים לטבע 2013 (אלמ"ק)

במסגרת התכנית להקצאה כוללת של 26 מלמ"ק ושל 5 מלמ"ק ב-2013

שם אתר	מס' רשיון נציבות	מס' צרכן מקורות	ספק המים	26 מלמ"ק	5 + 26 מלמ"ק
שמורת נחל עיון	722		מי יובל	480	480
שמורת החולה	286-1	52493	מקורות	6,800.0	6,800.0
שמורת החולה (עינן)	286-1	90145		5,000	5,000.0
מקורות הירקון	5642	14241	מקורות	8,600	10,500.0
עין בוקק			מקורות	300	300.0
שמורת נחל בצת	10287	90123	מקורות	500	500.0
שמורת נחל כזיב	10286	90134	מקורות	810	810.0
שמורת נחל עמוד (עין מירון)	10101	90101	מקורות	0.0	0.0
שמורת טבע מגרסה	10095	90076	מקורות	450	450.0
מעין סלוקיה (מי עדן)		90203	מקורות	90	90.0
עין זהב			מקורות	550	550.0
נחל קישון (מי מערכת)				2,420	3,320.0
רזרווה				0	2,000.0
סה"כ שפירים מערכת ארצית				26,000	31,000
עין אפק			מקורות	4,000	4,000.0
עין יזרעאל			א.מ. עמק חרוד	500	500.0
עין מלקוח			אפיקי מים	0.150	0.150
נחל קישון (קדוח)			מקורות	1,500	1,500.0
סה"כ מים טבעיים				6,150	6,150

(מסמך רשות המים, 2012)

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



טבלה 2: העתקת איחוזי המפיקים מהמעלה למורד

שנה	שם האתר	כמות מלמ"ק
2012	מקורות הירדן- נחל דן - מעיין ראשי	25
	עין נון	0.5
	עין גדי	1.5
	סה"כ שנת 2012	27
2013	נחל חרוד (עין עמל)	3
	עין השומר	0.5
	עין תאו	4
	נחל תבור - עין שחל	2
	כברי	3
	סה"כ נוסף שנת 2013	12.5
2014	בניאס	4.5
	מעיינות הדופן	6
	סה"כ נוסף שנת 2014	10.5

(מסמך רשות המים, 2012)

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 17 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro\HYDROLOG\Maim-Division\Management\Report\Final report\מסמך_תוכנית_אב_מים_לטבע\לטבע
 הגשה לדוח מסמך תוכנית אב מים לטבע
 27.11.2014.docx

מקבוצת קרן 27/11/14



טבלה 3: פרוט המעיינות האחוזים שישוחררו לזרימה לנחלים

שנה	שם האתר	כמות מלמ"ק	הערות והסברים
2012	מקורות הירדן- תל דן	4	שחרור מעיינות התל לטבע ומתן מענה חליפי למפיק
	עין זיו	4	מעייין משוחרר - ההפקה לא תחודש גם לאחר פתרון בעיית האיכות
	עין מירון	1	שחרור מלא.
	עינות חושניה	0.1	שחרור מלא
	פאחם	0.8	שחרור מלא
	עינות נחל דישון (עין אביב ואיברהים)	2	שחרור מלא
	געתון	2	שחרור מלא
	נחל ראש פינה	1	שחרור מלא
	מעייין רפאים	0.1	שחרור מלא
	עין בוקק	0.5	שחרור מלא
	סה"כ 2012	17.5	
2013	נחל קישון - עינות קיני	0.8	הסדרת חלופת קולחים ומי שיטפונות למפיקים הנוכחיים
	מעייין חרוד	2.5	הסדרת חלופת קולחים למפיק הנוכחי.
	ירדן דרומי	30.0	בכפוף לתוכנית מאושרת על ידי רשות המים (50% מי כנרת)
	נחל תבור עליון	0.4	הסדרת חלופת קולחים למפיק הנוכחי.
	נחל ראש פינה	0.8	
	נחלי מנשה – תנינים , עדה ועוד	1.6	שינוי סכרי ההטיה כך שספיקה ראשונה של 360 מק"ש בכל נחל תזרום למורד
סה"כ שנת 2013	36.1		

(מסמך רשות המים, 2012)

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 18 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה\דוח מסכם תוכנית אב_מים_לטבע \Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14 מקבוצת קרן



טבלה 4: תיאור ההקצאות הקיימות לשמורות ולנחלים, ותוכניות קיימות שאושרו

שם הנחל	הקצאות מים מאושרות	הערות
מקורות הירדן עד גשר הפקק	נחל דן, בניאס, חצבאני ועיון. נדרשת השלמה של תכנית נגר עילי	יש צורך לטפל בנחל סער ובמעיינות הדופן
ירדן הררי	יש הקצאה וחלוקת מים מול כפר הנשיא	
מורד הירדן- כנרת עד מפגש הירמוך		יש דרישה למינימום 3 מ"ק/שניה. אם זאת נכון להיום מוזרמים בירדן 30 מלמ"ש בלבד והספיקה הינה כ- 1 מ"ק / שניה.
צלמון		בשלבי הכנה
כזיב	יש הקצאות להזרמה מצינור מקורות בקטע עין זיו עד עין חרדלית.	812,000 ק"ב מים מסופקים בנוסף עין זיו משוחרר לטבע עין חרדלית 500 ק"ב שעה עכשיו ובמלאו ב- 2014
געתון		יש הסכמות לשחרור חלק ממעיינות הגעתון. יבוצע במסגרת הסכם ההבנות שגובש
נעמן	יש הקצאות מים מרשות המים לקליחה טבעית ממעיינות אפק, ולזרימה טבעית בנחל. יש הקצאה למים בשמורת כרי נעמן.	תוכנית אב שלב א' ושלב ב' אושרה בשנת 2002 תוכנית המים לנחל הנעמן בתהליך ביצוע- יקח כשנה עד לסיומה (לבקש את התוכנית מאבי אוזן)
קישון		כיום יש כמויות עקרוניות חלקיות עם השותפים מהאזור לגבי שלושה מעיינות ושלושה קידוחים, ותכנית מים לקראת אישור ברשות המים.
ציפורי		הוכנה תוכנית מים עקרונית, שמקודמת מול נציבות המים.
חרוד תבור	יש הקצאות מים לשטח השמורה ממעיינות שחל ושאר מעיינות הנחל עד כביש	דגש!!; התאמה של מתקני הטייה של עיינות קישון ומאגרי גזית לשיטפונות בלבד
תבור חרוד	בשלב ראשון: 60 מק"ש – שחרור ממעיינות לנחל (עין יזרעאל), 400 מק"ש במורד. 140 מק"ש ישוחררו לנחל מבארות האגודה ליד גדעונה. לא עדכני	תוכנית מים כללית אושרה על ידי רשות המים. נמצאת בתהליך תכנון ביצוע (מעלה בביצוע מורד בתכנון).
חדרה		הוכנה תוכנית מים כללית לקטע מכביש 2 ועד נחל חביבה כולל. לא מכיר, בימים אלו נחתם הסכם לתכנון של תכנית מים לכל נחל חדרה
אלכסנדר	יש הקצאות מים באיכות ענבר לנחלים	הוכנה תכנית מים כללית. הסתיים פיילוט אגנים ירוקים בצמוד למט"ש יד חנה. לא עדכני. יש ניתוח חלופות של DHV שנעשה מטעם עמותת צלול. על בסיס הניתוח הזה יצא TOR לכתיבה של תכנית מים לנחל. מכיוון שתנאי הכרחי לכל הזרמה של מים לנחל הוא טיפול בנחל שכם, הנושא די תקוע.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com

תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



שם הנחל	הקצאות מים מאושרות	הערות
ירקון	400 מק"ש מים שפירים בקטע העליון קולחי שני מט"שים – כפ"ס/הוד השרון ורמת השרון.	850 מק"ש שפירים עד מפגש נחל קנה, משם מצטרף מט"ס כפ"ס-הוד השרון אחרי WETLAND. במורד בית העלמין ירקון מצטרף מט"ש רמת השרון.
שורק		קיימות תוכניות עקרוניות לאורך הנחל אין תכנית מים על פי מה שאנו מכירים. אולם עקרונית התכנון מוסכמים.
שקמה		הוכנה תכנית מים כללית לקטע מאגר שקמה (מקורות). לא מכיר
תנינים	יש הקצאות מים מרשות המים לנחל.	קיימת הסכמה עקרונית בנוגע לכמויות להזרמה בנחלי מנשה. ומהסכר הרומי מערבה עד לשפך לים.

טבלה 5: הקצאות קיימות במקווי המים הלחים שבתוכנית הנוכחית

מספר מעיין	שם המעיין	הקצאה קיימת
48610	בוקק	שחרור מלא. 0.5 מלמ"ק ב- 2012
30527	דישון	שחרור מלא - 2 מלמ"ק מעיינות נחל אביב ודישון
30310	דן (תל אל קדי)	0.48 מלמ"ק - שמורת נחל עיון
2250	זיו	מעיין משוחרר - ההפקה לא תחודש גם לאחר פתרון בעיית האיכות. 4 מלמ"ק ב- 2012
31425	חושניה	שחרור מלא - 0.1 מלמ"ק ב- 2012
31251	ליד עין מירון	שחרור מלא. בשנת 2011 הוקצו כ- 500 אלמ"ק ממי המעיין לטבע. בשנת 2012 ישוחרר המעיין שחרור מלא וההקצאה תופנה לאתרים אחרים. 1 מלמ"ק ב- 2012
4235	מבוע (געתון)	שחרור מלא - 2 מלמ"ק ב- 2012
30685	עינות ראש פינה, סיכום	שחרור מלא - 1 מלמ"ק
30430	עינן	6 מלמ"ק הקצאה לשמורת החולה
8309	שולמית (מנשה)	נחלי מנשה - 1.6-2.5 מלמ"ק ב- 2012

לגישתה של רשות הטבע והגנים צרכן הטבע אמור לחלוק במשאב המים עם יתר הצרכנים במשק המים, אולם הטבע זקוק למים בדרך של קליחה טבעית ובכך נבדל מיתר הצרכנים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



רשות הטבע והגנים שואפת לטפל בנושא הקצאות המים לטבע ברמה מאזנית במסגרתה יוחלט על מקורות ונביעות שישוחררו לטבע (כיום מדובר על היקף של כ- 70-80 מלמ"ק) ובמקביל יוקצו מספר מקורות ונביעות לשימוש הצרכנים הביתיים והחקלאיים (כ- 200-250 מלמ"ק) ביניהם מקורות ירקון, גליל מערבי, אגני הכורדני והנעמן.

1.2.2 סקירה כללית של מצב מספר נחלים מרכזיים לדוגמא

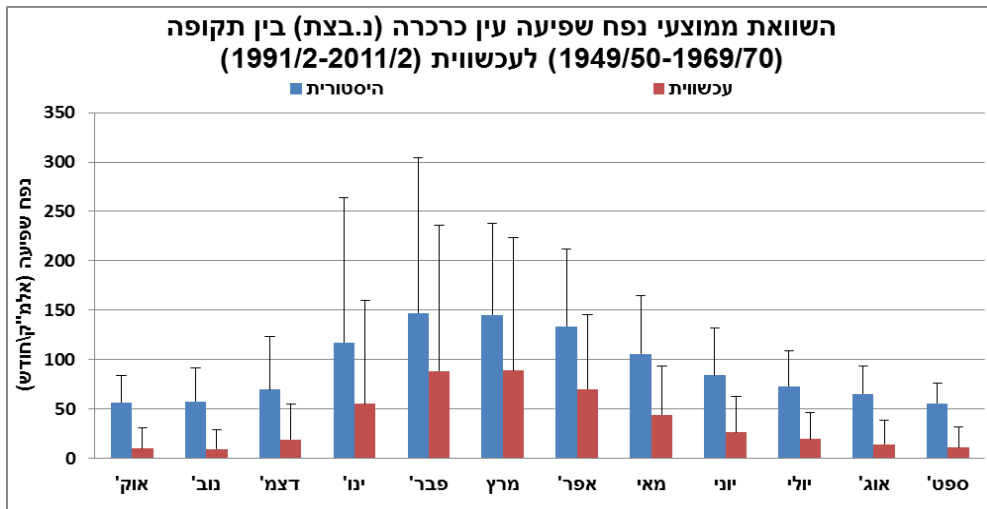
1.2.2.1 נחל אלכסנדר – ראש אגן ההיקוות של נחל אלכסנדר מתחיל בהרי השומרון ומוצאו בים התיכון ברצועת החוף בין המושבים מכמורת ובית ינאי. הנחל מנקז בעיקר את הרי השומרון מאזור שכם וכן חלק משפלת החוף. חלקו המעלי של הנחל סובל מזיהום ממקורות רבים שעיקרם בשטחי הרשות הפלסטינית באזור שכם. עיקר הזיהום המוזרם בחלקו המעלי של הנחל מחלחל לקרקע. קיימת תוכנית מים מוצעת של חברת DHV.

1.2.2.2 נחל בצת – אגן ההיקוות של נחל בצת הינו הצפוני ביותר מבין האגנים הנשפכים לים התיכון בגבולות מדינת ישראל. הנחל הינו איתן עם זרימת בסיס מעין כרכרה, אליה מצטרפים מהלכי גאות בארועי גשם שטפוניים. בעשרים השנים האחרונות חלה פחיתה של כ- 30% בשפיעת המעיין, וזאת על אף יציבות בעובי המשקעים בין השנים 1950-2000. פחיתה זו מיוחסת לשאיבה במעלה המעיין באזור היישוב שומרה, אשר החלה להפיק מים במהלך שנות ה- 80 של המאה הקודמת והפיקה בשנות ה- 90 מעל לשני מלמ"ק (טל וגבעתי, 2005).



איור 1 - השוואת ממוצעי נפח שפיעה עין כרכרה (נ.בצת) בין תקופה (1949/50-1969/70)

לעכשווית (1991/2-2011/2)

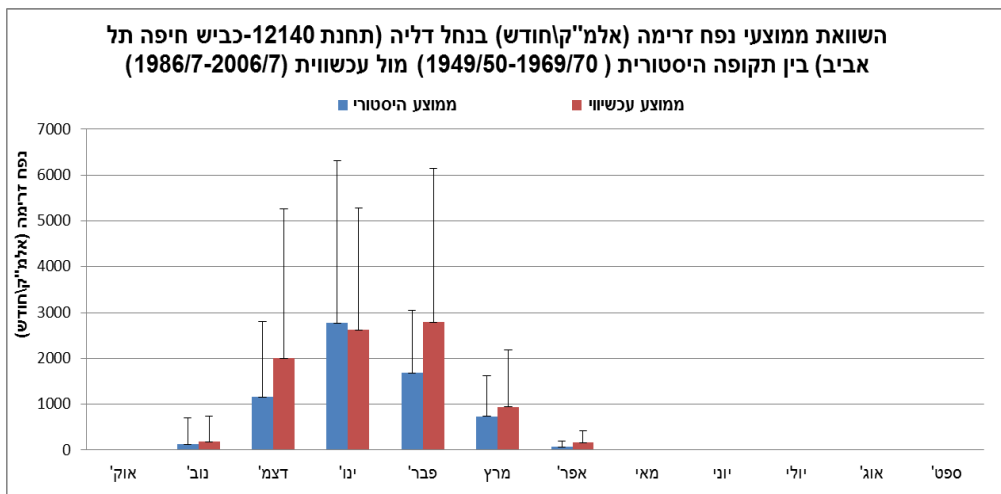


1.2.2.3 נחל דליה – אגן נחל דליה הינו בינוני בגודלו וצורתו מאורכת. האגן משתפל ממזרח למערב בין אגן ניקוז נחל מערות מצפון ואגן ניקוז נחל תנינים מדרום. הזרימה בנחל דליה וביובוליו נובעת בסך הכל מ- 11 מעיינות (שאינם מנוטרים על ידי השרות ההידרולוגי או רטי'ג) שחלקם נובעים לאורך כל השנה אך שפיעתם אינה גבוהה דיה ליצירת זרימת בסיס. כיום אין הזרמת קולחים בנחל. להלן מצורפים הידרוגרפים עכשוויים והיסטוריים משתי תחנות המדידה הממוקמות לאורכו של הנחל.

איור 2 – השוואת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) בתחנה הידרומטרית מס' 12140

(כביש חיפה-ת"א) ב-נ. דליה בין תקופה היסטורית (1949/50-1969/70) לעכשווית

(1986/7-2006/7)

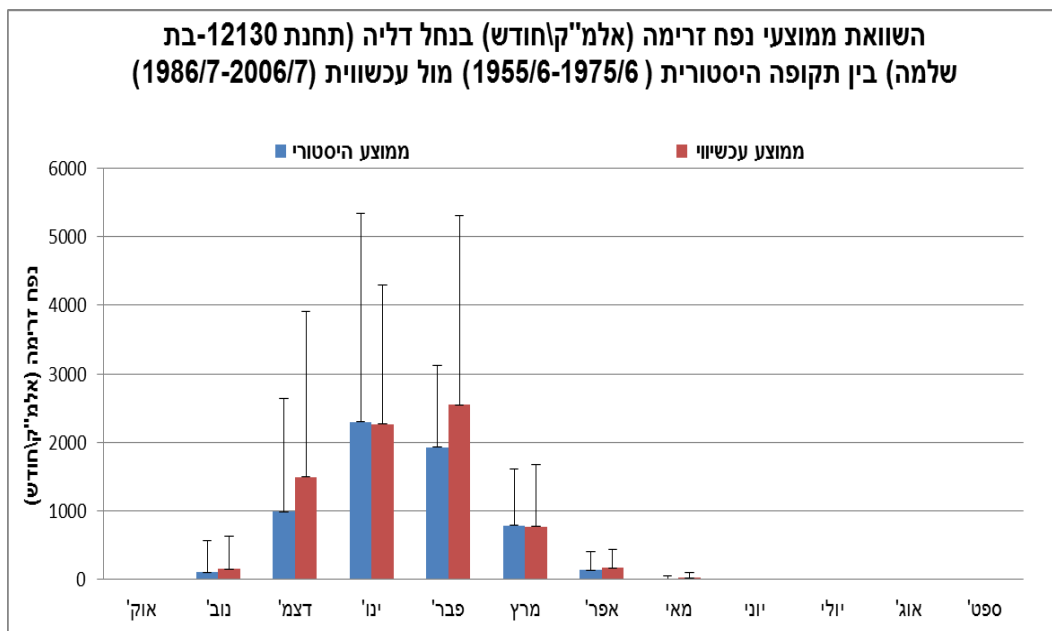


תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



איור 3 – השוואת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) בתחנה הידרומטרית מס' 12130

(בת שלמה) ב-נ. דליה בין תקופה היסטורית (1955/6-1975/6) לעכשווית (1986/7-2006/7)



1.2.2.4 נחל חדרה – נחל חדרה הוא אחד מנחלי מישור החוף לאורכם נמצאים מקורות

זיהום והפרעות מגע ידי אדם. עד לפני חמש שנים זרם בו ביוב גולמי שמקורו בשטחי יהודה ושומרון. לאחר שידרוג מט"ש עין שמר 2009-10 פחת נפח מי הקולחים המוזרם לנחל בכמעט 50%. נפח הזרימה השנתי אשר נמדד בשנת 2010-11 עמד על 10.8 מלמ"ק. כיום הזרימות בנחל מקורן בנביעות ועודפי מט"שים.

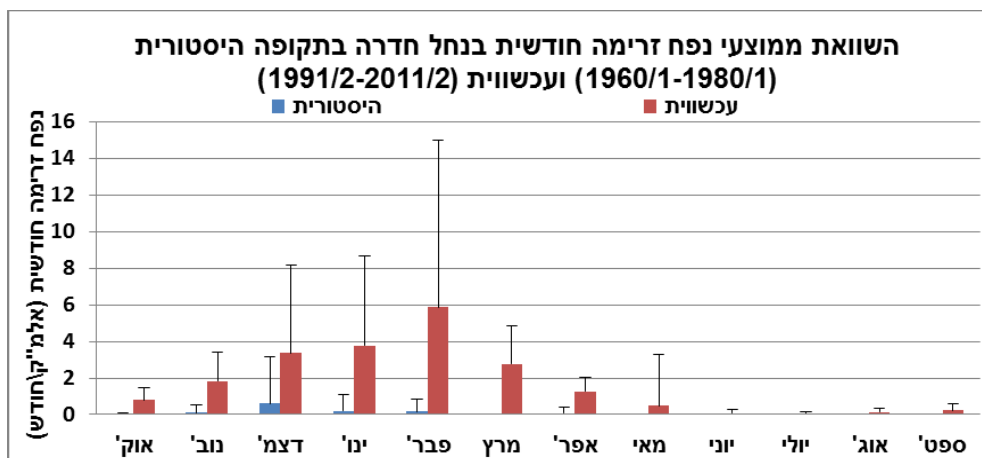
לאורכו של נחל חדרה ממוקמים חמישה מט"שים:

- מפעלי נייר חדרה – מזרימים את הקולחים המטופלים שלהם למורד נחל חדרה.
- מט"ש חדרה – מעביר את הקולחים לחברת מקורות להשקיה.
- מט"ש גן שמואל – הקולחים מועברים להשקיה חקלאית.
- מט"ש בקעה-גית – מט"ש חדש מזרים לרוב להשקיה חקלאית, ריכוז המליחות בקולחי המט"ש גבוה ולכן לעיתים מופנים הקולחים לנחל.
- מט"ש עירון – מעביר את הקולחים להשקיה חקלאית.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com

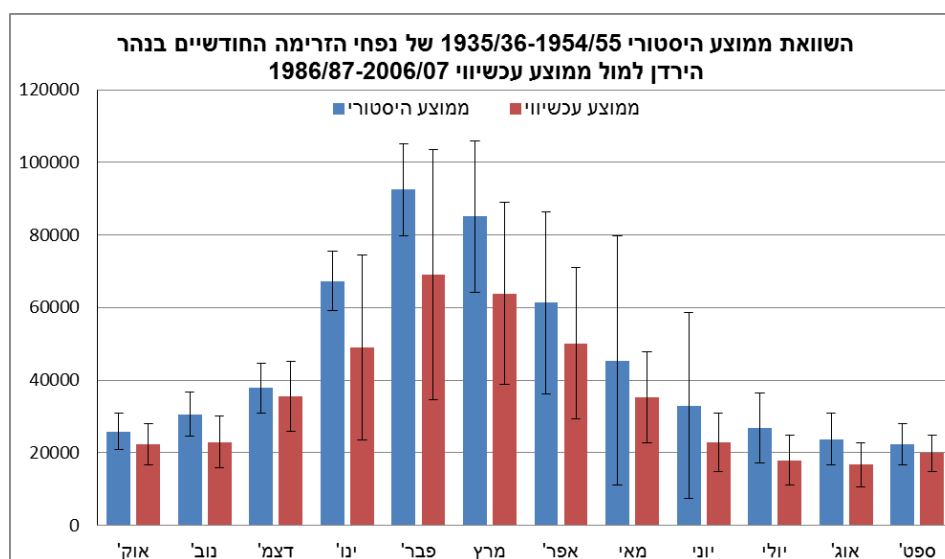


איור 4 – השוואת ממוצעי נפח הזרימה החודשיים בנחל חדרה בתקופה היסטורית (1960/1-) לשוואת ממוצעי זרימה חודשית בנחל חדרה בתקופה העכשווית (1991/2-2011/2) (1980/1)



1.2.2.5 ירדן (מקטע הירדן ההררי) – עקב פעולות ייבוש אגם וביצת החולה, חלו שינויים
בנפחי המים אשר זרמו בירדן החל מאמצע שנות החמישים. להלן מצורפים
ממוצעי נפחים חודשיים היסטוריים ועכשוויים.

איור 5 – ממוצע נפחים חודשי היסטורי מול עכשווי במקטע הירדן ההררי



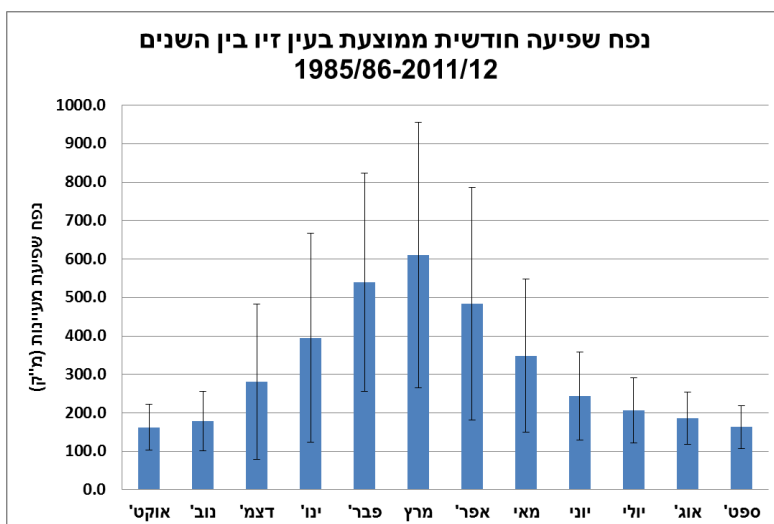
1.2.2.6 נחל כזיב - עינות זיו חרדלית וטמיר מזינים את נחל כזיב (מקטעו התיכון).
 שפיעתם לא נפגעה או הופרעה בעקבות שאיבות מים מן האקוויפר באזור. יחד עם זאת ידוע כי החל משנות החמישים של המאה העשרים נצרכו מרבית מי מעיין זיו לאחר נביעתם לצורכי שתייה. כיום אין הזרמת קולחים בנחל, עם זאת ידוע כי

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com

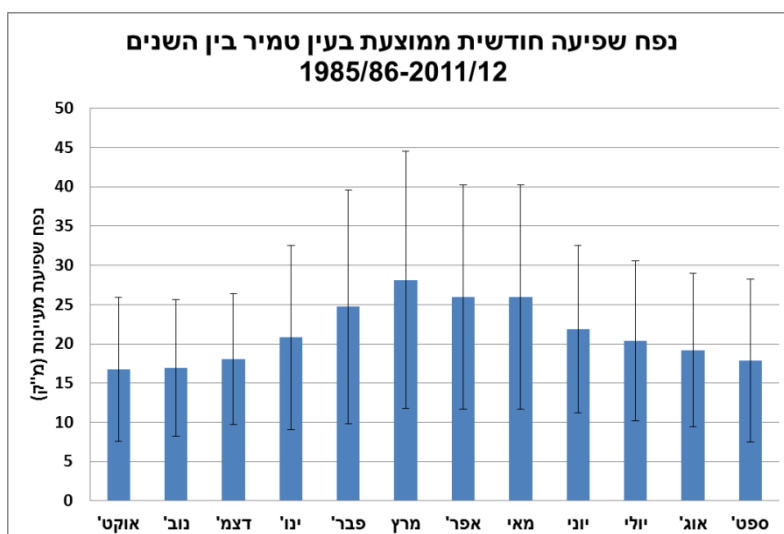


עודפי הקולחים במתקנים אשר ברכס המירון גלשו וחדרו לאקוויפר וגרמו לירידה באיכות מי המעיינות ובפסילת המים לאספקת מי שתיה. עקב כך שוחררו המעיינות לזרימה בנחל.

איור 6 – נפחי שפיעה חודשית ממוצעת בעין זיו



איור 7 – נפחי שפיעה חודשית ממוצעת בעין טמיר



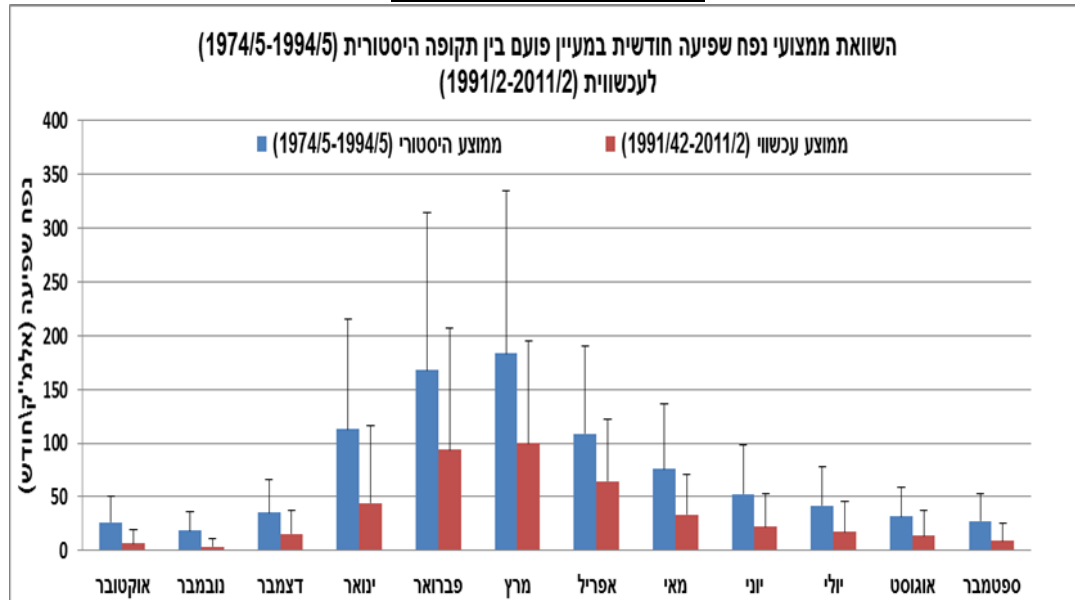
1.2.2.7 נחל עמוד – אגן ההיקוות של נחל עמוד מנקז את גוש הרי מירון ואת המפנים המערביים והדרומיים שעל ההרים הסובבים את צפת. במעלה, הנחל איתן ומימיו נובעים ממספר מעיינות ראשיים ובהם: מירון, יקים, תרון ופועם. בחלקו התחתון, הנחל אכזב ומימיו נובעים מעיין עמוד מאירועי גשם שטפוניים באגן

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



ההיקוות. שפיעת המעיינות דועכת עם הזמן, אף על פי שהדבר איננו בולט לעין בהידרוגרף של הנחל שמתבסס על תחנה הידרומטרית שממוקמת במורד הנחל.

איור 8 – השוואת ממוצעי שפיעה חודשית של מעיין פועם בתקופה היסטורית (1974/5-1994/5) ועכשווית (1991/2-2011/2)



מדידות התחנה ההידרומטרית מייצגות את מקטעו התחתון של נחל עמוד ובכלל זה את עיין עמוד ואת הזרימות השטפוניות, בעוד שהמים שנובעים בחלקו העליון (יקים, תרון, מירון ופועם) אינם זורמים לכל אורכו והתחנה אינה מודדת אותם. מעיינות מירון ופועם הם העיקריים באגן ההיקוות. בשנים האחרונות מימיו של עין מירון נתפסו לצורך שימוש אנתרופוגני, אך בשנים האחרונות חלק מנפח זה משוחרר אל הנחל בכדי לשמר את בית הגידול הקיים (געגועים לנחל, דו"ח חלה"ט).

1.2.2.8 נחל ציפורי – נחל ציפורי הינו נחל איתן המוזן ממספר מעיינות הממוקמים

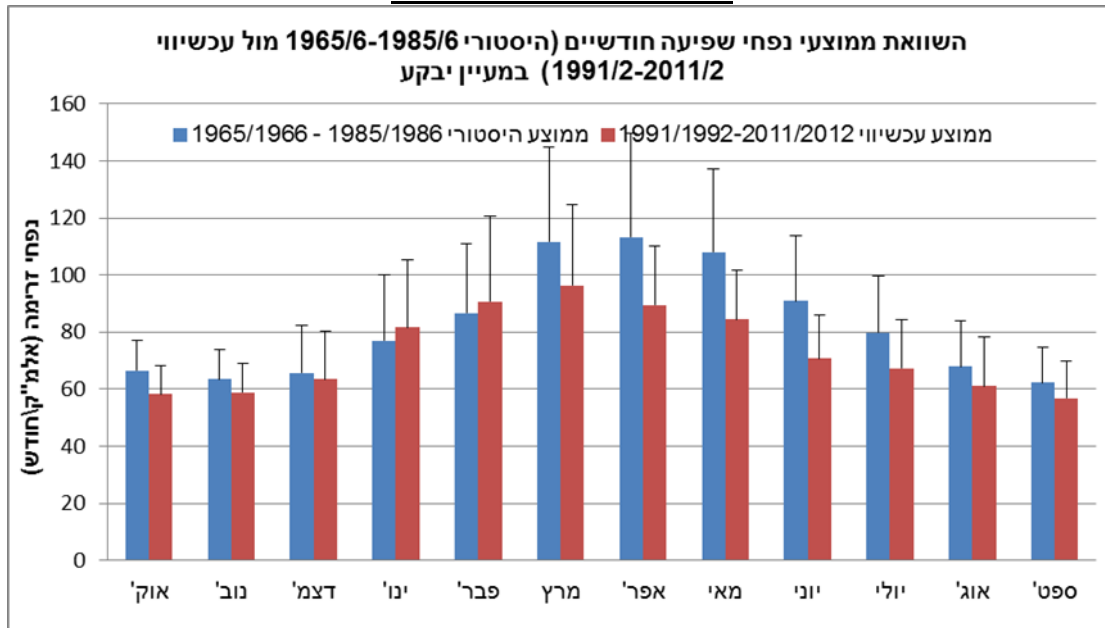
בגאיות שונים באגן ההיקוות. מקור מעיין ציפורי בבריכה מתחת למבנה הנמצא במקום. שנים רבות המים נשאבו מכאן לנצרת באופן אקטיבי. מהברכה נבנו תעלות תת קרקעיות המובילות לשוחה ולתעלה הגלויה (קסטל); השוחה משמשת לצורכי השקייה).

- בחורף אין שימוש במים והם עולים בשוחה וזורמים לאורך הכביש לציפורי. לא ניתן למדוד בשוחה כף שהמדידה נעשית במקביל לכביש. הזרימה בתעלה (קסטל) גוברת.

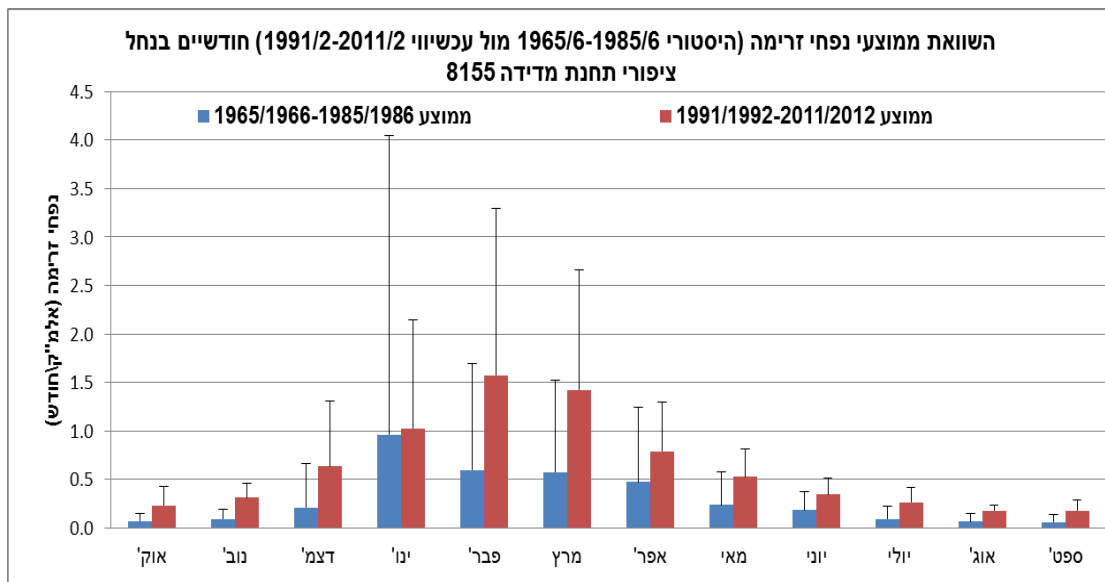


- בקיץ המים בשוחה יורדים בשל צריכתם עבור השקיית בוסתן. הזרימה בתעלה יורדת.
מעין ציפורי נוצל ותופעל במשך מאות שנים. השינויים שחלו בעשורים האחרונים אינם מאפשרים השוואה בין תקופה היסטורית לתקופה עכשווית.

איור 9 – ממוצעי נפחי שפיעה חודשיים במעיין יבקע בתקופות היסטורית ועכשווית (-1965/6 1985/6 למול 1991/2-2011/2)



איור 10 - השוואת ממוצעי נפחי זרימה חודשיים בנחל ציפורי כפי שנמדדו בתחנת מדידה הידרומטרית 8155 בתקופות שונות (היסטורית-1965/6-1985/6 מול עכשווית 1991/2-2011/2)

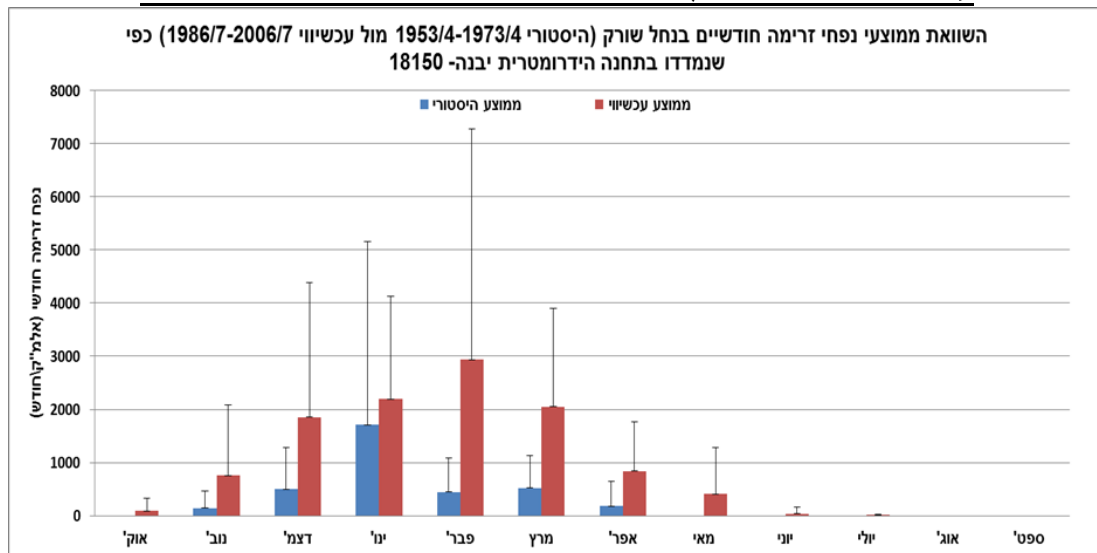


תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



1.2.2.9 נחל שורק (שפך) – נחל שורק חולק במסגרת תכנית האב לשני אתרי שיקום שונים. הראשון- נחל שורק עליון, בעבר היה מוזן מקטע נחל זה בזרימות בסיס שמקורם במעיינות ההר רק לעתים רחוקות ועל כן נחשב כנחל שיטפוני. בעשרות השנים האחרונות מזרים מט"ש ירושלים קולחים לנחל בצורה תדירה ובנפח של מספר מלמ"ק לשנה (ראה טבלת נתונים ממט"ש ירושלים- שנת 2011 להלן). הזרמת קולחים זו גרמה לשינוי באקולוגיית הנחל ובמשטר הזרימה של הנחל. מקטע הנחל השני בנחל שורק, נקרא נחל שורק תחתון, משטר הזרימה הטבעי במקטע זה הוא שטפוני. אמנם בעקבות הזרמות הקולחים בעשרות השנים האחרונות גם כאן נצפתה תופעת שינוי במשטר הזרימה ההיסטורי של הנחל, כפי שמוצג להלן בהידרוגרף ממוצע עכשווי והידרוגרף ממוצע היסטורי (על פי תחנה הידרומטרית הממוקמת בשפך נחל).

איור 11 – השוואת ממוצעי נפחי זרימה חודשיים בנחל שורק (היסטורי 1953/4-1973/4 מול עכשווי 1986/7-2006/7) כפי שנמדדו בתחנה הידרומטרית יבנה- 18150



טבלה 6: טבלת ניטור רציף חודשי

תאריך	ניטור רציף (ממוצע יומי)	חודשי
ינואר	82,778	2,566,106
פברואר	82,176	2,300,932
מרץ	82,460	2,556,261
אפריל	78,639	2,359,172
מאי	75,753	2,348,358

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



תאריך	ניטור רציף (ממוצע יומי)	חודשי
יוני	76,660	2,299,799
יולי	76,958	2,385,683
אוגוסט	74,429	2,307,293
ספטמבר	77,523	2,325,702
אוקטובר	76,201	2,362,230
נובמבר	80,991	2,429,725
דצמבר	79,817	2,474,321
ממוצע	78,699	2,392,965
מקסימום	82,778	2,566,106
מינימום	74,429	2,299,799
סה"כ		28,715,582

1.2.3 הגורמים המעורבים ותחומי אחריותם

הגדרת הצרכים - צרכי הטבע למים מוגדרים כיום ע"י הגופים הציבוריים המוסמכים (המשרד להגנת הסביבה, רט"ג ואחרים). גופים אלה מציגים את דרישותיהם בפני רשות המים, אשר הרשות פועלת לספקן תוך התחשבות במשק המים וביתר הצרכנים. החלטות הרשות המים בנושא הקצאת המים לטבע הן המשפיעות העיקריות בפועל על כמות ואיכות המים לטבע (רשיונות הפקה לצרכנים פרטיים ומקורות, היתרי הזרמה לנחל, נקודות שאיבה מהנחל ועוד), וזאת לצד גורמים טבעיים שאינם נשלטים על ידי האדם אך בעלי השפעה ניכרת (כדוגמת מילוי חוזר טבעי לאקוויפר). במסגרת חלוקת התפקידים, מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה ו/או נציגו, אמונים על ייצוג מדיניות סביבתית כללים ובכלל זה מים לטבע בפורומים של מועצת המים.

דיונים מקצועיים שמתקיימים בראשות המים (ועדת שיפוט תוכניות פיתוח של מקורות, ועדת תפעול, ועדת קידוחים, מים עיליים וועדות היגוי של תוכניות אזוריות). נוסף על כך, נציגי רט"ג, משתתפים בדיונים המקצועיים ברשות המים של ועדת שיפוט תוכניות פיתוח של מקורות, ועדת תפעול, ועדת קידוחים, מים עיליים וועדות היגוי של תוכניות אזוריות. בדיונים המקצועיים דעתם נשמעת (אם כי לא קובעת) כחלק מתהליך קבלת ההחלטות הפנימי.

האחריות לניהול משאבי המים וכלל משק המים נתונה תחת סמכותה של רשות המים ואילו המשרד להגנת הסביבה מופקד על שיקום הנחלים ומניעת זיהום מים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



בפועל, העבודות בערוצי הנחלים מבוצעות בידי רשויות נחלים או רשויות הניקוז הכפופות לשר החקלאות אך קיבלו סמכויות לביצוע תפקידיהן מהשר להגנת הסביבה.

האגף לאיכות מים, שפכים ונחלים במשרד להגנת הסביבה :

האגף אחראי על 4 תחומים :

1.2.3.1 טיפול בשפכים סניטריים - במסגרת זו ניתנות הרשאות הזרמה לנחל

1.2.3.2 מניעת זיהום נחלים - ניטור מול רט"ג של מאגרים ומט"שים פעם בשנה

1.2.3.3 ניטור נחלים פעמיים בשנה.

1.2.3.4 שיקום נחלים- יזום עבודות בפועל לשיקום נחלים, במסגרת זו קיים שיתוף פעולה מול רשויות הנחל השונות (קישון, ירקון ובאר שבע), רשות הטבע והגנים ורשויות הניקוז.

שיקום נחלים- תוכניות לשיקום נחלים מתוכננות ומבוצעות במסגרת צוותי העבודה של מנהלת הנחלים הארצית הכוללים נציגים מרשות המים, רט"ג, רשות שמורות הטבע, משרד החקלאות, רשות הניקוז המקומית, רשות הנחל, קק"ל, החברה להגנת הטבע, בעלי עניין וגופים סביבתיים (ראה איור 12). בתום ההכנה התוכנית מובאת לאישור בועדת התכנון והבניה המחוזית וניתן לה תוקף חוקי.

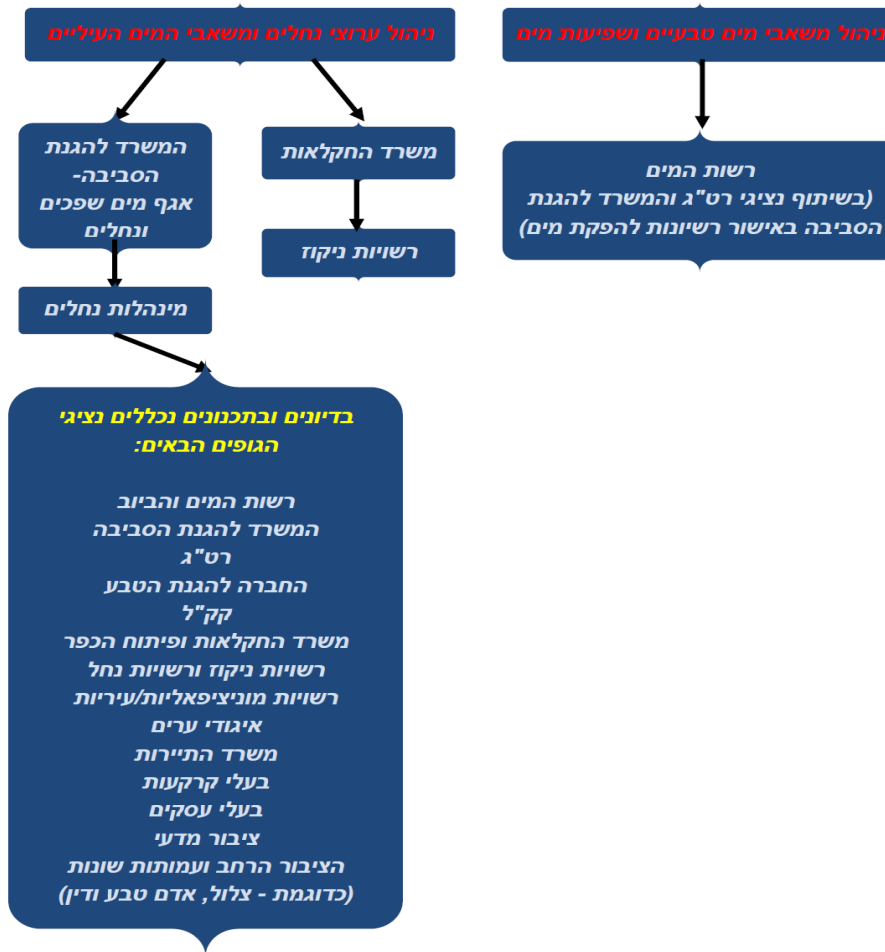
תוכנית שיקום נחל כוללת התייחסות לנושאים הבאים :

1. אופיו של הנחל
2. מקורות המים
3. דרכים ושבילים
4. פנאי ונופש
5. שיקום אקולוגי

המימון העיקרי של תוכניות לשיקום נחלים נעשה ע"י : קק"ל, המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות – רשויות הניקוז, משרד התיירות.



איור 12: הגופים האחראים והשותפים בשיקום ושימור נחלים בישראל



1.2.4 אופן בקשה להקצאת מים – תהליך קיים

צרכי המים עבור שמורת טבע, גנים לאומיים ו/או כל מקווה מים לח במדינת ישראל מיוצגים כיום ע"י רשות הטבע והגנים הקובעת את צרכי בית הגידול על סמך עבודות מקצועיות ומייצגת את אותם הצרכים מול רשות המים. על פי חוק המים, מעבירה רשות המים לועדת כלכלה של הכנסת הודעה בדבר כמות המים הכוללת שהוחלט להעביר באותה השנה לצרכי הטבע. סעיף 6 (תיקון 6) לחוק המים, 1959, קובע בין היתר את מטרות המים, תוקן בשנת 2004 כך שישנה הסדרה של "זכות הטבע למים" דהיינו מטרה של שמירה ושיקום של ערכי טבע ונוף, לרבות מעיינות, נחלים ומקווי מים לחים.



איור 13: חוק המים

חוק המים (תיקון מס' 19), התשס"ד-2004*	
תיקון מס' 6 1. בחוק המים, התשי"ט-1959 ⁽¹⁾ (להלן - החוק העיקרי), בסעיף 6, אחרי פסקה (5) יבוא:	
" (6) שמירה ושיקום של ערכי טבע ונוף, לרבות מעיינות, נחלים ומקווי מים לחים (בחוק זה - ערכי טבע ונוף)."	
הוספת סעיף 150א2. בפרק רביעי לחוק העיקרי, בסימן ד', אחרי סעיף 150 יבוא:	
150א. נציב המים ימסור לועדת הכלכלה של הכנסת, עד ה-1 במאי של כל שנה, הודעה בדבר נמות המים שהחולט להקצות במהלך אותה שנה למטרה של ערכי טבע ונוף, לפי סעיף 6(6); חל במהלך השנה שינוי בכמות המים המוקצית למטרה האמורה - ימסור נציב המים הודעה גם על השינוי."	"דיווח על הקצאת מים לערכי טבע ונוף
אריאל שרון ראש הממשלה	משה קצב נשיא המדינה
ישראל כ"ץ שר החקלאות ופיתוח הכפר	ראובן ריבלין יושב ראש הכנסת

כאמור, חוק המים מגדיר ומעגן את הטבע כצרכן מן המניין, על מנת לאפשר ישום החוק ובמטרה לאפשר את זכות הטבע למים במסגרת מעוגנת ומחייבת בהתאם לחוק המים כמפורט לעיל, נוסחה ע"י רשות המים ורטי"ג הצעה לכללים ולנהלים לקבלת הקצבת המים לטבע והוצאת רישוי בהתאם.

- יש להבהיר כי קיימת חלוקה לשני סוגי מים: מים מסופקים ומים משוחררים.
- מים מסופקים – מים שמוזרמים באופן מלאכותי בהתאם להקצאות מוסכמות בין רשות המים ורטי"ג.
 - מים משוחררים - מים שאין להם הקצאה והם משוחררים באופן טבעי לסביבה. מוסכם כי מקורות מים טבעיים בשמורות הטבע שייכים לטבע.

כל יזם/גוף המעוניין לתפוס מים באזור מסוים, נדרש להגיש אל רשות המים בקשה להקצאת מים (בקשה למכון מים או בקשה לקדיחה). הבקשה נידונה בועדה המאשרת את הקצאות המים, בה חברים גם נציגי רטי"ג ונדרשת התייחסותם. כאשר מדובר בתפיסת מים בשטחים פתוחים שאינם שמורות טבע, אך יש בהם ערכי טבע ורטי"ג מעוניינת לשמר אותם. נציגי רטי"ג יכולים להתנגד לבקשה ובמידה ותאושר בועדה, אזי נדחית הבקשה לתפיסת המים וההליך נרשם בפרוטוקול הועדה, כך שמקור המים מוגדר רשמית כ"מקור מים לטבע". רטי"ג אינה מגישה בקשות להקצאת כל מקור מים טבעי עבור הטבע, אלא רק כאשר מקור המים מאוים ניתנת התייחסות של רטי"ג.



לאור האמור לעיל, נוסח נוהל במטרה להסדיר את הליך קבלת הקצאת מים לטבע. במסגרת הנוהל, קיימים כלים לבקרה ושליטה על כמויות ואיכויות המים המסופקות לצרכי שמירת הטבע בצורות שונות. נכון להיום הנוהל נמצא בבחינת הלשכה המשפטית של רשות המים וטרם אושר רשמית, עם זאת המידע הכלול בנוהל אשר נמצא בהליכי אישור מוצג לגורמים ברשות המים ע"י רט"ג.

רשות המים בשיתוף עם רשות הטבע והגנים ניסחו מסמך המתאר הליך מוצע להסדרת הגשת בקשה להקצאת מים לצרכי טבע ונוף:

1. בקשה להקצאת מים לצרכי שמירת טבע ונוף תוגש על ידי רשות הטבע והגנים לאגף לניהול צריכה ברשות המים (חטיבת אסדרה).
2. הבקשה להקצאת מים תהיה לכל מקווה מים לח בנפרד (יש אפשרות למספר מקורות מים למקווה מים).
3. הבקשה תועלה לדיון במסגרת הוועדה למים עיליים ברשות המים.
4. לאחר סיום דיון בכל הבקשות תובא המלצה למנהל הרשות באשר להקצאות מים לטבע ונוף.
5. המלצת הוועדה מאושרת על ידי מנהל הרשות תשמש כבסיס להקצאות המים השנתיות לערכי טבע ונוף.
6. לכל צרכן מים לטבע ולנוף יונפק בתחילת השנה רשיון הפקה/אספקה, כאשר מקווי מים לחים יוגדרו כצרכני משנה.
7. עבור כל מקווה מים וכל מקור המים יצוין ברשיון הפקה/אספקה אופן אספקת המים בכפוף לתרשים הזרימה לקביעת תעריף אספקת מים לטבע.
8. הקצאת המים השנתית תצוין ברשיון הפקה/אספקה בהתאם לאופן אספקת המים (סעיף 7 לעיל):
 - 8.1 במקרה של מים מסופקים - תצוין ברשיון כמות שנתית לאספקת המים מספק שנקבע (מקורות/ספק פרטי) עבור כל מקווה מים;
 - 8.2 במקרה של השארת זרימה טבעית – יצוין ברשיון ספיקת המים המינימלית הדרושה לקיום בית הגידול וספיקת המים הממוצעת.
 - 8.3 במידה ויש צרכנים נוספים של המקור המים הנקוב ברשיון ההפקה, יצוין בתנאים מיוחדים הסדר חלוקה והמתקנים הנדרשים לקיום החלוקה האמורה.
 - 8.4 במידה ובית הגידול הנו הצרכן היחיד של מקור מים מסוים, יצוין בתנאים המיוחדים אופן השמירה על כמות המים הדרושה לקיומו בהקשר לצרכנים עתידיים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



9. בכל מקרה יצוין ברשיון אם ישנה צריכת מים במורד בית הגידול הלח או באם קיימת גריעת המים מהמאזן.
10. פיקוח ואכיפה – בכל מקרה של פגיעה פיסית במקור המים או פגיעה באיכות המים, יובא הנושא לידיעה וטיפול של רשות המים בהתאם לחוק המים.
11. ההקצאה תובא לאישור מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה ומנכ"ל רט"ג.

רשות הטבע והגנים חברה בועדת קידוחים ובעדת מים עיליים המתקיימות ברשות המים בנוכחות השרות ההידרולוגי, חברת מקורות, אנשי תכנון, תפעול והקצאות. בועדות אלה מגיבה רט"ג על בקשות של חברת מקורות או של יזמים פרטיים לביצוע קידוחים חדשים, מאגרים וכו'.



2. מטרות תוכנית האב והרכב פורום היגוי ותכנון התוכנית

2.1 מרכזיות תוכנית האב לאספקת מים טבע

- עדכון ופרוט העקרונות המנחים לקביעת כמות ואיכות המים הנדרשת להבטחת הקיימות האקולוגית תלוית המים.
- הגדרה של צרכי המים לטבע ברמת "הצרכן הבודד" (כ- 200 אתרים רשומים; טבע – בית הגידול הלח) שתאפשר להגדיר את הצרכים ברמה מקומית, האזורית וברמה הארצית כתלות במצב משק המים.
- תוכנית שתשלב צרכי המים לטבע ותסייע בגיבוש תוכנית האב לטווח ארוך של משק המים הלאומי ותוכניות אזוריות.
- המלצה על כללים, תקנות ומנגנונים להסדרת הביקושים למים לצרכי שמירת טבע ונוף.
- אפשרות ניתוח, במערכת דינאמית, תוספת של אתרים בעתיד שתפעל על פי הכללים והעקרונות שיבחנו במסגרת תוכנית זו והשפעתם על משק המים.

2.2 צוות העבודה

תוכנית האב "מים לטבע" נערכת בשיתוף פעולה של צוות היגוי בין משרדי- הכולל גופים ממשלתיים (רשות המים, רשות הטבע והגנים, המשרד להגנת הסביבה) וצוות תכנון (דר' שריג גפני, חב' תהל וחב' אביב AMCG). כמו כן בוצעו מספר דיונים ציבוריים במהלך גיבוש התוכנית, בהרכבים רחבים ובהרכבים מקצועיים מצומצמים.

2.2.1 גופים ממשלתיים

רשות המים אגף תכנון - מיקי זיידה
המשרד להגנת הסביבה אגף מים נחלים - אלון זס"ק ואייל יפה
רשות הטבע והגנים - ניסים קשת, אבי אוזן ודנה מילשטיין
משרד האנרגיה והמים - ד"ר אביטל דרור אהרה

2.3 צוות מתכנן

ד"ר שריג גפני המכללה האקדמית רופין, אקולוג התוכנית.

חברת תהל:

ניצן פרי – ניהול התוכנית.
ד"ר סבטלנה לומלסקי – איפיון והקמת מערכת קבלת החלטות.
ד"ר אפרת פרבר – עריכת דו"ח סופי.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



יונתן שביט – הידרולוגיה של מים עיליים.
רועי שפירא – הידרוגיאולוגיה.
אלון גרוטס – כלכלה.

חברת אביב AMCG

נילי מלכה.
ליאת רודד.

2.4 היגוי חיצוני

אקדמיה, נציגי משרדים ממשלתיים, ארגונים לא ממשלתיים (חברה להגנת הטבע, צלול), עובדי רשות המים, רטי"ג ומשרד הגנת הסביבה.

3. תמצית סקר מדיניות לאומית ואסדרה במדינות נבחרות

3.1 מטרת הסקירה

מטרתה העיקרית של סקירת הספרות הנה ביצוע השוואה רוחבית בין מדינות בנושא מדיניות קידום השבת המים לטבע. בוצעה סקירה ולימוד המדיניות במדינות שונות בעולם: מדינות האיחוד האירופאי (אנגליה, יוון וספרד), ארה"ב (קליפורניה, פלורידה, מישיגן, מסצ'וסטס), אוסטרליה ודרום אפריקה. נבדקו הליכי רגולציה ויישום עקרונות יסוד להקצאת/השבת מים לטבע ולסביבה, בחינת החסמים והיישום האפשרי במדינות בישראל.

3.2 רקע כללי

המדינות השונות נבדלות בהיבטי בעלות על המים ובהיבטי משטר האקלים וזמינות המשאב. המשותף – כלל המדינות מכירות בצורך להקצות מים לאקוויפרים ולאגני הניקוז בהם חוצים נחלים ולשקם את בתי הגידול הלחים. בשנים האחרונות חלה התפתחות רבה בגישת מדינות שונות בעולם לנושא הקצאה וניהול מים עבור שימור תפקוד מערכות בתי הגידול הלחים. התפתחות זו מלווה בחקיקה ארצית ואזורית ובקידום תכניות שונות ליישום העקרונות שהותוו בתכניות האב ובחוקים שנחקקו. בכל המדינות שנסקרו בוצעה רגולציה בתחום ורענון מבני של הגופים המטפלים במשאב המים. המערכות האקולוגיות הטבעיות קיבלו הכרה כצרכן שווה ערך, או כצרכן אשר יש לשמור על זכויותיו ולקדם את שיקומו ומניעת נזקים נוספים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



המדינות שנסקרו מצויות בשלבים שונים של תכנון ויישום התכניות השונות, יצוין כי מרבית המדינות משלבות את נושא הקצאת "מים לטבע" במסגרת תכניות לניהול אגני נהרות ונחלים.

3.3 ממצאי הסקירה

מדינות האיחוד האירופאי פועלות בהתאם לתכנית צו המים Water Framework Directive (WFD) התקף משנת 2000 וכולל 3 שלבי ביצוע (2009-2015, 2015-2021, 2021-2027). עקרון מרכזי ב-WFD הנו שאיפה להשיג בכל מדינות האיחוד רמת איכות מים "במצב טוב", כאשר בריאות האקוסיסטמות נבחרה להיות האינדיקטור לפיתוח בר קיימא של מקורות המים שלהן ולפיכך הנם שואפים להבטיח בהן מצב אקולוגי טוב.

בכל מדינה בוצע עדכון חקיקה התואם ל-WFD וקודמו תכניות לאגני הנחלים וסביבתם, כך שישנה הרמוניה חקיקתית ותהליכית בין מדינות האיחוד האירופאי. נושא השבת המים לטבע במדינות האיחוד מבוטא במסגרת הקצאת "זרימות סביבתיות" לנחלים. יצוין כי האיחוד האירופאי מטפל בנושא הזרימות הסביבתיות בנושא שניוני בהשוואה לנושאי איכות המים ושימור בריאות המערכות האקולוגיות. האיחוד רשאי להטיל סנקציות על מדינות שאינן עומדות בסטנדרטים שנקבעו ליישום.

ניסיון ללמוד ממדינות שהנן חברות באיחוד האירופאי, מחויבות לעמוד ב-WFD ובעלות אקלים דומה לישראל ושבהן משאב המים הנו בבעלותן המלאה, כדוגמת ספרד, יוון ופורטוגל, טרם צלח בשל קשיי השגת מידע מפורט אודות התכניות שהנן מקדמות. נכון לסוף 2012, מדינות אלו טרם השלימו את חובותיהן בהשוואה לשאר מדינות האיחוד האירופאי. מדינות אלו ביצעו רגולציה מבנית ומספר תכניות אב לאגני נחלים אולם טרם הציגו נתונים.

לעומתן, באנגליה בוצעו מהלכים תכנוניים בניהול משאבי המים וצרכי הטבע למים משוקללים במסגרת התכניות לניהול מקורות המים. נושא השבת המים לסביבה כולל שחזור מערכת מקיימת, תכנית סביבתית ארצית וצו לשימור מינים. ממצאי סקירה זו העלו כי אנגליה, קליפורניה ואוסטרליה הן מדינות בהן נעשו מהלכים חקיקתיים ותכנוניים משמעותיים, בשילוב הקצאת תקציבים המאפשרת יישום התכניות בשטח. בטבלה 7 להלן מוצגים עיקרי הממצאים:



טבלה 7: השוואה בין אנגליה, קליפורניה ואוסטרליה

אוסטרליה	ארה"ב – קליפורניה	אנגליה	
<p>רמה הארצית- המשרד להגנת הסביבה (SEWPAC)</p> <p>רמה האזורית- רשויות אגנים כדוגמת MDBA לאגן Murray-Darling שהנו אחד הגדולים באוסטרליה, אשר בסמכותה לנהל את מקורות האגן בצורה משולבת וברת קיימא</p>	<p>רמה פדרלית- הסוכנות להגנת הסביבה (EPA) ומשרד המים (OM)</p> <p>רמת המדינה- המשרד למשאבי המים (DWR) - המלצות לחלוקת המים, פיקוח, אחראי גם על הקצאות מים להשבת זרימה סביבתית מספקת מבחינת מורפולוגיה ותפקוד נחלים הארגון לשימור המים של קליפורניה (CALFED) אחראי על הקצאת המים האזורית ומפעיל מס' תכניות לשימור מערכת המים ולהקצאת המים לסביבה ולשיקום בתי הגידול</p>	<p>רמה ארצית- המשרד להגנת הסביבה (DEPRA) משנת 1995 אחראי על פיתוח בר קיימא של מקורות המים. מכין תכניות אב ומקצה מים למשתמשים השונים. סוכנות סביבה (AE) - כפוף ל-DEPRA ומשמר אוגרי מים טבעיים וסביבתם</p> <p>רמה אזורית- ועדה לאסטרטגיה סביבתית המקדמת תכניות אזוריות ובכללן השבת מים לסביבה</p>	<p>גוף אחראי לנושא המים</p>
<p>בעלות משולבת- מדינה ומחזיקים פרטיים.</p>	<p>בעלות משולבת- מדינה ומחזיקים פרטיים.</p>	<p>בבעלות מלאה של המדינה</p>	<p>בעלויות על המים</p>
<p>חוק המים- אושר במרץ 2008. בעקבותיו בוצעו רפורמות מרכזיות. דוגמא מרכזית- הרגולציה באגן Murray-Darling</p>	<p>ניהול המים מבוצע בכפוף לחוקים ציבוריים, החלטות משפטיות והסכמים. בחוק המים של קליפורניה משולבות זכויות מים היסטוריות, זכויות מחזיקים לאורך גדות ותעדוף לשימושים ראויים כדוגמת הטבע</p>	<p>החל משנת 2003- התאמה לצו למסגרת ניהול המים באירופה (WDF)</p>	<p>חקיקה</p>
<p>אגן Murray-Darling -</p>	<p>- תכנית המים של</p>	<p>התכניות לניהול מאגרי</p>	<p>תכניות</p>

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com

תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 39 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro\HYDROLOG\Maim-Division\Management\Report\Final report\מסמך תוכנית אב_מים לטבע (Management\Report\Final report\מסמך תוכנית אב_מים לטבע)
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



אוסטרליה	ארה"ב – קליפורניה	אנגליה	ויישומים
<p>יעד השבה של 500 מלמ"ק עבור שיפור המצב האקולוגי ב-6 אתרים נבחרים מייצגים באגן.</p> <p>במסגרת הרפורמה רוכשת המדינה מים מידי מחזיקים פרטיים ומשיבה לטבע בהתאם לתכנית.</p> <p>ניתן לקנות זכויות מים לטווח ארוך או להשתמש במוצרים מוגבלי זמן כגון הקצאות מים (אמצעי זמני לשימוש במים), זכויות החכרה וחוזי אופציות.</p>	<p>קליפורניה- תכנית האב - תכנית שיקום מקווי מים (ERP)- מטרות ויעדים לשיקום וטיהור מקורות מים</p> <p>- תכנית לסביבת המים (EWA)- קביעת זרימות, רכישות מים עבור שמירה על הטבע, שחרור במעלה הנחלים</p>	<p>המים מכירות בצרכי הטבע למים ופועלות בתיאום עם הדרישות של הWDF. בדיקת מצבם האקולוגי של בתי הגידול, עריכת בקרה על רשיונות לשאיבת מים ואיזון בין הצרכים של הטבע ובין צרכי המגור העסקי והפרטי.</p> <p>התכנית לניהול אגן הנחל Anglian כדוגמא מייצגת מכתובה כיצד לנהל ולטפל במקורות המים באזור אגירה נתון</p>	

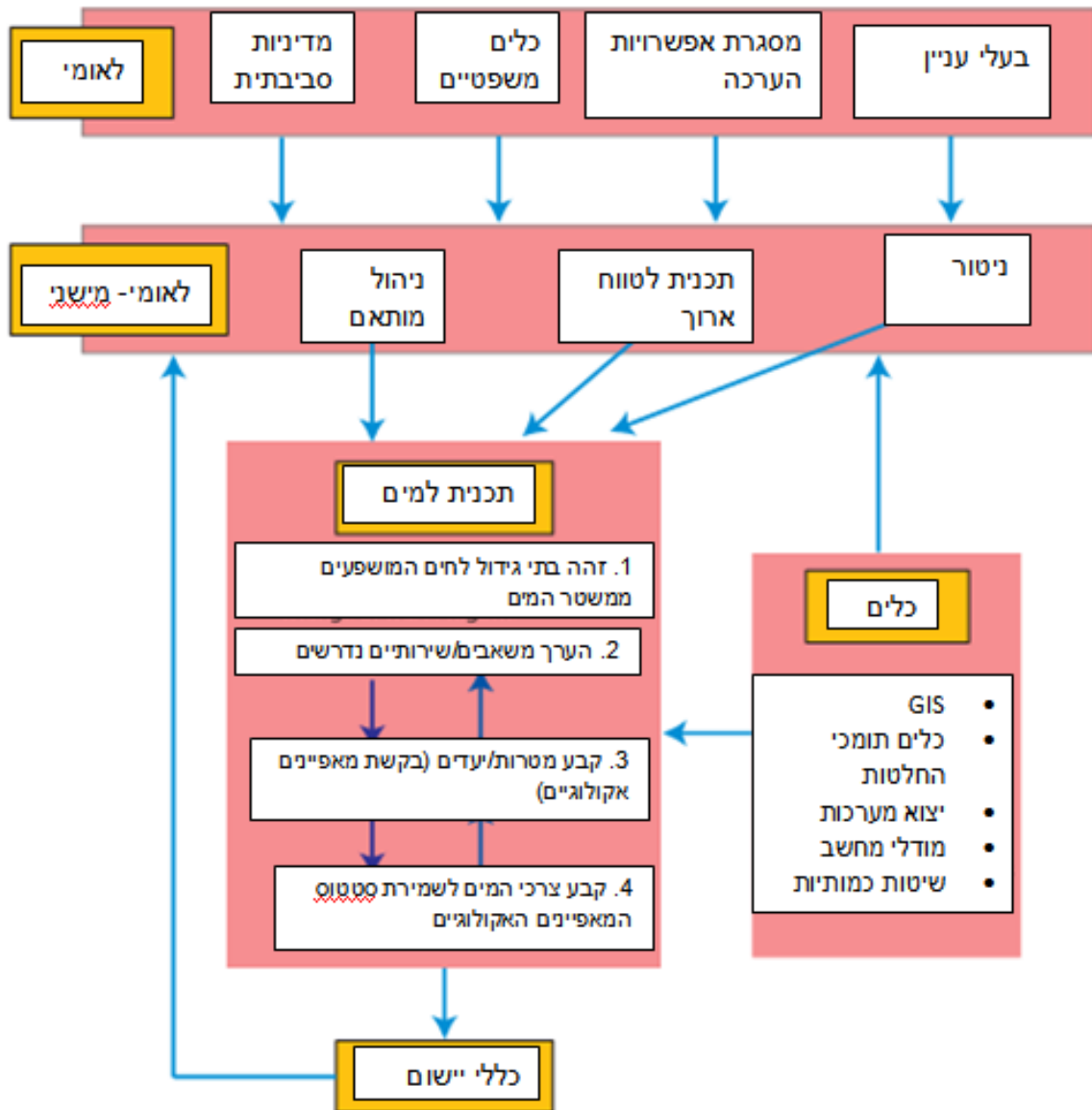
הקצאה וניהול של המים עבור הטבע ובתי הגידול הלחים נסקרה גם במסגרת גופים ואמנות בינ"ל אשר עוסקים בשימור אתרי טבע ועוקבים אחר הנושא ומנסים לסייע למדינות השונות ע"י מתן כלים והדרכות. שני גופים בולטים הראויים לציון הנם:

- אמנת RAMZAR (The convention on wetlands) בה חברות 163 מדינות, כולל ישראל.
- ארגון WWF (World Wildlife Fund For Nature) שהנו אחד מהגופים הגדולים בנושא שימור הטבע ותומך בפרויקטים ובמחקרים שונים בתחום.
- אמנת RAMZAR - במסגרת פעילות האמנה הוצא בשנת 2010 מדריך להקצאה וניהול מים ([3]- Water allocation and management). איור 15 מתוך מדריך זה מציג דיאגרמה כללית עבור סיכום האלמנטים המומלצים לתהליך הכולל של הקצאה וניהול מים עבור שימור תפקוד מערכות בתי הגידול הלחים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



איור 15: אלמנטים מומלצים בתהליך ניהול מים לטבע



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



ארגון WWF (World Wildlife Fund For Nature) -

מסקירה של ארגון WWF לשנת 2010 בנושא מדיניות ביני"ל בתחום הגנה ושיקום זרימות סביבתיות (Le Quense et al, 2010-[5]), עולה כי למרות ההתפתחות הרבה בתחום המדיניות של הקצאות המים לטבע במדינות השונות, מרבית תוכניות אלו סובלות מחוסר בביצוע, כאשר הטיפול בנושא נותר ברמת המדיניות והדיונים ופחות מתקדם ברמת היישומים.

צוינו כשלים אפשריים ביישום התכניות כדוגמת מחסור בצווים פוליטיים, חוסר תמיכה של בעלי העניין, מחסור בתקציבים וסמכות בלתי מספקת בניהול והקצאת משאבי המים.

הארגון מציע מספר כלים על מנת לשפר את הביצוע של התוכניות להקצאת המים לטבע (הקצאת "זרימות סביבתיות" לבתי הגידול הלחים):

עבודה בשלבים-

יכולה למנוע לחץ על משאבים מוגבלים. העבודה בשלבים תסייע להגדיל מערכות ניתוח מדעי, הגדלת המורכבות של מודל משטר הזרימה הנחלים (מבסיס של משטר זרימות יסוד נמוכות למשטר מורכב הכולל פיקים של שיטפונות ושונות תוך שנתית), ויישום שלביות בחלוקה גיאוגרפית לאתרים שנקבעו בעדיפות טיפול ראשונית.

יכולת הסתגלות-

מחסומים במדיניות ובארגונים שונים יכולים להיפתר ע"י הצגת מדיניות סתגלנית. הסתגלות יכולה להתבטא בצורה של תכנון מקורות המים, פרשנות יצירתית למדיניות קיימת, ופתרונות למשברים שונים כמו משבר האקלים.

התאמת המדיניות לקיבולת השטח-

ישנה חשיבות לכך שבכל זמן נתון המדיניות, השיטות והגישות יהיו במסגרת היכולת של התשתיות הקיימות ליישם אותם.

הגבלת הקצאות מים ושינוי הזרימה-

עדיף לייצר חסמים שניתן להסירם בהמשך מאשר להתיר שימושי מים שישפיעו על הסביבה וייצרו צורך לבצע חלוקה מחדש של ההקצאות.

הבהרת מטרות תוך שיתוף פוליטי-

התמיכה ביישום מדיניות עבור זרימה וחלוקת המים תעשה בצורה הכי טובה כאשר יש תקשורת בין הרמה הארצית לרמה האזורית של אגן הנחל אשר מייצרת מחויבות פוליטית.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 42 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים -
הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report\לטבע
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



מסגרת מוסדית לניהול המדיניות-

שקיפות, יעילות מוסדית וחוקים עבור חלוקת המים וניהולם, קריטיים למדיניות יעילה של זרימת הנחלים.

מימון המדיניות-

תכניות לטיפול בזרימת נחלים וחלוקת המים מצריך "מימון מקיים" ומציב אתגרים במימון הפרויקטים השונים בחלוקה מחדש של המים.

עריכת פיילוט-

פרויקטי פיילוט ברמה מקומית אשר מצליחים הנם מבחן טוב לשימות המדיניות בקנה מידה גדול יותר.

גמישות בשיטות יישום-

גמישות בתוכנית תוך אימוץ גישות בהתאם ללמידה בדרך ולתנאים המקומיים הינה חשובה. יחד עם זאת יש לשמור על לוח זמנים ברור על מנת לשמור על קיום התהליך והמדיניות.

כמו כן, החוקרים R.Hirji & R.Davis (2009) סקרו עבור הבנק העולמי (The International Bank for Reconstruction and Development) את מדיניות ההזרמות הסביבתיות, במקורות המים, תכניות ופרויקטים שונים כפי שמבוצעים במדינות שונות [37]. סקירתם כללה את האיחוד האירופאי, אוסטרליה, ארה"ב-פלורידה, דרום אפריקה וטנזניה.

בטבלה 8 להלן מובאים עיקרי הסקירה וממצאיהם:



טבלה 8 : מדיניות ההזרמות הסביבתיות, במקורות המים, תכניות ופרויקטים שונים כפי שמבוצעים במדינות שונות R.Hirji & R.Davis (2009)

טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב - פלורידה	האיחוד האירופאי	
<p>הן מדינות מפותחות והן מתפתחות מבצעות כיום אינטגרציה של תנאי הזרימות הסביבתיות בנחלים אל תוך מדיניות משאבי המים שלהן. כל המדינות מכירות בחשיבות הקצאת המים לסביבה. צוין כי למרות שרעיון הקצאת המים לטבע בעדיפות הנו ברור, בפועל קשה ליישם את סדרי העדיפויות הספציפיים. כאשר החלטות הקצאת מים נעשות ברמת תכנית האגן, ביצוע פשרות בין שימושי מים סביבתיים ואחרים הנו בלתי נמנע. יישום ההעדפה להקצאת מים לטבע הנו ברור רק במקרים בהם ישנו נוהל או מנגנון מפורש להצבת סדרי העדיפויות הנ"ל</p>					<p>1. הכרה משפטית בחשיבות הזרימות הסביבתיות הנדרשות ושהן שוות ערך לצרכנים האחרים של המים</p>
<p>הוקצתה לסביבה עדיפות מפורשת (מטופל בעדיפות ראשונה או שנייה)</p>		<p>ניתנת להקצאת המים עדיפות גבוהה, פרט לשנות בצורת</p>	<p>מטפל בנושא הזרימות הסביבתיות כנושא שניוני בהשוואה לנושאי איכות המים ושימור בריאות המערכות האקולוגיות</p>		
<p>קשר הדוק בין קביעת הזרימות הסביבתיות לבין כלל השירותים למערכת האקולוגיות ולבריאות ולסביבה.</p>		<p>המדיניות מקדמת הגנה על הערכים הסביבתיים, אך לא לכלל המערכת האקולוגית שגם בני האדם נהנים ממנה (כדוגמת היבטי פנאי ונוף).</p>	<p>מתמקדים תחילה בבריאות המערכת האקולוגית בגופים שנבדקו, אך לא דווקא בשילוב הקצאת זרימות סביבתיות אלא אם נמצא כי נדרש להקצות כאלו</p>		<p>2. קיימים קשרים בין הקצאות מים ושרותי מערכת אקולוגית המסופקים ע"י אותן מערכות</p>
<p>הוגדרו הקצאות מים לסביבה כחלק משמירה</p>	<p>מפקחים על שאיבת יתר של מים עיליים ומגינים</p>	<p>מפקחים על שאיבת יתר של מים עיליים</p>	<p>ניתן משקל שווה לנושא פיקוח על מים עיליים ומי</p>	<p>קביעת הקצאה עבור מים עיליים, מי תהום, מוצאי</p>	<p>3. קביעת תנאי הקצאה הכוללת את כל</p>

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 44 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro-HYDROLOG\Management\Report\Final report\מסכם תוכנית אב מים לטבע (Management\Report\Final report\מסכם תוכנית אב מים לטבע) 27.11.2014.docx

מקבוצת קרן 27/11/14

טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב- פלורידה	האיחוד האירופאי	
על בריאות מערכות אקולוגיות ושפכי נהרות.	על המערכות האקולוגיות במורד הנהרות	ומגינים על המערכות האקולוגיות במורד הנהרות (כדוגמה בחקיקה לאגן מורי). לא מתייחסים במפורש לנושא שפך הנהרות.	תהום וחלות רמות זרימה מינימאלית על שפכי נהרות וקו החוף.	נהרות ואזורים הקרובים לחוף. באיחוד האירופאי מכירים במפורש בחשיבות הזרמת המים בשפך הנהרות	המשתתפים במחזור המים
ייסדו מערכת לאומית לסיווג נחלים עפ"י רמת איכות, בוצע לכל מקורות המים המשמעותיים. הגדרת רמת האיכות תלויה בשימושים של אותם גופי מים, המגוון הביולוגי וכו'. הניהול של משאבי המים נקבע לפי הסיווג הנ"ל.		נקבעו יעדים סביבתיים כחלק מתכנון ההקצאה ממאגרי המים, המבוסס על יעדים מקומיים, ארציים, ובינלאומיים.	הגדירו יעדים <u>זהים</u> לכל מקורות המים- הגעה ל"מצב אקולוגי טוב"- ללא תלות באופן השימוש במקור המים וכו.		4. פיתוח שיטה לקביעת מטרות להקצאות המים ושינוי מפלסי אגנים
		נוקטים בגישות בעלות יותר פוטנציאל לגמישות, יעילות וחסכוניות, שכן לא כל גופי המים צריכים להיות מובאים לאותו תקן סביבתי, באם לצרכני מים מתחרים ישנה עדיפות גבוהה יותר.		שואפים להגיע לרמת איכות סביבתית מינימאלית אחידה – כל הגופים צריכים להיות ברמה אחידה ואין גמישות במו"מ עם בעלי העניין המשתמשים בהם- מחייב אותם לעמוד בתקנים.	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 45 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120-pro\HYDROLOG\Maim-Division
הגשה/דוח מסכם תוכנית אב מים לטבע (Final report)\Management\Report\לטבע
27.11.2014.docx

מקבוצת קרדו 27/11/14



טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב- פלורידה	האיחוד האירופאי	
ההתמקדות בהתאוששות של מערכות בשאיבת יתר יכולה להסיט את תשומת הלב מחשיבות ההגנה על מערכות שכיום אינן תחת איום					5. השבת מים לסביבה עבור שיקום מערכות שנפגעו בעבר ועבור שימור
אין מידע	ניתן דגש על אישוש מערכות הקיימות כיום בהקצאת יתר.	הניסיון בפלורידה הוא שמתן דגש על גופי מים קיימים ופוטנציאליים המצויים תחת איום מסיט תשומת הלב ממערכות שיש לשמר. כתוצאה מכך, מדיניות פלורידה דורשת זיהוי של גופי מים שעלולים להיות תחת איום בתוך 20 שנים ולפתח אסטרטגיה לשיקום או שימורן. גישה זו ממקדת את תשומת לב על הניהול של מערכות שזקוקות להגנה.	ניתן דגש על אישוש מערכות הקיימות כיום בהקצאת יתר.		
הליך שיתוף הציבור מקובל יותר ויותר גם כאשר דרישות המדיניות אינן מאוד ברורות. שיתוף בעלי עניין יכול לעכב ביצוע, אלא אם כן תוכנן בקפידה כדי שיתאים לנסיבות של מדינה.					6. שיתוף הציבור

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 46 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro-240120\Maim-Division\HYDROLOG
הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב- פלורידה	האיחוד האירופאי	
<p>עם זאת, השיתוף יכול גם לשמש מכשול בדרך ליישום מדיניות באם דרישות המדיניות אינן תואמות את היכולת של בעלי העניין או משאבים לבצע השתתפות אפקטיבית.</p> <p>לדוגמא, דרישות השיתוף גרמו לעיכובים ביישום הקצאות מים סביבתיות בדרום אפריקה ובשיבוש הליכי המאמצים להחלים משאיבת יתר במקרה של אגן Guadiana בספרד.</p>					
<p>ישנה רק דרישה כללית להזמנת בעלי עניין להתייעץ כאשר מקודמת טיוטת תכנית ניהול משאבי המים הלאומי: אין דרישות מפורשות להתייעצויות עם בעלי עניין כאשר תכניות לניהול אגנים בהליך פיתוח.</p>	<p>במהלך החקיקה ואסטרטגיה יש דרישות לשיתוף נרחב של בעלי העניין</p>	<p>מקודם שיתוף בשלבים מסוימים של פיתוח תכניות הקצאת המים.</p>	<p>במסגרת ה WDF יש דרישות נרחבת עבור מתן מידע והזדמנויות לשיתוף הציבור ולהעברת הערות הציבור בתכנון ניהול אגן הנחל, אך אין דרישות מעורבות של בעלי עניין ספציפיות בקביעת היעדים הסביבתיים או בהתחייבות EFAs.</p>		
		<p>הקימה רשות לאומית לניהול איזור הנהר מורי-דרלינג (MDBA) כדי להתמודד עם</p>			<p>7. מתן כדאיות לרשות עצמאית שתבצע בקרת ביצועים של המדיניות שנקבעה</p>

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 47 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120-pro\HYDROLOG\Maim-Division
 הגשה/דוח_מסכם_תוכנית_אב_מיום_לטבע\Final report\Report\Managment\לטבע
 27.11.2014.docx

מקבוצת קרדן 27/11/14

טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב- פלורידה	האיחוד האירופאי	
		המורכבות של ניהול סביבתי לצד פיתוח חקלאי ומשבר מים.			
ישנם מצבים בהם הדרישות למידע הזמין הטוב ביותר עבור הערכת הזרימות הסביבתיות למערכות המים מסכלות את יישום המדיניות.					8. שימוש בכלים מדעיים עבור קביעת ההקצאה לזרימות הסביבתיות ומדיניות היישום
נדרש המידע הזמין הטוב ביותר	לא מוגדרת דרישה זו	נדרש המידע הזמין הטוב ביותר	הדרישה לקבלת החלטות על בסיס המידע הזמין הטוב ביותר יצרה מכשול בשל פתח לערעורים בבתי המשפט לנושא הליך קבלת ההחלטות המסתמך רק על המידע הטוב ביותר.	לא נדרש אולם המדינות החברות באיחוד מתבססות על מידע מדעי באיכות גבוהה ופיתחו נהלים להערכה הזרימות. המדינות נדרשות להתחייב להוכיח ע"י גופים מוסמכים השגת "מצב אקולוגי טוב".	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 48 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים -
 הגשה/דוח_מסכם_תוכנית_אב_מיום_לטבע\Report\Final report\Management\לטבע
 27.11.2014.docx

27/11/14 **מקבוצת קרדן**



בסקירה ההשוואתית דלעיל, מופו ששה אתגרים עיקריים ליישום תכניות להשבת מים :

1. תמיכה פוליטית ליישום המדיניות- חקיקה ותקציב.
2. שינוי תפיסתי במשרדים מגזריים לנושא אספקת המים לטבע במדיניות ובנהלים שלהם- הטמעה של תכניות לאחר קבלת ההחלטות לקדמן.
3. קבלת תמיכת בעלי העניין לאספקת מים לטבע- הליך שיתוף הציבור והגעה להסכמות.
4. ביסוס מטרות סביבתיות והיתרונות שנוצרים ע"י קישור שרותי מערכות אקולוגיות- קביעת מטרות לשיפור תנאים סביבתיים המובילה גם לשיפור בהיבטים הנוספים כדוגמת בריאות מערכות המים המביאה לניצול בהיבטי פנאי ונופש (שייט, דיג, שחיה ועוד).
5. הפיכת מושגים כדוגמת "הקצאת יתר" ו" מיצוי מפלסים ברי קיימא" לנהלים מעשיים- קביעת רמות הסף ופעולה לפיהן.
6. התאמת הנהלים לתקציב וללוח הזמנים שנקבע, שילוב מודלים מדעיים.

כמו כן בעבודתו של רוזנטל גדי [19] נסקר נושא הרגולציה "המשאבית סביבתית" בה בכל המדינות שסקר הוקמו רשויות סביבתיות נפרדות מהישויות הכלכליות לצורך טיפול בסוגיית משאבי המים הטבעיים. פותחו במדינות השונות תכניות שימור על בסיס אגני ההיקוות וכן רשויות לניהול איזור הנהר (כדוגמת MDBA באוסטרליה עבור אגן מורי דארלינג). התכנון האגני האינטגרטיבי מאפשר איזון בין הלחצים על המערכת הטבעית לצורך באספקת שירות אוניברסלי ומענה לביקוש למים.

3.4 תובנות עיקריות המומלצות עבור תכנית האב להשבת מים לטבע בישראל

- רגולציה- התאמת החקיקה, כללים ותקנות והקניית סמכויות לביצוע התכנית
- שלביות ביצוע- השלמת נתונים מדעיים בהתאם להמלצת צוות ההיגוי לתכנית, תיעדוף אתרים ועריכת פיילוט באתרים נבחרים (כדוגמת ההתמקדות ב-6 אתרים באגן מורי-דרלינג באוסטרליה, כאשר בעתיד יתוכננו אזורים נוספים באגן).
- עדיפות למתן סמכות ניהול לגוף עצמאי- גוף חיצוני אשר יקבל הקצאות מים מוסכמות וינהל אותן על פי תכנית עבודה.
- מימון- ללא מימון מתאים ומסגרת תקציבית לא ניתן יהיה ליישם התכנית ולהשיג היעדים. מרבית תכניות ניהול האגנים המקודמות במדינות האיחוד האירופאי אינן מכילות מידע מדויק אודות עלות היישום וכיצד ימומן. בדו"ח האיחוד האירופאי הסוקר התקדמות ה-WDF עד לסוף 2012 [8] צוין כי המנגנונים הפיננסיים וזמינות הקרנות יוגדרו כאשר יבחרו הצעדים למימוש בכל מדינה, אך הישימות שלהם אינה ודאית. לאור זאת ניתנו שתי המלצות עיקריות למדינות החברות באיחוד :

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



א. להיערך לקבלת החלטות פיננסיות (כולל קרנות אירופאיות) עבור סדר העדיפויות והפעולות שנדרשות בתכניות לניהול האגנים, כולל ביצוע חקיקת המים האירופאית הנדרשת.

ב. לכלול בתכניות לניהול אגנים ובתכניות לצעדים את העלויות של הצעדים, את הרשויות האחראיות לכך ולציין מי יישא בעלויות הנ"ל.

• שיתוף הציבור ורתימתו לתמיכה בתכנית - יש להבחין בין הליכי שיתוף ציבור בקרב המומחים לסוגיות שונות הנוגעות לנושא ולהשלכות התוכנית, במסגרתו ישפרו עקרונות התכנית, בניית המודל ותכנון יישום התכנית לבין הליך שיתוף הציבור הרחב אשר נוגע יותר להיבטי הנגישות, פעילות פנאי ועוד.

4. הגדרת הצורך בתוכנית האב לאספקת מים לטבע

4.1 קביעת כמויות המים הנדרשות לצרכי הטבע

כיום, מרבית הנחלים בישראל סובלים מהפרה בכמות ובאיכות המים הזורמים בהם. נפחי המים הזורמים בהם קטן משמעותית בהשוואה למצבם ההיסטורי בשל פעילות מלאכותית כדוגמת איחוזים, איגומים ושינויים במפלסי מי התהום. גם מבחינת האיכות ישנה פגיעה משמעות בגלל זרימה של קולחים, ביוב ושפכים תעשייתיים ובמקרים רבים גם איכות מי התהום ירדה באופן ניכר עם השנים. בתוכנית האב למשק המים נקבע כי הטבע הינו צרכן שווה במעמדו ליתר צרכני המים, אך יחד עם זאת אין הגדרה כמותית של נפח המים הדרוש לטבע. תוכנית האב "מים לטבע" תספק כלי תומך החלטה לצורך הערכה כמותית של משטר המים הנדרשים לצרכן הטבע, במסגרתו תבוצע הערכה של מידת ההשפעה של מספר משטרי זרימה על מצב מקווה המים מבחינה הידרולוגית ואקולוגית בעתיד. הגדרות כמותיות והערכות עתידיות מסוג זה יהוו נדבך עיקרי בקרב מקבלי ההחלטות.

4.2 עקרונות לטיפול בחסמים קיימים

מיפוי והגדרה של החסמים העיקריים המאופיינים בנחלי ישראל. והגדרת עקרונות לפתרון כך שהטבע יקבל מים באופן נכון הן עבור הטבע והן עבור משק המים כולו.



4.3 הגדרת פערים ויצירת אחידות

תוכנית האב הינה תוצר של שילוב ראשוני בין 3 גופים :

4.3.1 רשות המים – גוף האחראי על אספקת המים.

4.3.2 המשרד להגנת הסביבה – גוף העוסק רבות בשיקום נחלים.

4.3.3 רשות הטבע והגנים – גוף האחראי כיום על בקשת הקצאות המים לטבע.

שיח פורה בין שלושת הגופים מאפשר מיפוי פערי המידע בתחומי האקולוגיה וההידרולוגיה הנוגעים להקצאת מים לטבע, ובכך ממקד את איסוף המידע הרלוונטי לכדי מאגר מידע אשר ישמש לתוכנית הנוכחית ואף בהמשך לתוכניות מפורטות לנחלים בארץ.

4.4 הסדרת התהליך והדרישות לקבלת הקצאת מים

משיחות עם אנשי הרשויות עולה כי תהליך בקשת הקצאת מים לצרכי הטבע מתבצע כיום ללא מדדים ברורים, כך שאין תיעדוף ברמה הלאומית לאספקת מים למקווי מים שונים.

5. עקרונות תוכנית האב לאספקת מים לטבע

5.1 חזון תוכנית האב לאספקת מים לטבע

השבת הזרימה הטבעית למצבה ההיסטורי (דור אחד או שניים אחורה) בכמותה ובאיכותה תוך התחשבות בצרכי המערכת האקולוגית ושיקולי ניהול משק מים יעיל עבור כלל הצרכנים.

5.2 עקרונות כלליים

1. מצב המים בטבע (כמות, איכות) ישוקם כתלות במצב האוגר במשק המים ומצב המשקעים באותה שנה.
2. שיקום ושימור כמות ואיכות מקורות המים הטבעיים כחלק מהבראת המערכת האקולוגית כולה בכדי לאפשר שפיעה הידרולוגית וזרימה באיכות ובכמות מתאימה למערכת האקולוגית.
3. צרכי מקווה המים יוגדרו בהתאם לעקרונות בתוכנית אב זו ועדכונים עתידיים שמקורם במידע האקולוגי נוסף שימצא ומשמעתם האפשרית שינוי בהיקף ו/או משטר הזרימה.



5.3 סוגי המים לטבע

1. שיקום מערכות אקולוגיות לחות לא יבוצע באמצעות קולחים.
2. במקרה שאין אפשרות מאזנית להשיב זרימה טבעית כפיצוי על אובדן מים טבעיים שנלקחו בעבר, יוזרמו קולחין באיכות המתאימה וכשלב ביניים בלבד.
3. במצבי כשל ואי ניצול קולחין יש להביא בחשבון שמקווי מים לחים (נחלים, ביצות, בריכות חורף, אגמים) הם המערכות האקולוגיות הרגישות ביותר.

5.4 ניהול משאבי המים

1. כאשר קיים קשר הידרולוגי מוכח בין אזורי הפקה לבין שפיעת מוצאים טבעיים, יוגדרו קווי תפעול עונתיים על מנת להבטיח שפיעה טבעית של מי המקור בכמות מתאימה לצרכי המערכת האקולוגית.
2. קווי תפעול וקווים אדומים- יקבעו תוך הבטחת צרכי המערכת האקולוגית (שיקום ושמירה המגוון הביולוגי)
3. אספקת מים מלאכותית – במצבים בהם לא ניתן להבטיח את קיומם של צרכים אקולוגיים מוסכמים ממקורות טבעיים, יסופקו מים באופן מלאכותי באיכות דומה ככל הניתן למי המקור.
4. בכל תוכנית אזורית ומקומית לאספקת מים, ייכלל הצרכן הטבעי בטבלת מאזני המים ובתוכניות הפיתוח.
5. בהתאם לצרכי המערכת האקולוגית משטרי הזרימה ייקבעו על בסיס עונתי או חודשי ולא על בסיס שנתי תוך התייחסות לשנים שחונות ושנים גשומות.

5.5 ניהול שטפונות

1. זרימות שיטפוניות יהיו חלק בלתי נפרד מדרישות המים לנחל במעלה והשימוש במים לצרכי משק המים יעשה עד כמה שניתן במורד הנחל תוך שמירה על רציפות זרימה לים.
2. מאגרים משולבים (שטפונות וקולחים) יומרו בתהליך מתמשך לקליטת קולחים בלבד תוך שחרור מי השטפונות לצרכי הטבע
3. תבחן האפשרות לניהול הנגר בנחלים בעזרת פשטי הצפה.



5.6 ניהול זרימות בסיס

1. שפיעה טבעית - כמות המים שהוגדרה כנדרשת למערכת האקולוגית.
2. זרימות בסיס - הבטחת קיום זרימת בסיס מיטבית מוסכמת עבור המערכת האקולוגית כולה.
3. בכלל המאפיינים ישמר משטר הזרימה הטבעי (רצף זרימה, עונתיות וספיקות שיא)
4. בכל מקום בו קיימים כיום מתקנים לאחיזת מעיינות, תבדק האפשרות לבטלם או לצמצמם בעיקר במקומות בהם יעד האספקה נמצא במורד הנחל.
5. נביעות בעלות נפח מצומצם ו / או מעיינות לא יציבים ישוחררו ויוזרמו לטבע.

6. טרמינולוגיה - רשימת כל המונחים האקולוגיים וההידרולוגיים בהם

נעשה שימוש במסגרת המתודולוגיות

במסגרת תוכנית האב לאספקת מים לטבע הוגדרו מספר מושגי יסוד עבור תוכנית זו :
אוכלוסיית אורגניזמים (Population) – קבוצת כל הפרטים ממין מסוים המאכלסים מקווה מים או קבוצת מקווי מים. לאוכלוסייה אקולוגית נתונה תכונות מבנה מאפיינות כגון – יחס זוויגים, מבנה גילאים וכד'. שינוי בתנאים הסביבתיים במקווה המים יכול לבוא לידי ביטוי בשינוי במאפייני האוכלוסיות.

אסופת אורגניזמים (Species assemblage) – המונח המשמש לתיאור הטקסונים השייכים לחברת אורגניזמים במערכת אקולוגית או בבית גידול בזמן נתון

אצות – קבוצה מגוונת של צמחים ירודים, חסרי שורש ותלויי מים, המאכלסים מקווי מים שונים. המשותף לכל הקבוצות הטקסונומיות של האצות הוא היכולת לבצע פוטוסינתזה. הן יכולות להיות חד תאיות או רב תאיות. בין האצות ניתן למצוא כאלה שהן פרוקריוטיות (ללא גרעין תא מוגדר) ודומות לחיידקים (אצות כחוליות, ציאנובקטריות). המחלקות האחרות של האצות כולן איאוקריוטיות (יצורים בעלי גרעין תא מוגדר).

בית גידול (Habitat) – (מקום חיות = ביוטופ) - מקום המאופיין בצרוף מסוים של גורמי סביבה (תנאים ומשאבים) למשל בנחלים: בריכת עקול בנחל, בריכת מים חוזרים בנחל, אשדות בנחל, מפל בנחל; באגמים ובבריכות: חוף אבני, חוף חולי, מערום אבנים, שטח עם צמחייה טבולה, שטח נקי צמחייה.



בנתוס (Benthos) – אורגניזמים הקשורים למצע בתוך הבנתוס ניתן לכלול אצות בנתוניות שהן אצות הגדלות על המצע במקווה המים (Phytobenthos) ובעלי חיים () שהם חסרי חוליות הנמצאים באסוציאציה למצע הנחל.

זרימות סביבתיות (Environmental flows) – הכמות (quantity), המועד (timing) והאיכות (quality) של זרימת המים הדרושה על מנת לקיים מערכת אקולוגית בריאה של מקווה מים מתוקים (Poff, 2009 ; Poff et al., 1997), או במילים אחרות, זרימות המים הנדרשת במערכת טבעית של נחל או אגם העל מנת לקיים מערכת אקולוגית בריאה שממנה נגזרת רמה טובה של שירותים לאדם (Arthington et al., 2004).

חברה אקולוגית (Ecological community) – קבוצה של אוכלוסיות החיות בצוותא במקווה מים או בקבוצת מקווי מים ויש להן מכה משותף מסוים. במקווה מים ניתן להבחין למשל בחברת הדגים בנחל, בחברת הצומח הטבול בבריכה, בחברת האצות הפלנקטוניות באגם.

חסרי חוליות גדולים (חח"ג - Macroinvertebrates) – חסרי חוליות אקוטיים שגודלם מאפשר להבחין בהם ללא שימוש באמצעי הגדלה (זכוכית מגדלת, מיקרוסקופ). במקווי מים קבוצת חסרי החוליות הגדולים כוללת בעיקר תולעים, סרטנים (ירודים או מעשירי רגליים), חרקי מים (בשלב הבוגר או בשלב הירוואלי שלהם), רכיכות (חלזונות וצדפות). מרבית חסרי החוליות הגדולים במקווי מים בכלל ובנחלים בפרט הם בנתוניים, כלומר נמצאים באסוציאציה לתשתית הנחל (חול, אבנים, סלעים) או לצמחים הנמצאים בתוך המים.

טקסון (Taxon) – קבוצה הכוללת מין אחד או יותר של אורגניזמים שלהם מאפייני מבנה משותפים הגורמים להם להיות יחידה אחת. הטקסונומיה הלינאית הקלאסית משתמשת במאפיינים צורניים לחלוקה של אורגניזמים למינים שונים. אולם, לא תמיד ניתן להגיע לסיווג לרמת המין. ולכן, בדרך כלל נעשה שימוש במונח טקסון ולא במונח מין כאשר אין בידינו הכלים לבחון האם שני אורגניזמים הנראים דומים בצורתם משתייכים למין זהה או למינים דומים השייכים לאותו סוג או משפחה טקסונומית.

מערכת אקולוגית (Ecosystem) - היחידה הבסיסית של האקולוגיה. יחידת נוף שבה מתקיימות חברות של יצורים חיים המקיימים ביניהם ובין סביבתם יחסי גומלין. מערכת



אקולוגית היא יחידה תפקודית שלמה (יחידה הוליסטית) גם אם היא נמצאת ביחסי גומלין עם הסביבה שמחוץ לה.

מקווה מים (Water body) – רכיב נוף תוך יבשתי המכיל מים במהלך כל השנה (למשל: נחל איתן, אגם, בריכה קבועה, מאגר מים, מעין איתן או במשך חלק מהשנה למשל: נחל אכזב, בריכת חורף, מעיין עונתי).

עושר טקסוניים (Taxa richness) – מספר הטקסונים במערכת אקולוגית או בבית גידול נתון.

ערכיות אקולוגית של נחל (Stream ecological value) – מדד ערכיות אקולוגית - מדד משולב המייצג את המצב הנוכחי של אתר נתון (מערכת אקולוגית/בית גידול) תוך שקלול מרכיבי מבנה והרכב מייצגים של המגוון הביולוגי (הצומח והחי) המאפיינים את האתר. התהליך של קביעת הערכיות האקולוגית נקרא הערכת הנחל (River assessment) מהווה שלב חיוני בכל תוכנית שיקום של נחלים ().

פלנקטון (Plankton) – אורגניזמים החיים בתוך גוף המים ומוסעים ע"י הזרמים ממקום למקום גם אם יש להם כושר תנועה עצמית מוגבל. בפלנקטון ניתן למצוא אצות פלנקטוניות (Phytoplankton) שהן אצות המרחפות במים ובעלי חיים פלנקטוניים (Zooplankton) שהם בעלי חיים קטנים (לרוב סרטנים ירודים) המרחפים בגוף המים.

צמחיית מים טבולה (Submerged macrophytes) – צמחי מים עילאיים שכל נופם למעט התפרחת שלהם נמצא בתוך המים.

צמחיית מים מזדקרת (Submerged macrophytes) – צמחי מים עילאיים שחלק מנופם או כל נופם נמצא מחוץ למים. בצמחייה המזדקרת נכללת גם צמחיית הגדות המסתמכת על מי הנחל כמקור המים העיקרי שלה (Riparian vegetation).

שיחזור מערכת נחל (River restoration) – החזרת מערכת הנחל למצבה שלפני תחילת הפגיעה האנושית. שיחזור מערכת נחל יכול להיות מלא (Full Restoration) ובמהלכו ישוחזרו כל מרכיבי המערכת וישוחזרו למצבם שלפני תחילת ההפרעה או חלקי (Partial Restoration) – מהלך שיביא להחזרת מרבית רכיבי המערכת האקולוגית של הנחל למצבם שלפני תחילת ההפרעה.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



שיקום נחלים – מונח כללים שכוונתו שיפור המצב האקולוגי של נחלים. מונח זה כולל בתוכו רמות שונות של שיפור המצב האקולוגי כגון שיחזור (מלא או חלקי), שיקום אקולוגי, שיפור מצב (תת שיקום) וכד' (ראה פרוט להלן).

שיקום אקולוגי של מערכת נחל (River rehabilitation) – מהלך שמשמעותו החזרת המערכת האקולוגית של הנחל לתפקוד בריא ומאוזן.

מקווה מים תוך יבשתי – גוף מים תוך יבשתי, עונתי או רב שנתי של מים מתוקים או מליחים זורמים או עומדים

ערכיות אקולוגית – מדד משוקלל שמטרתו לשקף את איכות מקווה המים תוך התבססות על המגוון הביולוגי המאכלס אותו.

מערכת אקולוגית – מערכת שאינה תלויה בקיומה במערכות אחרות, המתאפיינת בתנאים סביבתיים ייחודיים ומכילה בע"ח או צמחים עונתיים או רב שנתיים.

מקווה מים לח – מקום גיאוגרפי נקודתי או פרוש במרחב, או אתר לביקורי מבקרים המהווה חלק ממערכת אקולוגית ומתאפיין בתנאי סביבה נתונים, שהקיימות שלו תלויות מים (מקווה מים זורם – איתן, עונתי, אכזב; מקווה מים בריכתי – בריכות, אגמים, בריכות חורף, ביצה, אחו לח).

תלות אקולוגית – תלות בין מרכיבי בית הגידול למים (הידרולוגיה, איכות).

טבע – מרכיבי הסביבה מוטי מים, מקווה מים לח או שטחים פתוחים מוטי מים. אין התייחסות בשלב זה לנוף המיוצר ע"י השקיה חקלאית.
צריכת המים (ברוטו ונטו) – הפרדה בין כמויות המים שיוצאות ממאזן המים הארצי – נטו (אידיוי וחילחול) לבין כמויות המים המשמשים את המערכת האקולוגית וניתנים לניצול במורד – ברוטו.

מים עיליים – מים הזורמים על פני השטח באפיקי הנחלים.



זרימת בסיס – זרימה שלא במהלך אירועים שיטפוניים, המושפעת מאוגר רב שנתי של אקוויפרים אזוריים, הנובע במעיינות או בדליפות פזורות לאורך האפיק, ומזין את מקטע הנחל שבמורד. זרימה זו יציבה ביחס לזרימות העונתיות, ומושפעת לרוב מרצף של שנות בצורת / שנים ברוכות ומהשפעות מלאכותיות (שאיבות) על האקוויפר שמזין אותן.

זרימות שיטפוניות – מים הזורמים על פני השטח כתוצאה מארוע גשם, הזרימה מאופיינת בגל גיאות, חשיבותה האקולוגית בעיקר בעיצוב מורפולוגיית האפיק, יצירת קשר הידראולי לאורך ציר הזרימה ומילוי חוזר של אופק החלוקים באפיקי הנחלים.

מגוון ביולוגי – כלל המרכיבים הביולוגיים במערכת אקולוגית ובכלל זה מבנה האוכלוסיות שלהם והאינטראקציות ביניהם

מקורות תורמים – מקורות שמהם זורמים מים אל / דרך מקווה מים לח (מעיינות).

צרכנים (מאגרים וקידוחי הפקה) – צרכני מים שמונעים זרימה טבעית של מים דרך בית הגידול (קידוחי הפקה, מאגרים או סכרים).

תחנה הידרומטרית מייצגת – תחנה הידרומטרית שבינה לבין בית הגידול קיים מרחק סביר, עם מספר מינימלי של פיצולים בנחל, עם קשר הידראולי רציף, ובפרט שמרבית נפח המים שעובר דרך בית הגידול עובר גם דרך התחנה ההידרומטרית.

החלק התחתון של הנחל (מורד) – בישראל זהו בדרך כלל חלק הנחל המתאפיין בשיפוע מתון, באפיק רחב ועמו ובמהירויות זרימה נמוכות.

מצב משבר – מצב זה לא מונח אקולוגי – זה מונח של ניהול משק המים. ללא התערבות האדם אין במערכות האקולוגיות מצבי משבר.

זרימות סביבתיות "Environmental Flows" (Arthington et al., 2004) - המוגדרות כ"זרימות המים במערכת טבעית של נחל או אגם המקיימות מערכת אקולוגית בריאה ונגזרת מהן רמה טובה של שירותים לאדם". ע

שיקום – החזרת מערכת אקולוגית למצב בריא ומאוזן שאינו מצריך התערבות ממשקית עמוקה, כגון השקיה, דישון, טיהור מים וכו'.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



- שימור** – שמירת מערכת אקולוגית במצבה הקיים והגנה עליה מפני התערבות אנטרופוגנית. במסגרת תוכנית האב יוגדרו 5 מצבי יעד עבור מקווה המים :
- חלופת המשך** – שמירת המצב הקיים.
- שיפור מצב** – שיפור המצב בפרמטרים מסויימים.
- שיקום** – החזרת המערכת האקולוגית למצב בריא ומאוזן.
- שיחזור חלקי** – החזרת המערכת האקולוגית לפחות באופן חלקי למצב טרום פגיעה.
- שיחזור מלא** – החזרת המערכת האקולוגית באופן מלא למצב טרום פגיעה.

7. אקולוגיה ומדדי הערכיות

7.1 שלבי העבודה לקביעת צרכי המים האקולוגיים של מקווי מים

השלב הראשון בקביעת צרכי המים האקולוגיים של מקווי מים בישראל היה הגדרת קווים מנחים ע"י הגופים המעורבים המיוצגים בצוות ההיגוי. קווים מנחים אלה פורטו בהרחבה בדו"ח שלב א' של תכנית האב. בשלב זה גם גובשה רשימה של מקווי מים שישמשו מקרי בוחן בתוכנית האב. מרבית מקווי מים אלה הם נחלים. לאחר גיבוש העקרונות המנחים התחלנו באיסוף נתונים ובביצוע מקיף של סקר ספרות לבחינת השיטות הנהוגות במקומות שונים בעולם להגדרת צרכי המים האקולוגיים של מקווי מים תוך יבשתיים. סקר זה כלל למעלה מ-300 מחקרים שדווחו ממקומות שונים בעולם. תוצאות סקר הספרות, שדווחו בהרחבה בדו"ח שלב א' הביאו אותנו למסקנה כי בשל התנאים המיוחדים המאפיינים את משק המים בישראל ובשל היעדר מידע נחוץ לגבי מרבית מקווי המים התוך יבשתיים בישראל בשלב הנוכחי לא נוכל להפעיל מודל קודם שפותח במקום אחר בעולם, או להתאים מודל קודם כזה לתנאי הארץ, אלא נצטרך לפתח מודל מקומי המתבסס על המידע הזמין והתנאים המיוחדים המאפיינים את ישראל.

בשלב זה התחלנו בבניית מסד נתונים המכיל מידע מפורט על מקווי המים שנכללו ברשימה הנ"ל. מסד הנתונים שנבנה מהווה כלי הספק מידע דרוש לשלבים השונים של קביעת צרכי המים של מקווי המים בישראל (איור 16), למשל, לצורך סיווג הנחלים לקבוצות שונות, לצורך הגדרת פערים הידרולוגיים במקווי המים השונים בין המצב ההיסטורי שלפני תפיסת המים שלהם למצב הנוכחי – כלומר, לספיקות המים הזורמות במקווי המים כעת. המידע שנאסף במסד הנתונים שימש גם להגדרת אתרי ייחוס אקולוגיים וירטואלים – שלב נדרש להגדרת ההבדלים בין המצב ההיסטורי למצב האקולוגי הנוכחי במקווי המים.

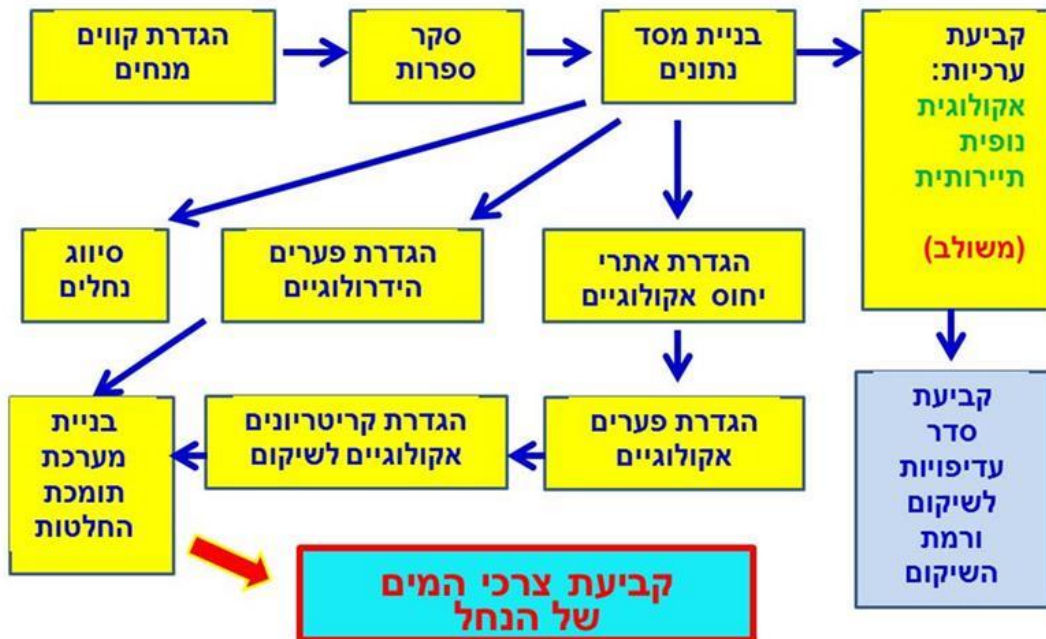
התפקיד העיקרי של מסד הנתונים היה לספק מידע על הערכיות האקולוגית של מקווי המים השונים. מידע זה בוחן את המצב הנוכחי של מקווי המים ומדרג אותם – כמכשיר בקביעת רמת השיקום המומלצת לכל מקווה מים ובקביעת סדרי עדיפויות לשיקום עתידי. חשוב



להדגיש כי הערכיות האקולוגית אינה מהווה שיקול יחיד בקביעת רמת השיקום המומלצת ובקביעת סדר עדיפויות לשימוש וכי ישנם שיקולים אחרים המהווים חלק ממדדי ערכיות אחרים. שקלול כלל מרכיבי הערכיות אמור להוביל לקביעות הנ"ל. לאחר שהוגדרו אתרי ייחוס אקולוגיים ווירטואליים ניתן היה להשוות בין המצאי הביולוגי המאפיין את אתרי הייחוס האקולוגיים השונים לבין המצאי הביולוגי הנוכחי במקווי המים. הגדרת פער זה היא שלב חיוני מכיוון שהיא קובעת בעצם להיכן מקווה המים המשוקם אמור להגיע לאחר שבהתאם לרמת השיקום שנקבעה לו, יוחזרו אליו כמויות מים שזרמו בו בעבר. שלב זה מהווה למעשה קביעה של קריטריונים אקולוגיים לשיקום של כל מקווה מים (איור 16).

כל השלבים והתהליכים השונים בדרך לקביעת צרכי המים של מקווי המים השונים הוטמעו בתוך מערכת תומכת החלטות שנבנתה לצורך התהליך. בסיוע מערכת זו הפועלת על פי המתודולוגיה שפיתחנו יקבעו צרכי המים של כל מקווה מים.

איור 16: תרשים זרימה של שלבי העבודה לקביעת צרכי המים של מקווי מים שונים בישראל



מקווה מים

פגיעה בכמויות המים הזורמות בנחלים והפניית המים לצריכת האדם היא תופעה הולכת וגוברת במקומות שונים בעולם ובמיוחד באזורים הנמצאים על ספר המדבר כדוגמת ישראל. שלב חיוני בקביעת זרימות סביבתיות הוא הערכת המצב הנוכחי של הנחלים באופן שיאפשר לדרג אותם באופן יחסי כחלק מקביעת סדר עדיפויות לשיקום (כלומר, איזה נחל ישוקם קודם; Dunn, 2000), ולהגדרת רמת השיקום המומלצת (Dunn, 2000; Habersack, 2000). על מנת לבצע דרוג כזה יש לאסוף מידע ממקורות שונים (מקרה בוחן פרטניים וגם מקורות מידע כוללניים) ולבצע דרוג של הנחלים בקנה מידה אזורי (כלומר, בנפרד לכל אזור ואזור; Poff et al., 2003; Arthington et al., 2006). משמעות הדרוג האיזורי היא שלא ניתן לעשות שימוש במדדים שפותחו לנחלים באזורים אחרים בעולם, אלא, יש לכייל אותם ולהתאימם לתנאים השוררים בישראל או לחלופין לפתח מדדים חדשים המותאמים לאזורנו.

דרוג הנחלים מקבץ אותם לקבוצות שונות ובכך מקל את קביעת הכללים לזרימות הסביבתיות הנקבעים פרטנית לכל קבוצה. מדד הערכיות האקולוגית הוא שיטה לסיווג נחלים על פי מרכיביהם הביולוגיים ולדירוגם באופן היררכי (Frissell et al., 1986). לכן מדד הערכיות האקולוגית מספק מידע היררכי חשוב על מצבם האקולוגי העכשווי של הנחלים. כפועל יוצא, מדד הערכיות מספק גם כלי לקביעת סדר עדיפויות להקצאת מים לנחלים ולשיקומם (Boon, 1998; 2000).

ברחבי העולם נעשה שימוש נרחב בהערכת המצב האקולוגי הנוכחי של הנחלים, בעיקר למטרות שיקום (למשל, Armitage & Petts, 1992; Boon, 2000). לשם כך פותחו במקומות שונים בעולם שיטות שונות המדרגות את הנחלים בדירוג היררכי בהתאם למצאי הביולוגי שלהם (למשל, Armitage & Petts, 1992; Boon et al., 1994; Ladson et al., 1999; Boon, 2000; Habersack, 2000; Brenden et al., 2008; Armanini et al., 2010). גם בישראל נעשה שימוש שגרתי במדדי ערכיות ברבות מתוכניות האב לשיקום נחלים (למשל, קלינהוז וגוית, 1995; גפני 2002; גפני, 2008; פרלברג וחובריו, 2009; גל וחובריו, 2011; גפני, 2012). הבעיה בקביעת ערכיותם האקולוגית של נחלים בישראל היא שזמינות הנתונים לקביעת מדדי ערכיות שונה מנחל לנחל ולכן, בכל תכנית אב שנערכה עד כה לנחלים שונים בישראל נעשה שימוש במדד ערכיות שונה. בעיה נוספת היא שרבים ממדדי הערכיות שפותחו בישראל אינם מביאים לידי ביטוי את החשיבות המיוחדת לנוכחות מינים רגישים ונדירים במערכת האקולוגית. המטרה בעבודה זו היא לקבוע מדד ערכיות אוניברסלי וגמיש שיאפשר קביעת ערכיות של מקווי מים שונים, עם מסד נתונים שונה ושיוכל להתעדכן ככל שבסיס הנתונים יתרחב.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



מאחר והתוכנית הנוכחית דורשת התייחסות למרבית הנחלים בישראל מדד הערכיות האקולוגית הנכלל בה חייב להיות ישים במידה שווה לכולם וגם לנחלים אחרים בעתיד. לפיכך, התעורר הצורך לפתח מדד ערכיות גמיש שיאפשר השוואה בין נחלים השונים זה מזה במאפייניהם, כמו גם בזמינות ובסוג המידע הקיים לגביהם (ראה להלן). הצורך במדד ערכיות גמיש מודגש בספרות המדעית (למשל, (Dufrene et al., 1997).

רכיב חשוב אחר שנדרש ממדד הערכיות היה התחשבות במינים ייחודיים ונדירים, מאחר ומינים כאלה מהווים בדרך כלל את החוליה החלשה ביותר במגוון הביולוגי המאפיין את מקווה המים. לפיכך, מינים כאלה מהווים אינדיקטור רגיש לאיכות מקווה המים וכאשר איכות זו יורדת הם הראשונים להיעלם מהמערכת.

7.2.1 טקסונים אינדיקטוריים

אינדיקטורים ביולוגיים (Bioindicators) הם טקסונים שהתפקוד שלהם, האוכלוסיות שלהם או הנוכחות שלהם במקווי המים משתנים עם השינוי במצב המערכת האקולוגית (Holt & Miller, 2010; Li et al., 2010). כפועל יוצא, על מנת להעריך את מצבם של מקווי המים ניתן לעשות שימוש בקבוצות טקסונומיות אינדיקטוריות או בטקסונים אינדיקטוריים ספציפיים. מסיבה זו, הגישה המקובלת להערכת מצבם של מקווי מים וגם לקביעת הזרימות הסביבתיות הנדרשות לשיקום גורסת שיש להתמקד במרכיבים הביוטיים של המערכת האקולוגית של הנחל (למשל, צמחייה: אצות, צמחייה טבולה וצמחיית גדות) (למשל, Nilsson and et al., 2002; Wade, 2002; King et al., 2002; Brown and Ford, 2002; Bain et al., 1988; Dyson et al., 2008; Armanini et al., 2010; Kennen and Riskin, 2010; Kennen et al., 2010), כבסיס מידע עיקרי גם בקביעת ערכיות אקולוגית וגם בקביעת כמויות המים הנדרשות לזרימות סביבתיות (Karr, 1998). גישה זו נובעת מההכרה שהמגוון הביולוגי של מערכת הנחל משקף את התפקוד האקולוגי והבריאות האקולוגית שלה הערך של זרימות גבוהות ככמות המים המאפשרת לדגים לעבור בשחייה מעל מכשולים טבעיים הקיימים במערכת הנחל. ערך זה שונה בכל נחל בהתאם להרכב מיני הדגים המאכלסים נחל ספציפי זה. אולם, כאן המקום לציין כי התגובה הביולוגית של מרכיבי הביוטה השונים אינה תמיד זהה. למשל, מדדים של חסרי חוליות ודגים בדרך כלל רגישים יותר לפגיעה בכמויות המים בהשוואה לאצות וצומח אקוטי עילאי (ראה להלן למשל, Bona et al., 2008; Dunbar et al., 2010a,b; Marzin et al., 2012). לכן, במחקרים ובמסמכי מדיניות רבים משמשות שתי קבוצות טקסונומיות אלה (Taylor et al., 2008; Kanno and Vokoun,



(2010) ובמיוחד בחסרי החוליות הגדולים (ראה פרוט להלן) ככלי עיקרי להערכת המצב האקולוגי של הנחלים ולקביעת כמויות המים הנדרשות לקיום בריא ומאוזן של מערכות אלה (למשל, Munn and Brusven, 1991; Rader, and Belish, 1999; Dewson et al., 2007b; Rehn, 2009; Konrad et al., 2008).

בעבודה הנוכחית נעשה שימוש גם בקבוצות טקסונומיות אינדיקטוריות המאפיינות טווח נרחב של מקווי מים וגם בטקסונים אינדיקטוריים המייחדים טיפוס אחד או שניים של נחלים בישראל. למדד הערכיות ולבחירת חודשים קריטיים במהלך השנתי של מקווי המים נבחרו טקסונים מקבוצות שונות: צמחי מים, חסרי חוליות אקוטיים, דגים ודו חיים ואפילו עופות מים. לקביעת אינדיקטורים להצלחת השיקום התמקדנו בחסרי החוליות הגדולים. הבחירה של הטקסונים האינדיקטורים השונים נעשתה כך שהם יכללו קבוצות טקסונומיות בעלות טווח תפוצה רחב בטיפוסים שונים של נחלים (למשל, נחלי רחבים, נחלים צרים, נחלים הרריים, נחלים מישווריים וכד'). כפועל יוצא, טקסונים שתפוצתם מוגבלת רק למקווי מים בודדים מטיפוס נתון לא שימשו בד"כ כטקסונים אינדיקטוריים לקביעת ערכיות, אבל יכלו לשמש אינדיקטור להצלחת שיקום בטיפוס מקווי המים בו הם נמצאים. כך למשל, מיני גדותאיים (Plecoptera) נמצאים בארץ באופן כמעט בלעדי בנחלים הרריים רחבים המתאפיינים בזרימה מהירה, טמפרטורת מים נמוכה ואיכות מים גבוהה ביותר. לכן, הם אינם יכולים לשמש כאינדיקטור בקביעה כללית של ערכיות נחלים אבל יכולים לשמש טקסונים אינדיקטוריים לבחינת הצלחת השיקום בנחלים הרריים כאלה. הדרישות האקולוגיות של סדרת שעירי הכנף (Trichoptera), נמוכות מעט יותר אך בתוך קבוצה זו ישנם מינים האופייניים רק לתנאי בית גידול מעולים כנ"ל, אבל הם נמצאים גם בנחלים הרריים רחבים, גם בנחלים הרריים וגם בנחלים הרריים צרים. לכן, סדרת שעירי הכנף יכולה לשמש כקבוצה אינדיקטורית לקביעת ערכיות. בנוסף, בין שעירי הכנף יש טקסונים ספציפיים לטיפוסי נחל ספציפיים. למשל, שעירכנף הנהרות ושעירכנף עברי איפייניים רק לנחלים הרריים רחבים. לעומתם מינים אחרים (למשל, שעירכנף הרשת) ימצאו גם בנחלים הרריים בינוניים וצרים. באופן זה, הסדרה כולה משמשת להערכת הערכיות האקולוגית של הנחלים השונים בעוד שטקסונים ספציפיים של שעירי כנף יכולים לשמש כאינדיקטוריים רק לטיפוס נחל מסוים. אחת הקבוצות המאפיינות את הטווח הרחב ביותר של טיפוסי מקווי מים היא סדרת הבריומאים. ניתן למצוא בריומאים כמעט בכל טיפוסי הנחלים המאפיינים את ישראל וגם במקווי מים אחרים. לכן, קבוצה זו היא קבוצה מצוינת לקביעת ערכיות אקולוגית. אבל בנוסף, כל טיפוס נחל מתאפיין בטקסונים שונים של בריומאים. ישנם מיני בריומאים האופייניים רק לנחלים רחבים שמהירות הזרימה בהם גבוהה (למשל, בריום נצמד ובריום הגליל). לעומתם טקסונים אחרים של בריומאים ימצאו בנחלים שאיכות המים בהם גבוהה

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



אך לא עירבולית ותשתיתם אבנית, טקסונים אחרים ימצאו בנחלים שמהירות המים בהם היא בינונית ותשתיתם רכה וטקסון אחר ימצא במקווי מים עומדים ובנחלי החוף. באופן זה, הטקסונים השונים הנכללים בסדרת הבריומאים (בארץ יש למעלה מ-50 טקסונים שונים של בריומאים, שמוכה, 1972) מהווים טקסונים אינדיקטוריים לטיפוסים שונים של מקווי מים.

7.2.2 רקע אקולוגי הכולל התייחסות לחסרי חוליות ולחשיבות שלהם להערכת מצב בריאותו של

מקווה מים

חסרי חוליות אקוטיים הם קבוצת אורגניזמים הרגישה מאד לשינויים במערכת הנחל (Death, 2010). בספרות המדעית תוארו שיטות רבות לסיווג ודרוג נחלים על סמך המרכיבים הביוטיים של מערכת הנחל. בין מרכיבים אלה ניתן למנות את הרכב הצמחייה האקוטי (צמחייה הקשורה למים) (למשל, Stromberg, 2001), את הרכב ומבנה אסופת הדגים (למשל, Brenden et al., 2008) ואת הרכב אסופת חסרי החוליות הגדולים (Macroinvertebrate assemblages - למשל, Cairns et al., 1993; Wright, 1995; Barbour et al., 1999). למשל דירקטיבת המים האירופית מחייבת שימוש במרכיבים ביוטיים של מערכת הנחל ככלי להערכת מצבם של הנחלים (EC, 2000; Acreman & Ferguson, 2010). מבין הקבוצות הטקסונומיות השונות המוכרות כאינדוקטיביות למצב האקולוגי של הנחלים השימוש בחסרי חוליות גדולים הוא השכיח ביותר בשיטות השונות להערכת נחלים (Dallas, 2000; Death, 2010), מאחר ונוכחותם של מאכלסים אלה בנחל מייצגת לא רק את התנאים בנחל במועד בו הנחל מאופיין אלא משקפת גם את כלל התהליכים הסביבתיים שהנחל חווה קודם למועד האפיון (למשל, Johnson et al., 1993; Bickerton, 1995; Minshall, 1996). לכן, אסופת חסרי החוליות בנחל יכולה לשמש ככלי להערכת יציבות בית הגידול (Death & Winterbourn, 1995) וכלל ההשפעה האנושית על מערכת הנחל (Johnson et al., 1993). הרגישות של חסרי החוליות הגדולים להפחתה בספיקת המים בנחלים גבוהה יותר (למשל, Rehn, 2009), במיוחד כאשר הפגיעה בספיקה גדולה מאד (Daren et al., 2013; Hughes et al., 2009; איור 17א). חסרי חוליות מגיבים בצורה חזקה לשינויים בממוצע השנתי של הספיקה בנחל, לשינויים במועדי ספיקות השיא, למשך התקופה בין זרימה שיטפונית אחת למשניה ולשכיחות ולאורך תקופות יובש בנחלי אכזב (Larned et al., 2010). גם בישראל פיתחו הרשקוביץ וגזית אינדקס להערכת השלמות הביולוגית של נחלים (B-IBI) בהסתמך על אסופת חסרי החוליות שלהם (הרשקוביץ, 2002).

בין הנימוקים לשימוש בחסרי חוליות כמדד המשקף את מצב הנחל ניתן למנות את היתרונות הבאים:

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



1. חסרי חוליות הם הרגישים ביותר לשינויים מתונים (Rader & Belish, 1999) ושינויים גדולים (Armanini, 2010 ; Konrad et al., 2008) בספיקה (Death, 2010). ההשפעה של שינויים בספיקה על אסופת חסרי החוליות יכולה להיות קצרת טווח (Dewson et al., 2007b), וגם ארוכת טווח ולכן תבוא לידי ביטוי במבנה האסופה גם זמן רב לאחר התרחשות השינוי (Bickerton, 1995). מאידך, חסרי חוליות גדולים מגיבים מהר להעלאת הספיקה (Bickerton, 1995). זאת ועוד, חסרי החוליות רגישים לא רק לשינוי בספיקה הכוללת אלא גם לשינויים במשטר הזרימה (Konrad et al.; Poff & Ward, 1989; al., 2008).
2. הרגישות של חסרי החוליות הגדולים לשינויים באיכות המים גבוהה (למשל, Resh & Sundermann et al., 1975; Unzicker, 2009; Kenney et al., 2012; Bunzel et al., 2013). לקבוצה טקסונומית זו רגישות גבוהה לחומר אורגני (Rakocinski, 2012) לחומרי הדברה (Bunzel et al., 2012) ולריכוזי חמצן מומס גם אם רגישותם לעלייה בריכוז חומרי דישון אינה כה גבוהה בהשוואה לאצות ולדגים (Carlisle et al., 2013; איור 17ב).
3. חסרי חוליות רגישים מאד גם לרכיבים אחרים המתרחשים המקווה המים ובגדותיו כגון, שינויים בשימושי קרקע באגן הניקוז (Zuellig & Schmidt, 2012; Carlisle et al., 2013; איור 18) (זמינות בתי גידול (Heino, 2000), מבנה בית הגידול (Galuppo et al., 2007), הפרעות פיזיות ופגיעה במבנה תעלת הנחל (Wan Hussin et al., 2012), נוכחות דגים הניזונים מהם, נוכחות אצות וחומר צמחי המהווים לחלק מהם מקור מזון).
4. תנועת השלבים הירווליים של חסרי החוליות ממקום למקום מוגבלת יחסית (כלומר, הם נשארים במקומם ואינם נודדים למרחקים גדולים). לכן, נוכחותם בנחל מייצגת לא רק את התנאים בנחל במועד בו הנחל מאופיין אלא משקפת גם את כלל התהליכים הסביבתיים שהנחל חווה קודם למועד האפיון (למשל, Johnson et al., 1993; Bickerton, 1995; Minshall, 1996). מאידך, שינויים בספיקה משפיעים מאד על הסחיפה הירוואלית של חסרי חוליות גדולים (Keefer & Maughan, 1985) ולכן פגיעה בספיקה יכולה להשפיע על שלבים אלה (Minshall & Winger, 1986). אסופת חסרי החוליות בנחל יכולה לשמש ככלי להערכת ערכיות בית הגידול ומעקב אחר שינויים בטווח הקצר (Robinson et al., 2004) ולאורך זמן (Death & Winterbourn, 1995) וכמכשיר להערכת ההשפעה האנטרופוגנית על מערכת הנחל (Johnson et al., 1993).
5. חסרי חוליות לא צרכים רצף של מים באיכות מתאימה ע"מ לאכלס בעצמם בית גידול משוקם. בוגרים של חסרי חוליות הם לרוב בעלי יכולת תעופה ולכן יכולים לאכלס

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



מחדש במהירות מקווי מים או מקטעי נחל שהתנאים בהם הפכו מתאימים להתיישבותם. ביצים וגופי קיימא של חסרי חוליות נדבקים לרגלי עופות מים וכך הם מועברים ממקום למקום.

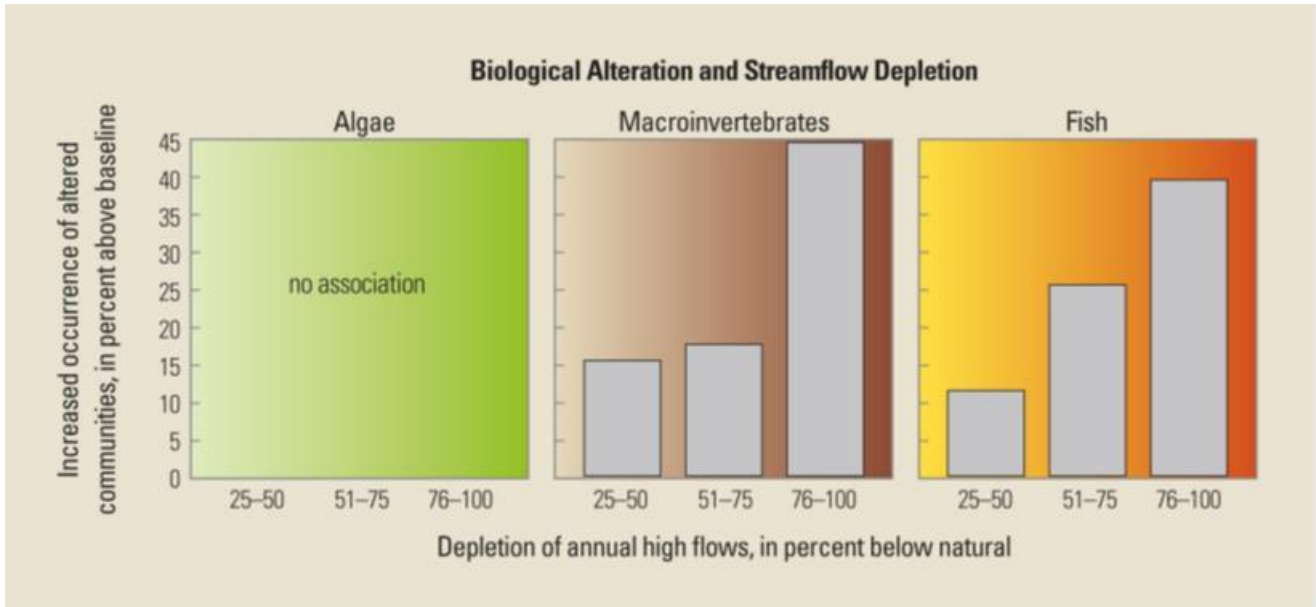
6. מספר מיני חסרי החוליות של מים מתוקים בישראל ובנחל נתון גדול יחסית.
7. בין חסרי החוליות יש הרבה מינים אינדיקטוריים למצבים שונים (למשל, Woodwiiss, 1964). ניתן למצוא בין חסרי החוליות מינים המותאמים למהירויות זרימה גבוהות (קבוצות טקסונומיות כגון גדותאים (Plecoptera), שעירי כנף (Trichoptera) ומינים מסויימים של בר-יומאים (Ephemeroptera) ולעומתם מינים המותאמים למהירויות מים איטיות (למשל, חיפושיות מים - Coleoptera) רכיכות (Mollusca), ומינים אחרים של בריומאים). באופן דומה ניתן למצוא מינים המותאמים רק לאיכות מים גבוהה, מינים אחרים יופיעו רק כאשר איכות המים בינונית ואחרים ישלטו באסופה כאשר איכות המים נמוכה (למשל תולעים דל זיפיות (Oligocheta) וזחלי ימשושים (Chironomidae)).
8. חסרי החוליות מהווים חוליה מקשרת במארג המזון בין היצרנים הראשוניים (אצות) לטורפי העל (דגים).

מאידך ישנן גם כמה מגבלות לשימוש בחסרי חוליות כמדד לאפיון מצב הנחל:

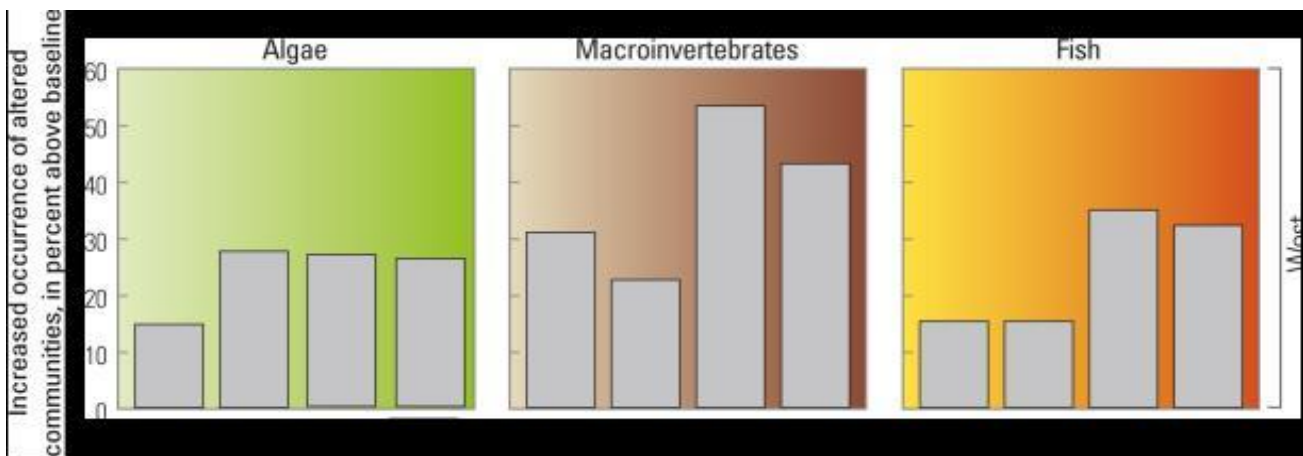
1. קשה, איטי ויקר לעבוד עם חסרי חוליות. זיהוי ואיפיון כמותי של אסופת חסרי החוליות בנחל דורשים מקצועיות רבה. האפיון הכמותי יקר ולוקח זמן רב.
2. המעמד הטקסונומי של חסרי החוליות לא תמיד ברור. לא תמיד ידוע האם שני פרטים הנראים דומים מורפולוגית משתייכים לאותו מין או שמא הם מינים שונים. לכן גם כאשר דנים בחסרי החוליות מקובל להשתמש במונח טקסון ולא במונח מין, אלא אם הזיהוי של המין הוא וודאי.



איור 17א: רמת השינוי באסופת האצות (רקע ירוק), חסרי חוליות גדולים (רקע חום) וזגים (רקע כתום) כפונקציה של ירידה בספיקת המים השנתית בנחל (באחוזים) מתחת לספיקה הטבעית (מתוך Carlisle et al., 2013)



איור 17ב: רמת השינוי באסופת האצות (רקע ירוק), חסרי חוליות גדולים (רקע חום) וזגים (רקע כתום) כפונקציה של שינויים בשינויי הקרקע (באחוזים) מתחת באגן הניקוז של הנחל (מתוך Carlisle et al., 2013)



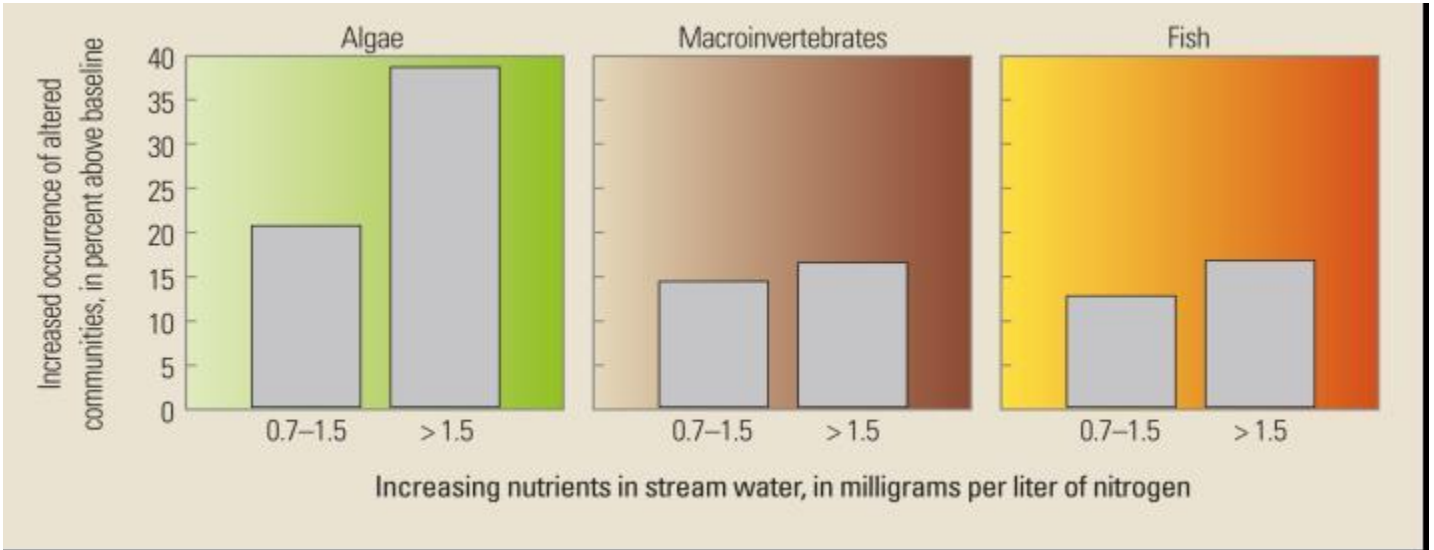
7.2.3 קבוצות אינדיקטורות מקובלות בנוסף לחסרי חוליות

אצות הבנתוניות

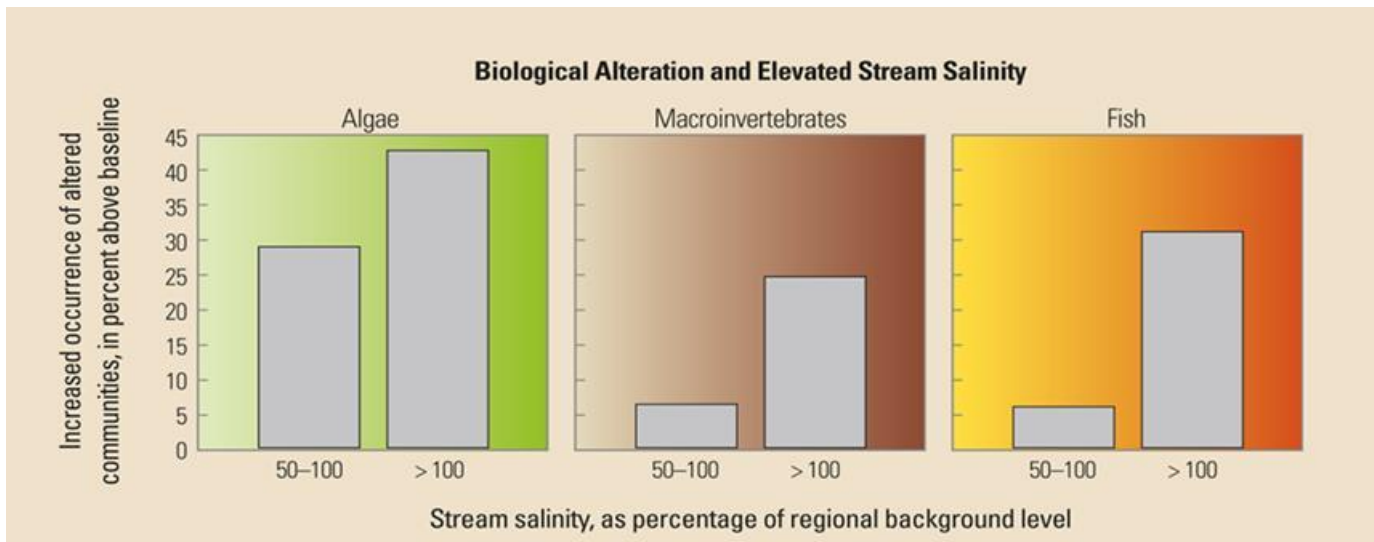
כאשר מבקשים להעריך ערכיות אקולוגית של מקווה מים על פי איכות המים בו משתמשים לעיתים באצות (Kireta et al., 2012). השימוש באוכלוסיית האצות הבנתוניים כקבוצה האינדיקטורית להערכה (למשל: Barbour et al., 1999; Hill et al., 2000; Hamscher et al., 2004; Lata Dora et al., 2010) נפוץ יותר בהשוואה לשימוש באצות פלנקטוניות. ככלל, אצות הבנתוס מראות רגישות גבוהה לשינויים סביבתיים המשפיעים על איכות המים (Palmer, 1969; Winter & Duthie, 2000), בעיקר שינויים בריכוזי נוטריאנטים (איור 18א), מליחות (איור 18ב) ומרכיבים כימיים אחרים של המים (Carlisle et al., 2013). במיוחד מקובל להתייחס לקבוצת האצות הצורניות (Diatomaceae) כמשקפות היטב את המצב האקולוגי של מקווה המים (למשל, Fore & Grafe, 2002; Smucker & Vis, 2011), אולם גם אצות כחוליות ידועות כאינדיקטור בולט להרעה באיכות המים ומכאן עלייה בשכיחותן יכולה לשמש כהתראה להתדרדרות באיכות המים (Douterelo et al., 2004). בין התהליכים הסביבתיים המשפיעים על אסופת האצות הבנתוניות במקווה המים ניתן למנות תהליכים של עיור (Sonneman et al., 2001) כריתת יערות (Naymik et al., 2005), חקלאות (Leland & Porter, 2000) וכד'. לכן אצות הבנתוניות הן קבוצה אינדיקטורית טובה לשינויים קצרי טווח המתרחשים במקווה המים ומשפיעים על איכות המים שלו. כפועל יוצא, הרכב אוכלוסיית האצות הבנתוניות הנצפה במקווה מים תלוי במידה רבה המועד הדיגום (למשל, Hamsher et al., 2004).



איור 18א: רמת השינוי באסופת האצות (רקע ירוק), חסרי חוליות גדולים (רקע חום) ודגים (רקע כתום) כפונקציה של עליה בריכוז הנוטריאנטים במים (מתוך Carlisle et al., 2013)



איור 18ב: רמת השינוי באסופת האצות (רקע ירוק), חסרי חוליות גדולים (רקע חום) ודגים (רקע כתום) כפונקציה של עליה במליחות המים (באחוזים) מעל המליחות המקורית (מתוך Carlisle et al., 2013)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



צמחים עילאיים

לעומת ריבוי יחסי של מחקרים המשתמשים באצות כמדד להערכת מצבם של מקווי מים השימוש בצמחי מים עילאיים שכיח פחות (למשל, Dawson et al.; Haslam & Wolseley, 1987; Moore et al., 2009; Kolada et al., 2014; Stromberg et al., 2006; al., 2009). קיימות מספר דוגמאות לשימוש בצמחייה אקוויטית טבולה כמדד לאיכות הנחל (למשל, Auble et al., 1994; Moore et al., 2012) ושיטות אחרות עושות שימוש בצמחיית הגדות כמדד (למשל, Stromberg et al., 2006; Aguiar et al., 2009). כפועל יוצא מהחלת הדירקטיבה האירופית למים (WFD; EC, 2000 - EU/2000/60) פותחו שני מודלים להערכת איכות מקווה המים כפונקציה של אסופת הצומח העילאי של הנחל. המודל הראשון (MACPACS (Macrophyte Prediction And Classification System) הוא נגזרת של המודל המקובל להערכת מצב מקווה המים מנתוני חסרי חוליות (Wright, 2000) RIVPACS. מודל זה מתבסס על נתוני נוכחות/ היעדרות של מינים ממערכת הנחל. המודל השני (MAC (Macrophyte Assessment and Classification) הוא נגזרת של מודל אחר של חסרי חוליות (BEAST (Reynoldson et al., 2000) והוא מתבסס על נתונים כמותיים של שכיחות יחסית של המינים השונים (Aguiar et al., 2011). בבחינה שנערכה לבדיקת אמינות החיזוי של שני המודלים נמצא כי מבין שני מודלים אלה המודל הפשוט יותר (MACPACS) אינו מראה התאמה טובה למצב הנחל בעוד שהמודל השני – המורכב יותר (MAC) - הדורש השקעת משאבים רבה יותר באפיון כמותי של השכיחות היחסית של המינים השונים של צמחיית הנחל) הראה התאמה טובה למצב הנחל. ככלל, יש עבודות הטוענות כי צמחייה אקוויטית אינה מייצגת תמיד נאמנה פגיעה במערכת הנחל (Marzin et al., 2012).

דגים

בדומה לחסרי חוליות גדולים גם דגים משמשים לעיתים קרובות כאינדיקטור למצבם האקולוגי של נחלים (למשל, Harris, 1995; Harris & Silveira, 1999; Schiemer, 2000; Brown & Ford, 2002; Freeman & Marcinek, 2006). ניתן למצוא באסופת מיני הדגים במקווה מים נתון מינים רגישים ומינים עמידים לרכיבים שונים של איכות בית הגידול כגון, איכות המים, המבנה המרחבי של בית הגידול, טמפרטורת המים והחומציות שלהם ונוכחות צמחיית מים (Maceda-Veiga & De Sostoa, 2011). גם משטר הזרימה משפיע מאד על הצלחת הרבייה של דגים ובכך קובע את הרכב אוכלוסיותיהם בנחל (Brown & Ford, 2002).

הנימוקים בספרות המדעית התומכים בשימוש בדגים כאינדיקטורים למצב האקולוגי של מקווי מים הם:

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



1. דגים רגישים מאד לשינויים קטנים ובינוניים בספיקה (למשל, Kanno ; Harris, 1995 ; Vokoun, 2010). שינויים כאלה בספיקה משפיעים מאד על יכולת הנדידה של דגים במעלה הנחלים (). לפיכך, דגים יכולים להוות אינדיקטור טוב לרמת הקישוריות והרציפות במערכת הנחל (Jungwirth et al., 2000).
2. תגובת הדגים לשינויים יכולה להיות ארוכת טווח (Taylor et al., 2008).
3. דגים מגיבים מהר להעלאת הספיקה (אם הם יכולים).
4. לאחר שהדגים נלכדו נוח וקל יחסית לעבוד עם דגים.
5. דגים נמצאים במעלה מארג המזון בנחל.

למרות ההסכמה הכללית שדגים יכולים להוות מייצגים טובים של הערכיות האקולוגית של נחלים רק מדינות מועטות בקהילה האירופית אימצו מדדים להערכת נחלים המתבססים על דגים (Schiemer, 2000). זאת מכיוון שמקרים רבים ההתבססות על אסופת הדגים מייצג פחות בגלל נטייתם של הדגים לנוע ממקום למקום במערכת הנחל, ולפיכך להימנע מחד מהשפעות שליליות המאפיינות מקטע נחל מסוים. הנימוקים כנגד השימוש בדגים כאינדיקטורים להערכת מצבם של מקווי מים הם:

1. דגים רגישים פחות לשינויים גדולים מאד בספיקה.
2. דגים מתקשים לאכלס בעצמם בתי גידול משוקמים אם אין רצף של מים באיכות טובה בין בית הגידול המשוקם לבית גידול בלתי פגוע (Taylor et al., 2008).
3. דגים רגישים פחות לשינויים אחרים בנחל (איכות מים, בתי גידול).
4. בשל קושי באיסוף מייצג של דגים ממקווי מים שתשתית שלהם גסה (אבנים, בולדרים, צמחייה אקוויטית עילאית – מצב בו לא ניתן להשתמש ברשת גריפה – Mesh seine, לאפיון אסופת הדגים) והמוליכות החשמלית של המים שלהם גבוהה (מצב בו לא ניתן להשתמש בדיגום חשמלי לאפיון אסופת הדגים) לעיתים, אפיון מייצג של אסופת הדגים בנחל קשה יחסית בהשוואה לאפיון של אסופת חסרי חוליות.
5. מספר מיני דגי המים המתוקים בישראל ובנחל נתון קטן יחסית. בישראל מצויים כיום פחות מ-25 מינים שונים של דגים, חלקם מינים שעברו אינטרודוקציה והם אינם ילידים במקווי המים של ישראל. כפועל יוצא, מספר המינים במקווה מים קטן מאד. אמנם ישנם מחקרים המראים כי גם כאשר עושר המינים נמוך יחסית עדיין ניתן להשתמש בהם כמדד לערכיות אקולוגית (Harris & Silveira 1999), אולם רבים מנחלי הארץ מאוכלסים במינים בודדים בלבד, ועושר מינים כה נמוך מקשה על הערכה נכונה של מקווה המים.



ראוי לציין כי ברכיב של מיני דגים נדירים (רכיב 9 בטבלה 9) נכללים גם דו חיים. בישראל קיימים בסך הכל שבעה מינים של דו חיים. מהם רק שלושה מינים (צפרדע הנחלים, סלמנדרה כתומה וטריטון הפסים *Omatotriton vitattus*) מאכלסים נחלים וגם אז מדובר רק בנחלים שזרימתם איטית. דרישות בית הגידול של מרבית מיני הדו חיים בישראל שונות ורובם מאכלסים בעיקר בריכות חורף. זאת ועוד, חמישה מתוך שבעת מיני הדו חיים בישראל עומדים בקטגוריה של מינים נדירים (לפיכך הוחלט להגביל את ההתייחסות לקבוצה טקסונומית זו לנוכחות מינים נדירים שלהם במקווה המים).

עופות מים

השימוש בעופות מים כאינדיקטורים לאיפיון המצב האקולוגי של גופי מים נדיר ביותר.

7.2.4 תיאור גמישותם של מדד הערכיות והמערכת והיכולת להוסיף פרמטרים למדד הערכיות

ולמיני המטרה

בשלב הנוכחי מדד הערכיות האקולוגית (EV) כולל בתוכו 10 רכיבים ($n=10$). אולם מדד הערכיות האקולוגית בנוי כך שאם במקווה מים נתון אין מידע על רכיב אחד או יותר (כלומר אם $n < 10$), רכיבים אלה אינם מקבלים ערך כל שהוא ואינם נכללים בחישוב. ועדיין הציון של מקווה מים זה יהיה לגיטימי ובר השוואה לציון של מקווי מים אחרים שבהם קיים מידע על הרכיבים הנ"ל. אם וכאשר יתווסף מידע לגבי הרכיבים החסרים, ניתן יהיה להוסיפו מידע זה לחישוב ולתקן את ערך הערכיות האקולוגית לנחל. ראוי להדגיש את ההבדל בין הציון הניתן למדד במצב שבו מקווה המים אינו מכיל את הרכיב הנדון – שאז הציון שניתן לרכיב הוא 0 לעומת מצב שבו אין מידע על הרכיב הנתון (כלומר, הוא יכול להיות או שלא להיות נוכח במקווה המים) ואז לא ניתן ציון לרכיב זה. זאת ועוד, גם הוספה של רכיבים חדשים נוספים למדד (כלומר, $n > 10$) אפשרית, וזאת מבלי לפגוע במהימנות המדד. ככל שמספר הרכיבים הנכללים במדד למקווה מים נתון יהיה גדול יותר כך המהימנות והתקפות של ציון הערכיות האקולוגית של מקווה מים זה יהיו גבוהים יותר.



7.2.5 תיאור הרציונל שבבחירת הרכיבים הנכללים במדד הערכיות

יתרונו של מדד הערכיות האקולוגית שפותח בעבודה זו הוא בכך שהמדד אינו מתמקד בקבוצה טקסונומית זו או אחרת, אלא מהווה מדד רב משתני (Zampella et al., 2006), הכולל רכיבים של צמחייה אקוטית עילאית, חסרי חוליות גדולים, דגים, דו חיים ועופות מים. זאת מאחר ונמצא כי התגובה של קבוצות טקסונומיות אלה הפרעות האנושיות הפועלות על מקווי מים יכולה להיות שונה (Marzin et al., 2012). למדד רב משתני יתרון בולט מכיוון שצמחי מים, חסרי חוליות ודגים יכולים לבטא תגובה שונה להפרעות אנושיות שונות למקווה המים (Marzin et al., 2012). מאידך, בין קבוצות טקסונומיות אלה קבוצת חסרי החוליות הגדולים קיבלה משקל יחסי גדול יותר בשל היתרונות שתוארו לעיל. לעומת זאת, האצות הבנתוניות אינן נכללות במדד בשל רגישותן הנמוכה לשינויים בספיקה, בשל הקושי הייחסי בעבודה טקסונומית עם אצות ובשל היעדר מידע כמעט מוחלט על הרכב אסופת האצות הבנתוניות במקווי מים בישראל. לעומת זאת, המידע על הימצאות עופות מים בסביבות מקווי המים הוא זמין יחסית. אולם קיים קושי בייחוס נתונים אלה לאיכות מקווי המים. בנוסף, העובדה שהשימוש בעופות מים כאינדיקטורים לאיכות מקווי מים נדיר מאד בספרות המדעיים, גרמו לכך שעופות המים קיבלו משקל נמוך במדד הערכיות האקולוגית שפיתחנו.

7.3 תיאור מדד הערכיות האקולוגית למקווה מים והרכיבים

מדד הערכיות שפותח בעבודה הנוכחית הוא מדד כללי המתאים לנחלים מטיפוסים שונים. המטרה הייתה לאפשר השוואה של הערכיות בין טיפוסים שונים של מקווי מים מחד, אבל לפתח מדד גמיש שיתחשב בכך שמקווי מים שונים מתאפיינים בצומח וחי שונים. לכן, מדד הערכיות האקולוגית אינו כולל בתוכו רכיבים של טקסונים ספציפיים, אלא מתייחס רק לקבוצות טקסונומיות אינדיקטוריות ברמה של סדרה (למשל, סדרת הבריומאים, סדרת השפיראים וכד'). מאידך, חשוב להדגיש כי בהיותו מדד המעריך את הערכיות האקולוגית בלבד - מדד הערכיות האקולוגית שפותח מכיל התייחסות לרכיבים ביולוגיים בלבד (הצומח והחי במקווה המים). יחד עם זאת, ניתן לצרף למדד שפותח גם רכיבים נוספים הכוללים מידע כמותי על איכות בית הגידול בנחל (למשל, ריכוזי חמצן מומס בנחל, איכות מים). המדד שפותח במסגרת העבודה הנוכחית כולל 10 מאפיינים ביוטיים שונים הכוללים מידע על המגוון הביולוגי במקווה המים, בין רכיבים אלה נכללים רכיבים רציפים המתבססים על נתונים כמותיים (עושר טקסונים - Taxa richness) ורכיבים בינאריים (נוכחות/היעדרות - Presence/Absence). המידע הכמותי הנוגע לרכיבים הרציפים עובר קטגוריזציה (דרוג לפי סולם שנקבע מראש) לסולם בן 6 קטגוריות (0-5; טבלה 9א). בתהליך הקטגוריזציה כל רכיב מקבל ציון (S - Score) וציון זה הוא הנכנס למדד הערכיות האקולוגית (EV - Ecological

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



; Biological integrity) והשלמות הביולוגית (Norris, 1999 ; Meyer, 1998 ; Health
Karr, 1991) של מקווה המים.

4. עושר מיני בריומאים – מדד רציף. יוסב ל-6 קטגוריות כנ"ל. סדרת הבריומאים (Ephemeroptera) היא מהקבוצות האינדיקטוריות החשובות ביותר בהערכת הערכיות האקולוגית של מקווי מים (Bauernfeind & Moog, 2000). לבריומאים מחזור חיים מורכב המתבצע בבתי גידול שונים במערכת הנחל. בישראל סדרת הבריומאים כוללת עושר רב של מינים (שמוחה, 1972 ; קוגלר, 1985). ביניהם מינים המאפיינים גופי מים המתאפיינים בזרימה מהירה (למשל, בריום נצמד, בריום הנחלים) ומינים אחרים המאפיינים גופי מים של זרימה איטית (למשל, בריום הבוץ). אולם, בדרך כלל לא ניתן למצוא בנחל יחיד יותר מ-5-6 מינים שונים בעת ובעונה אחת.
5. עושר מיני שפיראים – מדד רציף. יוסב ל-6 קטגוריות כנ"ל. גם סדרת השפיראים (Odonata) הכוללת שתי תת סדרות: שפיריות (damselflies - Zygoptera) ושפיריות (dragonflies - Anisoptera) היא קבוצה אינדיקטורית חשובה לאיפיון איכות בית הגידול (Van den Brink, 2013 ; Simaika & Samways, 2009) והערכיות האקולוגית של נחלים. רגישותה של סדרת השפיראים לתנאי בית הגידול נמוכה בהשוואה לסדרת הבריומאים. סדרת השפיראים כוללת מינים המאפיינים רק בתי גידול של זרימה מהירה (למשל בישראל: שפירית השלחופיות) ולעומם מינים המאפיינים בתי גידול של זרימה איטית ומינים ג'נראליסטיים (למשל, שפירית אדומה). בדומה לבריומאים גם הייצוג של סדרת השפיראים בישראל גבוה והוגדרו בארץ למעלה מ-80 מינים שונים של שפיראים (קוגלר, 1985).
6. מספר טקסונים רגישים של חסרי חוליות גדולים (חח"ג) – מדד רציף. יוסב ל-6 קטגוריות כנ"ל.
7. נוכחות מינים נדירים של חסרי חוליות – מדד בינארי כנ"ל (רמת הנדירות תיקבע ע"פ השכיחות בנחלים השונים).
8. עושר מיני דגים – מדד רציף. יוסב ל-6 קטגוריות כנ"ל.
9. נוכחות מינים נדירים של דגים ודו חיים – מדד בינארי כנ"ל. רמת הנדירות של הדגים תיקבע ע"פ השכיחות בנחלים השונים ותכלול את כל המינים המוגדרים כנתונים בסכנת הכחדה או בסכנת הכחדה קריטית בספר האדום של החולייתנים בישראל (גורן, 2002). מיני הדו חיים הנדירים הם המינים שהוגדרו בספר האדום כנתונים בסכנת הכחדה או בסכנת הכחדה קריטית. (גפני, 2002א).
10. נוכחות מינים נדירים של עופות מים – מדד בינארי כנ"ל (רמת הנדירות תיקבע ע"פ השכיחות בנחלים השונים).

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



חישוב אינדקס מדד הערכיות האקולוגית (EV) מתבצע על פי הנוסחה הבאה:

$$EV = \frac{\sum Sx(1-n)}{\sum Sx_{max}(1-n)} * 100$$

כאשר:

EV – הערכיות האקולוגית (Ecological Value)

Sx – הציון הניתן לרכיב נתון x בנחל

Smax – הציון המקסימאלי האפשרי לרכיב נתון (n) בנחל (במדד הנוכחי – 5).

n – מספר הרכיבים הנכללים במדד

טבלה 9א: רכיבי מדד הערכיות האקולוגית והמפתח לתרגום בין המדדים הכמותיים לציונים

אותם מדדים אלה מקבלים במדד

(S _{max}) 5	4	3	2	1	0	הציון הנכלל במדד (Sx)	
טווח הערך הנמדד במקווה המים לקבלת הציון הנכלל במדד							הרכיב
≥5	4	3	2	1	0		1 עושר טקסונים של צומח הידרופילי
≥1	←-----					0	2 נוכחות מינים נדירים של צומח הידרופילי
>20	16-20	11-15	6-10	1-5	0		3 עושר טקסונים של חסרי חוליות אקוויטים
≥5	4	3	2	1	0		4 עושר מיני בריומאים
>7	7	5-6	3-4	1-2	0		5 עושר מיני שפיראים
≥5	4	3	2	1	0		6 מספר טקסונים רגישים של חחי"ג
≥1	←-----					0	7 נוכחות מינים נדירים של חסרי חוליות
>9	8-9	6-7	4-5	1-3	0		8 עושר מיני דגים
≥1	←-----					0	9 נוכחות מינים נדירים של דגים ודו חיים
≥1	←-----					0	10 נוכחות מינים נדירים של עופות מים



הערכיות האקולוגית של מקווי מים שונים בישראל

בהיעדר מידע מהימן על המגוון הביולוגי של מקווי מים רבים בישראל מספר מקווי המים לגביהם ניתן לקבוע את הערכיות האקולוגית מוגבל. על מנת להגדיל מספר זה יש לקדם ניטור ביולוגי של מקווי מים נוספים. הערכיות האקולוגית של מקווי המים לגביהם נמצא מידע מפורטת בטבלה 9.

טבלה 9: ערכי מדד הערכיות האקולוגית למקווי מים שונים בישראל

ציון מדד הערכיות	מקווה המים
48	נחל בצת עליון
60	החולה – בריכה מערבית
48	המקטע העליון (הנקי) של נחל הירקון
44	המקטע התיכון של נחל הירקון
54	כרי נעמן
40	מורד הירדן (מסכר אלומות לים המלח)
16	מעין חרוד
56	עין נמפית
22	נוב
48	נחל אבוקה
16	נחל געתון תחתון
80	נחל דליות תחתון
80	נחל דן עליון
64	נחל דן תיכון
88	נחל הירמוד
84	נחל הקיבוצים
52	נחל השופט תיכון
88	נחל זויתן
32	נחל חרוד תיכון
84	נחל חרמון
34	נחל יששכר
48	נחל כזיב תיכון
43	נחל מודע
44	נחל מרון
20	נחל סעדיה
28	נחל סער

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



מקווה המים	ציון מדד הערכיות
נחל עכברה	24
נחל עמוד	92
נחל עמל	28
נחל צלמון תחתון	44
נחל צלמון תיכון	84
נחל שוח – מניפת סחף	56
נחל שניר	88
נחל תנינים	16
מעיינות גבתון	40
נחל דן - מעיינות	64
עין אפק	22
עין ארובות	37
עין דבשה	80
עין מלקוח	56
עין תאו	44
עינות צוקים	88
עינות שמיר רחום	60
שפך נחל עמוד	72
הירדן ההררי	96
הירדן המשוחזר	40
תל סהרון	48
תעלת הירדן המזרחית	68
תעלת הירדן המערבית	52

כשבעים אחוז (70%) ממקווי המים לגביהם נקבעה ערכיות אקולוגית הם נחלים. כ-20 אחוזים נוספים הם מעיינות או בתי גידול שצמודים למעיינות והשאר בריכות קבועות, אחר לח וכד'. במידה ויתווסף בעתיד מידע ביולוגי על מקווי מים נוספים ניתן יהיה לקבוע בקלות את הערכיות האקולוגית שלהם על סמך המתודולוגיה שפותחה בעבודה זו.

7.5 מדד הערכיות המשולבת

מדד הערכיות המשולבת מתבסס במהותו בלבד על מודלים אקולוגיים הוליסטיים כפי שהם מוצגים בסקירת הספרות האקולוגית בדו"ח מספר 1 של תוכנית האב לאספקת מים לצרכי

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



הטבע. המדד מורכב מתת מדדים מתחומים שונים שהוחלט לגביהם כי הם בעלי חשיבות למקבלי ההחלטות להבנה כוללת של חשיבותו של מקווה מים מסוים מבחינת ניהול משק המים, שיקולי ציבור, שיקולים גיאופוליטיים, כלכליים וכו'.

המתודולוגיה האקולוגית פותחה ע"י אקולוג מומחה, פרופסור גפני, הובאה לדיונים וקבלה הסכמתם של מומחים נוספים בתחום האקולוגיה במסגרת שיתוף הציבור בתוכנית האב וכך ציון הערכיות האקולוגית מבטא עמידה בקריטריונים מוסכמים.

תתי המדדים המרכיבים את המדד המשולב גובשו על ידי צוות התוכנית וועדת ההיגוי המורחבת וכוללים תחומי ידע החורגים ממומחיותם של צוות התכנון וחברי ועדת ההיגוי. את תתי המדדים השונים יש להביא לדיון מעמיק עם מומחים בתחומים השונים הן במטרה לגבש מתודולוגיות שיכללו מאפיינים מוסכמים בעזרתם ניתן יהיה לקבוע את ערכיותו של בית הגידול ולמתן ציונים בתחומים השונים ע"י המומחים המתאימים (טבלה 10). באופן כזה תתאפשר קביעת סדר עדיפויות לאומי מושכל.

המדד המשולב המוצע מורכב מ-9 תת מדדים, בהתאם לרכיבים מוסכמים ינתן לכל תת מדד ציון בין 1-5 (ראה טבלה 10) ומשקל יחסי שונה במערכת קבלת ההחלטות (ראה תיאור מערכת קבלת ההחלטות בפרק 7.2).

היות וחלק מתת המדדים המוצעים אינם רלוונטיים למקווי מים מסוימים, לדוגמא, תת מדד החשיבות הגיאופוליטית אינו משמעותי לנחלי החוף של מדינת ישראל, כמוהו, מדד החשיבות הבינ"ל שאינו רלוונטי למקווי מים שאינם מוגדרים כקדושים, או כאתרי שימור עולמיים. במקרה זה ניתן לאפס את המשקל היחסי של אותו תת המדד, במקביל מוצע להגדיר קבוצת בסיס אשר תכלול תת מדדים לגביהם קיימת החלטה נוקשה שהינם בעלי חשיבות לכל מקווי המים (גם אם במשקל יחסי שונה, כגון תת המדד האקולוגי, זמינות האוגר הטבעי באגן המקומי ועוד).

כאמור, תוכנית האב למים לטבע לא תעסוק באופן מפורט ברכיבים לחישוב הציון של כל אחד מתת המדדים שהוחלט כי הם המתאים להכלל במדד המשולב, מלבד כאמור המדד האקולוגי. הגדרת המתודולוגיה לקביעת הרכיבים של תת המדד הנופי לדוגמא, תקבע ע"י מומחים בעניין.

חלק מתת המדדים המוצעים במסגרת המדד המשולב, כגון, שימור קרקע, תיירות, שיקולים כלכליים וניקוז מטופלים כיום במסגרת תוכניות לשיקום נחלים.

להלן הגדרת כל אחד מהרכיבים של המדד המשולב ודוגמאות לשיקולים בעלי חשיבות במסגרת מתן הציונים לכל רכיב:



1. **זמינות האוגר טבעי באגן המקומי** – תת המדד מתייחס למצב אוגר מי התהום על פי מפלסים ומודלים הידרולוגים באגן מי התהום בו ממוקם מקווה המים, מספר הצרכנים המושפעים, מרחק ממקור אספקה חלופי.
2. **זמינות הפתרון ההנדסי** – תת המדד המתייחס לצורך ל שילוב הפתרון ההנדסי הנדרש לאספקת מים לטבע בתכנית פיתוח אזורית מורכבת מול פתרון ישים וזמין יחסית של שינוי משטר התפעול. מדד זה העלות משקלל גם את המוערכת של אספקת מים חלופית לצרכנים (ביתיים, תעשייתיים או חקלאיים) הכוללת הפקה והולכה (תפעול+ פיתוח).
3. **ניהול נגר וניקוז** – מוצע להתייחס במסגרת תת המדד להלימה בין תוכניות ניקוז נחליות לצרכי המים לטבע כפי שהוגדרו בתוכנית האב ולמידת התרומה של תת המדד להגנה מפני שיטפונות באזור מול ניצול המים.
4. **שיקולים כלכליים** – תת המדד מציע להתייחס לעלות המוערכת של אספקת מים חלופית לצרכנים (ביתיים, תעשייתיים או חקלאיים) הכוללת הפקה והולכה וכן לתרומה של מקווה המים לפיתוח הכלכלה האזורית.
5. **שיקולים גיאופוליטיים** – התייחסות למספר המדינות הגובלות במקווה המים (ירדן, נחל ערבה), להמצאות מקור המים של המקווה במדינה שכנה (נחל עיון) ולאפשרויות לשת"פ.
6. **חשיבות בינ"ל** – הכרה של המקווה כאתר מורשת עולמי או כאתר RAMZAR.
7. **היבטים תיירותיים, קייט ונופש** – מקווי מים יבשתיים מהווים נקודות משיכה לציבור הרחב. מקווי מים הסמוכים למרכזי אוכלוסיה במרכז הארץ הם בעלי פוטנציאל משיכה גבוה, שילוב עם פעילויות קייט ונופש נוספות באותו מקווה ובמקווי סמוכים ורמת הנגישות של מקווה המים לאוכלוסיות השונות המרכיבות את הציבור.
9. **ערכיות נופית**- מתייחס למאפייני ניצפות, ייחודיות ורגישות נופית.
 - ניצפות- חוויית הצופה (ניצפות נמוכה עד גבוהה מאד)
 - ייחודיות הנוף- מכלול נופי או אלמנט של מופע מיוחד של צמחייה, מורפולוגיה וכו' ביחס לאזור בו מופיע או ביחס לנדירותו
 - רגישות נופית- מידת ההפרה בשטח האתר (נמוכה מאד- גבוהה מאד)



טבלה 10: רשימת קריטריונים וציונים בקביעת הערכיות המשולבת

קריטריון	קריטריון אב	קריטריון	הסבר קריטריון	לר	ציון יחסי 1	ציון יחסי 2	ציון יחסי 3	ציון יחסי 4	ציון יחסי 5	משקל יחסי	הגוף/ים האחראים למתן הציון
1	אקולוגיה	ערכיות אקולוגית	סיווג ודירוג מקווי המים בהתאם לערכיותם האקולוגית על בסיס מרכיבים ביוטיים (בצע דירוג בנפרד-ראה טבלה לדוגמה בגליון ערכיות אקולוגית)								חשוב אוטומטי במערכת DSS
2	ניהול משק המים	זמינות האוגר הטבעי באגן המקומי ואילוצי אספקה	מתייחס למצב אוגר מי התהום על פי מפלסים ומודלים הידרולוגיים באגן מי התהום בו ממוקם מקווה המים, מספר הצרכנים המושפעים, מרחק ממקור אספקה חלופי, זרימת בסיס.		לא קיים אוגר זמין בכל חודשי שנה	שפיעות מופיעות רק בשנים גשומות	קיים אוגר זמין רק בחודשי החורף והאביב	התייבשות חלה רק בשנים בודדות לרחב קיים אוגר	קיים אוגר זמין ויכולת לספק את המים כל השנה		רשות המים, מקורות
		זמינות הפתרון ההנדסי	שילוב הפתרון ההנדסי הנדרש לאספקת מים לטבע בתכנית פיתוח אזורית מורכבת מול פתרון ישימ וזמין יחסית של שינוי משטר התפעול. מדד זה משקלל גם את העלות המוערכת של אספקת מים חלופית לצרכנים (ביתיים, תעשייתיים או חקלאיים) הסוללת הפקה והולכה (תפעול+ פיתוח)		השילוב דורש פתרון מורכב ועלות גבוהה	פתרון מורכב עלות בינונית	פתרון פשוט עלות גבוהה	פתרון פשוט עלות בינונית	משתלב בקלות ועלות נמוכה		רשות המים (השירות ההידרולוגי)
		ניהול נגר	יחס בין תכנית המים למקווה המים לבין היבטים של הגנה מפני שטפונות.		קונפליקט בין ניהול הנגר והתכנית, לא קיימת יוזמה.		הלימה חלקית		הלימה מלאה בין תכניות הניקוז לזרימה בנחל וקיימת תכנית מאושרת		

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 80 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים
 הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע (Final report)\Management\Report\לטבע
 27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרנד



קריטריון אב	קריטריון	הסבר קריטריון	לר	ציון יחסי 1	ציון יחסי 2	ציון יחסי 3	ציון יחסי 4	ציון יחסי 5	משקל יחסי	הגוף/ים האחראים למתן הציון
3 שיקולים חיצוניים	שיקולים כלכליים	תרומת המים הזורמים במקווה המים לפיתוח הכלכלה האזורית.		לא רלוונטי- אינו יכול לתרום	יש פוטנציאל אך אין תרומה	תרומה נמוכה	תרומה בינונית	תרומה גבוהה		כל השלושה
	שיקולים גיאופוליטיים	התייחסות למספר המדינות הגובלות הבמקווה המים (ירדן, נחל ערבה), להימצאות מקור המים של המקווה במדינה שכנה (נחל עיון) ולאפשרויות לשת"פ.		לא רלוונטי	סבירות נמוכה לשת"פ	סבירות בינונית לשת"פ	סבירות גבוהה לשת"פ מקומי	סבירות גבוהה לשת"פ אסטרטגי		כל השלושה
	חשיבות בין לאומית	הכרה של המקווה כאתר מורשת עולמי או כפוטנציאל לאתר RAMZAR		סבירות נמוכה מאד להכרה	סבירות נמוכה להכרה	סבירות בינונית להכרה	סבירות גבוהה להכרה	אתר מוכר		המשרד להגנת הסביבה+רט"ג
שימושי ציבור	בריאות הציבור	התרומה של הוספת מים למקווה המים לבריאותו		לא תורם		תורם באופן חלקי		תורם מאד		אגף איכות מים, משרד הבריאות
	היבטים תיירותיים- קיט ונופש ונגישות	מקווי מים (יבשתיים) מהווים נקודות משיכה לציבור הרחב. מקווי מים הסמוכים למרכזי אוכלוסיה במרכז הארץ הם בעלי פוטנציאל משיכה גבוה, שילוב עם פעילויות קייט ונופש נוספות באותו מקווה ובמקוויים סמוכים.		לא תיירותי- אין אפשרות לפעילות, לא נגיש.	יש פוטנציאל אך אין פעילות	פעילות נמוכה	פעילות בינונית	פעילות רבה		רט"ג ומשרד הבריאות
	ערכיות נופית	נצפות- חוויית הצופה (נצפות נמוכה עד גבוהה מאד) ייחודיות הנף- מכלול נפי או אלמנט של מופע מיוחד של צמחייה, מורפולוגיה וכו' ביחס לאזור בו מופיע רגישות נופית- מידת ההפרה בשטח האתר (נמוכה מאד- גבוהה מאד)								צוות העבודה+רט"ג

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 81 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro\HYDROLOG\Maim-Division\P:
 הגשה/דוח מסכם תוכנית אב מים לטבע (Final report)\Management\Report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



בדומה למצב השורר במדינות רבות בהן פערי מידע מקשים על היכולת ליישם שיטות מתקדמות להערכת כמויות המים הדרושות על מנת לשמר ולשקם את התפקוד האקולוגי של נחלים (King & Brown, 2006), כך גם בישראל בלתי אפשרי להשתמש בשיטות אלו בשל מחסור חמור במידע. בשלב מוקדם יחסית של העבודה הנוכחית התברר כי קיימים פערי מידע אקולוגיים, מורפולוגיים והידרולוגיים נרחבים, המשפיעים בהיקפם על כמות מקווי המים אותם ניתן לנתח במסגרת התוכנית ועל איכות הניתוח. פערי המידע מקורם בצורך להגדיר את הנתונים בתחומים השונים הנדרשים לאפיון אמיץ של המצב האקולוגי וההידרולוגי הקיים במקווי המים והן לאופן בו נאספים הנתונים. להלן רשימה חלקית של פערי המידע הנדרש על מנת להעריך ברמה גבוהה של אמינות את ספיקות המים הנדרשות לשיקום אקולוגי של מקווי מים בישראל.

1. **נתונים הידרולוגיים היסטוריים** – משטר הזרימה הוא גורם מפתח בקביעת זרימות סביבתיות בנחלים (למשל, Galat & Lipkin, 2000; Snelder et al., 2005). במרבית נחלי ישראל לא נמדדו בעבר ספיקות המים. במצב כזה כמעט ולא ניתן לקבוע את צרכי המים של הנחל מאחר ולא ברור מה היה המצב הטבעי של הנחל.
2. **נתונים הידרולוגיים עכשוויים** – גם כיום הנתונים ההידרולוגיים הנמדדים מתבססים על מדידות מתחנות הידרומטריות שהשיקולים להקמתן במיקום ובאופן הקיים אינם כוללים שיקולים לביצוע הערכה אקולוגית למקווה מים נתון. באופן כזה קיימים נחלים רבים בארץ שאין בהם כל מדידה של ספיקות המים הנוכחיות. בנחלים אחרים המדידה אינה שגרתית ומתבצעת רק בזמן זרימות שיא. זאת ועוד, הרזולוציה הגבוהה ביותר של המידע ההידרולוגי הנאסף בנחלי ישראל היא רזולוציה חודשית. מרבית המודלים שפותחו בעולם לקביעת כמויות המים הנדרשות לתפקוד אקולוגי תקין של מקווי מים דורשים נתוני ספיקה ברזולוציה יומית ואפילו שעתית.
3. **נתונים גיאומורפולוגיים על הנחלים** – למשל, נתונים על חתך הנחל (Cross section) באתרים שונים לאורך הנחל, נתונים על אופי והרכב התשתית בנחל (Cullis, 2008), נתונים על שיפוע הנחלים וכד'. נתונים כאלה נדרשים ליישום מודלים כמותיים הבוחנים את ההשתנות בזמינות של בתי גידול שונים בנחלים (Thomson et al., 2001), והיעדרם מגביל את היכולת להשתמש במודלים מתקדמים לקביעת צרכי המים של הנחלים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



4. **נתונים היסטוריים על המצאי הביולוגי בנחלים** - נתונים כאלה נדרשים על מנת להגדיר מה היה בנחל בעבר – לפני תחילת ההפרעה האנושית (Karr & Chu, 1999), בכדי שניתן יהיה לקבוע את מצב הנחל אליו אנו רוצים להגיע ברמות השיקום השונות (בעיקר בשחזור מלא או חלקי).
5. **נתונים על המצאי הביולוגי העכשווי** – נתונים על אסופת האצות, צומח מים וצומח מוטה מים, חסרי חוליות גדולים, דגים ודו חיים. מוצע להקים צוות מומחים בין תחומי שיגדיר את סוג המידע הדרוש ואופן איסופו בתחומים השונים באופן שיהווה בסיס אמין ומספק להערכת ערכיות בתי גידול לכל אורכו של מקווה המים. כבר בשלב זה של התוכנית עלה הצורך לאמוד את השפעת המים לטבע על הערכיות האקולוגית של מקווה מים נתון. טרום ניטור ניתן לבצע הערכה כללית בלבד, על מנת לאמוד באופן מדויק את התועלת יהיה צורך בניטור רציף.

7.7 סיווג הנחלים

נחלים הם מהמערכות האקולוגיות המגוונות בעולם בממדיהם ובאופיים (Dudgeon et al., 2006) והאקולוגיה שלהם מושפעת רבות ממאפיינים סביבתיים שונים. זאת ועוד, אופי התהליכים המתקיימים במערכות האקולוגיות של נחלים שונה במידה רבה בקנה המידה בזמן ובמרחב בו הם נבחנים (למשל, Levin, 1992; Conquest & Ralph., 1998). עבודות שעסקו בכדאיות הכלכלית של שיקום נחלים הוכיחו באופן מובהק כי לתפקוד בריא ומאוזן של נחלים ישנו ערך כלכלי גבוה ביותר (Constanza et al., 1997; Postel & Carpenter, 1997; Poff, 2009). גם בישראל קיימת שונות גבוהה באופי נחלים הנמצאים במקומות שונים. לכן, לא ניתן להשתמש במערכת קריטריונים זהה לכל הנחלים בארץ. לדוגמה, המבנה והאופי והתפקוד של נחלים הנמצאים באזורים ההרריים של ישראל שונה באופן מובהק מהמבנה והאופי של נחלי החוף. הבדלים אלה אינם קשורים להשפעת האדם על הנחלים אלא אפיינו את סוגי הנחלים השונים עול לפני שההפרעה האנושית החלה.

סיווג הנחלים על פי מאפייניהם (River typology, River classification; למשל, Habersack, 2000; Harris et al., 2000) מהווה את הצעד הראשון הנדרש על מנת להעריך באופן נכון את כמות המים הנדרשת לנחל נתון ולהערכת מצבו העכשווי של הנחל (Environmental Flow Assessment - EFA). סיווג זה מקבץ את הנחלים



לקבוצות שונות ובכך מקל את קביעת הכללים לזרימות הסביבתיות הנקבעים פרטנית לכל קבוצה (במקום לקבוע כללים כאלה לכל נחל באופן פרטני) (Apse et al., 2008).

סיווג נחלים לקבוצות שונות יכול להתבצע על פי מאפיינים שונים של הנחלים, בדרך כלל על פי מאפיינים סביבתיים (למשל, Naiman et al., 1992; Harris et al., 2000; Higgins et al., 2005). במקרים רבים מקובל לבצע את הסיווג על פי מאפיינים פיזיים (כלומר מאפייני מבנה של הנחל למשל, אופי תשתית הנחל (Thomson et al., 2001; Brussock et al., 1985), ועל פי מאפיינים הידרולוגיים (מאפייני זרימה) (למשל, Poff and Ward, 1989). ברור כי הן המאפיינים הפיזיים והן המאפיינים ההידרולוגיים קשורים אלו באלו באופן הדוק. כך למשל מהירות ואופי הזרימה בנחל נקבעים לא רק על ידי כמות המים הזורמת בנחל, אלא גם על פי מאפיינים מבניים כגון שיפוע הנחל, רוחב תעלת הנחל וכדומה. ובאופן דומה, מהירות הזרימה, משפיעה על אופי התשתית בנחל. נחלים בעלי זרימה מהירה יתאפיינו בדרך כלל בתשתית אבנית גסה, בעוד שנחלים שזרימתם איטית יתאפיינו בדרך כלל בתשתית רכה (חול, טין, חרסית).

בעבודה הנוכחית בחרנו לסווג את נחלי ישראל על פי מדדים מורפולוגיים. השיקול העיקרי בבחירת הקריטריונים לסיווג היה זמינות נתונים. מאחר ונתונים הידרולוגיים כמותיים נדירים לגבי נחלים רבים ונתונים על איכות מים אינם עומדים בפיקוס של מטרות התכנית, נבחרו המאפיינים המורפולוגיים הבאים:

1. **רוחב תעלת הנחל.** הנחלים סווגו ל-3 קבוצות עיקריות: כנחל רחב הוגדרו נחלים שרוחב התעלה הרטובה שלהם עלה על 10 מ'; כנחל בינוני הוגדרו נחל שרוחב התעלה הרטובה שלו נע בין 5 מ' ל-10 מ' וכנחל צר הוגדרו נחל שרוחב התעלה הרטובה שלו היה קטן מ-5 מ'.
2. **שיפוע הנחל.** כנחל הררי (Mountain stream) נקבע נחל או מקטע נחל ששיפועו הכולל גדול מ-1%. כנחל מישורי (Lowland stream) הוגדרו נחל ששיפועו קטן מ-1%.
3. **תשתית הנחל.** כנחל אבני נקבע נחל שהתשתית הדומיננטית בו היא בולדרים, אבנים וחלוקים. כנחל אלוביאלי נקבע נחל שהתשתית הדומיננטית בו היא חול, טין או חרסית.

מהצירוף של שלושת הקריטריונים התקבלו ששה טיפוסים נחלים:

1. **נחל הררי רחב:** נחל שרוחב התעלה הרטובה שלו גדול מ-10 מ', השיפוע שלו גדול מ-1% והתשתית שלו נשלטת ע"י משטחי סלע, בולדרים אבנים

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



חלוקים חצץ. בישראל, נחלים הרריים רחבים מתאפיינים בחתך נחל גדול מאחר ועומק המים עולה בד"כ על 1 מ', בספיקה גבוהה ובזרימה מהירה וטורבולנטית. לדוגמא- נחל שניר.

2. נחל הררי בינוני : נחל שרוחב התעלה הרטובה שלו נע בין 5-10 מ', השיפוע

שלו גדול מ-1% והתשתית שלו נשלטת ע"י משטחי סלע, בולדרים אבנים חלוקים חצץ. בישראל נחלים הרריים בינוניים יכולים להיות עמוקים מ-1 מ' אבל לרוב הם יהיו רדודים יותר. בהתאם, נחלים כאלה מתאפיינים בד"כ בספיקה בינונית ובזרימה מהירה עד בינונית. לדוגמא- נחל גילבון

3. נחל הררי צר: נחל שרוחב התעלה הרטובה שלו קטן מ-5 מ', השיפוע שלו

גדול מ-1% והתשתית שלו נשלטת ע"י אבנים, חלוקים וחצץ. תיתכן גם הופעה של בולדרים פזורים. בישראל, נחלים הרריים צרים הם בדרך כלל נחלים רדודים שעומקם אינו עולה על 1 מ' והם מתאפיינים בספיקות נמוכות ובזרימה מהירה עד בינונית. לדוגמא- נחל צלמון.

4. נחל הררי אלוביאלי : בשל מיעוט הנחלים ההרריים האלוביאליים קובצו

בטיפוס נחל זה נחלים רחבים, בינוניים וצרים. אבל, ראוי לציין כי מרבית הנחלים ההרריים האלוביאליים הם נחלים ברוחב בינוני או צר. בדרך כלל שיפוע הנחל של נחלים הרריים אלוביאליים מתון יחסית אם כי עדיין עולה על 1%. לרוב, נחלים הרריים אלוביאליים בישראל מתאפיינים בטווח עומקים רחב – מ-2 מ' ועד ס"מ בודדים. הרכיב הדומיננטי בהגדרת נחל הררי כנחל אלוביאלי הוא אופי התשתית שהיא חצץ, חול, טין, חרסית אם כי תיתכן נוכחות של אבנים פזורות ואפילו בולדרים בודדים. הספיקה בנחלים הרריים אלוביאליים היא בדרך כלל בינונית עד נמוכה ומהירות הזרימה איטית. לדוגמא- נחל עירון.

5. נחל מישורי אלוביאלי רחב – נחל שרוחב התעלה הרטובה שלו גדול מ-10

מ' והשיפוע שלו קטן מ-1%, אם כי בנחלים רחבים השיפוע בדרך כלל קטן עוד יותר. נחלים אלוביאליים רחבים בישראל מתאפיינים בדרך כלל בעומק גדול העולה על 1 מ'. תשתית הנחל השולטת בנחל אלוביאלי רחב היא חול, טין, חרסית. תיתכן גם הופעה של חצץ. נחלים אלוביאליים רחבים מתאפיינים בספיקה נמוכה ובזרימה למינרית שמהירותה איטית ביותר עד אפסית. לדוגמא- נחל הירקון.

6. נחל מישורי אלוביאלי צר – בקטגוריה זו נכללו כל הנחלים המישוריים

שרוחב התעלה הרטובה שלהם קטן מ-10 מ' (כלומר גם נחלים בינוניים וגם נחלים צרים). גם בנחלים אלוביאליים צרים השיפוע קטן מ-1% ולרוב



הוא נמוך ביותר. התעלה הרטובה היא בדרך כלל רדודה ועומק המים בה אינו עולה על 1 מ'. תשתית הנחל השולטת בנחל אלוביאלי צר היא חול, טין וחרסית. נחלים אלה מתאפיינים בספיקה נמוכה מא' ומהירות הזרימה בהם איטית עד אפסית. לדוגמא- נחל מודע.

7.7.1 נחלי ייחוס וקביעת הפערים אקולוגיים

לאחר שהנחלים בארץ סווגו לקבוצות השונות יש להעריך את הפערים ההידרולוגיים והביולוגיים בין מצב הנחלים כיום לבין מצבם ההיסטורי. מאחר ומשטרי הזרימה ובעיקר מאחר שהמצאי הביולוגי הטבעי (ללא הפרעה) של כל אחד מטיפוסי הנחלים שונה יש להגדיר את הפערים הביולוגיים לגבי כל אחד מטיפוסי הנחלים בנפרד.

הדרך הטובה ביותר להעריך את הפערים ההידרולוגיים והביולוגיים בין מצב מערכת הנחל בתקופה שלפני תחילת ההפרעה האנושית לבין מצבו הנוכחי היא השוואה של הידרוגרפים היסטוריים ושל ההרכב ההיסטורי של הטקסונים שאפיינו את מקווה המים בתקופה שלפני ההפרעה האנושית להידרוגרפים הנוכחיים ולהרכב הביולוגי העכשווי (Rachel & Ronald, 2008; Jeppsson et al., 2012). בדרך זו ניתן לאבחן בצורה הישירה ביותר את השפעת ההפרעה האנושית (תפיסת מים, שינוי משטור הזרימה, זיהום, שינויים מורפולוגיים וכד') על המגוון הביולוגי של מקווה המים. אולם, למרות יעילותה הרבה של שיטה זו היא אינה ניתנת ליישום במקרים רבים. פרק זה מתייחס לפערים האקולוגיים בלבד, כלומר להבדלים בהרכב הביולוגי בין המצב ההיסטורי של הנחלים למצב הנוכחי.

כאמור, בישראל מידע היסטורי על המצאי הביולוגי ההיסטורי של הנחלים חסר כמעט לחלוטין. במקרים כאלה, כאשר רק חלק מהנחל מושפע מההפרעה האנושית, מקובל להשוות בין מקטע נחל ללא הפרעה (בדרך כלל במעלה הנחל, לבין מקטע נחל שעבר הפרעה (בדרך כלל במורד הנחל (Upstream-downstream approach; למשל, Stewart-Oaten et al., 1992). אולם, במקרים רבים כל הנחל מושפע מהמפרעה האנושית ולכן גישה כזו אינה אפשרית (למשל, Hughes, 1985). כזה גם המצב בישראל ולכן גישה כזו אפשרית בארץ רק במקרים בודדים (למשל בנחל הירקון המתאפיין במקטע ללא זיהום, Gafny et al., 2000).

כאשר אין נתונים היסטוריים על מצב הנחל לפני ההפרעה האנושית וכל הנחל נהוג להשוות את הנחל הנדון עם נחלי ייחוס שמידת ההפרעה האנושית בהם נמוכה עד אפסית (למשל, Stranko et al., 2012; Smucker & Vis, 2011). בעבודה הנוכחית פרושו של דבר הוא מציאת נחלים מייצגים מצב בלתי פגוע לכל אחד מששת

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



טיפוסי הנחלים שנקבעו. אולם, בשל מצבם הירוד הכולל של כל הנחלים בישראל, גם מציאת נחלי ייחוס בלתי פגועים היא למעשה משימה בלתי אפשרית. כאשר אין אתרי יחוס שאינם מושפעים ע"י האדם נהוג לבחור כנחלי ייחוס נחלים שבהם רמת ההשפעה האנושית היא הנמוכה ביותר (Least impacted streams, Stranko et al., ; Grafe, 2004 ; Dallas, 2000, למשל, Minimally degraded streams, 2011). פעולה כזו אפשרית כאשר ישנם נחלים שאינם מושפעים על ידי האדם, אבל רמת הפגיעה אינה גבוהה ולכן המצאי הביולוגי שבהם עדיין יכול לייצג במידה זו או אחרת את המצאי הביולוגי הטבעי של הנחלים (Arnwine & Denton, 2001). במקרים כאלה שבהם נחלי הייחוס אינם מייצגים נאמנה את המצב שלפני הפגיעה האנושית ראוי לבחור קבוצה שלמה של נחלים שהפגיעה בהם נמוכה ושונה לשמש כנחלי ייחוס (למשל, נחלים שאיכות המים בהם נפגעה מעט, אבל הספיקה נשארה בהם ללא פגיעה וגם נחלים שאיכות המים בהם לא נפגעה אבל המשטר ההידרולוגי שלהם שונה וגם נחלים שאיכות המים ומשטר הזרימה בהם לא השתנו, אבל הנחל עבר תיעול ומאפייניו המורפולוגיים השתנו). זאת על מנת שחוסר הפגיעה במדדים מסוימים יפצה על הפגיעה בנחלים אחרים. אולם, במצב הנוכחי כמעט כל הנחלים בישראל עברו פגיעה רב מערכתית כלומר, גם משטר הזרימה שלהם שונה באופן ניכר, גם איכות המים בהם נפגעה באופן וגם המבנה המורפולוגי שלהם שונה באופן ניכר (עקב הסדרת נחלים). מצב כזה אינו מאפשר הגדרה של נחלים בישראל כעומדים בקריטריון של Least impacted streams .

הקושי במציאת נחלי ייחוס אמיתיים בישראל הביא את מחברי התוכנית הנוכחית להכרה כי בהיעדר נחלים ללא השפעה אנושית משמעותית, היכולים לשמש כאתרי ייחוס יש לקבוע אתרי ייחוס וירטואלים המייצגים את מצב הנחל ללא הפרעה. נחלי ייחוס וירטואלים הינם נחלים שאינם קיימים במציאות, אלא נחלים סינטטיים המתאפיינים ברכיבים של נחלים אמיתיים שונים. לכל טיפוס נחל סינטטי נתון (על פי החלוקה לטיפוסי נחל שתוארה לעיל) הוכנה רשימה של עשרה טקסונים אינדיקטוריים שעל פי בסיס הנתונים ועל פי הידע של מחברי התוכנית אמורים היו להימצא בנחל לפני תחילת ההפרעה האנושית. הטקסונים האינדיקטוריים לכל אחד מטיפוסי הנחל היו :

7.7.1.1 נחל הררי רחב

בנחל הררי רחב ללא פגיעה אנושית אמורים להימצא הטקסונים האינדיקטוריים הבאים של חסרי חוליות גדולים :

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



1. גדואי הנחלים או *Marthamea beraudi* או גדותאי שש-זים *Protonemura zernyi*
2. כל טקסון אחר של גדותאיים
3. שעירכנף הנהרות *Rhyacophila nubila*
4. שעירכנף עברי *Policentropus hebraeus*
5. כל טקסון נוסף של שעירי כנף
6. בריום נצמד *Oligoneuriella oronfensis*
7. בריום הגליל *Ecdyonurus galileae*
8. בריום הנחלים *Rhitrogena sp.*
9. כל טקסון נוסף של בריומאים
10. שפירית השלפוחיות *Epallage fatime*

7.7.1.2 נחל הררי בינוני

בנחל הררי בינוני ללא פגיעה אנושית אמורים להימצא הטקסונים האינדיקטורים הבאים של חסרי חוליות גדולים:

1. שעירכנף הרשת *Hydropsyche jordanensis*
2. שעירכנף עברי *Policentropus hebraeus*
3. כל טקסון נוסף של שעירי כנף
4. בריום הנחלים *Rhitrogena sp.*
5. בטיס *Baetis sp.*
6. כל טקסון נוסף של בריומאים
7. שפירית השלפוחיות *Epallage fatime*
8. ארבעה טקסונים נוספים של שפיראיים
9. רץ נחלים מנוקד *Velia affinis*
10. שלושה טקסונים של חיפושיות מים

7.7.1.3 נחל הררי צר

בנחל הררי צר ללא פגיעה אנושית אמורים להימצא הטקסונים האינדיקטורים הבאים של חסרי חוליות גדולים:

1. שעירכנף הרשת *Hydropsyche jordanensis*
2. שני טקסונים נוספים של שעירי כנף
3. בריום הנחלים *Rhitrogena sp.*
4. בטיס *Baetis sp.*

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



5. כל טקסון נוסף של בריומאים.
6. לפחות ארבעה טקסונים של שפיראים.
7. רץ נחלים מנוקד *Velia affinis*.
8. רץ מים שכיח *Gerris paludum*.
9. שלושה טקסונים של חיפושיות מים.
10. לפחות טקסון אחד של חלזונות מים.

7.7.1.4 נחל הררי אלוביאל

בנחל הררי אלוביאל ללא פגיעה אנושית אמורים להימצא הטקסונים האינדיקטורים הבאים של חסרי חוליות גדולים:

1. טחבית המים *Proasellus sp.* ו/או שטצד מהמינים *Gammarus syriacus* ו/או *Echinogammarus veneris*
2. סרטן הנחלים *Potamon potamois* ו/או קפיצון האגמים *Atyaephyra sp.*
3. בריום הבוץ *Caenis macrura*
4. לפחות עוד טקסון אחד של בריומאים.
5. מודד מים שכיח *Htdrometra stagnorum* ו/או רץ מים שכיח *Gerris paludum*
6. רץ נחלים מנוקד *Velia affinis*
7. לפחות עוד טקסון אחד של פשפשי מים.
8. לפחות חמישה טקסונים של שפיראיים
9. לפחות ארבעה טקסונים של חיפושיות מים
10. לפחות שלושה טקסונים של חלזונות מים

7.7.1.5 נחל מישורי אלוביאל רחב

בנחל מישורי אלוביאל ללא פגיעה אנושית אמורים להימצא הטקסונים האינדיקטורים הבאים של חסרי חוליות גדולים:

1. טחבית המים *Proasellus sp.* ו/או שטצד מהמינים *Gammarus syriacus* ו/או *Echinogammarus veneris*
2. סרטן הנחלים *Potamon potamois* ו/או קפיצון האגמים *Atyaephyra sp.*
3. בריום הבוץ *Caenis macrura*.
4. קלאון דו כנפי *Cleon dipterum*.



5. מודד מים שכיח *Htdrometra stagnorum* ו/או רץ מים שכיח *paludum*.
Gerris.
6. לפחות שני טקסונים נוספים של פשפשי מים
7. לפחות ארבעה טקסונים של שפיראים.
8. לפחות שני טקסונים של חיפושיות מים.
9. לפחות שני טקסונים של חלזונות מים.
10. סלסלה חופית *Corbicula consobrina*

7.7.1.6 נחל מישורי אלוביאלי צר

בנחל מישורי אלוביאלי צר ללא פגיעה אנושית אמורים להימצא הטקסונים האינדיקטורים הבאים של חסרי חוליות גדולים:

1. סרטן הנחלים *Potamon potamois* ו/או קפיצון האגמים *Atyaephyra sp.*
2. בריום הבוץ *Caenis macrura* ו/או קלאון דו כנפי *Cleon dipterum*.
3. מודד מים שכיח *Htdrometra stagnorum* ו/או רץ מים שכיח *paludum*.
Gerris.
4. לפחות שני טקסונים נוספים של פשפשי מים.
5. שפירית הדורה *Ischnura elegans*.
6. שפירית אדומה *Crocothemis crythrea*.
7. לפחות שני טקסונים נוספים של שפיראים.
8. לפחות שני טקסונים של חיפושיות מים.
9. לפחות שני טקסונים של חלזונות מים.
10. סלילוניית *Gyraulus sp.* או *Planorbis planorbis*.

הפערים בין המצאי הנוכחי של חסרי החוליות בנחל לבין המצאי המאפיין של טיפוס הנחל הנתון הוגדרו כפערים האקולוגיים של הנחל. תהליך שיקום הנחל אמור להביא לצמצום הפערים האקולוגיים, כלומר לאכלוס של הנחל במרבית הרכיבים הביולוגיים הנ"ל שהודרו לטיפוס נחל נתון זה. הרציונל שבקביעה זו הוא שיחד עם מינים אינדיקטורים אלה יחזרו לנחל טקסונים רבים אחרים, שלא הוגדרו כטקסונים אינדיקטוריים. מספר הטקסונים האינדיקטוריים הצפויים לחזור לנחל תלוי ברמת השיקום של הנחל (ראה סעיף 7.7.2 להלן). ככל שרמת השיקום תהיה גבוהה יותר, כך צפויים לחזור לנחל יותר טקסונים הנכללים



ברשימת הטקסונים האינדיקטוריים. באופן זה, איכלוס של הנחל בטקסונים אינדיקטוריים אלה יכול לשמש כאמת מידה להצלחת השיקום.

7.7.2 חלופות לשיקום נחלים - רמות השיקום השונות האפשריות

המטרה בשיקום אקולוגי של נחלים היא להשיב למערכת הנחל את כל או חלק משלמותה הביולוגית והאקולוגית (Biological and Ecological integrity; למשל, Karr 1986, Arthington et al 2006) ואת בריאותה (Ecosystem health; למשל, Meyer, 1998). גישה זו קיבלה הכרה בוועידת ריו (1992) ואומצה ע"י גופים העוסקים בשמירת טבע (למשל, Nature Conservancy - Garrick et al 2009; WWF - O'Keefe & Le Quesne 2009 וכן ה-IUCN), ע"י הקהילה המדעית העוסקת בשיקום נחלים (למשל, Petts, 1996) וע"י הקהילה האירופית (Aereman & Ferguson, 2010). לכן מקובל בספרות המדעית כי היעד הסופי (החזון) של כל תכנית שיקום נחל צריך להיות שחזור מלא שפרושו החזרת הנחל למצבו הטבעי. יחד עם זאת ברור כי במרבית המקרים מצב של שחזור מלא הוא מצב אוטופי ולכן מקובלות בספרות המדעית רמות שיקום שונות שכולן מתאפיינות בכך שהנחל מתקרב ככל הניתן למצבו שלפני ההפרעה. כדלהלן:

1. **שחזור (Restoration)** – החזרת מערכת הנחל לצורה ולתפקוד שהיו קיימים לפני תחילת ההפרעה האנושית (Cairns, 1991). השחזור יכול להיות מלא או חלקי. על מנת לבצע שיחזור כזה יש צורך לקבוע את נקודת הייחוס בזמן (הנקודה בזמן אילה מתייחסים "כמצב לפני ההפרעה") וקיים צורך במידע מפורט על המצב שהיה קיים לפני ההפרעה, או לחלופין בנחלים דומים (אתרי ייחוס - reference sites) המתאפיינים בתנאי סביבה טבעיים הדומים לנחל אותו אנו רוצים לשחזר ואינם מתאפיינים בהפרעה אנושית (Rheinhardt et al., 1999). שחזור הנחל יכול להיות מלא או חלקי.
2. **שיקום (rehabilitation)** – החזרת המערכת האקולוגית של הנחל לתפקוד מאוזן ובריא. לשם כך יש לאתר את הצרכים האקולוגיים של מערכת הנחל, לספק תנאים לתפקוד מאוזן של מערכת הנחל, לשקם בתי גידול במערכת הנחל ולשמור על מערכת הנחל מפני מפגעים חדשים (Brookes, 1996).



3. **שיפור מצב** (Enhancement=Reclamation) - טיפול במפגעים עיקריים (למשל סילוק מוקדי זיהום) ושיפור מסוים של התפקוד הביולוגי אקולוגי.
4. **יצירה מחדש** (Creation) – יצירה של מערכת חדשה, שלא הייתה קיימת בעבר ושאינה משחזרת את המצב ההיסטורי של הנחל. רמת שיקום כזו נדרשת כאשר המציאות הקיימת שינתה את פניו של הנחל ללא תקנה.

במסגרת העבודה הנוכחית על בסיס רמות שיקום הנ"ל בוצעה התאמה לצרכים של משק המים בישראל. התאמה זו כללה חלוקה של חלק מרמות השיקום המוכרות מהספרות העולמית לרמות משנה. לשם כך הוגדרו שש רמות שונות של שיקום המהוות למעשה חלופות לשיקום הנחלים בישראל. רמות שיקום אלה נבדלות ביניהן ברמת הקרבה למצב האידאלי של שחזור מלא. רמות שיקום אלה הן:

1. שחזור מלא - חזרה מלאה של הנחל למצבו לפני שהתחילה הפגיעה האנושית
2. שחזור חלקי - חזרה חלקית של הנחל למצב קרוב ככל הניתן למצבו לפני שהתחילה הפגיעה האנושית.
3. שיקום - הבאת הנחל לתפקוד בריא ומאוזן.
4. תת שיקום - הבאת הנחל למצב קרוב ככל הניתן לתפקוד בריא ומאוזן.
5. השארת המצב הקיים – המשך המצב הנוכחי ללא נקיטת פעולה כל שהיא.
6. הגברת הניצול – הגברת שאיבת המים מהאקוויפר ו/או מהמעיינות המזינים את הנחל או הגברת משיכת המים (זרימות בסיס או זרימות שיטפוניות) מהנחל עצמו

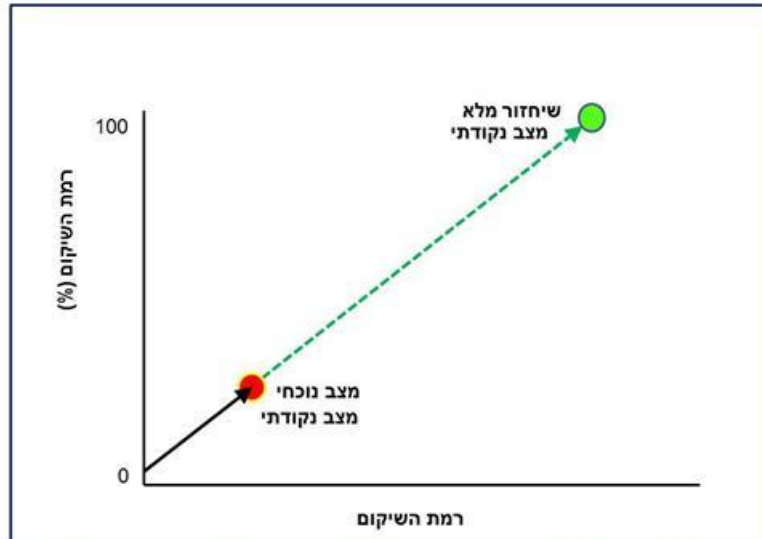
להלן פירוט של החלופות השונות:

חלופת השחזור המלא (Full Restoration) – משקף אם כן מצב של חזרה מלאה של הנחל להרכב, למבנה ולתפקוד כפי שהיה לפני הפגיעה (איור 19). שחזור מלא הוא מצב נקודתי מוגדר. מההיבט הביולוגי של מגוון המינים בשחזור מלא כל המינים שאכלסו את הנחל לפני ההפרעה אמורים לחזור לנחל. כמעט כל מקורות המים שנתפסו צרכים לחזור לנחל במלואם. מפלסי מי התהום יוחזרו למצב שלפני תחילת השאיבות באופן שישחזר משטר הנביעה של המעיינות ורמת שרותי המערכת שהנחלים מספקים לאדם תעלה ותחזור עם הזמן לרמה שהייתה לפני תחילת הפגיעה.



איור 19: תיאור סכמתי של מצב של שחזור מלא. החץ הירוק המקווקו – הדרך שעל המערכת

האקולוגית של הנחל לעבור מהמצב הנוכחי למצב של שחזור מלא



על פי הדרכתבה האירופית (EC, 2000) המטרה בשחזור מלא היא ליצור החלמה מלאה של המבנה והתפקוד של מערכת הנחל. בתרחיש זה אנו מצפים ממערכת הנחל לחזור באופן מלא למצב שלפני ההפרעה האנושית. פרויקט של שיחזור מלא צריך להשיג את 5 המטרות הבאות:

1. שחזור מלא של משטר הזרימה ושל משטר הולכת הסדימנטים.
2. שחזור מלא של איכות המים וחזרה לאיכות מי המקור.
3. שחזור מלא של הגאומטריה של תעלת הנחל ושל יציבותה המבנית.
4. שחזור של המבנה והתפקוד של רצועת הצמחייה הריפרית (צמחיית הגדות) המקורית.
5. שחזור הצומח והחי הטבעיים המקוריים במערכת הנחל.

במרבית המקרים חלופת השחזור המלא אינה ריאליזאבילית מאחר ולא ניתן להחזיר בשלמות את המצב לקדמותו. שינויי אקלים הביאו לכך שמשטר הגשמים השתנה ועקב כך גם כמויות המים היכולות להגיע לנחל. במצב הנוכחי, לאחר שנים של פגיעה במשטר הזרימה ובכמויות המים המגיעות אל הנחל, גם אם נפסיק לגמרי את השאיבות – שיקום המפלסים וחזרה למצב שלפני ההפרעה יכול לקחת זמן רב ואפשר שלא ניתן להגיע אליו

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



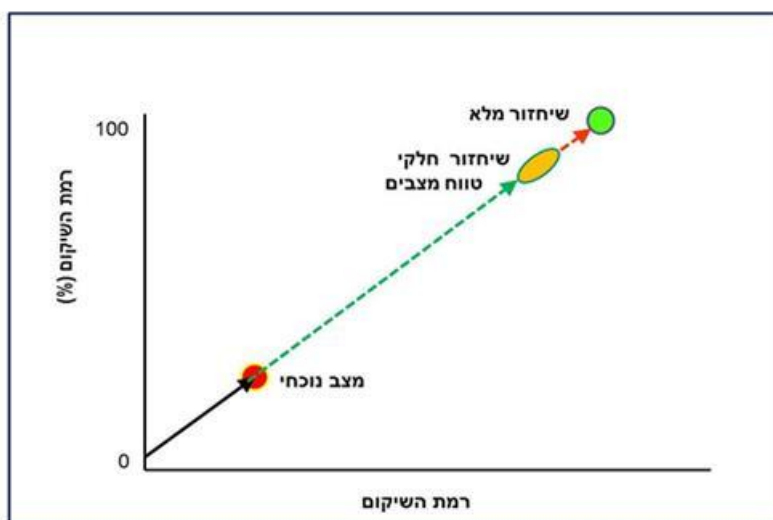
כלל. מההיבט הביולוגי ישנם מינים שנכחדו מהעולם ולא ניתן להשיבם ולכן, גם מסיבה זו במרבית המקרים שחזור מלא אינו אפשרי.

חלופת השחזור החלקי (Partial Restoration) - משקפת מצב של חזרה חלקית פחותה מ-100% (קרובה ככל הניתן) של הנחל להרכב, למבנה ולתפקוד כפי שהיה לפני הפגיעה (איור 20). בחלופה זו מרבית המינים שאכלסו את הנחל לפני ההפרעה צפויים לחזור אל הנחל. מרבית מקורות המים שנתפסו אמורים לחזור לנחל. מפלסי מי התהום באגן הניקוז של הנחל ישוקמו ומשטר הנביעה של המעיינות המזינים את הנחל ישוקם ורמת שרותי המערכת שהנחלים מספקים לאדם תעלה מאד ותתקרב לרמה שהייתה לפני תחילת הפגיעה. בניגוד לחלופת השחזור המלא המשקפת מצב נקודתי אחד חלופת השחזור החלקי משקפת טווח של מצבים בהם מערכת הנחל מתקרבת למצב של שחזור מלא ככל הניתן אך אינה מגיעה אליו (איור 20).

איור 20: תיאור סכמתי של מצב של שחזור חלקי. החץ הירוק המקווקו – הדרך שעל המערכת

האקולוגית של הנחל לעבור מהמצב הנוכחי למצב של שחזור חלקי. החץ האדום

המקווקו – הפער בין שחזור חלקי לשחזור מלא



על פי הדרקטיבה האירופית המטרה – להחזיר את הנחל למרבית מרכיביו ותיפקודיו שהתקיימו לפני ההפרעה האנושית. פרויקט של שיחזור חלקי צריך להשיג את 5 המטרות הבאות:

1. שחזור חלקי של משטר הזרימה ושל משטר הולכת הסדימנטים.
2. שיפור משמעותי של איכות המים הזורמים בנחל.
3. שחזור חלקי של הגאומטריה של תעלת הנחל ואבטחת יציבותה המבנית.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



4. שחזור של המבנה והתפקוד של רצועת הצמחייה הריפרית (צמחיית הגדות) המקורית.

5. שחזור של אסופה יציבה של הצומח והחי בנחל הדומה בהרכבה לאסופה ההיסטורית.

חלופת השחזור החלקי היא חלופה ריאלית אך דורשת השקעה של כמויות מים גדולות יחסית. יש חלופה זו היא החלופה המועדפת בנחלים בהם היו בעבר ערכי טבע נדירים ויחודיים שאנו מבקשים להשיבם. ניתן להעדיף חלופה זו גם בנחלים שבהם "עלות" כמויות המים הנדרשות להחזרה לנחל אינה גבוהה ומשק המים יכול עמוד בהן בקלות יחסית. במיקרים אחרים ניתן לראות בחלופה זו כיעד לטווח זמן ארוך יותר – אם וכאשר יהיו כמויות מים זמינות שניתן לשחררן לנחל.

חלופת השיקום (Rehabilitation) - משקפת מצב של הבאת הנחל לתפקוד בריא ומאוזן. ע"י שיפור של הרכיבים החשובים ביותר של מערכת הנחל אנו יכולים ליצור נחל, שאמנם אינו משחזר את הנחל שלפני ההפרעה האנושית, אבל משקם את מערכת הנחל ומאפשר לה לתפקד באופן בריא ומאוזן ללא צורך בהתערבות מסיבית עתידית של האדם. הרציונאל שעומד בבסיס חלופת השיקום מתייחס בעיקר לרעיונות של שמירת המגוון הביולוגי. אמנם אין מדובר בהחזרה למצב שלפני ההפרעה, אבל מצב של שיקום משקף את החזרת המערכת האקולוגית לתפקוד מאוזן ובריא שישמור על מגוון ביולוגי סביר, יציב ובר קיימא. ועידת כדור הארץ שנערכה בריו דה ז'נרו (1992) שהדגישה את הצורך בשיקום הנחלים, קבעה את חלופת השיקום כרמה המומלצת בעולם והכירה בנחלים משוקמים כמרכיב חיוני בטובת הציבור ללא קשר לתועלתם הכלכלית.

אילו פעולות נדרשות על מנת להביא מערכת של נחל פגוע למצב של נחל משוקם? ראשית, יש לאתר את הצרכים האקולוגיים של הנחל. שנית, יש להבטיח שהנחל יקבל את כמויות המים הנדרשות על פי צרכיו האקולוגיים. בנוסף, יש לשמור על מערכת הנחל מפני מפגעים. בחלופת השיקום יש חשיבות גבוהה במיוחד להסרת מפגעים אחרים בנוסף להחזרת מים לנחל. מפגעים אלה הם שיפור איכות המים (סילוק מזהמים) ושיקום פיזי של ערוץ הנחל ובתי גידול שבו.

האירגון העולמי לשמורת טבע (IUCN) הציב את המטרות הבאות לפרויקטים של שיקום נחלים (IUCN, 1980). מטרות אלה הן:

1. להבטיח את קיומם של התהליכים האקולוגיים החיוניים ביותר לתפקוד המערכות האקולוגיות של הנחלים.
2. לשמר את המגוון הגנטי בנחלים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



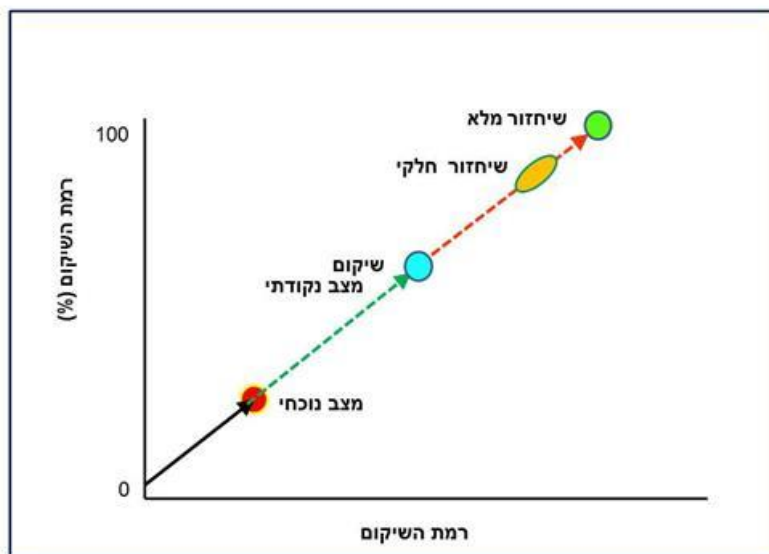
3. להבטיח ניצול בר קיימא של מינים ושל מערכות אקולוגיות של הנחלים.
על פי הדרקטיבה האירופית (EC, 2000) פרויקט של שיקום צריך להשיג את 5 המטרות הבאות:

1. הגברת הזרימה בנחל וחזרה למשטר זרימה טבעי.
2. שיפור של איכות המים הזורמים בנחל.
3. שחזור חלקי של הגאומטריה של תעלת הנחל ואבטחת יציבותה המבנית.
4. שיקום של רצועת הצמחייה הריפרית (צמחיית הגדות) תוך הסתמכות על מינים מקומיים.
5. שחזור של אסופה יציבה של הצומח וחי של הנחל.

איור 21: תיאור סכמתי של מצב של שיקום. החץ הירוק המקווקו – הדרך שעל המערכת

האקולוגיה של הנחל לעבור מהמצב הנוכחי למצב של שיקום. החץ האדום

המקווקו – הפער בין שיקום לשחזור מלא



ככלל, חלופת השיקום היא החלופה מומלצת ליישום ברוב נחלי ישראל. על פי החלטת מנהלת הנחלים של ישראל שהתקבלה בשנות ה-90 מטרת שיקום הנחלים בישראל היא שיקום (Rehabilitation) ולא שיחזור (Restoration). גם ארגונים בין לאומיים (ועידת ריו, IUCN, WWF, Nature conservancy) אימצו את חלופת השיקום כחלופה המומלצת שלהם. מההיבט האקולוגי של כותב פרק זה יש לראות בחלופה זו כיעד המינימאלי של שיקום הידרולוגי ואקולוגי של נחלים.

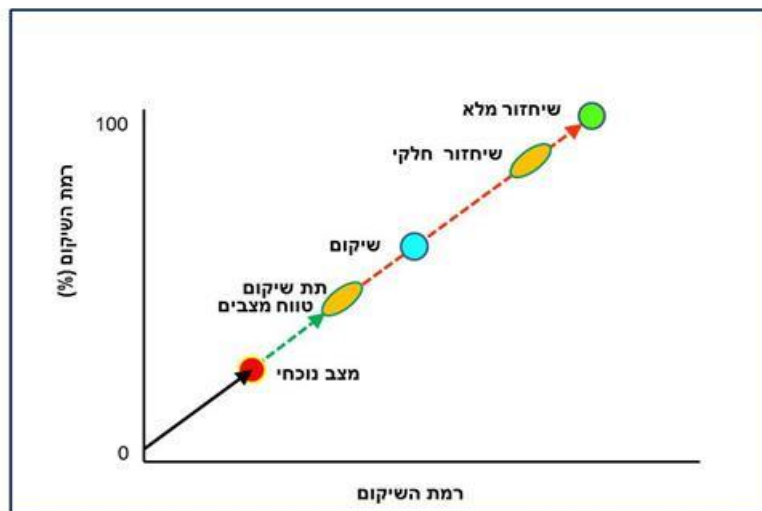
תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



חלופת תת שיקום (שיפור מצב Enhancement = Reclamation) – במצב בו התנאים אינם מאפשרים להגיע אפילו לחלופה של שיקום הנחל מקובלת בספרות המדעית חלופה נוספת של שיפור מצב או תת שיקום. מטרתה של הצגת חלופה זו היא להדגיש כי מצב של תת שיקום עדיף על חלופת ה-0 – המשך המצב הקיים שתוצג לאחר חלופה זו. במצב של תת שיקום התפקוד של מערכת הנחל פגום, בריאות הנחל אינה טובה והנחל אינו מספק רמה סבירה של שרותי מערכת אקולוגית. מההיבט ההידרולוגי מצב של תת שיקום הוא מצב בו הספיקה בנחל נמוכה מ-35% מהספיקה ההיסטורית. אבל, גם במצב זה, כל כמות של מים שתתווסף לנחל מעבר לכמות הנוכחית מובילה לשיפור מצב בהשוואה למצב הירוד הנוכחי.

חלופת תת השיקום אינה חלופה מומלצת ליישום בנחלי ישראל. יחד עם זאת, כאשר לא ניתן לספק לנחל את כמויות המים הנדרשות לשיקום חלופת תת שיקום מהווה שיפור מצב מעבר למצב ירוד נוכחי של הנחל. כך לדוגמה: תוספת של 10 מלמ"ק/ש לירדן הדרומי מהווה "תת שיקום". בכל מקרה, במידה ובשל אילוצים חלופה זו תיושם בנחלים מסוימים, יש לראות בה מצב זמני בלבד ולהעלות את ספיקות המים נדרשות לנחל בהקדם האפשרי.

איור 22: תיאור סכמתי של מצב של תת שיקום. החץ הירוק המקווקו – הדרך שעל המערכת האקולוגית של הנחל לעבור מהמצב הנוכחי למצב של תת שיקום. החץ האדום המקווקו – הפער בין תת שיקום לשחזור מלא

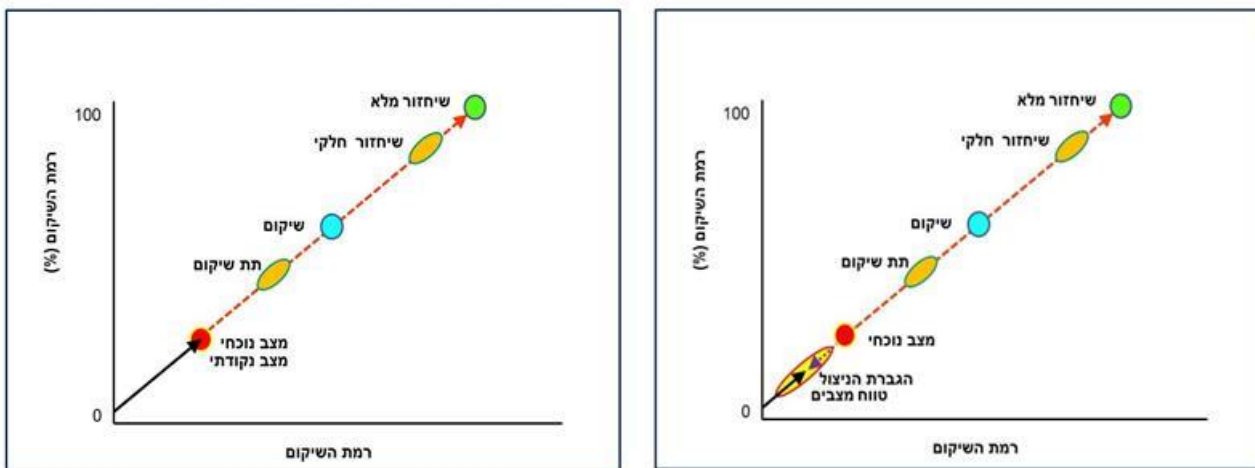


תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



חלופת ה-0 – המשך המצב הקיים (Take no action) - חלופת האפס מהווה למעשה הקפאה של המצב הקיים. בחלופה זו לא תהיה כל פעולה של שיקום ולא תהיה הקצאה של מים לנחלים (איור 23). כפועל יוצא התפקוד האקולוגי של נחלים שחלק ניכר מהמים המקוריים שלהם נתפס והופנה לצריכה ישאר גרוע מאד. בריאות הנחלים תישאר נמוכה. רמת שרותי המערכת שהנחלים מספקים לאדם תישאר נמוכה. בנחלים בהם הניתוח ההידרולוגי מלמד כי כמויות המים ההיסטוריות ומשטר הזרימה ההיסטורי לא נפגעו – ניתן לבחור בחלופה זו.

איור 23: a חלופת המשך המצב הקיים; b חלופת הגברת הניצול



בנחלים בהם הניתוח ההידרולוגי מלמד כי הייתה גריעה מהספיקות ההיסטוריות ופגיעה במשטר הזרימה ההיסטורי חלופה זו אינה מומלצת. מובן מאיליו כי גם חלופה של הגברת הניצול שבו תפיסת המים מהנחלים תוגבר (איור 23) אינה באה בחשבון ומההיבט האקולוגי אין להרשות אותה כלל ועיקר.

7.7.3 תיאור הנהוג בעולם מבחינת רמות שיקום

המדינות השונות נבדלות בהיבטי בעלות על המים ובהיבטי משטר האקלים וזמינות המשאב. המשותף – כלל המדינות מכירות בצורך להקצות מים לאקוויפרים ולאגני הניקוז בהם חוצים נחלים ולשקם את בתי הגידול הלחים. בשנים האחרונות חלה התפתחות רבה בגישת מדינות שונות בעולם לנושא הקצאה וניהול מים עבור שימור תפקוד מערכות בתי הגידול הלחים. התפתחות זו מלווה בחקיקה ארצית ואזורית ובקידום תכניות שונות ליישום העקרונות שהותוו בתכניות האב ובחוקים שנחקקו.

בכל המדינות שנסקרו בוצעה רגולציה בתחום ורענון מבני של הגופים המטפלים במשאב המים. המערכות האקולוגיות הטבעיות קיבלו הכרה כצרכן שווה ערך, או כצרכן אשר יש לשמור על זכויותיו ולקדם את שיקומו ומניעת נזקים נוספים. המדינות שנסקרו מצויות בשלבים שונים של תכנון ויישום התכניות השונות, יצוין כי מרבית המדינות משלבות את נושא הקצאת "מים לטבע" במסגרת תכניות לניהול אגני נהרות ונחלים.

מדינות האיחוד האירופאי פועלות בהתאם לתכנית צו המים WFD (water framework directive) התקף משנת 2000 וכולל 3 שלבי ביצוע (2009-2015, 2015-2021, 2021-2027). עקרון מרכזי בWFD הנו שאיפה להשיג בכל מדינות האיחוד רמת איכות מים "במצב טוב", כאשר בריאות האקוסיסטמות נבחרה להיות האינדיקטור לפיתוח בר קיימא של מקורות המים שלהן ולפיכך הנם שואפים להבטיח בהן מצב אקולוגי טוב.

בכל מדינה בוצע עדכון חקיקה התואם לWFD וקודמו תכניות לאגני הנחלים וסביבתם, כך שישנה הרמוניה חקיקתית ותהליכית בין מדינות האיחוד האירופאי. נושא השבת המים לטבע במדינות האיחוד מבוטא במסגרת הקצאת "זרימות סביבתיות" לנחלים. יצוין כי האיחוד האירופאי מטפל בנושא הזרימות הסביבתיות כנושא שניוני בהשוואה לנושאי איכות המים ושימור בריאות המערכות האקולוגיות. האיחוד רשאי להטיל סנקציות על מדינות שאינן עומדות בסטנדרטים שנקבעו ליישום.

ניסיון ללמוד ממדינות שהנן חברות באיחוד האירופאי, מחויבות לעמוד בWFD ובעלות אקלים דומה לישראל ושבהן משאב המים הנו בבעלותן המלאה, כדוגמת ספרד, יוון ופורטוגל, טרם צלח בשל קשיי השגת מידע מפורט אודות התכניות שהנן מקדמות. נכון לסוף 2012, מדינות אלו טרם השלימו את חובותיהן בהשוואה



לשאר מדינות האיחוד האירופאי. מדינות אלו ביצעו רגולציה מבנית ומספר תכניות אב לאגני נחלים אולם טרם הציגו נתונים. לעומתן, באנגליה בוצעו מהלכים תכנוניים בניהול משאבי המים וצרכי הטבע למים משוקללים במסגרת התכניות לניהול מקורות המים. נושא השבת המים לסביבה כולל שחזור מערכת מקיימת, תכנית סביבתית ארצית וצו לשימור מינים. ממצאי סקירה זו העלו כי אנגליה, קליפורניה ואוסטרליה הן מדינות בהן נעשו מהלכים חקיקתיים ותכנוניים משמעותיים, בשילוב הקצאת תקציבים המאפשרת יישום התכניות בשטח. בטבלה 11 להלן מוצגים עיקרי הממצאים:

טבלה 11: השוואה בין אנגליה, קליפורניה ואוסטרליה

אוסטרליה	ארה"ב – קליפורניה	אנגליה	
<p>רמה הארצית- המשרד להגנת הסביבה (SEWPAC)</p> <p>רמה האזורית- רשויות אגנים כדוגמת MDBA לאגן Murray-Darling שהנו אחד הגדולים באוסטרליה, אשר בסמכותה לנהל את מקורות האגן בצורה משולבת וברת קיימא</p>	<p>רמה פדרלית- הסוכנות להגנת הסביבה (EPA) ומשרד המים (OM)</p> <p>רמת המדינה- המשרד למשאבי המים (DWR) - המלצות לחלוקת המים, פיקוח, אחראי גם על הקצאות מים להשבת זרימה סביבתית מספקת מבחינת מורפולוגיה ותפקוד נחלים הארגון לשימור המים של קליפורניה (CALFED) אחראי על הקצאת המים האזורית ומפעיל מס' תכניות לשימור מערכת המים ולהקצאת המים לסביבה ולשיקום בתי הגידול</p>	<p>רמה ארצית- המשרד להגנת הסביבה (DEPRA) משנת 1995 אחראי על פיתוח בר קיימא של מקורות המים. מכין תכניות אב ומקצה מים למשתמשים השונים. סוכנות סביבה (AE) - כפוף ל-DEPRA ומשמר אוגרי מים טבעיים וסביבתם</p> <p>רמה אזורית- ועדה לאסטרטגיה סביבתית המקדמת תכניות אזוריות ובכללן השבת מים לסביבה</p>	<p>גוף אחראי לנושא המים</p>
<p>בעלות משולבת- מדינה ומחזיקים פרטיים.</p>	<p>בעלות משולבת- מדינה ומחזיקים פרטיים.</p>	<p>בבעלות מלאה של המדינה</p>	<p>בעלויות על המים</p>

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 100 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים -
הגשה\דוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Management\Report\Final report\ 27.11.2014.docx

27/11/14 מקבוצת קרן



אוסטרליה	ארה"ב – קליפורניה	אנגליה	
<p>חוק המים- אושר במרץ 2008. בעקבותיו בוצעו רפורמות מרכזיות. דוגמא מרכזית- הרגולציה באגן Murray-Darling</p>	<p>ניהול המים מבוצע בכפוף לחוקים ציבוריים, החלטות משפטיות והסכמים. בחוק המים של קליפורניה משולבות זכויות מים היסטוריות, זכויות מחזיקים לאורך גדות ותעדוף לשימושים ראויים כדוגמת הטבע</p>	<p>החל משנת 2003- התאמה לצו למסגרת ניהול המים באירופה (WDF)</p>	<p>חקיקה</p>
<p>אגן Murray-Darling - יעד השבה של 500 מלמ"ק עבור שיפור המצב האקולוגי ב-6 אתרים נבחרים מייצגים באגן. במסגרת הרפורמה רוכשת המדינה מים מידי מחזיקים פרטיים ומשיבה לטבע בהתאם לתכנית. ניתן לקנות זכויות מים לטווח ארוך או להשתמש במוצרים מוגבלי זמן כגון הקצאות מים (אמצעי זמני לשימוש במים), זכויות החכרה וחוזי אופציות.</p>	<p>- תכנית המים של קליפורניה- תכנית האב - תכנית שיקום מקווי מים (ERP)- מטרות ויעדים לשיקום וטיהור מקורות מים - תכנית לסביבת המים (EWA)- קביעת זרימות, רכישות מים עבור שמירה על הטבע, שחרור במעלה הנחלים</p>	<p>התכניות לניהול מאגרי המים מכירות בצרכי הטבע למים ופועלות בתיאום עם הדרישות של הWDF . בדיקת מצבם האקולוגי של בתי הגידול, עריכת בקרה על רשיונות לשאיבת מים ואיזון בין הצרכים של הטבע ובין צרכי המגזר העסקי והפרטי. התכנית לניהול אגן הנחל Anglian כדוגמא מייצגת מכתובה כיצד לנהל ולטפל במקורות המים באזור אגירה נתון</p>	<p>תכניות ויישומים</p>

הקצאה וניהול של המים עבור הטבע ובתי הגידול הלחים נסקרה גם במסגרת גופים ואמנות בינ"ל אשר עוסקים בשימור אתרי טבע ועוקבים אחר הנושא ומנסים לסייע למדינות השונות ע"י מתן כלים והדרכות. שני גופים בולטים הראויים לציון הנם :

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 101 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro-240120\HYDROLOG\Management\Report\Final report\לטבע_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע
הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report\לטבע_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע
27.11.2014.docx

27/11/14 מקבוצת קרן

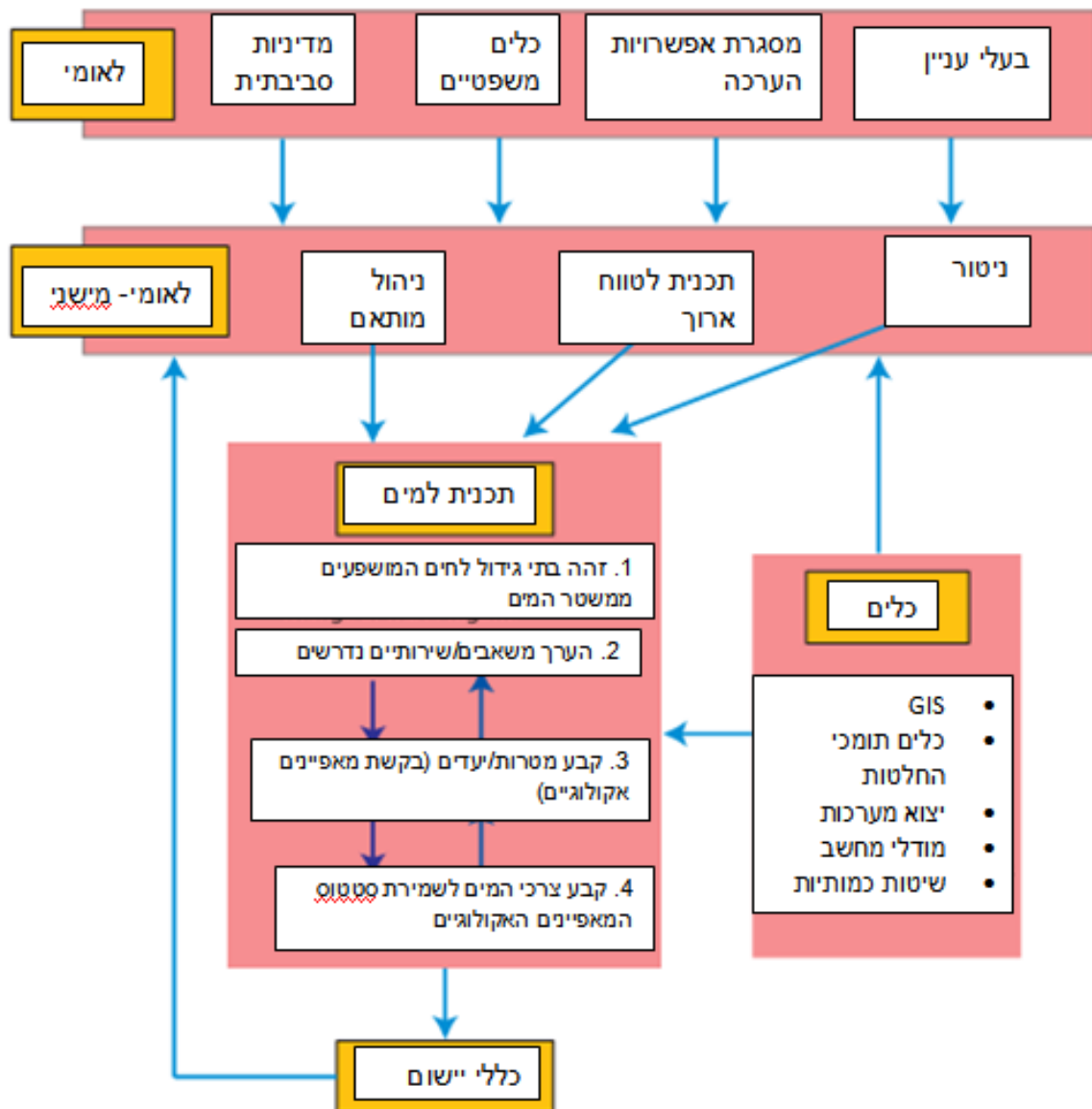


- אמנת RAMZAR(The convention on wetlands) בה חברות 163 מדינות, כולל ישראל.
- ארגון WWF (World Wildlife Fund For Nature) שהנו אחד מהגופים הגדולים בנושא שימור הטבע ותומך בפרויקטים ובמחקרים שונים בתחום.

אמנת RAMZAR-

במסגרת פעילות האמנה הוצא בשנת 2010 מדריך להקצאה וניהול מים (3)- Water allocation and management). איור 24 מתוך מדריך זה מציג דיאגרמה כללית עבור סיכום האלמנטים המומלצים לתהליך הכולל של הקצאה וניהול מים עבור שימור תפקוד מערכות בתי הגידול הלחים.

איור 24 : אלמנטים מומלצים בתהליך ניהול מים לטבע



ארגון WWF (World Wildlife Fund For Nature) -

מסקירה של ארגון WWF לשנת 2010 בנושא מדיניות ביני"ל בתחום הגנה ושיקום זרימות סביבתיות (Le Quense et al, 2010-[5]), עולה כי למרות ההתפתחות הרבה בתחום המדיניות של הקצאות המים לטבע במדינות השונות, מרבית תוכניות אלו סובלות מחוסר בביצוע, כאשר הטיפול בנושא נותר ברמת המדיניות והדיונים ופחות מתקדם ברמת היישומים.

צוינו כשלים אפשריים ביישום התכניות כדוגמת מחסור בצווים פוליטיים, חוסר תמיכה של בעלי העניין, מחסור בתקציבים וסמכות בלתי מספקת בניהול והקצאת משאבי המים.

הארגון מציע מספר כלים על מנת לשפר את הביצוע של התוכניות להקצאת המים לטבע (הקצאת "זרימות סביבתיות" לבתי הגידול הלחים):

עבודה בשלבים-

יכולה למנוע לחץ על משאבים מוגבלים. העבודה בשלבים תסייע להגדיל מערכות ניתוח מדעי, הגדלת המורכבות של מודל משטר הזרימה הנחלים (מבסיס של משטר זרימות יסוד נמוכות למשטר מורכב הכולל פיקים של שיטפונות ושוונות תוך שנתית), ויישום שלביות בחלוקה גיאוגרפית לאתרים שנקבעו בעדיפות טיפול ראשונית.

יכולת הסתגלות-

מחסומים במדיניות ובארגונים שונים יכולים להיפתר ע"י הצגת מדיניות סתגלנית. הסתגלות יכולה להתבטא בצורה של תכנון מקורות המים, פרשנות יצירתית למדיניות קיימת, ופתרונות למשברים שונים כמו משבר האקלים.

התאמת המדיניות לקיבולת השטח-

ישנה חשיבות לכך שבכל זמן נתון המדיניות, השיטות והגישות יהיו במסגרת היכולת של התשתיות הקיימות ליישם אותם.

הגבלת הקצאות מים ושינוי הזרימה-

עדיף לייצר חסמים שניתן להסירם בהמשך מאשר להתיר שימושי מים שישפיעו על הסביבה וייצרו צורך לבצע חלוקה מחדש של ההקצאות.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 103 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro\HYDROLOG\Maim-Division\Management\Report\Final report\לטבע_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע
הגשה לרוח מסכם תוכנית אב_מים_לטבע
27.11.2014.docx

27/11/14 מקבוצת קרן



הבהרת מטרות תוך שיתוף פוליטי-

התמיכה ביישום מדיניות עבור זרימה וחלוקת המים תעשה בצורה הכי טובה כאשר יש תקשורת בין הרמה הארצית לרמה האזורית של אגן הנחל אשר מייצרת מחויבות פוליטית.

מסגרת מוסדית לניהול המדיניות-

שקיפות, יעילות מוסדית וחוקים עובר חלוקה המים וניהולם קריטיים למדיניות יעילה של זרימת הנחלים.

מימון המדיניות-

תכניות לטיפול בזרימת נחלים וחלוקת המים מצריך "מימון מקיים" ומציב אתגרים במימון הפרויקטים השונים בחלוקה מחדש של המים.

עריכת פיילוט-

פרויקטי פיילוט ברמה מקומית אשר מצליחים הנם מבחן טוב לשימות המדיניות בקנה מידה גדול יותר.

גמישות בשיטות יישום-

גמישות בתוכנית תוך אימוץ גישות בהתאם ללמידה בדרך ולתנאים המקומיים הינה חשובה. יחד עם זאת יש לשמור על לוח זמנים ברור על מנת לשמור על קיום התהליך והמדיניות.

כמו כן, החוקרים R.Hirji & R.Davis (2009) סקרו עבור הבנק העולמי (The International Bank for Reconstruction and Development) את מדיניות ההזרמות הסביבתיות, במקורות המים, תכניות ופרויקטים שונים כפי שמבוצעים במדינות שונות [37]. סקירתם כללה את האיחוד האירופאי, אוסטרליה, ארה"ב-פלורידה, דרום אפריקה וטנזניה. בטבלה 12 להלן מובאים עיקרי הסקירה וממצאיהם:

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



טבלה 12 : מדיניות ההזרמות הסביבתיות, במקורות המים, תכניות ופרויקטים שונים כפי שמבוצעים במדינות שונות (2009) R.Hirji & R.Davis

טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב - פלורידה	האיחוד האירופאי	
<p>הן מדינות מפותחות והן מתפתחות מבצעות כיום אינטגרציה של תנאי הזרימות הסביבתיות בנחלים אל תוך מדיניות משאבי המים שלהן. כל המדינות מכירות בחשיבות הקצאת המים לסביבה. צוין כי למרות שרעיון הקצאת המים לטבע בעדיפות הנו ברור, בפועל קשה ליישם את סדרי העדיפויות הספציפיים. כאשר החלטות הקצאת מים נעשות ברמת תכנית האגן, ביצוע פשרות בין שימושי מים סביבתיים ואחרים הנו בלתי נמנע. יישום ההעדפה להקצאת מים לטבע הנו ברור רק במקרים בהם ישנו נוהל או מנגנון מפורש להצבת סדרי העדיפויות הנ"ל</p>					<p>9. הכרה משפטית בחשיבות הזרימות הסביבתיות הנדרשות ושנהן שוות ערך לצרכנים האחרים של המים</p>
<p>הוקצתה לסביבה עדיפות מפורשת (מטופל בעדיפות ראשונה או שנייה)</p>		<p>ניתנת להקצאת המים עדיפות גבוהה, פרט לשנות בצורת</p>	<p>מטפל בנושא הזרימות הסביבתיות כנושא שניוני בהשוואה לנושאי איכות המים ושימור בריאות המערכות האקולוגיות</p>		
<p>קשר הדוק בין קביעת הזרימות הסביבתיות לבין כלל השירותים למערכת האקולוגיות ולבריאות ולסביבה.</p>		<p>המדיניות מקדמת הגנה על הערכים הסביבתיים, אך לא לכלל המערכת האקולוגית שגם בני האדם נהנים ממנה (כדוגמת היבטי פנאי ונוף).</p>	<p>מתמקדים תחילה בבריאות המערכת האקולוגית בגופים שנבדקו, אך לא דווקא בשילוב הקצאת זרימות סביבתיות אלא אם נמצא כי נדרש להקצות כאלו</p>	<p>10. קיימים קשרים בין הקצאות מים ושרותי מערכת אקולוגית המסופקים ע"י אותן מערכות</p>	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 105 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120-pro\HYDROLOG\Maim-Division
 הגשה/דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע (Final report)\Management\Report\לטבע
 27.11.2014.docx

27/11/14 **מקבוצת קרנד**



טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב- פלורידה	האיחוד האירופאי	
הוגדרו הקצאות מים לסביבה כחלק משמירה על בריאות מערכות אקולוגיות ושפכי נהרות.	מפקחים על שאיבת יתר של מים עיליים ומגינים על המערכות האקולוגיות במורד הנהרות	מפקחים על שאיבת יתר של מים עיליים ומגינים על המערכות האקולוגיות במורד הנהרות (כדוגמה בחקיקה לאגן מורי). לא מתייחסים במפורש לנושא שפך הנהרות.	ניתן משקל שווה לנושא פיקוח על מים עיליים ומי תהום וחלות רמות זרימה מינימאלית על שפכי נהרות וקו החוף.	קביעת הקצאה עבור מים עיליים, מי תהום, מוצאי נהרות ואזורים הקרובים לחוף. באיחוד האירופאי מכירים במפורש בחשיבות הזרמת המים בשפך הנהרות	11. קביעת תנאי הקצאה הכוללת את כל המשתתפים במחזור המים
ייסדו מערכת לאומית לסיווג נחלים עפ"י רמת איכות, בוצע לכל מקורות המים המשמעותיים. הגדרת רמת האיכות תלויה בשימושים של אותם גופי מים, המגוון הביולוגי וכו'. הניהול של משאבי המים נקבע לפי הסיווג הנ"ל.		נקבעו יעדים סביבתיים כחלק מתכנון ההקצאה ממאגרי המים, המבוסס על יעדים מקומיים, ארציים, ובינלאומיים.	הגדירו יעדים <u>זהים</u> לכל מקורות המים- הגעה ל"מצב אקולוגי טוב"- ללא תלות באופן השימוש במקור המים וכו.		12. פיתוח שיטה לקביעת מטרות להקצאות המים ושינוי מפלסי אגנים
נוקטים בגישות בעלות יותר פוטנציאל לגמישות, יעילות וחסכוניות, שכן לא כל גופי המים צריכים להיות מובאים לאותו תקן סביבתי, באם לצרכי מים מתחרים ישנה עדיפות גבוהה יותר.			שואפים להגיע לרמת איכות סביבתית מינימאלית אחידה – כל הגופים צריכים להיות ברמה אחידה ואין גמישות במו"מ עם בעלי העניין המשתמשים בהם- מחייב אותם לעמוד בתקנים.		

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 106 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120-pro\HYDROLOG\Maim-Division\Management\Report\Final report\מסכם תוכנית אב_מים_לטבע (27.11.2014.docx)

27/11/14

מקבוצת קרנד



טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב- פלורידה	האיחוד האירופאי	
ההתמקדות בהתאוששות של מערכות בשאיבת יתר יכולה להסיט את תשומת הלב מחשיבות ההגנה על מערכות שכיום אינן תחת איום					13. השבת מים לסביבה עבור שיקום מערכות שנפגעו בעבר ועבור שימור
אין מידע	ניתן דגש על אישוש מערכות הקיימות כיום בהקצאת יתר.	הניסיון בפלורידה הוא שמתן דגש על גופי מים קיימים ופוטנציאליים המצויים תחת איום מסיט תשומת הלב ממערכות שיש לשמר. כתוצאה מכך, מדיניות פלורידה דורשת זיהוי של גופי מים שעלולים להיות תחת איום בתוך 20 שנים ולפתח אסטרטגיה לשיקום או שימורן. גישה זו ממקדת את תשומת לב על הניהול של מערכות שזקוקות להגנה.	ניתן דגש על אישוש מערכות הקיימות כיום בהקצאת יתר.		
הליך שיתוף הציבור מקובל יותר ויותר גם כאשר דרישות המדיניות אינן מאוד ברורות. שיתוף בעלי עניין יכול לעכב ביצוע, אלא אם כן תוכנן בקפידה כדי שיתאים לנסיבות של מדינה.					14. שיתוף הציבור

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 107 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro-Maim-Division\HYDROLOG
 הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report
 27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



תזונה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב- פלורידה	האיחוד האירופאי	
<p>עם זאת, השיתוף יכול גם לשמש מכשול בדרך ליישום מדיניות באם דרישות המדיניות אינן תואמות את היכולת של בעלי העניין או משאבים לבצע השתתפות אפקטיבית.</p> <p>לדוגמא, דרישות השיתוף גרמו לעיכובים ביישום הקצאות מים סביבתיות בדרום אפריקה ובשיבוש הליכי המאמצים להחלים משאיבת יתר במקרה של אגן Guadiana בספרד.</p>					
<p>ישנה רק דרישה כללית להזמנת בעלי עניין להתייעץ כאשר מקודמת טיוטת תכנית ניהול משאבי המים הלאומי: אין דרישות מפורשות להתייעצויות עם בעלי עניין כאשר תכניות לניהול אגנים בהליך פיתוח.</p>	<p>במהלך החקיקה ואסטרטגיה יש דרישות לשיתוף נרחב של בעלי העניין</p>	<p>מקודם שיתוף בשלבים מסוימים של פיתוח תכניות הקצאת המים.</p>	<p>במסגרת ה WDF יש דרישות נרחבת עבור מתן מידע והזדמנויות לשיתוף הציבור ולהעברת הערות הציבור בתכנון ניהול אגן הנחל, אך אין דרישות מעורבות של בעלי עניין ספציפיות בקביעת היעדים הסביבתיים או בהתחייבות EFAs.</p>		
		<p>הקימה רשות לאומית לניהול איזור הנהר מורי-דרלינג (MDBA) כדי להתמודד עם המורכבות של ניהול סביבתי לצד פיתוח</p>			<p>15. מתן כדאיות לרשות עצמאית שתבצע בקרת ביצועים של המדיניות שנקבעה</p>

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 108 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים - P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מיום_לטבע (Final report)\Management\Report\לטבע 27.11.2014.docx

27/11/14 **מקבוצת קרדן**



טנזניה	דרום אפריקה	אוסטרליה	ארה"ב- פלורידה	האיחוד האירופאי	
		חקלאי ומשבר מים.			
ישנם מצבים בהם הדרישות למידע הזמין הטוב ביותר עבור הערכת הזרימות הסביבתיות למערכות המים מסכלות את יישום המדיניות.					16. שימוש בכלים
נדרש המידע הזמין הטוב ביותר	לא מוגדרת דרישה זו	נדרש המידע הזמין הטוב ביותר	הדרישה לקבלת החלטות על בסיס המידע הזמין הטוב ביותר יצרה מכשול בשל פתח לערעורים בבתי המשפט לנושא הליך קבלת ההחלטות המסתמך רק על המידע הטוב ביותר.	לא נדרש אולם המדינות החברות באיחוד מתבססות על מידע מדעי באיכות גבוהה ופיתחו נהלים להערכה הזרימות. המדינות נדרשות להתחייב להוכיח ע"י גופים מוסמכים השגת "מצב אקולוגי טוב".	מדעיים עבור קביעת ההקצאה לזרימות הסביבתיות ומדיניות היישום

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 109 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro-Maim-Division\HYDROLOG
הגשה/דוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Final report\Report\Managment\לטבע
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



בסקירה ההשוואתית דלעיל, מופו ששה אתגרים עיקריים ליישום תכניות להשבת מים:

1. תמיכה פוליטית ליישום המדיניות- חקיקה ותקציב
2. שינוי תפיסתי במשרדים מגזריים לנושא אספקת המים לטבע במדיניות ובנהלים שלהם- הטמעה של תכניות לאחר קבלת ההחלטות לקדמן.
3. קבלת תמיכת בעלי העניין לאספקת מים לטבע- הליך שיתוף הציבור והגעה להסכמות.
4. ביסוס מטרות סביבתיות והיתרונות שנוצרים ע"י קישור שרותי מערכות אקולוגיות- קביעת מטרות לשיפור תנאים סביבתיים המובילה גם לשיפור בהיבטים הנוספים כדוגמת בריאות מערכות המים המביאה לניצול בהיבטי פנאי ונופש (שייט, דיג, שחיה ועוד)
5. הפיכת מושגים כדוגמת "הקצאת יתר" ו" מיצוי מפלסים ברי קיימא" לנהלים מעשיים- קביעת רמות הסף ופעולה לפיהן.
6. התאמת הנהלים לתקציב וללוח הזמנים שנקבע, שילוב מודלים מדעיים.

כמו כן בעבודתו של רוזנטל גדי [19] נסקר נושא הרגולציה "המשאבית סביבתית" בה בכל המדינות שסקר הוקמו רשויות סביבתיות נפרדות מהישויות הכלכליות לצורך טיפול בסוגיית משאבי המים הטבעיים. פותחו במדינות השונות תכניות שימור על בסיס אגני ההיקוות וכן רשויות לניהול איזור הנהר (כדוגמת MDBA באוסטרליה עבור אגן מורי דארלינג). התכנון האגני האינטגרטיבי מאפשר איזון בין הלחצים על המערכת הטבעית לצורך באספקת שירות אוניברסלי ומענה לביקוש למים



7.7.4 תיאור המשמעות של כל חלופה מבחינת שיפור המצב האקולוגי

המשמעות של יישום חלופות השיקום השונות היא :

1. בכל חודש תיבחן כמות המים הצפויה לזרום בנחל.
2. במידה והתחזית תציג אי עמידה ביעד הספיקה הנ"ל שהוגדר לחלופת השיקום שיועדה לנחל – לא תהייה כל תפיסה של מים מהנחל.
3. במידה והתחזית תציג אי עמידה ביעד הספיקה הנ"ל שהוגדר לחלופת השיקום שהוגדרה לנחל – לא תהייה כל תפיסה של מים מהנחל. בכך תישמר השונות הרב שנתית בספיקות הזורמות בנחל. חשוב להדגיש כי במרבית המקרים ההשפעה האנושית על הנחלים אינה חד ערכית והיא פועלת ברמות שונות. כלומר, הנחלים בעולם ובישראל מושפעים הן מפגיעה בכמויות המים הזורמות בהן ובמשטר הזרימה, הן מפגיעה באיכות המים המוזרמת אליהם והן בפגיעה במבנה המורפולוגי שלהם (Reid, 1998). העבודה הנוכחית מתייחסת באופן פרטני לשיקום כמויות הזרימה והשיקום האקולוגי.

להלן פירוט חלופות השיקום האקולוגי :

חלופת השחזור המלא – בחלופת השחזור המלא נדרש שחזור מלא של משטר הזרימה ושל משטר הולכת הסדימנטים בנחל המשוקם. על מנת להשיג מטרה זו, יש להשיב לנחל את מרבית המים שזרמו בו בתקופה שלפני תפיסתם והטייתם לצרכי האדם. כתוצאה מיישום חלופת השחזור המלא צפוי כי ערכיות הנחל תעלה באופן משמעותי, בעיקר בשל עלייה בנוכחותם של מינים מתמחים שהם בדרך כלל טקסונים רגישים ונדירים (רכיבים חשובים במדד הערכיות האקולוגית). מאידך, רכיב עושר הטקסונים במדד הערכיות יכול לרדת בעיקר בגלל היעלמותם של מינים עמידים.

במרבית המקרים חלופת השחזור המלא אינה ריאלית מאחר ולא ניתן להחזיר בשלמות את המצב לקדמותו. זאת מכיוון ששינויי אקלים הביאו לכך שמשטר הגשמים השתנה ועקב כך גם כמויות המים היכולות להגיע לנחל. בכל מקרה ברור כי גם באם תפיסת המים מהנחל ומכל מקורותיו תופסק לחלוטין, שיקום המפלסים וחזרה למצב שלפני ההפרעה עשוי לקחת זמן רב. סיבה נוספת לכך ששחזור מלא אינו ריאלי במרבית המקרים, היא העובדה שישנם מינים שנכחדו לחלוטין מהעולם ולא ניתן להשיבם.



חלופת השחזור החלקי – בחלופת השחזור החלקי נדרשת חזרה חלקית (קרובה ככל הניתן) של הנחל להרכב, למבנה ולתפקוד כפי שהיה טרם הפגיעה. על מנת להשיג מטרה זו יש להתקרב מאד למשטר הזרימה ולמשטר הולכתה הסדימנטים ההיסטוריים של הנחל בתקופה שלפני תפיסת המים והטייתם לצרכי האדם. יישום חלופת השחזור החלקי צפוי להעלות את ערכיות הנחל באופן משמעותי אך פחות מבחלופת שחזור מלא, צפויה עלייה בנוכחותם של מינים מתמחים. לאחר השבת המים לנחל יש לבחון את הצלחת השיקום כנגד העמידה בקריטריונים שנקבעו.

חלופת השחזור החלקי היא חלופה ריאלי, אך דורשת השקעה של כמויות מים גדולות יחסית. יש להעדיף חלופה זו בנחלים בהם היו בעבר ערכי טבע נדירים וייחודיים שאנו מבקשים להשיבם. ניתן להעדיף חלופה זו גם בנחלים שבהם "עלות" כמויות המים הנדרשות להחזרה לנחל אינה גבוהה ומשק המים יכול לעמוד בהן בקלות יחסית. במקרים אחרים ניתן לראות בחלופה זו כיעד לטווח זמן ארוך יותר – אם וכאשר יהיו כמויות מים זמינות שניתן לשחררן לנחל.

חלופת השיקום – בחלופת השיקום לא נדרשת החזרה של הנחל למצב שהיה לפני תפיסת המים והטייתם לצרכי האדם אלא, הבאה של הנחל למצב בו המערכת האקולוגית שלו מתפקדת בצורה בריאה ומאוזנת ומבלי שידרשו לכך פעולות ממשק נרחבות. כפועל יוצא, עם יישום חלופת השיקום צפויים לחזור לנחל מיני הצומח והחי שיבטיחו תפקוד בריא ומאוזן. על מנת להגיע לרמה של שיקום הנחל יש לאתר את הצרכים האקולוגיים של הנחל (בעבודה הנוכחית פרושו של דבר הוא לקבוע את צרכי המים ע"פ השוואה לאתר הייחוס הסינטטי), יש להבטיח שהנחל יקבל את כמויות המים הנדרשות לתפקוד אקולוגי בריא ומאוזן ויש לשמור על מערכת הנחל מפני מפגעים. בחלופה זו יש חשיבות גבוהה במיוחד להסדרת מפגעים אחרים (איכות מים, שיקום פיזי של בתי גידול).

יישום חלופת השיקום צפוי להביא לכך ששלמות הנחל, בריאות הנחל ושרותי המערכת האקולוגית של הנחל ישתפרו באופן ניכר. כתוצאה מכך ערכיות הנחל צפויה לעלות. בנוסף, צפויים להופיע בנחל מספר מינים האופייניים לזרימות מהירות יותר. מאידך, בשל השינויים בזרימה והתחרות עם המינים החדשים צפוי כי ייעלמו מהנחל מספר מצומצם של מינים עמידים. גם בחלופה זו, לאחר השבת המים לנחל, יש לבחון את הצלחת השיקום העמידה בקריטריונים שנקבעו.

חלופת השיקום היא החלופה המומלצת ליישום ברוב נחלי ישראל. על פי החלטה מראשית שנות ה-2000 של המשרד להגנת הסביבה ומנהלת הנחלים מטרת שיקום הנחלים בישראל היא שיקום (ולא שיחזור). גם ארגונים בין לאומיים (ועידת ריו,



IUCN, WWF, Nature conservancy) אימצו את חלופת השיקום כחלופה מומלצת. מומלץ לראות בחלופת השיקום כיעד המינימאלי לשיקום הידרולוגי ואקולוגי של נחלים בישראל.

חלופת תת השיקום – חלופת תת השיקום כוללת טיפול במפגעים עיקריים (למשל, תוספת מים, סילוק מוקדי זיהום) ושיפור מסוים של התפקוד הביולוגי ואקולוגי של הנחל. על מנת ליישם חלופה של תת שיקום יש לאתר את המפגעים בנחל בהם ניתן לטפל, לאתר את מקורות המים אותם ניתן לשחרר לנחל ויש לשחרר לנחל את אותם מקורות המים שניתן. במצב זה נידרש לבצע בנחל כל העת ממשק אינטנסיבי, אחרת הנחל ימשיך להוות מפגע סביבתי.

מצב של תת שיקום הוא מצב בו הספיקה בנחל נמוכה מ-35% מהספיקה ההיסטורית. במצב זה התפקוד של מערכת הנחל פגום, בריאות הנחל אינה טובה והנחל אינו מספק רמה סבירה של שרותי מערכת אקולוגית. אבל, גם במצב זה, כל כמות של מים שתתווסף לנחל מעבר לכמות הנוכחית מובילה לשיפור מצב בהשוואה למצב הירוד הנוכחי. עוצמת השיפור תלויה במידת הקרבה למצב של שיקום – ככל שכמויות המים שיסופקו לנחל יהיו קרובות יותר לחלופת ה"שיקום", כך השיפור צפוי להיות גדול יותר.

יישום חלופת תת שיקום צפוי להביא לעלייה מועטה של הערכיות האקולוגית של הנחל. אולם, לא ניתן לחזות במידה סבירה עליה מובהקת במדד זה.

חלופת תת השיקום אינה חלופה מומלצת ליישום בנחלי ישראל. יחד עם זאת, כאשר לא ניתן לספק לנחל את כמויות המים הנדרשות לשיקום, חלופת תת שיקום מהווה שיפור מצב מעבר למצב ירוד נוכחי של הנחל. לדוגמה: תוספת של 10 מלמ"ק/ש לירדן הדרומי מהווה "תת שיקום". בכל מקרה, במידה ובשל אילוצים חלופה זו תיושם בנחלים מסוימים, יש לראות בה ביניים ולהעלות את ספיקות המים נדרשות לנחל בהקדם האפשרי.

חלופת השארת המצב הקיים – חלופת השארת המצב הקיים היא למעשה הקפאת מצב. בחלופה זו יש להקפיא כל שאיבה נוספת של מים ממקורות המזינים את הנחל וכל איגום נוסף של מי שטפונות במעלה הנחלים והפניית המים לצרכי האדם. במקביל בחלופה זו לא תינקט כל פעולה של שיקום הנחלים ולא תהיה הקצאה של מים לנחלים. באם תיושם חלופה זו התפקוד האקולוגי של נחלים שחלק ניכר מהמים המקוריים שלהם נתפס והופנה לצריכה צפוי להישאר ברמתו הנוכחית-כלומר, גרוע מאד. מאידך, בשל השפעות אקלימיות בהחלט ייתכן כי אי נקיטת פעולה פרושה הרעת המצב. בכל מקרה ברור כי באם ינקטו בחלופה זו בריאות

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



הנחלים בישראל תישאר נמוכה ביותר. רמת שרותי המערכת שהנחלים מספקים לאדם תישאר גם היא נמוכה מאד.

חלופת השארת המצב הקיים אינה חלופה מומלצת ליישום בנחלי ישראל. הנזק הכלכלי הנובע מהשארת המצב הקיים גבוה ביותר, גם אם לא תמיד נזק זה יכול להימדד בצורה ישירה (Constanza et al., 1997; Poff, Postel & Carpenter, 1997; 2009).

חלופת הגברת הניצול – חלופת הגברת הניצול כוללת תפיסות נוספות של מים שהגיעו בעבר לנחל והפנייתם לצריכת האדם. חשוב לציין כי חלופה זו מתרחשת הלכה למעשה בכל פעם בה מתבצע קידוח נוסף המנצל את שכבת המים המזינה את הנחל, או מוקם במעלה הנחל מאגר התופס את מי הגאוויות, מאגם אותם ומפנה אותם לשימושי האדם. במצב של הגברת הניצול התפקוד של מערכת הנחל צפוי להיפגע עוד יותר. בריאות הנחל תתדרדר גם היא עוד יותר והנחל לא יספק רמה בסיסית של שרותי מערכת אקולוגית. במצב של הגברת הניצול התפקוד של מערכת הנחל צפוי להיפגע עוד יותר. המשמעות האקולוגית של הגברת הניצול היא החרפת המצב הקיים. עקב הגברת ניצול צפוי כי יעלמו מהנחל מינים נוספים של צומח וחי, מעבר למינים המצויים בו היום. כפועל יוצא, הערכיות האקולוגית של מקווה המים צפויה לרדת באופן ניכר.

מצב קיצוני של הגברת הניצול הוא מצב בו הספיקה בנחל ירדת מסף של 10% מהספיקה ההיסטורית. מצב זה מאפיין כיום נחלים רבים בישראל (למשל, ירדן דרומי, נחל הירקון, נחל אלכסנדר ועוד). במצב זה הנחל אינו מקיים רמה מינימאלית של תפקוד ביולוגי וכפועל יוצא אינו מספק רמה מינימאלית של שרותי מערכת אקולוגית.

חלופת הגברת הניצול אינה חלופה מומלצת ליישום בנחלי ישראל. על מנת להימנע מלהחמיר את הפגיעה בנחלי ישראל יש להימנע בכל מקרה יישום חלופה זו! כפועל יוצא מומלץ לתקנן תקנות שיאסרו יישום חלופה זו.

7.8 מתודולוגיה לקביעת דרישות המים האקולוגיות של נחלים

7.8.1 רקע כללי

החשיבות הרבה של נחלים המתאפיינים בבריאות טובה של המערכת האקולוגית היא מוסכמה המקובלת בכל רחבי העולם (למשל, Gleick, 2003; Millennium Ecosystem Assessment, 2003). אפיון נכון של צרכי המים של המערכת האקולוגית של נחל נתון מחייב הבנה של התהליכים האקולוגיים המתרחשים בו

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



והקשר בין משטר הזרימה לבין התהליכים הגיאומורפיים והתהליכים הביולוגיים המאפיינים את הנחל (Shafroth et al., 2010). בשנים האחרונות השתנתה באופן ניכר הפרדיגמה של זרימות סביבתיות ועברה משימוש בערך יחיד שנתי של ספיקה מינימאלית נדרשת לנחל (למשל, Stalnaker, 1990), לטווח של ספיקות המביאות בחשבון את השונות העונתית והבין שנתית בזרימות בנחל (Leonard, 2011). שינוי תפיסתי זה נבע מההכרה ההולכת וגוברת בחשיבות המכרעת של השונות בזרימה לתפקוד בריא ומאוזן של מערכות נחלים (Naiman et al., 2008). פיתוח מתודולוגיה מתאימה להערכת כמויות המים הנדרשות על מנת לשמר ולשקם מקווי מים הוא אתגר מקצועי מורכב (Arthington et al., 2006).

7.8.2 תיאור כללי של המתודולוגיה

מטרת המתודולוגיה שפותחה היא לייצר שיטה שתקבע את משטר הזרימה הרצוי לצרכים האקולוגיים של כל מקווה מים (בעיקר לנחלים). המתודולוגיה שנקבעה לקביעת משטר הזרימה הרצוי לשיקום אקולוגי עבור כל מקווה מים מתבססת על הפערים בין כמויות המים שזרמו בנחל טרם הניצול (ספיקות היסטוריות) לבין כמויות המים הזורמות בנחל כיום. איור 25 מציג דוגמה לקביעת זרימות סביבתיות בהתייחס לזרימות ההיסטוריות בנחל. מהאיור עולה כי ישנן תקופות בהן הזרימה הסביבתית בנחל צריכה להיות קרובה ל-100% מהזרימה ההיסטורית, בעוד שבתקופות אחרות ניתן לנצל חלק ממי הנחל. חישוב הספיקה האקולוגית הנדרשת באיור מתבסס על נתונים יומיים של ספיקה וזו היא הרזולוציה המומלצת לקביעת זרימות סביבתיות במקומות שונים בעולם. אולם, לגבי הרוב המכריע של נחלי ישראל לא נאסף מידע רציף על ספיקות (היסטוריות או נוכחיות) ברזולוציה יומית. לכן, ההערכה של הספיקות הנדרשות לשיקום אקולוגי של הנחל התבצעה ברזולוציה חודשית, כלומר, נקבעה כמות המים הנדרשת לנחל בכל חודש מחודשי השנה. על מנת להעריך את הספיקות ההיסטוריות עשינו שימוש בסדרות הזמן של נתוני הספיקה ב-20 השנים הראשונות לגביהם יש נתונים על הספיקה בנחל. על מנת להעריך את הספיקה הנוכחית בנחל עשינו שימוש בנתוני סדרות הזמן של 20 השנים האחרונות לגביהן יש מידע על הספיקות בנחל.

כאמור, במהלך כל שנה ישנן תקופות בהן נדרש חלק משמעותי של הספיקה ההיסטורית על מנת להשיג רמה של תפקוד אקולוגי המתאימה לחלופת השיקום האקולוגי שנקבעה לנחל. מאידך, ישנן תקופות שבהן יש חשיבות פחותה לחזרה

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com

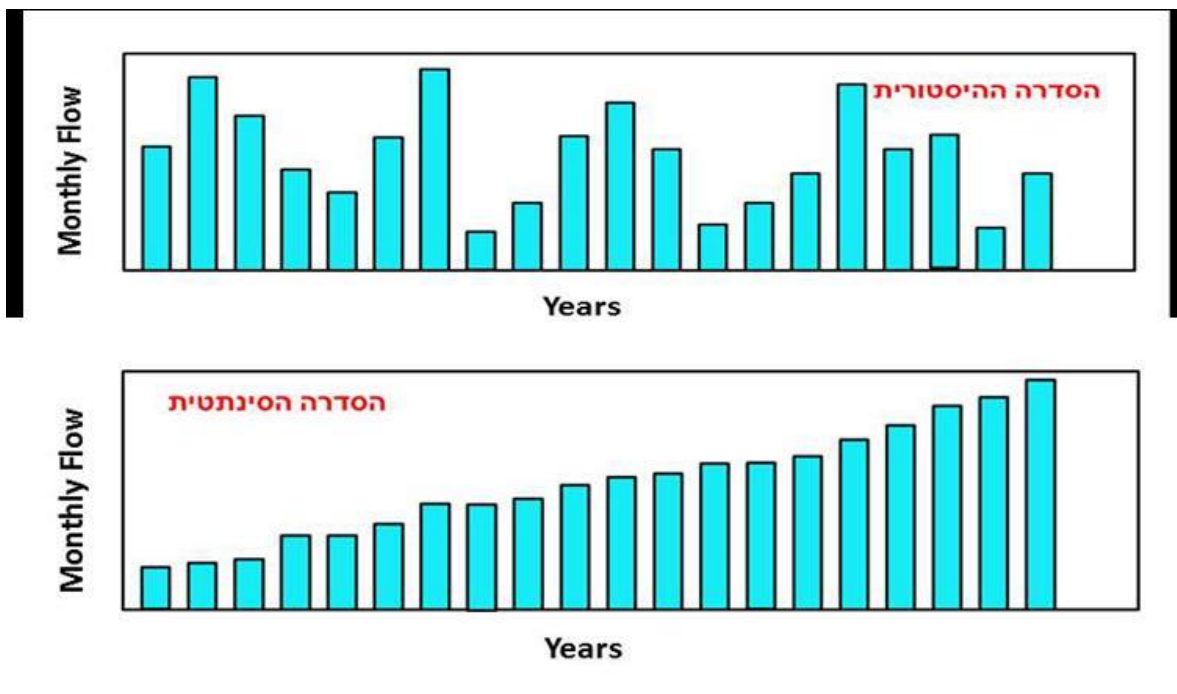


מלאה לספיקות ההיסטוריות ופגיעה מסוימת בזרימה לא תגרום להפחתה ניכרת בתפקוד האקולוגי של הנחל. לכן, נקבעו לכל סוג נחל פרקי זמן קריטיים ופרקי זמן שאינם קריטיים. כפרקי זמן קריטיים נקבעו חודשים שבהם הדרישות האקולוגיות של מאכלסי הנחל השונים (צומח, חסרי חוליות, דגים וכד') הן לספיקות גבוהות וזרימות חזקות ומהירות (למשל: בחסרי חוליות תקופות של התפתחות לארוואלית, או של סחיפה לארוואלית; בדגים תקופות של נדידה של בוגרים במעלה הנחל, תקופות של הטלה וכד').

חלופת השיקום המומלצת לשיקום אקולוגי של כל נחל נקבעה כאמור על סמך מדד הערכיות האקולוגית. חלופת השיקום הכולל המומלצת לכל נחל נקבעה על סמך מדד הערכיות המשולבת.

בכדי לקבוע את הספיקה הנדרשת לשיקום אקולוגי בכל חודש סודרו נתוני הספיקה החודשיים של סדרות הזמן ההיסטוריות (איור 25) בסדר עולה מהחודש היבש ביותר לחודש הרטוב ביותר ב-20 השנים הנכללות בסדרת הזמן. הנכללות ביותר כך שלכל חודש מחודשי השנה תיווצר סדרה סינטטית של ספיקות (איור 25).

איור 25: סדרה היסטורית של 20 שנה (a) וסדרה סינתטית (b) של ספיקות המים בנחל נתון בחודש מסוים (למשל חודש מאי)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



חלופת השחזור המלא

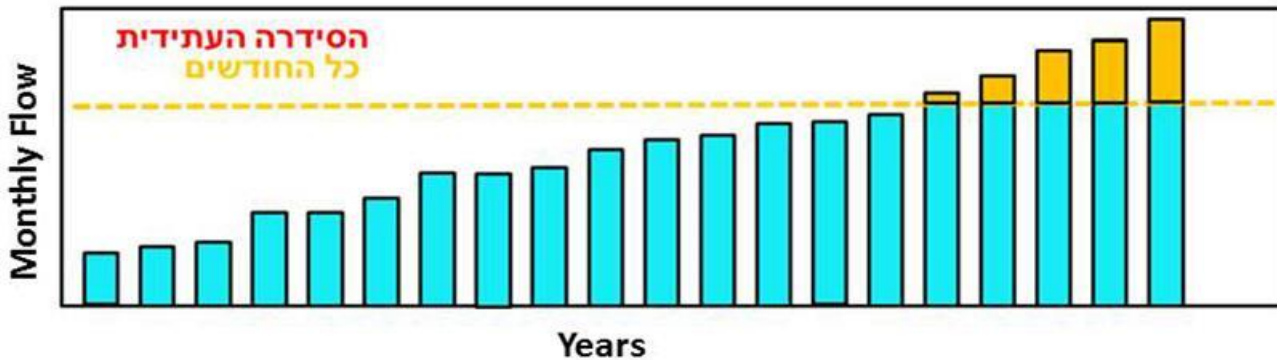
בחלופת השחזור המלא לא קיימת אבחנה בין חודשים קריטיים לבין חודשים רגילים. דרישות המים האקולוגיות של נחל נתון בשחזור מלא הן השבת הספיקה הממוקמת בגבול בין הרבעון השלישי לרבעון האחרון בסדרות הזמן ההיסטוריות (20 שנה). בתרחיש שיחזור מלא תותר תפיסת מים מהנחל רק בשנים בהם הספיקה החודשית עולה על ערך הרבעון הגבוה (איור 26).

איור 26: סדרה היסטורית (כלל העמודות) וסדרה עתידית (העמודות הכחולות) של חודש מסוים

בחלופת השחזור המלא. העמודות הכתומות – כמויות המים הניתנות לניצול בשנים בהן

הספיקה בנחל בחודש המסוים עולה על הערך שבין הרבעון השלישי לרבעון האחרון

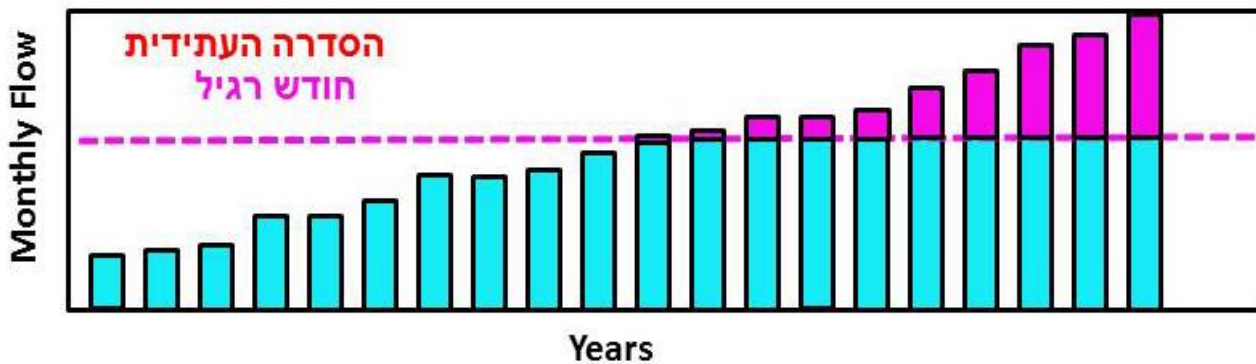
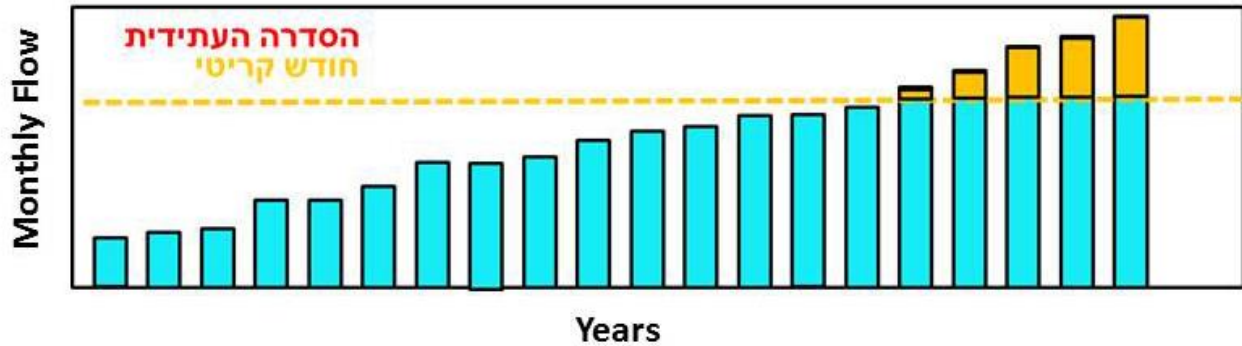
(מיוצג ע"י הקו הכתום המקווקו)



חלופת השחזור החלקי

בחלופת השחזור החלקי קיים הבדל בין חודשים קריטיים לחודשים רגילים. בחודשים קריטיים תותר תפיסת מים מהנחל רק בשנים בהם הספיקה החודשית עולה על ערך הרבעון הגבוה (איור 27). מהיבט זה אין הבדל בין חודש קריטי בחלופת השחזור החלקי לבין כלל החודשים בחלופת השחזור המלא. לעומת זאת, בחודשים רגילים תותר תפיסת מים מהנחל רק בשנים בהם הספיקה החודשית עולה על ערך החציון.

איור 27: סדרה סינתטית עתידית בת 20 שנה של ספיקות המים בנחל נתון בחודש קריטי (a) ובחודש רגיל (b) בחלופת השחזור החלקי. העמודות הכתומות באיור a – כמויות המים הניתנות לניצול בשנים בהן הספיקה בנחל בחודש הקריטי עולה על הערך שבין הרבעון השלישי לרבעון האחרון. העמודות הסגולות באיור b – כמויות המים הניתנות לניצול בשנים בהן הספיקה בנחל בחודש הרגיל עולה על ערך החציון



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 118 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro-Maim-Division\HYDROLOG
הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע (Final report)\Management\Report
27.11.2014.docx

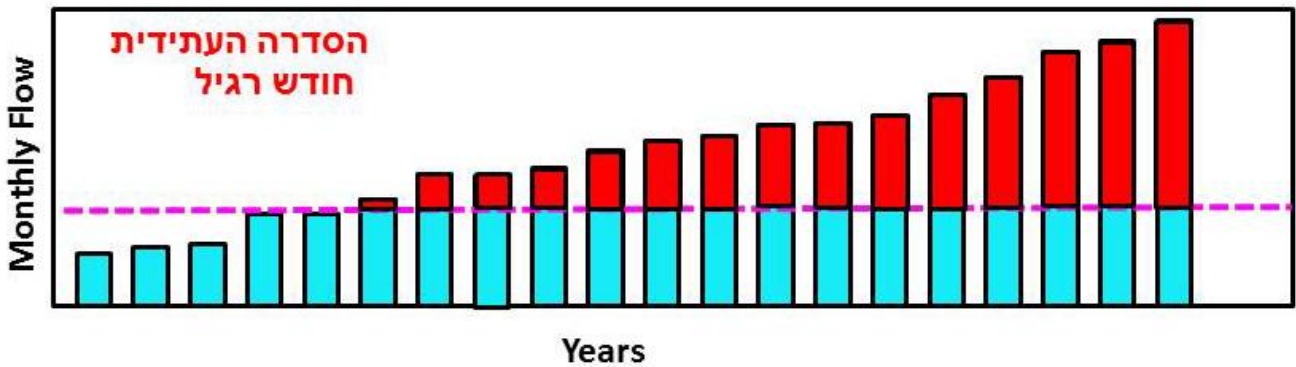
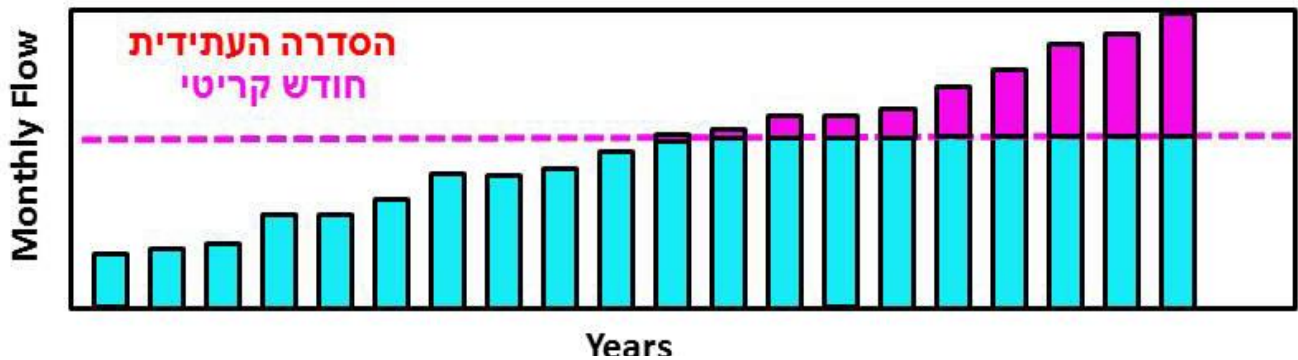
27/11/14 מקבוצת קרן



חלופת השיקום

גם בחלופת השיקום קיים הבדל בין חודשים קריטיים לחודשים רגילים.

איור 28: סדרה סינתטית עתידית בת 20 שנה של ספיקות המים בנחל נתון בחודש קריטי (a) ובחודש רגיל (b) בחלופת השיקום. העמודות הסגולות באיור a – כמויות המים הניתנות לניצול בשנים בהן הספיקה בנחל בחודש הקריטי עולה על ערך החציון. העמודות האדומות באיור b – כמויות המים הניתנות לניצול בשנים בהן הספיקה בנחל בחודש הרגיל עולה על הערך שבין הרבעון ראשון לרבעון השני



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 119 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro-240120\HYDROLOG\Maim-Division
הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14 מקבוצת קרן



8. הידרולוגיה

8.1 הקדמה

בתוכנית האב "מים לטבע", נבחרו 203 מקווי מים יבשתיים בארץ, מתוכם 147 מקווי מים נחליים. עבור אותם מקווי מים, בוצע ניתוח הידרולוגי לקביעת השינויים במשטר הזרימה בין התקופה ההיסטורית לעכשווית. כאשר, תקופה היסטורית- הינה סדרת נתונים המייצגת מצב קרוב ככל הניתן למצב טבעי, טרם התערבות אנושית. בעוד, תקופה עכשווית- הינה סדרת נתוני המדידה העדכנית ביותר הקיימת למקווה המים הספציפי.

עבור 33 מתוך 147 מקווי המים שנכללו בתוכנית האב, בוצע הניתוח ההידרולוגי לאיתור השינויים בזרימות הבסיס והגאוויות לאורך עשרות שנות המדידה. הניתוח נעשה כתלות בזמינות המידע ההידרולוגי וכפוף לאישור השרות ההידרולוגי. 22 מתוך 37 מקווי המים, נותחו על בסיס נתוני מדידה מתחנות הידרומטריות ו- 15 מקווי המים הנוספים, נותחו על בסיס נתוני שפיעת מעיינות שהועברו מהשרות ההידרולוגי.

תוצרי הניתוחים ההידרולוגיים הינם שני הידרוגרפים בקנה מידה חודשי המייצגים את הזרימות ההיסטוריות והעכשוויות במקווי המים. מכאן שבעת השוואת ההידרוגרפים השונים, מיוצג הפער הכמותי במשטר הזרימה בתקופת השונות. יש לציין כי השינוי במשטר הזרימה קרי הפער הנפחי הינו גורם הכרחי אך לא יחיד בקביעת כמות המים שיש להשיב לבית הגידול הלח.

8.2 רקע

משאב המים העיליים באקלים יובשני ויובשני למחצה נמצא בשיווי משקל עדין. לעתים, זמן הופעת הנגר העילי הוא ימים בודדים בשנה. מספר גורמים מביאים להופעת נגר עילי, החל מסופה בעל עוצמות ממטרים גבוהות מכושר החדור הקרקעי וכלה בעליית מפלס מי התהום הגורם לשפיעת מעיין. עקב ניצול של גורם אחד, או מספר גורמים, במערכת ההידרולוגית (כגון- סכירה ואגירת מי גשם, הפקת מי תהום הגורמת להורדת מפלסי המים באקוויפר), מופר שיווי המשקל ומוביל לתגובת שרשרת שפירושה בקצה, השינוי ניתן לאבחנה במשטר ההידרולוגי של מקווה המים.

מימי קום המדינה ועד ימינו, עבר משאב המים ניצול אינטנסיבי, במקרים רבים ניצול זה הביא להתייבשות מלאה או חלקית של נחלים ומקווי מים מתוקים ברחבי הארץ.



ישנם גורמים פיזיים במרחב ובזמן המשפיעים על משטר הנגר העילי ושפיעת המעיינות, בתתי הפרקים להלן מפורטים גורמים עיקריים בהשפעתם על מופע הנגר העילי.

8.3 מאפיינים פיזיים המשפיעים על משטר הנגר העילי

8.3.1 שינויי אקלים

- במהלך חמישים שנות הניטור ההידרולוגי בארץ, נצפו התופעות להלן-
- פחיתה במוצע המשקעים השנתי ברוב אזורי האקלים בארץ הובילה לשפיעת מעיינות חלשה יותר.
 - תזוזה בת חודשיים של החודש בו נמדדו הספיקות הגבוהות ביותר- קרי, החודש בו נמדדה שפיעת המעיינות/ זרימת הנגר-העילי הגבוהה ביותר זו מדצמבר לפברואר.

8.3.2 שינויים בעוצמות גשמים

ישפיעו על היווצרות נגר עילי, שכן מנגנון היווצרות הנגר העילי השכיח באזור יובשני ויובשני למחצה הינו מנגנון נגר עילי הורטוני (מנגנון המתאר את היווצרות הנגר העילי על פני הקרקע בהינתן עוצמות גשם הגבוהות מכושר החדור הקרקעי). מכאן שפחיתה או עלייה בעוצמות הגשם תשנה את משטר הנגר העילי הנוצר באגן היקוות מסוים.

8.3.3 שינוי בשימושי קרקע

מנגנון היווצרות הנגר העילי ההורטוני מושפע משימושי הקרקע וכסות השטח באגן ההיקוות, שכן בין שימושי הקרקע משתנה יכולת חדור מים אל הקרקע. בעת שינוי בשימוש הקרקע משטחים פתוחים טבעיים לשימוש קרקע חקלאי פוחתת יכולת חדור המים אל הקרקע. זו אף פוחתת יותר בשימושי הקרקע הכפריים או העירוניים, עקב ציפוי פני השטח במשטחים אטימים ואטימים למחצה.

מחד גיסא, עקב הפחיתה ביכולת חידור המים אל הקרקע מהלכי גאות שמקורם בנגר עילי צפויים לגדול בתדירותם ובספיקתם. מאידך גיסא, הפחיתה בשיעור חידור המים אל הקרקע, מפחיתה את תהליכי ההיזון החוזר ומכאן שתתכן פגיעה בשפיעת המעיינות באזור.

חשוב לציין כי בתכנית זו, לא מופו השינויים בשימושי הקרקע במהלך שנות המדידה.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



8.3.4 סכירת שטפונות

בארץ קיימים מספר מאגרי מים עיליים אשר נבנו בשיטות שונות למטרת סכירת מי שטפונות. שתי השיטות בהן נסכרו מהלכי גאות שיטפוניים הן: 1. הצבת סוללות סכירה בערוצו המרכזי של הנחל, לפי שיטה זו מקטע הנחל שנמצא במורד הערוץ מקבל מי שטפונות רק לאחר שנפח מאגר המים התמלא (לדוגמא- מאגר בית זית אשר בנחל שורק), 2. שביית נפח מהלכי הגאות מעל ספיקה מתוכננת בערוץ המרכזי. לפי שיטה זו מתקיימת זרימת בסיס בנחל אך ומהלכי גאות שיטפוניים מפונים למלא את נפח המאגר. בתכנית זו נבחנו שני הנחלים- דליות וסמך, אשר במעלה ערוציהם ישנם מאגרים השייכים למפעל מי-גולן ותוכננו לפעול לפי השיטה המאפשרת זרימת בסיס בנחל. חשוב להדגיש כי למהלכי גאות שיטפוניים תפקיד חשוב בעיצוב פני הנחל ובתמיכה באוכלוסיות שונות בבתי גידול.

8.3.5 הזרמת שפכים וקולחים

במהלך עשרות השנים האחרונות, נעשה שימוש במערכת הנחלית הטבעית לצורך פינוי והזרמה לא מבוקרת של מי שפכים וקולחים אשר באגן היקוותם התקיים מפעל התיישבות או תעשייה. תרומת נפח מים זה לנחל מסוים, אמנם הגדילה את נפח הזרימה בנחל אך איכותם הירודה של המים פגעה באיזון האקולוגי ששרר בנחל. בתכנית זו נבחנו הנחלים- אגן היקוות חדרה ויובליו, אלכסנדר, שורק, הירקון, צלמון, גלבון אשר סבלו מהזרמת שפכים/קולחים אל ערוצם.

8.3.6 שביית מי מעיינות

בנחלים רבים, נשבו ברבות השנים מי מעיינות אשר זרמו בעבר בנחל והיוו את זרימת הבסיס בו. מי המעיינות נשבו לצורך שימוש כמי שתייה ומים להשקייה חקלאית. לרוב נמדדה שפיעת המעיין ודווחה בדוחו"ת אשר התקבלו מרשות המים. נתונים אלו שימשו לצורך אפיון התקופות השונות במספר בתי גידול כגון- נחל כזיב, נחל צלמון, עין גלבינה (נ. גלבון), מעיינות הדרן.

8.3.7 שאיבות מים באקוויפר

הורדת מפלסים באקוויפר גרמה עם השנים לפחיתה בשפיעת מעיינות ולעתים אף לייבושם. בתי גידול אשר נותחו במסגרת תוכנית האב בהם אירעה תופעה זו הם- עין מבוה (נ. געתון), נחל שורק, נחל בצת, נחל קיני, נחל תבור, נחל חרוד.



8.4 בסיס נתונים

8.4.1 כללי

אפיון בסיס הנתונים ובנייתו נעשו בשלב מוקדם וראשוני של תוכנית האב והיווה בכך בסיס לכל הניתוחים המיספריים והמרחביים שבוצעו בהמשך במסגרת תוכנית האב.

בשלב ראשון, הוגדרו הנתונים החיוניים אותם יש לאסוף, זאת, על בסיס סקירת ספרות מקצועית ובהנחייתו של פרופ' גפני. במקביל הוחלט מהם האתרים שיכללו בתוכנית האב ויוכנסו עם קוד זיהוי מקובל לבסיס הנתונים, זאת בהנחייתו הצמודה של אבי אוזן מרשות הטבע והגנים.

בסיס הנתונים כולל נתונים היסטוריים לצד נתונים עדכניים. במטרה למפות ולהעריך את רצף השינויים האקולוגיים, ההידרולוגיים ההנדסיים והתפעוליים שהתרחשו בבית הגידול במהלך עשרות השנים האחרונות.

דיונים נוספים נערכו על התוכנה המתאימה ביותר לתמוך בבסיס הנתונים ובמטרותיו.

בסיס הנתונים מכיל נתונים מרחביים ואלפא נומריים ומקושר למערכת מידע גיאוגרפית (ARCGIS). מאגר הנתונים נבנה בפורמט ACCESS.

8.4.2 מטרות בסיס הנתונים

א. ריכוז המידע החיוני שנאסף מהגופים המקצועיים המוסמכים (ידע מומחים, רשות המים, השרות ההידרולוגי, רשות הטבע והגנים, המשרד להגנת הסביבה, השרות המטאורולוגי, היחידה לחקר הסחף וכו'), על פי התחומים השונים: אקולוגיה, הידרולוגיה, כימיה והנדסה. עבור בתי הגידול שנכללו בתוכנית האב.

ב. סיוע בקביעת ערכיות מקווי המים, קביעת: המצב הרצוי, רמת השיקום המומלצת והקצאת המים המתאימה על פי עקרונות תוכנית האב.

ג. לשמש כבסיס עבור מערכת ה-DSS – מערכת תומכת קבלת ההחלטות המאופיינת בימים אלו ומטרתה לתת למקבל החלטות את הכלים המתאימים בבואו לקבל החלטות תפעוליות בנוגע להקצאות מים.

ד. מתן גישה נוחה לנתונים מעודכנים לכלל הגופים המעורבים במטרה ליצור בסיס אחיד ובעל מקורות מוסכמים לקביעת כמויות המים הנדרשות לכל בית גידול.

ה. בסיס נתונים דינאמי, המאפשר הוספת נתונים ובתי גידול על פי הצורך.



- ו. יצירת דוחות נושאים מוסכמים כבסיס לדיונים מקצועיים ולהערכת השינויים האקולוגיים, ההידרולוגיים וההנדסיים שנערכו בבית הגידול במהלך השנים.
- ז. מתן אפשרות לניתוח מרחבי של מאפיינים בתי הגידול השונים על בהתאם לתחומי עניין ועל בסיס נתונים מעודכנים.
- ח. לשמש כמאגר נתונים לשליפה עבור מערכת תומכת קבלת החלטות.

8.4.3 גיבוש רשימת מקווי מים

- 203 מקווי המים הכלולים בתוכנית האב נבחרו מתוך אלפי מקווי מים ברחבי הארץ, אתרים אלה נבחרו על פי המאפיינים הבאים:
1. אתרים המקיימים מקווי מים טבעיים של זרימה בפועל.
 2. אתרים אשר קיימו בעבר מקווי מים טבעיים של זרימה וחרבו עקב ניצול מימיהם.
 3. אתרים המקיימים מקווה מים טבעי בריכתי קבוע אשר שטחו עולה על כמה מטרים רבועים.
 4. אתרים ביצתיים ידועים.

8.4.4 איפיון בית הגידול

הגדרת הנתונים החיוניים להמשך העבודה התבססה על סקירה ספרות מקצועית מהעולם ע"י פרופ' שריג גפני, של הנתונים האקולוגיים, ההידרולוגיים ונתוני איכות המים הנחוצים לביצוע אפיון והערכה אקולוגית והידרולוגית של בית הגידול במקביל הוגדרו הצרכנים ותורמי המים השונים המשפיעים על בית הגידול (מאגרי מים, הפקות ישירות מהנחל, הקצאות מים מאושרות, הפקות במעלה ע"י קידוחי הפקה וכו').

8.4.5 איסוף הנתונים

8.4.5.1 מאגר הנתונים אקולוגיים

הנתונים הביולוגיים על הרכב הצמחייה האקוויטית, אסופת חסרי החוליות והדגים נלקחו מתוך מאמרים, עבודות מוסמך ודו"חות סקרים שהוגשו לרשויות שונות (רשות הטבע והגנים, רשויות ניקוז וכד'). כמו כן, נכללו בבסיס הנתונים נתונים ממחקרים ומסקרים שלא פורסמו עד כה. כאשר הנתונים במאמרים ובסקרים נלקחו ממספר תחנות דיגום באתר נתון הנכלל ברשימת האתרים הנכללים בתוכנית האב התבצע איחוד של נתוני הסקרים לרשימה אחת. נתוני הצמחייה

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



והדגים פורטו לרמת המין (species). נתוני חסרי החוליות פורטו לרמת הטקסון הנמוך ביותר שהופיע בנתוני הבסיס (מין, סוג, משפחה).

8.4.5.2 מאגר נתונים הידרולוגיים

טבלה 14 בהמשך הדו"ח, מפרטת את הנתונים ההידרולוגיים שנאספו והמקורות מהם התקבל המידע.

יצירת בסיס הנתונים ההידרולוגי כלל ניתוח מרחבי במטרה למפות את כל המאפיינים הקבועים כגון: שטח אגן הניקוז, אזור גיאוגרפי, הגורמים הרלוונטיים לבית הגידול: תחנות הידרומטריות, מאגרים, מעיינות וקידוחי מי תהום.

טבלה 13 שלהלן מפרטת את השימוש שנעשה בנתונים האקולוגיים וההידרולוגיים שנאספו.

טבלה 13: פרוט המידע שנאסף עבור מקווי המים וסוג הניתוחים המוצעים

לביצוע איפיונם

שימוש	סוג הנתון
קביעת ערכיות אקולוגית של מקווה המים	הרכב אסופת חסרי חוליות
קביעת סדרי עדיפויות לשיקום	
קביעת צרכי מים על פי דרישות בית הגידול של המינים השונים	
קביעת ערכיות אקולוגית של מקווה המים	הרכב חברת צומח אקוטי
קביעת סדרי עדיפויות לשיקום	
קביעת צרכי מים על פי דרישות בית הגידול של המינים השונים	
קביעת ערכיות אקולוגית של מקווה המים	הרכב אסופת דגים
קביעת סדרי עדיפויות לשיקום	
קביעת צרכי מים על פי דרישות בית הגידול של המינים השונים	
קביעת הפערים בין מצב היסטורי למצב קיים	ספיקות חודשיות
קביעת הקצאת מים רצויה למקווה המים	
קביעת פערים בין מצב היסטורי למצב קיים	
קביעת ספיקות אפשריות/מקורות לאספקת מים לנחל	נפחי מעיינות
קביעת כמויות המים שנגרעו מהנחל	
קביעת פוטנציאל השחרור לנחל	
קביעת פערים בין מצב היסטורי למצב קיים במטרה להמליץ על איכות המים הנדרשת בנחל	איכות מים

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



שימוש	סוג הנתון
קביעת הקשר הנפחי באמצעות מפלסים של קידוחים סמוכים בין האוגר בתא ההידרולוגי לשפעת המעינות התורמים לנחל	קידוחים
הכללת הקידוחים הרלוונטיים בפתרון אספקת המים עבור מקווה המים	
ביצוע ניתוח הרכב הזרימות במקווה המים ואפיונו	זרימות קולחים
איבודי מים לאורך תוואי הזרימה	אינדקס קרקע (גיאולוגיה ואקלים)

8.4.6 מבנה מאגר הנתונים והסבר למשתמש

טבלה 14: מצאי הטבלאות הכלולות בבסיס הנתונים ה- ACCESS

מהות	סוג	שם שכבה / טבלה
מפלסי קידוחים	טבלה	DrillingLevel
הפקות מקידוחים	טבלה	DrillingMonthProduction
שכבת קידוחים	שכבה	Drillings
מקווי מים לחים	טבלה	habitat
קישור בין מקווי מים לאגני ניקוז	טבלה	Habitat - Agan
קישור בין מקווי מים לתחנות הידרומטריות	טבלה	Habitat - Hydrometric
קישור בין מקווי מים למאגרים	טבלה	Habitat - Maagar
קישור בין מקווי מים למטשיים	טבלה	Habitat - Matash
קישור בין מקווי מים לנקודות ניטור של רטיג	טבלה	Habitat - SamplePoint
קישור בין מקווי מים למינים חיים	טבלה	Habitat - Species
קישור בין מקווי מים למעינות מנוטרים של השרות ההידרולוגי	טבלה	Habitat - Springs
קישור בין מקווי מים לקרקעות	טבלה	habitat-SeepageZones
סוגי מקווי מים	טבלה	HabitatTyap
קישור בין מקווי מים להקצאות	טבלה	Haktzot
שכבת תחנות הידרומטריות	שכבה	hidro
כימיה של תחנות הידרומטריות	טבלה	HydroSampel
שכבת מאגרים	שכבה	Maagar
סוגי מאגרים	טבלה	MaagarType
מטשיים	טבלה	Matashim
שמות חודשים	טבלה	Month
הערות על בית הגידול	טבלה	Remarks

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



שם שכבה / טבלה	סוג	מהות
Sample_Point	שכבה	שכבת נקודות ניטור של רט"ג
Sample_Point_Data	טבלה	נתונים כימיים של נקודות הניטור של רט"ג
Seepage_zones	שכבה	קרקעות
SpeciesName	טבלה	טבלת מינים חיים
SpeciesType	טבלה	סוגי מינים חיים
Springs	שכבה	מעיינות מנוטרים על ידי השרות ההידרולוגי
Springs - drillings	טבלה	קישור בין מעיינות מנוטרים לקידוחים
Springs_Ratag	שכבה	מעיינות רט"ג
SpringsRatag - Agan	טבלה	קישור בין מעיינות מרט"ג לאגני ניקוז
SpringsVolMonth	טבלה	נפחי מעיינות חודשיים
SpringsVolYear	טבלה	נפחי מעיינות שנתיים
StationPlace	טבלה	הערות על מיקומי תחנות הידרומטריות יחסית לבית הגידול
StationVolMonth	טבלה	נפחי תחנות חודשיים
StationVolYear	טבלה	נפחי תחנות שנתיים
StreamBasins	שכבה	אגני ניקוז נחלים
Tide	טבלה	גאווית שנמדדו בתחנות הידרומטריות
בתי גידול לחים	שכבה	פוליגונים של מקווי מים לחים
מתקני טיפול בשפכים	שכבה	מטש"ים
Facility_On_Streams	שכבה	מתקנים על נחלים
FacilityOnSprings	שכבה	מתקנים על מעיינות
FacilityOnSpringsData	טבלה	נתוני מתקנים על מעיינות
FacilityOnStreamsData	טבלה	נתוני מתקנים על נחלים
Facility-Springs	טבלה	קישור בין מעיינות למתקנים על מעיינות
Groundwater_basins	שכבה	אגני מי תהום
Habitat - FacilityOnStreams	שכבה	קישור בין מקווי מים למתקנים על נחלים
habitat-Groundwater_basins	טבלה	קישור בין מקווי מים לאגני מי תהום
Plan_Area	שכבה	אזורי תכנון
UpStreem_Habitat	טבלה	מקווי מים במעלה הזרם

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



מאגר הנתונים לתוכנית האב לאספקת מים לטבע הינו מאגר נתונים גיאוגרפי
ואלפא נומרי מבוסס ArcMAP ו- Access.

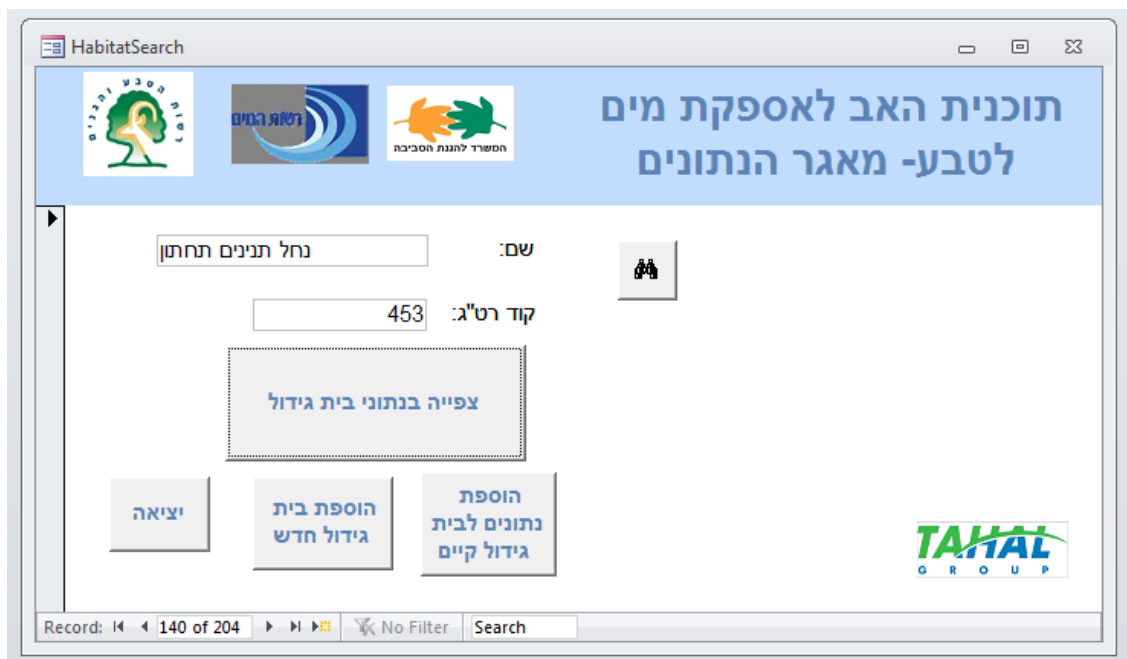
ArcMAP8.4.6.1

- א. קובץ הפרויקט נקרא "תוכנית אב לאספקת מים לטבע" ומתאים לגרסא 9.3.1 ומעלה.
- ב. להלן השכבות הקיימות בקובץ ה MXD והניתנות לעריכה על ידי המשתמש:
- ג. במאגר הנתונים ישנן ישויות שניתן להוסיף אותם רק דרך תוכנת ArcMAP ע"י עריכת השכבה המסוימת, בכל השכבות הוגדרו שדות חובה אותן יש למלא דרך ה- ARCMAP בלבד:
 1. **תחנות הידרומטריות** – על מנת לקלוט תחנה הידרומטרית חדשה יש לקבוע את מיקומה, קוד תחנה – ע"פ השרות ההידרולוגי ושם.
 2. **מעיינות** – מיקום המעיין, קוד ושם (קוד על פי השרות ההידרולוגי).
 3. **מתקני טיפול בשפכים** – מתקני טיפול בשפכים שאינם קיימים בשכבה.
 4. **מאגרים** – מיקום, קוד.
 5. **מקווי מים לחים** – קליטת מקווה מים חדש נעשית במקביל ב ARCMAP וב ACCESS, יש לקלוט את הפוליון המתחם את בית הגידול בשכבה בקובץ ה MXD כולל קוד ושם, לאחר מכן יש לקלוט את בית הגידול במערכת ה ACCESS במסך קליטת מקווה מים חדש.

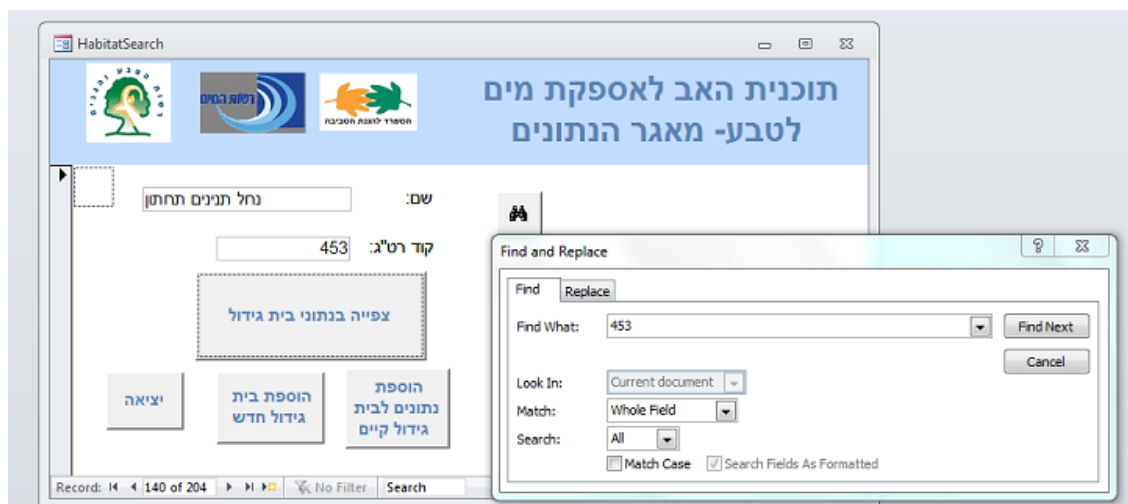
8.4.6.2 מאגר הנתונים ה- ACCESS

המסך הראשון במערכת הינו מסך לחיפוש בית הגידול בו רוצים לצפות ובמקרה הצורך להוסיף נתונים וכן, מסך ניווט לכל חלקי המערכת.





לחיצה על כפתור "חיפוש" פותחת את החלון החיפוש :

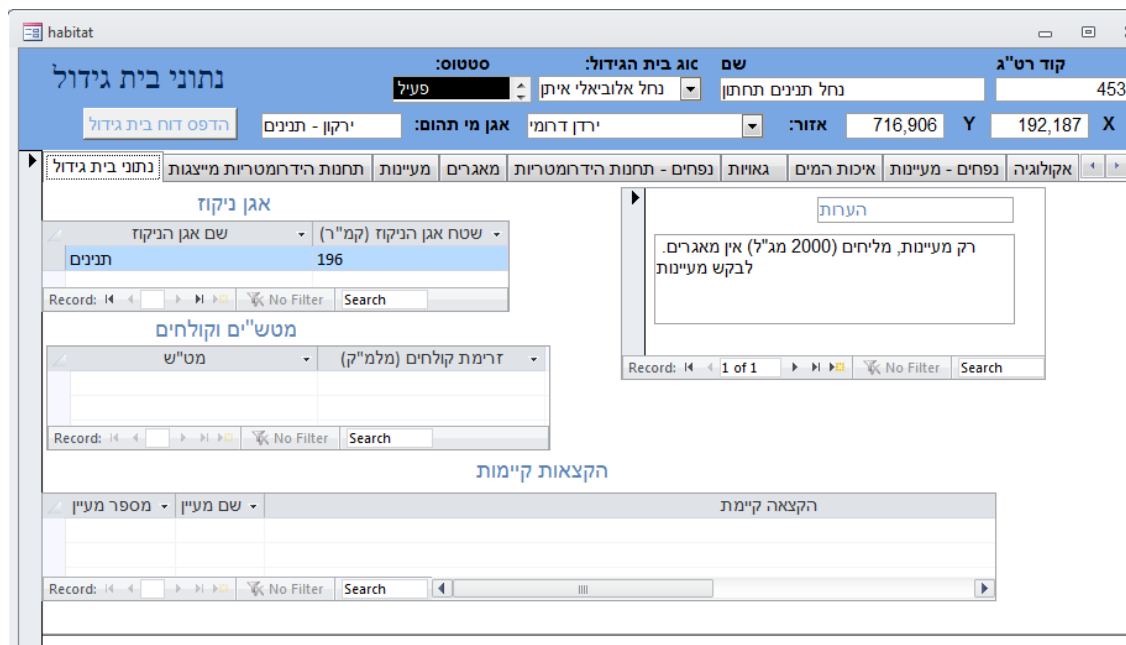


בחלון זה יש לרשום את קוד מקווה המים או את השם אותו רוצים לחפש, במידה ומעוניינים לרשום רק חלק משם מקווה המים יש לשנות בשדה "התאם" (מסומן בצהוב) ל"חלק משדה" במקום "שדה שלם", לדוגמא: כתיבת המילה "כזיב" יעלה את כל בני הגידול המכילים את המילה.
לחיצה על כפתור "חפש את הבא" תשנה את הכיתוב בשדות קוד רט"ג ושם מקווה המים לפי הפרמטרים אותם חיפשנו.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



1. לאחר מציאת בית הגידול שעליו רוצים לעבוד יש לבחור בפעולה הרצויה :
צפייה בנתונים, עריכה ועדכון של נתונים או הוספת מקווה מים שאינו קיים
(כאמור, מקווה מים שהפוליגון שלו צויר בשכבת בתי הגידול עדיין אינו קיים
במערכת).
2. הוספת מקווה מים והוספת נתונים למקווה מים קיים אפשריים רק למשתמש
המוגדר כמנהל, וכרגע אינם פעילים.
3. לחיצה על כפתור "צפייה בנתוני מקווה מים" תפתח את המסך הבא :



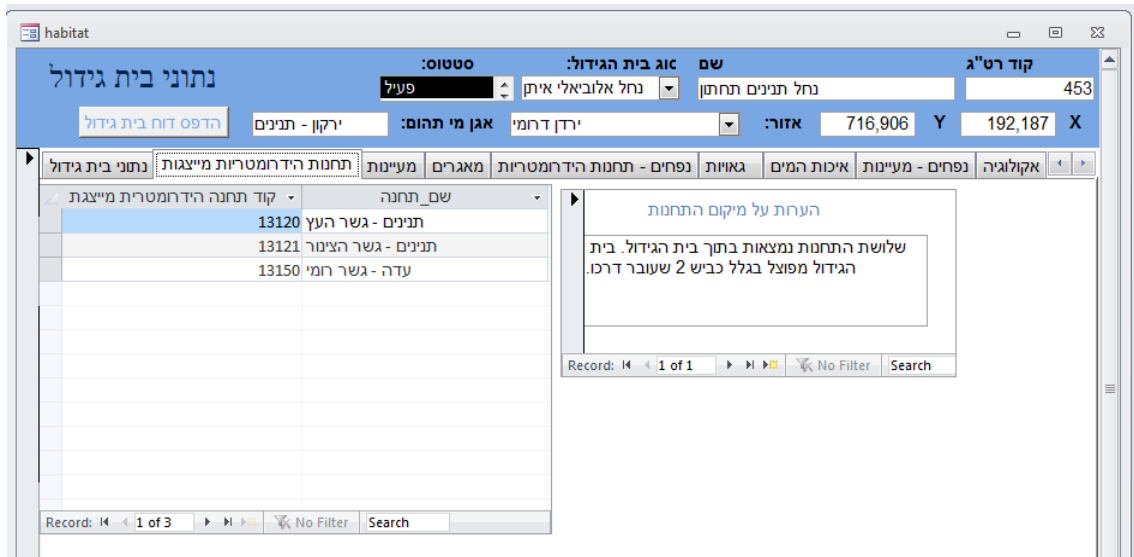
במסך זה ניתן לצפות בכל הנתונים הקיימים על בית הגידול אותו בחרנו במסך
החיפוש הקודם.
בחלקו העליון של המסך (רקע כחול) ניתן לראות את פרטי בית הגידול שנבחר (קוד,
שם, סוג, סטטוס, אזור וקואורדינטות של מרכז הפוליגון).
כפתור "הדפס דוח מקווה מים" מייצא דוח כולל על מקווה המים לקובץ PDF.
בחלק התחתון של המסך נמצאות כרטיסיות שבהם מרוכזים כל נתוני מקווה המים :
טבלאות הכוללות נתונים עכשוויים והיסטוריים.

1. נתוני מקווה מים :

הכרטיסייה מכילה נתונים על אגן הניקוז שבו נמצא מקווה המים (שם ושטח), המטשים המזרימים קולחים למקווה המים והכמות, הקצאות קיימות והערות שונות.

2. תחנות הידרומטריות מייצגות :

בכרטיסייה זו ניתן לראות את מספרי התחנות שנבחרו כמייצגות למדידת מקווה המים והערות על מיקום התחנה ביחס לבית הגידול.



3. מעיינות :

בכרטיסייה זו ניתן לראות את המעיינות המשפיעים על מקווה המים



habitat

נתוני בית גידול

סטטוס: פעיל

סוג בית הגידול: נחל אלוביאי איתן

שם: נחל תנינים תחתון

קוד רט"ג: 453

הדפס דוח בית גידול

אזור: 716,906 Y

192,187 X

מעינות נוספים באגן הניקוז

שם מעיין	קוד מעיין
עין חדור	2293
ל-נחל תנינים	2278
עין בוטם	2286
ל-נחל גוזלן	2275
עין ורדה (נ. ברקן)	2292
עין אביאל	2283
עין תגית	2304
עין ניצה	2295
עין תנינים	2305
ל-מורד ע. ספילול	2333
עין עמי	2300
עין גיל	2291

מעינות מנטרים

שם גורם תפס	קוד גורם תפס	שם מעיין	קוד מעיין
אלונה	13250		
שוני	13262		
תמסח (חנניה)	13270	229933	
חנניה שפירים	13274		
חנניה מליחים	13276		
נות תנינים, סיכום	13275		
צור (רמת-הנדיב)	13268		

4. מאגרים: בכרטיסיה זו ניתן לראות את רשימת המאגרים המשפיעים על בית הגידול.

5. נפחים – תחנות הידרומטריות:

נתוני בית גידול

סטטוס: פעיל

סוג בית הגידול: נחל אלוביאי איתן

שם: הירדן המשוחזר

קוד רט"ג: 460

הדפס דוח בית גידול

אזור: 783,143 Y

255,690 X

נפחים - מעיינות

יקה	רום	נפח שנתי	תאריך	שנה הידרולוגית	מספר תחנה
		642.9		1942/1943	30136
		467.0		1943/1944	30136
		498.9		1944/1945	30136
		378.9		1945/1946	30136
		457.0		1946/1947	30136
		441.7		1947/1948	30136
		697.0		1948/1949	30136
		476.7		1949/1950	30136
		279.0		1950/1951	30136
	77.6	425.9	18/12/195	1951/1952	30136
		522.0	10/12/195	1952/1953	30136

נפח חודשי

חודש	נפח חודשי	שנה הידרולוגית	מספר תחנה
ינובר		1942/1943	30136
במבר		1942/1943	30136
צמבר		1942/1943	30136
ינואר		1943/1944	30136
פברואר		1943/1944	30136
מרץ		1943/1944	30136
אפריל		1943/1944	30136
מאי		1943/1944	30136
יוני		1943/1944	30136
יולי		1943/1944	30136
אוגוסט		1943/1944	30136

יצא טבלת נפחים חודשיים ל EXCEL

יצא טבלת נפחים שנתיים ל EXCEL

חזרה לתפריט ראשי

משרד להגנת הסביבה

TAHAL GROUP

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 132 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים - 240120-pro\HYDROLOG\Management\Report\Final report\מסכם תוכנית מים לטבע (Management\Report\Final report)\לטבע
 27.11.2014.docx

מקובצת קרן 27/11/14



בכרטיסיה זו ניתן לראות את מדידות הנפחים החודשיים והשנתיים שנמדדו בתחנה במהלך השנים, ניתן לייצא את הטבלאות ל EXCEL על ידי לחיצה על הכפתור מתחת לטבלה.

The screenshot shows the 'habitat' software interface. At the top, there are search and filter fields for 'שם' (Name), 'אוג בית הגידול' (Basin), 'סטטוס' (Status), and 'קוד רט"ג' (RTG Code). Below this, there are tabs for 'נפח חודשי' (Monthly Flow) and 'נפח שנתי' (Annual Flow). The 'נפח חודשי' table shows data for station 13120 from 1949/1950 to 1949/1950. The 'נפח שנתי' table shows annual flow data for station 13120 from 1949/1950 to 1958/1959. Both tables include columns for 'מספר תחנה' (Station Number), 'שנה הידרולוגית' (Hydrological Year), and 'נפח' (Flow). Below the tables are buttons to export the data to Excel: 'יצא טבלת נפחים חודשיים ל EXCEL' and 'יצא טבלת נפחים שנתיים ל EXCEL'.

6. **כרטיסיות גאוויות, איכות המים ונפחי – מעיינות** דומות במהותן לכרטיסיה נפחים- תחנות הידרומטריות וניתן לצפות בנתונים בכרטיסיה או לייצא אותם לטבלת EXCEL.
7. **כרטיסיית איכות מים**, מבוססת על נתוני דיגום שהועברו מהשרות ההידרולוגי ומהמשרד להגנת הסביבה וכן על נתונים מנקודות דיגום של רשות הטבע והגנים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



habitat

קוד רט"ג: 453
 שם: נחל תנינים תחתון
 סטטוס: פעיל
 אג בית הגידול: נחל אלוביאלי איתן
 ירדן דרומי
 אגן מי תהום: ירקון - תנינים
 אזור: 716,906 Y 192,187 X

נתוני בית גידול

מספר תחנה	תאריך מדידה	CA	K	Mg	NA	Cl	SO4	HCO3	NO3	B	F	BR	BE
13150	12/02/1962					380							
13150	15/03/1962					808							
13150	15/04/1962					1073							
13150	24/05/1962					1515							
13150	21/06/1962					1465							

Record: 1 of 459

כימיה על פי נקודות דיגום

SamplePoin	שם תחנה	תאריך	שעה	pH	Temp (°C)	Doxsat (%)
191	נחל עדה-גשר רומי (תנינים)	16/05/2010		7.65	27.9	72.4
191	נחל עדה-גשר רומי (תנינים)	04/11/2008				
191	נחל עדה-גשר רומי (תנינים)	11/10/2007		7.34	27.4	25
191	נחל עדה-גשר רומי (תנינים)	17/04/2007		7.05	19.7	75
191	נחל עדה-גשר רומי (תנינים)	05/05/2009		7.2	26.2	124

Record: 1 of 66

ייצא טבלת איכות מים ל EXCEL

8. קידוחים: תחת כרטיסייה זו נמצאים הקידוחים המשפיעים על שפיעת המעיינות המזינים את מקווה המים.
9. אקולוגיה: תחת כרטיסייה זו ניתן לראות מהם המינים הידועים שגדלים במקווה המים, מחולקים ע"פ קבוצות כגון, חסרי חוליות ודגים.

habitat

קוד רט"ג: 192,187
 שם: נחל תנינים תחתון
 סטטוס: פעיל
 אג בית הגידול: נחל אלוביאלי איתן
 ירדן דרומי
 אגן מי תהום: ירקון - תנינים
 אזור: 716,906 Y 192,187 X

נתוני בית גידול

שם עברי	שם מדעי	סוג	נפחים - תחנות הידרמטריות	גאיות	איכות המים	נפחים - מעיינות	אקולוגיה	קידוחים
איזופוד	Sphaeroma hookeri	חסרי חוליות	ברומאים					
איזופוד	Cyathura carinata	חסרי חוליות						
שטצד	Echinogammarus foxi	חסרי חוליות						
ימשוש אדום	Chironomus sp	חסרי חוליות						
ימשוש	Chironomidae	חסרי חוליות						
שחריר	Melanopsis sp	חסרי חוליות						
אפונית	Pisidium annandeli	חסרי חוליות						
*								

Record: 1 of 7

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 134 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120\pro-240120\HYDROLOG\Management\Report\Final report\מסמך תוכנית אב מים לטבע (Management\Report\Final report)\27.11.2014.docx

מקבוצת קרן 27/11/14



8.5 פערי מידע הידרולוגים

טבלה 15 מפרטת את כל הנתונים שנאספו עבור מקווה המים. למרות הנתונים הרבים קיימים פערי מידע משמעותיים:

1. רק לכשליש מתוך כל בתי הגידול הממוקמים לאורכם של נחלים קיימים נתונים מייצגים שנאספו בתחנת הידרומטריות לאורך עשרות שנים ומאפשרים ניתוח השינויים ההידרולוגיים במקווה המים.
יתר מקווי המים אינם מיוצגים על ידי תחנות הידרומטריות שיכולות לייצג את הזרימות בנחל ויש לבצע ניתוח הידרולוגי פרטני על מנת לחשב פרמטרים הידרולוגיים נחוצים.
2. הנתונים שנאספו הינם המידע הטוב ביותר הזמין לניתוח המצב ההידרולוגי הקיים וההיסטורי, אולם:
 - הוא מוגבל לתקופת איסוף הנתונים בתחנה מסויימת.
 - מטרות וצרכי השרות ההידרולוגי ורשות המים שונות מצרכי המיפוי ההידרולוגי למטרות אקולוגיות ולכן, חתך הנחל מוסדר (מופר) ואינו מייצג חתך טבעי ולא מתבצעות מדידות למהירויות הזרימה השונות בתוך חתך הנחל.
 - חסרים נתונים מורפולוגיים הכוללים את חתך הנחל והתשתית.
3. מדידת ספיקות והזרמות:
 - מעיינות- בחלק גדול מהמעיינות האחוזים, לא מתבצעת מדידה של נפח המים המועבר למאגר או למערכת האספקה. רשות המים מודדת את הצריכה ע"י הצרכן בלבד.
 - קולחים – בעיקר בנחלי החוף חלק גדול מנפח המים שנמדד בתחנות ההידרומטריות עלול לכלול קולחים (ובעבר אף ביוב). קיים חוסר בנתוני הזרמות חודשיות של שפכים וקולחים לנחלים במהלך עשרות השנים האחרונות.
 - עודפי מים מחקלאות- במקרים רבים, מי מעיינות מופנים אל בריכות דגים, משם מפונים המים ששהו בבריכות דגים חזרה אל המערכת הנחלית. נפח המים המושבים ואיכותם לא ידוע.



מתודולוגיה הידרולוגית לניתוח מקווי מים נחליים

מקווי המים שנותחו במסגרת התוכנית נבחרו ע"י הרפרנטים כמייצגים:

1. מגוון מופעי מים עיליים משמעותיים ועושר האקולוגי.
 2. אתרים המקיימים מקווי מים טבעיים של זרימה בפועל.
 3. אתרים אשר קיימו בעבר מקווי מים טבעיים של זרימה וחרבו עקב ניצול מימיהם.
 4. אתרים המקיימים מקווה וגוף מים טבעי קבוע אשר שטחו עולה על כמה מטרים רבועים.
 5. אתרים ביצתיים ידועים.
- מקווי המים סווגו לשתי תת קבוצות, כאשר הקבוצות העיקריות הן:
- נחליים
 - מים עומדים

אפיון המידע ההידרולוגי הדרוש

השלב הראשון של העבודה כלל הגדרה מפורטת של הנתונים האקולוגיים, ההידרולוגיים ונתוני איכות הנחוצים לביצוע אפיון והערכה אקולוגית והידרולוגית של בית הגידול. בשלב השני, הוגדרה רשימת הנתונים הגיאוגרפיים, ההנדסיים והתפעוליים אותם יש לאסוף במטרה לאפיין את סביבת בית הגידול – צרכני ותורמי המים לבית הגידול.

הטבלה שלהלן מפרטת את הנתונים ההידרולוגיים שנאספו והמקורות מהם התקבל המידע.

יצירת בסיס הנתונים ההידרולוגי כלל ניתוח מרחבי במטרה למפות את כל המאפיינים הקבועים כגון: שטח אגן הניקוז, אזור גיאוגרפי, הגורמים הרלוונטיים לבית הגידול: תחנות הידרומטריות, מאגרים, מעיינות וקידוחי מי תהום.

מטרת איסוף הנתונים ההנדסיים, התכנוניים וההידרולוגיים הייתה:

1. לאפיין את משטרי הזרימה, גאויות החורף, זרימות עונתיות וזרימות בסיס, איכות המים ומבנים הנדסיים לאורך הנחל, בעבר ובהווה על מנת להעריך באופן מדויק ככל הניתן את השינויים שחלו בעוצמת הזרימות בנחל ולסייע בהערכת דרישות המים של כל מקווה מים.
2. למפות את המקורות והמשתמשים באגן הניקוז של מקווה המים על מנת לגבש בהמשך העבודה חלופות לאספקת מים למקווה המים.



3. לאפשר ניתוח מרחבי של משמעויות אספקת מים לאזורי תכנון שונים ותכנון חלופות.

עיקר הניתוח ההידרולוגי של מקווי המים נעשה על פי נתונים מתחנות הידרומטריות הממוקמות לאורכם של נחלים, נתונים אלה רציפים ומאפשרים את ניתוח השינויים בזמן.

איסוף הנתונים

בשלב הראשון הוגדר פוליגון עבור כל בית גידול. עבור נחלים מדרגה שניה ושלישית הוגדר הפוליגון כרצועה ברוחב של 20 מטרים מכל גדה של נחל ועבור נחלים מדרגה ראשונה הוגדרה רצועה ברוחב של 50 מטרים מכל גדה. במקביל, מופו עבודות שנעשו על נחלים הכלולים ברשימת בתי הגידול של תוכנית האב

בשלב השני, הוגדרו הגורמים המשפיעים על בית הגידול, המושפעים ממנו ומקורות המידע על ההידרולוגיה של הנחל אותם יש למפות במרחב, כגון: מעיינות, מאגרים, מעיינות אחוזים, תחנות הידרומטריות ועוד.

טבלה 15: נתוני מידע הידרולוגיים שנאספו

נתון	מקור המידע	שכבת GIS	סוג המידע	נתונים עכשוויים	נתונים היסטוריים
מעיינות מנוטרים	השרות ההידרולוגי	√	נפחים חודשיים & ספיקות	√	√
הפקה ממעיינות	השירות ההידרולוגי	-----	שם הצרכן (פרטני למעיין – לפי מספר זיהוי)-שם הצרכן מתייחס לכמות המים שסופקה לו ממאגר המקבל את מימיו בין היתר גם ממעיין נתון לא קיים נתון כמותי של היקף המים שנלקח מהמעין	√	-----
תחנות הידרומטריות	השירות ההידרולוגי	√	מיקום התחנה, שטח אגן ההיקוות של התחנה, נפחים חודשיים, נפחים שנתיים, רום, ספיקה ונתוני גאוויות	√	√
שטח אגן ניקוז	רשות המים	√	קמ"ר	נחלי - לא מקווה מים	
קידוחי מי תהום	רשות המים	√	מיקום, קשר למעיין, מספר הידרולוגי	√	√
תחנות לחקר הסחף	התחנה לחקר הסחף	√	ספיקות שיא 1978-2012	√	√
מקווי מים לחים	רשות הטבע והגנים	√	מיקום (פוליגון), סוג בית הגידול	יוצר עבור התוכנית	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



נתון	מקור המידע	שכבת GIS	סוג המידע	נתונים עכשוויים	נתונים היסטורים
קווי גשם (איזוהייטות)	השרות המטאורולוגי	√	איזוהייטות ברזולוציה של 50 מ"מ לשנים 1981-2010	√	√
מפות גיאולוגיות	המכון הגיאולוגי	√	מפות גיאולוגיות 1: 50,000	√	√
הערכות נפחים ונתוני זרימה עבור מקווי מים ללא תחנות מייצגות	רשות המים	-----	הערכות נפחים ומידע כללי (איכות) על איכויות וזיהומים בנחלים		
הזרמות קולחים	המשרד להגנת הסביבה		כמות מוזרמת לנחל		
מאגרים	רשות המים	√	מיקום/נפח/ שנת הקמה		
נתוני איכות מים	השרות ההידרולוגי		פרמטרים נמדדים		
הקצאות מים לנחלים ושחרור מעיינות	רשות המים		הסכמים שנתיים		
מיקום מתקני טיפול בשפכים	רטי"ג/ המשרד להגנת הסביבה	√	מיקום, מקורות תורמים		

בחירת תחנות הידרומטריות מייצגות עבור מקווה מים

כאמור, אחד המקורות העיקריים לנתוני מדידה כמותיים הינן התחנות ההידרומטריות שהשרות ההידרולוגי הקים והפעיל במהלך עשרות השנים האחרונות. בנוסף קיימות תחנות לחקר הסחף. התחנות נבחרו כמייצגות את מופע הזרימה בנחל בתנאי שהתקיימו התנאים הבאים או חלקם:

- קיומו של קשר הידראולי ישיר ורציף בין בית הגידול הלח ובין התחנה ההידרומטרית.
- המרחק שבין מקווה המים ובין התחנה ההידרומטרית אינו גדול (עד 4 ק"מ).
- מספר פיצולים / יובלים נמוך בין מקווה המים לבין התחנה ההידרומטרית.
- מרבית נפח המים שעובר במקווה המים עובר גם דרך התחנה ההידרומטרית.
- מספר צרכנים / מקורות מים (קידוחי הפקה, מעיינות, מאגרים וכו') מזערי במידת האפשר בין מקווה המים הלח לבין התחנה ההידרומטרית. במידה וישנם צרכנים/ מקורות מים בין הגידול הלח לבין התחנה ההידרומטרית, יש להתחשב בהשפעתם על אופי הזרימה.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



- התחנה ההידרומטרית ומקווה המים הנחלי יהיו שייכים לאותו אזור הידרולוגי (שנציס וחובריו). שכן, כאשר קיימת תשתית פדו/גיאולוגית בעלת מקדמי חידור גבוהים בין מקווה המים לבין התחנה ההידרומטרית, יתכן אבדן מים משמעותי.
- התחנה ההידרומטרית ומקווה המים נמצאים במרחב בו כמות המשקעים זהה על פי מפת האיזוהייטות.

שלושת המצבים המרחביים אפשריים לתחנה הידרומטריות מייצגת עבור

מקווה המים

- תחנה במרכז מקווה מים – זהו המצב המיטבי, שהתחנה מייצגת באופן מלא את הזרימה במקווה המים הנחלי (כתלות בגודלו של מקווה המים ושל מיקום התחנה בתוך המקווה). חשוב לציין כי מרבית התחנות ההידרומטריות הוקמו מסיבות של ניהול נגר עילי במורד הנחלים.
- תחנה במורד הזרימה ביחס למקווה המים – במצב זה יש להתייחס למידת השפעתם של כל אחד מהתנאים שלעיל על אופי הזרימה, ולהתחשב בשינויים אלו תוך שאיפה לאמוד את המידה שבה מסוגלת התחנה לייצג את הזרימה במקווה המים.
- אין תחנות מייצגות – במקרה זה בוצעה הערכה של נפחי זרימה על פי ניתוח על פי תחנות הידרומטריות או על פי ספיקת מעיינות במעלה. לצורך ייצוג מהימן של משטר הזרימות בתחנה הידרומטרית, על המדידה להיות רציפה וללא הפסקות ארוכות. במקרים מסוימים תחנות הידרומטריות שהתאימו מבחינה מרחבית לייצג את מופע הזרימות במקווה מסוים, לא התאימו עקב בעיות תפעול, או זמן פעילות שאינו ארוך דיו (התחנה בנחל אורן, לדוגמא תחנת המדידה ההידרומטרית (מס' 19160- תחנת מדידה תל-צפית) בנחל האלה, אשר נתוני הזרימה בה עומדים בסתירה לסדרות נתונים מדודים במורד ובמעלה תחנה זו. כאמור לעיל, עבור 22 מקווי מים נחליים קיימות תחנות הידרומטריות מייצגות (אשר נתוניהם ענו על התנאים הנדרשים לניתוח הידרולוגי), ל- 15 מקווי מים הנוספים בוצע ניתוח על סמך מדידות ממעיינות מזינים.



אופן הניתוח ההסתברותי

במסגרת תוכנית האב נקבעה מתודולוגיה ניתוח הידרולוגי עבור כל מקווה מים בתאום עם ראש תחום מים עיליים בשרות ההידרולוגי (ד"ר עמיר גבעתי). עבור אותם מקווי מים להם קיימים נתוני מדידה בשרות ההידרולוגי נעשה ניתוח לקביעת השינוי במשטר הזרימה במשך עשרות השנים האחרונות. זאת במטרה להתאים בהמשך תוכנית שיקום יחידנית לכל מקווה מים על בסיס שימוש בנתוני מקור היסטוריים ועכשוויים.

הניתוח ההידרולוגי לאפיון התנאים השוררים במקווה מים נעשה על בסיס מדידות מתחנות הידרומטריות, או על בסיס מדידת שפיעת מעיינות. המדידות התקבלו מרשות המים ונמדדו בקנה מידה חודשי על ידי השירות ההידרולוגי. על מנת לאפיין את התקופות השונות בבית הגידול, חולק מסד נתוני המדידה ההידרומטרים (נפח זרימה/שפיעה חודשי) של מקווה המים הנבחן לשתי סדרות: האחת-תקופה היסטורית, המאפיינת את עשרים שנות המדידה הראשונות; השנייה- תקופה עכשווית ("מצב קיים"), המאפיינת את עשרים שנות המדידה העדכניות ביותר. הנחת היסוד לניתוח ההידרולוגי המפורט להלן הייתה כי התקופה ההיסטורית מייצגת את "מצב האפס", בו הלחץ האנושי על בית הגידול היה מזערי אם בכלל. לכל חודש בכל סדרה, חושבו ערך ממוצע וסטיית תקן אשר היוו ערך מייצג לכמות המים החודשית בבית הגידול. באופן זה, התקבלה תמונת מצב כמותית לגבי משטר הזרימה בבית הגידול בשתי התקופות השונות. תמונת המצב ההידרולוגי אשר התקבלה נעדרת הסברים איכותיים ואיכותניים לגבי השינויים הפיזיים בבית הגידול ובסביבתו אשר הובילו לשינויי מגמות אלו.

מתודולוגיית ניתוח נתוני מדידה מתחנות הידרומטריות-

הניתוח הידרולוגי נעשה על בסיס נתוני ספיקה חודשיים בלבד שהועברו מתחנה הידרומטרית רלוונטית. נתון הספיקה הינו כמותי בלבד, ואינו מעיד על אופיו ההידרולוגי של בית הגידול. שכן מהירויות זרימה, חספוס מצע הנחל, גבהי החתכים המורטבים והרדיוס ההידראולי בתחנות המדידה אינם משקפים את המצב הטבעי בערוץ הנחל.

יש לציין כי בעת ביצוע הניתוח ההידרולוגי על בסיס מדידה הידרומטרית, נפח מהלכי הגאות השיטפוניים, קרי אירועי נגר עילי שמקורם מגשמים נכללו בנפח המים אשר נמדד בתחנה. מכאן ששינויים במשטר המשקעים גרמו לשינויים בנפחי המים שזרמו בתקופות השונות. בנוסף, עקב תקופות חזרה שונות של אירועים אקלימיים, לעתים עלה הצורך להפחית מסדרה מסוימת שנים אשר גרמו למשיכת

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



הממוצע כלפי מעלה בצורה חריגה, לדוגמה- שנת 1991/2 אשר הייתה ברוכה בעובי המשקעים בה ובמהלכי גאות שיטפוניים הוצאה ממסד סדרת הנתונים המתארת את אוכלוסיית הזרימה בעשרים שנה האחרונות בנחל שורק.

במקווי המים- ירדן הררי, נחל שניר ונחל תנינים, נעשה שימוש בשתי תחנות הידרומטריות שונות לצורך איפיון התקופות, ההיסטורית והעכשווית. השימוש בשתי תחנות נעשה עקב החלפתה של תחנת המדידה ההידרומטרית הישנה בחדשה, אשר מוקמה סמוך לה. חשוב לציין כי בעת שימוש בשתי תחנות שונות, נעשה וידוא כי אין כניסת נוספות של ערוצים משמעותיים ביחס לזרימה הקיימת בערוץ המרכזי בין שתי התחנות. בנחל חרמון, בעת בנייתה של התקופה ההיסטורית נעשה שימוש בשתי תחנות מדידה הידרומטריות, עקב שונות במשטר הזרימה בין הקיץ לחורף, שכן לכל עונה כוילה תחנת מדידה הידרומטרית שונה. בכל מקווי המים אשר נותחו לפי תחנות המדידה הידרומטריות, מיקום תחנת המדידה היה במורד בית הגידול או בחלקו המורדי, זאת בכדי לייצר תמונה כוללת ככל היותר בבית הגידול, שכן ידוע כי יתכנו איבודי תמסורת גדולים בנפחם במהלך גאות שיטפוני.

בבתי גידול בהם היה קיים מידע הן ממדידת שפיעת מעיינות והן ממדידות מתחנה הידרומטרית, הללו הושוּוּ ביניהם בכדי לתת תמונה כוללת על משטר הנגר העילי השיטפוני, או בכדי להצביע על בעיות מדידה באחד מן הגורמים. במידה ואכן נמצאו אי התאמות בין ערכי השפיעה לערכי המדידה ההידרומטרית בערוץ, נתוני המדידה הידרומטרית תועדפו עקב יכולת לתת מבט כולל על משטר הזרימה בבית הגידול.

מתודולוגית ניתוח נתוני מדידת שפיעת מעיינות

בעת ניתוח מגמות הידרולוגית במקווה מים על בסיס מעיין מנוטר, התמונה שהתקבלה על המשטר ההידרולוגי בבית הגידול חסרה. מחסור המידע נובע מכך שלעיתים קרובות המעיין המנוטר אינו המעיין היחידי המזין את בית הגידול. יחד עם זאת סביר מאוד להניח כי מגמות השפיעה במעיין נבדק מעידות על המגמות באזור כולו מבחינה הידרוגיאולוגית. ברוב מקווי המים בהם מעיינות מנוטרים, ישנם עוד מעיינות באגן ההיקוות לא מנוטרים התורמים למשק המים במקווה. במקרים בהם מספר מעיינות מנוטרים מאותם שנים, אוחדו סדרות הנתונים בכדי לייצר תמונה מלאה ככל הניתן לגבי נפח המים ששפע במקווה.



בנוסף, קבלת התמונה המלאה על מצב שפיעתו של מעיין אל הנחל תבוצע לאחר ווידוא כי במהלך השנים לא נשבו מי המעיין הנבדק ומעיינות אחרים המזינים את בית הגידול.

מבחינה מרחבית, בעת ניתוח בית גידול לפי מעיין, הוקפד כי המעיין המנותח יהיה בחלקו המעלי של בית הגידול זאת בכדי לייצג את פוטנציאל הנפח המקסימלי האפשרי של המעיין לנחל.

איפיון השינוי במגמות השפיעה במעיין כלל תוכן כמותי בלבד, שכן במהלך עבודה זו לא נעשו מודלים פרטניים למעיינות ולקידוחים באקוויפרים ובאזורי ההיזון החוזר המזינים אותם, בכדי לענות על שאלות כמותיות כגון נפח המים הנדרש להפחית מהשאיבה פר שנה לצורך החזרת השפיעה למצבה הלא מופר.

התאמת כמויות מים נדרשות לרמות השיקום השונות-

לרמות השיקום השונות הוגדרו ספיקות סף ניצול (חודשיות). ספיקות סף ניצול, הן ערכי סף אשר ספיקות נמוכות מהן לא יותרו לניצול. בעוד בספיקות גבוהות מערך זה, יותר ניצול רק של נפח המים העודף. אופן חישוב ספיקות סף ניצול עבור כל אחת משלוש רמות השיקום, נקבע עבור כל מקווה מים ובכל חודש. תחילה מויינו נתוני הספיקה/שפיעה ההיסטורית לפי ערכם (מהקטן לגדול), לאחר מכן נקבעו ספיקות הסף לכל רמת שיקום ומוצגות להלן-

- שיקום - ערך הביניים בין הרבעון הראשון והשני.
- שחזור חלקי – ערך הביניים בין הרבעון השני והשלישי.
- שחזור מלא – ערך הביניים בין הרבעון השלישי ורביעי.

בהתאם לספיקות סף ניצול עבור רמות השיקום השונות נבנו הידרוגרפים המייצגים את משטר הזרימה העתידי בנחל. ההידרוגרפים נבנו תוך ההנחה כי במקווה המים יהיו ספיקות הנמוכות מספיקת סף ניצול או ספיקות שוות לספיקת סף הניצול. אי לכך, בחישוב הממוצע החודשי, הוחלפו ספיקות גבוהות מספיקת סף הניצול ברמת שיקום נבחרת בערך ספיקת סף הניצול (ראה טבלה 16 להלן). מכאן שממוצע הספיקה החודשית בנחל יורכב מסדרה בת עשרים שנה בה כמות נתונים ה-"מוכתבת מלאכותית" (כערך ספיקת סף ניצול) בהתאם לרמות השיקום הנבחרת. חשוב לציין כי בחודשים אשר הוגדרו רגישים למערכת האקולוגית של מקווה מים, מחושבות הספיקות על פי רמת שיקום אחת מעל לרמה אשר נקבעה.



טבלה 16- דוגמא לחישוב ספיקה חודשית ממוצעת לרמות השיקום השונות, עבור חודש

אוקטובר בנחל עמוד

#	היסטורי	שחזור מלא		שחזור חלקי		שיקום	
1	57.5	57.5		57.5		57.5	
2	59.8	59.8		59.8		59.8	
3	65.8	65.8		65.8		65.8	
4	66.1	66.1		66.1		66.1	
5	67.5	67.5		67.5		67.5	
6	74.1	74.1		74.1		74.1	67.5
7	75.2	75.2		75.2		75.2	67.5
8	80.1	80.1		80.1		80.1	67.5
9	87	87		87		87	67.5
10	89.3	89.3		89.3		89.3	67.5
11	99.8	99.8		99.8	89.3	99.8	67.5
12	106	106		106	89.3	106	67.5
13	110.2	110.2		110.2	89.3	110.2	67.5
14	111.7	111.7		111.7	89.3	111.7	67.5
15	124.5	124.5		124.5	89.3	124.5	67.5
16	132.5	132.5	124.5	132.5	89.3	132.5	67.5
17	133.5	133.5	124.5	133.5	89.3	133.5	67.5
18	135.3	135.3	124.5	135.3	89.3	135.3	67.5
19	142.9	142.9	124.5	142.9	89.3	142.9	67.5
20	147.6	147.6	124.5	147.6	89.3	147.6	67.5

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



9. מתודולוגיה לניתוח צרכי המים של מקווה מים לח

איור 29: תרשים זרימה לתיאור מתודולוגית ניתוח צרכי מים של מקווה לח

מסלול / הרכיב	0	1	2	3	4	5	מסלול יחסי המומלץ
1. עושר טקסונים של חסרי החוליות	0	1-5	6-10	11-15	16-20	>20	10
2. עושר מיני צומח הידרופילי (צמחייה טובלה וצמחיית)	0	1-5	6-8	8-9	10-12	>12	10
3. עושר מיני דגים	0	1-2	3-4	5-6	7-8	>8	10
4. עושר מיני ברומאים	0	1	2	3	4	5	10
5. עושר מיני שפיראים	0	1-2	3-4	5-6	7	>7	10
6. מספר טקסונים רגישים של ח"ג	0	1	2	3	4	5	10
7. נכחות מינים נדירים של צומח הידרופילי	0	5	5	5	5	5	10
8. נכחות מיני חסרי חוליות נדירים	0	5	5	5	5	5	10
9. נכחות מיני דגים ו/או דו חיים בסכנת הכחדה	0	5	5	5	5	5	10
10. נכחות עופות מים בסכנת הכחדה	0	5	5	5	5	5	10

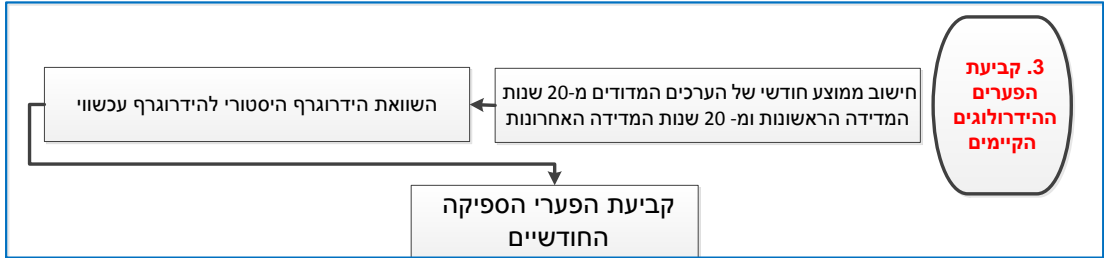
1. קביעת ציון הערכיות האקולוגית לבית הגידול על פי 10 רכיבי מדד הערכיות

תהליך החישוב

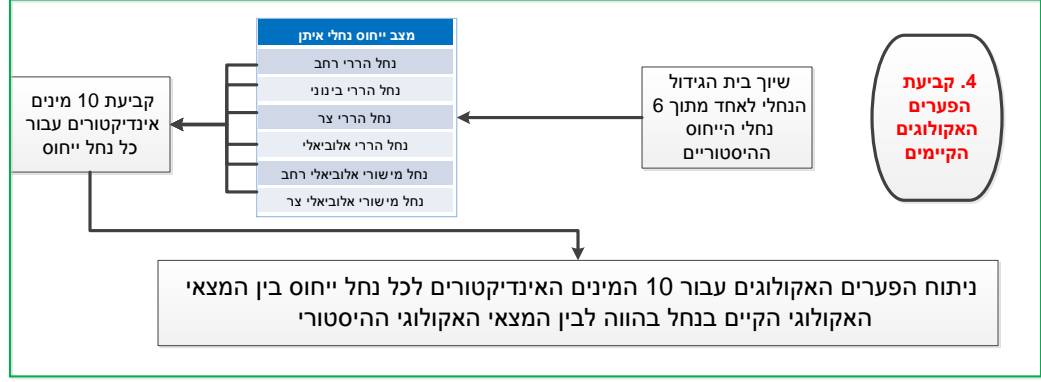
ערכיות מקווה מים לח (%) = ציון ממוצע מירבי אפשרי / ציון ממוצע בפועל

שם המדד	ציון בין 5 ל-0	משקל יחסי ב-%
ציון ערכיות אקולוגית		
מצב משק המים- אוגר ואילוצי אספקה		
רמת נגישות ציבורית		
בראות הציבור		
שיקולים גיאופוליטיים		
שיקולים חקלאיים ושימור קרקע		
היבטים תירותיים קייט ונפש		
זמינות הפתרון ההנדסי		
שיקולים כלכליים		
ניהול נגר והסדרת נחל		
חשיבות בינ"ל		
ערכיות נפית		

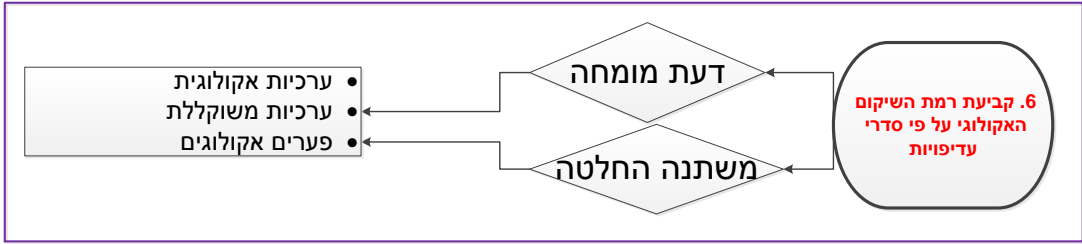
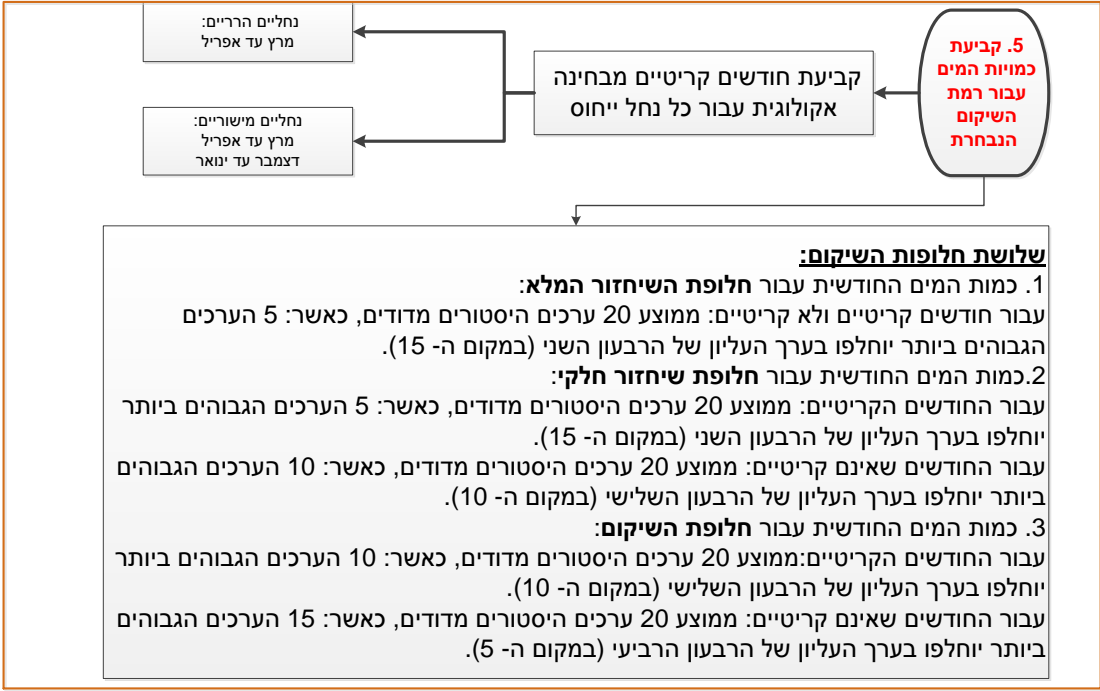
2. קביעת ציון מדד הערכיות המשולבת



3. קביעת הפערים ההירולוגיים הקיימים



4. קביעת הפערים האקולוגיים הקיימים



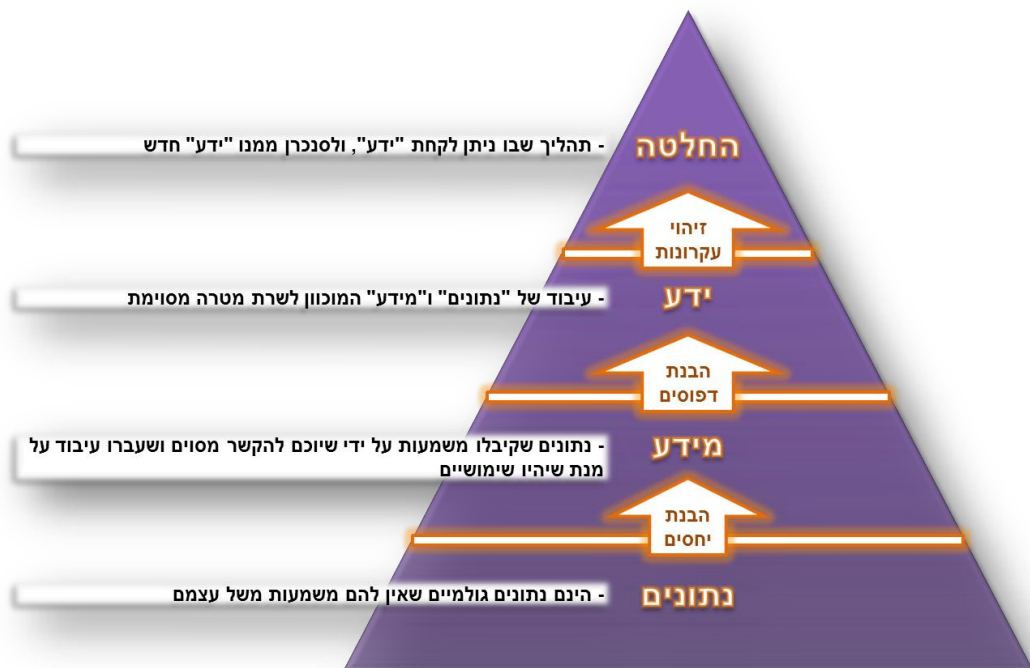
10. כלים ותיעדוף - מערכת תומכת קבלת החלטות - מערכת DSS

10.1 רקע (על בסיס ה TOR)

ב- TOR של תוכנית אב – מים לטבע הוגדר כאחד ממוצרי העבודה "פיתוח כלי תומך החלטה ביחס לעקרונות המדיניות והשפעתם על מסמך העקרונות". בהתאם לדרישת ה- TOR פותחה במסגרת העבודה מערכת (Decision Support System) DSS של תוכנית אב – מים לטבע (בהמשך DSS).

מטרת ה- DSS הינה לתת למקבל החלטה, כלי כמותי תומך בכל שלבי קבלת החלטה, כולל הצגת נתונים זמינים ברמה נקודתית (ברמה של מקווה מים) וברמה מרחבית (נחל/אגן ניקוז/אזור תכנון), ניתוח מצב אקולוגי והידרולוגי, הגדרת צריכת המים וזמינות המים לתרחישי תפעול שונים, ניתוח מרחבי וקביעת סדרי עדיפות. תהליך קבלת החלטה מוצג באופן סכמתי באיור 30.

איור 30: המעבר מ-"נתונים" ל-"ידע" ול-"קבלת החלטה"



תפקיד DSS הינו לסייע למקבל החלטה במהלך בדיקה של תרחישים וחלופות שונים, והבנת המשמעויות הארגוניות והתקציביות של החלופות.

- מערכת ה- DSS הוקמה על תשתית של תוכנת EXCEL. בחירת ה- EXCEL כתשתית נעשתה משיקולים הבאים:
- EXCEL הינו אחד מהכלים הנפוצים ביותר בשימוש, לכן הפעלת המערכת לא כרוכה בתקופת לימוד התוכנה.
 - EXCEL מאפשר יצירה קלה ונוחה של טבלאות, דוחות וגרפים.
 - EXCEL "מדבר" עם רוב האפליקציות הקיימות, דבר שמקל על תהליך העברת נתונים/דוחות/תוצאות חישובים ממערכת DSS למסמכים ודוחות אחרים.
 - בסיס הנתונים של הפרויקט בנוי על תשתית תוכנת ACCESS שיודעת "לדבר" עם EXCEL.
 - המנוע החישובי של המערכת בנוי בשפת תכנות VBA, שהינה חלק בלתי נפרד מתוכנת EXCEL.

10.2 עקרונות מערכת DSS

מערכת ה- DSS פותחה לצורך מתן תשובות כמותיות לשאלות הבאות:

- מהו המצב האקולוגי העכשווי ביחס למצב ההיסטורי עבור מקווה מים בודד?
 - מהי החשיבות האקולוגית של אותו מקווה המים?
 - האם צריך לשפר את מצבו, ואם כן, עד איזו רמת שיקום?
 - מהי כמות המים הנדרשת כדי להבטיח את השיקום?
 - איזה אתרים/מקווי המים הינם החשובים ביותר? מהו סדר העדיפות הנדרש לטיפול במקווי מים?
- בעקבות שאלות אלה ולצורך פיתוח ה- DSS הוגדרו העקרונות המפורטים בפרק זה.

10.2.1 הזנת נתונים ל-DSS

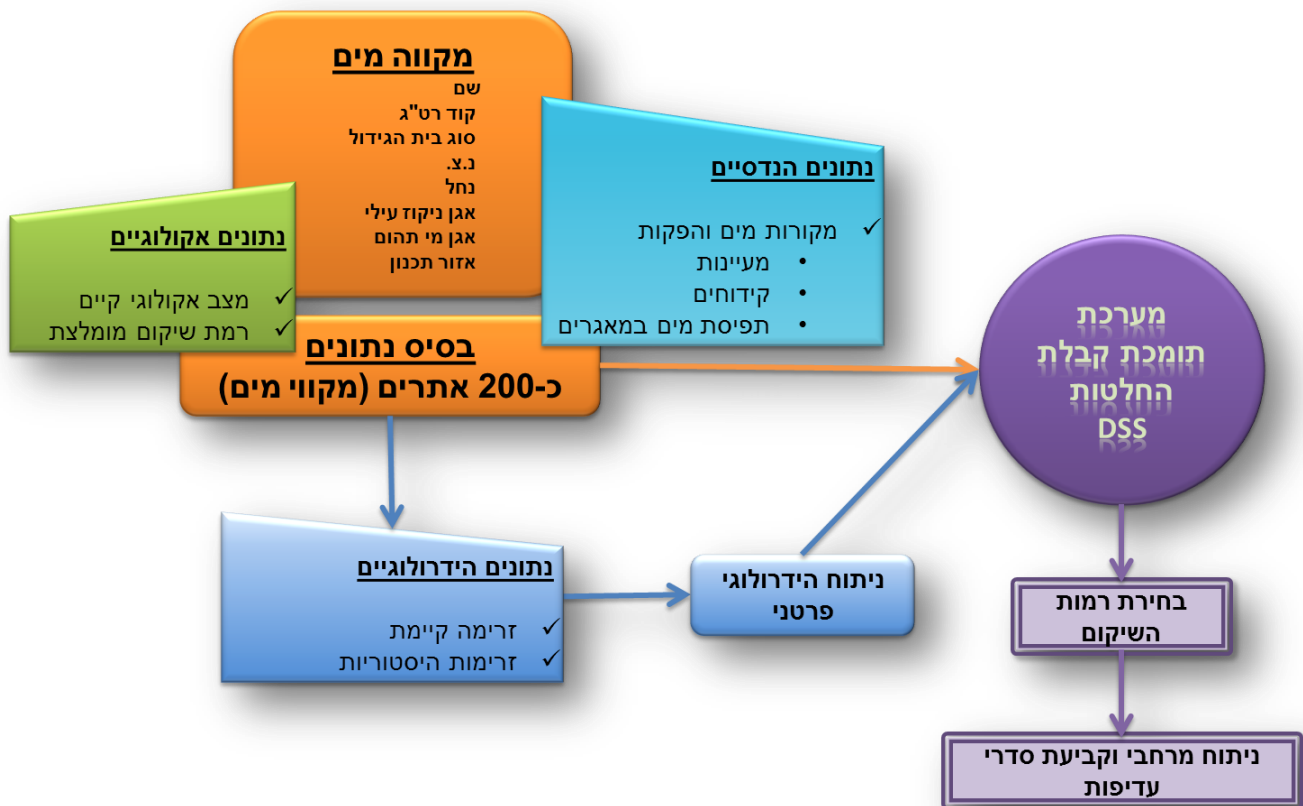
מערכת ה- DSS מקבלת נתונים משני מקורות: (1) רוב הנתונים נשלפים מבסיס הנתונים, (2) הנתונים ההידרולוגיים (הידרוגרפים עבור מצב קיים ומצב היסטורי) מתקבלים כתוצאה מעיבוד וניתוח נתונים גולמיים ומאוכסנים בתוך ה-DSS. תהליך הזנת הנתונים ל-DSS מוצג סכמתית באיור 31.



בכל הפעלת מערכת DSS המערכת שולפת מבסיס הנתונים את הנתונים הרלוונטיים העדכניים ביותר, לכן כל שינוי בבסיס הנתונים יופיע באופן אוטומטי ב-DSS.

בסיס הנתונים מרכז את כל הנתונים הגולמיים שנאספו/נבנו במהלך העבודה. עדכון/הוספת הנתונים מתבצע בבסיס הנתונים בלבד.

איור 31: הזנת נתונים ל-DSS



10.2.2 גמישות ה-DSS לשינויים

השינויים מתחלקים לשתי קטגוריות:

- שינויים אוטומטיים** – נובעים משינויים בנתונים הגולמיים (בעדכון של בסיס הנתונים) ואינם דורשים התערבות של מפתח המערכת.
 - שינוי במספר מקווי מים/הוספת מקווי מים חדשים.
 - שינוי ברשימת טקסונים/הוספת מינים חדשים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com

- שינוי באוכלוסייה הביולוגית ברמה של מקווה מים.
 - שינוי/הוספה של מעינות, קידוחים וכו.
2. **שינויים מהותיים** – גורמים לשינוי במבנה המערכת ו/או במנוע החישובי ומתבצעים ע"י מפתח המערכת:
- שינוי בפורמט גיליונות, טבלאות וכל שינוי אחר שגורם לשינויים בכתובות התאים הפעילים.
 - שינוי במתודולוגיה.
 - שינוי במבנה דוחות.
 - הוספת נושאים/ניתוחים חדשים.
 - שינוי/הוספת נחלי יחוס.

10.2.3 פונקציונליות/יכולות ה-DSS

- הסכמה באיור 32 מייצגת בכלליות את הפונקציונליות והיכולות של ה-DSS. המרכיבים העיקרים של המערכת מבוססים על:
- קביעת רמות הניתוח
 - יישום מתודולוגיות, שימוש בחוות דעת מומחים וקביעת משתני החלטה
 - הגדרת מדדים (ערכיות אקולוגית, ערכיות משולבת) ועקרונות תיעוד.

איור 32: הצגת הפונקציונליות והיכולות של ה-DSS



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



10.2.3.1 קביעת רמות הניתוח

DSS מאפשרת ניתוחים בשתי רמות:

1. **רמה נקודתית/פרטנית** – מתייחסת ל**מקווה מים** כיחידת בסיס. ברמה זו לכל מקווה מים מתבצע ניתוח לפי השלבים שהוצגו באיור 30, כולל:
 - **נתונים** – הצגת נתונים גולמיים ממוינים לפי נושאים שונים. **לדוגמה**, בנושא ערכיות אקולוגית – הצגת רשימה של טקסונים המצויים עבור מצב הקיים
 - **מידע** – הצגת נתונים שעברו עיבוד על מנת שיהיו שימושיים. **לדוגמה**, בנושא ערכיות אקולוגית – סיכום רשימת הטקסונים לפי קריטריונים לערכיות אקולוגית, כולל ציון ומשקל יחסי לכל רכיב.
 - **ידע** – הצגת תוצאות של עיבוד "נתונים" ו"מידע" המוכוון לשרת מטרה מסוימת. **לדוגמה**, בנושא ערכיות אקולוגית – חישוב ערך של ערכיות האקולוגית עבור מקווה מים.
 - **החלטה** – קביעת **משתני החלטה**. **לדוגמה**, בנושא ערכיות אקולוגית – קביעת משקל יחסי לחישוב עבור כל רכיב.

2. **רמה מרחבית** – מתייחסת לניתוח מרחבי וקביעת סדרי עדיפות עבור קבוצות מקווי המים שנבחרו על פי אחת מהמאפיינים האופציונאליים:
 - אגן ניקוז
 - נחל
 - אזור תכנון
 - כלל ארצי

ניתוח ברמה מרחבית מציג מול מקבל החלטה תמונה כוללת עבור קבוצה ספציפית של מקווי מים ומיועד לסייע בתהליך קביעת סדרי עדיפות והגדרת המדיניות הקצבת המים.

10.2.3.2 יישום מתודולוגיות, שימוש בחוות דעת מומחים וקביעת משתני החלטה

ב-DSS תהליך יצירת ה-"ידע" מה-"נתונים" הגולמיים מתבצע באמצעות שילוב של שלוש גישות הבאות:

1. יישום מתודולוגיות

- באיור 32 מוצגות שלוש מתודולוגיות שפותחו במסגרת העבודה:
- מתודולוגיה לחישוב **מדד הערכיות האקולוגית** עבור המצב הקיים.
 - מתודולוגיה לניתוח **הפערים האקולוגיים** עבור המצב הקיים.
 - מתודולוגיה לניתוח **הידרולוגי**.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



פרטי המתודולוגיות הוצגו בפרקים קודמים של הדו"ח. לצורך **יישום מתודולוגיות** במערכת DSS פותחו מודולים חישוביים ובאמצעותם מתבצעים באופן אוטומטי כל שלבי עיבוד הנתונים בהתאם למתודולוגיה ספציפית.

המתודולוגיות מהוות חלק מובנה של המערכת ובמהלך הפעלת DSS לא נדרשת התערבות המשתמש.

2. שימוש בחוות דעת מומחים

בנושאים מסוימים, כאשר לא ניתן לפתח מתודולוגיה מובנת, נעשה שימוש ב-**חוות דעת מומחים**.

חוות דעת מומחים נוגע בעיקר בנושא ניתוח ודירוג **רמות השיקום**. על בסיס חוות דעת מומחים הוגדרו שלוש רמות השיקום המייצגות לפי רמת העמידה בקריטריונים האקולוגיים:

- **שיקום** - עמידה בקריטריונים אקולוגיים של 50%.
- **שיחזור חלקי** - עמידה בקריטריונים אקולוגיים של 70%.
- **שיחזור מלא** - עמידה בקריטריונים אקולוגיים של 90%. שיחזור מלא הינו מייצג את המצב האקולוגי הקרוב ביותר למצב ההיסטורי.

רמת השיקום המומלצת עבור כל מקווה מים הוגדרה על בסיס חוות דעת מומחים.

עיבוד הנתונים ההידרולוגיים הראשוני, שהינו חלק מקדים למתודולוגיה ההידרולוגית, מתבצע מחוץ ל-DSS על בסיס חוות דעת מומחים.

חוות דעת מומחים מהווה חלק מובנה של המערכת ובמהלך הפעלת DSS לא נדרשת התערבות המשתמש.

3. משתני החלטה

משתני החלטה אלו פרמטרים שערכיהם נקבעים/ מוחלטים במהלך הפעלת המערכת. משתני החלטה מאפשרים למשתמש לבדוק תרחישים שונים ולשקול תוך כדי עבודה את משמעותם והשפעתם על משק המים.

ב-DSS הוגדרו הפרמטרים הבאים כמשתני החלטה:

- **משקלים יחסיים** עבור קריטריונים שונים לצורך שיקלול.
- **ציונים** עבור מדדים שונים.
- **בחירת רמת השיקום**.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



קביעת ערכים למשתני החלטה מתבצעת ע"י משתמש/מקבל החלטה. DSS מציגה ערכי ברירת מחדל במקרה של משקלים יחסיים בלבד.

10.2.3.3 מדדים ועקרונות תיעדוף

תפקיד **המדדים** הוא לסייע בשלב ניתוח מרחבי וקביעת סדרי עדיפות. כל מדד/תת-מדד מורכב משני פרמטרים מייצגים - **ציון ו-משקל יחסי** :

$$\text{מדד} = \text{ציון} \times \text{משקל יחסי}$$

לצורך גיבוש תהליך תיעדוף הוגדרו שני מדדים עיקריים :

- **הערכיות האקולוגית** - המדד מתייחס ל- **מגוון הביולוגי במצב הקיים** ומאפשר השוואה בין מקווי מים שהמידע הזמין לגביהם שונה.
- **הערכיות המשולבת** - המדד משקלל מספר תת-מדדים המתייחסים לאספקטים שונים עבור מקווי מים. להלן פירוט המדדים לפי קטגוריות :

חשיבות אקולוגית

- ערכיות אקולוגית

ניהול משק המים

- מצב משק המים - אוגר ואילוצים הנדסיים

- זמינות הפתרון ההנדסי

- ניהול נגר והסדרת הנחל

שיקולים חיצוניים

- שיקולים כלכליים

- שיקולים גיאופוליטיים

- חשיבות ביני"ל

שימושי ציבור

- היבטים תיירותיים-קיט, נופש ונגישות

- ערכיות נופית

הערכיות המשולבת מהווה את הבסיס הסופי להשוואה בין מקווי מים.

מערכת ה- DSS מאפשרת למקבל החלטה שימוש בשילוב של שלושה אלמנטים לצורך **תיעדוף** וקביעת סדרי עדיפות :

• ערכיות משולבת

• ערכיות אקולוגית

• צריכת המים עבור רמת השיקום הנבחרת



10.2.3.4 דוחות

DSS מייצרת דוחות בשתי רמות בהתאם ל- **רמת הניתוח** :

1. עבור **מקווה מים** - גיליון EXCEL "**מקווה מים**" בנוי כך שהוא מהווה

אוסף דוחות מוכנים וממוינים לפי הנושאים :

- ערכיות אקולוגית
- הידרולוגיה
- רמת השיקום
- ערכיות משולבת
- מקורות מים והפקות

2. עבור **ניתוח מרחבי** - תוצאות הניתוח מרוכזות בחמישה דוחות :

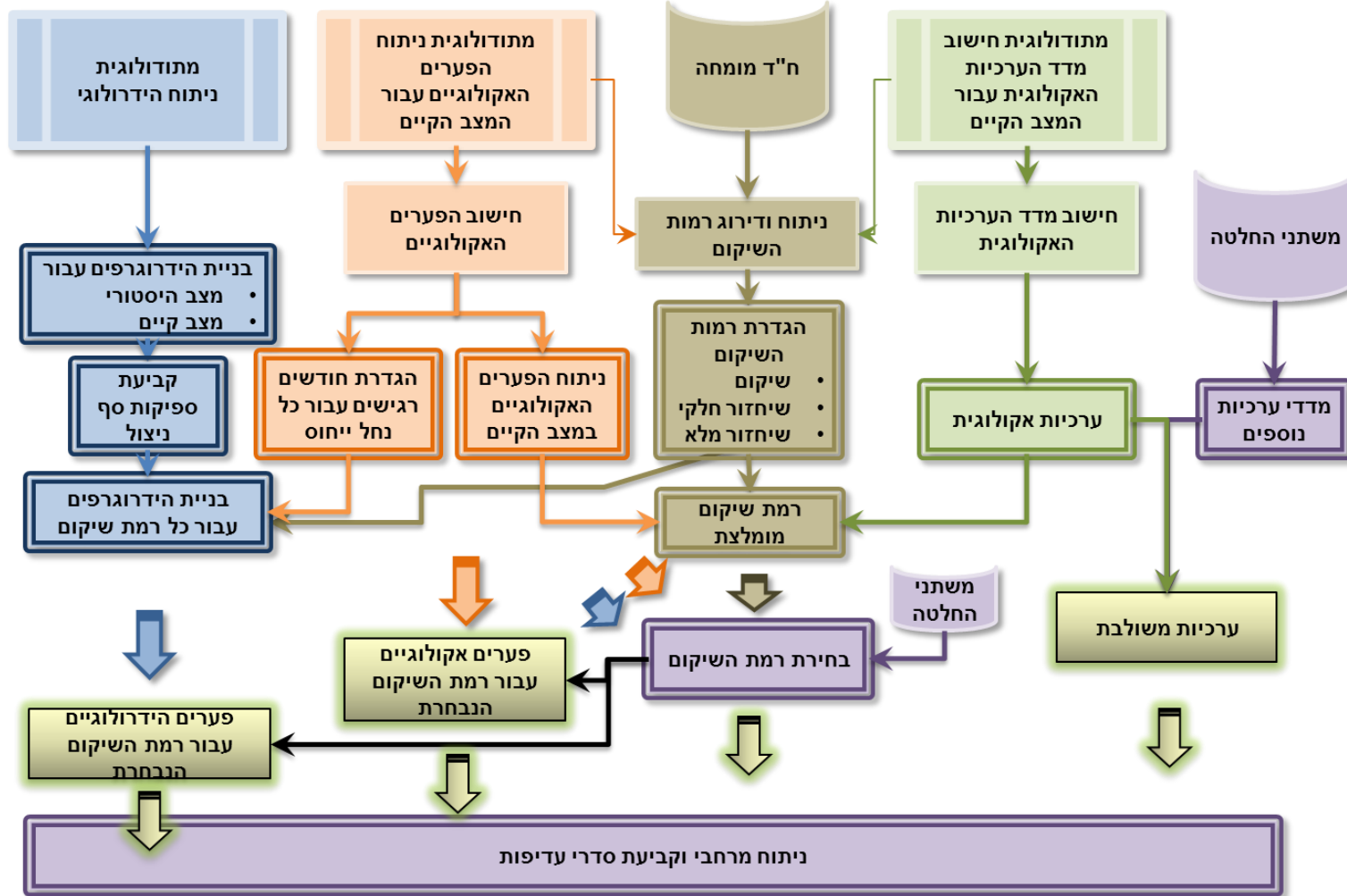
- דו"ח כללי
- דו"ח אקולוגי
- דו"ח הידרולוגי
- דו"ח ערכיות משולבת
- דו"ח מסכם

סכמה מפורטת של מערכת ה- DSS, כולל מרכיבים, קישורים ותוצרים מופיעה

באיור 3.3.



איור 33: פירוט מרכיבים, קישורים ותוצרים של ה-DSS



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה 6037505 • www.tahal.com
 תהל ישראל – תכנון כללי ותכניות אב • טל' 03-6924328 • פקס: 03-6924423 • דוא"ל: Lumelsky-S@tahal.com



עמוד 154 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120-pro\HYDROLOG\Management\Report\Final report\מסכם תוכנית_אב_מים לטבע\Management\Report\Final report\מסכם תוכנית_אב_מים לטבע 27.11.2014.docx

27/11/14 מקבוצת קרנד

10.3 מבנה מערכת DSS

מערכת DSS בנויה על בסיס העקרונות שהוצגו בפרק 10.2 של הדו"ח. פרק 10.3 מתייחס להצגת המבנה ואופן הפעלת המערכת, כולל:

- הצגת מבנה כללי
- רמת מקווה מים - מקום עיבוד הנתונים
- רמות הניתוח
- דוחות

10.3.1 הצגת מבנה כללי

מערכת DSS מהווה אוסף גיליונות EXCEL מחולקים מבחינת פונקציונליות לשתי קבוצות:

1. **גיליונות עבודה** – גיליונות פתוחים לעבודה, מיועדים לתצוגת נתוני קלט, עיבוד נתונים, בדיקת חלופות ויצירת נתוני פלט (דוחות). להלן רשימת גיליונות העבודה:

- **"כניסה-יציאה"** – גיליון פתיחת המערכת. מיועד לבדיקת הרשאות כניסה, רישום משתמשים חדשים, פתיחת גישה למערכת DSS.

- **"כניסה-המשך"** – גיליון בחירה של רמת הניתוח ויעדי.

- **"מקווה מים"** – גיליון המרכז עיבוד נתונים ברמה נקודתית עבור מקווה מים שנבחר כיעד בגיליון **"כניסה-המשך"**.

- **"דוחות"** – גיליון המרכז ניתוח מרחבי והשוואתי עבור קבוצת מקווי המים שהוגדרה כיעד לרמת הניתוח הנבחרת (אגן ניקוז, נחל, אזור תכנון, רמה ארצית).

2. **גיליונות עזר** – גיליונות **מוסתר**, מיועדים לאחסון נתוני קלט ושמירת נתוני פלט. להלן רשימת גיליונות העזר:

- **"OpenMDB"** – גיליון אחסון נתוני קלט המאחסן שני סוגי הנתונים:

- נתונים גולמיים **מבסיס הנתונים**. בשלבי פתיחת המערכת נשלפת רשימת מקווי המים המעודכנת ביותר מבסיס הנתונים לתוך הגיליון הנ"ל ועבור כל מקווה המים נשלפים קבוצות הנתונים הרלוונטיים, כולל: סוג בית גידול, קוד רט"ג, שם מקווה המים, נ.צ. משוער, שיוך לאגן ניקוז, שיוך לאגן מי תהום, שיוך לאזור תכנון, שיוך לנחל, שיוך לסוג האתר הייחוס האקולוגי, רשימת מעיינות, מתקנים במעיינות וקידוחים, הקצאות מים (אם קיימת) וכו'.

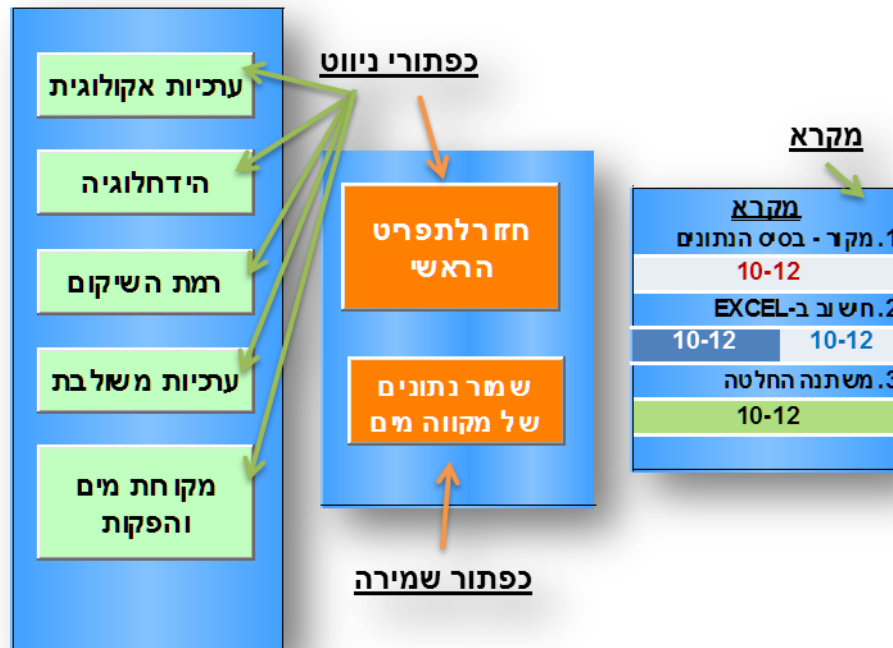


- **משתני החלטה ותוצאות ניתוח** מגיליון **שמירת נתוני פלט** ("LastSave"). **משתני ההחלטה** כוללים: רשימת המשקלים היחסיים לחישוב מדד הערכיות האקולוגית עבור המצב הקיים, רמת השיקום הנבחרת, רשימת המשקלים היחסיים וציונים לצורך חישוב מדד הערכיות המשולבת. **תוצאות הניתוח** כוללים: ערך הערכיות האקולוגית, הפערים האקולוגים, נפחי מים החודשיים עבור המצב הקיים, נפחי המים החודשיים להשלמה (= הפרש בין מצב הקיים לבין דרישת המים בחלופת שיקום הנבחרת).
- **"אתרי ייחוס"** – גיליון המאחסן נתונים אקולוגיים של שישה סוגי האתרים הווירטואליים (**אתרי ייחוס אקולוגיים**). לכל סוג האתרים הנתונים כוללים: רשימת **טקסונים המייצגים** את המצב ההיסטורי (10 קריטריונים) והגדרת **החודשים הרגישים**.
- **"הידרולוגיה"** – גיליון לעיבוד ביניים של **נתונים הידרולוגיים**. הנתונים ההידרולוגיים הגולמיים (עבור מקווה מים שנבחר) נשלפים מבסיס הנתונים לגיליון זה ועוברים עיבודים בהתאם למתודולוגיה המוצעת. כתוצאה מתקבלים ההידרוגרפים הבאים:
 - **זרימות חודשיות המייצגות** את המצב הקיים, המצב ההיסטורי ושלוש רמות השיקום (עיבוד על בסיס חישוב ממוצע רב שנתי - 20 שנים).
 - **ספיקות סף ניצול** המייצגות התניה ברזולוציה חודשית לניצול/הפקה/הטיה עבור שלוש רמות השיקום (על בסיס שיטת חישוב "רבעונית"). ניתן לנצל כל הכמות החודשית מעבר לספיקת סף ניצול.
- **"Lastsave"** – גיליון **שמירת נתוני פלט**. בעת סגירת המערכת מופעלת פונקציית שמירה שמעבירה לגיליון זה את כל משתני החלטה ותוצאות הניתוחים שבוצעו במהלך העבודה. המבנה הכללי וקישורים בין הגיליונות מוצגים באיור 34.



על מנת לסייע למשתמשי המערכת, הגיליון מצויד בכפתורי ניווט, כפתור שמירה ומקרא ממוקמים מצד ימין על פאנל פיקוד (ראה איור 35).

איור 35: פאנל פיקוד



הנתונים המופיעים בגיליון מחולקים לשלוש קטגוריות לפי מקורם:



1. נתונים מסומנים **באדום** - מקור הזנה הינו בסיס הנתונים.
2. נתונים מסומנים **בכחול או לבן** – תוצאות חישוב ב-EXCEL.
3. נתונים מסומנים **בשחור על רקע ירוק** – משתני החלטה, הזנת הנתונים אלה מתבצעת ע"י המשתמש/מקבל החלטה.

הגיליון מחולק לחמישה דוחות בהתאם לנושאים העקרוניים:

- ערכיות אקולוגית
- הידרולוגיה
- רמת השיקום
- ערכיות משולבת
- מקורות מים והפקות

כל דו"ח מתחיל מפרטי זהות של מקווה המים (ראה איור 36). פירוט המרכיבים של כל אחד מהדוחות יוצג בהמשך.

איור 36 : פרטי זהות של מקווה המים

   <p style="text-align: center;">תוכנית האב מים לטבע מערכת תומכת קבלת החלטות RSS</p> 	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">שם:</td> <td>נחל בצת עליון</td> </tr> <tr> <td>קוד רט"ג:</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>סוג בית הגידול:</td> <td>קטע נחל מוזן מנביעות</td> </tr> <tr> <td>נ.צ.:</td> <td>220545, 775378</td> </tr> <tr> <td>נחל:</td> <td>בצת</td> </tr> <tr> <td>אגן ניקוז עליון:</td> <td>בצת</td> </tr> <tr> <td>אגן מי תהום:</td> <td>גליל מערבי</td> </tr> <tr> <td>אזור תכנון:</td> <td>גליל מערבי</td> </tr> </table>	שם:	נחל בצת עליון	קוד רט"ג:	300	סוג בית הגידול:	קטע נחל מוזן מנביעות	נ.צ.:	220545, 775378	נחל:	בצת	אגן ניקוז עליון:	בצת	אגן מי תהום:	גליל מערבי	אזור תכנון:	גליל מערבי
שם:	נחל בצת עליון																
קוד רט"ג:	300																
סוג בית הגידול:	קטע נחל מוזן מנביעות																
נ.צ.:	220545, 775378																
נחל:	בצת																
אגן ניקוז עליון:	בצת																
אגן מי תהום:	גליל מערבי																
אזור תכנון:	גליל מערבי																

10.3.2.1 דו"ח ערכיות אקולוגית

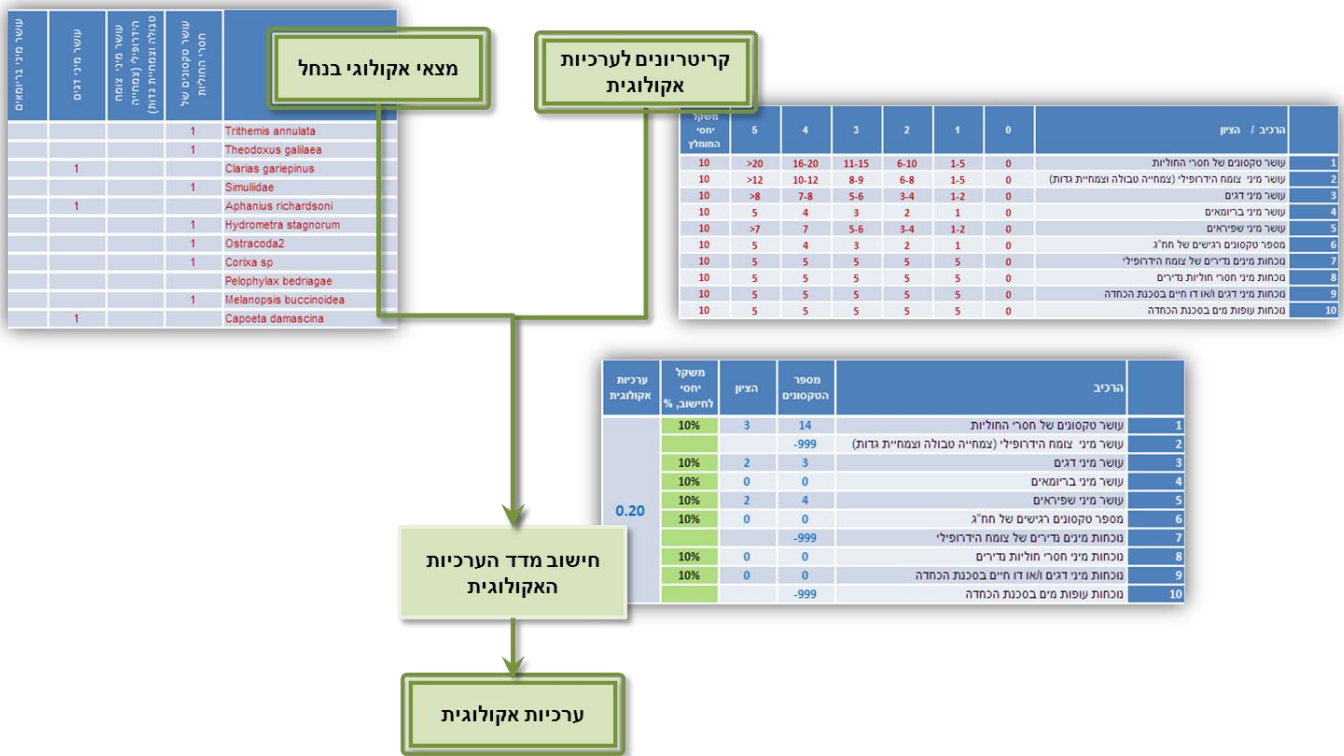
דו"ח ערכיות אקולוגית מיועד ליישום מתודולוגית חישוב מדד הערכיות האקולוגית עבור המצב הקיים. מבנה כללי של הדו"ח מוצג בנספחים. תהליך החישוב מתואר באופן סכמתי באיור 37 וכולל את השלבים הבאים:

- סיכום של המצאי האקולוגי לפי עשרה קריטריונים לערכיות אקולוגית (רכיבי הממד) שהוצגו בפרק האקולוגי של העבודה. תוצאות הסיכום מופיעות בטבלת חישוב מדד הערכיות האקולוגית בעמודה של מספר טקסונים. במקרים בהם אין נתונים אקולוגיים זמינים עבור רכיב מדד מסוים, הוחלט לתת למספר טקסונים ערך "מיוחד" (999-) והרכיב הנ"ל אינו משתתף בשקלול.
- קביעת ציון לכל רכיב הממד בהתאם לטבלת קריטריונים לערכיות אקולוגית, ציון ומשקל יחסי לכל רכיב. לדוגמה:
 - עושר טקסונים של חסרי החוליות = 17
 - בטבלת קריטריונים לערכיות אקולוגית מוגדר שבמידה ומספר הטקסונים של חסרי החוליות נמצא בתווך 16-20 הציון לרכיב שווה ל4.
- קביעת משקל יחסי לכל רכיב הממד. באופן אוטומטי ברירת המחדל למשקל יחסי הינה 10% לכל רכיב הממד, אולם המשקל היחסי הינו משתנה החלטה וניתן לעדכון ע"י המשתמש.
- חישוב ערכיות אקולוגית. מדד ערכיות אקולוגית משתנה בין 0 לבין 1 ומחושב לפי הנוסחה הבאה:

$$\text{ערכיות אקולוגית} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{משקל יחסי } X_i \times \text{ציון } X_i}{\sum_{i=1}^N \text{משקל יחסי } X_i}$$



איור 37: מתודולוגיית חישוב מדד הערכיות האקולוגית עבור המצב הקיים



10.3.2.2 דו"ח הידרולוגי

דו"ח הידרולוגי מיועד לתצוגה של תוצאות ניתוחים הידרולוגיים ברמה של מקווה מים ואינו מכיל משתני החלטה. המבנה הכללי של הדו"ח מוצג בנספחים. הדו"ח מחולק לשני נושאים: זרימות חודשיות והערכה של צריכת המים השנתית לפי רמות השיקום.

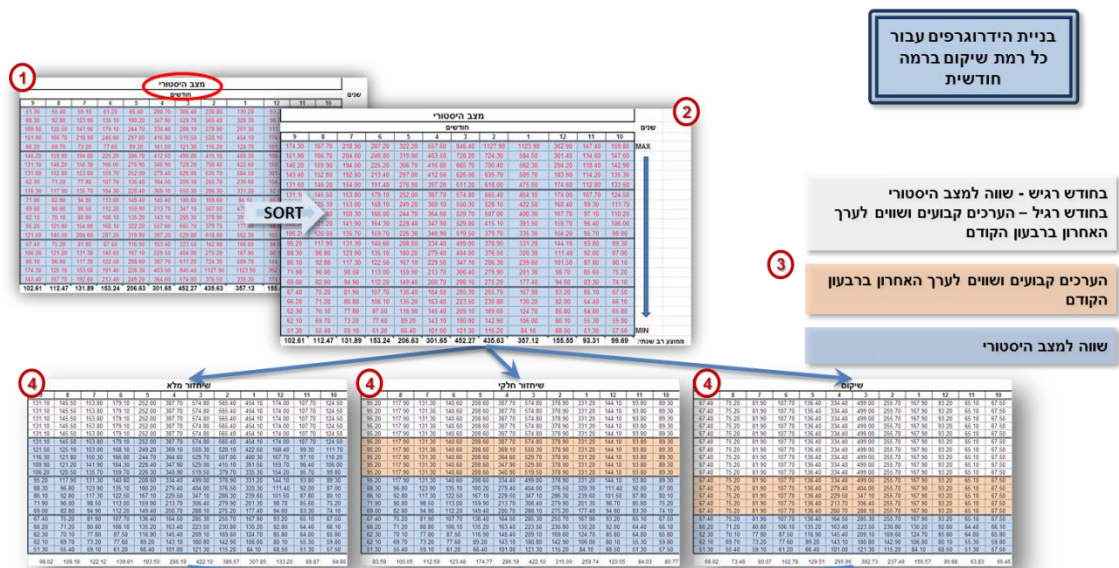
זרימות חודשיות

זרימות חודשיות מוצגות בטבלה מסכמת ובאמצעות הידרוגרף. הזרימות מסווגות לפי סוגי זרימה הבאים:

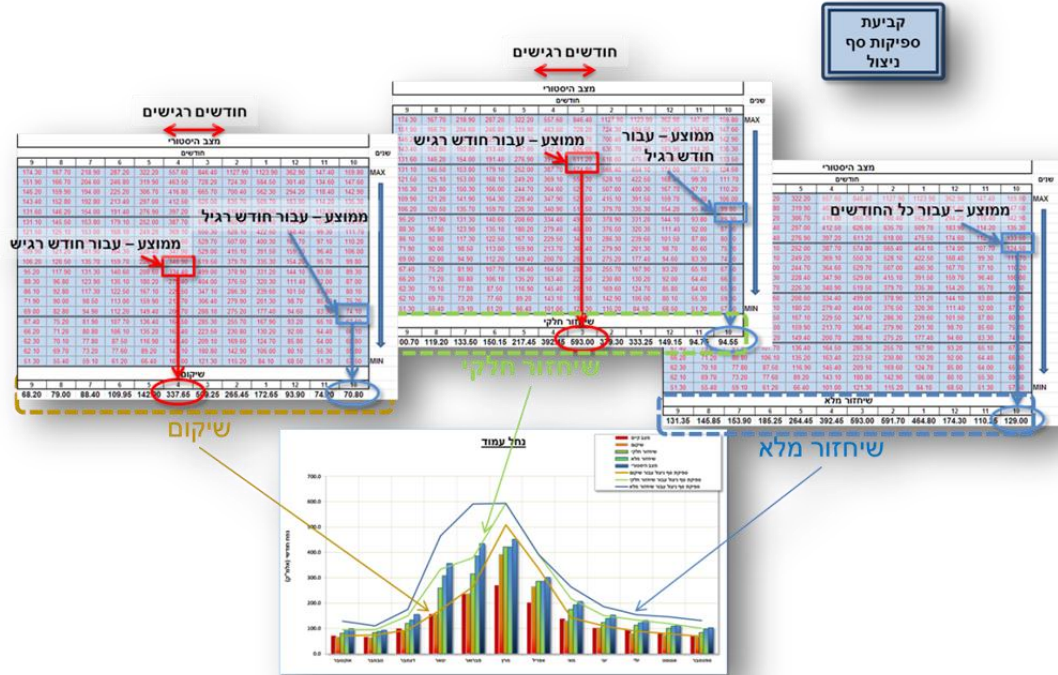
- זרימות חודשיות המייצגות את המצב הקיים והמצב ההיסטורי המחושבות על בסיס חישוב ממוצע רב שנתי. תהליך הכנת הסדרות מתבצע באופן פרטני מחוץ למערכת DSS.
- זרימות חודשיות המייצגות צריכת המים עבור שלוש רמות השיקום (שיקום, שיחזור חלקי ושיחזור מלא) המחושבות על בסיס חישוב ממוצע רב שנתי. תהליך החישוב מתואר באופן סכמתי באיור 38 וכולל:
 1. הצגת סידרה היסטורית (20 שנים), כאשר שורה מייצגת את השנה והעמודות – חודשים.



איור 38: בניית הידרוגרפים עבור כל רמת שיקום ברמה חודשית



איור 39: קביעת ספיקות סף ניצול לפי רמות השיקום



כל חישובי הזרימות מתבצעים בגיליון עזר "הידרולוגיה" ומהווים יישום של מתודולוגיות שהוצגו בפרק 8.6 של העבודה.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



צריכת המים

הערכת צריכות המים לפי רמות השיקום מקשרת בין כמות המים והמצב האקולוגי הצפוי לאחר מימוש של תכנית השיקום. דוגמה של הערכת הצריכה עבור מקווה מים נחל בצת עליון מוצגת באיור 40. בחלקו העליון של איור 40 ישנה טבלת סיכום המציגה את ערכי הצריכה המחושבים לכל רמת שיקום ואת המצב האקולוגי הצפוי בהתאם. המצב האקולוגי נערך ב-100% על בסיס רמת עמידה בקריטריונים אקולוגיים, כאשר המצב ההיסטורי מוגדר כרמת עמידה בקריטריונים אקולוגיים של 100%.

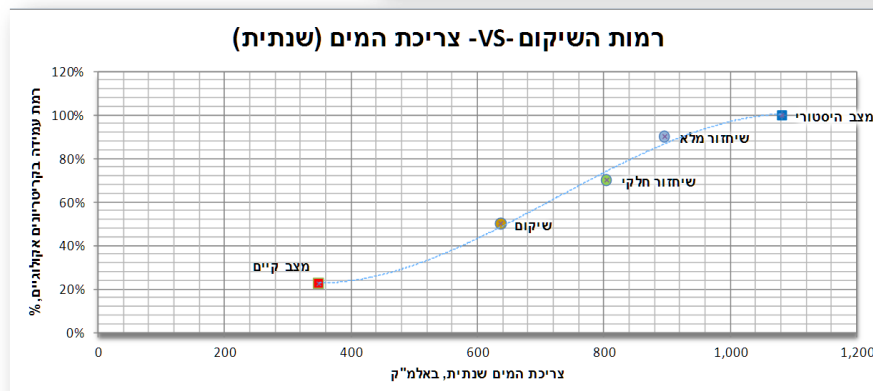
רמת העמידה בקריטריונים אקולוגיים עבור המצב הקיים מחושבת על בסיס זרימה שנתית במצב הקיים.

בנוסף לטבלת הסיכום, מוצג באיור 40 המציג גרף של צריכת המים מול רמות השיקום. הגרף מאפשר למשתמש לבחור רמת שיקום ביניים ולראות בכמה מים היא מסתכמת.

איור 40: צריכת המים לפי רמות השיקום

רמת השיקום -VS- צריכת המים (שנתית)

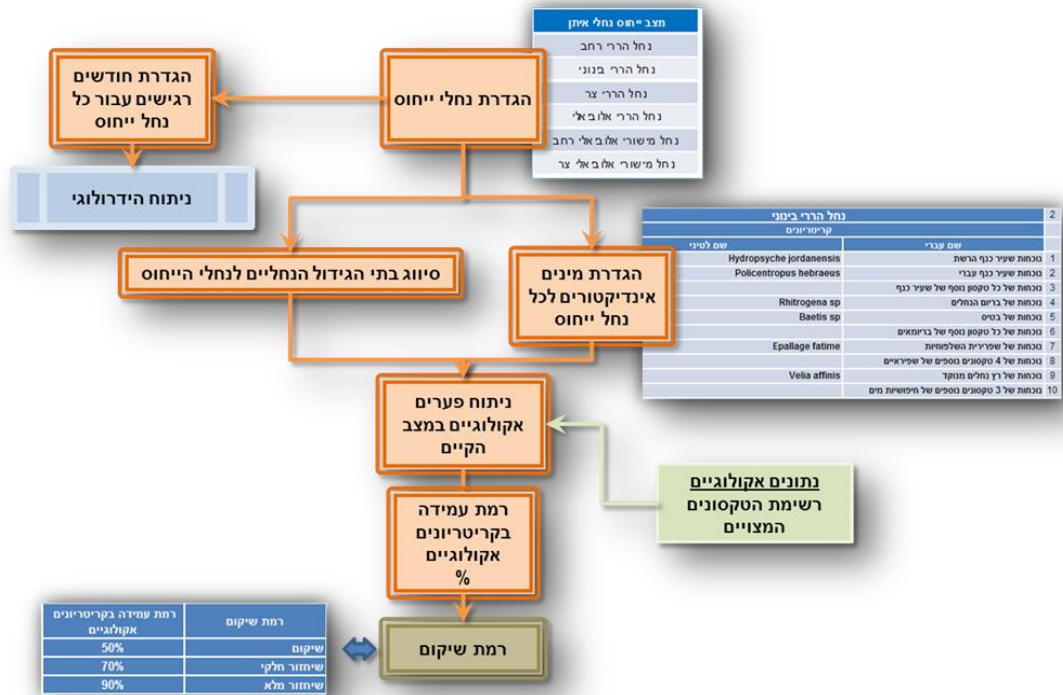
רמת שיקום	רמת עמידה בקריטריונים אקולוגיים, %	צריכת המים שנתית, באלמ"ק
שיקום	50%	637.08
שיחזור חלקי	70%	804.19
שיחזור מלא	90%	895.51
מצב ביניים		
מצב היסטורי	100%	1,081.58
מצב קיים	23%	348.66



10.3.2.3 דו"ח רמת השיקום

דו"ח רמת השיקום מיועד לקביעת חלופות שיקום והצגת משמעותן מבחינת כמויות המים/צריכות, לכן הדו"ח מכיל **משתנה החלטה** עיקרי שנקרא **רמת השיקום**. המבנה הכללי של הדו"ח מוצג בנספחים. הדו"ח מחולק לשלושת הנושאים: **פערים אקולוגיים, חלופות רמות השיקום ופערים הידרולוגיים**.

איור 41: ניתוח פערים אקולוגיים עבור המצב הקיים



איור 42: קביעת רמת השיקום

חלופות רמות השיקום

רמת השיקום המומלצת:	3	- דעת מומחים
בחר רמת השיקום (*):	4	

רמת שיקום (*)	קוד	רמת עמידה בקריטריונים אקולוגיים
שיקום	1	50%
שיחזור חלקי	2	70%
שיחזור מלא	3	90%
מצב ביניים	4	65%

תהליך קביעת רמת השיקום מתבצע לפי העקרונות הבאים:

- רמת העמידה בקריטריונים אקולוגיים עבור המצב הקיים משקפת את המצב האקולוגי של מקווה המים. לדוגמה, אם רמת העמידה בקריטריונים אקולוגיים שווה ל-62%, המצב האקולוגי של מקווה המים מוגדר מעל רמה שיקום, אך לא מגיע לשיחזור חלקי.

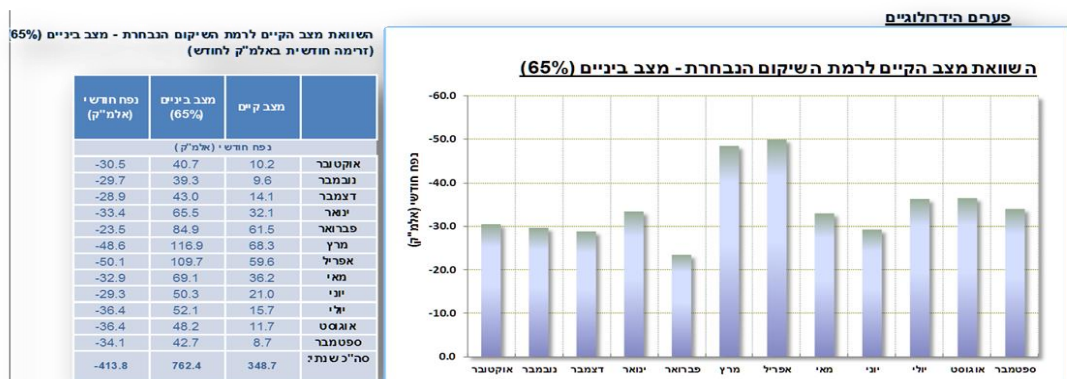


- בהתאם לעקרונות של תכנית האב, המערכת אינה מאפשרת להגדיר **חלופה מחמירה** ביחס למצב הקיים. לדוגמה, אם רמת העמידה בקריטריונים אקולוגיים במצב הקיים שווה ל-62% לא ניתן להגדיר כל חלופת שיקום שעבורה רמת העמידה בקריטריונים האקולוגיים נמוכה מ-62%.
- **רמת השיקום המומלצת** נקבעה על בסיס דעת מומחה אקולוגי, משקפת היבטים אקולוגיים ונתונה בגדר המלצה בלבד.

פערים הידרולוגיים

חישוב פערים הידרולוגיים מבוסס על השוואת זרימות חודשיות במצב הקיים לזרימות החודשיות הצפויות ברמת השיקום הנבחרת. באיור 43 מוצגות תוצאות של חישוב פערים הידרולוגיים כפי שמופיע בדו"ח רמת השיקום. זרימות חודשיות במצב הקיים וזרימות מחושבות לפי רמת השיקום הנבחרת מרוכזות בטבלה. הפרשים בין זרימות אלה מייצגים כמויות מים להשלמה (נפחי של מחסור חודשי). ההפרשים מוצגים באיור 43 גם בטבלה וגם בצורת הידרוגרף.

איור 43: תצוגת פערים הידרולוגיים (נחל בצת עליון)



10.3.2.4 דו"ח ערכיות משולבת

מדד הערכיות המשולבת מיועד למתן תיעודף וקביעת סדרי עדיפות. המבנה הכללי של הדו"ח מוצג בנספחים. הדו"ח מכיל רשימת מדדים ממוינים לפי נושאים (פירוט המדדים מוצגים בפרק 7 של העבודה). גובשו ארבעה נושאים המייצגים את ההיבטים המשפיעים על קביעת הערכיות המשולבת ותחת כל נושא הוגדרו המדדים הרלוונטיים (סה"כ 9 מדדים). כל מדד מאופיין ע"י שני משתני החלטה: ציון (בין 0 ל-5) ומשקל יחסי ב-%. מתן הציונים וקביעת משקלים יחסיים למדדים יינתן ע"י מומחים/מקבלי החלטה. הגדרת רכיבים של מדד הערכיות המשולבת ומשמעות הציונים מפורטים בטבלה 17.

טבלה 17: הגדרת רכיבים של מדד הערכיות המשולבת

קריטריון אב	קריטריון	הסבר קריטריון	ציון יחסי 1	ציון יחסי 2	ציון יחסי 3	ציון יחסי 4	ציון יחסי 5	משקל יחסי	המפים האחרים למתן הציון	
1	אקולוגיה	ערכיות אקולוגית	חישוב אטומטי במערכת DSS					60% מסים ניתן לשני	-	
2	ניהול משק המים	מצב משק המים - אזור ואילוצים הנדסיים	לא קיים אגר זמין בכל חודשי שנה	שפיעות רק בשנים גשומות	קיים אגר זמין רק בחודשי החורף והאביב	התייבשות חלה רק בשנים בודדות לרוב קיים אגר	קיים אגר זמין וזולת לספק את המים כל השנה	רשת המים		
		זמינות הפתרון הנדסי	השלב דורש פתרון מורכב ועלות גבוהה	פתרון מורכב עלות בינונית	פתרון פשוט עלות גבוהה	פתרון פשוט עלות בינונית	פתרון פשוט עלות גבוהה	רשת המים		
		ניהול נגר והסדרת נחל	אין הלימה	הלימה חלקית	הלימה מלאה	יש הלימה מלאה	יש הלימה מלאה	משרד הגנת הסביבה+רשות המים		
3	מדיניות	שיקולים כלכליים	לא רלוונטי	יש פוטנציאל	תרומה נמוכה	תרומה בינונית	תרומה גבוהה	כל השלושה		
		שיקולים גיאופוליטיים	לא רלוונטי	סבירות נמוכה	סבירות נמוכה	סבירות בינונית	סבירות גבוהה	כל השלושה		
		חשיבות בין לאומית	סבירות נמוכה	סבירות נמוכה	סבירות נמוכה	סבירות גבוהה	סבירות גבוהה	המשרד להגנת הסביבה+רט"ג		
4		היבטים תיירותיים- קיט ונופש	לא רלוונטי	יש פוטנציאל	פעילות נמוכה	פעילות בינונית	פעילות גבוהה	רט"ג		
		ערכיות נופית	אין נופות	נופיות נמוכה	נופיות בינונית	נופיות גבוהה	נופיות גבוהה מאד	צוות העבודה+רט"ג		
			אין חידויות	חידויות מופע בודד	חידויות מופע משלב	חידויות מקומיות של מופע משלב	חידויות מקומיות של מופע משלב (בדירה)	שקיל שלוש המדדים		
			ממנה מאד	ממנה	בינונית	גבוהה	גבוהה מאד			



10.3.2.5 דו"ח מקורות מים והפקות

המבנה הכללי של דו"ח מקורות מים והפקות מוצג בנספחים. הדו"ח מרכז נתונים הנדסיים הקשורים למקווה המים, כולל:

- רשימת מעיינות המהווים מקור מים טבעי של מקווה המים
 - שם
 - קוד שירות ההידרולוגי
 - סטטוס מעין (משוחרר או מאוחז)
 - הקצאה קיימת
 - הפקות ממעין (רשימת מתקנים)
 - רשימת הקידוחים המשפיעים באופן מוכח על המעיינות הרלוונטיים
- המבנה של הדו"ח מקורות מים והפקות אמור להתעדכן לפי דרישת המשתמש במהלך שימוש עתידי במערכת.

10.3.3 ניתוח מרחבי ותיעדוף

מערכת DSS מאפשרת למשתמש/מקבל החלטה להגדיר קבוצות שונות של מקווי מים לפי מספר מאפיינים (**רמות הניתוח**) ולרכז נתונים ברמת **זוחות** לפי נושאים לצורך ניתוח, קביעת סדרי עדיפות והכנת תכניות עתידיות.

10.3.3.1 רמות הניתוח

לצורך ביצוע ה**ניתוח המרחבי** הוגדרו במערכת DSS ארבע אופציות לבחירה לפי

רמות הניתוח:

- אגן ניקוז
- נחל
- אזור תכנון
- כלל ארצי

תהליך קביעת רמת הניתוח מתבצע בגיליון "**כניסה-המשך**" המוצג באיור 44. התהליך כולל:

- בחירה של אחת מרמות הניתוח האופציונאליות - (1) באיור 44.
- בחירה של **יעד** מרשימת היעדים - (2) באיור 44. לדוגמה, במקרה שנבחרה רמת הניתוח - **אזור תכנון/אגן ניקוז/נחל**, מתחת לכותרת "**בחר אזור תכנון/אגן ניקוז/נחל מרשימה**:" מופיעה רשימה של כל אזורי התכנון/אגני הניקוז/נחלים שהוכנסו לבסיס הנתונים. מהרשימה בוחרים את **היעד** – **אזור תכנון/אגן ניקוז/נחל ספציפי**.
- רשימת מקווי המים הרלוונטיים ליעד שנבחר מופיעה בחלון מידע - (3) באיור 44.



10.4 הצגת תוצאות ראשוניות

מערכת DSS של תכנית אב מאפשרת גישה ישירה לנתונים הרלוונטיים שמאוחסנים בבסיס הנתונים של הפרויקט ותצוגתם ברמות פירוט שונות. פרק זה מתייחס לנושא הנתונים משני היבטים:

- הצגת יכולות של ה-DSS להציג ולנתח נתונים ברמה של מקווה מים בודד (פיילוט).
- סיכום נתונים ברמה כלל ארצית (זמינות ואיכות הנתונים).

10.4.1 פיילוט (הצגת יכולות ה-DSS ברמת מקווה המים)

לצורך הצגת יכולות ה-DSS הוכנו מספר פיילוטים והוצגו מול וועדת ההיגוי של רשות המים. להלן פירוט תוצאות הפיילוט עבור נחל בצת עליון:

1. מידע כללי

איור 45: דוגמה למידע כללי על נחל בצת עליון כפי שמוצג ב-DSS

נחל בצת עליון	
שם:	קוד רט"ג:
300	סוג בית הגיחל:
קטע נחל מוזן מנביעות	נ צ:
220545, 775378	נחל:
בצת	אגן ניקוז עליון:
בצת	אגן מי תהום:
גליל מערבי	אזור תכנון:
גליל מערבי	

2. רשימת הטקסונים המצויים לכל רכיב עבור המצב הקיים

איור 46: זוגמה לרשימת הטקסונים המצויים לכל רכיב עבור מצב קיים - נחל בצת

עליון

רשימת הטקסונים המצויים לכל רכיב עבור מצב קיים											
שם	עשר טקסונים של חטרי החוליות	טבלה וצמחיית גזון	עשר מני צמח הידרופילי (צמחייה)	עשר מני דגים	עשר מני בהמות	עשר מני שפיראים	מספר טקסונים רשום של חרצ	נחמותים נדרים של צמח הידרופילי	חליות נדרים נחמותים חטרי	נחמותים דגים /א/ דוחים מנגנונה	נחמות עופותים מנגנונה
Oligochaeta	1										
Hirudinea	1										
Gammarus syriacus	1										
Proasellus sp	1						1				
Araneae	1										
Conxa sp	1										
Gerris paludum	1										
Hydrometra stagnorum	1										
Velia sp	1										
Ischnura elegans	1					1					
Pseudogriem syriacum	1					1					
Crocothemis erythraea	1										
Orthetrum chrysostigma	1					1					
Hydrophilidae	1										
Chironomidae	1										
Melanopsis buccinoidea	1										
Theodoxus galilea	1										
Capoeta damascina				1							
Pelophylax bedriagae											
Hyla savignyi											
שם	עשר טקסונים של חטרי החוליות	טבלה וצמחיית גזון	עשר מני צמח הידרופילי (צמחייה)	עשר מני דגים	עשר מני בהמות	עשר מני שפיראים	מספר טקסונים רשום של חרצ	נחמותים נדרים של צמח הידרופילי	חליות נדרים נחמותים חטרי	נחמותים דגים /א/ דוחים מנגנונה	נחמות עופותים מנגנונה
	17		0	1	0	3	1	0	0	0	0
	17		-999	1	0	3	1	-999	0	0	-999

3. חישוב מדד הערכיות האקולוגית עבור המצב הקיים

- בעיגול וחיצים אדומים מסומן תהליך קביעת הציונים לפי רכיבים של המצאי הביולוגי
- ב-X מסומנים רכיבים שעבורם המידע הביולוגי אינו קיים/זמין
- משקל יחסי הוגדר זהה לכל הרכיבים ושווה 10%.
- מדד הערכיות האקולוגית = 0.23 , חושב על בסיס 7 מתוך 10 רכיבי המדד

איור 47: קריטריונים לערכיות אקולוגית ודוגמה לחישוב מדד הערכיות האקולוגית עבור מצב

קיים בנחל בצת עליון

קריטריונים לערכיות אקולוגית, ציון ומשקל יחסי לכל רכיב

מספר הרכיב / הציון	0	1	2	3	4	5	משקל יחסי המתח
1 עשר טקסונים של חסרי החוליות	15	10	6	11-15	16-20	>20	10
2 עשר מיני צומח הידרופילי (צמחייה טובלה וצמחיית גדות)	15	8	6	8-9	10-12	>12	10
3 עשר מיני דגים	1-2	3-4	4	5-6	7-8	>8	10
4 עשר מיני בריומאים	0	1	3	3	4	5	10
5 עשר מיני שפיראים	0	1-2	3-4	5-6	7	>7	10
6 מספר טקסונים רגשים של ח"ג	0	1	2	3	4	5	10
7 נכחות מענים נדירים של צומח הידרופילי	0	5	5	5	5	5	10
8 נכחות מיני חסרי חוליות נדירים	0	5	5	5	5	5	10
9 נכחות מיני דגים ואודו חיים בסכנת הכחדה	0	5	5	5	5	5	10
10 נכחות עופות מים בסכנת הכחדה	0	5	5	5	5	5	10

חישוב מדד הערכיות האקולוגית עבור המצב הקיים

הרכיב	מספר הטקסונים	הציון	משקל יחסי לשיבוש, %	ערכיות אקולוגית
1 עשר טקסונים של חסרי החוליות	17	4	10%	0.23
2 עשר מיני צומח הידרופילי (צמחייה טובלה וצמחיית גדות)	-999			
3 עשר מיני דגים	1	1	10%	
4 עשר מיני בריומאים	0	0	10%	
5 עשר מיני שפיראים	3	2	10%	
6 מספר טקסונים רגשים של ח"ג	1	1	10%	
7 נכחות מענים נדירים של צומח הידרופילי	-999			
8 נכחות מיני חסרי חוליות נדירים	0	0	10%	
9 נכחות מיני דגים ואודו חיים בסכנת הכחדה	0	0	10%	
10 נכחות עופות מים בסכנת הכחדה	-999			

סה"כ: 70%

מדד הערכיות האקולוגית חושב על בסיס: 7 מתוך 10 תיבי המדד

- שיוך מקווה מים לאתר ייחוס אקולוגי: נחל הררי צר
- זמינות נתונים הידרולוגיים: מצב קיים + היסטורי
- חודשים קריטיים (רגישים): מרץ-אפריל

4. חישוב זרימה חודשית - נפחים (אלמ"ק לחודש)

- בטבלה ובהידרוגרף מוצגות זרימות חודשיות המחושבות עבור:
- מצב קיים ומצב היסטורי. חושב על בסיס ממוצע רב שנתי (20 שנים).
 - שלוש רמות השיקום (שיקום, שיחזור חלקי ושיחזור מלא). חושב על בסיס ממוצע רב שנתי (20 שנים).
 - סף ניצול לכל רמות השיקום (שיקום, שיחזור חלקי ושיחזור מלא). חושב על בסיס שיטת חישוב "רבעונית".



איור 48: דוגמה לחישוב זרימה חודשית בנחל בצת עליון- ברמות שיקום/שחזור

שונים

זרימה חודשית - נפחים (אלמ"ק לחודש)

פיקנותספ תול				זרימה חודשית מוצגת				חודשים	
על בסיס שיטת שוב "דגנוח"				על בסיס חשבון ממוצע רב שנה (20 שנה)				מחשבים	קריטיים
שנה זר מלא	שנה זר חלקי	שיקום	מבנה נגדי	שנה זר מלא	שנה זר חלקי	שיקום	מבנה נגדי	מחשבים	קריטיים
64.1	51.4	37.0	53.1	48.8	42.5	35.3	10.2		אוקטובר
59.0	47.1	36.1	52.0	45.2	41.0	34.1	9.6		נובמבר
64.5	52.7	41.3	67.1	51.3	44.8	37.5	14.1		דצמבר
120.5	77.7	61.2	119.6	80.4	68.2	57.4	32.1		ינואר
162.4	109.8	75.3	147.4	110.0	90.2	69.2	61.5		פברואר
181.6	181.6	131.8	145.8	120.8	120.8	105.3	68.3	+	מרץ
179.0	179.0	117.1	133.3	117.2	117.2	87.1	59.6	+	אפריל
121.9	94.6	62.1	103.8	87.8	72.8	58.1	36.2		מאי
90.6	69.9	47.3	71.4	63.5	54.1	39.0	21.0		יוני
84.0	70.7	47.2	71.2	62.8	55.4	42.0	15.7		יולי
75.9	64.7	39.9	63.1	57.9	51.8	37.2	11.7		אוגוסט
62.4	57.1	35.9	53.9	49.8	45.3	34.8	8.7		ספטמבר
1,265.6	1,055.9	731.9	1,081.6	895.5	804.2	637.1	348.7		סה"כ



5. רמות השיקום -VS- צריכת המים (השנתית)

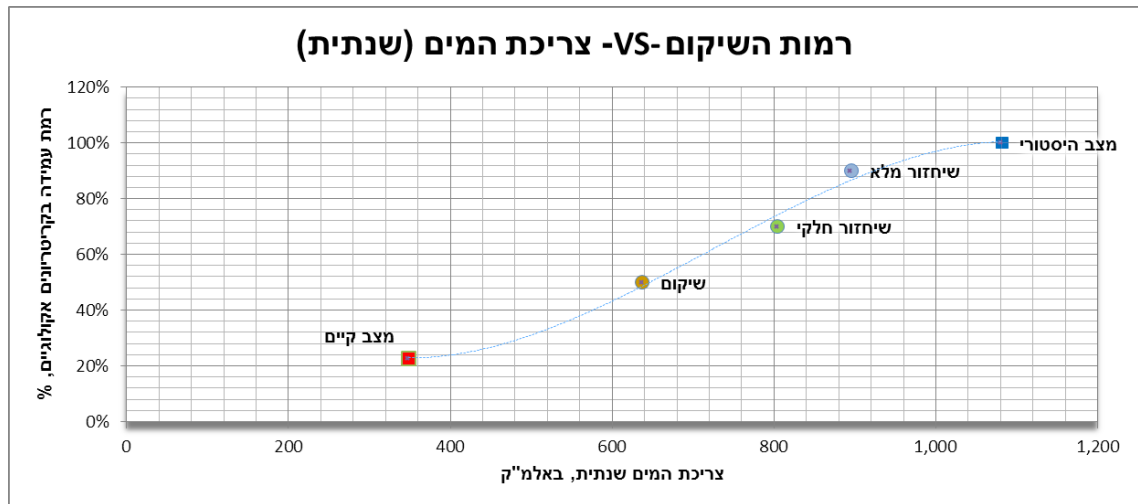
- להלן טבלה וגרף המחברים את נתוני צריכת המים ורמות העמידה בקריטריונים האקולוגיים לפי רמות השיקום, כאשר
- **במצב ההיסטורי** - ספיקה היסטורית מייצגת זרימה בלתי-מופרת והמצב האקולוגי מוגדר כ-100%.
- **במצב הקיים** רמת העמידה בקריטריונים אקולוגיים **חושבה** על בסיס נתוני הזרימה והוערכה כ-23%.
- **גרף** מייצג רצף רמות השיקום מול צריכת המים בין מצב הקיים לבין המצב ההיסטורי ומאפשר התייחסות למגוון רחב יותר של אופציות לשיקום.



איור 49: דוגמה לחישוב צריכת המים ביחס לרמות שיקום שונות בנחל בצת

עליון

רמת שיקום	רמת עמידה בקריטריונים אקולוגיים, %	צריכת המים שנתית, באלמ"ק
שיקום	50%	637.08
שיחזור חלקי	70%	804.19
שיחזור מלא	90%	895.51
מצב ביניים		
מצב היסטורי	100%	1,081.58
מצב קיים	23%	348.66



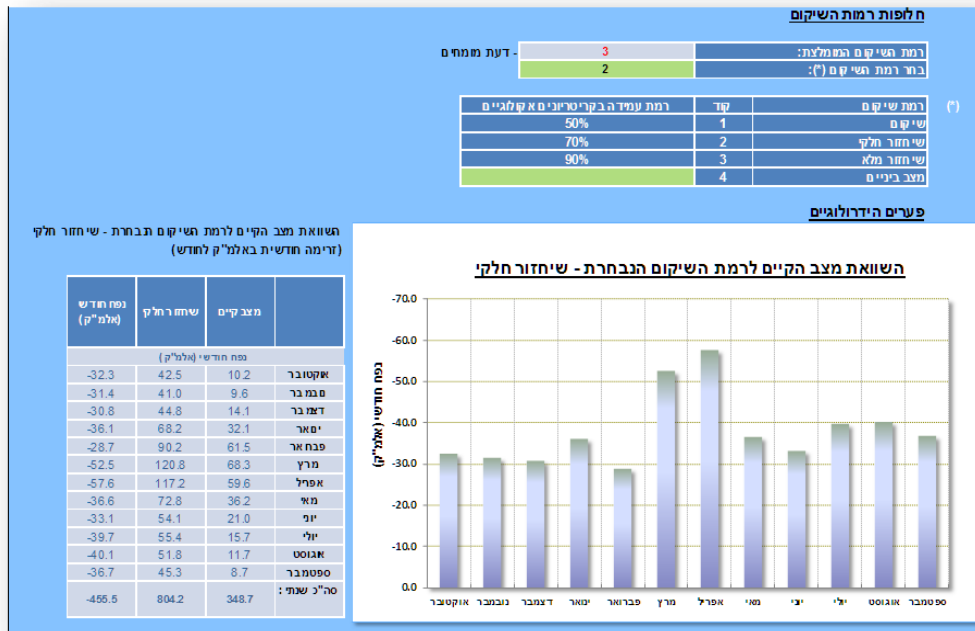
6. חישוב פערים אקולוגיים במצב הקיים

חישוב פערים אקולוגיים מתבסס על השוואה בין המצאי הביולוגי הקיים לבין 10 קריטריונים המאפיינים את נחל הררי צר. במקרה של נחל בצת עליון ישנה עמידה רק בקריטריון אחד מתוך 10, לכן על פי שיטה של פערים אקולוגיים רמת עמידה בקריטריונים אקולוגיים = 10%, כאשר לפי חישוב על בסיס כמויות המים התקבל ערך של 23%. הפער יכול להיות מוסבר על ידי השפעה של גורמים נוספים שלא נלקחו בחשבון בעבודה זאת (שינויים מורפולוגיים, זיהום מים וכו.).

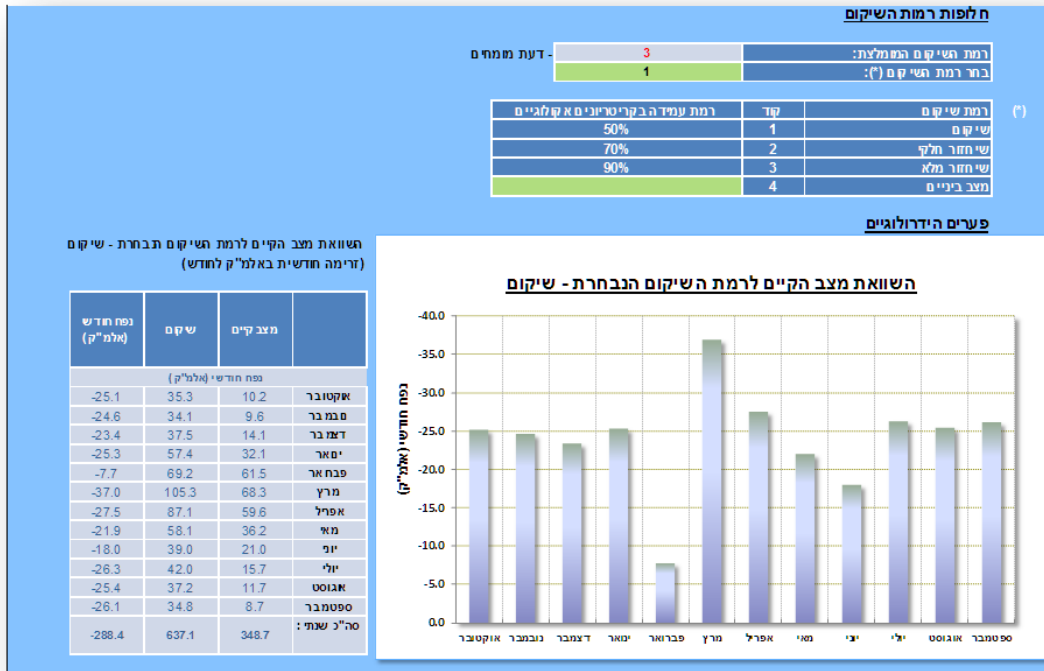
איור 51: דוגמה לחישוב כמויות המים להשלמה (זרימה חודשית וסיכום שנתי) לצורך הגעה לרמת שיקום של שחזור מלא בנחל בצת עליון



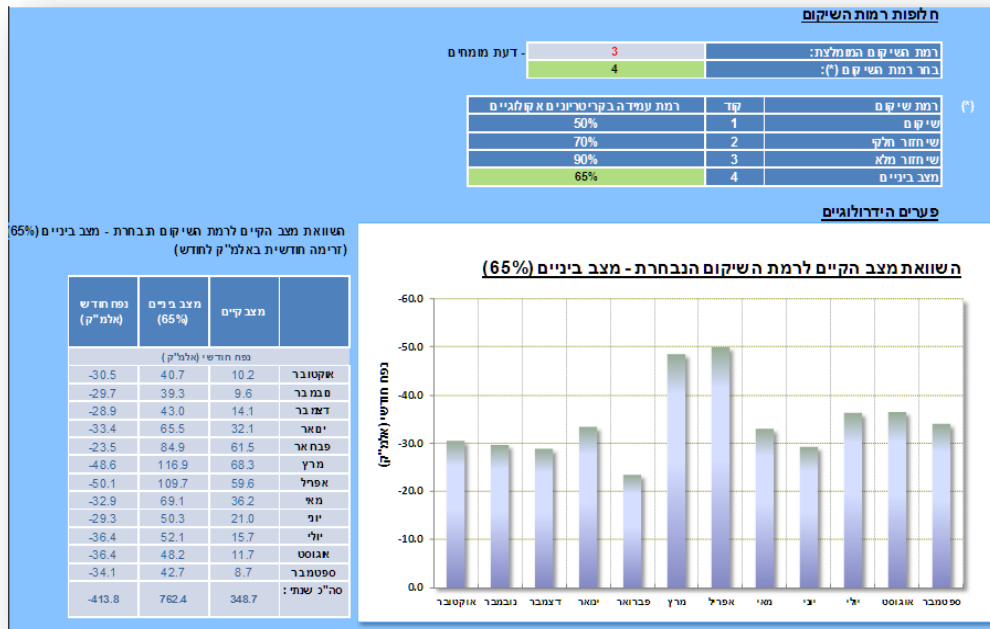
איור 52: דוגמה לחישוב כמויות המים להשלמה (זרימה חודשית וסיכום שנתי) לצורך הגעה לרמת שיקום של שחזור חלקי בנחל בצת עליון



איור 53: דוגמה לחישוב כמויות המים להשלמה (זרימה חודשית וסיכום שנתי) לצורך הגעה לרמת שיקום של שיקום בלבד בנחל בצת עליון



איור 54: דוגמה לחישוב כמויות המים להשלמה (זרימה חודשית וסיכום שנתי) לצורך הגעה לרמת שיקום של מצב ביניים בנחל בצת עליון



8. חישוב ערכיות משולבת

נחל בצת עליון - קביעת ציונים ומשקל יחסי למדדים:

- שלושה מדדים מתוך 9 הוגדרו לא רלוונטיים וקיבלו ערך 999- (לא נכללים בחישוב)
- מדד הערכיות האקולוגית קיבל משקל יחסי של 60%
- יתר המדדים קיבלו משקל יחסי זהה של 5%
- התקבל ערך של הערכיות המשולבת -0.42

9. סיכום

טבלה 18: דוגמה של טבלה מסכמת של זמינות הנתונים ונפח מים נדרש ברמות

שיקום שונות עבור נחל בצת עליון

נפח מים שנתי, במלמ"ק				זמינות נתונים						
חלופת שיקום = נבחרת 3 = שיחזור מלא	חלופת שיקום = נבחרת 2 = שיחזור חלקי	חלופת שיקום = נבחרת 1 = שיקום	מצב קיים	ערכיות משולבת	ערכיות אקולוגית	הידרולוגיים	אקולוגיים	אתר ייחוס אקולוגי	שם מקווה מים	קוד רט"ג
0.896	0.804	0.637	0.349	0.42	0.23	מצב קיים + היסטורי	נתונים חלקיים	נחל הררי צר	נחל בצת עליון	300

10.4.2 סיכום זמינות הנתונים

לאחר השלמת המערכת ה-DSS בוצעה בעזרת בדיקה רוחבית של זמינות הנתונים הרלוונטיים. להלן סיכום תוצאות הבדיקה:

1. מופיעים בבסיס הנתונים מספר מקווי מים
 - סה"כ מקווי המים (לפי TOR): 203
 - מתוכם נחלים: 139
 - אחרים (ביצה, אחו לח, מלחה וכו.): 64
2. זמינות נתונים אקולוגיים
 - אין נתונים אקולוגיים: 159
 - נחלים – נתונים אקולוגיים חלקיים: 31
 - אחרים – נתונים אקולוגיים חלקיים: 13
3. נתונים הידרולוגיים (נחלים)
 - סה"כ נחלים: 139
 - נתונים הידרולוגיים - מצב קיים + היסטורי: 33
 - נתונים הידרולוגיים - מצב היסטורי בלבד: 1
 - נתונים הידרולוגיים - מצב קיים בלבד: 2
4. רק עבור 8 מקווי מים ישנם גם נתונים אקולוגיים וגם נתונים הידרולוגיים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה 19: טבלה מסכמת של זמינות הנתונים ונפח מים נדרש ברמות שיקום שונות עבור 8 מקווי המים בהם ישנם נתונים אקולוגיים והידרולוגיים מלאים

דו"ח מסכם - רמה ארצית										
נפח מים שנתי, במלמ"ק				זמינות נתונים						
חלופת שיקום נבחרת = 3 שיחזור מלא	חלופת שיקום נבחרת = 2 שיחזור חלקי	חלופת שיקום נבחרת = 1 שיקום	מצב קיימ	ערכיות משולבת	ערכיות אקולוגית	הידרולוגיים	אקולוגיים	אתר ייחוס אקולוגי	שם מקווה מים	קוד רט"ג
528.849	504.087	448.714	432.745	0.76	0.69	מצב קיים + היסטורי	נתנים חלקים	נחל הררי רחב	הירדן ההררי	464
119.647	108.076	88.236	84.612	0.73	0.69	מצב קיים + היסטורי	נתנים חלקים	נחל הררי רחב	נחל שניר	324
249.094	239.202	236.901	236.354	0.68	0.57	מצב קיים + היסטורי	נתנים חלקים	נחל הררי רחב	נחל דן עליון	359
0.002	0.002	0.002	0.002	0.61	0.57	מצב קיים + היסטורי	נתנים חלקים	הררי אלוביאלי	שפך נחל עמוד	343
0.032			0.032	0.50	0.32	מצב קיים + היסטורי	נתנים חלקים	מישורי אלובאלי צר	נחל תנינים תחתון	453
0.896	0.804	0.637	0.349	0.42	0.23	מצב קיים + היסטורי	נתנים חלקים	נחל הררי צר	נחל בצת עליון	300
0.001	0.001	0.001	0.001	0.39	0.34	מצב קיים + היסטורי	נתנים חלקים	נחל הררי בינוני	נחל צלמון תחתון	419
3.696	3.696	3.696	3.696	0.39	0.16	מצב קיים + היסטורי	נתנים חלקים	מישורי אלובאלי צר	נחל געתון תחתון	389
(144.426)	(98.078)	(20.397)	757.790							

5. נדרשת בדיקה מעקיפה של איכות הנתונים ההידרולוגיים. במהלך הצגת פיילוטים ותוצאות חישובים עבור 8 מקווי מים הנ"ל מול וועדת ההיגוי עלה נושא של איכות הנתונים ההידרולוגיים. המומחים הצביעו על כך שלפי היכרות האישית שלהם הזרימות שהוצגו מולם (מבסיס הנתונים) אינם תקינות.



11. שיתוף הציבור

שיתוף הציבור הנו תהליך בו מבוצע שיתוף גורמים חיצוניים בשלבי הכנת תכנית וקבלת החלטות להמשך תכנונה וקידומה. גורמים חיצוניים אלו עשויים להיות גורמים מקצועיים אשר מחוים חוות דעת מקצועית למתכננים, וכן בעלי עניין (לאו דווקא בעלי רקע מקצועי) המעוניינים להכיר את ההליך התכנוני ולחוות דעתם לתכנית והצעות לשילוב במסגרת התכנית. הליך השיתוף נובע מתפיסה הרואה חשיבות בשיתוף לצורך שיפור עבודת צוות מתכנני התכנית ולצורך סיוע בקידום ואישור התכנית, בכלל זה יצירת הסכמה כלל מערכתית ויצירת שיתופי פעולה בפרט כשמדובר בנושאי חלוקת משאבים ציבוריים.

שיתוף הציבור מאופיין בשלושה אופני זרימת מידע בין גורמי התכנון לציבור:

- א. יידוע והעברת מידע- שימוש בכלי הסברה ופרסום
- ב. מפגשי הסברה- המשמשים ככלי להיוועצות וקבלת מידע
- ג. מפגשי דיון- המשמשים להתדיינות ושיתוף בקבלת החלטות

בבסיס הליך שיתוף ציבור עומדים עקרונות היסוד הבאים:

- אחראיות ומחויבות של בעלי העניין לקידום התכנית
 - התאמה ושיפור תוך כדי תהליך- קבלת משותף מהציבור
 - הנגשת המידע- העברת המידע בשפה בהירה ומובנת
 - שקיפות והוגנות- הצגת כלל התהליך
 - שמירת קשר רציף עם בעלי העניין- יידוע על שלבים ומפגשים רלוונטיים
- תכנית האב "מים לטבע" הנה תכנית ייחודית ביוזמת משרדי הממשלה אשר לתוצריה יש נגיעה לכלל הציבור הרחב וכן לבעלי עניין רבים. עם זאת תכנונה דורש ידע מקצועי מעמיק ולפיכך עיקר השיתוף הנו בפורומים מקצועיים- מצומצמים ורחבים.



11.1 מטרת שיתוף הציבור המקצועי ובעלי העניין בתכנית האב "מים לטבע"

- א. קבלת משוב מקצועי וציבורי למתודולוגיה המוצעת בתוכנית ולהמלצותיה.
- ב. זיהוי של "לקוחות" התוכנית ובעלי העניין לתהליך ולתוצאות התוכנית.
- ג. יצירת בסיס לדיון פורה, יצירתי ומעמיק ושיח ציבורי המסתמך על הסכמות ושיתופי פעולה של בעלי העניין ואנשי המקצוע.
- ד. הפריה הדדית בין צוות התכנון לבעלי העניין בנוגע לצרכים, דילמות וסוגיות תכנוניות בנושא, תוך עידוד חשיבה יצירתית ופתוחה המאפשרת לבעלי העניין להיות שותפים בתכנון השבת מים לטבע.
- ה. בחינת מסגרת שיתוף גופים בעלי עניין בתוך תהליכי קבלת ההחלטות ברשות המים והדרכים לעשות זאת.

11.2 עקרונות מנחים להליך שיתוף הציבור בתכנית האב "מים לטבע"

- בניית הרכב מתאים של מוזמנים עבור כל הליך שיתוף.
- בניית תכנית עבודה לכל מפגש, בכלל זה תיאום ציפיות, חומרי רקע, מטרות, לוח זמנים, ופרוטוקול מסכם.

איור 55: תרשים סכמתי של כלים לשיתוף ציבורי



11.4 קהל יעד למהלכי שיתוף הציבור

תכנית האב "מים לטבע" נערכת בשיתוף פעולה של צוות היגוי בין משרדי- רשות המים, רשות הטבע והגנים, המשרד להגנת הסביבה, פרופ' גפני, תהל וחבי' AVIV AMCG.

צוות ההיגוי הבין משרדי ויועציו מקיימים ישיבות שוטפות לאורך הכנת התכנית, כמו כן במסגרת שיתוף הציבור התקיימו מספר דיונים ציבוריים במהלך גיבוש התכנית, בהרכבים רחבים ובהרכבים מקצועיים מצומצמים ראה פירוט באיור 56.

בגמר התכנית מתוכננים מספר דיונים להצגת התכנית בפני הציבור המקצועי הרחב וכלל הציבור.

להלן פירוט מעגלי השיתוף:

איור 56: פירוט מעגלי שיתוף ציבור

היררכיה	מעגל שיתוף	קהל היעד ואמצעי שיתוף כלליים
1	צוות היגוי מצומצם	מפגשים פנימיים של חברי הצוות המצומצם
2	ועדת היגוי מורחבת	שיתוף אנשי מקצוע במסגרת פורומים מקצועיים מצומצמים (ועדת היגוי, פורום אקולוגי, פורומי אנשי מקצוע בגופים המקדמים התכנית)
3	פורום מקצועי רחב	שיתוף אנשי מקצוע בכנסים (פורום המים, כנסי שיקום נחלים, כנסי אג"מ)
4	שיתוף כלל הציבור	יידוע על התכנית באתרי האינטרנט, מפגש להצגת התכנית, פרסום מאמר

מעגלי שיתוף הציבור



11.5 פירוט מהלכי שיתוף הציבור לאורך פיתוח וקידום תוכנית "מים לטבע"

לאורך הכנת וגיבוש התכנית, התקיימו מספר רב של מפגשי שיתוף, הנחלקים על פי ההיררכיות השונות שנמנו לעיל, ומתוכננים מפגשים נוספים. טבלה 20 להלן מציגה בסדר כרונולוגי את המפגשים שהתקיימו, **מודגשים בצהוב** מפגשים שטרם התקיימו ומתוכננים לשלבים המאוחרים של התכנית. עבור כל שלב מובאת בהמשך הסעיף טבלה פרטנית המתארת אותו.

טבלה 20: תיאור כלל מהלכי שיתוף הציבור לאורך פיתוח וקידום התכנית

שלב	תאריך	סוג השיתוף	נושא ופירוט
1	15.1.13	כנס בטכניון – פורום המים (3) – מים לטבע ושיקום נחלים	הצגת תכנית האב מים לטבע ל"פורום המים" (סיכום התהליך ע"י הטכניון הופק ב-10.2013)
2	30.1.13	ועדת היגוי מורחבת (ברשות המים)	הצגת תהליך ההיגוי שבוצע עד כה וקבלת הערות לסקרי הספרות ולמדד האקולוגי שפותח ע"י אקולוג התכנית.
3	15.6.13	העלאת חומרים לאתרי המשרדים	בוצעו קישורים באתרי רשות המים, רטי"ג והמשרד להגנת הסביבה הועלו חומרים של תכנית האב מים לטבע- דו"ח שלב א', תקציר הדו"ח, מילון מונחים, תכנית שיתוף ציבור ראשונית
4	23.7.13	פגישת פורום אקולוגיה	חלוקה לשלושה דיונים עוקבים : 1. הצגת הרציונל לקביעת המדדים עבור קביעת הקצאות מים 2. אפיון פערים הידרולוגיים- הצגת אתרי ייחוס 3. קביעת מיני מטרה שברצוננו לראות בנחל (הופץ סיכום למשתתפים והתקבלו הערות)
5	19.12.13	כנס שיקום נחלי ישראל (מועצה לישראל יפה)	מבנה הצגת "תכנית מים לטבע" בכנס : 1. מיקי זיידה- הצגת הרעיון מאחורי תכנית האב 2. שריג גפני וסבטלנה לומלסקי- הצגת מתודולוגית הניתוח האקולוגי וההידרולוגי, קביעת רמות שיקום 3. ניסים קשת- סקירת מצב הנחלים כיום ופעולות לשימור ושיקום האתרים השונים
6	13.2.14	פגישת פורום צוות היגוי מורחב	סדנא I- לקביעת ערכיות משולבת 1. הסבר הציונים לקריטריונים ברמת החשיבות (1-5) 2. הצעות לבחירת הצוות שיקבע את המשקלות של הדירוג 3. מתן ציונים לאתרים
7	24.3.14	כנס אג"מ 2014	הצגת תכנית אב מים לטבע במסגרת כנס אג"מ- פרשת המים- מדיניות, סביבה, התפלה וטכנולוגיה.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



שלב	תאריך	סוג השיתוף	נושא ופירוט
8	3.4.14	פורום צוות היגוי מורחב	סדנא II - המשך קביעת ציוני ערכיות משולבת באתרים
9	19.6.14	פורום צוות היגוי	הצגת פיילוטס של מודל ה DSS עבור אתרים נבחרים
10	במהלך יולי 2014	העלאת חומרים לאתרי המשרדים	עדכון הקישורים באתרי רשות המים, רט"ג והמשרד להגנת הסביבה: חומרים של תכנית האב מים לטבע- יועלו טבלאות הערכיות המשולבת, ודוגמאות לפיילוטס
11	אוגוסט 2014	פורום מנהלים ברשות המים	הצגה מצגת כוללת לאנשי רשות המים
12	במהלך אוגוסט 2014	העלאת חומרים לאתרי המשרדים	עדכון הקישורים באתרי רשות המים, רט"ג והמשרד להגנת הסביבה: חומרים של תכנית האב מים לטבע- הדו"ח המסכם (לאחר גמר תיקונים)
13	ספטמבר 2014	פרסום מאמר	יפורסם מאמר בן 8-12 עמודים המתאר את התכנית
14	נובמבר 2014	כנס בבית דגן	הצגת תכנית מים לטבע בפני נציגים מרשות המים, רט"ג, המשרד להגנת הסביבה ומוזמנים נוספים
15	מרץ 2015	כנס אג"מ 2015	הצגת תכנית אב מים לטבע במסגרת כנס אג"מ



11.6 תיאור שלבי שיתוף הציבור

11.6.1 שלב 1: כנס בטכניון – פורום המים (3) – מים לטבע ושיקום נחלים

טבלה 20: תוכנית הכנס "מים לטבע ושיקום נחלים", שהתקיים בטכניון

פרמטר	
מקום	מוסד שמואל נאמן- הטכניון, חיפה
מועד	15.1.2013
משך זמן	8 שעות
קהל יעד	ציבור מקצועי רחב- פורום של כ-100 איש פורום המים הנו פורום שהוקם ע"י מוסד שמואל נאמן, בשיתוף רשות המים ומכון גרנד לחקר המים ובמסגרתו מוצגים נושאים עבורם מכינה רשות המים תכניות וניירות עמדה. הנושא מוצג במסגרת אקדמית/מקצועית המורכבת ממיטב המומחים במוסדות אקדמיים, המחקריים והגופים הציבוריים/ממשלתיים העוסקים בנושאים הקשורים ישירות ובעקיפין לנושא המים, ומהווים שלב חשוב בבחינה וניתוח מעמיק של הדגשים והכוונים העיקריים.
תוכן המפגש	מים לטבע ושיקום נחלים
מהלך המפגש	שלושה מושבים עוקבים : <ul style="list-style-type: none"> מושב I- מים לטבע סקירת מצב נוכחי ועקרונות המדיניות העתידית מושב II- עקרונות בשיקום נחלים מושב III – מים לטבע , קונפליקטים ודרכי פעולה פאנל מסכם
הכנה למפגש	אורגן ע"י מוסד שמואל נאמן. נשלחה תוכנית הכנס לנרשמים
תוצרי מפגש	פרוטוקול סיכום ומסקנות (מצורף בנספחים)

11.6.2 שלב 2: ועדת היגוי מורחבת

טבלה 21: תוכנית ועדת ההיגוי המורחבת

פרמטר	
מקום	רשות המים- תל אביב
מועד	30.1.2013
משך זמן	6 שעות
קהל יעד	ציבור מקצועי רחב (זומן פורום של כ-70 איש) המתמחה במגוון דיסציפלינות - הידרולוגיה, קרקע, אקולוגיה, כלכלה ועוד
תוכן המפגש	סקירת ספרות מקצועית בנושאי הרגולציה והאקולוגיה הצגת המדד האקולוגי שפותח ע"י דר' שריג גפני
מהלך המפגש	שלושה דיונים עוקבים : <ul style="list-style-type: none"> סקירת ספרות בין לאומית- רגולציה סקירת ספרות אקולוגית הצגת המדד האקולוגי שפותח לתכנית מים לטבע
הכנה למפגש	הפצת קישור להורדת חומרי הרקע- דו"ח שלב א'
תוצרי מפגש	פרוטוקול סיכום (מצורף בנספחים) דיון חוזר בנושאים בוועדת ההיגוי המצומצמת

11.6.3 שלב 3: העלאת חומרים של "מים לטבע" לאתרי המשרדים המעורבים

(ראה פירוט גם לשלבים 10, 12 בתכנית שיתוף הציבור)

טבלה 22: רשימת חומרים של "מים לטבע" שהועלו לאתרי המשרדים המעורבים

פרמטר	מקום
	אתרי האינטרנט: רשות המים http://www.water.gov.il/Hebrew/Planning-and-Development/Planning/MasterPlan/Pages/default.aspx רט"ג http://www.parks.org.il/News/Pages/WaterToNature.aspx המשרד להגנת הסביבה http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/WaterStreams/Pages/WaterToNature.aspx
מועד העלאת המידע	שלב 3: 15.6.2013 שלב 10: יולי 2014 שלב 12: אוגוסט 2014
משך זמן	רציף- החומר נגיש באתרים מיום העלאתו
קהל יעד	כלל הציבור הרחב
תוכן המפגש	לא רלוונטי- ללא מפגש
מהלך המפגש	לא רלוונטי
הכנה	לא רלוונטי
תוצרים	שלב 3: חומרים של תכנית האב מים לטבע- הועלו דו"ח שלב א', תקציר הדו"ח, מילון מונחים, תכנית שיתוף ציבור ראשונית שלב 10: טבלאות ערכיות משולבת, דוגמאות לפיילוטס של מערכת dss שלב 12: דו"ח מסכם של תכנית האב מים לטבע

11.6.4 שלב 4: פגישת פורום אקולוגיה

טבלה 23: תוכנית פורום אקולוגיה

פרמטר	מקום
	רשות המים -תל אביב
מועד הפורום	15.6.2013
משך זמן	3 שעות
קהל יעד	אנשי מקצוע מתחום האקולוגיה- הוזמנו 12 אנשים מהתחום
תוכן המפגש	מתודולוגיה אקולוגית, מדד ערכיות, אופן איסוף מידע, אתרי ייחוס, קביעת נפחים חודשיים של המים, פיילוטס להצגת דילמות ומתודולוגיה
מהלך המפגש	חלוקה לשלושה דיונים עוקבים: 1. הצגת הרציונל לקביעת המדדים עבור קביעת הקצאות מים 2. אפיון פערים הידרולוגיים- הצגת אתרי ייחוס 3. קביעת מיני מטרה שברצוננו לראות בנחל בוצע סיעור מוחות לאחר כל דיון וכן דיון מסכם
הכנה	שליחת חומרי רקע למוזמנים - דו"ח מצב קיים ומתודולוגיה אקולוגית
תוצרים	סיכום הפורום הופץ למשתתפים ולמוזמנים (מצורף בנספחים) ומסקנותיו הוטמעו בשלבים הבאים

11.6.5 שלב 5: השתתפות בכנס שיקום נחלים ומעמדם כמרכיב באיכות החיים בעיר

ובשטח הפתוח

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה 24: תוכנית כנס שיקום נחלים

פרמטר	
מקום	המועצה לישראל יפה- תל אביב
מועד הכנס	19.12.2013
משך זמן	כלל הכנס- יום שלם, מושב מים לטבע- שעה וחצי
קהל יעד	ציבור מקצועי רחב
תוכן המפגש	מבנה הכנס – מושב מים לטבע: <ul style="list-style-type: none"> • מיקי זיידה- הצגת הרעיון מאחורי תכנית האב • שריג גפני וסבטלנה לומלסקי- הצגת מתודולוגית הניתוח האקולוגי וההידרולוגי, קביעת רמות שיקום • ניסים קשת- סקירת מצב הנחלים כיום ופעולות לשימור ושיקום האתרים השונים
מהלך המפגש	חלוקה לשלוש הרצאות עוקבות בנושא התכנית
הכנה	ללא
תוצרים	ללא

11.6.6 שלב 6: פגישת פורום צוות היגוי מורחב – סדנא I לקביעת ערכיות משולבת

טבלה 25: תוכנית פורום צוות ההיגוי המורחבת

פרמטר	
מקום	רשות המים- תל אביב
מועד הסדנא	13.02.2014
משך זמן	יום שלם
קהל יעד	צוות היגוי מורחב- נציגים נבחרים של רשות המים, רט"ג, המשרד להגנת הסביבה, החלה"ט, משרד החקלאות
תוכן המפגש	סדנא I- לקביעת ערכיות משולבת. לצורך דירוג האתרים במודל קבלת ההחלטות (DSS) יש להזין את הדירוג האקולוגי וכן דירוג של פרמטרים נוספים. פרמטרים אלו גובשו בצוות ההיגוי המצומצם והובאו לדיון בצוות המורחב.
מהלך המפגש	<ul style="list-style-type: none"> • הסבר הציונים לקריטריונים ברמת החשיבות (1-5) • הצעות לבחירת הצוות שיקבע את המשקלות של הדירוג • מתן ציונים לאתרים
הכנה	שליחת חומרי הרקע- טבלת אתרים לדיון והסבר הפרמטרים המוצעים (מצורף בנספחים)
תוצרים	שיפור הטבלאות לערכיות המשולבת ודירוג 15 אתרים לפיהן

11.6.7 שלב 7: כנס אג"מ (האיגוד הישראלי למים) 2014

נושא הכנס: פרשת המים – מדיניות, סביבה, התפלה וטכנולוגיה



טבלה 26 : תוכנית כנס אג"מ

פרמטר	
מקום	כפר המכבייה רמת גן
מועד הסדנא	24.3.2014
משך זמן	שעה מתוך יום שלם של הכנס
קהל יעד	ציבור מקצועי רחב
תוכן המפגש	הצגת עיקרי תכנית אב מים לטבע במסגרת מושב מסי' 3 (פאנל הסביבה בעידן של כושר ייצור מים בלתי מוגבל)
מהלך המפגש	<ul style="list-style-type: none"> הצגת מתווה העבודה, חזון, עקרונות, מתודולוגיה ואתגרים הצגת מודל לבחינת הקצאות מים לטבע- פירוט שלבי העבודה בהיבט האקולוגי
הכנה	שליחת תקציר למארגני הכנס - מצורף בנספחים
תוצרים	מצגות הכנס

11.6.8 שלב 8: פגישת פורום צוות היגוי מורחב – סדנא II המשך קביעת ציוני ערכיות משולבת באתרים (ראה פירוט בשלב 6)

11.6.9 שלב 9: צוות היגוי מורחב – הצגת התקדמות התכנית ופיילוטים של מודל ה-DSS עבור אתרים נבחרים

טבלה 27 : תוכנית צוות היגוי מורחב

פרמטר	
מקום	רשות המים
מועד המפגש	19.6.2014
משך זמן	שעתיים
קהל יעד	צוות היגוי מורחב- נציגים נבחרים של רשות המים, רט"ג, המשרד להגנת הסביבה, החלה"ט, משרד החקלאות
תוכן המפגש	הצגת התקדמות התכנית ודוגמאות לפיילוטים של מודל ה-DSS
מהלך המפגש	הצגת החומרים ע"י חב' תהל
הכנה	ללא
תוצרים	מצגת התקדמות התכנית ופיילוטים נבחרים

11.6.10 שלב 10: ראה פירוט בשלב 3 לעיל



11.6.11 שלב 11: פורום מנהלים ברשות המים

טבלה 28: תוכנית פורום מנהלים ברשות המים

פרמטר	
מקום	רשות המים
מועד המפגש	אוגוסט 2014
משך זמן	שעתיים - שלוש
קהל יעד	מקבלי החלטות ברשות המים
תוכן המפגש	הצגת ממצאי התכניות והמלצות ליישום וקידומה
מהלך המפגש	הצגת החומרים ע"י צוות ההיגוי המצומצם
הכנה	הפצת דו"ח מסכם
תוצרים	ללא

11.6.12 שלב 12: ראה פירוט בשלב 3 לעיל

11.6.13 שלב 13: פרסום מאמר בעיתונות המקצועית

טבלה 29: פרסום מאמר בעיתונות המקצועית

פרמטר	
מקום	טרם ידוע הגורם המפרסם
מועד הפרסום	ספטמבר 2014
משך זמן	ללא
קהל יעד	הציבור הרחב
תוכן המאמר	הצגת העבודה שנעשתה במסגרת התכנית: חזון, מטרות, מתודולוגיה בראשי פרקים, תוצרים, שיתוף ציבור, מסקנות ביניים, דרישות להמשך
מהלך המפגש	לא רלוונטי
הכנה	לא רלוונטי
תוצרים	מאמר

11.6.14 שלב 14: כנס בבית דגן

טבלה 30: תוכנית כנס בית דגן

פרמטר	
מקום	בית דגן- קריית המחקר החקלאית
מועד המפגש	נובמבר 2014
משך זמן	שלוש- ארבע שעות
קהל יעד	בעלי העניין בגופים המובילים: רשות המים, המשרד להגנת הסביבה, רט"ג, משרד החקלאות
תוכן המפגש	הצגת ממצאי התכניות והמלצות ליישום וקידומה
מהלך המפגש	הצגת החומרים ע"י צוות ההיגוי המצומצם
הכנה	הפצת דו"ח מסכם
תוצרים	ללא



11.6.15 שלב 15: כנס אג"מ 2015

טבלה 31: תוכנית כנס אג"מ 2015

פרמטר	
מקום	טרם ידוע
מועד המפגש	מרץ 2015
משך זמן	משך הכנס יום שלם, מתוכו מוצע כי יוקצו כשעתיים במסגרת מושב עבור תכנית מים לטבע
קהל יעד	ציבור מקצועי רחב
תוכן המפגש	הצגת ממצאי התכניות והמלצות ליישום וקידומה
מהלך המפגש	הצגת החומרים ע"י צוות ההיגוי המצומצם של התכנית
הכנה	ללא
תוצרים	ללא

11.7 סיכום ומסקנות התהליך

הליך שיתוף הציבור הנו חלק בלתי נפרד משלבי העבודה על תכנית האב, קידומה ופיתוחה. תכנית שיתוף ציבור ראשונית גובשה במסגרת שלב א' של התכנית, תכנית זו עודכנה וגובשה לאורך כל שלבי הכנת התכנית במהלך קידום התכנית ובהתאם לצרכי צוות ההיגוי המצומצם, כך שתוכל לתת מענה עדכני לכלל המטרות שהותוו בראשית התהליך.

מפגשי ועדות ההיגוי המורחבות סייעו רבות לצוות ההיגוי המצומצם להתקדם ולתקן מהלכים שגובשו במסגרת הכנת התכנית ושהשפיעו על הכנת מודל קבלת ההחלטות.

הצגת התכנית בפורומים המקצועיים הרחבים (כנסים שונים) הביאה לקבלת משובים נוספים ולהפצת הידיעה אודות גיבוש התכנית וקידומה ובכך יצירת מעורבות במעגלים נוספים שעד כה לא היו שותפים לתהליך.



12. תוצרי העבודה

- **הוגדר חזון המים לטבע** – "השבת הזרימה הטבעית למצבה ההיסטורי (דור אחד או שניים אחורה) בכמותה ובאיכותה, תוך התחשבות בצרכי המערכת האקולוגית ושיקולי ניהול משק מים יעיל עבור כלל הצרכנים".
- **הוגדרו עקרונות מרכזיים:**
 - * שיקום ושימור מקורות המים הטבעיים כחלק מהבראת המערכת האקולוגית.
 - * השבה על ציר הזמן של מקווי המים למצב זרימה טבעית - כתלות במצב האוגר.
 - * החזרת המשטר ההידרולוגי לתנאי זרימה טבעיים (מי תהום, עונתיות, מהלכי גאות שיטפוניים).
 - * לא יוזרמו מים/קולחים בצורה יזומה למקווה המים (ע"ע צינור בנחל בצת).
 - * זרימות שיטפוניות הינן חלק ממרכיבי השימור של המים בטבע.
 - * בחינת האפשרות להורדת מתקני איחוז מעיינות ואיגום שטפונות.
 - * הטבע יוכר ויחושב כצרכן בתוכניות פיתוח אזוריות.
- **בוצע פעילות לשיתוף הציבור**
 - * שיתוף אנשי מקצוע מתחום האקולוגיה בפורום "שולחן עגול".
 - * שיתוף פורום מקצועי רחב
 - * שיתוף הציבור הרחב
 - הנגשת תכולת התוכנית לשפה המובנת לציבור הרחב
 - פרסום מידע באתר האינטרנט של רשות המים, רשות הטבע והגנים והמשרד להגנת הסביבה.
 - פרסום כתובות אינטרנט לשאלות וקבלת מידע נוסף.
- **הוקם בסיס נתונים המשמש כמקור של נתונים גולמיים:**
 - * אקולוגיים
 - * הידרולוגיים
 - * הנדסיים
- **פותחה מתודולוגיה המשמשת כבסיס להערכת כמויות המים ותעדוף:**
 - * ערכיות משולבת
 - * ערכיות הידרולוגית
 - * ערכיות אקולוגית (כולל התייחסות לפערים אקולוגיים)
- **פותחה מערכת תומכת קבלת החלטות (DSS)–**
 - המערכת נותנת למקבל החלטה, כלי כמותי תומך בכל שלבי קבלת החלטה, כולל הצגת נתונים זמינים ברמה נקודתית (מקווה מים בודד)



וברמה מרחבית (נחל / אגן ניקוז / אזור תכנון), ניתוח מצב אקולוגי והידרולוגי, הגדרת צריכת המים וזמינות המים לתרחישי תפעול שונים, ניתוח מרחבי וקביעת סדרי עדיפות. משתני החלטה העיקריים בה הם רמת השיקום הנדרשת.

• **עם השלמת פערי המידע –**

יהיה ניתן לכמת את היקף המים לטבע באופן מקומי ו/או ארצי.

13. **סיכום ומסקנות**

נחלי ומעיינות ישראל מהווים חלק עיקרי ובלתי נפרד מהנוף ומהמערכת האקולוגית הטבעיים שהתקיימו באזורנו עוד בתחילת המאה העשרים. על אף חשיבותם, הן כחלק מהמערכת האקולוגית והן כחלק ממרחבי נופש, פנאי ותיירות, מצבם של מקווי המים הלחים התדרדר לאורך עשרות שנות פיתוח הארץ ודרישה גוברת למים לצרכי חקלאות, תעשייה ומשקי הבתים. כמענה לכך, התייעל וגבר ניצול מקורות המים הטבעיים (בעיקר מעיינות, נחלים ואקוויפרים). במשך השנים נוצלו מקורות המים הטבעיים מעבר לכושר המילוי החוזר הטבעי. כתוצאה מכך, נפגע משטר הזרימה בנחלים, עד כדי התייבשות ערוצים בהם הייתה בעבר זרימת בסיס, בנוסף מעיינות רבים הפסיקו לנבוע וגופי המים העיליים הצטמצמו משמעותית. בשונה מבעבר, בשנים האחרונות גוברת תשומת הלב שמוקדשת לטבע ולנוף בהקשר של ניהול משק המים של ישראל. כיום, הטבע מוגדר כצרכן שווה בחשיבותו ליתר הצרכנים, כפי שהוגדר בתוכנית האב למשק המים. הגדרה זו הינה נדבך חשוב בתהליך ההכרה בחשיבותם האקולוגית, הנופית והערכית של נחלי ומקווי המים של ישראל (נחלים, ביצות, מעיינות וכו') ובתוך כך התעורר לראשונה הצורך לכמת את צורכי המים של צרכנים אלו.

תוכנית האב למשק המים בחנה סוגיות מרכזיות המעסיקות את משק המים בישראל. התוכנית שילבה וסינכרנה שיקולים הנדסיים הכרוכים בהבטחת אספקת מים כמותית ואיכותית עם שיקולים מבניים, כלכליים, סביבתיים, חברתיים ומשפטיים. במסגרת התוכנית עלה הצורך לקיים התאמה מרבית בין היבטים ממלכתיים כוללים ובין היבטים המשוייכים ישירות למשק המים, ובמסגרת זו גובשה תוכנית האב מים לטבע. תוכנית האב מים לטבע הובלה בשיתוף פעולה של צוות היגוי בין משרדי- רשות המים, רשות הטבע והגנים, המשרד להגנת הסביבה ובוצעה על ידי חברת תהל ובשיתוף חברת אביב.

תוכנית האב מים לטבע מתמקדת ב 209 מקווי מים לחים (שהוגדרו על ידי רט"ג במסגרת העבודה הנוכחית), עבורם עודכנו העקרונות המנחים לקביעת כמות ואיכות המים הנדרשת להבטחת קיימות אקולוגית תלוית מים. תוכנית האב מים לטבע הינה ראשונה מסוגה בישראל. מתוך סקירת מדיניות לאומית ואסדרה

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



במדינות נבחרות, נמצא כי המדינות השונות נבדלות בהיבטי בעלות על המים ובהיבטים של משטר האקלים וזמינות משאב המים. במדינות שנסקרו ישנה הכרה בצורך להקצות מים לאקוויפרים ולאגני הניקוז והכרה בצורך לשקם את מקווי המים הלחים. יחד עם זאת, שלבי התכנון/ביצוע משתנים בין מדינה למדינה ותהליך תכנון ויישום התוכניות איננו מתאים בהכרח לתנאים ולצרכים הקיימים בישראל. בשל כך נהגו מספר מתודולוגיות במסגרת הפרוייקט הנוכחי, המאפשרות לחבר בין אקולוגיה והידרולוגיה ומאפשרות לספק הערכה של כמות המים הנדרשת עבור מקווי המים בהתאם לרמות השיקום השונות.

העקרונות המנחים שהותוו במסגרת התוכנית הנוכחית, כללו התייחסות ל: (א) הגדרת צרכי הטבע, (ב) מקור המים, (ג) ניהול משאבי מים, (ד) ניצול שטפונות ו (ה) ניצול שפיעות.

בין העקרונות שנוסחו:

- צרכי המים יוגדרו עבור כל צרכן ע"י גופים חיצוניים (רט"ג, המשרד להגנת הסביבה, גופים ירוקים) באופן "שקוף" ומדיד, רשות המים תפעל למלא את הדרישות תוך התחשבות בצרכי משק המים.
- מקור המים המועדף תמיד הינו מי המקור בשפיעה טבעית
- כמות המים שתחושב בתוך ההקצאה לטבע ולנוף הינה כמות המים השפירים בלבד המסופקת ישירות לטבע ולנוף כמים עיליים. עקרון זה יבטיח באופן מיטבי את שמירת המערכות האקולוגיות והמים באוגר ישמשו את משק המים במסגרת אמינות האספקה.
- יוגדר הנפח המותר להפקה מעל זרימות בסיס אותן יש לשמר.
- בכל מקרה של הקמת מתקנים לתפיסת מים עיליים תבחן התועלת הכלכלית אל מול העלות הסביבתית.
- מעיינות קטנים או לא יציבים שהתועלת בתפיסתם נמוכה, ישוחררו לטבע.
- אחיזת מעיינות, במקומות בהם יעד האספקה נמצא במורד הנחל, תבחן האפשרות לשחרור המעיין ותפיסתו בנקודה סמוכה ליעד.
- בשנים שחונות תסופק לטבע הקצאת מים מוגדרת

מתווה העבודה כלל:

- כתיבת החזון ועקרונות העבודה
- סקר ספרות
- איסוף נתונים ובניית בסיס נתונים
- הגדרת מתודולוגיות עבודה

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



- פיתוח כלי תומך החלטה
- ניתוח המצב האקולוגי וההידרולוגי במקווי המים השונים
- קביעת רמות השיקום המומלצות עבור כל אחד ממקווי המים
- הערכת משמעויות נגזרות
- שיתוף ציבור
- גיבוש המלצות

במסגרת העבודה הנוכחית פותחו שני כלים מרכזיים:

1. מערכת מידע הכוללת בסיס נתונים הידרולוגיים ואקולוגיים קיימים
2. מערכת תומכת קבלת החלטות אשר תסייע בתהליך הקצאת מים למקווי מים לחים.

מערכת מידע - איפיון בסיס הנתונים ובנייתו נעשו בשלב מוקדם וראשוני של תוכנית האב והיווה בכך בסיס לכל הניתוחים המיספריים והמרחביים שבוצעו בהמשך במסגרת תוכנית האב. בסיס הנתונים כולל ריכוז נתונים של כל הנתונים ההידרולוגיים והאקולוגיים הקיימים כיום, נתונים היסטוריים לצד נתונים עדכניים. מטרת בסיס הנתונים הינה מיפוי והערכה של רצף השינויים האקולוגיים, ההידרולוגיים ההנדסיים והתפעוליים שהתרחשו בבית הגידול במהלך עשרות השנים האחרונות.

מערכת DSS - כחלק מתוצרי התוכנית פותח כלי תומך קבלת החלטות (DSS) במטרה לספק למקבלי ההחלטות כלי כמותי תומך עבור כל שלבי קבלת ההחלטות, ובכלל זה הצגת נתונים זמינים ברמה נקודתית (ברמת מקווה מים בודד) וברמה מרחבית (נחל/אגן ניקוז/אזור תכנון), ניתוח מצב אקולוגי והידרולוגי, הגדרת צריכת המים וזמינות המים לתרחישי תפעול שונים, ניתוח מרחבי קביעת סדרי עדיפות. מערכת ה-DSS ניזונה מבסיס נתונים שהוקם גם כן במסגרת העבודה.

שיתוף הציבור - במהלך שלבי הכנת התוכנית וקבלת ההחלטות לגבי המשך תכנונה וקידומה, בוצע הליך נרחב של שיתוף הציבור. הליך השיתוף נבע מתפיסה הרואה חשיבות בשיתוף לצורך שיפור עבודת צוות מתכנני התכנית ולצורך סיוע בקידום ואישור התכנית, בכלל זה יצירת הסכמה כלל מערכתית ויצירת שיתופי פעולה בפרט כשמדובר בנושאי חלוקת משאבים ציבוריים.



צוות ההיגוי הבין משרדי (רשות המים, רשות הטבע והגנים, המשרד להגנת הסביבה) ויועציו קיימו ישיבות שוטפות לאורך הכנת התכנית, כמו כן במסגרת שיתוף הציבור התקיימו מספר דיונים ציבוריים במהלך גיבוש התכנית, בהרכבים רחבים ובהרכבים מקצועיים מצומצמים. בגמר התכנית מתוכננים מספר דיונים להצגת התכנית בפני הציבור המקצועי הרחב וכלל הציבור.

14. המלצות

תוכנית האב מים לטבע מהווה נדבך חשוב ונדרש בהגדרת הטבע כצרכן מים לגיטימי. זהו שלב משמעותי המניח את היסודות המרכזיים בעקבותיהם ינותבו באופן מושכל זרימות מים שפירים לצורך שיקום מקווי מים לחים, בהתאם לרמת הערכיות המשולבת של מקווה המים.

על מנת להפיק את המירב מהעבודה הרבה שבוצעה במסגרת תוכנית האב הנוכחית, מומלץ:

א. להציג את סל הכלים שפותחו במסגרת תוכנית זו למרבית הצרכנים הפוטנציאליים באופן ייזום, להוביל באופן אקטיבי ליידוע המערכות השונות על קיום הכלים הללו, ולהפוך את הכלים השונים שפותחו בעבודה זו לזמינים ברשת האינטרנט לקהל הרחב.

ב. יש להשלים את מתן ציוני הערכיות המשולבת על ידי נציגי שלושת המשרדים הממשלתיים

ג. יש להוסיף את שמורות הטבע שאינן נכללות ברשימת מקווי המים, לרשימת מקווי המים שהוגדרה בעבודה זו

ד. בסיס הנתונים שנבנה במסגרת העבודה הציף באופן חד את פערי המידע במרבית מקווי המים שהוגדרו בתוכנית. עבור מרבית האתרים שנבחנו במסגרת עבודה זו, אין נתונים הידרולוגיים ו/או אקולוגיים זמינים מספקים ולפיכך עבור אתרים יש לפעול להשלמת פערי המידע ההידרולוגיים לצורך קבלת כמות המים הסופית הנדרשת לכל מקווה מים לח ברמות שיקום שונות- על פי המתודולוגיה הבאה:

בשלב הראשון- יש לפתח ולהפעיל מתודולוגיות ייחודיות שיתנו מענה לכימות היקף המים הנחוץ לשיקומם על ידי השלמת נתונים סינטטיים במידת האפשר תוך שמירה על עקרונות הידרולוגיים ואקולוגיים מספקים. בשלב השני- יש לפעול להרחבת פעולות המחקר, הניטור והמדידות ההידרולוגיות והאקולוגיות על מנת להשלים את בסיס הנתונים בנתונים כמותיים מדודים, במקום הנתונים הסינטטיים שהושלמו בשלב הראשון. כלומר, המקומות בהם אין כיום נתונים הידרולוגיים זמינים, יש לבצע

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



השלמה סינטטית (במידת האפשר) של הנתונים הנדרשים על מנת לקבל את כמות המים הנדרשת לשיקום הנחל בכל אחת מרמות השיקום. לצורך ההשלמה הסינטטית של נתונים הידרולוגיים הוצעו שלוש מתודות להשלמת המידע החסר, אלו מוצגות להלן-

1. השלמת מידע היסטורי עבור מקווי מים להם קיים מידע הידרולוגי עדכני בלבד- השלמת המידע ההיסטורי יעשה על ידי "מתודת מקווה-מים שכך"-

- יצירת "סדרה עכשווית" של נתוני זרימה חודשיים (אלמ"ק\חודש) המורכבת ממוצעים חודשיים רב שנתיים (20 שנה) שנמדדו במקווה המים.

- לצורך ביטוי השינוי במשטר ההידרולוגי של מקווה המים לעיל, יבחר מקווה מים (y) מאותה "קב" ייחוס" (לדוגמא- נחל הררי צר) אשר נמצא קרוב ביותר ומושפע מאותם תנאים ככל הניתן, להלן יקרא "מקווה מים שכך". כמו כן מחוייב "מקווה המים השכך" להיות אחד ממקווי המים אשר נותחו לפי המתודה הידרולוגית של תוכנית האב בצורה מלאה (מקווה מים אשר לו קיימות "סדרה היסטורית" ו-"סדרה עכשווית"), ביטוי השינוי במשטר ההידרולוגי ב" מקווה המים שכך" יבוטא על ידי היחס בין הסדרה ההיסטורית לעכשווית-

$$\frac{Vol_{-}history(y)}{Vol_{-}present(y)} = \alpha_{Vol}(y)$$

- חישוב הסדרה ההיסטורית במקווה המים (X) לו קיים רק מידע עדכני, יעשה על ידי הכפלת "הסדרה העכשווית" (שנאמדה בשלב א') בערכי היחס החודשיים (α_{Vol}) שחושבו (בשלב ב') "ממקווה המים השכך" (y), כפי שמוצג להלן-

$$Vol_{-}history(x) = \alpha_{Volume}(y) \times Vol_{-}present(x)$$

2. השלמת מידע הידרולוגי היסטורי ועכשווי למקווי מים להם קיים מידע עקיף-

- שימוש במשוואת הרציפות במקווי מים לא מנותחים להם קשר הידראולי ישיר עם מקטע נחל (מעלי/מורדי) אשר נותח לפי מתודה הידרולוגית מקובלת בתוכנית האב. להלן, מובאת משוואת הרציפות ומקרה מוצב במשוואה לדוגמא.

$$Q_{\text{downstream}} = Q_{\text{upstream}} + Q_{\text{side-streams}}$$

$$Q_{\text{נחל קצביה}} - Q_{\text{יהודיה תחתון}} = Q_{\text{יהודיה עליון}}$$

3. שימוש במתודת "מקווה מים שכך" לצורך הגדרת פערי שפיעה רגיונליים. על ידי ניתוח הידרולוגי של מעיינות להם מידע הידרולוגי מנותח לפי המתודה ההידרולוגית של תוכנית האב ומציאת יחס פערי השפיעה של המעיינות בתקופות השונות. תחושב השפיעה ההיסטורית של מעיינות להם ישנו מידע הידרולוגי עכשווי ומושפעים מאותם תנאים הידרוגיאולוגיים. בעזרת השלמת הסדרה ההיסטורית של כלל המעיינות באזור מסויים תתקבל תמונה רגיונלית של כמות המים הנדרשת לכל אחת מרמות השיקום.

כאמור, בעתיד יש לפעול להחלפת הנתונים הסינטטיים בנתוני אמת שנאספו ונמדדו באתרים השונים בשנים הבאות תוך שאיפה שמערכת המידע שנבנתה במסגרת תוכנית האב הנוכחית תושלם באופן מלא על ידי נתונים מדודים.

ה. יש להמשיך ולעדכן את הנתונים שנבנה במסגרת העבודה הנוכחית, באופן שגרתי ועל ידי תחזוקה שוטפת של בסיס הנתונים שהוקם. כמו כן, ישנו צורך בחיבור ליישומות הנדסית שכיום איננו חלק ממערכת ה-DSS.



15. מקורות ספרות

- גורן, מ. 2002. מחלקת הדגים: דגי נחלים ואגמים בישראל. מתוך דולב, ע. ופרבלוצקי א.: הספר האדום: מינים בסכנת הכחדה בישראל. רשימת המינים בסיכון. חולייתנים. הוצאת רשות הטבע והגנים, החברה להגנת הטבע. עמ' 39-52.
- גל, א., שיצר, ד., דולב, ע., מזה, א., רוך, מ., אלמוג, ר., לבינגר, ז., שחם, ב., הרשקוביץ, י., מילשטיין, ד. ורמון, א. 2011. נהר הירדן וסביבותיו – מנהריים עד נחל בזק סקר אקולוגי מלווה לתוכנית אב. דו"ח פרויקט, מוגש לרשות ניקוז ירדן דרומי.
- גפני, ש. 2002. מחלקת הדו חיים. מתוך: דולב ע. ופרבלוצקי, א. הספר האדום: מינים בסכנת הכחדה בישראל. רשימת המינים בסיכון. חולייתנים. הוצאת רשות הטבע והגנים, החברה להגנת הטבע. עמ' 55-68.
- גפני, ש. 2002. אקולוגיה. מתוך: קשטן, א. תכנית אב לשיקום ופיתוח נחל הבשור. המנהלה לשיקום ופיתוח נחל הבשור. עמ' 77-114.
- גפני, ש. 2008. סקר נחלים בעמק החולה. דו"ח מסכם לסקר שנערך באוגוסט – נובמבר 2007. מוגש לסבר יעוץ אקולוגיה וסביבה. 82 עמ'.
- גפני, ש. 2012. הידרוביולוגיה. בתוך: פרלברג, א. ורמון, א. (עורכים), הירדן הדרומי מזרחית לגדר המערכת. נספח השלמה לסקר נהר הירדן וסביבותיו – מנהריים עד נחל בזק. יחידת סקרי טבע ונוף, מכון דש"א ורשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי. עמ' 208-226.
- הרשקוביץ, י. 2002. חברת חסרי החוליות הגדולים כאמצעי לניטור נחלים בישראל: נחל הירקון כמודל לנחלי החוף. עבודת מוסמך, המחלקה לזואולוגיה, אוני' תל-אביב. 103 עמ'.
- פרלברג, א., רוך, מ., שגב, א. ורמון, א. 2009. רגישות סביבתית לפעולות תחזוקה של הערוצים ברשות ניקוז ונחלים גליל מערבי. רשות ניקוז ונחלים גליל מערבי ורשות הטבע והגנים. 68 עמ'.
- קוגלר, י. 1985. חרקים. מתוך: אלון, א. (עורך) החי והצומח של ארץ ישראל. משרד הביטחון ההוצאה לאור והחברה להגנת הטבע. כרך 3, עמ' 46-48.
- קלינהוז, ש. וגזית, א. 1955. סקר אקולוגי ראשוני בנחל חרוד. מתוך: מרקל, ד. ופרומקין, ר. נחל חרוד סקר אקולוגי סביבתי. מנהלת נחל חרוד. עמ' 140-155.
- שמוחה, מ. 1972. חברימיניים (Ephemeroptera) של ארץ ישראל. עבודת מוסמך. המחלקה לזואולוגיה, אוני' תל-אביב. 112 עמ'.



- Bain, M.B., Finn, J.T. and Booke, H.E., 1988. Stream flow regulation and fish community structure. *Ecology*, 69: 382-392.
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. and Stribling, J.B. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*, 2nd Ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Baucrnfeind, E., and Moog, O. 2000. Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach. *Hydrobiologia*, 422/423: 71–83.
- Bickerton, M.A. 1995. Long-term changes of macro-invertebrate communities in relation to flow variations: the River Glen, Lincolnshire, England". *Regulated Rivers Research and Management*, 10: 81-92.
- Bona, F., Falasco, E., Fenoglio, S., Iorio, L. and Badino, G. 2008. Response of macroinvertebrate and diatom communities to human-induced physical alteration in mountain streams. *River Research and Applications*, 24: 1068–1081.
- Boon, P.J., Holmes, N.T.H., Maitland, P.S. and Rowell, T.A. 1994. A system for evaluating rivers for conservation ("SERCON"): an outline of the underlying principles. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theroretische und Angewandte Limnologie*, 25: 1510–1514.
- Boon, P.J., Wilkinson, J. and Martin, J. 1998. The application of SERCON (System for Evaluating Rivers for Conservation) to a selection of rivers in Britain. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8: 597–616.
- Boon, P.J. 2000. The development of integrated methods for assessing river conservation value. *Hydrobiologia* 422/423: 413–428.
- Brenden, T.O., Wang, L. and Seelbach. P.W. 2008. A river valley segment classification of Michigan streams based on fish and physical attributes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 137: 1621-1636.
- Brookes, A. 1996. 17. Floodplain Restoration and Rehabilitation. In : Anderson, M. G., Walling, D. E. and Bates, P. D. (Eds.), *Floodplain Processes*. John Wiley & Sons. Pp: 553-576.



- Brown, L.R. and Ford, T. 2002. Effects of flow on the fish communities of a regulated California river: Implications for managing native fishes. *River Research and Application*, 18: 331–342.
- Brussock, P.P., Brown, A.V. and Dixon, J.C. 1985. Channel form and stream ecosystem models. *Water Resources Bulletin*, 21: 859-866.
- Bunzel, K., Kattwinkel, M. and Liess M. 2012. Effects of organic pollutants from wastewater treatment plants on aquatic invertebrate communities. *Water Research*, 47: 597-606.
- Cairns, J. 1991. The status of the theoretical and applied science of restoration ecology. *The Environmental Professional*, 11: 152-159.
- Cairns, J. Jr., Marshall, K.E., Johnson, R.K., Norris, R.H., Reice, S.R., Walker, I.R., Buikema, A.L. Jr., Cooper, S.D., Brinkhurst, R.O., Pratt, J.R., Wiederholm, T., McElravy, E.P., Jackson, J.K., Georges, A., Wohlenberg, M., Voshell, J.R. Jr. and Barmuta, L. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg, D.M. and Resh V.H. (Eds.), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York. P: 195-233.
- Daren et al, 2013.
- Carlisle, D.M., Meador, M.R., Short, T.M., Tate, C.M., Gurtz, M.E., Bryant, W.L., Falcone, J.A. and Woodside, M.D. 2013. *The Quality of Our Nation's Waters Ecological Health in the Nation's Streams, 1993–2005*. National Water-Quality Assessment Program. Circular / U.S. Geological Survey ; 1391. 120 Pp.
- Chessman B, 2003, *SIGNAL 2 – A scoring system for macro-invertebrate ('water bugs') in Australian rivers*, Monitoring River Health Initiative Technical Report no 31, Commonwealth of Australia, Canberra.
- Conquest, L.L. and Ralph, S.C. 1998. Statistical design and analysis considerations for monitoring and assessment. In: Naiman, R. and Bilby, R.E. (Eds.), *River ecology and management*, Springer N.Y. P: 433-501.
- Constanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonkk, P. and van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.



- Cullis, J. 2008. Determining environmental flow requirements for substrate maintenance in cobble and boulder bed rivers in South Africa. *Hydrology Days 2008*.
- Dallas, H.F., 2000. Ecological reference conditions for riverine macroinvertebrates and the River Health Program, South Africa. *Proceedings of the 1st WARFSA/Water Net Symposium: Sustainable Use of Water Resources*; Maputo, 1-2 November 2000. Pp:1-10.
- Dawson, F.H., Newman, J.R., Gravelle, M.J., Rouen, K.J., Henville, P., 1999. *Assessment of the trophic status of rivers using macrophytes. Evaluation of the Mean Trophic Rank*. R&D Technical Report E39. Environmental Agency, UK.
- Dewson, Z.S., James, A.B.W. and Death, R.G. 2007a. Stream ecosystem functioning under reduced flow conditions. *Ecological Applications* 17: 1797-1808.
- Dewson, Z.S., James, A.B.W. & Death, R. G. 2007b. Invertebrate responses to short-term water abstraction in small New Zealand streams. *Freshwater Biology* 52: 357-369.
- Death, R.G. 2010. Disturbance and riverine benthic communities: what has it contributed to general ecological theory? *River Research and Application*, 26: 15–25.
- Death R.G. and Winterbourn M.J. 1995. Diversity patterns in stream benthic invertebrate communities: the influence of habitat stability. *Ecology*, 76: 1446-1460.
- Douterelo, I., Perona, E. and Mateo, P. 2004. Use of cyanobacteria to assess water quality in running waters. *Environmental Pollution* 127: 377–384.
- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O. Kawabata, Z.I., Knowler, D.J., Leveque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.H., Soto, D., Stiassny, M.L.J. and Sullivan, C.A. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81: 163–182.
- Dufrene, M., Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345–366.



- Dunbar, M.J., Warren, M., Extence, C., Baker, L., Cadman, D., Mould, D.J., Hall, J., and Chadd, R. 2010a. Interaction between macroinvertebrates, discharge and physical habitat in upland rivers. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. DOI: 10.1002/aqc.1089.
- Dunbar, M.J., Pedersen, M.L., Cadman, D., Extence, C., Waddingham, J., Chadd, R. and Larsen SE. 2010b. River discharge and local scale physical habitat influence macroinvertebrate LIFE scores. *Freshwater Biology*, 55: 226–242.
- Dunn, H. 2000. *Identifying and protecting rivers of high ecological value*. Land & Water Resources Research & Development Corporation. 81 Pp.
- Dyson, M., Bergkamp, G. and Scanlon, J. 2008. (Eds.), *Flow – The essentials of environmental flows*, 2nd Edition. Gland, Switzerland: IUCN.
- EC (European Commission), 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Off. J. L327, 1–73.
- EPA 2012. Macroinvertebrates and habitat. In: *Water monitoring & assessment*. Chapter 4. <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms40.cfm>.
- Galuppo, N., Maci, S., Pinna, M. and Basset, A. 2007. Habitat types and distribution of benthic macroinvertebrates in a transitional water ecosystem: Alimini Grande (Puglia, Italy). *Transitional Waters Bulletin*, 4: 9-19.
- Freeman, M.C. and Marcinek, P.A. 2006. Fish assemblage responses to water withdrawals and water supply reservoirs in Piedmont streams. *Environmental Management*, 38: 435–450.
- Fore, L.S. and Grafe, C. 2002. Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (USA). *Freshwater Biology*, 47: 2015–2037.
- Frissell, C.A., Liss, W.J., Warren, C.E. and Hurley, M.D. 1986. A hierarchical framework for stream classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, 10: 199–214.
- Gafny, S., Goren, M. and Gasith, A. 2000. Fish assemblage in a coastal Mediterranean stream (Yarqon, Israel) receiving domestic effluent. *Hydrobiologia*, 422/423: 319-330



- Galat, D.L. and Lipkin, R. 2000. Restoring ecological integrity of great rivers: historical hydrographs aid in defining reference conditions for the Missouri River. *Hydrobiologia*, 422/423: 29-48
- Gleick, P. H. 2003. Global freshwater resources: Soft-path solutions for the 21st century. *Science*, 302: 1524–1528.
- Grafe, C.S. 2004. *Selection of reference condition for small streams in Idaho: a systematic approach*. Surface Water Quality Program, Department of Environmental Quality. 54 Pp.
- Habersack, H.M. 2000. The river-scaling concept (RSC): a basis for ecological assessments. *Hydrobiologia*, 422/423: 49–60.
- Hamsher, S.E., Verb, R.G., Vis, M.L., 2004. Analysis of acid mine drainage impacted streams using a periphyton index. *Journal of Freshwater Ecology*, 19: 313–324.
- Harris, J.H. 1995. The use of fish in ecological assessment. *Australian Journal of Ecology*, 20: 65–80.
- Harris, J.H. and Silveira, R. 1999. Large-scale assessment of river health using an Index of Biotic Integrity with low-diversity fish communities, *Freshwater Biology*, 41: 235–252.
- Harris, N.M., Gurnell, A.M., Hannah, D.M., and Petts, G.E. 2000. Classification of river regimes: a context for hydroecology. *Hydrological Processes*, 14: 2831-2848
- Haslam, S.M., Wolseley, P.A., 1987. River plants of Western Europe. The macrophytic vegetation of watercourses of the European Economic Community. Cambridge University Press, Cambridge, 512 pp.
- Heino, J. 2000. Lentic macroinvertebrate assemblage structure along gradients in spatial heterogeneity, habitat size and water chemistry. *Hydrobiologia*, 418: 229–242.
- Higgins, J.V., Bryer, M.T., Khoury, M.L. and Fitzhugh, T.W. 2005. A freshwater classification approach for biodiversity conservation planning. *Conservation Biology*, 19: 1-14.
- Hill, B.H., Herlihy, A.T., Kaufman, P.R., Stevenson, R.J., McCormick, F.H. and Johnson, C.B. 2000. Use of periphyton assemblage data as an index of



biotic integrity. *Journal of the North American Benthological Society*, 14: 451–457.

- Holt, E.A. and Miller, S.W. 2010. Bioindicators: Using organisms to measure environmental impacts. *Nature Education Knowledge*, 3:8.
- Hughes, R.M. 1985/ Use of watershed characteristics to select control streams for estimating effects of metal mining wastes on extensively disturbed streams. *Environmental Management*, 9: 253-262.
- Hughes et al. 2009.
- Hughey, K.F.D. and Baker, M.A. 2010. The river values assessment system: Volume 2: Application to cultural production and environmental values. Land Environment and People Research Report No. 24B. Lincoln University, Canterbury, New Zealand. 124 Pp.
- Jeppsson, T., Lindhe, A. Gärdenfors, U. and Forslund, P. 2012. The use of historical collections to estimate population trends: A case study using Swedish longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae). *Biological Conservation*, 143: 1940–1950.
- Jepsen, N. and Pont, D. 2007. Intercalibration of fish-based methods to evaluate river ecological quality. EU intercalibration pilot exercise report EUR 22878 EN – 2007, European Commission Joint Research Centre. 194 Pp.
- Johnson, R.K., Wiederholm, T. and Rosenberg, D.M. 1993. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall. P: 40-125.
- Jungwirth, M., Muhar, S. and Schmutz, S. Fundamentals of fish ecological integrity and their relation to the extended serial discontinuity concept. *Hydrobiologia*, 422/423: 85–109.
- Kanno, Y. and Vokoun, J.C. 2010. Evaluating effects of water withdrawals and impoundments on fish assemblages in southern New England streams, USA. *Fisheries Management and Ecology*, 17: 272–283.
- Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 66: 21-27.



for assessing eutrophication in European lakes. *Ecological Indicators*, 45: 407-415.

- Konrad, C.P., Brasher, A.M.D. and May, J.T. 2008. Assessing stream flow characteristics as limiting factors on benthic invertebrate assemblages in streams across the western United States. *Freshwater Biology*, 53: 1983-1988.
- Ladson, A.R., White, L.J., Doolan, J.A., Finlayson, B.C., Hart, B.T., Lake, P.S. and Tilleard, J.W. 1999. Development and testing of an index of stream condition for waterway management in Australia. *Freshwater Biology*, 41: 453-468.
- Lata Dora, S., Maitti, S.K., Tiwary, R.K. and Anshumali 2010. Algae as an indicator of river water pollution – a review. *The Bioscan*, Special Issue 2: 318-422.
- Larned, S.T., Arscott, D.B., Schmidt, J. and Diettrich, J.C. 2010. A Framework for analyzing longitudinal and temporal variation in river flow and developing flow-ecology relationships. *Journal of the American Water Resources Association*, 46: 541-553.
- Lecerf, A. and Richardson, J. S. 2010. Biodiversity-ecosystem function research: insights gained from streams. *River Research and Applications*, 26: 45-54.
- Leonard, P.M. 2011. Emerging trends in environmental flow science. Proceedings of the 2011 Georgia Water Resources Conference, held April 11-13, 2011, at the University of Georgia.
- Levin, S.A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, 73: 1943-1967.
- Li, L., Zheng, B. and Liu, L. 2010. Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: Definitions, approaches and trends. *Procedia Environmental Sciences*, 2: 1510-1524.
- Maceda-Veiga, A. and De Sostoa, A, 2011. Observational evidence of the sensitivity of some fish species to environmental stressors in Mediterranean rivers. *Ecological Indicators*, 11: 311-317.
- Marzin, A., Archaimbault, V., Belliard, J., Chauvin, C., Delmas, F. and Pont, D. 2012. Ecological assessment of running waters: Do macrophytes,

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



macroinvertebrates, diatoms and fish show similar responses to human pressures? *Ecological Indicators*, 23: 56–65.

- Meyer, J.L. 1998. Stream health: incorporating the human dimension to advance stream ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, 16: 439-447.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2003. *Ecosystems and human wellbeing: A framework for assessment*. Island Press, Washington, D.C.
- Minshall, G.W. and Winger P.V. 1986. The effect of reduction in stream flow on invertebrate drift. *Ecology*, 49: 580-582.
- Minshall, G.W. 1996. Bringing biology back into water quality assessments. In: Committee on inland aquatic ecosystems (Eds.). *Freshwater ecosystems: revitalizing educational programs in limnology*. Water Science and Technology Board, Commission on Geosciences, Environment, and Resources, National Research Council, Washington, DC. P: 289–324.
- Moore, M.J.C., Langrehr, H.A. and Angradi, T.R. 2012. A submersed macrophyte index of condition for the Upper Mississippi River. *Ecological Indicators*, 13: 196-205.
- Munn, M.D. and Brusven, M.A. 1991. Benthic macro-invertebrate communities in non-regulated and regulated waters of the Clearwater River, Idaho, USA. *Regulated Rivers Research and Management*, 6: 1-11.
- Naymik, J., Pan, Y., Ford, S., 2005. Diatom assemblages as indicators of timber harvest effects in coastal Oregon streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 24, 569–584.
- Naiman, R.J., Lonzarich, D.G., Becchie, T.J. and Ralph, S.C. 1992. General principal of classification and assessment of conservation potential in rivers. In: Boon, P.J., Calow P. and Petts, G.E. (Eds.), *River Conservation and Management*. Wiley, Chichester. Pp: 93-123.
- Naiman, R.J., Latterell, J.J., Pettit, N.E. and Olden, J.D. 2008. Flow variability and the biophysical vitality of river systems. *C. R. Geoscience*, 340: 629–643.
- Nilsson, C. and Svedmark, M. 2002. Basic Principles and ecological consequences of changing water regimes: Riparian plant communities. *Environmental Management*, 30: 468-480.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



- Norris, R.H. and Thoms, M.C. 1999. What is river health? *Freshwater Biology*, 41: 197–209.
- Palmer, G. W. 1969. A composite rating of algae tolerating organic pollution. *Journal of Phycology*, 5: 78-82.
- Poff, N.L. and Ward, J.V. 1989. Implications of streamflow variability and predictability for lotic community structure: a regional analysis of streamflow patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46: 1805-1818.
- Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E. and Stromberg J.C. 1997. The natural flow regime. A paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, 47: 769-784.
- Poff, N.L., Allan, J.D., Palmer, M.A., Hart, D.D., Richter, B.D., Arthington, A.H., Rogers, K.H., Meyer, J.L. and Stanford, J.A. 2003. River flows and water wars: emerging science for environmental decision making. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1: 298–306.
- Poff, N.L. 2009. Managing for variation to sustain freshwater ecosystems. 2009. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 135:1-4.
- Postel, S. and Carpenter, S. 1997. Freshwater ecosystem services. In: G.C. Daily (Ed.). *Nature 's services; societal dependence on natural ecosystems*, Island Press, Washington DC., USA. P: 195-214.
- Rachel E.A., and Ronald, B.J. 2008. *Determination of baseline periods of record for selected streamflow-gaging stations in New Jersey for determining ecologically relevant hydrologic indices (ERHI)*. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2008-5077. 70 Pp.
- Rader, R.B. and Belish, T.A. 1999. Influence of mild to severe flow alteration on invertebrates in three mountain streams. *Regulated Rivers: Research & Management*, 15: 353–363
- Rakocinski, C.F. 2012. Evaluating macrobenthic process indicators in relation to organic enrichment and hypoxia. *Ecological Indicators*, 13: 1-12.
- Rehn, A.C. 2009. Benthic macroinvertebrates as indicators of biological condition below hydropower dams on west slope Sierra Nevada streams, California, USA. *River Research Applications*, 25: 208-228.



- Reid, L.M. 1998. Cumulative watershed effects and watershed analysis. In: Naiman, R.J. and Bilby, R.E. (Eds). *River Ecology and Management: Lesson from the Pacific Coastal Ecoregion*. Springer. Pp: 476-501.
- Resh, V.H. and Unzicker, J.D. 1975. Water quality monitoring and aquatic organisms: The importance of species identification. *Water Pollution Control Federation*, 47: 9-19.
- Reynoldson, T.B., Day, K.E., Pascoe, T., 2000. The development of the BEAST: a predictive approach for assessing sediment quality in the North American Great Lakes. In: Wright, J. F., Sutcliffe, D.W., Furse, M.T. (Eds.), *Assessing the Biological Quality of Fresh Waters: RIVPACS and Other Techniques*. Freshwater Biological Association, Ambleside, Cumbria, UK. The RIVPACS International Workshop, 16–18 September 1997, Oxford, UK, pp. 165–194.
- Robinson, C.T., Aebischer, S. and Uehlinger, U. 2004. Immediate and habitat-specific responses of macroinvertebrates to sequential, experimental floods. *Journal of the North American Benthological Society*, 23: 853–867.
- Schiemer, F. 2000. Fish as indicators for assessment of the ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia*, 422/423: 271–278.
- Shafroth, P.B., Wilcox, A.C., Lytle, D.A., Hickey, J.T., Andersen D.C., Beauchamp, V.B., Hautzinger, A., McMullen, L.E. and Warner, A. 2010. Ecosystem effects of environmental flows: modelling and experimental floods in a dryland river. *Freshwater Biology*, 55: 68–85.
- Smucker, N.J. and Vis, M.L. 2011. Diatom biomonitoring of streams: Reliability of reference sites and the response of metrics to environmental variations across temporal scales. *Ecological Indicators*, 11: 1647-1657.
- Snelder, T.H., Biggs, B.J.F. and Woods, R.A. 2005. Improved eco-hydrological classification of rivers. *River Research and Application*, 21: 609–628
- Sonneman, J.A., Walsh, C.J., Breen, P.F., Sharpe, A.K., 2001. Effects of urbanization on streams of the Melbourne region, Victoria Australia. II. Benthic diatom communities. *Freshwater Biology*, 46: 553–565.
- Stewart-Oaten, A., Bence, J.R. and Osenberg C.W. 1992. Assessing effects of unreplicated perturbations: No simple solutions. *Ecology*, 73: 1396-1404.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



- Stranko, S.A., Hilderbrand, R.H. and Palmer, M.A. 2012. Comparing the fish and benthic macroinvertebrate diversity of restored urban streams to reference streams. *Restoration Ecology*, 20: 747-755.
- Stromberg, J.C. 2001. Restoration of riparian vegetation in the south-western United States: importance of flow regimes and fluvial dynamism. *Journal of Arid Environments*, 49: 17}34.
- Stromberg, J.C., Lite, S.J., Rychener, T.J., Levick, L.R., Dixon, M.D., Watts, J.M., 2006. Status of the Riparian ecosystem in the upper San Pedro River, Arizona: application of an assessment model. *Environmental Monitoring Assessment*, 115, 145–173.
- Sundermann, A., Gerhardt, M., Kappes, H. and Haase, P. 2013. Stressor prioritisation in riverine ecosystems: Which environmental factors shape benthic invertebrate assemblage metrics? *Ecological Indicators*. 27: 83-96.
- Taylor, C.M., Millican, D.S., Roberts, M.E. and Slack, W.T. 2008. Long-term change to fish assemblages and the flow regime in a southeastern U.S. river system after extensive aquatic ecosystem fragmentation. *Ecography*, 31: 787-797.
- Thomson, J.R., Taylor, M.P. Fryirs, K.A. and Brierley, G.J. 2001. A geomorphological framework for river characterization and habitat assessment. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 11: 373–389.
- Van den Brink, F.W.B., Van der Velde, G. and Wijnhoven, S. 2013. Diversity, occurrence and feeding traits of caddisfly larvae as indicators for ecological integrity of river-floodplain habitats along a connectivity gradient. *Ecological Indicators*, 25: 92-98.
- Wade, A.J., Whitehead, P.G., Hornberger, G.M. and Snook, D.L. 2002. On modelling the flow controls on macrophyte and epiphyte dynamics in a lowland permeable catchment: the River Kennet, southern England. *The Science of the Total Environment*, 282/283: 375-393.
- Wan Hussin, W.M. R., Cooper, K.M., Barrio Froján, C.R.S., Defew, E.C. and Paterson, D.M. 2012. Impacts of physical disturbance on the recovery of a macrofaunal community: A comparative analysis using traditional and novel approaches. *Ecological Indicators*, 12: 37-45.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



נספחים

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 214 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120-תוכנית אב לאספקת מים-240120-הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Managment\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



נספח 1

מתווה תוכנית עבודה - כולל משימות ומטרות עיקריות



נספח 2

ממצאי סקר ספרות – אקולוגי

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 217 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים
הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Management\Report\Final report
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



1. מדיניות לאומית ואסדרה במדינות נבחרות

1.1 מבוא

בסעיף זה מובאת סקירה של מדיניות במדינות נבחרות בעולם, הליכי רגולציה ויישום עקרונות יסוד להקצאת/השבת מים לטבע ולסביבה. מסקירה זו ננסה ללמוד מהם החסמים ומה ניתן ליישם במדיניות בישראל. להלן מבנה סקירת מדיניות לאומית במדינות נבחרות והתובנות מסקירה זו :

החלק הראשון מציג רקע לעקרונות ההקצאה במדינות השונות, ארגונים ואמנות (WWF, RAMSAR) במסגרתם בוצעה סקירה אודות הקצאות מים לטבע במדינות שונות, ואת המדינות השונות שנכללו בסקירה זו על פי חלוקתן לאופן הבעלות על המים ומשטר האקלים :

1. מדינות בהן קיימת בעלות מלאה על המים

- א. מדינות בהן הבעלות על המים הנה מלאה ומאפייני האקלים דומים לישראל : יוון וספרד
- ב. מדינות בהן הבעלות על המים הנה מלאה ובעלות מאפייני אקלים שונים מישראל: אנגליה, דרום אפריקה

2. מדינות בהם גורמים שונים מחזיקים במים :

אוסטרליה, ארה"ב – כללי : קליפורניה, מדינת מישיגן, מדינת מסאצ'וסטס

בחלק השני מוצגת השוואה כוללת בין מדינות שנסקרו לעיל ומדינות נוספות.

בחלק השלישי מוצג סיכום הסקירה ותובנות שניתן ליישם בתכנית האב למים לטבע בישראל.



1.1.1 סקירת המדיניות ומטרתה

המדינות מוצגות בסקירה על פי חלוקה לשתי קטגוריות שנמצאו כמאפיינות במדינות העולם –

בעלות על המים במדינה ומשטר האקלים:

1. בעלות על המים-

א. מדינות בהן המים מוגדרים כמשאב לאומי ואין בהן מחזיקים פרטיים אשר סוחרים במים ומחלקים אותם על פי צורכיהם. ישראל, מרבית מדינות אירופה ודרום אפריקה הן דוגמאות לכך.

ב. מדינות בהן המים הנם סחירים בידי גופים אשר מקצים מכסות מים למגזרים השונים, חלקם בכפיפות לחוקים המקצים מים לסביבה. בין מדינות אלו נמנות אוסטרליה ומדינות מערב ארה"ב.

כאשר המים מוגדרים כמשאב לאומי, ללא מחזיקים פרטיים הסוחרים בהם, הליך הקצאות המים עבור הטבע הנו פשוט יותר בהיבטי חקיקה ומעורבות בעלי העניין.

האחריות לאיכות המים והזרם בנחלים והנהרות השונים משתנה עפ"י אופי חלוקת זכויות המים (David katz, 2006-[1]):

- במדינות בהן זכויות המים הן לפי המיקום ביחס לנחל או לנהר, האחריות הינה בידי המשתמשים השונים לאורך הנהר/נחל כמו באנגליה, קנדה, הודו, מזרח ארה"ב ומדינות אחרות שהיו קולוניות של בריטניה.
- במדינות בהם זכויות המים הן פרטיות האחריות הינה בידי המשתמשים שבתחתית הנהר/נחל כמו במקסיקו, צ'ילה, מערב ארה"ב. מערכת כזו של זכויות פרטיות מאפשרת מסחר בשוק כאמצעי להגנה על הנהר ועל שירותים בעלי ערך סביבתי גבוה.

2. משטר האקלים

גורם מרכזי נוסף שיש לכלול בהשוואת מדיניות בין לאומית הנו משטר האקלים הנהוג במדינות השונות. בישראל ישנו אקלים ים תיכוני /אקלים מדברי. בין המדינות בעלות המכנה המשותף לישראל במשטר האקלים והמשקעים ניתן למנות את מדינות אירופה כדוגמת יוון וספרד, מדינות ארה"ב כדוגמת קליפורניה, נואדה, אריזונה, אזורים באוסטרליה ועוד.



סקירת הספרות הבינ"ל שבוצעה מציגה מדינות בעלות משטרי אקלים שונים וגופי מים שונים ומגוונים. המשותף לכל המדינות הללו הוא ההכרה בצורך להקצות מים לסביבה ולשקם נזקים שבוצעו באקוויפרים, אגני הניקוז בהם חוצים נחלים ראשיים ומקווי מים המושפעים מכך, במישרין או בעקיפין.

1.1.2 רקע לעקרונות ההקצאה במדינות השונות

בשנים האחרונות חלה התפתחות רבה בגישת מדינות שונות בעולם לנושא הקצאה וניהול מים עבור שימור תפקוד מערכות בתי הגידול הלחים. התפתחות זו מלווה בחקיקה ארצית ואזורית ובקידום תכניות שונות ליישום העקרונות שהותוו בתכניות האב ובחוקים שנחקקו. ישנם ארגונים בינ"ל אשר עוסקים בשימור אתרי טבע אשר עוקבים אחר הנושא ומנסים לסייע למדינות השונות ע"י מתן כלים והדרכות.

שני גופים בולטים הראויים לציון הנם:

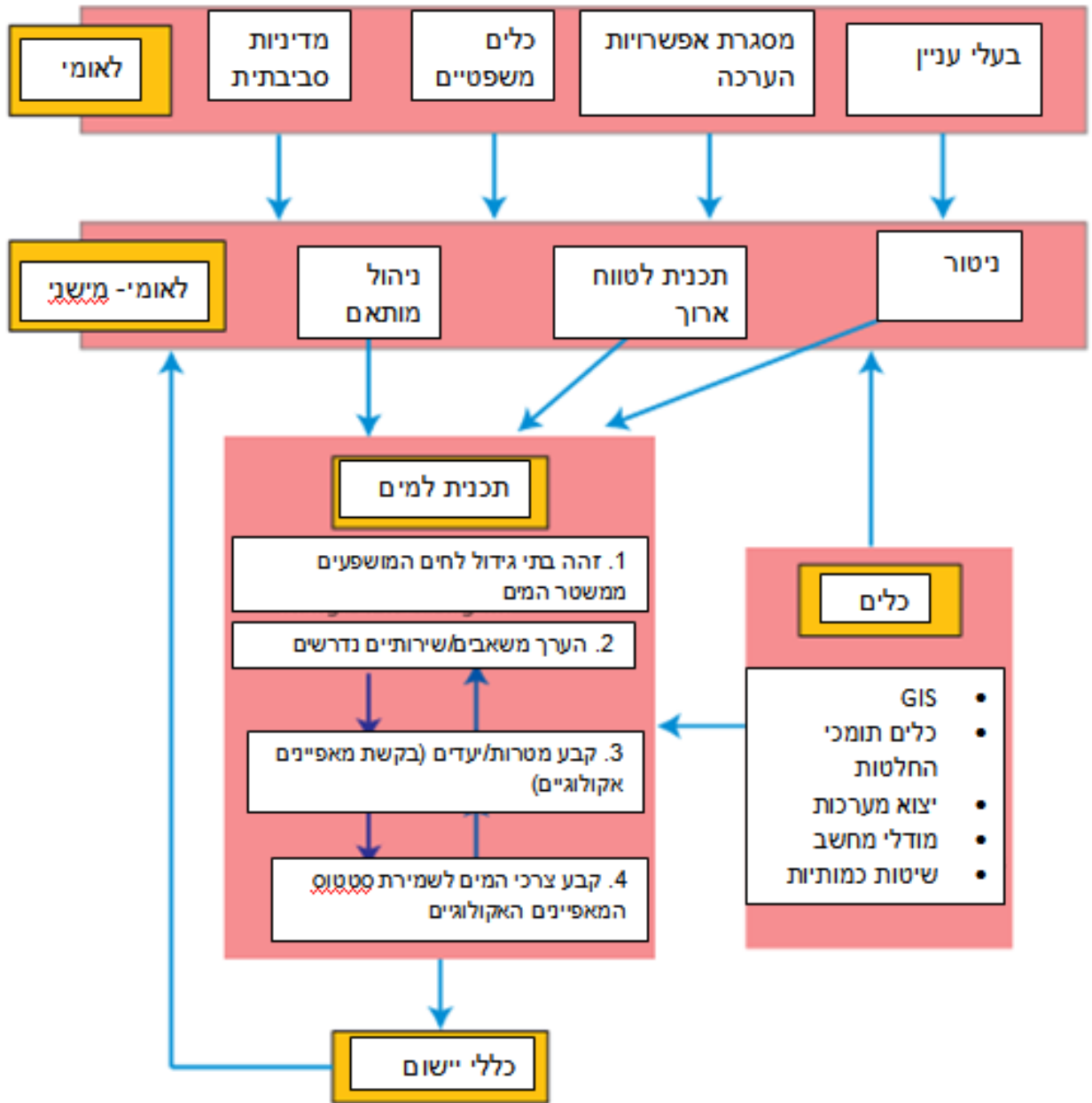
RAMSAR (The convention on wetlands) [2]

אמנה בין לאומית לשימור וניצול בר קיימא של מקווי מים ייחודיים. מקדמת שימור המאפיינים האקולוגיים של בתי הגידול הלחים בתחומם וכן הכרה בערכם הכלכלי, תרבותי, מדעי ושימושי הפנאי. 163 מדינות חתומות על האמנה ומוכרזים האתרים החשובים שבתחומה, ביניהן גם ישראל עם שני האתרים הבאים- אתר החולה ואתר עין אפק. אחת לשלוש שנים נציגי המדינות החברות מגישים דו"ח למזכירות האמנה, מקיימים מפגשים ומתעדכנים בתכניות ומחקרים באתרים השונות. כל מדינה חברה משלמת אגרה שנתית שנקבעת בהתאם להכנסה הלאומית שלה. המדינות החברות באמנה יכולות לחוקק חוקים ולאוכפם בתחום שטחן לפי האמנה, התחייבות המדינות לאמנה הנה וולונטרית, אין אכיפה ואין סנקציות במידה והן אינן פועלות לפי הצהרת התחייבויותיהן.

במסגרת פעילות האמנה הוצא בשנת 2010 מדריך להקצאה וניהול מים [3]- Water (allocation and management). תרשים 1 מציג דיאגרמה כללית המוצגת במדריך עבור סיכום האלמנטים המומלצים לתהליך הכולל של הקצאה וניהול מים עבור שימור תפקוד מערכות בתי הגידול הלחים:



תרשים 1: אלמנטים מומלצים בתהליך ניהול מים לטבע



ארגון WWF (World Wildlife Fund For Nature) [4]

ארגון זה הנו אחד מהגופים הגדולים בנושא שימור הטבע ותומך בפרויקטים ובמחקרים שונים בתחום. מסקירה של ארגון WWF לשנת 2010 בנושא מדיניות ביני"ל בתחום הגנה ושיקום זרימות סביבתיות (Le Quense et al, 2010-[5]), עולה כי למרות ההתפתחות הרבה בתחום המדיניות של הקצאות המים לטבע במדינות השונות, מרבית תוכניות אלו סובלות מחוסר בביצוע, כאשר הטיפול בנושא נותר ברמת המדיניות והדיונים ופחות מתקדם ברמת היישומים.

צוינו כשלים אפשריים ביישום התכניות כדוגמת מחסור בצווים פוליטיים, חוסר תמיכה של בעלי העניין, מחסור בתקציבים וסמכות בלתי מספקת בניהול והקצאת משאבי המים. הארגון מציע מספר כלים על מנת לשפר את הביצוע של התוכניות להקצאת המים לטבע (הקצאת "זרימות סביבתיות" לבתי הגידול הלחים) כגון:

- **עבודה בשלבים** - יכולה למנוע לחץ על משאבים מוגבלים. העבודה בשלבים תסייע להגדיל מערכות ניתוח מדעי, הגדלת המורכבות של מודל משטר הזרימה הנחלים (מבסיס של משטר זרימות יסוד נמוכות למשטר מורכב הכולל פיקים של שיטפונות ושונות תוך שנתית), ויישום שלביות בחלוקה גיאוגרפית לאתרים שנקבעו בעדיפות טיפול ראשונית.
- **יכולת הסתגלות** - מחסומים במדיניות ובארגונים שונים יכולים להיפתר ע"י הצגת מדיניות סתגלנית. הסתגלנות יכולה להתבטא בצורה של תכנון מקורות המים, פרשנות יצירתית למדיניות קיימת, ופתרונות למשברים שונים כמו משבר האקלים.
- **התאמת המדיניות לקיבולת השטח** - ישנה חשיבות לכך שבכל זמן נתון המדיניות, השיטות והגישות יהיו במסגרת היכולת של התשתיות הקיימות ליישם אותם.
- **הגבלת הקצאות מים ושינוי הזרימה** - עדיף לייצר חסמים שניתן להסירם בהמשך מאשר להתיר שימושי מים שישפיעו על הסביבה וייצרו צורך לבצע חלוקה מחדש של ההקצאות.
- **הבהרת מטרות תוך שיתוף פוליטי** - התמיכה ביישום מדיניות עבור זרימה וחלוקת המים תעשה בצורה הכי טובה כאשר יש תקשורת בין הרמה הארצית לרמה האזורית של אגן הנחל אשר מייצרת מחויבות פוליטית.
- **מסגרת מוסדית לניהול המדיניות** - שקיפות, יעילות מוסדית וחוקים עובר חלוקה המים וניהולם קריטיים למדיניות יעילה של זרימת הנחלים.
- **מימון המדיניות** - תוכניות לטיפול בזרימת נחלים וחלוקת המים מצריך "מימון מקיים" ומציב אתגרים במימון הפרויקטים השונים בחלוקה מחדש של המים.



- **עריכת פיילוט** - פרויקטי פיילוט ברמה מקומית אשר מצליחים הנם מבחן טוב לשימות המדיניות בקנה מידה גדול יותר.
- **גמישות בשיטות יישום** - גמישות בתוכנית תוך אימוץ גישות בהתאם ללמידה בדרך ולתנאים המקומיים הינה חשובה. יחד עם זאת יש לשמור על לוח זמנים ברור על מנת לשמור על קיום התהליך והמדיניות.
- Acherman (2005) [6] סקר במחקרו גישות במדינות שונות בנושא ניהול המים וקביעת זרימה אקולוגית מתאימה בנחלים. מסקנותיו העיקריות הן כי הליך החקיקה הנו הכלי העיקרי ליישום וכי יצירת שותפות בין מדענים למנהלי המדיניות למים יכולה לתרום לבחירת המדיניות הטובה ביותר. תפקיד המדענים בשותפות זו הוא לספק תשובות ישירות לשאלות מקצועיות ולהנגיש את הנתונים בצורה ברורה גם לאלו שאינם באים מתחום המדע. אמנם לא לכל הסוגיות ישנו מענה מדעי וחלקן מצריכות הליכי חקיקה של מנהלי המדיניות ולכן על מנהלי המדיניות להבין כי חלק משיטות הניהול הקיימות אינן תואמות את המתרחש בטבע ויש להתאימן לגורם העיקרי המנחה והוא צרכי הטבע.

1.2 מדיניות ניהול משאבי המים

להלן מוצגת מדיניות ניהול משאב המים במדינות שונות. תחילה מוצגות מדינות בהן משאב המים נמצא בידי המדינה (מדינות בעלות אקלים דומה ושונה מישראל) ולאחריהן מדינות בהן משאב המים מצוי גם בידי מחזיקים פרטיים.

1.2.1 מדינות בהן קיימת בעלות מלאה על המים

1.2.1.1 אירופה - הקדמה

מדיניות חקיקה באיחוד הארופאי [7]

מדיניות כוללת לנושא המים גובשה ע"י הנציבות האירופאית בשנת 1995. לאחר תהליך פתוח של שיתוף הציבור ודיונים עם גופים שונים המעורבים בנושא, נערך כנס המים ב-1996 ובו השתתפו 250 נציגים מגופים שונים. בכנס זה הוסכם שיש צורך במסמך מדיניות אחד וחקיקה אחת לפתור את בעיות המים ביבשת. כתוצאה מכנס זה הנציבות האירופאית ניסחה מסמך עקרונות עבור צו מסגרת המים (WFD water framework directive) ובו נכללו הנושאים הבאים:

- הרחבת הגנת המים על כל גופי המים וסוגיהם גם תת קרקעיים וגם עיליים.
- השגת רמה של "מים טובים" שתיקבע, עבור כל מקורות המים בלוח זמנים שייקבע.
- ניהול מים המבוסס על אגני נחלים

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 223 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים -
הגשה/דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



- גישה משולבת של הגבלת פליטות וסטנדרט של איכות המים.
- תמחור מים מותאם
- עידוד שיתוף ציבור בנושא
- ייעול החקיקה.

ב- 1996 הוקם באיחוד האירופאי הארגון לניהול המים : The European Union of Water Management Associations (EUWMA). חברי הארגון הם נציגי המדינות המשתתפות באיחוד האירופי המייצגים את הארגונים הפועלים בכל מדינה על בסיס חוקים מקומיים ואזוריים עבור ניהול המים.

ב- 2000 יוסדה החקיקה החשובה ביותר באירופה כיום - המסגרת המנהלתית למים (water framework directive). במסגרת חקיקה זו הוצבו מטרות שאפתניות לאיכות והגנה על המים, המתבססות על ניהול המים באגני הנחלים.

הצו של מסגרת המים מורכב ממספר עקרונות עיקריים :

- הצבת מטרות שאפתניות על מנת לוודא שכל המים באירופה יהיו ברמת "מצב טוב" ("good water") כפי שהוגדר, עד שנת 2015. כל המדינות המשתתפות מחויבות לנטר ולמדוד את איכות גופי המים ולפעול על מנת להבטיח את שהמצב האקולוגי שלהם "טוב מספיק".
- הגנה על כל סוגי גופי המים.
- ניהול מים ברמת אגני הנחלים על ידי יצירת תוכנית לניהול אגני הנחלים.
- שיתוף ציבור של בעלי העניין, ארגונים מהמגזר השלישי וקהילות מקומיות, בפעילויות השונות לניהול המים.
- יצירת תוכניות ומדיניות של תמחור מים על בסיס עקרונות "הצרכן משלם".
- יצירת איזון בין הסביבה לחברה, בין הצרכים של המים בסביבה לבין המשתמשים במים.

על מנת ליישם את התוכנית הוגדרו שלושה שלבים :

1. אפיון מוקדם של גופי המים בהתבסס על נתונים גיאוגרפיים, הידרולוגיים ואיכותניים. אפיון זה יעזור לסווג את גופי המים השונים לפי רמות סיכון שונות בהם הם נמצאים.
2. הקמת מערכת ניטור לבדיקת מצב המים מבחינה ביולוגית וכימית. שלב זה יעזור להתאים בין האפיון שנעשה בשלב הראשון לממצאים בשלב זה.
3. בניית תוכנית ניהול לאגנים השונים (River Basin Management Plans- RBMPs). טרם הצגת התוכנית לועדה של כלל אירופה, יערך שיתוף ציבור ברמה המקומית.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



שלבים 1-3 נדרשו לביצוע עד שנת 2009. לאחר מכן את התוכניות השונות שהוגשו ואושרו, יש לחזור ולהגיש כל 6 שנים להערכה של הועדה והן יתוקנו בהתאם במידה ולא הושגו מטרות התוכנית של המסגרת המנהלתית למים.

להלן טבלה 1 המפרטת את יישום השלבים המוצעים בתוכנית WFD :

טבלה 1: טבלת יישום השלבים המוצעים בתוכנית WFD

שלב התכנית	שנה	יעדים
WFD נכנסת לתוקף	2000	יעד של 3 שנים למדינות הרשומות
המרת החוקים לרמה הארצית	2003	
הגדרת אזורים של אגני הנחלים		
אפיון אגני הנחלים- לחצים, השפעות וניתוח כלכלי	2004	יעד של 6 שנים לניתוח והכנה של תכניות לניהול אגני נחלים
הגדרה ואפיון של מגמות בזיהום מי התהום	2005	
הקמה של תכניות מדידת נתונים סביבתיים	2006	
פרסום וייעוץ להכנת תכניות אב לאגני הנחלים		
קביעת סטנדרטים לאיכות סביבתית של מים עיליים		
דיווח על תוצאות ניטור ומדידה של אגני הנחלים לאיחוד האירופאי	2007	יעד של 3 שנים להכנת תכניות לאמצעים להשגת המטרות הסביבתיות
פרסום ושיתוף הציבור בנושאים הקשורים לניהול מים של כל אגן נחל	2008	
פרסום ושיתוף הציבור בטיוטה של התכנית הראשונה לניהול אגן נחל		
פרסום תכנית ראשונה לניהול אגן הנחל לכל נחל	2009	יעד של 3 שנים להשגת המטרות
יצירת תכניות לאמצעים וכלים להשגת המטרות בכל אגן נחל	2010	
דיווח לאיחוד האירופאי על התכניות והאמצעים השונים		
הצגת מדיניות לתמחור המים		
וידוא כי כל האמצעים ברי ביצוע	2012	
דיווח על ההתקדמות ביישום התכנית		
ביקורת על התהליך של יצירת התכנית הראשונה	2013	6 שנים נוספות למחזור נוסף של תכנון, בקרה וביצוע
בדיקה האם המטרות הסביבתיות הושגו בתכנית	2015	
עדכון התכנית בהתאם לביקורת	2015	6 שנים נוספות למחזור נוסף של תכנון, בקרה וביצוע
בדיקה האם המטרות הסביבתיות בתכנית השנייה הושגו	2021	
הערכה וביקורת על התכנית השנייה	2027	
בדיקה האם המטרות הסביבתיות בתוכנית השלישית הושגו		
הערכה וביקורת על התוכנית השלישית		



כל המדינות החברות באיחוד האירופאי נדרשות לקלוט את WFD בספר החוקים שלהן, בהתאם ליעדים וללוחות הזמנים שנקבעו ב-WFD. חקיקות ראשיות או משניות בכל מדינה נתונות לשיקול הדעת המחוקק במדינה ובלבד שהחקיקה תגשים את יעדי הדירקטיבה.

נכון לסוף נובמבר 2012 [7], כלל המדינות החברות באיחוד האירופאי עמדו בהגשת התכניות וקידומן, פרט למדינות ספרד (25 מחוזות- 14 מחוזות השלימו תכניות ו11 עודם מכינים), פורטוגל (10 מחוזות- בהכנה), יוון (14 מחוזות- בהכנה) ובלגיה (4 מחוזות- בהכנה), בהן התכניות עודן בשלבי הכנה או טרם החלו. לאור העיכוב במדינות אלו, הוצאו נגדן פסקי דין ע"י בית המשפט האירופי לצדק (ECJ) על כישלון באימוץ ודיווח תכניות לניהול אגני נהרות בכל מחוזותיה עד לסוף 2012 כנדרש.

מימון התכניות לניהול אגנים [8]-

תכניות הצעדים של המדינות כוללות כלים שונים, ביניהם כלים משפטיים, אדמיניסטרטיביים, תשתיות, הכשרה ועוד, כאשר פוטנציאל המימון ניתן למימוש במספר דרכים:

1. התקציב הציבורי יממן חלק מהמהלכים 2. מפעילים פרטיים יספקו מימון למשל באמצעות הפרשות צמצום עלויות. אפשרויות המימון של האיחוד האירופאי הן באמצעות הקרן לפיתוח אזורי באירופה, או קרנות של מניות, העשויות גם הן לתרום למימון חלק מצעדי ה-WFD.

הצעת האיחוד לרגולציה החדשה בשנים 2014-2020, כוללת את האפשרות לפרויקטי מימון משולב אשר משלבים קרנות אירופאיות שונות ומכשירים פיננסיים אחרים בפרויקט בודד בקני"מ גדול ליישום הצעדים תחת ה-WFD. הצעת האיחוד למדיניות מגובשת ב2014-2020 מסתמכת על אלמנטי מפתח של ה-WFD אשר מאפשרים קבלת הלוואה/מימון מראש לצורך שימוש קרנות הפיתוח האזורי באירופה במגזר המים. החלטות על המימון צריכות להתאים לסדר העדיפויות RBMPs (התכניות לניהול אגני המים במדינות השונות). מרבית התכניות אינן מכילות מידע מדויק אודות עלות היישום של הצעדים ואופן המימון. מנגנונים פיננסיים וזמינות הקרנות יוגדרו כאשר ישקלו המהלכים ויבחרו מהלכים ספציפיים למימוש. אחרת הישימות/ייתכנות של הצעדים אינה וודאית.

שיתוף הציבור-

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



הציבור שותף בשלושה שלבים :

- א. בשלב קביעת לוחות הזמנים-משתתף הציבור ונקבעת מידת מעורבותו בהכנת תכניות ניהול האגנים
- ב. במהלך הכנת התכנית- סדרת סדנאות בהן דנים בנושאים המרכזיים שמקודמים בתכנית
- ג. עם פרסום טיוטת התכנית- העברת התייחסות ובקרה על הטמעה בתכנית.

1.2.1.2 מדינות בהן הבעלות על המים הנה מלאה ומאפייני האקלים דומים לישראל

המים במדינות ספרד ויוון הנם בבעלות מלאה של המדינה. למדינות אלו מאפיינים אקלימיים הדומים באזורים מסוימים למאפייני האקלים בישראל. להלן תיאור המדינות ומהלכים שקודמו בהן.

א. יוון

המסגרת הניהולית ביוון :

ניהול המים ביוון נעשה באמצעות גופים ציבוריים ממשלתיים. רשות המים כפופה למשרד להגנת הסביבה (המוגדר ביוון כהמשרד לאיכות הסביבה, אנרגיה ושינויי אקלים) ולמועצה הארצית למים. תחת גוף זה פועלת סוכנות מרכזית לניהול המים של המדינה- מינהלת המים האזורית. לסוכנות זו כפופות רשויות אזוריות לניהול המים בכל אזור במדינה [9, 10]-אתרים ממשלתיים ביוון]. בעקבות התכנית הכלל אירופאית-WDF- water framework directive , אושרה ביוון סדרת חוקים מתאימים לקידום ולמימוש התכנית. המשרד להגנת הסביבה אמון על יישום הWDF.

תוכניות מים ביוון [11,12] :

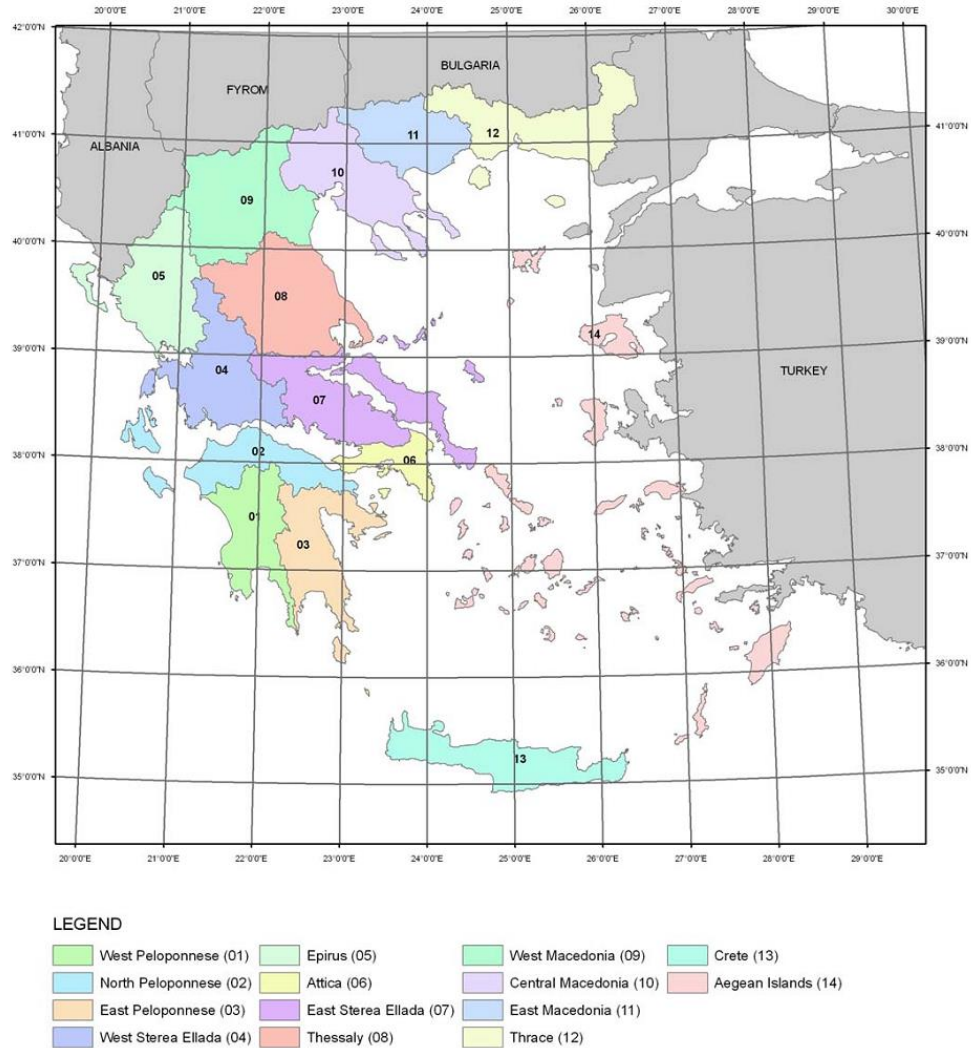
בעקבות התוכנית הכלל אירופאית – WFD- , פותחה תוכנית משולבת לניהול ותכנון מים עיליים ומי תהום, כולל נתוני GIS אשר בעזרתם מנתחים את המידע ומסיקים מסקנות. מודלים שונים פותחו לקביעת המדיניות ולניתוח הנתונים והמצב הקיים של כמויות המים והשימוש בהם. תכניות אלו הן ברמה הארצית.



תוכניות אב אזוריות ביוון [13, 14]

במסגרת ההתאמות הנדרשות עבור הWFD, בוצעה ביוון חלוקה ל- 14 אזורים על פי מאפיינים הידרולוגיים והידרוגיאולוגיים דומים בכל אזור (ראה תרשים 2).

תרשים 2: חלוקה אזורית הידרולוגית ביוון



עד כה נערכו תוכניות אב ל- 10 אזורים מתוך 14, כל תוכנית אב היא תוכנית אסטרטגית המתייחסת לאזור מים ומספקת את המידע הרלוונטי והנחיות אופרטיביות לניהול כוללני של המים בכל אגן ניקוז של נחל.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 228 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



כימות של ההשפעות האקולוגיות של חוסר מים בתקופות יבשות
הרחבה של אזורים לשימור על מנת להבטיח את השילוב והתקיימותו של
המגוון הביולוגי

ב. ספרד

ספרד עשירה במים בצפון המדינה יחסית לדרום, לאורך השנים בוצעה העברת
מים מהנחלים בצפון ספרד לדרום ספרד במסגרת תוכנית הידרולוגית ארצית (The
Spanish National Hydrological Plan), אשר התבססה על מדיניות של העברת
מים מאגן נחל אחד לאחר על פי הצורך. בדרך זו נוהלו השיטפונות והבצורות בכל
אגן ואגן.

עד שנת 1978 ניהול המים בוצע ע"י ארגונים ציבוריים ספציפיים - קונפדרציות.
כל קונפדרציה ניהלה אגן נחל אחר, כאשר ארגון ציבורי ברמה הארצית ניהל
ואיגד את כל הקונפדרציות השונות.
עם חקיקת החוקה של ספרד בשנת 1978, הפכה המדינה מפדרלית לאזורית,
כאשר כל אזור כולל מספר קהילות אוטונומיות. חלוקה זו יצרה תחרות על ניהול
המים בין האזורים השונים מול המדינה.
בוצעה חלוקה הידראולית- אדמיניסטרטיבית בין 9 אזורים. בכל אזור ישנה
חלוקת משנה ל-7 תת אזורים הידראוליים.

כיום הקונפדרציות ההידרולוגיות ממשיכות להוות את הארגון המרכזי שמנהל
את מקורות המים, אך יש שני סוגים שונים של ארגונים כאלו:

- קונפדרציות ברמת מדינה שמנהלות את המים כאשר יש סיטואציה בה
נחל אחד חוצה יותר מקהילה אוטונומית אחת.
- קונפדרציה ברמת הקהילה האוטונומית שמנהלות כאשר אין סיטואציה
בה נחל אחד חוצה יותר מקהילה אוטונומית אחת.

עדיין קיימת מתיחות ותחרות על ניהול המים בין המדינה לבין הקהילות
האוטונומיות, כלומר בין הרמה הארצית לרמה המקומית בניהול המים.

ב- 2004 בעקבות התוכנית הכלל אירופאית – WFD – water framework directive,
ספרד שינתה את המדיניות של ניהול המים לתוכנית בשם – AGUA - אשר
מתמקדת בהתפלת מי ים. על פי תוכנית זו הוקמו 21 מתקני תשתיות ומתקנים



להתפלת מי ים ב- 6 מחוזות לאורך חופי ספרד על מנת לספק את צרכי המים של המחוזות השונים. תוכנית זו בלבד אינה מספיקה למלא את כל צרכי המים בספרד והצרכנים נאלצים להתמודד עם תוכנית התמחור במסגרת התוכנית הכלל אירופאית. התמחור החדש מביא לייעול השימוש במים, מיחזור המים ושיפור בתשתיות המים.

התוכנית החדשה כוללת גם הקמה של בנק מים בכל אגן הידרולוגי, אשר יאפשר לחלק מחדש את מקורות המים ההיסטוריים בהתאם לקריטריונים של שוויון, יעילות וקיימות.

דוגמא להשפעת תכנית AGUA על ניהול מים בר קיימא הוצגה במאמרם של Downward & Taylor (2007) [16] עבור אזור אלמריה שבדרום מזרח ספרד. אזור אלמריה הינו המזרחי ביותר מבין 8 אזורים באנדלוסיה שהוא אחד מהמחוזות האוטונומיים בספרד.

אזור זה הנו היבש ביותר בספרד בשל היותו מדבר בצל גשם, עם כמויות גשמים של 250 מ"מ בשנה. כתוצאה מהיובש באזור מצד אחד והביקוש למים שהולך וגובר מצד שני, ננקטו אמצעים שונים לניהול המים באזור:

- התפלת מי ים - כעת ישנם 2 מתקני התפלה גדולים באזור זה, כאשר אחד מהם הוא הגדול באירופה. מתוכננים עוד מס' מתקנים.
- שימוש חוזר במי שפכים - כלי זה תופס תאוצה כיום עם שיפור הטכנולוגיות לטיפול בשפכים.
- העברה של מים - למרות ההשלכה הסביבתית של שיטה זו ברמה הארצית, עדיין משתמשים בה ברמה האזורית על מנת להעביר מים ממקום שמספק למקומות שצורכים.

ב- 2006 המשרד להגנת הסביבה בספרד [17] פרסם את **התוכנית הארצית לשימור נחלים**

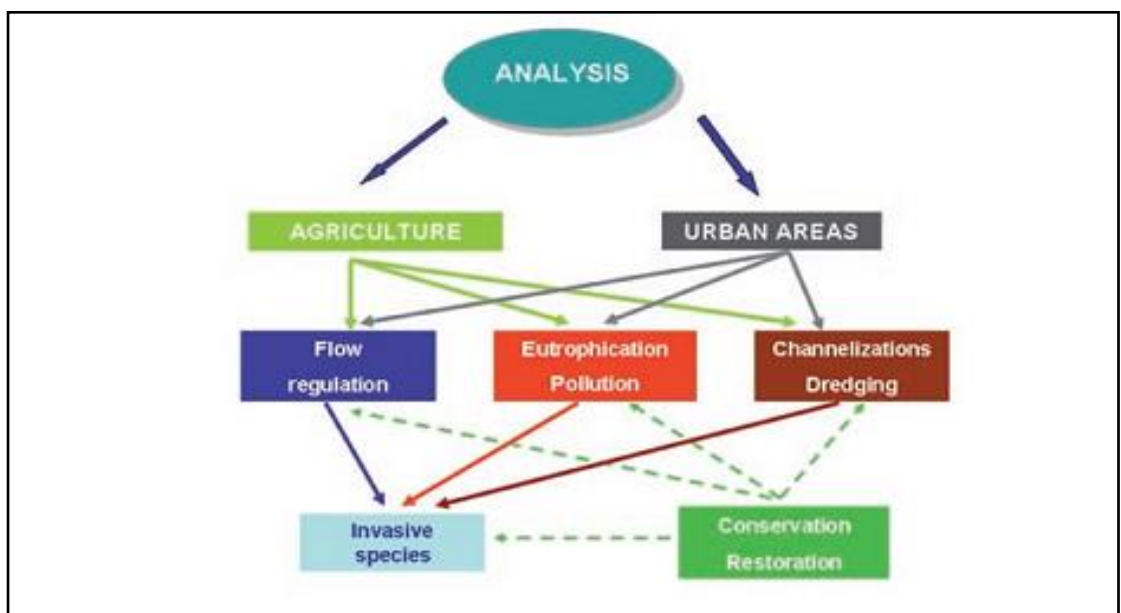
- תוכנית זו הנה חלק מהאמצעים והאסטרטגיות שהוכנסו לתוכנית המדיניות החדשה לניהול אגני נחלים ב- 2009.
- המטרה העיקרית של התוכנית הארצית לשימור נחלים היא להביא את הנחלים בספרד למצב אקולוגי טוב (good ecological status) עפ"י המוגדר בתוכנית של האיחוד האירופי.
- מטרת משנה - לעודד ולפתח את השילוב בין מדיניות של שימושי קרקע ומדיניות של משאבי מים

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



- לשפר את ההכשרה בתחום של ניהול נהרות ושימור או השבתם למצב קודם
 - לספק מידע וניסיון לשפר את הפעולות שנעשות כרגע בנושא.
 - לעודד שיתוף ציבור.
- התוכנית כוללת מחקר על ההיבטים והגורמים המשפיעים על תפקוד הנחלים (תרשים 3): חקלאות, אזורים בנויים, רגולציה של הזרימה, זיהום מעשה ידי אדם, חפירת תעלות, מינים פולשים.

תרשים 3: גורמי השפעה על תפקוד הנחלים



מתוך כלים אלו, מוצעים אמצעים וכלים שונים כגון:

- כלים להגנה על דרכי המים
- כלים לשיפור המצב של נחלים קטנים
- כלים לתיאום בין הגופים השונים המעורבים בנושא
- פעולות שונות שנעשות בנושא של שימור והגנה כגון קביעת סף מינימאלי לזרימת הנחלים ויצירת מסגרת של נחלים לשימור
- לאחר שקובעים מהם הנחלים לשימור יש ליצור תוכנית לשימור הנחל המתבססת על מחקר של מצבו האקולוגי של הנחל. מחקר כזה כולל:
 - היקף שינוי במבנה הזרימה
 - היקף שינוי במורפולוגיה ובדינאמיקה של מערכת הנחל

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



- זרימה של משקעים והגבלות שיש להכיל על ייבוא של דגים
- הקשר של הנחל למערכת הנחלים והוואדיות באזור וקישור למי תהום מקומיים
- מצב גדות הנהר- כולל היקף השינויים שהתרחשו בצמחיה בהשוואה למה שאמור להיות טבעי לאזור כמו גם הנחיות והגבלות לאזור של גדות הנהר על מנת ליצור התחדשות טבעית של הצמחייה
- מידע על פריסה ומצב של אוכלוסיית המינים שנמצאים בסיכון
- הרכב ומבנה של מינים הגדלים במים או בקרבת המים והסטייה או ההבדל ממה שאמור להימצא בסביבת הנהר
- מידע על הסיכון של מינים פולשים המגיעים מחלקים שונים של הנהר בטווח הקצר ובטווח הארוך

איסוף מידע זה יתרום לסיווג הנחלים השונים עפ"י מידת ההתערבות שיש לנקוט על מנת לשמרם.

במסגרת ה-WDF מקודמות תכניות לניהול האגנים בספרד, עד כה טרם הוגשו תכניות לאיחוד הארופאי פרט לאגן בודד באזור קטלוניה (Fluvial de Catalonia) [18]

התכנית לאגן בקטלניה כללה:

טיפולוגיה של מים עיליים (חלוקה לנהרות, אגמים, מעברים, חופיים), תיחום גופי המים העיליים (מספר הגופים ואורך או שטח גוף המים), זיהוי הלחצים וההשפעות העיקריות.

בין גורמי הלחצים תועדו מט"שים, שינויי מורפולוגית הנחל, שינויי זרימה, מקורות לפסולת מוצקה/בוצות וזבלים/אדמות מזוהמות.

עבור כל אחד מהלחצים הנ"ל הוגדר סף "משמעותי" הגורע מאיכות המים- באם הזרימה האקולוגית צונחת ב-50% ממשטר המים שבמערכת המצוי ב-50% מימות השנה.

בין גורמי הלחץ נכללו צריכה ביתית, אספקה לחקלאות ולתחנות כח הידרו קטנות.

מרבית הזיהומים באגן נובעים מפעילות תעשייתית ומשפכים עירוניים.

אזורים מוגנים באגן- האזורים המוגנים הנם אזורים בהם המים הם לצריכת האדם, מתקני ההתפלה, קידוחי מי שתייה. כמו כן אזורים בעלי ערך כלכלי-



דגים, אזורים פגיעים ורגישים לחומרים, אזורים מוגנים עבור מינים או מקווי מים, שמורות טבע (בהן השפעת האדם הנה מינימאלית).

גופי המים הנחשבים למוגנים כלולים במסגרת NATURA 2000 (רשת אקולוגית של אתרים באירופה שהוגדרו כאתרים לשימור מיני בע"ח ומקווי מים ומוגנים בחקיקה כלל אירופאית. האתרים הוכרזו מכוחן של שתי דירקטיבות מרכזיות בנושא שימור הטבע).

על פי המידע על הלחצים והזיהומים באגן, פותחה תכנית ניטור למים עיליים ומי התהום.

אחד השלבים הנדרשים בWDF הנו הגשת PoM (Programme of measures), במסגרת תכנית זו מפורטים האמצעים המוצעים לטיפול באגן. תכנית זו פותחה בהתאם לממצאי תכניות הניטור והניתוח הכללי וקובעת צעדים לקידום ברמת הקהילה האוטונומית, אמצעים ברמת אגן נהר (למשל מדד בתת אגן: יישום זרימה אקולוגית מינימאלית) ואמצעים בגופי מים ספציפיים (למשל התערבות במתקן לטיפול במים).

העלות הכוללת של התכנית באגן קטלוניה עבור השנים 2009-2015 נאמדת בכ- 8,728.5 מיליוני יורו. מתוך זה, 6% מכלל התקציב עוסקים באמצעים עבור איכות משאבי המים- הידרומורפולוגיה ומדדים ביולוגיים, 49% מהתקציב מוקדשים לניהול מקורות המים וצרכניהם, ו-45% מהתקציב עבור שיפור איכות המים [18].

המדריך להקצאה וניהול מים בהוצאת ארגון RAMSAR [3] מציג דוגמאות למקרי בוחן במדינות שונות בעולם. להלן תיאור טיפול ושיקום אזור ביצות Las Tablas de Daimiel בספרד:

בוצעה שאיבת יתר מהאקוויפר western Mancha calcareous אשר השפיעה על הפחתת זרימת נחל Guadian וירידת מפלסים באקוויפר ולהופעת כבול באזור הביצות Las Tablas de Daimiel המצוי בהתמזגות 2 נהרות גדולים בספרד- GUADIANA & GIGUELA (אזור זה מכסה 15 קמ"ר ובעומק של כ-1 מ'). לשיפור הזרימה נדרש שיקום אקוויפר והותוותה המדיניות הבאה:

1. קידוח משאבות להזנה באזור הלה
2. הקצאה והעברת מים מאגן היקוות אחר אל האזור הפגוע
3. פיתוח ויישום מודלים הידראוליים לאיזון ושיפור המפלסים.



המשרד להגנת הסביבה בספרד אסר קידוח בארות חדשות והגביל הקידוח בבארות הקיימות.

בנוסף יוסדה תכנית לתמרוץ חקלאים לצמצם את צריכת המים שלהם. שילוב כל אלו, יחד עם גשמי ברכה, הביא לשיקום האקוויפר ועליית המפלסים בעשרות מטרים תוך 6 שנים.

1.2.1.3 מדינות בהן הבעלות על המים הנה מלאה ובעלות מאפייני אקלים שונים מישראל

א. אנגליה

באנגליה מתמודדים עם תשתיות אספקה מתיישנות, זיהום מקורות מים טבעיים אך לא עם חוסר משמעותי במים היות והנה גשומה יחסית במשך כל עונות השנה. משנת 1995, פיתוח בר קיימא של מקורות המים באנגליה הנו בתחום האחראיות של משרד הסביבה, המזון ופיתוח הכפר (DEFRA - Department for Environment, Food and Rural Affairs) שהינו המשרד הממשלתי הממונה על משק המים. בין תפקידיו - כתיבת תוכניות אב למשק המים ומעקב אחר ביצוען פיתוח מדיניות מים - הקצאת המים בין משתמשים שונים, כולל ספקים ציבוריים, תעשייה, חקלאות והסביבה, רפורמות בשוק המים ומדיניות רגולטורית וקידום חקיקה.

לצד אחריותו למשק המים מופקד המשרד על שמירת משאבי הטבע - אוגרי המים הטבעיים ובתי הגידול הנסמכים עליהם, איחוד האחריות בדרג המיניסטרילי הינו מאפיין ייחודי של אנגליה [19].

סוכנות הסביבה (Environmental Agency - AE) - סוכנות ממשלתית תחת DEFRA. הוקמה ב 1995 ע"פ חוק הסביבה, והחליפה את רשות הנהרות הלאומית. משמשת כסוכן לצורך שמירה על הטבע ובכלל זה שימור אוגרי המים הטבעיים וסביבותיהם. הסוכנות אחראית לפיקוח על שימור, פיתוח וחלוקת משאב המים הטבעי ואיכותו.

כלי בקרה משמעותי הינו הנפקת רישיונות שאיבה לחברות המים (ומשתמשי מים טבעיים נוספים כגון תעשיית הדגים), ואישורי הזרמה של שפכים מושבים. רישיונות השאיבה ניתנים לתקופה של 12 שנים על בסיס תיאור כמות המים, מקור המים שנשאבים ומטרת השימוש במים. תקציב הסוכנות מומן בחלקו ע"י המזהמים וחברות המים באמצעות הרישיונות וחלקו ממומן ע"י DEFRA. הסוכנות כפופה להנחיות מדיניות של המשרד. אך הינה עצמאית בקבלת החלטותיה [19].



מבנה מסגרת המדיניות לניהול מים הכוללת מדיניות סביבתית:

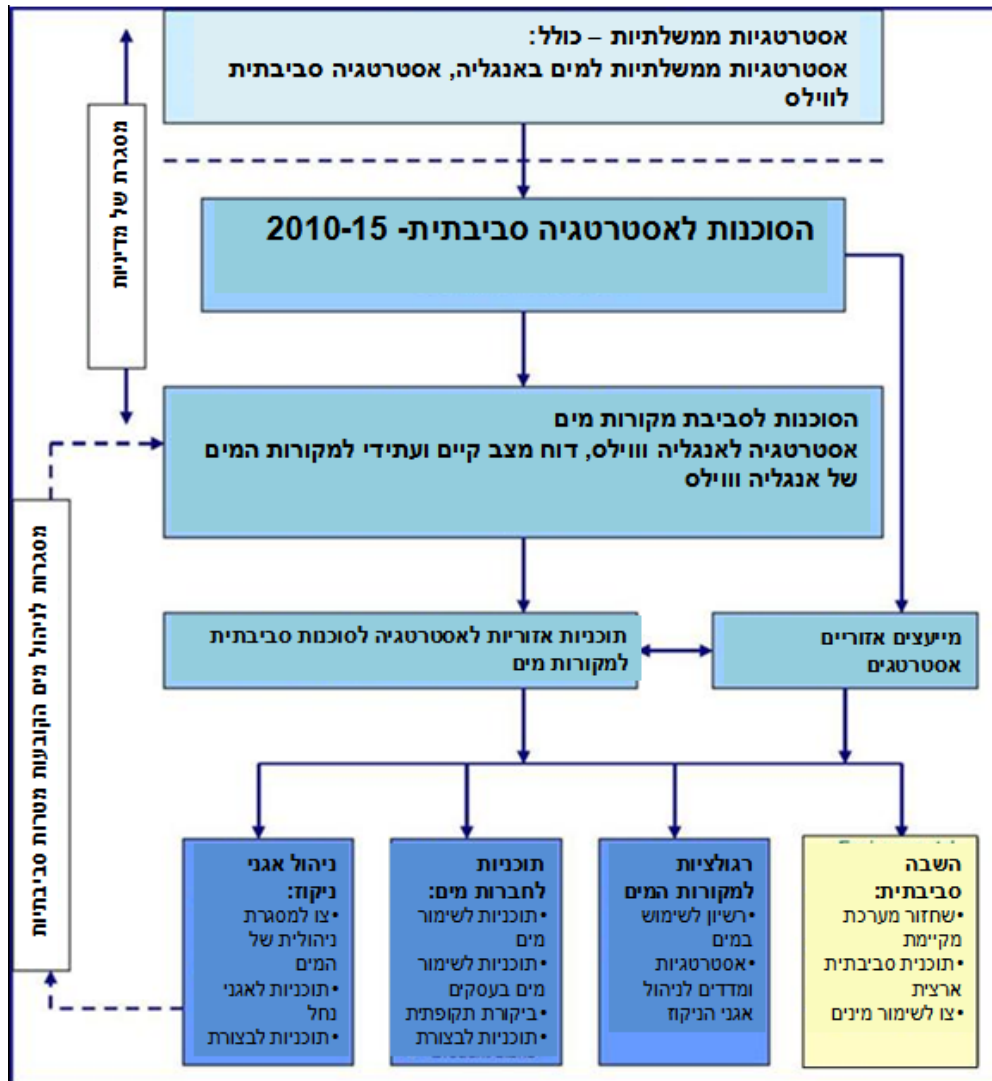
ישנן תוכניות אסטרטגיות ממשלתיות לכלל אנגליה ולמחוזות. התוכניות מתוות את האופן בו ינוהלו מקורות המים בתחום אגן הניקוז.

בהתאם לתכניות האסטרטגיות הממשלתיות, פועלת ועדה לאסטרטגיות סביבתיות המפעילה תכניות אזוריות לטיפול סביבתי במקורות המים. התוכניות האזוריות כוללות: ניהול באגן הניקוז, תוכניות לחברות המים, רגולציות למקורות המים, השבת מים לסביבה.

נושא השבת המים לסביבה כולל שחזור מערכת מקיימת, תכנית סביבתית ארצית וצו לשימור מינים [20].

בתרשים מס' 4 להלן מוצג מבנה ניהול מקורות המים באנגליה.

תרשים 4: תוכנית לניהול מקורות המים באנגליה [20]



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



תוכניות לניהול מקורות מים מכתיבות כיצד לנהל ולטפל במקורות המים באזור
אגירה נתון. מטרת תוכניות אלו הן:

- לפרסם מידע על היצע מקורות המים והרישיונות לגבי אגירת המים.
- לספק גישה נוחה ומובנת לניהול מקורות המים המקומיים.
- להכיר בצרכי היזם שרוצה לשאוב מים וכן בצרכי הטבע למים.
- לספק טכנולוגיות על מנת להעריך את היצע מקורות המים.
- לספק תוצאות המבטיחות כי מטרת ה- WDF של האיחוד האירופאי ממומשת.
- לספק כלים לקבלת החלטות לגבי רישיונות.

הצו למסגרת ניהול המים באירופה נכנס לתוקף ב-2000 ונכנס לחוק **באנגליה** ב-
2003. הרמה הממשלתית לניהול המים והתוכניות האסטרטגיות תומכות בצו זה.

במסגרת ההתאמות ל-WDF, קודמו באנגליה תוכניות לניהול אגני הנחלים.
התכנית לניהול אזור אגן הנחל Anglian [21] הנה דוגמה לתכנית שבוצעה בהתאם
לדרישות האיחוד וכוללת את השלבים הבאים:

1. תיאור אגן הנחל וסביבתו, לחצים המאיימים על סביבת המים,
2. גופי המים וסיווגם, מצב קיים של סביבת המים, סיווג המרכיבים השונים,
3. פעולות שיש לנקוט לשם שיפור סביבת המים עד לשנת 2015 (בחלוקה לפי סקטורים עמם יש לשתף פעולה כגון ניהול חקלאי ופרברי, דיג ושימור, ממשל מרכזי, רשות לאיכות הסביבה, ייצור תעשייתי, ממשל אזורי ומקומי, קידוחים, תעשיית המים, מגזר פרטי, קהילות ועוד)
4. מצב סביבת המים עד לשנת 2015- מפרט את המצב האקולוגי של גופי המים השונים ומדוע לא ניתן להגיע למצב אקולוגי טוב עבור כלל הנחלים. מוצגים נתונים והשוואות של תנאים ביולוגיים ואקולוגיים של הנחל כיום לעומת מצב חזוי ל 2015 בסיווג של מצב אקולוגי רע- טוב.
5. יעדים לשלבים הבאים של התוכנית
6. תחום האגירה של אגן הנחל והאמצעים השונים לטיפול באזורים שונים
7. יישום וביצוע של התוכנית

אבני הדרך של התכנית לניהול אזור אגן הנחל Anglian מוצגות בתרשים 5 להלן.



תרשים 5 : אבני הדרך של התכנית לניהול אזור אגן הנחל Anglian [21]



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 238 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים - Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- לטבע (Management)\Report\Final report\מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע.docx
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



מטרת הצו למסגרת לניהול המים הנה לשמור על מצב המערכות האקולוגיות, ביניהם גם מי התהום ומי הנחלים, ולהגיע למדדים של "מצב אקולוגי טוב" (GES). על פי ה WFD יש להגיע למצב זה עד שנת 2015.

ישנם מדדים כמותיים ואיכותיים להערכת צרכי הזרימות בנחל ושל המצב הרצוי שלו. הקריטריונים תואמים לסטנדרטים החדשים עבור איכות הנחלים, כפי שהוצגו באנגליה במסגרת התוכנית לניהול המים.

נחלים שאינם עומדים בסטנדרטים הללו, יבדקו על מנת למצוא את מקור הלחץ והשאיבה אשר גורם לאי עמידה בסטנדרטים. בעקבות זאת תופעל התוכנית להשבת שאיבה מקיימת לנחל ויישקלו הצעדים השונים שיש לנקוט לפי מבחן של עלות תועלת. במידה והנחל לא עבר כמוגדר "במצב אקולוגי טוב" בבדיקה חוזרת והוא לא עומד בתנאים של ה- WDF הוא יוגדר "בסיכון". נדרש כי ההשפעה על הנחל תימדד ביחס לזרם הטבעי (הזרם הטבעי מוגדר כזרם המתקיים כאשר אין השפעות מלאכותיות כלל כגון: שפכים, שאיבת מים, ורגולציה של הזרם). בהתאם גופי המים העיליים מקבלים הערכה של מצבם. גם כאן נדרש כי גופי המים השונים יגיעו להערכה של "מצב אקולוגי טוב" (GES), או (HES) מצב אקולוגי גבוה. מצב אקולוגי גבוה מאפיין נחלים בהם יש תנאים טבעיים של זרימה ואיכות ביולוגית גבוהה כמו גם השפעות הידרולוגיות, מורפולוגיות וזיהומיות מינימאליות. נחלים מסוג זה צריכים להישמר כפי שהם, כך שדירוג מצבם האקולוגי לא יפחת.

האיחוד האירופאי קבע כי על מנת לשמר "מצב אקולוגי טוב" (תרשים 6), יש להבטיח כי הזרימה בנחל תושאר מעל הנפח והכמות כפי שהוגדרו עפ"י הצרכים הביולוגיים.



תרשים 6: קביעת מצב אקולוגי נקבע ביחס למצב הזרם הטבעי [20]

Ecological Status	Biology	Physio-chemistry	Hydrology & Morphology	Action required
HIGH (Nearly pristine)	✓	✓	✓ ✓	If already HES maintain HIGH Status
GOOD (WFD Primary objective)	✓	✓		Environmental flow indicators supporting GES.
MODERATE	✓			If below the environmental flow indicators flow may not be supporting GES. Restore flows subject to ecological appraisal and economic tests.
POOR	✓			
BAD				

Natural flow reference condition

Environmental Flow Indicator

HIGH STATUS: Hydrology helps to define it

GOOD STATUS: Hydrology helps to SUPPORT it.

נחלים המוגדרים כבעלי "פוטנציאל אקולוגי טוב", הנם נחלים המוגדרים ככאלו שעברו שינוי משמעותי בשל שימוש למטרה ספציפית ולא ניתן להביאם למצב אקולוגי טוב, ללא ויתור על אותו שימוש מסוים. בנחלים כאלו מופעלים כלים ואמצעים שונים על מנת להתאים ולשפר את ההשפעות הביולוגיות. כתוצאה מכך הבחינה של נחלים אלו כיום היא האם האמצעים השונים הנם ברי ביצוע או לא. ההערכה של מקור המים נעשית תחילה ע"י חישוב מאזן הנתונים עבור כל אזור אגירה. המרכיבים של כל מאזן כזה הם: נפחי זרימה, טעינה מחדש של מי תהום, שחרור שפכים, חלוקת מים בין הטבע ובין שימושים אחרים. הערכת מקור המים כוללת מידע על החלקים השונים במקור המדובר, בהם קיים מחסור במים על מנת לתמוך באקולוגיה של הנחל. כחלק מהתוכנית להחזרת שאיבה מקיימת (RSA) נערכת בקרה רחבה יותר על הרישיונות לשאיבה, אשר בהם טמונה סכנה, או השפעה פוטנציאלית שלילית על הסביבה. כל שאיבה מעל 20 קוב ליום מצריכה רישיון לשאיבה ואילו האישור לרישיון מתקבל לאחר בדיקה של כמות המים לצרכי הטבע מול הבקשה לשאיבה והסיבות לכך. האישור והבקשה לרישיון כוללים פירוט של כמות המים המבוקשת לשאיבה ומועד השאיבה. ככל שהדרישה לשאיבת מים עולה, כך גם הבקרה על הרישיונות לשאיבה מדוקדקת, זאת על מנת לוודא כי נותרת לטבע כמות מים מספקת.



בשנים האחרונות נערך תהליך בקרה של רישיונות נבחרים לשאיבת מים ("תכנית להחזרת שאיבה מקיימת") באנגליה ווילס, על מנת לזהות היכן מתרחשת, או עלולה להתרחש, פגיעה סביבתית.

הרעיון המרכזי בתוכנית זו הוא וידוא כי כמות המים אשר נשאבת מהנחלים והאקוויפרים יכולה להתקיים לאורך זמן, ללא פגיעה בסביבה ובמערכות האקולוגיות השונות. במידה ונמצא כי ישנה פגיעה סביבתית בנחל יהיה צורך לאזן את הכמות שנשאבת.

במסגרת התכנית אופיינו 500 אתרים לשימור ו- 600 גופי מים עפ"י ה- WFD שמצריכים חקירה ובקרה רחבה יותר בעתיד. כלל האתרים סודרו וסווגו לפי סדרי עדיפויות מבחינה חוקית ומבחינת דרישות המדיניות כפי שמתואר להלן:

- אתרים אשר מוגדרים שמורים לפי הצו למקווי מים וציפורים טבעיות.
- אתרים בעלי עניין מדעי מיוחד (SSSI- הגדרה של ממשלת אנגליה).
- תוכנית למגוון ביולוגי (ועידת ריו למגוון ביולוגי).
- אתרים בעלי חשיבות מקומית.

בנוסף למחקר ובקרה אלו נבדקים גופי המים שאינם עומדים בקריטריונים ובמטרות הסביבתיות של ה- WFD. בהתאם לכך יערכו שינויים ברישיונות לשאיבה, נדרש שכל שינוי כזה ימשיך לאזן בין הצרכים של הטבע ובין צרכי המגזר העסקי והפרטי.

התהליך להשבת שאיבה מקיימת:

החקירה והניתוח המשולב לבדיקת גוף המים והרישיון לשאיבה ממנו נעשה בתהליך הבא:

- חקירה וניתוח הנחל - האם יש בעיה קיימת או פוטנציאלית, באם ישנה בעיה נבדק מהו החלק היחסי של תרומת השאיבה והרישיון שניתן לכך.
- זיהוי הפתרונות לבעיה
- יישום וביצוע הפתרון הנבחר והמועדף

שינוי הרישיון לשאיבה נעשה באמצעות שיתוף היזם ומחזיק הרישיון על מנת להגיע להסדר לשינויים ברישיון, או באמצעות שינויים המבוצעים ע"י הרשויות מתוקף חוק משאבי המים מ- 1991. בתהליך השני ישנה אפשרות ליזם ולמחזיק הרישיון לערער ולקבל פיצויים, אך זהו תהליך מורכב ומסורבל יותר.



ב. דרום אפריקה

בדרום אפריקה חלה רפורמה משמעותית החל משנת 1996. חקיקת חוק המים הלאומי בדרום אפריקה - (The South African National Water Act – DWAF) וקידומו במהלך 1998, סייעו לספק גישור בין יתרות המים הדרושות לצורכי האדם (בעדיפות ראשונה) ויתרות המים הדרושות לשמירה על מקווי מים לחים, בהתאם לשמירת הצרכים האקולוגיים ושימוש במקורות המים הרלוונטיים. ניתנת עדיפות למרכיבים הסביבתיים של הנחלים, על פני משתמשים פוטנציאליים אחרים בנחלים המבקשים לקבל אישור למשוך מים מהנחלים ולהפר את משטר הזרימה [3, 22, 23].

במסגרת החוק בוטלה הבעלות הפרטית על המים ונאסרה צריכתם החופשית. החוק מגן על זרימת המים בנחלים ומגדיר את איכות המים כולל הכמויות, מבנה, תזמון, מפלסי המים והבטחת זרימת בסיס.

לצורך ההקצאות שנקבעו השתמשו במידע כגון:

- מחקרים מדעיים וסוציולוגיים על הנהרות ואזורי ההצפה המספקים שירות לסביבה.
- מחקרי הבנה ושימור זרימות סביבתיות (כדוגמה בפארק קרוגר)
- מחקרים קודמים של בדיקת צרכים ויכולת ניהול זרימות סביבתיות
- פרמטרים הידרולוגיים של הנחלים

עקב השימוש בחוקים החדשים של המים במדינת דרא"פ, קודמו תכניות למחקרים עתידיים נוספים ולחדשנות במידע והוצאה לפועל של עקרונות הקצאת המים כדוגמת פיתוח המודלים (המפורטים בסעיף 1.1.4):

- Building Block Methodology -BBM - מודל הוליסטי המעריך דרישות המערכת האקולוגית של נחלים לזרימות סביבתיות
- Downstream Response to Imposed Flow Transformation – DRIFT - method - מודל הוליסטי המבצע ממשק של כל הרכיבים הביזטיים והא-ביזטיים.
- Instream Flow Incremental Methodology –IFM - מודל לסימולציית מקווי מים המכמת העדפות אקולוגיות של מיני בע"ח שונים.



א. אוסטרליה

אוסטרליה הינה פדרציה של מדינות, מלוכה חוקתית עם מערכת פרלמנטרית. הגיאוגרפיה של אוסטרליה מאופיינת בשוני גדול בין אזורים, בהיותה היבשת היבשה ביותר בעולם במונחי משקעים. היא מאופיינת בשונות גדולה מאוד של תופעות אקלימיות על פני זמן – תקופות בצורת ארוכות מאוד המושפעות ע"י המערכת האקלימית "El Niño".

מערכת המים באוסטרליה מאופיינת במים טבעיים בכמות גבולית, או לא מספקת ומאופיינת בתקופות משבר ממושכות.

זכויות מים - באוסטרליה מערכת של זכויות מים היסטוריות, משמע שהזכות לשימוש במקור מים מסוים מוקנית לעיתים לפרט ולא למדינה. לעיתים נדרשת המדינה לרכוש מים לצורך שימושים שונים, באוסטרליה ניתן גם לסחור בזכויות מים [9].

משק המים באוסטרליה מתאפיין במחסור במים, שהחמיר מאוד בשני העשורים האחרונים. לפיכך העבירה אוסטרליה סדרת רפורמות למשק המים.

במסגרת הסכם שנחתם בין ראשי מדינות אוסטרליה השונות הוקם ב-2004 הגוף NWI ([The National Water Initiative](#)) והוא האחראי לתכנון הרפורמה הלאומית במשק המים.

לצורך יישום הרפורמה הוקמה נציבות המים הלאומית - National Water Commission - NWC. כמו כן הוקם הגוף Water for the Future שהנו הגוף המקדם את יישום המלצות ה-NWI.

הרפורמה עוסקת בשיפור האסדרה הכלכלית של משק המים, כמו גם בשיפור הניהול האינטגרטיבי של אגנים ושל המערכת בכללה, ומטרתה העיקרית שיפור האיזון בין צריכת מים בהווה לשימור מקורות מים לצריכה עתידית ולשימור והצלת מקווי מים וסביבות מימיות-טבעיות. הרפורמה קובעת ראשית כי **המים באוסטרליה הינם משאב לאומי, המוקנה לממשלות לצורך הקצאתו לשימושים שונים, תוך איזון של מקסום של תועלות חברתיות וכלכליות באופן שהינו בר-קיימא**. עם זאת, קיימות עדיין באוסטרליה **זכויות מים** אשר מוקנות לבעלים פרטיים.

מטרות ה-NWI הינן שיפור משמעותי של התנהלות משק המים האוסטרלי בהיבטים הבאים – ייזום תוכניות אב לפיתוח המערכת, טיפול בהקצאת יתר של



מים במערכות אקולוגיות, העלאת המסחר ברשיונות מים לצורך שימוש יעיל יותר, שיפור באופן תמחור מים, ניהול ועמידה ברמת הביקושים למים. במסגרת הרפורמה כל מדינה/טריטוריה הייתה צריכה לכתוב ולממש תוכנית מפורטת בתחום שיפוטה. בחינת תוכניות אלו והערכת מצב המימוש שלהן נתונה בידי NWC. במסגרת ההסכם כל המדינות והטריטוריות החתומות מחויבות להאציל את סמכויות קביעת תעריפי המים לרשויות הרגולציה עצמאיות ולעמוד בעיקרון של כיסוי עלות המים ע"י הצרכנים, כולל השפעות סביבתיות חיצוניות [19].

הגוף האחראי לטיפול במשאבי המים ובמדיניות הנו המשרד לקיימות, איכות הסביבה, מים ואוכלוסיה DSEWPC [24] כפי שמכונה החל מספט' 2010 - (Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities).

חלק מהנחלים באוסטרליה הנם במצב שאינו מופר (למשל בצפון היבשת (Warfe et al., 2011); הנחלים באגן ההיקוות של אגם אירי (Lake Eyre) בדרום המדינה (Costelloe et al., 2004)), בעוד שנחלים באזורים אחרים מתאפיינים ברמה גבוהה של תפיסת מים והפנייתם לשימושי האדם (למשל נהר ה-Murrey ויובליו (Gippel, 2000)). באוסטרליה נעשה שימוש נרחב בשיטות הוליסטיות הכוללות גם ניתוח סוציולוגי וכלכלי של המשמעויות של הקצאות המים לנחלים ומעורבות ציבורית עמוקה, בעיקר באמצעות שימועים. מחקר הזרימות הסביבתיות באוסטרליה מתאפיין ביצירת צוותי מומחים (כמקובל בשיטות ההוליסטיות) ובחינת ההשלכות של שינוי הספיקות גם בנחלים שעדיין אינם פגועים וגם בנחלים מופרים.

במסגרת מיזם "Water for the Future" של ממשלת אוסטרליה, רוכש משרד DSEWPC מים מבעלי רשיונות שימוש במים פרטיים זכויות מים, ומנהל אותם לצורך שימור נהרות ואוגרי מים טבעיים בעיקר באגן הנהרות מורי דרלינג (Murray-Darling). גוף בתוך המשרד (Commonwealth Environmental Water Holder) אחראי על רכש המים, והזרמה לאזורי טבע בסכנה.

נכון לנובמבר 2011 הושבו באגן מורי דרלינג מים בנפח של כ-480 מלמ"ק, מתוך יעד השבה של 500 מלמ"ק, אגן Murray-Darling הנו מהגדולים באוסטרליה (תרשים 7) [MDBA -28] וחוצה 4 מדינות אוסטרליות (ויקטוריה, ניו-סאות' ויילס, קווינסלנד, דרום אוסטרליה). זהו האזור החקלאי החשוב באוסטרליה (כ-80% ממי ההשקיה באוסטרליה), ובו ישנן בעיות סביבתיות קשות בשל שאיבת

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 244 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה/דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע (Management\Report\Final report)\לטבע
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



יתר ארוכת שנים. להלן מוצג מיקומו באוסטרליה, תחום האגן ותתי האגנים שבתחומו.

תרשים 7: אגן ההיקוות Murray darling באוסטרליה [28]



לאורך השנים ניהול האגן נחלק בין 5 מדינות אשר לכל אחת היו אינטרסים מנוגדים.

ב- 1914 נחתם הסכם – "the river murray waters agreement" ע"י דרום ווילס החדשה, ויקטוריה, דרום אוסטרליה, אשר כונן את "הועדה של נהר המוריי" שבהמשך הורחבה ל"ועדה של אגן המוריי דארלינג" (the Murray-Darling Basin Commission). הסמכות של ועדה זו הייתה מוגבלת בשל הדרישה להסכמות בין כל אזורי השיפוט לצורך פעולותיה.

בעיות בהקצאה וחלוקת מקורות המים באגן נבעו בשל ההסכמים המצומצמים שנחתמו (טרם הרפורמה והחוקים החדשים שנחקקו ב2007- 2008) ובשל ניגוד

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 245 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Management\Report\Final report\ 27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



האינטרסים של הרשויות השונות באגן אשר הקשו על קבלת ההחלטות, כמו גם מחסור במידע על נפחי הזרימה הנמוכה בנחלים והשינויים באקלים הגלובלי.

רפורמות מרכזיות בניהול המים יושמו בעקבות חקיקת ה- "water act 2007" במרץ 2008.

להלן עיקרי החקיקה:

- הקמת רשות של אגן מורי- דארלינג (MDBA - [28]) - אשר בסמכותה לנהל את מקורות האגן בצורה משולבת וברת קיימא. הרשות בעלת סמכות סטטוטורית מקיפה לכתיבה ומימוש תוכנית אב אסטרטגית לשימור ופיתוח האגן. במספר תחומים כפופה להחלטות השר ובמספר תחומים נהנית מאוטונומיה מלאה. הרשות נדרשה להכין מפה אסטרטגית לניהול האגן של הנהר ומשמשת גם כיועץ לגבי חלוקה מחדש של הקצאת המים מהאגן.
- הקמת חבר מחזיקים במים אשר נצרכים ע"י מערכות אקולוגיות שונות.
- יצירת תחרות ועלויות צרכניות של אוסטרליה (ACCC) - אשר תפתח ותיישם את תמחור המים וחוקים לשוק מים שיוקם.
- שיתוף מידע עם המכון המטאורולוגי.

בדצמבר 2008 בוצע עדכון לחקיקה- "Water Amendment Act 2008" ועיקריו הם:

- הסמכויות של הועדה של אגן המורי דארלינג יעברו לרשות של האגן שהוקמה בחקיקת 2007 על מנת שיהיה גוף אחד שינהל את מקורות האגן.
- תפקיד ה- ACCC יתרחב בעזרת יישום חוקי התמחור של המים על כלל מספקי שירותי המים ועסקאות בנושא. כמו כן הם יהיו אחראים על כלל תמחור מים שהם לא עירוניים.
- החוקה תאפשר לתוכנית האגן להסדיר את האזור שיתאים לצרכים הבסיסיים של האדם.
- הועדה הפדרלית אישרה ביוני 2008 את תקנות המים ("water regulations 2008"). במסגרת תקנות אלו קודמו נושאים כדוגמת:
 - התהליך שהשר נדרש לנקוט על מנת ליצור חוקים חדשים לתמחור מים ולניהול שוק המים.
 - חוקים עבור ההסכם של אגן המורי דארלינג
 - הגדרת הגבולות של אגן הנהר

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 246 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע (Management)\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



• הרחבת והגדרת הסמכויות של הרשות שמנהלת את האגן

במסגרת תקנות אלו נחקקו ב- 2010 חוקים נוספים לחיזוק חוקי תמחור המים במסגרת החוקה.

בין המהלכים המיושמים ברגולציה זו לאגן Murray-Darling, החליטה הממשלה לרכוש מים באגן מידי משקיעים פרטיים לצורך השבת המים לטבע. הממשלה מצויה כעת בנקודת האמצע של תכנית בה הוקצו 3.1 מיליארד דולר אוסטרלי לרכישת המים.

יוזמת רכישת המים פותחה על מנת לתת הזדמנות למשקיעים המתאימים הרוצים למכור את זכויות המים שלהם לממשלה האוסטרלית. זאת, תוך צמצום השפעות הסחר במים על הסביבה על מערכות השקיה משותפות.

תכנית הרכישה הנוכחית מסתמכת רבות על קניית זכויות מים (אמצעי לטווח ארוך לשם קבלת הקצאות מים עונתיות), שיטת רכישה אלטרנטיבית הנה להשתמש במוצרי מים מוגבלי זמן כגון הקצאות מים (אמצעי זמני לשימוש במים), זכויות החכרה וחוזי אופציות.

לצורך בחינת מוצר המים המתאים לשימוש בתכנית באוסטרליה, נותחו תרחישים שונים, כמו כן נעשה שימוש במידע וניסיון מצטבר של מדינות מערב ארה"ב, ושימוש במודלים להשקיה חקלאית. גישה זו שילבה את עלויות השינוי על פני תקופה ארוכה ואת הפוטנציאל לגידול בהתאמה המבנית, הגדלת הגמישות, הגברת זרימות סביבתיות, הגדלת נכונות החקלאים להשתתף, ובנסיבות מסוימות- הגדלת עלות תועלת.

Wheeler S. וחבריה (2012- [29]), סקרו את המהלכים וקבעו כי יש לבצע ארגון מוסדי מחדש עבור אלטרנטיבות מוצרי המים וכי נדרשת הבנה נוספת של הדינאמיקה של שווקי המים והליכי עריכת התקציב הממשלתי.

דוגמא לתכנית להשבת מים באוסטרליה הנה תכנית השיקום המרכזית the living "murray" שמקודמת באגן נהר המורי החל משנת 2002 ופעילה מזה כעשר שנים.

התכנית הנה באחראיות רשות אגן המורי-י דארלינג- MDBA.

התכנית החלה בעקבות ההכרה של כל מדינות אגן המורי-י דארלינג שיש להעלות את נפח המים שמשוחררים לסביבה במערכת המים של נהר המורי-י. תפקיד the "living murray" הוא לשפר את בריאות הנהר בשישה אתרים מייצגים שנבחרו



לאורך הנהר. יצוין כי התכנית אינה יוזמה שעלתה כתגובה לבצורת, אלא כתכנית ארוכת טווח לשיפור בריאות הנהר.

התכנית פועלת בחמישה תחומים :

- השבת מים (water recovery) לסביבה
- עבודות סביבתיות ומדדים- בניית תשתית להעברת מים וניהולם באופן יעיל על מנת לאפשר שיפור אקולוגי ספציפי בשש הנקודות המייצגות.
- השקיה סביבתית- העברת מים סביבתיים לאתרים המייצגים ברגע שהמים הופכים זמינים
- ניטור סביבתי- ניטור השפעת המים הסביבתיים באתרים המייצגים
- תקשורת וייעוץ- הוועצות עם הקהילה על מנת לוודא תפקיד הקהילה בהשגת התוצאות הנ"ל.

בשלב הראשון של התכנית הוחלט להשיב 500 מלמ"ק (500 גיגה ליטר מים GL אשר הוגדרו כ- long term Cap equivalent) של מים לסביבה. החלטה זו נקבעה בוועדת יועצים מדעית בשנת 2002 (Scientific Reference Panel (SRP)) שקבעה כי:

350 מלמ"ק תהיה כמות שתתן מענה ליעדים ספציפיים, אך תתרום מעט לאקולוגיה של הנהר כולו
1500 מלמ"ק יתרמו לנהר כולו
ועדת המומחים גם קבעה כי 1500 מלמ"ק בשילוב עם שיפור בניהול התשתית, התפעול ואיכות המים יביאו למצב של "נהר בריא ומתפקד".
לפיכך, השבת 500 מלמ"ק אל 6 האתרים המייצגים שנבחרו הוכרזו כצעד ראשון, והשקעה מידית בתשתית על מנת לוודא שהמים האלו יגיעו ליעדים, יחד עם פעילות להשגת יעדים אקולוגיים אחרים, כגון מעבר דגים.
בשנת 2004 הפעילות הפכה לרשמית, עם חתימה של הסכם בין הממשלות באגן הנהר שהגדיר טווח זמן של 5 שנים להשבת המים.

long term Cap equivalent הוא ממוצע שלוקח בחשבון את המאפיינים השונים של זיכיונות המים במדינות השונות ואת הזמינות שלהם. בשל שינויים שנתיים בזכויות המים, הנובעים מהמצב האקלימי ותקצוב המים השונה ממדינה למדינה. בשנות בצורת יהיו משמעותית פחות מ 500 מלמ"ק של מים זמינים לנהר מדי שנה ואילו בשנים רטובות, צפויים להיות כ- 1000 מלמ"ק מים זמינים להזרמה לנהר.



הרעיון הכללי בשימוש בזכויות המים על מנת להשקות את האתרים המייצגים הוא לשחזר את מחזור המים הטבעי באותם אתרים. לפיכך, הגישה היא כי אירועי השקיה גדולים יחולו פעם ב-3 עד 5 שנים, ובין השנים הרטובות האתרים המייצגים יקבלו זרימת מים בינונית עד נמוכה. ככל הנראה המים בכל שנה יבשה ישמשו אתר אחד עד שניים, כאשר בשנתיים לאחר מכן, אתר אחר יקבל את ההקצאה. גישה זו, יחד עם העבודות הנעשות על מנת לייעל את הזרמת המים, יאפשרו השקיה של האתרים בקנה מידה גדול הרבה יותר ויתרון אקולוגי רב יותר מאשר היתרון שחושב בתחילה עבור 500 מלמ"ק.

מקור המים המשמשים להשבה הנו משלושה תחומים עיקריים:

- שיפור תשתיות (30%) - מניעת אבדן מים, ייעול של מערכות הובלה, ייעול השקיה בחוות, הפחתה של אידוי, זרימה ונזילות, הפחת אבדן המים מנהרות וביצות.
- קניית זיכיונות מים (45%)
- שינויים רגולטורים בהקצאת המים (25%) בין המשתמשים השונים.

ב. ארה"ב

כללי

הממשל הפדרלי והסוכנות להגנת הסביבה (EPA- Environment Protection Agency) אחראים לנושא המים ברמה הארצית. ה- EPA הינה סוכנות פדרלית עצמאית הנהנת ממעמד של משרד ממשלתי ומשמש כרגולטור על ברמה הלאומית בתחום איכות מי השתייה והגנה על משאב המים הסביבתי. בוצעה חלוקה ל-10 אזורים בארה"ב כאשר בכל אחד מהם מיישמים את הרגולציה שנחקקה ב-CWA-the clean water act.

National water program – בתקציב EPA ל-2013 [30] מתוארת עבודה משותפת של EPA, המדינות, מחוזות ושלטון מקומי עבור הגנה ושיפור איכות המים, כולל מקווי מים לחים ולהבטחת איכות מי שתייה. נציין כי EPA לא אחראי על נושא השבת המים לטבע.

EPA ומשרד המים (OW) מפקחים על אישור והעברת תכניות המים הלאומיות, כאשר המשרדים האזוריים עובדים עם המדינות, המחוזות והשלטונות המקומיים ליישום התכניות ותמיכה בהן.



תשומת הלב הציבורית בארה"ב להשבת זרימות סביבתיות לנחלים הולכת וגוברת באופן דרמטי בשנים האחרונות (Postel and Richter, 2003 - [31]). כיום מדינות רבות בארה"ב מפתחות מערכות סטטוטוריות לצורך ניהול הנחלים והאגמים במדינה. הפוקוס הוא על מתן הרשאות להקצאת מים חדשות לשימוש האדם, כאשר זרימות סביבתיות נלקחות בחשבון לעיתים קרובות. חלקן חיוביות יותר בקביעת משטר הזרימה הנדרש לצורך השגת הגנה על מקווי מים אקוויטים, שימור שימושי פנאי והגנה על איכות המים (MacDonnell L.J, 2009 - [32]).

זכויות מים - בארה"ב קיימת זכות שימוש פרטיות על מים על בסיס שני עקרונות - זכויות ריפריאניות (זכויות לאורך גדות) - בעלות על הקרקע ליד נחל או אגם, או זכות על בסיס שימוש היסטורי במים. מאחר וזכויות המים בצפון אמריקה נמצאות גם בידי גופים פרטיים, מקובל השימוש ביישומים ממוחשבים הממפים את זכויות המים לאורך הנחלים (למשל, יישום Water Rights Analysis Package – WRAP - המבצעת גם תיעוד של זכויות המים (Wurbs, 2012 - [33])).

קליפורניה [34]

מדינת קליפורניה מאופיינת באקלים מגוון ים תיכוני ברובו. מירב הגשמים מתקבלים בעונת החורף והקיץ יבש מאוד. כמו כן, צפון המדינה עשיר במשקעים ואילו הדרום צחיח ומדברי. המים מצויים ברשות המדינה ומנוהלים בעזרת חוקים ציבוריים, החלטות משפטיות והסכמים. חוק המים משלב בין שתי הגישות לזכויות מים (זכויות ריפריאניות וזכויות על בסיס היסטורי) ובין גישה שלישית של עדיפות לטובת שימושים ראויים (כדוגמת הטבע וצרכנים נוספים).

להלן מס' ארגונים ממשלתיים האחראיים על השבת המים לטבע וחלוקת המים מהנחלים לשימושים שונים:

- המשרד הפדרלי להשבת המים של הקרקע - **FBR** - The Federal Bureau of Reclamation - מקצה מים לבעלי חיים בסכנה ברמה ארצית.
- **DWR** - Department of Water Resources (State) המשרד למשאבי מים - DWR הינו יחידה בתוך "סוכנות משאבי הטבע של קליפורניה" שהינה משרד ממשלתי. היחידה אחראית על החזרת זרימת מים מספקת מבחינת

תהל המנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 250 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים - P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120-
הנשהודח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



מורפולוגיה ותפקוד הנחלים. האחריות של DWR ביחד עם האגף לדייג וצייד של קליפורניה, היא להשיב נפחי זרימה מתאימים לנחלים השונים. ארגון זה עורך מחקרים ואוסף נתונים על מנת להציג המלצות הקשורות לחלוקת המים לכלל הצרכים. ארגון זה גם רוכש מים עבור ה"תוכנית לסביבת המים" ול"תוכנית לשנה יבשה" ומפקח על מעבר של מים בין משתמשי מים באותו אזור מים, או לאורך אותו אגן נחל (מהמעלה למורד).

במסגרת זו האגף לדייג וצייד הינו בעל הסמכויות להלן:

- להחליט על סף זרימה שיבטיח את קיומם של הדגים ובעלי החיים האחרים
- לזהות את מקורות המים שיש להעריכם ולתעדף אותם
- ליזום מחקרי מים
- לפתח המלצות לשמירה על איכות המים כדי להגן על הדגים ובעלי החיים האחרים (זאת לאחר מחקר מקיף של הצרכים השונים).
- שחרור של מים למטרות טבע ושימוש הטבע: סעיף הצייד והדייג מספק הגנה לשטחי הדייג בדרישה שכל בעל סכר צריך לוודא כי מספיק מים עוברים בסכר במורד הנחל על מנת לשמור על מצב טוב של שטחי הדייג באזור זה.
- CALFED-ארגון לשימור המים של קליפורניה. הוקם בשנת 2000 במסגרת התוכנית לשיפור היצע המים של קליפורניה. אחראים לתוכנית המים של קליפורניה ולהחלטות המדיניות בקשר לחלוקת המים. הארגון מורכב מ-25 גורמים ארציים מהשלטון המקומי ופדרליים-מקומיים. המשרד אחראי על הקצאת מים ומיתון של קונפליקטים בין מדיניים ובין משתמשים שונים.

כמו כן ישנם ארגונים אזרחיים כדוגמת WEF (Water Environment Federation) אשר מקדם את שמירת בתי הגידול וסביבות המים הטבעיות.

ישנן תוכניות שונות לשימור מערכת המים הטבעית של קליפורניה, מרביתן תחת החסות והביצוע של CALFED (תרשים 8):

- תוכנית המים של קליפורניה - California water plan - תוכנית אב למים של המדינה.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 251 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120-pro\HYDROLOG\Management\Report\Final report\מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע
P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120-
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



- תוכנית שיקום מקווי מים -ERP- The Ecosystem Restoration Program -Plan - כוללת מטרות ויעדים לטיהור ושיקום מקורות המים.
 - תוכנית לסביבת המים - Environmental water program (נקראת גם Environmental water account =EWA) התוכנית לסביבת המים אחראית לביצוע ויישום של יעדים ורף זרימת המים בנחלים אשר זוהו והוגדרו ע"י ה-ERP. תוכנית זו היא אחת המובילות מתוך התוכניות שקודמו למפרץ הדלתא. תוכנית המפרץ נוצרה על מנת להגן על הדגים מסחיפה ועל מנת להגדיל את איכות וכמות היצע המים לפרויקטים ממשלתיים ופדרליים הקשורים למים. כמו כן תוכנית זו מגנה על המגוון הביולוגי בנחלים מבלי להפחית את חלוקת המים לחקלאות ורשויות שונות.
- התוכנית מיושמת כסדרה של רכישות מים לשימוש עבור השבת מים לטבע – עבור נחלים בעלי עדיפות גבוהה (עדיפות 1-3), החשובים מבחינה ביולוגית ואקולוגית. השיטות להערכה והמלצות לרף מינימאלי לזרימות משתנות מנחל לנחל, אך באופן כללי נעשות ע"י קביעה של דרישות מינימאליות לזנים הנמצאים בסיכון ולמגוון ביולוגי.

יעדי התכנית הנם :

- עיצוב ויישום של גישה מדעית לכל רכישה על מנת להבין כיצד מערכת הנחל פועלת.
- שיפור התנאים לדגים ורענון הפעילויות האקולוגיות הקשורות לזרם הנחל.
- השגה (במידת האפשר) של תועלות סביבתיות מכל רכישה.

CALFED מבצע שמירה על המים והסביבה בשלוש רמות כדלקמן :

1. קווים מנחים לשמירה על מאגרי מים ועל חלק מאוכלוסיית דגי הסלמון בדלתא.
2. צו לסביבת המים - הכולל מקורות מימון וצעדי פעולה בשיתוף עם תוכנית לשימור ושיחזור מערכות אקולוגיות (EWA).
3. התחייבות CALFED לספק כמויות מים נוספות במידת הצורך עבור שמירה על מקווי מים ומינים מיוחדים, וזאת בלבד שרמות 1 ו-2 (שפורטו לעיל) אינן מתאימות.



תכנית ה EWA (environment water account) נועדה להפחית את ההשפעה הישירה של שאיבת מים מהדלתא על אוכלוסיית הדגים בדלתא ולשפר את הזרימה ותנאי המחיה של מינים נוספים בדלתא. במסגרת התכנית פותחו כלים (נוספים לאלו הקיימים בחוקים המקומיים) כדוגמת אופן חיוב המשתמשים במים.

צוות נציגים טכניים מ-CALFED, רשויות שלטון פדראליות ומרכזיות, משתמשי מים ויזמים לניהול והגנה על הסביבה ערכו מחקרים על שיטות לנהל מים ושמירה על מיני דגים. צוות זה השתמש בנתונים של 14 שנה על הידרולוגיה, אספקת מים, ניהול מים, והשפעות של כל פרויקט על מקור הדגים כבסיס למודלים הממוחשבים.

הקנייה והמכירה של המים למטרות שונות מבוצעות ע"י CALFED ובכך מתאפשר ביצוע חלוקה מחדש של המים. כך למשל- עפ"י הצו הסביבתי למים (EWA) ניתן "להשאיל" כמות מים מסוימת ממאגר מים במעלה הנחל במשך הסתיו והחורף, ולשחרר אותם במטרה להגדיל ולהעצים את הזרם במורד הנחל, בנקודה שלאחר הסכר או בדלתא.

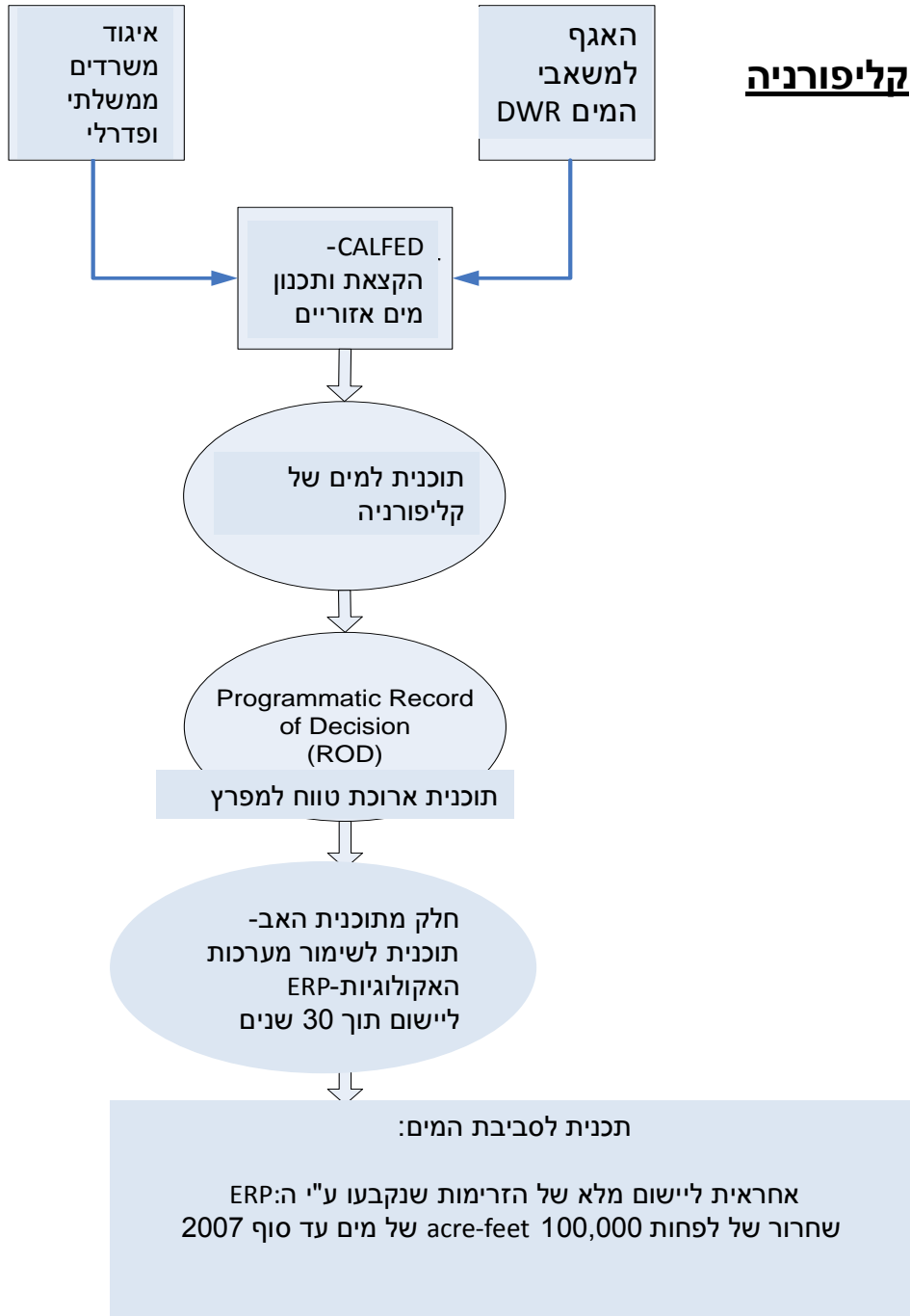
האופציות להקצאת מים לטבע בצו לסביבת המים :

- גמישות ביחס "יבוא – ייצוא" של מים- הטלת מגבלות על הייצוא בהתאם למצב ולתנאים של המים. למשל במהלך החורף והאביב היחס של ייצוא- יבוא יכול לעלות ל- 40%.
- העלאת גבולות השאיבה- עלייה בכמות המים במשאבות הדרומיות- במהלך הקיץ הצו לסביבת המים יכול לאפשר גבול שאיבה גבוה יותר.
- שאיבה של מים ממאגרים מסוימים ושחרורם במעלה הנחל- בתנאים מסוימים מים אשר משוחררים במעלה הנחל ניתנים לשמירה ולשחרור באזורים אחרים במורד הנחל.



תרשים 8: הקצאות מים לצרכי סביבה – קליפורניה

Figure 3: Environmental Water Allocations by CALFED



מדינת מישגן

ביוני 2008, הרשות המחוקקת במישגן קבעה עקרונות וכלים לביצוע של תכנית לניהול להגנה על זרימות מים טבעיות (Smith, 2009-23]. נחקק חוק לשימוש במים והמשרד להגנת הסביבה במישגן משמש כרשות מבצעת שלו.

- מבחינת ביצוע ויישום החוק הצעד הראשון שנעשה הוא להתוות חלקים שונים מהנחלים למעקב וניתוח מדעי וניהולם.
- סיווג נחלים: החלקים השונים של הנחלים במישגן סווגו עפ"י גודל פשט ההצפה או מאגר המים (נחלים, נהרות קטנים ונהרות גדולים) ומשטר הטמפרטורות. שני משתנים אלו נמצאו כמשפיעים על הדייג במישגן.

במישגן פותח כלי הקובע את הסיכונים האקולוגיים בשחרור מים - The Water Withdrawal Assessment Tool (WWAT) (המוצג באתר www.miwwat.org) [35].

הכלי פותח לצורך קבלת החלטות באם להקצות או לדחות היתרים לשחרור מים לגורמים שונים.

כלי זה זכה ב-3 פרסים ארציים לשיפור היעילות בהערכה של גבולות לשימוש במים במערכת מסוימת. הכלי כולל מודלים ונתונים אשר יחדיו יכולים להציג את הסיכון האקולוגי של כל משיכה או שימוש מוצע במי תהום ומים עיליים: מודל מי תהום, מודל נגר, מודל חישה ביולוגי, מאגר נתוני שימוש במים ועוד.

הנתונים הוזנו למודל ע"י מדענים, אך גם בעלי העניין יכלו להזין לתוכו החלטות לגבי אלו מהנתונים האקולוגיים קבילים, כך שהשיקולים של שני הגופים היו מעורבים.

נערך פיילוט ובעלי העניין קיבלו אפשרות להשתמש במערכת ולהגיב עליה תוך שנה טרם קבלת התוקף עבור ההחלטות להקצאות החדשות למים (Le Quesne et al, 2010-5].

מדינת מסאצ'וסטס

על פי מחקרם של Archfield et al (2009-36]), במדינת מסאצ'וסטס נעשה שימוש במספר מודלים ככלי לאמוד את אספקת המים באגן נחל מסוים על בסיס יומי. מודלים שונים משתמשים בשיטת רגרסיה של מס' פרמטרים, או פרמטר בודד על מנת לאמוד את כמויות הזרימה היומיומיות. בנוסף לשיטות סטטיסטיות אלו ישנם מודלים המבוססים על נתונים פיזיים המדמים תהליכים הידרולוגיים שונים כגון: היווצרות נגר, יחס בין מי תהום למים עיליים, השלכות הידרולוגיות של

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



שאיבה. מודלים אלו עלולים לצרוך זמן וכסף רב, היות והם דורשים התמקצעות בתחומים השונים.

המכון הגיאולוגי של ארה"ב יחד עם המשרד להגנת הסביבה של מדינת מסצ'וסטס פיתח כלי ברמה הארצית שנועד לתמוך אינטראקטיבית בקבלת החלטות בנושא ניהול מים. הכלי נקרא- Massachusetts sustainable Yield Estimator. הכלי עוזר להעריך את התנובה של אגן הנחל שהכי ברת קיימא לכלל הסביבה.

בתנובה בת קיימא נבדקת כמות המים שעל פני השטח אשר ניתן לשאוב מאגן מים, המבוססת על מספר משתנים: כמות המים שיש לשאוב, ההשפעות של שאיבות אלו על זרימת הנחל, זמן הניתוח והמדידה וכמות המים שנדרשת על מנת לשמר המערכת האקולוגית והמינים באגן.

הכלי החדש מסייע לאמוד את הערכת התנובה המקיימת של אגן הנחל הנבחן. בנוסף לכך ניתן להשוות בין ערכי התנובה המקיימת של האגן לבין הערכת הזרימה היומית בו ולהתאימו לשאיבות המים המאושרות בתחום האגן הנבחן. הכלי עובד כך שהמשתמש מזין למודל יעדים לכמות הזרימה, אשר מורכבים מפירוט של כמות המים שצריכה להישאר בנחל על מנת להתאים לסביבה האקולוגית ולהתחדשות הזרם בנחל. בכלי זה מוזנים גם נתוני השאיבה והחזרה של המים על מנת להסדיר את ממוצע הזרימה היומית הלא מבוקרת.



2. השוואה בין מדינות

2.1.1 השוואה בין מדינות נבחרות

טבלה 2 הנה טבלה מסכמת המשווה בין שלוש מדינות- אנגליה, קליפורניה ואוסטרליה. במדינות אלו קודמו מהלכים חקיקתיים ומיושמות תכניות לניהול אגני נהרות ובכלל זאת אספקת מים לטבע.

טבלה 2: השוואה בין אנגליה, קליפורניה ואוסטרליה

אוסטרליה	ארה"ב – קליפורניה	אנגליה	
<p>רמה הארצית- המשרד להגנת הסביבה (SEWPAC)</p> <p>רמה האזורית- רשויות אגנים כדוגמת MDBA לאגן Murray-Darling שהנו אחד הגדולים באוסטרליה, אשר בסמכותה לנהל את מקורות האגן בצורה משולבת וברת קיימא</p>	<p>רמה פדרלית- הסוכנות להגנת הסביבה (EPA) ומשרד המים (OM)</p> <p>רמת המדינה- המשרד למשאבי המים (DWR) - המלצות לחלוקת המים, פיקוח, אחראי גם על הקצאות מים להשבת זרימה סביבתית מספקת מבחינת מורפולוגיה ותפקוד נחלים הארגון לשימור המים של קליפורניה (CALFED) אחראי על הקצאת המים האזורית ומפעיל מס' תכניות לשימור מערכת המים ולהקצאת המים לסביבה ולשיקום בתי הגידול</p>	<p>רמה ארצית- המשרד להגנת הסביבה (DEPRA) משנת 1995 אחראי על פיתוח בר קיימא של מקורות המים. מכין תכניות אב ומקצה מים למשתמשים השונים. סוכנות סביבה (AE) - כפוף ל-DEPRA ומשמר אוגרי מים טבעיים וסביבתם</p> <p>רמה אזורית- ועדה לאסטרטגיה סביבתית המקדמת תכניות אזוריות ובכללן השבת מים לסביבה</p>	<p>גוף אחראי לנושא המים</p>
<p>בעלות משולבת- מדינה ומחזיקים פרטיים.</p>	<p>בעלות משולבת- מדינה ומחזיקים פרטיים.</p>	<p>בבעלות מלאה של המדינה</p>	<p>בעלויות על המים</p>
<p>חוק המים- אושר במרץ 2008. בעקבותיו בוצעו רפורמות מרכזיות. דוגמא מרכזית- הרגולציה באגן Murray-Darling</p>	<p>ניהול המים מבוצע בכפוף לחוקים ציבוריים, החלטות משפטיות והסכמים. בחוק המים של קליפורניה משולבות זכויות מים היסטוריות, זכויות מחזיקים לאורך גדות ותעדוף לשימושים ראויים כדוגמת הטבע</p>	<p>החל משנת 2003- התאמה לצו למסגרת ניהול המים באירופה (WDF)</p>	<p>חקיקה</p>
<p>אגן Murray-Darling - יעד השבה של 500 מלמ"ק עבור שיפור המצב האקולוגי ב-6</p>	<p>- תכנית המים של קליפורניה- תכנית האב - תכנית שיקום מקווי מים</p>	<p>התכניות לניהול מאגרי המים מכירות בצרכי הטבע למים ופועלות בתיאום עם</p>	<p>תכניות ויישומים</p>

תהל המנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 257 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Final report\Management\Report\לטבע 27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



אוסטרליה	ארה"ב – קליפורניה	אנגליה	
<p>אתרים נבחרים מייצגים באגן. במסגרת הרפורמה רוכשת המדינה מים מידי מחזיקים פרטיים ומשיבה לטבע בהתאם לתכנית. ניתן לקנות זכויות מים לטווח ארוך או להשתמש במוצרים מוגבלי זמן כגון הקצאות מים (אמצעי זמני לשימוש במים), זכויות החכרה וחוזי אופציות.</p>	<p>(ERP) - מטרות ויעדים לשיקום וטיהור מקורות מים - תכנית לסביבת המים (EWA) - קביעת זרימות, רכישות מים עבור שמירה על הטבע, שחרור במעלה הנחלים</p>	<p>הדרישות של WDF . בדיקת מצבם האקולוגי של בתי הגידול, עריכת בקרה על רשיונות לשאיבת מים ואיזון בין הצרכים של הטבע ובין צרכי המגזר העסקי והפרטי. התכנית לניהול אגן הנחל Anglian כדוגמה מייצגת מכתובה כיצד לנהל ולטפל במקורות המים באזור אגירה נתון</p>	

2.1.2 השוואה בין מדינות- מחקר הבנק העולמי

The International Bank for (R.Hirji &R.Davis 2009) סקרו עבור הבנק העולמי (Reconstruction and Development) את מדיניות ההזרמות הסביבתיות, במקורות המים, תכניות ופרויקטים שונים כפי שמבוצעים במדינות שונות [37]. סקירתם כללה את האיחוד האירופאי, אוסטרליה, ארה"ב-פלורידה, דרום אפריקה וטנזניה.
להלן עיקרי הסקירה וממצאיהם:

- ישנה הכרה משפטית בחשיבות הזרימות הסביבתיות הנדרשות והכרה בכך שהן שוות ערך לצרכנים האחרים של המים-
הן מדינות מפותחות והן מתפתחות מבצעות כיום אינטגרציה של תנאי הזרימות הסביבתיות בנחלים אל תוך מדיניות משאבי המים שלהן.
כל המדינות מכירות בחשיבות הקצאת המים לסביבה. האיחוד האירופאי מטפל בנושא הזרימות הסביבתיות בנושא שניוני בהשוואה לנושאי איכות המים ושימור בריאות המערכות האקולוגיות, בפלורידה ניתנת להקצאת המים עדיפות גבוהה, פרט לשנות בצורת. בטנזניה ודרום אפריקה הוקצתה לסביבה עדיפות מפורשת (מטופל בעדיפות ראשונה או שנייה). צוין כי למרות שרעיון הקצאת המים לטבע בעדיפות הנו ברור, בפועל קשה ליישם את סדרי העדיפויות הספציפיים. כאשר החלטות הקצאת מים נעשות ברמת תכנית האגן, ביצוע פשרות בין שימושי מים סביבתיים ואחרים הנו בלתי נמנע. יישום ההעדפה להקצאת מים לטבע הנו ברור רק במקרים בהם ישנו נוהל או מנגנון מפורש להצבת סדרי העדיפויות הנ"ל.



2. קיימים קשרים (ברמות שונות) בין הקצאות מים ושרותי מערכת אקולוגית המסופקים על ידי אותן מערכות-

במסגרת המדיניות שקבעו במדינות אוסטרליה, דר' אפריקה וטנזניה יש קשר הדוק בין קביעת הזרימות הסביבתיות לבין כלל השירותים למערכת האקולוגיות ולבריאות ולסביבה.

באיחוד האירופאי מתמקדים תחילה בבריאות המערכת האקולוגית בגופים שנבדקו, אך לאו דווקא בשילוב הקצאת זרימות סביבתיות אלא אם נמצא כי נדרש להקצות כאלו.

בפלורידה המדיניות מקדמת הגנה על הערכים הסביבתיים, אך לא לכלל המערכת האקולוגית שגם בני האדם נהנים ממנה (כדוגמת היבטי פנאי ונוף).

3. קביעת תנאי הקצאה הכוללת את כל המשתתפים במחזור המים-

קביעת תנאי ההקצאה נעשית עבור מים עיליים, מי תהום, מוצאי נהרות ואזורים הקרובים לחוף.

באוסטרליה ודר' אפריקה מפקחים על שאיבת יתר של מים עיליים ושל מי תהום ומגינים על המערכות האקולוגיות במורד הנהרות (כדוגמה בחקיקה לאגן מורי באוסטרליה מ2007). באוסטרליה לא מתייחסים במפורש לנושא שפך הנהרות, באיחוד האירופאי מכירים במפורש בחשיבות הזרמת המים בשפך הנהרות ובפלורידה ניתן משקל שווה לנושא פיקוח על מים עיליים ומי תהום וחלות רמות זרימה מינימאלית על שפכי נהרות וקו החוף. בטנזניה הוגדרו הקצאות מים לסביבה כחלק משמירה על בריאות מערכות אקולוגיות ושפכי נהרות.

4. פיתוח שיטה לקביעת מטרות להקצאות ותוצאות במפלס האגנים

ישנן גישות שונות עבור יישום היעדים שנקבעו בכל מדינה:

בדרום אפריקה וטנזניה ייסדו מערכת לאומית לסיווג נחלים עפ"י רמת איכות, בוצע לכל מקורות המים המשמעותיים. הגדרת רמת האיכות תלויה בשימושים של אותם גופי מים, המגוון הביולוגי וכו'. הניהול של משאבי המים נקבע לפי הסיווג הנ"ל.

באירופה הגדירו יעדים זהים לכל מקורות המים- הגעה ל"מצב אקולוגי טוב"- ללא תלות באופן השימוש במקור המים וכו'.

באוסטרליה ופלורידה נקבעו יעדים סביבתיים כחלק מתכנון ההקצאה ממאגרי המים, המבוסס על יעדים מקומיים, ארציים, ובינלאומיים.

בגישת האיחוד האירופי, שמטרתו הגעה לרמת איכות סביבתית מינימאלית אחידה – כל הגופים צריכים להיות ברמה אחידה ואין גמישות במו"מ עם בעלי

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



העניין המשתמשים בהם- מחייב אותם לעמוד בתקנים. הגישות באוסטרליה, פלורידה, דרום אפריקה, וטנזניה הן בעלות יותר פוטנציאל לגמישות, יעילות וחסכוניות, שכן לא כל גופי המים צריכים להיות מובאים לאותו תקן סביבתי, באם לצרכני מים מתחרים ישנה עדיפות גבוהה יותר.

5. **השבת מים לסביבה עבור מערכות שנפגעו ועבור שיקום**

ההתמקדות בהתאוששות של מערכות בשאיבת יתר יכולה להסיט את תשומת הלב מחשיבות ההגנה על מערכות שכיום אינן תחת איום במדיניות האיחוד האירופי ואוסטרליה ניתן דגש על אישוש מערכות הקיימות כיום בהקצאת יתר. עם זאת, הניסיון בפלורידה הוא שמתן דגש על גופי מים קיימים ופוטנציאליים המצויים תחת איום מסיט תשומת הלב ממערכות שיש לשמר. כתוצאה מכך, מדיניות פלורידה דורשת זיהוי של גופי מים שעלולים להיות תחת איום בתוך 20 שנים ולפתח אסטרטגיה לשיקום או שימורן. גישה זו ממקדת את תשומת לב על הניהול של מערכות שזקוקות להגנה.

6. **שיתוף הציבור**

הליך שיתוף הציבור מקובל יותר ויותר גם כאשר דרישות המדיניות אינן מאוד ברורות.

במדיניות דרום אפריקה, במהלך החקיקה ואסטרטגיה יש דרישות לשיתוף נרחב של בעלי העניין. ואילו במדיניות אוסטרליה ופלורידה מקודם שיתוף בשלבים מסוימים של פיתוח תכניות הקצאת המים.

במדיניות האיחוד האירופי WDF יש דרישות נרחבת עבור מתן מידע והזדמנויות לשיתוף הציבור ולהעברת הערות הציבור בתכנון ניהול אגן הנחל, אך אין דרישות מעורבות של בעלי עניין ספציפיות בקביעת היעדים הסביבתיים או בהתחייבות EFAs.

בטנזניה, יש רק דרישה כללית להזמנת בעלי עניין להתייעץ כאשר מקודמת טיוטת תכנית ניהול משאבי המים הלאומי: אין דרישות מפורשות להתייעצויות עם בעלי עניין כאשר תכניות לניהול אגנים בהליך פיתוח.

שיתוף בעלי עניין יכול לעכב ביצוע, אלא אם כן תוכנן בקפידה כדי שיתאים לנסיבות של מדינה.



עם זאת, השיתוף יכול גם לשמש מכשול בדרך ליישום מדיניות באם דרישות המדיניות אינן תואמות את היכולת של בעלי העניין או משאבים לבצע השתתפות אפקטיבית.

לדוגמא, דרישות השיתוף גרמו לעיכובים ביישום הקצאות מים סביבתיות בדרום אפריקה ובשיבוש הליכי המאמצים להחלים משאיבת יתר במקרה של אגן Guadiana בספרד.

7. מתן כדאיות לרשות עצמאית שתבצע בקרת ביצועים של המדיניות שנקבעה
אוסטרליה לדוגמא הקימה רשות לאומית לניהול איזור הנהר מורי-דרלינג (MDBA) כדי להתמודד עם המורכבות של ניהול סביבתי לצד פיתוח חקלאי ומשבר מים.

8. שימוש בכלים מדעיים עבור קביעת ההקצאה לזרימות הסביבתיות ומדיניות היישום

ישנם מצבים בהם הדרישות למידע הזמין הטוב ביותר עבור הערכת הזרימות הסביבתיות למערכות המים מסכלות את יישום המדיניות.

באוסטרליה וטנזניה נדרש המידע הזמין הטוב ביותר בדרום אפריקה לא מוגדרת דרישה זו, באיחוד האירופאי לא נדרש אולם המדינות החברות באיחוד מתבססות על מידע מדעי באיכות גבוהה ופיתחו נהלים להערכה הזרימות. המדינות נדרשות להתחייב להוכיח ע"י גופים מוסמכים השגת "מצב אקולוגי טוב".

בפלורידה הדרישה לקבלת החלטות על בסיס המידע הזמין הטוב ביותר יצרה מכשול בשל פתח לערעורים בבתי המשפט לנושא הליך קבלת ההחלטות המסתמך רק על המידע הטוב ביותר.

בסקירה ההשוואתית דלעיל, מופו ששה אתגרים עיקריים ליישום תכניות להשבת מים:

1. תמיכה פוליטית ליישום המדיניות- חקיקה ותקציב
2. שינוי תפיסתי במשרדים מגזריים לנושא אספקת המים לטבע במדיניות ובנהלים שלהם- הטמעה של תכניות לאחר קבלת ההחלטות לקדמן.
3. קבלת תמיכת בעלי העניין לאספקת מים לטבע- הליך שיתוף הציבור והגעה להסכמות.



4. ביסוס מטרות סביבתיות והיתרונות שנוצרים ע"י קישור שרותי מערכות אקולוגיות- קביעת מטרות לשיפור תנאים סביבתיים המובילה גם לשיפור בהיבטים הנוספים כדוגמת בריאות מערכות המים המביאה לניצול בהיבטי פנאי ונופש (שייט, דיג, שחיה ועוד)
5. הפיכת מושגים כדוגמת "הקצאת יתר" ו" מיצוי מפלסים ברי קיימא" לנהלים מעשיים- קביעת רמות הסף ופעולה לפיהן.
6. התאמת הנהלים לתקציב וללוח הזמנים שנקבע, שילוב מודלים מדעיים.

טבלה 3 להלן מציגה את סיכום ההליכים שבוצעו עבור קידום נושא "זרימות סביבתיות" במדינות אוסטרליה, האיחוד האירופאי, ארה"ב- פלורידה, דרום אפריקה וטנזניה, כפי שנסקרו במחקרם של R.Hirji & R.Davis [37]



טבלה 3: סיכום הליכים לקידום נושא "זרימות סביבתיות" במדינות שנסקרו במחקרם

של R.Hirji & R.Davis [37]

שם המדינה	תהליך מדיניות ויישום	יחוד המדינה	ניסיון מדעי	מעורבות הציבור
אוסטרליה	הממשלה הפדרלית החלה ברפורמות מים לאומיות ומספקת סיוע פיננסי ליישומן	עיתות בצורת מדגישות את הצורך בניהול מים משופר. מנגנוני שוק משמשים לסחר בהקצאות המים לסביבה	פורסמו מחקרים מדעיים אודות הפגיעה בנכסים הסביבתיים אשר הובילו להמלצות לזרימות סביבתיות קודמו תכניות לאגן מוריי-דארלינג ואגנים נוספים	קיים לחץ ציבורי חזק לשפר את ניהול המים באוסטרליה לייעול ולהגדלת רגישות סביבתית ולעצירת ההידרדרות הסביבתית של משאבי המים
האיחוד האירופאי	הוקם על מנת לספק הרמוניה חקיקתית ותהליכית בין מדינות האיחוד האירופאי	האיחוד רשאי להטיל סנקציות על מדינות שאינן עומדות בסטנדרטים שנקבעו ליישום	אנשי מקצוע בתחום האקוסיסטמות דוגלים כי בריאות האקוסיסטמות הנו האינדיקטור הטוב ביותר לפיתוח בר קיימא	קיים שיתוף הציבור ב-3 שלבים לאורך קידום התכנית לניהול אגנים
פלורידה	קידום חקיקה ורפורמות	בצורות חמורות מדגישות את הצורך בניהול מים משופר	דיווח שנתי על עמידה ברמות זרימות מינימאליות מיקוד על ניהול מערכות מקווי מים לחים הזקוקות להגנה	החל לחץ ציבורי לניהול מיטבי של המים בהתמודדות עם הבצורת הציבור וקבוצות פעילים סביבתיים הטיפו לשיקום סביבתי. יש שיתוף בשלבים מסויימים של פיתוח תכניות להקצאת המים
דרום אפריקה	קידום רפורמות במשק המים וחקיקה מתאימה	ייסוד ממשלה דמוקרטית הוביל למדיניות תמיכה בחלוקה מחדש של משאבי המים	ארגונים מדעיים היו פעילים בקידום הכללת הזרימות הסביבתיות במדיניות המים. פיתוח תכנית ניטור אקולוגית	לחץ ציבורי לרפורמות המים היה חלק מההליך של שינויי הדמוקרטיה במדינה
טנזניה	בצורת, השקעה בלתי מספקת וניהול מים כושל הובילו למחסור בחשמל ובמזון והניעו התהליכים	מקדמת תכנון הקצאת מים גם ללא תמיכת חקיקה מתאימה (להבדיל מהאחרות שצוינו לעיל) והחלה יישום התכניות באגני נחלים	לימוד ממחקרים בדרום אפריקה, מוסדות אגן הנהר והמחלקה למשאבי המים היוו תפקיד מפתח בהכללת זרימות סביבתיות במדיניות המים	אי שביעות רצון בציבור לאור הביצועים הירודים של משק המים, בפרט לנושאי אנרגית מים, הובילו לרענון מדיניות המים



3. סיכום מדיניות ותובנות

3.1 סיכום מדיניות במדינות נבחרות

בשנים האחרונות חלה התפתחות רבה בגישת מדינות שונות בעולם לנושא הקצאה וניהול מים עבור שימור תפקוד מערכות בתי הגידול הלחים. התפתחות זו מלווה בחקיקה ארצית ואזורית ובקידום תכניות שונות ליישום העקרונות שהותוו בתכניות האב ובחוקים שנחקקו.

בכל המדינות שנסקרו בוצעה רגולציה בתחום ורענון מבני של הגופים המטפלים במשאב המים. המערכות האקולוגיות הטבעיות קיבלו הכרה כצרכן שווה ערך, או כצרכן אשר יש לשמור על זכויותיו ולקדם את שיקומו ומניעת נזקים נוספים. ללא חקיקה ותמיכה של המדינה, לא ניתן לשמור ולקדם את זכויות הטבע למים.

קליפורניה, אנגליה ואוסטרליה הן מדינות בהן נעשו מהלכים חקיקתיים ותכנוניים משמעותיים, בשילוב הקצאת תקציבים המאפשרת יישום התכניות בשטח.

בארה"ב - קליפורניה, ישנם מס' גופים האחראים להקצאות מים לטבע ולנחלים. הגוף המרכזי הנו CALFED האחראי על הקצאת המים האזורית והוא מפעיל מס' תכניות לשימור מערכת המים ולהקצאת המים לסביבה ולשיקום בתי הגידול. בין הצעדים הננקטים בתכניות נמנים קביעת רף זרימה מינימאלית בנחלים, רכישות מים ושחרור מים נוספים במעלה הנחל, חיוב המשתמשים השונים במים.

באנגליה התכניות לניהול מאגרי המים מכירות בצרכי הטבע למים ופועלות בתיאום עם הדרישות של ה-WDF באיחוד האירופאי. גופי ההקצאה פועלים בהתאם לסטנדרטים החדשים שנקבעו עבור מצבם האקולוגי של הנחלים ובתי הגידול ובשנים האחרונות נערך תהליך בקרה של רישיונות נבחרים לשאיבת מים ("תכנית להחזרת שאיבה מקיימת"), על מנת לזהות היכן מתרחשת, או עלולה להתרחש פגיעה סביבתית. בנוסף למחקר ובקרה אלו נבדקים גופי המים שאינם עומדים בקריטריונים ובמטרות הסביבתיות של ה-WFD. בהתאם לכך יערכו שינויים ברישיונות לשאיבה, נדרש שכל שינוי כזה ימשיך לאזן בין הצרכים של הטבע ובין צרכי המגזר העסקי והפרטי.

באוסטרליה קודמה רגולציה לאגן Murray-Darling שהנו אחד הגדולים באוסטרליה, במסגרת הרגולציה הוקמה רשות לאגן זה אשר בסמכותה לנהל את מקורות האגן בצורה משולבת וברת קיימא. נקבעה מכסה ראשונית של 500 מלמ"ק להשבת מים באגן זה עבור 6 אתרים נבחרים. הגדלת מכסות המים הנדרשות להשבה לטבע מושגת באמצעות רכישה ע"י הממשלה מידי המשקיעים הפרטיים (כעת מצויים בנקודת האמצע של התכנית בה הוקצו 3.1 מיליארד דולר אוסטרלי לרכישת המים). הממשלה קונה "זכויות מים" או מוצרי מים כדוגמת מכסות, זכויות החכרה וחוזי אופציות.



ניסיון ללמוד ממדינות בעלות אקלים דומה לישראל, כדוגמת ספרד, יוון ופורטוגל שהן חברות באיחוד האירופאי ומחויבות לעמוד בWDF, טרם צלח בשל קשיי השגת מידע מפורט אודות התכניות שהן מקדמות. נכון לסוף 2012, מדינות אלו טרם השלימו את חובותיהן בהשוואה לשאר מדינות האיחוד האירופאי.

המדינות שנסקרו מצויות בשלבים שונים של תכנון ויישום התכניות השונות, יצוין כי מרבית המדינות משלבות את נושא הקצאת "מים לטבע" במסגרת תכניות לניהול אגני נהרות ונחלים.

3.2 תובנות ליישום בתכנית האב למים לטבע בישראל

במחקרם של Le Quense et al משנת 2010 [5] המפורט בסעיף 1.1.2 לעיל, צוין כי למרות ההתפתחות הרבה בתחום המדיניות של הקצאות המים לטבע במדינות השונות, מרבית תוכניות אלו סובלות מחוסר בביצוע, כאשר הטיפול בנושא נותר ברמת המדיניות והדיונים ופחות מתקדם ברמת היישומים.

יישום מרבית התכניות בנושא הגנה ושיקום זרימות סביבתיות במדינות שונות בעבר נתקל בקשיים בשל מחסור בחקיקה, היעדר תמיכת בעלי העניין ושיתוף הציבור, מחסור בתקציבים, סמכות בלתי מספקת בניהול והקצאת משאבי מים וכן ידע חלקי ובלתי ממופה לגבי הצרכים ומטרות הקצה.

כמו כן בעבודתו של רוזנטל גדי [19] נסקר נושא הרגולציה "המשאבית סביבתית" בה בכל המדינות שסקר הוקמו רשויות סביבתיות נפרדות מהישויות הכלכליות לצורך טיפול בסוגיית משאבי המים הטבעיים. פותחו במדינות השונות תכניות שימור על בסיס אגני ההיקוות וכן רשויות לניהול איזור הנהר (כדוגמת MDBA באוסטרליה עבור אגן מורי דארלינג). התכנון האגני האינטגרטיבי מאפשר איזון בין הלחצים על המערכת הטבעית לצורך באספקת שירות אוניברסלי ומענה לביקוש למים.



תובנות עיקריות המומלצות ליישום בתכנית האב להשבת מים לטבע בישראל :

- רגולציה-
התאמת החקיקה, כללים ותקנות והקניית סמכויות לביצוע התכנית
- שלביות ביצוע-
השלמת נתונים מדעיים בהתאם להמלצת צוות ההיגוי לתכנית, תיעדוף אתרים ועריכת פיילוט באתרים נבחרים (כדוגמת ההתמקדות ב-6 אתרים באגן מורי-דרלינג באוסטרליה, כאשר בעתיד יתוכננו אזורים נוספים באגן).
● עדיפות למתן סמכות ניהול לגוף עצמאי-
גוף חיצוני אשר יקבל הקצאות מים מוסכמות וינהל אותן על פי תכנית עבודה.
- מימון-
ללא מימון מתאים ומסגרת תקציבית לא ניתן יהיה ליישם התכנית ולהשיג היעדים. מרבית תכניות ניהול האגנים המקודמות במדינות האיחוד האירופאי אינן מכילות מידע מדויק אודות עלות היישום וכיצד ימומן. בדו"ח האיחוד האירופאי הסוקר התקדמות ה-WDF עד לסוף 2012 [8] צוין כי המנגנונים הפיננסיים וזמינות הקרנות יוגדרו כאשר יבחרו הצעדים למימוש בכל מדינה, אך הישימות שלהם אינה ודאית. לאור זאת ניתנו שתי המלצות עיקריות למדינות:
א. להיערך לקבלת החלטות פיננסיות (כולל קרנות אירופאיות) עבור סדר העדיפויות והפעולות שנדרשות בתכניות לניהול האגנים, כולל ביצוע חקיקת המים האירופאית הנדרשת.
ב. לכלול בתכניות לניהול אגנים ובתכניות לצעדים את העלויות של הצעדים, את הרשויות האחראיות לכך ולציין מי יישא בעלויות הנ"ל.
- שיתוף הציבור ורתימתו לתמיכה בתכנית.
יש להבחין בין הליכי שיתוף ציבור בקרב המומחים לסוגיות שונות הנוגעות לנושא ולהשלכות התוכנית, במסגרתו ישופרו עקרונות התכנית, בניית המודל ותכנון יישום התכנית לבין הליך שיתוף הציבור הרחב אשר נוגע יותר להיבטי הנגישות, פעילות פנאי ועוד.



רשימת ספרות: מדיניות בינ"ל

1. David katz, 2006. Going with the flow: preserving and restoring instream water allocation. Chapter 2 from "the world's water: 2006-2007" Gleick, P. (Ed.), Island Press, 2006.
2. <http://www.ramsar.org>
3. Water allocation and management. Guidelines for the allocation and management of water for maintaining the ecological functions of wetlands. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands. 4th edition,
4. <http://wwf.panda.org/>
5. Le Quesne et al, 2010. The Implementation Challenge- Taking stock of government policies to protect and restore environmental flows. WWF report 2010.
6. Acreman Mike. 2005. Linking science and decision-making: features and experience from environmental river flow setting. Environmental Modeling & Software 20 (2005) 99-109.

7. אתרי האיחוד האירופאי-

http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html

http://ec.europa.eu/environment/water/participation/map_mc/map.htm

8. Report from the commission to the european parliament and the council. On the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans. 14.11.2012 COM(2012) 670 final.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 267 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120-pro\HYDROLOG\Maim-Division\Management\Report\Final report\מגמה_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



.9 יוון

http://www.emwis.net/countries/fol135532/country204771/national_program/water-institutional-framework-greece/

.10 יוון

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=246&language=el-GR>

.11

<http://www.dhissoftware.com/SuccessStories/WaterResources/WaterManagement/Greece.aspx>

.12 [/http://www.minenv.gr/nera](http://www.minenv.gr/nera)

.13 תוכניות אב אזוריות ביוון : מתוך האתר של המשרד לאיכות הסביבה של יוון :

http://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=en&prev=/search%3Fq%3DYPEHODE%26hl%3Den%26rlz%3D1C1LENP_enIL473%26prmd%3Dimvnsb&rurl=translate.google.co.il&sl=el&twu=1&u=http://wfd.opengov.gr/index.php%3Foption%3Dcom_content%26task%3Dsection%26id%3D2%26Itemid%3D12&usg=ALkJrhiaf9bMPHsKJMOzOLsI4aMPzO83iA

14. Report on the pressures and qualitative characteristics of water bodies in the water districts of Greece and a methodological approach for further analysis.
Hellenic republic- ministry of environment physical planning and public works.
Central water agency. june 2006.
15. Vardakas L. ,Tzoraki O. ,Skoulikidis N . ,Economou A.N. .& Nikolaidis N.
Developing a preliminary River Basin Management Plan for the Evrotas River, Southern Greece, 2009.
Hellenic Centre of Marine Research, Institute of Inland Waters
Department of Environmental Engineering, Technical University of Crete.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 268 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



Downward, Stuart R. and Taylor, Ros (2007) An assessment of Spain's Programa AGUA and its implications for sustainable water management in the province of Almeria, southeast Spain. *Journal of Environmental Management*, 82(2), pp. 277-289. ISSN (print) 0301-4797

[/http://eprints.kingston.ac.uk/417](http://eprints.kingston.ac.uk/417)

<http://www.magrama.gob.es/en/agua/temas/default.aspx>

18. commission staff working doument. Member state: spain. Accompanying the document. Report from the commission to the european parliament and the council. On the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) River Basin Management Plans. 14.11.2012 COM(2012) 379 final.

19. גדי רוזנטל ושי מעוז. ינואר 2011. אסדרת משקי מים – מבנה מערכת האסדרה בישראל לאור השוואה עם מדינות נבחרות. מוגש למשרד התשתיות הלאומיות. כיוון- אסטרטגיה כלכלה ופיתוח עסקי.

20. אנגליה- מדיניות ניהול מים כולל היבטים סביבתיים

Managing Water Abstractions in the UK June 2010.

<http://publications.environment-agency.gov.uk/PDF/GEHO0310BSBH-E-E.pdf>

21. Water for life and liveihoods. River Basin Management Plan Anglian River Basin District. Environment Agency. December 2009.

DWAF, 1997. White paper on a National Water Policy for South Africa, Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa.



23. Mark P.Smith, 2009. Finding common ground: how advocacy coalitions succeed in protecting environmental flows. Journal of the american water resources association. Vol 45. No 5. October 2009.

24. אתר המשרד להגנת הסביבה האוסטרלי

<http://www.environment.gov.au/>

25. Warfe, D.M., Pettit N.E, Davies, P.M., Pusey, B.J., Hamilton, S.K., Kennard, M.J., Townsend, S.A., Bayliss, P., Ward, D.P., Douglas, M.M., Burford, M.A., Finn, M., Bunn, S.E. and Halliday, I.A. 2022. The 'wet-dry' in the wet-dry tropics drives river ecosystem structure and processes in northern Australia. *Freshwater Biology*, 56: 2169–2195.

- .26 Costelloe, J.F., Hudson, P.J., Pritchard, J.C., Puckridge, J.T., Reid, J.R.W. 2004. ARIDFLO scientific report: environmental flow requirements of arid zone rivers with particular reference to the Lake Eyre drainage basin. Final Report to South Australian Department of Water, Land and Biodiversity Conservation and Commonwealth Department of Environment and Heritage. School of Earth and Environmental Sciences, University of Adelaide, Adelaide. 56 Pp.

- .27 Gippel, C.J. 2000. Managing regulated rivers for environmental values: selected case studies from southeastern Australia. In: Brizga, S. and Finlayson, B. (Eds.), *River management, the Australasian experience*. John Wiley and Sons, Chichester. P: 97-122.

28. תכניות שיקום אגן Murrey

<http://www.mdba.gov.au/programs>

- .29 Wheeler S. et al, 2013. Evaluating water market products to acquire water for the environment in Australia.. Land Use Policy 30 (1) 1 2013 Pg. 427-436.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 270 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים
הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Final report\Management\לטבע
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



National water program guidance- april 2012. EPA- office of water- Fiscal year 2013

31. Postel, S. and Richter, B. 2003. *Rivers for life: Managing water for people and nature*. Island Press, Washington. 253Pp.

32. Macadonnell L.J, october 2009. Return to the river: environmental flow policy in the United states and Canada. Journal of the American water resources association.

33. Wurbs, R.A. 2012. Water Rights Analysis Package (WRAP) modeling system user's manual. Technical Report No. 256, Texas Water Resources Institute, The Texas A&M University System College Station, Texas 77843-2118

34. קליפורניה- קבוצת מקורות

<http://water.epa.gov/lawsregs/lawsguidance/cwa/tmdl/dec4.cfm>

<http://www.usbr.gov/>

California Department of Water Resources. Statewide Integrated Water Management. Water Allocation, Use, and Regulation in California. 2009.

http://www.waterplan.water.ca.gov/docs/cwpu2009/0310final/v4c01a06_cwp2009.pdf

California Department of Water Resources. 2009. Future Quantitative Analysis for California Water Planning: Background and Context. Data Analytic Tools. California Water Plan Update Vol. 4 Reference Guide

<http://calwater.ca.gov/calfed/about/index.html>

The Environmental Water Account: Reducing Conflict Between Fishery Management and Water Supply

http://www.fws.gov/stockton/afrp/SWRCB/H.FactSheet_EWAWhitePaper_1-22-03.pdf

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



http://www.science.calwater.ca.gov/events/reviews/review_ewa.html

California Bay-Delta Program. Environmental Water Account Program Plan Year 9 2009.

http://calwater.ca.gov/content/Documents/library/ProgramPlans/2008/Draft_EWA_Program_Plan_Year_9.pdf

CALFED EWA Background, Source:

http://calwater.ca.gov/content/Documents/library/CALFED-EWA_Background.pdf

State Water Resources Control Board, California Environmental Protection Agency. 2010. Development of flow criteria for the Sacramento-San Joaquin Delta Ecosystem.

http://www.kysq.org/docs/draft_report072010.pdf

California Department of Fish and Game Water Branch. 2008. Flow Recommendations to the State Water Resources Control Board

http://www.waterplan.water.ca.gov/docs/cwpu2009/0310final/v4c10a04_cwp2009.pdf

The First Annual State of the Environmental Water Account Report. September 2001 Executive Summary. The Bay Institute.

Innes, J.E., S. Connick, L. Kaplan, D.E. Booher. Collaborative Governance in the CALFED Program: Adaptive Policy Making for California Water. Working Paper 2006-01

35. משיגן - אתר למודל (WWAT) Michigan's Water Withdrawal Assessment Tool

36. מסאסוצטסט

<http://www.miwwat.org>

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 272 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע (Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



A decision- : Archfield et al. 2009. The Massachusetts Sustainable-Yield Estimator at ungaged stream locations in support tool to assess water availability Massachusetts. Scientific Investigations Report 2009-5227. U.S.Department of the interior U.S.Geological Survey

37. HiRji, R. and Davis R. 2009. Environmental flows in water resources policies, plans, and projects. Findings and recomends.



נספח 3

ממצאי הניתוחים ההידרולוגיים

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 274 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים
הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Management\Report\Final report
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



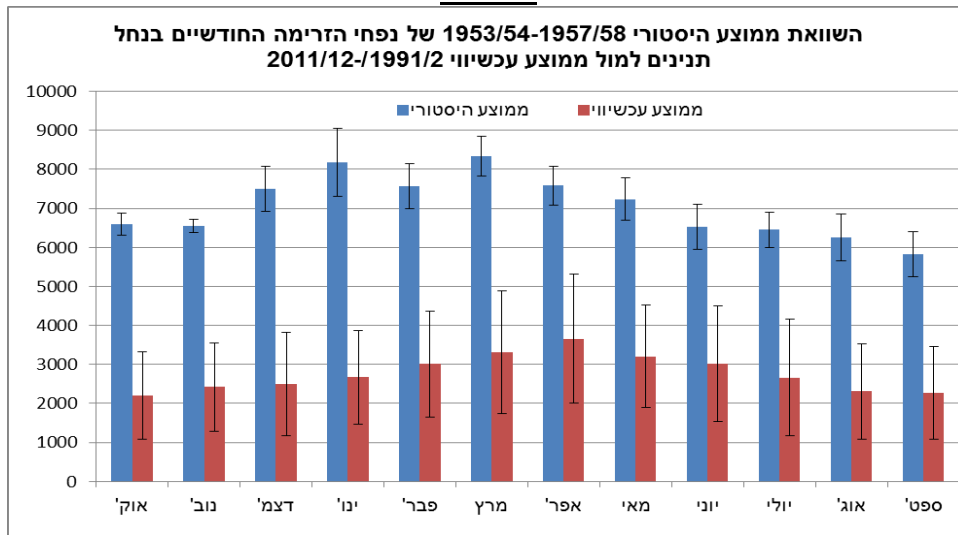
מקווה מים - נחל תנינים:

ממצאי הדו"ח - "מאפייני הזרימה של נחל תנינים תחתון/עצמון בני" (השירות ההידרולוגי) עולה כי עיקר נפח המים הזורמים בנחל תנינים מקורם מנביעות מעיינות תנינים, אלונה וחנניה (מליחים ושפירים). בדו"ח מודגש קשר קורלטיבי טוב בין גובה מפלס המים בקידוחי מנשה ת/1 ו-2 לבין ספיקת המעיינות. כמו כן מודגש הקשר הקורלטיבי הישיר בין מפלס המים ב תא 210 של אקוויפר ירקון תנינים (ירת"ן) לבין השפיעה במעיינות.

בהסתכלות על התפלגות הנפחים החודשית והשנתית אשר נמדדה בנחל תנינים עולה כי עד שנת 1958/59 נפחי המים אשר נמדדו בתחנה 13122 עמדו על כ- 80 מלמ"ק. לאחר תחילת השאיבות באקוויפר ירת"ן אשר גרמה לירידת מפלסים ישנה פחיתה הדרגתית עד ל-15 מלמ"ק בשנת 2011/12.

מסד נתוני המדידות ההידרומטריות בנחל התנינים מתחיל בשנה ההידרולוגית 1949/50 (כאשר מקור המידע הזמין לתוכנית האב הוא משנת 1953/54) עד ימינו. התחנה המורדית מס' 13122 מייצגת את הנפח אשר הגיע למקווה המים נ.תנינים, תחנה זו הייתה קיימת בין השנים-1953/54 1990/91, לאחר מכן הוחלפה בתחנה 13121. כפועל יוצא מן הכתוב לעיל, הרי שניתן לייצג את המצב הטבעי לפני הפרה במיצוע הנתונים משנות החמישים (טבלה 1.1, איור 1.1) אל מול מצב קיים (איור 1.1; טבלה 1.2).

איור 1.1 - ממוצע הנפחים החודשיים כפי שנמדדו בתחנה הידרומטרית 13122 בין השנים 1953/54 - 1957/58



טבלה 1.1 - ממוצע הנפחים החודשיים כפי שנמדדו בתחנה הידרומטרית 13122 בין השנים 1953/54 - 1957/58

חודש	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי (מלמ"ק)
נפח ממוצע (מ"ק)	6596	6549	7499	8186	7570	8342	7585	7239	6527	6455	6251	5829	84628
סטיית תקן	283.27	164.36	580.04	872.03	574.36	510.13	494.79	537.76	582.31	453.78	604.01	572.24	
אחוז נפחי	8%	8%	9%	10%	9%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	

טבלה 1.2 - ממוצע הנפחים החודשיים כפי שנמדדו בתחנה הידרומטרית 13121 בין השנים 1991/92-2011/12

נפח שנתי ממוצע (מ"ק)	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי ממוצע (מ"ק)
ממוצע נפח חודשי (מ"ק)	2267	2310	2661	3015	3204	3662	3310	3008	2672	2496	2418	2201	33223.99
סטיית תקן	1195	1221	1492	1479	1318	1658	1573	1362	1204	1316	1139	1118	
אחוז נפחי	7%	7%	8%	9%	10%	11%	10%	9%	8%	8%	7%	7%	

טבלה מס' 3 - טבלת חישובי פחיתת נפחים בנחל תנינים

טבלה מס' 3													
פערי נפחי המים הממוצעים בנחל תנינים בהשוואת התקופה 1953/4-1957/8 למול התקופה 1991/2-2011/2													
נפח הפחיתה השנתי הממוצע (מלמ"ק)	ספט'	אוג'	יולי	ינו'	מאי	מרץ	פבר'	אפר'	יוני	דצמ'	נוב'	אוק'	
51	3628	3833	3959	3855	4231	4275	4681	4366	5171	4838	4239	4328	פחיתת הנפח בין תקופות הייחוס (אלמ"ק)
39%	38%	39%	39%	41%	42%	44%	44%	42%	37%	35%	35%	34%	אחוז הנפח הורס כיום ביחס למדוד היסטורי
61%	62%	61%	61%	59%	58%	56%	56%	58%	63%	65%	65%	66%	אחוז הפחיתה מזרימת המקוד

טבלאות ספיקה שעתית בתקופות הייחוס השונות בנחל תנינים

ממוצע ספיקות שעתיות בנחל תנינים בין השנים 1953/4-1957/8 תחת מדידה הידרומטרית 13122													
נפח שנתי (מלמ"ק)	ספט'	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	מאי	מרץ	אפר'	פבר'	יוני	דצמ'	נוב'	אוק'
חודש נפח ממוצע (מלמ"ק)	8865	9096	10079	11003	11264	11213	10535	9730	9066	8676	8402	8095	
סטיית תקן	381	228	780	1172	855	686	687	723	809	610	812	795	

ממוצע ספיקות שעתיות בנחל תנינים בין השנים 1991/92-2011/12 תחת מדידה הידרומטרית 13121													
נפח שנתי (מלמ"ק)	ספט'	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	מאי	מרץ	אפר'	פבר'	יוני	דצמ'	נוב'	אוק'
ממוצע נפח חודשי (מ"ק/שעה)	3057	3250	3355	3711	4043	4598	4921	4768	4052	3577	3208	3048	
סטיית תקן	1552	1531	1768	1672	1831	2185	2228	1961	1988	2006	1696	1607	

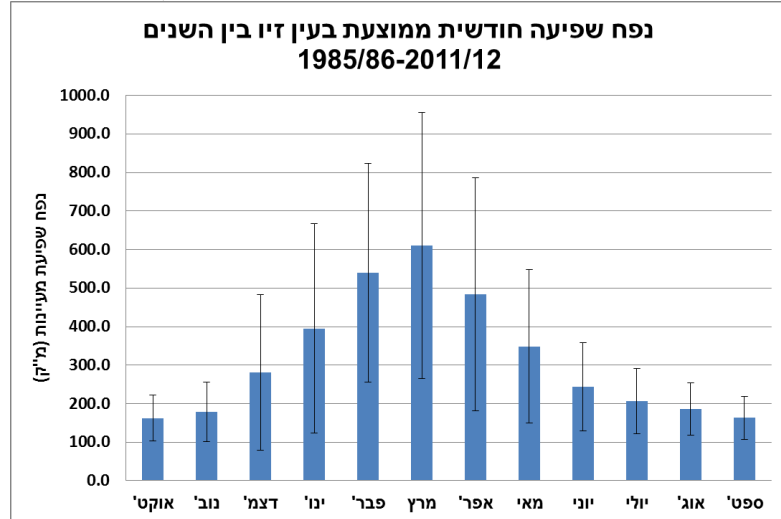
תהל המנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



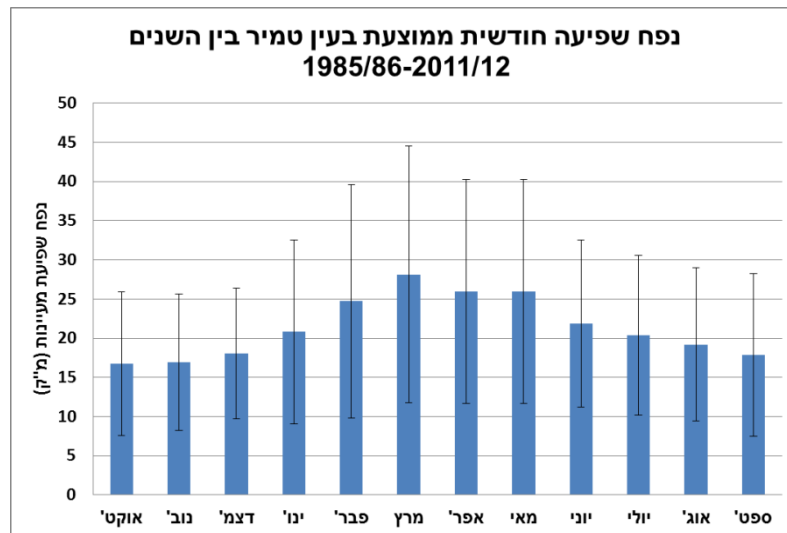
מקווה מים - נחל כזיב תיכון:

עולה ממצאי דו"ח- "ייחסי גשם-שפיעה בגליל העליון המערבי/ גבעתי וטל" (השירות הידרולוגי), כמו גם ממסמך העמדה- "געגועים לנחל/ סקוטלסקי ופרלמוטר" (החברה להגנת הטבע), כי שפיעת המעיינות עין זיו ועין טמיר, המזינים את נחל כזיב במקטעו התיכון לא נפגעה או הופרעה בעקבות שאיבות מים מן האקוויפר באזור. יחד עם זאת ידוע כי החל משנות החמישים של המאה הקודמת מרבית נפח המים הנובעים מעין זיו נשאבים לאחר נביעתם לצרכי שתייה. להלן מוצגים באיורים 1.2 ו-1.3 וטבלאות 1.3 ו-1.4 נפחי השפיעה החודשיים של מעיינות אלו-

איור 1.2- נפחי שפיעה חודשית ממוצעת בעין זיו



איור 1.3- נפחי שפיעה חודשית ממוצעת בעין טמיר



טבלה 1.3 - נפחי שפיעה חודשית ממוצעת בעין זיו 1985/86-20011/12

חודש	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוקט'	נפח שנתי (מ"ק-)
נפח ממוצע (מ"ק)	162.9	185.5	206.2	244.4	348.4	484.6	610.6	539.8	395.1	280.7	178.4	162.2	3799
סטיית תקן	56.6	68.2	84.2	114.7	199.5	302.4	344.8	284.5	272.3	202.0	77.4	59.8	
אחוז נפחי	4%	5%	5%	6%	9%	13%	16%	14%	10%	7%	5%	4%	

טבלה 1.4 - נפחי שפיעה חודשית ממוצעת בעין טמיר 1985/86-20011/12

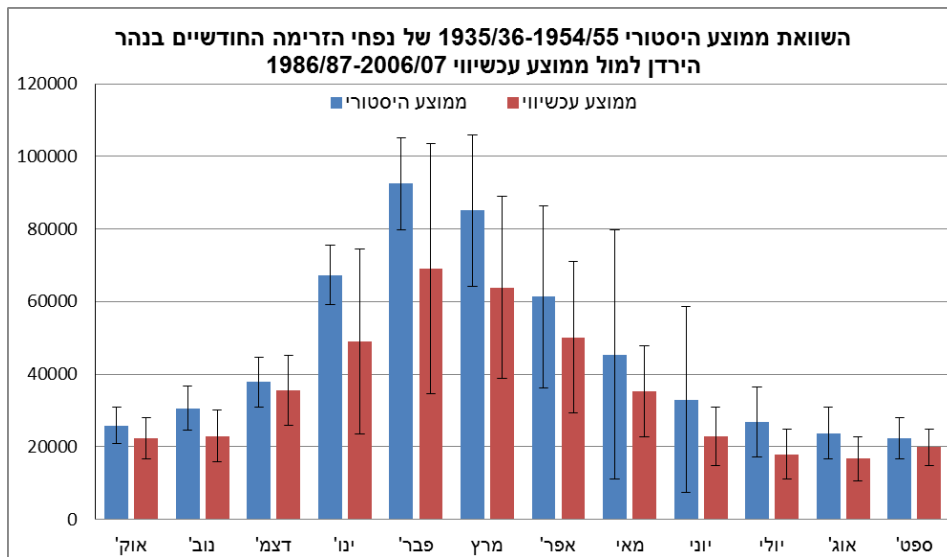
חודש	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוקט'	נפח שנתי (מ"ק-)
נפח ממוצע (מ"ק)	17.9	19.2	20.4	21.9	26.0	26.0	28.1	24.7	20.8	18.0	16.9	16.8	257
סטיית תקן	10.4	9.8	10.2	10.7	14.3	14.3	16.4	14.9	11.7	8.3	8.7	9.2	
אחוז נפחי	7%	7%	8%	9%	10%	10%	11%	10%	8%	7%	7%	7%	

מקווה מים - נהר הירדן- מקטע הירדן ההררי:

החל מאמצע שנות החמישים חלו שינויים בנפחי המים אשר זרמו בירדן, עקב פעולות ייבוש אגם וביצת החולה. אי לכך לצורך השוואה בין נפחי הזרימה ההיסטוריים לעכשוויים יוצגו ממוצעי נפחי זרימה חודשיים, אשר נמדדו בין השנים הידרולוגיות 1935/36-1954/55 בגשר בנות יעקב, נתונים אלו יושוו לממוצעי נפחי זרימה חודשיים עכשוויים אשר נמדדו בגשר הפקק בין השנים 1986/87-2006/07 (איור 1.4); טבלה 1.5 ו- 1.6).

השוואת נפחי הזרימה החודשיים משתי נקודות מדידה שונות לאורך הנהר מתאפשרת מתוך כך שאין כניסות או יציאות של נפחי מים בין שני מקטעים אלו. ראוי להדגיש כי מבחינת עוצמות הספיקה, אין להתייחס לספיקות אלו כמייצגות את בית הגידול- הירדן ההררי. שכן ישנם שינויים משמעותיים של הירדן הררי לעומת הירדן המוסדר בסביבת עמק החולה בשטח החתך המורטב, בשיפוע הנקודתי וההממוצע ובמקדמי החיכוך.

איור 1.4 - ממוצע נפחים חודשי היסטורי מול עכשיווי במקטע הירדן ההררי



טבלה 1.5 - ממוצע היסטורי של נפחי מים חודשיים אשר נמדדו נמדד בתחנת גשר בנות יעקב ומייצגים את נפח הזרימה במקטע הירדן ההררי

נפח שנתי במלמ"ק	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	נפח חודשי ממוצע (מ"ק)
551786	22360	23731	26849	32947	45354	61394	85044	92429	67322	37849	30624	25884	נפח חודשי ממוצע (מ"ק)
124	4963	6122	6897	8092	12602	20808	25091	34330	25576	9627	7161	5728	סטיית תקן אחוז נפחי
	4%	4%	5%	6%	8%	11%	15%	17%	12%	7%	6%	5%	

טבלה 1.5 - ממוצע עכשיווי של נפחי מים חודשיים אשר נמדדו נמדד בתחנת גשר הפקק ומייצגים את נפח הזרימה במקטע הירדן ההררי

נפח שנתי במלמ"ק	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	נפח חודשי ממוצע (מ"ק)
425477	19847	16739	17972	22938	35277.78	50128	63817	69061	48983	35422	22917	22376	נפח חודשי ממוצע (מ"ק)
124	4963	6122	6897	8092	12602	20808	25091	34330	25576	9627	7161	5728	סטיית תקן אחוז נפחי
	5%	4%	4%	5%	8%	12%	15%	16%	12%	8%	5%	5%	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה מס' 3 - טבלת חישובי פחיתת נפחים בנהר הירדן- מקטע ירדן הררי-

טבלה מס' 3												
פערי נפחי המים הממוצעים בנהר הירדן- מקטע ירדן הררי בהשוואת התקופה 1935/6-1954/5 לטול התקופה 1991/2-2011/2												
נפח הפחיתה השנתית הממוצע (מלמ"ק)	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
126308	2514	6991	8877	10008	10076	11266	21227	23368	18338	2427	7707	3509
77%	89%	71%	67%	70%	78%	82%	75%	75%	73%	94%	75%	86%
23%	11%	29%	33%	30%	22%	18%	25%	25%	27%	6%	25%	14%

טבלאות ספיקה שעתיות-

ממוצע הספיקות שעתיות של נהר הירדן בתחנת גשר בנות יעקב בין השנים 1935/36-1954/55												
ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	נפח חודשי ממוצע (מ"ק/שעה)
31056	31896	36087	45759	60960	85269	114307	137543	90486	50872	42533	34791	נפח חודשי ממוצע (מ"ק/שעה)
6893	8228	9271	11239	16938	28900	33724	51086	34376	12940	9946	7699	סטיית תקן

ממוצע הספיקות השעתיות של נהר הירדן בתחנת גשר הפקק בין השנים 1986/87-2006/07												
ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	נפח חודשי ממוצע (מ"ק/שעה)
27565	22499	24155	31859	47416	69622	85775	102770	65838	47611	31829	30075	נפח חודשי ממוצע (מ"ק/שעה)
6893	8228	9271	11239	16938	28900	33724	51086	34376	12940	9946	7699	סטיית תקן

ספיקות שיא שנתיות לפי תקופות חזרה מחושבות בתחנה הידרומטרית 30175 –

מס' תחנה	שם תחנה	ספיקות שיא (מ"ק/שניה) מחושבות לתקופות חזרה (שנים)				
		1:5	1:10	1:25	1:50	1:100
30175	ירדן - גשר הפקק	130	150	174	191	208

**מקו
ו
מים**

- נחל געתון עליון ותחתון

מבוא-

נחל געתון הוא נחל קרסטי המוליך גאוויות וזרימות בסיס שמקורה במי המעיינות. ניתן לאפיין את הנחל בשני חלקים- בחלקו המעלי הררי-קרסטי ובחלקו המורדי מישורי (מישור חוף הגליל המערבי). ראשית אגן ההיקוות של נחל געתון באזור מעלות תרשיחא. בדרכו מקבל יובלים אחדים: מירב ואשרת. המעיינות הנכללים באגן ההיקוות: עינות געתון (אט, ירק ואשחר) ומבוע, אלו מתעוררים לאחר ירידת גשמי סף. עינות כברי (צוף ושיירה, גיח ושפע) וגעתון-מחצבה הזורמים כל השנה. בחלקו המעלי של ישנם איבודי תמסורת גבוהים בעקבות אופיה הקרסטי של תשתית מצע הנחל. ידוע כי באגן ההיקוות קיימות שאיבות מן האקוויפר אשר משפיעות על שפיעת המעיינות.

עקב ההבדל במאפייניו הפיזיים בשני החלקים של הנחל חולק בית הגידול לשניים- נחל געתון עליון ונחל געתון תחתון.



שיטה-

על מנת לייצג את השינויים במשטר הזרימה בנחל געתון עליון, חולק מסד הנתונים של שפיעת מעין געתון, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה-תקופה היסטורית המייצגת נתונים משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1968/9-1988/9 (טבלה 1). השנייה, - תקופה עכשווית, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלאות 2). לצורך אפיון ההבדל במגמות הזרימה, הושו ממוצעי נפח השפיעה החודשית מהתקופות השונות (איור 1).

על מנת לייצג את השינויים במשטר הזרימה בנחל געתון תחתון, חולק מסד נתוני המדידה הידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה- תקופה היסטורית המייצגת נתונים משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1968/9-1988/9 (טבלה 3). השנייה, בכל תחנה- תקופה עכשווית, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלה 4). לצורך אפיון ההבדל במגמות הזרימה, הושו ממוצעי נפח זרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 2). בנוסף, נותחו מעינות גיח ושפע, שיטת הניתוח למעינות אלו זהה לזו שננקטה בעין געתון כאשר תקופת המדידה העכשווית כאמור מייצגת את עשרים השנים האחרונות ותקופת המדידה ההיסטורית בעין שפע היא בין השנים (1968/9-1988/9) (טבלאות 5 ו-6, איור 3) ובעין גיח התקופה ההיסטורית היא בין השנים 1933/4-1953/4 (טבלאות 7 ו-8, איור 4).

תוצאות-

טבלה 1- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעין געתון (נ.געתון)

בין השנים 1961/2-1981/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעין געתון (נ.געתון) בין השנים 1961/2-1981/2												
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
3785.528	157.80	214.79	342.60	437.99	493.18	553.90	514.18	393.80	185.54	95.26	117.92	ממוצע
	146.77	168.92	178.04	183.82	163.80	176.39	167.05	216.41	152.44	120.69	132.26	סטיית תקן
	4%	6%	7%	9%	12%	15%	14%	10%	5%	3%	3%	אחוז נפחי

טבלה 2- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעין געתון (נ.געתון) בין

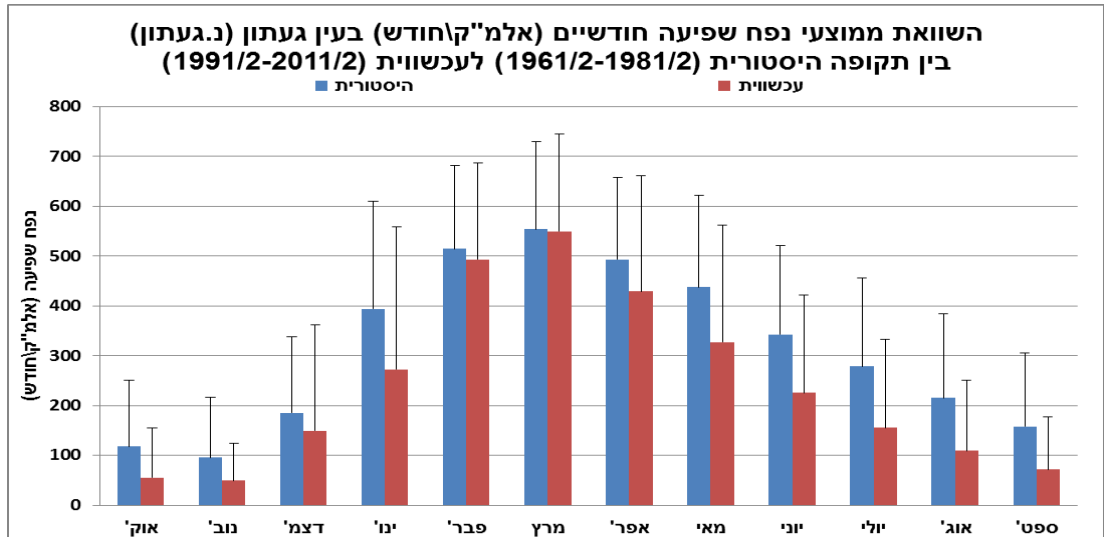
השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעין געתון (נ.געתון) בין השנים 1991/2-2011/2												
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
2885.888	71.36	108.99	225.06	326.87	429.07	549.66	493.00	272.43	149.75	48.95	55.44	ממוצע
	106.49	141.34	177.87	235.50	231.73	195.74	194.67	285.71	212.08	75.76	98.62	סטיית תקן
	2%	4%	5%	8%	11%	19%	17%	9%	5%	2%	2%	אחוז נפחי

איור 1- השוואת ממוצעי נפח שפיעה חודשיים (אלמ"ק\חודש) בעין געתון (נ.געתון) בין תקופה יסטורית

(1961/2-1981/2) לעכשווית (1991/2-2011/2)





טבלה 3- סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בנחל געתון-תחתון בין השנים 1968/9-1988/9

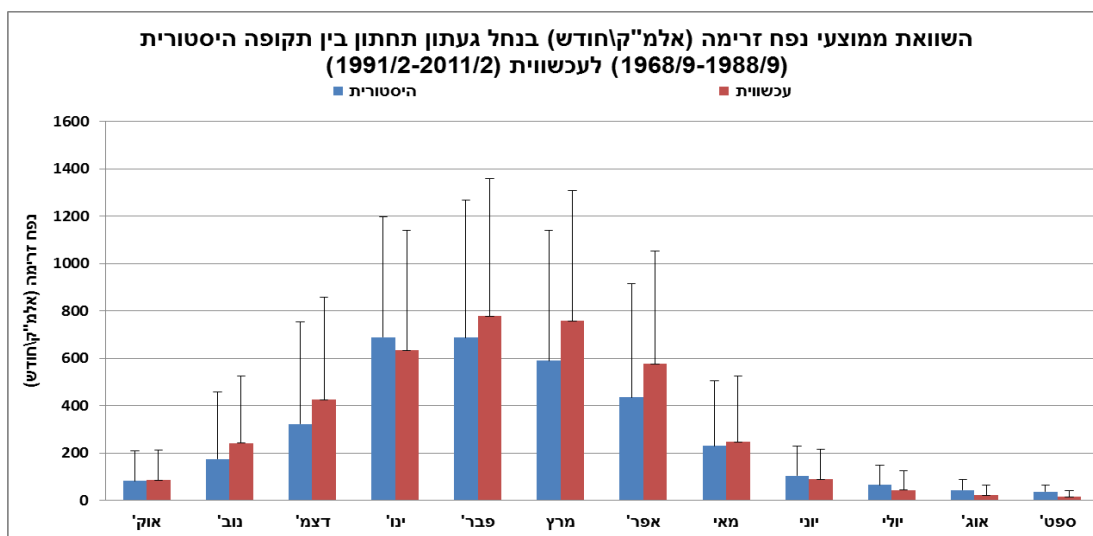
סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בנחל געתון-תחתון בין השנים 1968/9-1988/9													
היסטורית	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
ממוצע	82.0	174.4	321.8	688.0	687.5	589.1	435.8	229.2	103.6	65.7	43.9	36.1	3457.057
סטיית תקן	164.7	223.6	294.5	942.5	665.5	536.2	490.3	386.0	217.8	153.6	114.3	95.6	
אחוז נפחי	2%	5%	9%	20%	20%	17%	13%	7%	3%	2%	1%	1%	

טבלה 4- סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בנחל געתון-תחתון בין השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בנחל געתון-תחתון בין השנים 1991/2-2011/2													
עכשווית	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
ממוצע	85.4	242.0	424.6	632.6	777.8	758.0	575.8	247.0	88.6	43.6	22.1	14.3	3911.586
סטיית תקן	125.9	284.4	432.5	508.7	581.8	550.4	478.4	276.3	126.0	81.3	42.4	27.1	
אחוז נפחי	2%	6%	11%	16%	20%	19%	15%	6%	2%	1%	1%	0%	



איור 2- השוואת ממוצעי נפח זרימה (אלמ"ק\חודש) בנחל געתון תחתון (תחנה הידרומטרית מס' 4110) בין תקופה היסטורית (1968/9-1988/9) לעכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 5- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעין שפע (נ.געתון) בין השנים 1968/9 – 1988/9

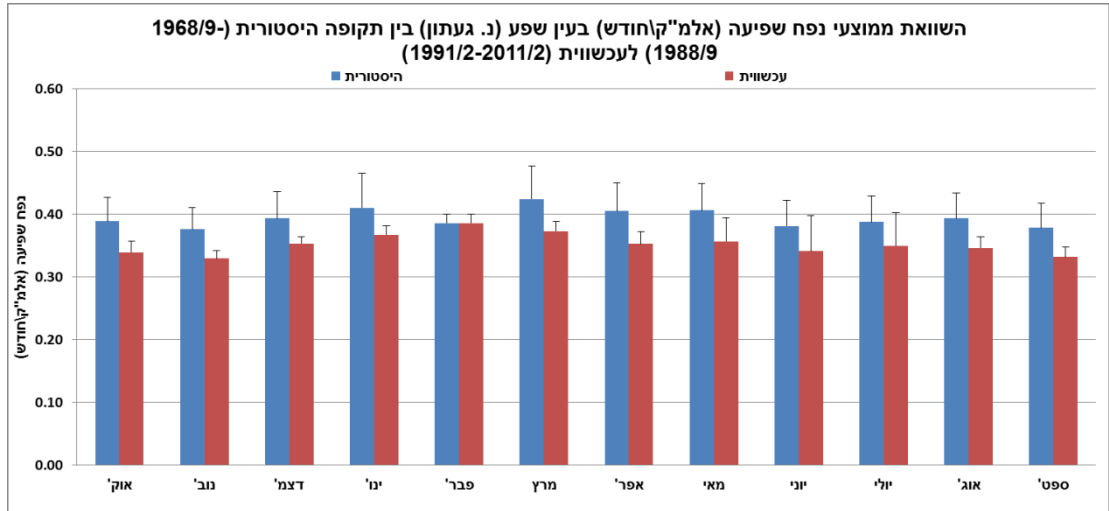
סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעין שפע (נ.געתון) בין השנים 1968/9-1988/9													
היסטורית	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
מוצע	0.389	0.376	0.394	0.410	0.386	0.424	0.405	0.406	0.381	0.388	0.394	0.378	4.732
סטיית תקן	0.017	0.013	0.010	0.014	0.015	0.016	0.019	0.037	0.057	0.052	0.017	0.016	
אחוז נפחי	8%	8%	8%	9%	8%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%	

טבלה 6- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעין שפע (נ.געתון) בין השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעין שפע (נ.געתון) בין השנים 1991/2-2011/2													
עכשווית	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
מוצע	0.340	0.329	0.354	0.367	0.386	0.373	0.353	0.357	0.341	0.350	0.347	0.332	4.229
סטיית תקן	0.038	0.035	0.043	0.055	0.015	0.053	0.045	0.042	0.041	0.041	0.041	0.040	
אחוז נפחי	8%	8%	8%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	



איור 3- השוואת ממוצעי נפח שפיעה (אלמ"ק\חודש) בעין שפע (נ. געתון) בין תקופה היסטורית (1968/9-1988/9) לעכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 7- ממוצע נפח שפיעה חודשי בעין גיח (נ.געתון) בתקופה עכשווית בין השנים 1991/2-2011/2

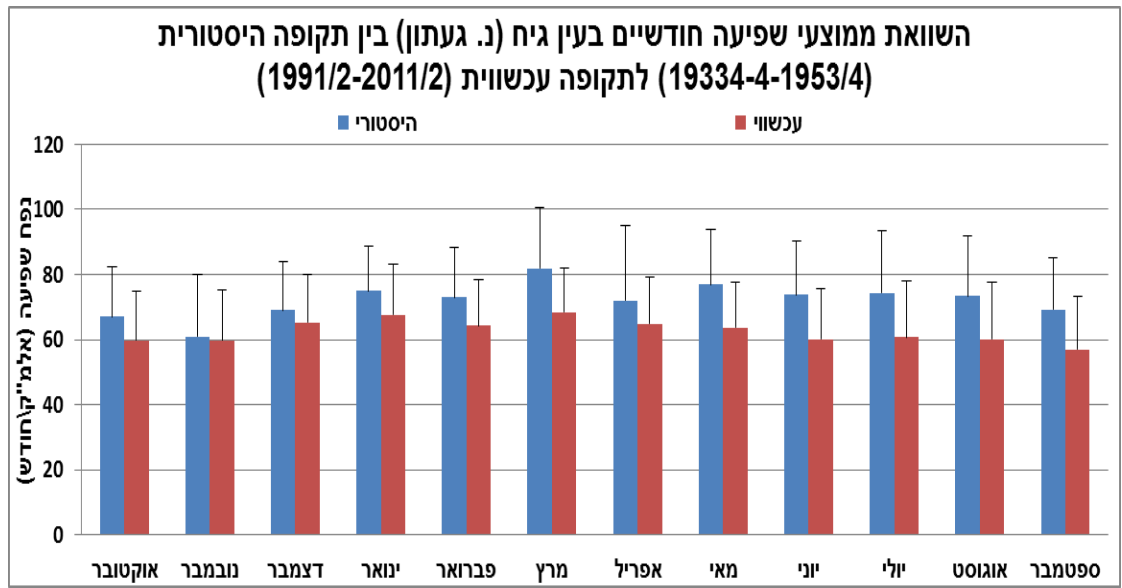
ממוצע נפח שפיעה חודשי בעין גיח (נ.געתון) בתקופה עכשווית בין השנים 1991/2-2011/2													
היסטורי	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	נפח שנתי
ממוצע	66.95	60.85	69.05	75	73	81.95	71.95	76.9	73.75	74.4	73.35	69.2	866.4
סטיית תקן	15.25	19.22	15.00	13.90	15.20	18.71	23.06	17.03	16.57	19.16	18.67	16.04	
אחוז נפחי	8%	7%	8%	9%	8%	9%	8%	9%	9%	9%	8%	8%	

טבלה 8- ממוצע נפח שפיעה חודשי בעין גיח (נ.געתון) בתקופה עכשווית בין השנים 1991/2-2011/2

ממוצע נפח שפיעה חודשי בעין גיח (נ.געתון) בתקופה עכשווית בין השנים 1991/2-2011/2													
עכשווי	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	נפח שנתי
ממוצע	59.7	59.8	65.3	67.6	64.2	68.5	64.9	63.7	60.2	60.7	60.1	57.0	751.7
סטיית תקן	15.1	15.6	14.7	15.5	14.2	13.6	14.4	13.9	15.4	17.2	17.5	16.2	
אחוז נפחי	8%	8%	9%	9%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%	8%	



איור 3- השוואת ממוצעי נפח שפיעה (אלמ"ק\חודש) בעין שפע (נ. געתון) בין תקופה היסטורית (1968/9-1988/9) לעכשווית (1991/2-2011/2)



איור 4- השוואת ממוצעי שפיעה חודשיים בעין גיח (נ. געתון) בין תקופה היסטורית (19334-4-1953/4) לתקופה עכשווית (1991/2-2011/2).

סיכום-

בכל שיטות הניתוח ניתן לראות פחיתה בשפיעת המעיינות לעומת העלייה בנפחי המדידה ההידרומטרית. אי לכך ניתן לייחס את העלייה בנפח הנמדד הידרומטרית לעלייה בנפחי הגאוויות. הירידה בשפיעת עין גיח היא כתוצאה מעלייה בהפקה באזור ההזנה שלו.



מקווה מים - נחל דן עליון

מבוא-

נחל דן עליון הינו מקטע הנחל אשר יוצא משמורת עינות הדן ולפני התפצלותו של הדן ליובליו השונים. עינות דן מהווים חלק עיקרי ממקורות הירדן, כאשר הספיקה הרב שנתית הממוצעת נאמדה בכ- 250 מלמ"ק. יחד עם זאת במהלך עשרות השנים האחרונות נצפית ירידה בעובי המקשעים הממוצע אשר מוביל לפחיתה בשפיעת הדן (Givati and Rosenfeld., 2007). מטרת עבודה זו היא להצביע על השינויים במגמות השפיעה השנתיות של עינות הדן.

שיטה-

על מנת לייצג את השינויים במגמת הזרימה בנחל דן, חולק מסד נתוני השפיעה מעינות דן, לכדי שתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה- תקופה היסטורית. קרי משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1951/2-1971/2, השניה- תקופה עכשווית, סדרה המתבססת על עשרים שנות המדידה העדכניות ביותר, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלאות 1 ו-2). לצורך זיהוי ההבדל במשטר הזרימה בתקופות השונות הושומו ממוצעי נפח הזרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 1).

תוצאות-

טבלה 1- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעינות הדן בין

השנים 1951/2-1971/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעינות הדן בין השנים 1951/2-1971/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
258.765	20.307	22.425	23.164	23.214	24.647	23.916	24.292	21.081	20.665	18.531	17.670	18.853	ממוצע
	3.790	3.767	3.367	3.190	3.307	3.268	3.727	3.138	3.580	3.804	3.771	4.209	סטיית תקן
	8%	9%	9%	9%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	7%	אחוז נפחי

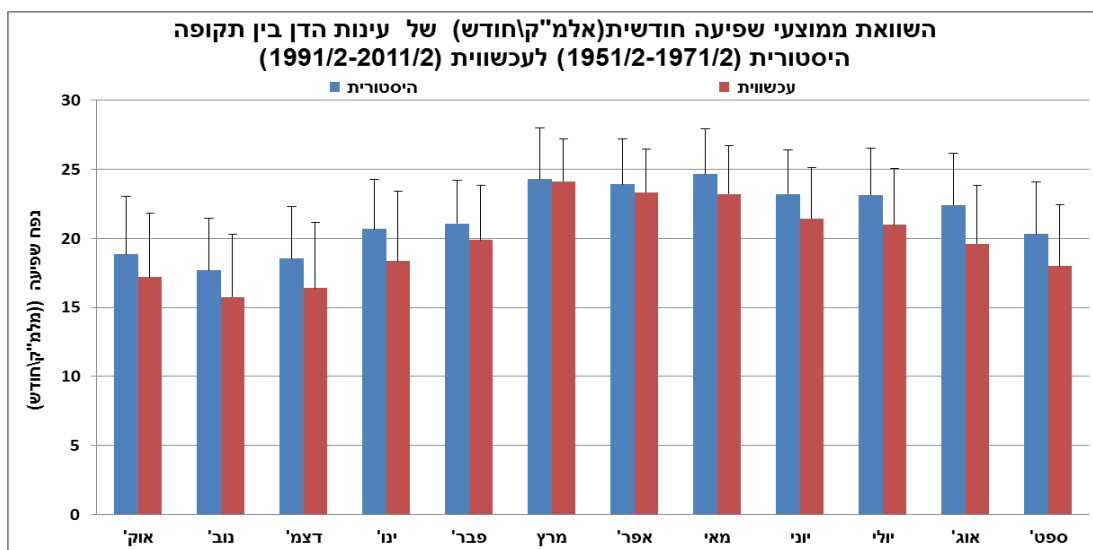
טבלה 2- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעינות הדן בין השנים

1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעינות הדן בין השנים 1991/2-2011/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
238.286	17.995	19.611	20.986	21.438	23.219	23.323	24.119	19.865	18.363	16.407	15.758	17.201	ממוצע
	4.433	4.253	4.091	3.679	3.495	3.134	3.083	3.951	5.048	4.721	4.543	4.650	סטיית תקן
	8%	8%	9%	9%	10%	10%	10%	8%	8%	7%	7%	7%	אחוז נפחי



איור 1- השוואת ממוצעי שפיעה חודשית(אלמ"ק/חודש) של עינות הדן בין תקופה היסטורית (-1951/2) (1971/2) לעכשווית (1991/2-2011/2)



מקווה מים: נחל בית לחם-

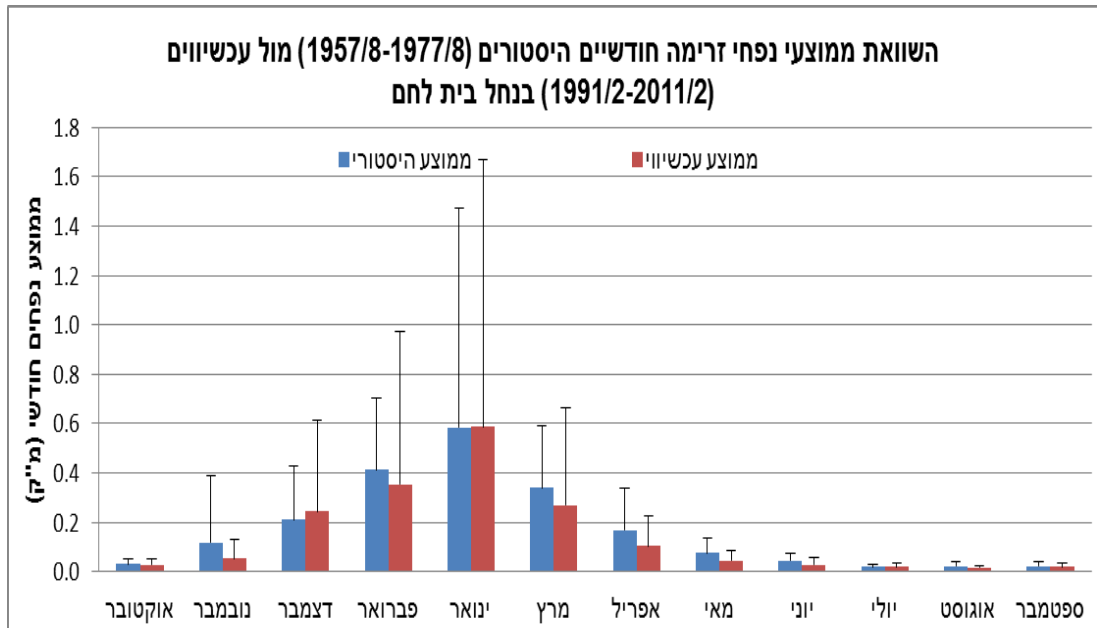
משטר הזרימה בנחל בית לחם מאופיין במעיינות בעלי שפיעה נמוכה ומהלכי גאות שיטפוני בעונת הגשמים. הנחל סובל לעתים מהזרמות שפכים בנפחים לא ידועים, כמו כן במעלה התחנה- ההידרומטרית ישנו סכר המפנה נפחי מים בכמות לא ידועה למאגר סמוך. כנראה ששפיעות המעיינות המזינים את נחל בית לחם - חביריה ודיר אל עביד, פחתו בעקבות שאיבות באזור. ברם, מעיינות אלו אינם מנוטרים על ידי השירות ההידרולוגי ועל כן אין עליהם נתוני שפיעה. הנתונים הקיימים נכון לעכשיו במסד הנתונים הנוכחי הינם נפחי זרימה חודשיים בלבד מהשנים 1957/8-2011/2, על בסיסם נעשה ניסיון למצוא שונות במשטר הזרימה.

תוצאות-

מהנתונים הקיימים לא ניכר שינוי במשטר נפחי הזרימה בנחל (איור 1 טבלה 1 ו-2).



איור 1- השוואת ממוצעי נפחי זרימה חודשיים בתקופות שונות (היסטורית 1957/8-1977/8 מול עכשוויות 1991/2-2011/2)



טבלה 1- ממוצעי נפחי הזרימה בתקופה 1957/8-1977/8 בנחל בית לחם

ממוצע היסטורי 1957/58-1977/79													נפח שנתי (אלמ"ק)
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	פברואר	ינואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	
ממוצע	0.03	0.12	0.21	0.41	0.58	0.34	0.17	0.08	0.04	0.02	0.02	0.02	2.05
סטיית תקן	0.019	0.271	0.220	0.292	0.888	0.254	0.171	0.058	0.031	0.011	0.019	0.019	
אחוז נפחי	2%	6%	10%	20%	29%	17%	8%	4%	2%	1%	1%	1%	

טבלה 2- ממוצעי נפחי הזרימה בתקופה 1957/8-1977/8 בנחל בית לחם

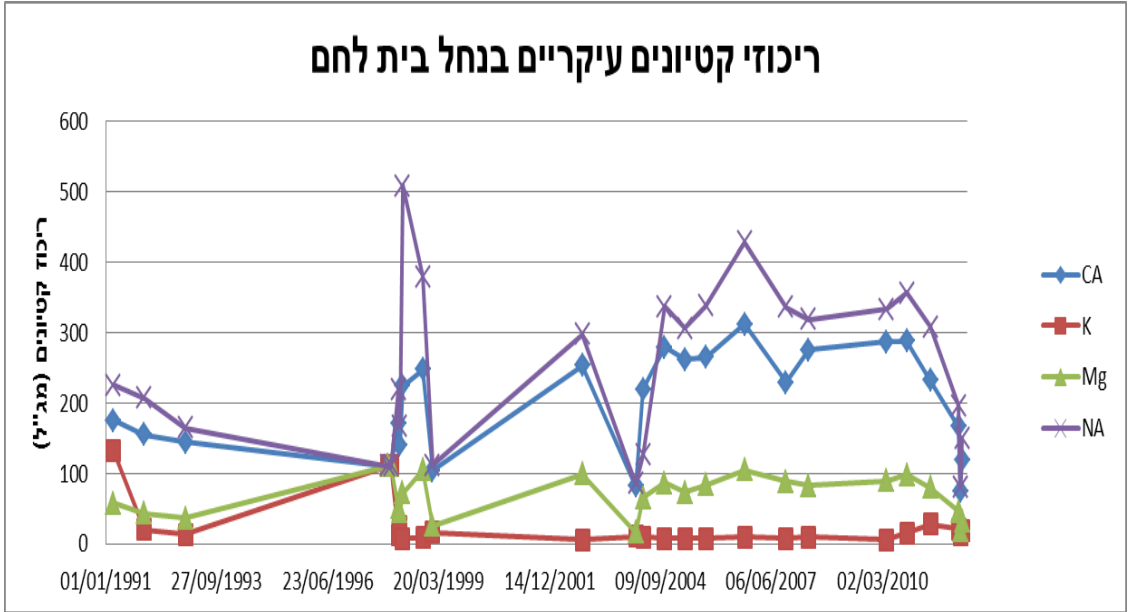
ממוצע עכשווי 1991/92-2011/13													נפח שנתי (אלמ"ק)
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	
ממוצע	0.03	0.05	0.25	0.35	0.59	0.27	0.10	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	1.76
סטיית תקן	0.023	0.080	0.370	0.618	1.081	0.398	0.124	0.043	0.029	0.014	0.009	0.016	
אחוז נפחי	2%	3%	14%	20%	33%	15%	6%	2%	2%	1%	1%	1%	

בכדי לבדוק האם היה שינוי במקורות המים המזינים בנחל הושוו קטיונים ואניונים עיקריים אשר נדגמו במהלך העשרים שנה האחרונות. הרציונאל שהוביל את בדיקה זו הוא חיפוש אחר מגמה קבועה בריכוזי היסודות העיקריים במי הנחל או הפרכתה. הפרכת המגמה או חריגות נקודתיות של יסוד זה או אחר אל מול המגמה הקבועה של היסודות במים העיליים יכולה להעיד על הימצאות שפכים במים. אופי שפכים ביתיים הוא אינו יציב ונוטה להשתנות במהלך תקופה. הלכה למעשה, במידה ושפכים ביתיים היו זורמים בנחל בעת אירועי דיגום לא היה נשמר דפוס קבוע בין היסודות השונים כפי שמוצג באיור 3 ובאיור 4.

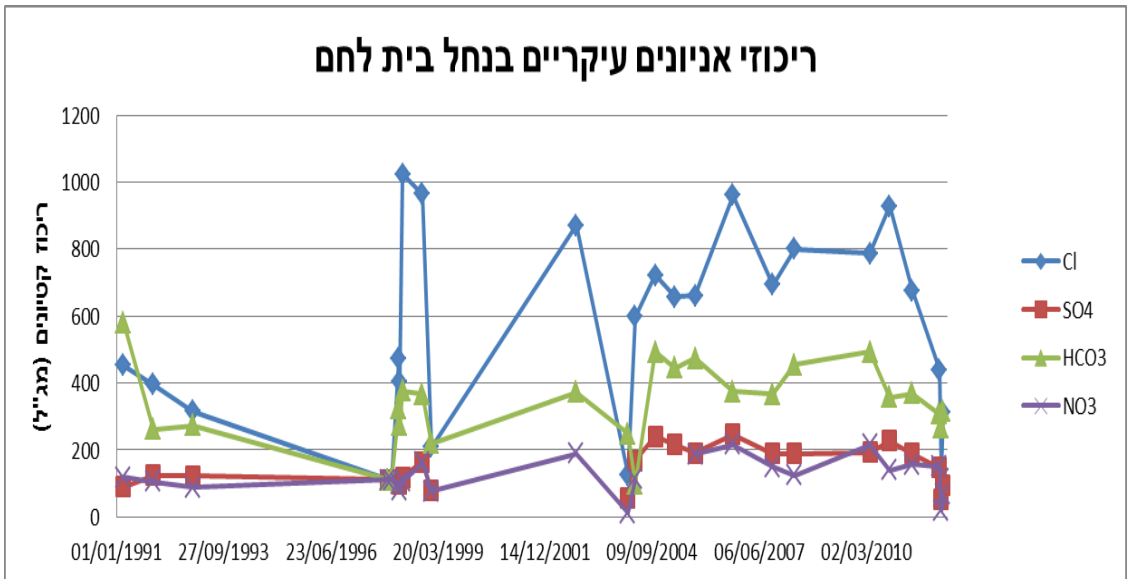
תהל המנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



איור 3- ריכוזי קטיונים עיקריים כפי שנדגמו בתאריכים שונים



איור 4- ריכוזי אניונים עיקריים כפי שנדגמו בתאריכים שונים



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



סיכום-

הערתנו של די"ר גבעתי עמיר מהשירות ההדרולוגי לדו"ח זה הם- ראשית יש לשים לב לריכוזי המומסים המאוד גבוהים במים, תכונה המעידה על זיהום המגיע משטיפת רפתות. בנוסף ידו על דליפה ממאגר מהגדה שמול הרפתות אשר גם גורמת לזיהום.

מקווה מים נחל ברקאי

מבוא-

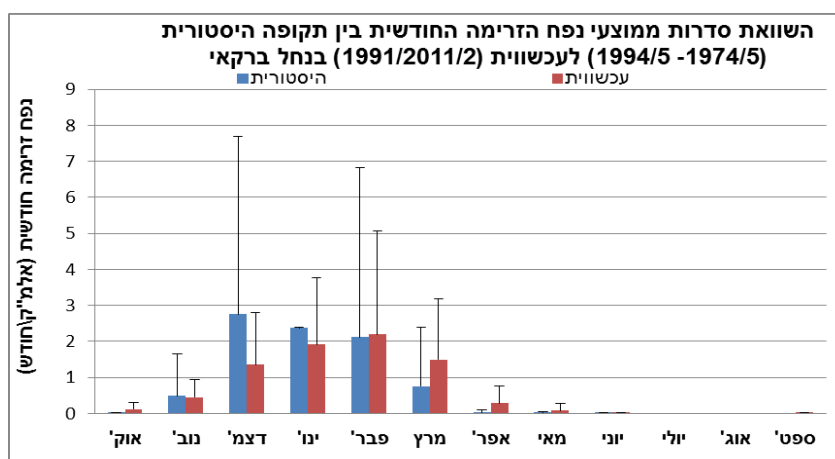
נחל ברקאי הינו יובל של נחל לכיש המתחבר לנחל האלה. במעלה חיבור ערוצי הנחלים אלה וברקאי נמצאים מאגרי חצור. הנחל נמדד החל משנת 1975 בתחנה הידרומטרית מס' 19178. מנתונים שהתקבלו בעל פה, דווח כי התחנה מודדת זרימת מי שפכים, אמנם אלו לא מצויינים ברב-שנתון שהתקבל מהשירות ההידרולוגי.

שיטה-

על מנת לייצג את משטר הזרימה והשינויים בנחל ברקאי, חולק מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה- תקופה היסטורית. קרי משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1974/5-1994/5 והשניה- תקופה עכשווית. סדרה מתבססת על עשרים שנות המדידה העדכניות ביותר, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלה 1 וטבלה 2). לאחר מכן, הושוו ממוצעי הנפח החודשיים של הסדרות השונות בכדי לזהות את ההבדל בהם (איור 1).

תוצאות-

איור 1- השוואת ממוצעי נפח הזרימה החודשיים בנחל ברקאי בתקופה היסטורית (1974/5-1994/5) למול ממוצעי זרימה החודשיים בנחל חדרה בתקופה העכשווית (1991/2-2011/2)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה 1- ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל ברקאי בתקופה היסטורית (1974/5-1994/5)

סדרת ממוצעי זרימה חודשית לתקופה היסטורית בנחל ברקאי בין השנים 1974/5-1994/5													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
8.529	0.000	0.000	0.000	0.005	0.011	0.028	0.761	2.117	2.372	2.750	0.482	0.003	ממוצע
	0.000	0.000	0.000	0.022	0.049	0.074	1.642	4.712	0.028	4.955	1.169	0.015	סטיית תקן
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	25%	28%	32%	6%	0%	אחוז נפחי

טבלה 2- ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל ברקאי בתקופה עכשווית (1991/2-2011/2)

סדרת ממוצעי זרימה חודשית לתקופה עכשווית בנחל ברקאי בין השנים 1991/2-2011/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
7.897	0.008	0.000	0.000	0.004	0.081	0.282	1.495	2.190	1.909	1.356	0.450	0.122	ממוצע
	0.026	0.000	0.000	0.015	0.188	0.483	1.696	2.889	1.854	1.452	0.484	0.169	סטיית תקן
	0%	0%	0%	0%	1%	4%	19%	28%	24%	17%	6%	2%	אחוז נפחי

נספח טבלאות חדשות-

טבלה מס' 3- טבלת חישובי פחיתת-

טבלה מס' 3													
פערי נפחי המים הממוצעים בנחל בית לחם בהשוואת התקופה 1957/8-1977/8 למול התקופה 1991/2-2011/2													
נפח הפחיתה השנתי הממוצע (מלמ"ק)	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	פחיתת הנפח בין תקופות הייחוס (אלמ"ק)
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	אחוז הנפח הזורם כיום ביחס למדוד היסטורי
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	אחוז הפחיתה מזרימת המקור

טבלאות ספיקה שעתית-

ממוצע היסטורי 1957/58-1977/79												
ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	ינואר	פברואר	דצמבר	נובמבר	אוקטובר	
0.029	0.028	0.025	0.062	0.103	0.234	0.455	0.870	0.554	0.283	0.164	0.042	ממוצע היסטורי 1957/58-1977/79 (מ"ק/שעה)
0.026	0.026	0.015	0.044	0.078	0.237	0.342	1.322	0.393	0.295	0.376	0.026	סטיית תקן

ממוצע עכשווי 1991/92-2011/13												
ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	פברואר	ינואר	דצמבר	נובמבר	אוקטובר	
0.025	0.022	0.025	0.040	0.059	0.144	0.361	0.873	0.476	0.329	0.073	0.037	ממוצע
0.022	0.013	0.019	0.040	0.058	0.172	0.534	1.609	0.831	0.498	0.111	0.031	סטיית תקן

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



ספיקות שיא שנתיות מחושבות לתקופות חזרה שנתיות-

ספיקות שיא (מ"ק/שניה) מחושבות לתקופות חזרה (שנים)					שם תחנה	מס' תחנה
1:5	1:10	1:25	1:50	1:100		
10	17	28	38	52	בית לחם	8140

מקווה מים- נחל ברקן.

מבוא-

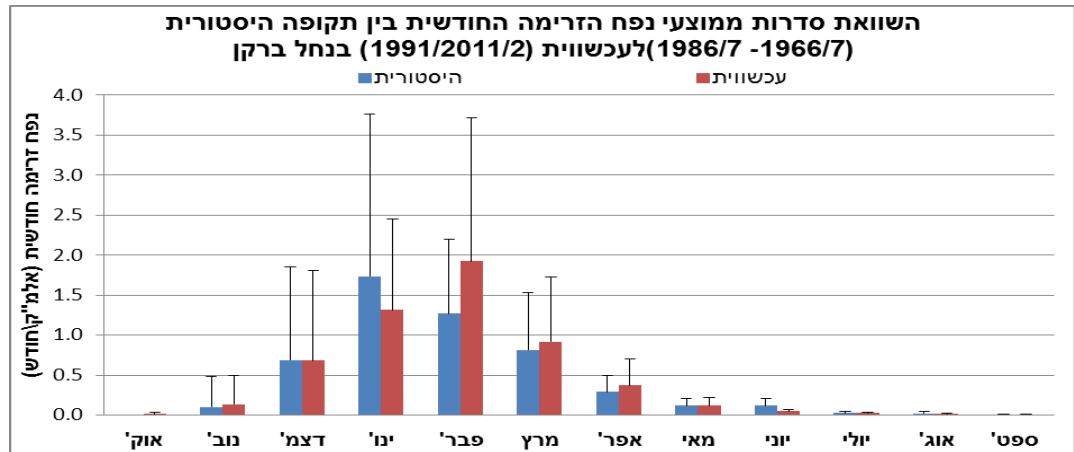
נחל ברקן גובל באגן נחל עדה מצפון מערב ובאגן נחל עירון (חדרה) מדרום מזרח. תחנת המדידה עליה הסתמך הניתוח ההידרולוגי, נמצאת על יד כפר גליקסון ובמעלה תעלת ההטיה של נחלי מנשה. בתחנה נמדדות זרימות בסיס ממעינות הנמשכות לרוב עד סוף הקיץ כמו גם גאוויות.

שיטה-

על מנת לייצג את השינויים במשטר הזרימה בנחל ברקן, חולק מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1966/7- לשנת 1986/7 והשנייה, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1991/2- 2011/2 (טבלאות 1 ו-2). לצורך אפיון ההבדל במגמות הזרימה, הושו ממוצעי נפח זרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 1).

תוצאות-

איור 1- השוואת ממוצעי נפח הזרימה החודשיים בנחל ברקן בתקופה היסטורית (1966/7-1986/7) למול ממוצעי זרימה החודשיים בנחל ברקן בתקופה העכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 1- ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל ברקן בתקופה היסטורית (1966/7-1986/7)

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית בנחל ברקן בין השנים 1966/7-1986/7													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
5.197	0.007	0.022	0.029	0.121	0.121	0.291	0.817	1.269	1.733	0.685	0.104	0.001	ממוצע
	0.011	0.023	0.022	0.081	0.081	0.208	0.716	0.924	2.030	1.167	0.378	0.002	סטיית תקן
	0%	0%	1%	2%	2%	6%	16%	24%	33%	13%	2%	0%	אחוז נפחי

טבלה 2- ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל ברקן בתקופה עכשווית (1991/2-2011/2)

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה עכשווית בנחל ברקן בין השנים 1991/2-2011/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
5.580	0.008	0.017	0.027	0.047	0.121	0.369	0.920	1.926	1.314	0.680	0.138	0.012	ממוצע
	0.005	0.007	0.012	0.021	0.098	0.339	0.802	1.787	1.138	1.124	0.363	0.027	סטיית תקן
	0%	0%	0%	1%	2%	7%	16%	35%	24%	12%	2%	0%	אחוז נפחי

מקווה מים- נחל גמלא

מבוא-

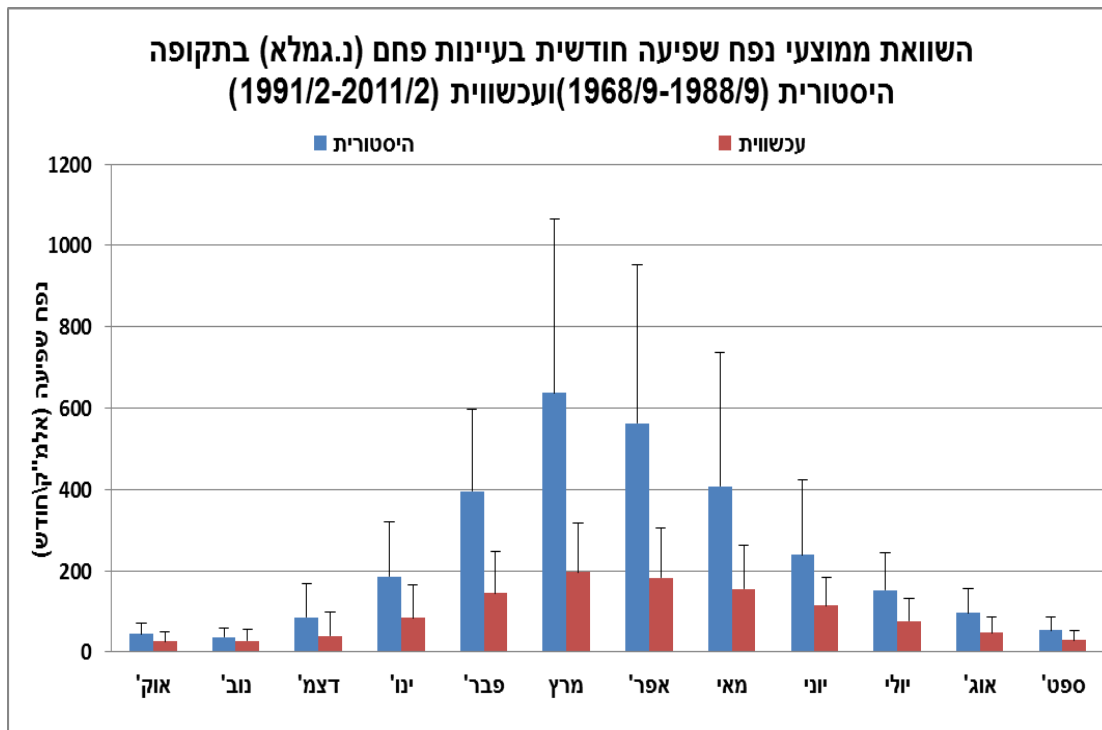
נחל גמלא הינו יובל מרכזי של נחל דליות אשר ברמת הגולן. הנחל בעל משטר זרימת בסיס הנובע ממעיינות פחם ותנוריה, אליו מצטרפים במהלך עונת החורף מהלכי גאות שיטפוניים. בתוואי הזרימה של הנחל אין הפרעות אנושיות כגון מאגרים ועל כן ניתן לומר כי מתאפשרת בנחל זרימה חופשית. מעיינות פחם ותנוריה אינם נמנים מעיינות הדופן המערבי, אלא אלו מעיינות מרכז רמת הגולן ועל כן צפויה השפעה ניכרת יותר של שאיבות מן האקוויפר.

שיטה-

על מנת לייצג את השינויים במשטר שפיעת המעיינות באגן נחל גמלא, חולקו מסדי הנתונים של שפיעת המעיינות פחם ותנוריה, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה בכל תחנה – תקופה היסטורית המייצגת נתונים משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1968/9-1988/9 (עיינות פחם) (טבלה 1) ו-1994/5-1974/5 (מעין תנוריה)(טבלה 3). השניה, בכל תחנה- תקופה עכשווית, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלאות 2 ו-4). לצורך אפיון ההבדל במגמות הזרימה, הושוו ממוצעי נפח זרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 1 ו-2). כמו-כן בכדי לייצג את שינוי המגמה הכולל בנחל גמלא אוחדו סדרות ממוצעי נפח השפיעה מזמן מדידה היסטורי (1974/5-1994/5) מהמעיינות והושוו אל מול הסדרה המאוחדת העכשווית (-1991/2-2011/2).



איור 1- השוואת ממוצעי נפח שפיעה חודשית בעיינות פחם (נ.גמלא) בתקופה היסטורית (-1968/9) (1988/9-2011/2) ועכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 1-1 סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעיינות פחם (נ.גמלא) בין השנים 1968/9-1988/9

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעיינות פחם (נ.גמלא) בין השנים 1968/9-1988/9													
היסטורית	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
ממוצע	44.195	37.252	84.919	186.362	394.700	637.076	562.833	408.152	238.962	152.143	95.610	53.205	2895.410
סטיית תקן	26.885	22.032	84.341	132.565	201.581	427.847	389.872	327.836	184.628	91.842	61.685	33.558	
אחוז נפחי	2%	1%	3%	6%	14%	22%	19%	14%	8%	5%	3%	2%	

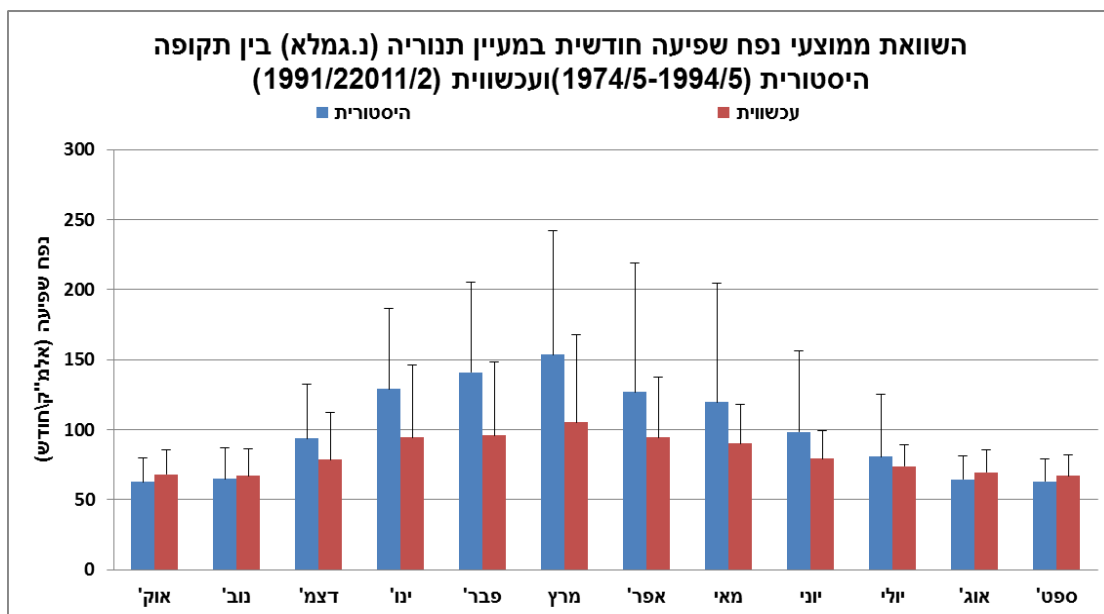
טבלה 2-2 סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעיינות פחם (נ.גמלא) בין השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעיינות פחם (נ.גמלא) בין השנים 1991/2-2011/2													
עכשווית	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
ממוצע	26.195	27.105	39.814	84.176	145.138	195.524	182.919	155.633	113.681	75.720	46.600	28.395	1120.901
סטיית תקן	23.149	28.819	59.084	82.080	100.856	120.799	122.757	107.037	71.190	55.394	38.439	23.601	
אחוז נפחי	2%	2%	4%	8%	13%	17%	16%	14%	10%	7%	4%	3%	



איור 2- השוואת ממוצעי נפח שפיעה חודשית במעיין תנוריה (נ.גמלא) בין תקופה היסטורית (-1974/5

(1994/5) ועכשווית (1991/22011/2)



טבלה 3- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית במעיין תנוריה

(נ.גמלא) בין השנים 1974/5-1994/5

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית במעיין תנוריה (נ.גמלא) בין השנים 1974/5-1994/5													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
1198.142	63.032	64.619	80.733	98.452	119.694	126.987	153.487	140.767	129.013	93.782	64.871	62.705	ממוצע
	16.159	16.466	44.368	57.717	85.187	92.272	88.302	64.773	57.824	38.954	21.887	17.427	סטיית תקן
	5%	5%	7%	8%	10%	11%	13%	12%	11%	8%	5%	5%	אחוז נפחי

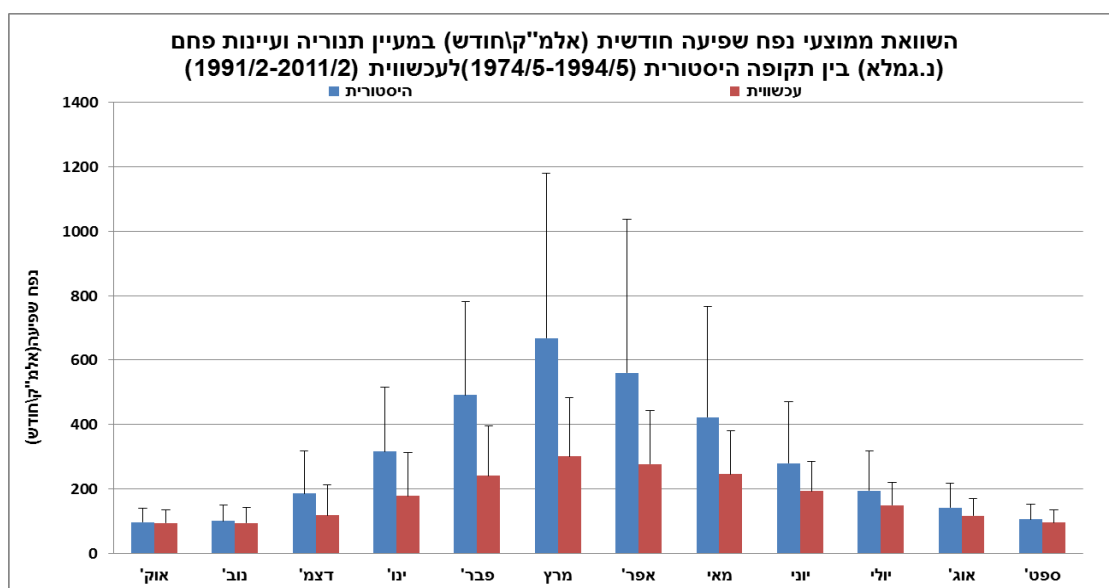
טבלה 4- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית במעיין תנוריה (נ.גמלא)

בין השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית במעיין תנוריה (נ.גמלא) בין השנים 1991/2-2011/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
982.802	66.870	69.685	73.700	79.229	90.019	94.350	105.195	95.995	94.253	78.363	67.015	68.129	ממוצע
	15.142	16.240	15.474	19.913	28.047	43.286	62.303	52.567	51.941	34.116	19.286	17.372	סטיית תקן
	7%	7%	7%	8%	9%	10%	11%	10%	10%	8%	7%	7%	אחוז נפחי



איור 3 - השוואת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) במעיין תנוריה ועיינות פחם (נ.גמלא) בין תקופה היסטורית (1974/5-1994/5) לעכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 5 - סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית במעיין תנוריה ועיינות פחם (נ.גמלא) בין השנים 1974/5-1988/9

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית במעיין תנוריה ועיינות פחם (נ.גמלא) בין השנים 1974/5-1988/9													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
3558.661	104.827	141.290	194.786	279.143	422.256	560.053	667.377	490.990	315.313	185.592	100.338	96.695	ממוצע
	47.607	77.193	122.450	192.416	342.905	477.046	511.596	290.810	200.656	132.722	49.272	41.858	סטיית תקן
	3%	4%	5%	8%	12%	16%	19%	14%	9%	5%	3%	3%	אחוז נפחי

טבלה 6 - סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה עכשווית במעיין תנוריה (נ.גמלא) בין השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה עכשווית במעיין תנוריה (נ.גמלא) בין השנים 1991/2-2011/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
2103.702	95.265	116.285	149.420	192.910	245.652	277.269	300.719	241.133	178.429	118.177	94.120	94.324	ממוצע
	38.743	54.679	70.867	91.103	135.084	166.043	183.102	153.423	134.021	93.200	48.105	40.521	סטיית תקן
	5%	6%	7%	9%	12%	13%	14%	11%	8%	6%	4%	4%	אחוז נפחי



מקווי מים - נחל דליה תחתון ועליון

מבוא-

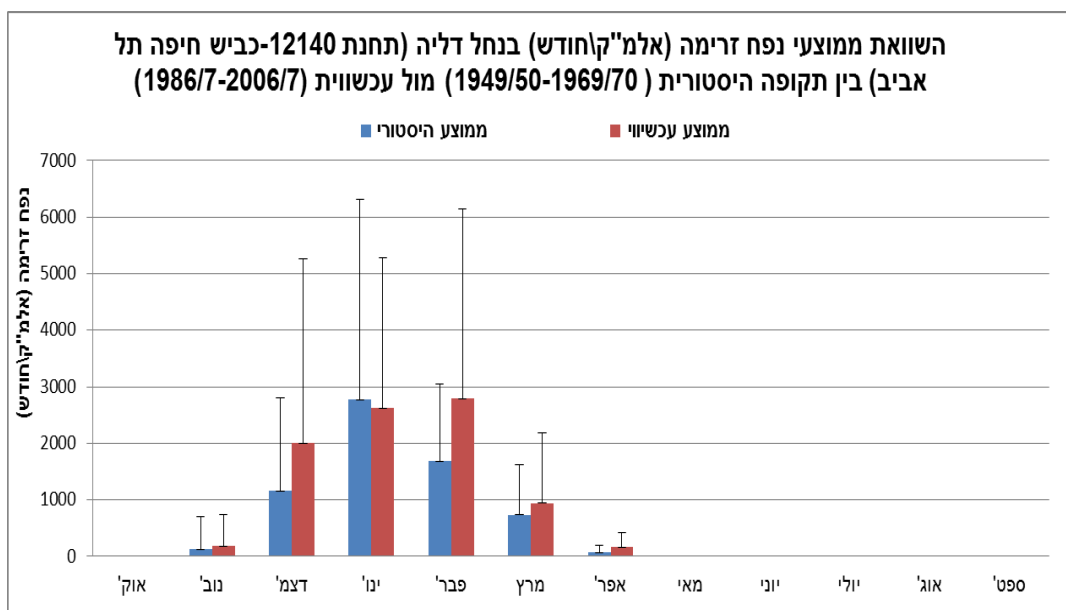
אגן ניקוז נחל דליה ממוקם בין אגן ניקוז נחל מערות מצפון, לבין אגן ניקוז נחל תנינים מדרום ואגן ניקוז נחל קישון מצפון מזרח. אגן נחל דליה הוא אגן בינוני בגודלו, צורתו מוארכת והוא משתפל ממזרח למערב. הליתולוגיה, הטופוגרפיה ופירוש הגשם משתנים בהתאם. באגן מוצבות שתי תחנות הידרומטריות של השירות ההידרולוגי והן: דליה - בת שלמה במעלה (12130) ודליה - כביש תל אביב – חיפה (12140) במורד. במעלה תחנת דליה - בת שלמה כניסות מיובלים אחדים: שלף, מנשה ותות. בנחלים אלה נובעים 11 מעיינות (לא מנוטרים) שחלקם נובעים כל השנה, אך שפיעתם נמוכה מכדי לייצר זרימת בסיס בחודשי הקיץ. בין התחנות כניסה נוספת מיובל טלימון. שתי התחנות קשורות מבחינה הידרולוגית, אבל כל אחת מהן מייצגת מאפייני נגר גשם שונים באגן ניקוז דליה.

שיטה-

על מנת לייצג את השינויים במשטר הזרימה בנחל דליה, חולקו מסדי נתוני המדידה ההידרומטרית בכל אחת משתי התחנות, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה בכל תחנה – תקופה היסטורית המייצגת נתונים משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1949/50-1969/70 (בתחנה 12140) (טבלה 1) ו-1975/6-1955/6 (בתחנה 12130) (טבלה 3). השניה, בכל תחנה – תקופה עכשווית, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1986/7-2006/7 (טבלאות 2 ו-4). לצורך אפיון ההבדל במגמות הזרימה, הושו ממוצעי נפח זרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 1 ו-2).



איור 1- השוואת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) בתחנה הידרומטרית מס' 12140 (כביש חיפה-ת"א) ב-נ. דליה בין תקופה היסטורית (1949/50-1969/70) לעכשווית (1986/7-2006/7)



טבלה 1- סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בנחל דליה (תחנה 12140-כביש ת"א-חיפה) בין השנים 1949/50-1969/70

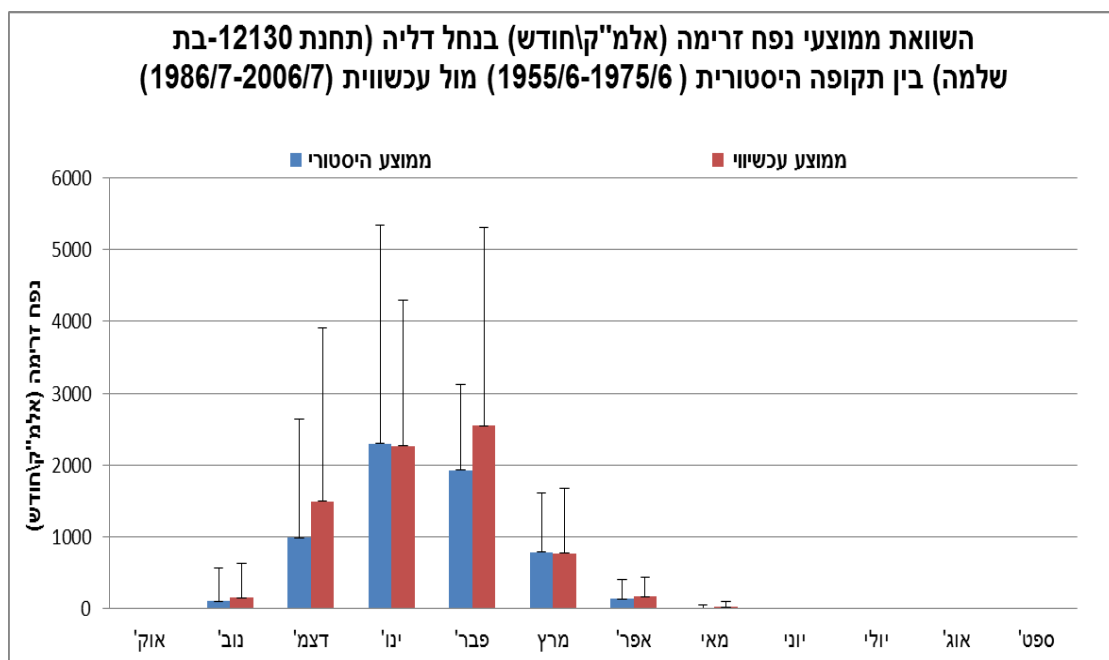
סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בנחל דליה (תחנה 12140-כביש ת"א-חיפה) בין השנים 1949/50-1969/70													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	לשנה
6554	0	0	0	0	0	72	733	1689	2777	1159	125	0	ממוצע
	0	0	0	0	0	118	891	1352	3545	1640	572	0	סטיית תקן
	0%	0%	0%	0%	0%	1%	11%	26%	42%	18%	2%	0%	אחוז נפחי

טבלה 2- סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בנחל דליה (תחנה 12130-בת שלמה) בין השנים 1986/7-2006/7

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בנחל דליה (תחנה 12130-בת שלמה) בין השנים 1986/7-2006/7													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	לשנה
7422	0	0	0	0	22	172	772	2545	2265	1497	149	0	ממוצע
	0	0	0	0	76	262	909	2769	2032	2406	485	0	סטיית תקן
	0%	0%	0%	0%	0%	2%	10%	34%	31%	20%	2%	0%	אחוז נפחי



איור 2- השוואת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) בתחנה הידרומטרית מס' 12130 (בת שלמה) ב-נ. דליה בין תקופה היסטורית (1955/6-1975/6) לעכשווית (1986/7-2006/7)



טבלה 3- סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בנחל דליה (תחנה 12130-בת שלמה) בין השנים 1955/6-1975/6

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בנחל דליה (תחנה 12130-בת שלמה) בין השנים 1955/6-1975/6													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	לשנה
6245	0	0	0	0	10	138	784	1928	2299	986	101	0	ממוצע
	0	0	0	0	37	262	825	1198	3046	1658	461	0	סטיית תקן
	0%	0%	0%	0%	0%	2%	13%	31%	37%	16%	2%	0%	אחוז נפחי

טבלה 4- סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בנחל דליה (תחנה 12130-בת שלמה) בין השנים 1986/7-2006/7

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בנחל דליה (תחנה 12130-בת שלמה) בין השנים 1986/7-2006/7													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	לשנה
8723	0	0	0	0	1	165	940	2794	2625	2007	184	6	ממוצע
	0	0	0	0	4	265	1252	3343	2661	3256	557	11	סטיית תקן
	0%	0%	0%	0%	0%	2%	11%	32%	30%	23%	2%	0%	אחוז נפחי

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com

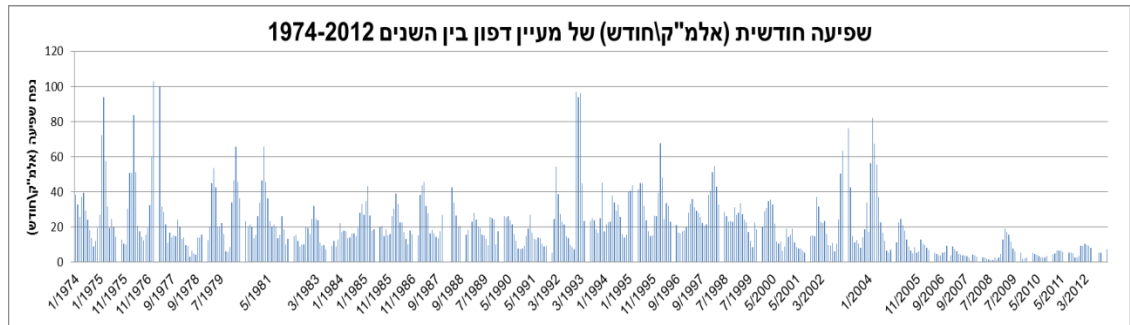


מקווה מים נחל דליות עליון-

מבוא-

בעת הצבת כל מסד נתוני מדידות השפיעה של מעיין דפון אשר מזין את נחל דליות על ציר הזמן, ניתן להבחין בפחיתה בנפחי השפיעה (איור 1). מטרת מסמך זה לייצג את הפחיתה בשפיעת מעיין דפון, כמייצגת לפחיתה בשפיעת המעיינות המזינים את נחל דליות.

איור 1- נפחי שפיעה חודשיים של מעיין דפון משחר תקופת המדידה עד ימינו

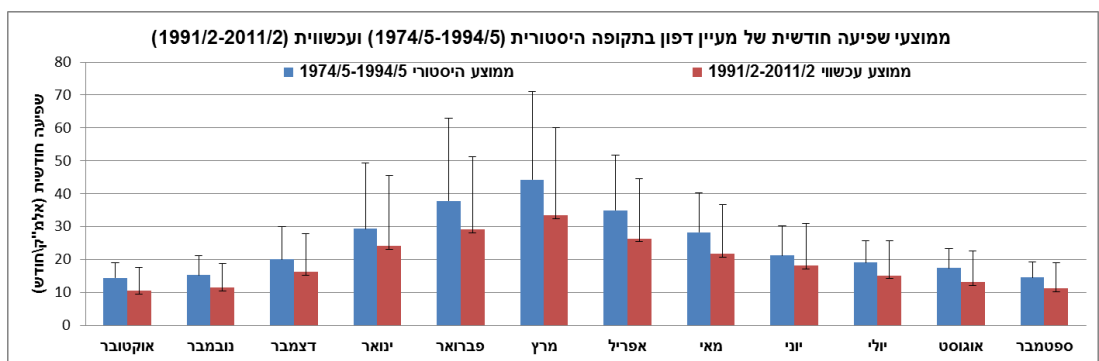


שיטה-

בכדי לאפיין את בית הגידול נחל דליות-מקטע עליון, הוחלט להשוות בין ממוצעי סדרות נפחי שפיעה חודשיים של מעיין דפון המזין את נחל דליות. סדרות הנתונים מייצגות שתי תקופות שונות, הראשונה היסטורית (1974/5-1994/5) והשנייה עכשווית (1991/2-2011/2).

תוצאות-

איור 2- ממוצעי שפיעה חודשיים של מעיין דפון בתקופה היסטורית (1974/5-1994/5) ועכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 1- ממוצע שפיעה חודשית של מעיין דפון בין השנים 1974/5-1994/5

ממוצע שפיעה חודשית של מעיין דפון המזין את נחל דליות בתקופה היסטורית 1974/5-1994/5												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	14.5	15.3	20.0	29.3	37.9	44.3	34.9	28.3	21.3	19.0	17.4	14.6
סטיית תקן	4.5	5.9	9.9	19.9	25.1	26.9	16.9	11.9	9.0	6.6	6.0	4.7
התפלגות נפחית	5%	5%	7%	10%	13%	15%	12%	10%	7%	6%	6%	5%

טבלה 2- ממוצע שפיעה חודשית של מעיין דפון בין השנים 1991/2-2011/2.

ממוצע שפיעה חודשית של מעיין דפון המזין את נחל דליות בתקופה עכשווית 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	10.6	11.4	16.2	24.2	29.2	33.5	26.4	21.8	18.2	15.2	13.2	11.2
סטיית תקן	7.1	7.4	11.7	21.4	22.1	26.6	18.1	14.9	12.7	10.6	9.5	7.9
התפלגות נפחית	5%	5%	7%	10%	13%	15%	11%	9%	8%	7%	6%	5%

מקווה מים נחל השופט

מבוא-

נחל השופט הוא אזור מעבר מרמת מנשה לעמק יזרעאל שכן מעיינות המעלה מספקים את זרימת הבסיס ועם זאת נחל השופט יובל דרומי של נחל קישון. בשנים האחרונות הנחל התייבש לקראת סוף הקיץ. לאורך הנחל מעיינות קטנים נוספים כמו עין חשרת (נמדד בעבר= לא התקבלו נתוני המדידה). הניתוח ההידרולוגי אשר להלן, מתבסס על מדידת הספיקה במקטע הנחל התחתון בו ממוקמת התחנה הדירומטרית מס' 8130.

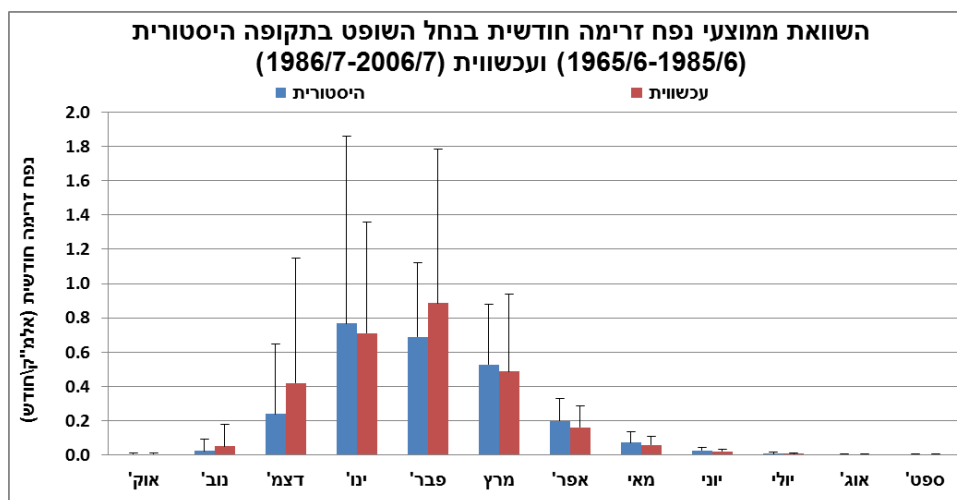
שיטות-

על מנת לייצג את משטר הזרימה בנחל השופט- מקטע תחתון והשינויים בו, חולק מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה- תקופה היסטורית. קרי משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1965/6-1985/6 והשנייה- תקופה עכשווית. סדרה מתבססת על עשרים שנות המדידה העדכניות ביותר, בין השנים 1985/6-2005/6 (טבלאות 1 ו- 2). לצורך אפיון ההבדל בין שתי התקופות השונות הושו ממוצעי נפח הזרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 1).



תוצאות-

איור 1- השוואת ממוצעי נפח הזרימה החודשיים בנחל השופט בתקופה היסטורית (1965/6-1985/6) למול ממוצעי זרימה החודשיים בנחל חדרה בתקופה העכשווית (1985/6-2005/6)



טבלה 1-1 ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל השופט בתקופה היסטורית (1965/6-1985/6)

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית בנחל השופט בין השנים 1965/6-185/6													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
2.571	0.003	0.004	0.009	0.026	0.074	0.200	0.528	0.690	0.768	0.241	0.024	0.005	ממוצע
	0.004	0.004	0.007	0.021	0.061	0.131	0.351	0.433	1.092	0.408	0.068	0.006	סטיית תקן
	0%	0%	0%	1%	3%	8%	21%	27%	30%	9%	1%	0%	אחוז נפחי

טבלה 2-2 ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל השופט בתקופה עכשווית (1985/6-2005/6)

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה עכשווית בנחל השופט בין השנים 1986/7-2006/7													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
2.821	0.003	0.004	0.008	0.022	0.061	0.161	0.489	0.885	0.712	0.421	0.052	0.004	ממוצע
	0.003	0.003	0.006	0.014	0.050	0.125	0.448	0.898	0.648	0.725	0.127	0.006	סטיית תקן
	0%	0%	0%	1%	2%	6%	19%	34%	28%	16%	2%	0%	אחוז נפחי

מקווה מים נחל חדרה

מבוא-

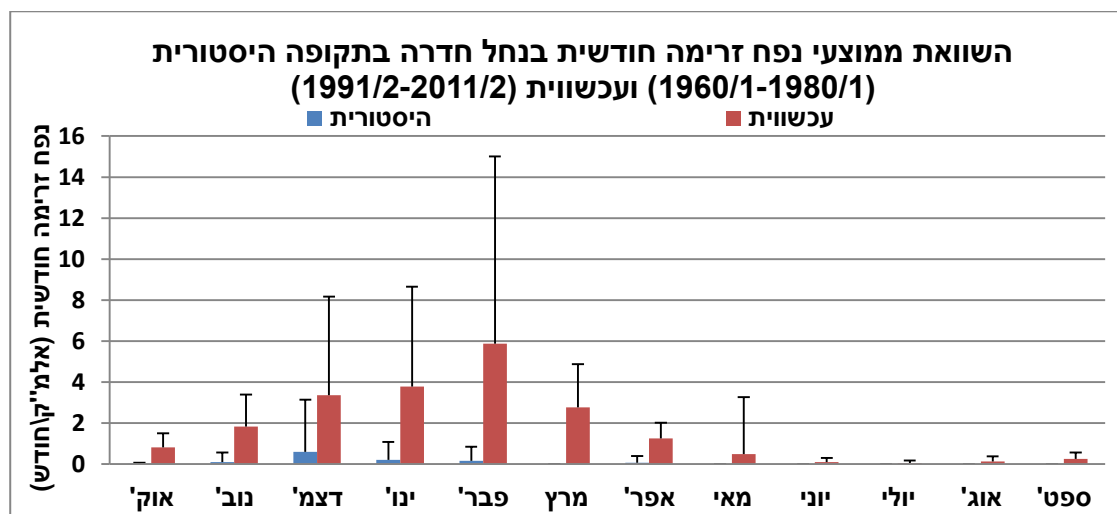
שטחו של אגן היקוות נחל חדרה הוא 579 קמ"ר ומתנקזים אליו הנחלים עירון, נרבתה, יצחק, רושרושי וחביבה. בעשרות השנים האחרונות, בערוצו המרכזי ובחלק מיובליו התקיימה זרימת בסיס שמקורה הייתה מי שפכים, מי קולחים ופרש מבריכות הדגים. אמנם מאז שידרוג מט"ש עין שמר 2009/10 פחת נפח מי הקולחים המוזרם לנחל. נפח הזרימה השנתי אשר נמדד בשנת 2010/1 עמד על 10.8 מלמ"ק.

שיטה-

על מנת לייצג את בשטר הזרימה בנחל חדרה ומגמת השינוי בו, הוחלט לחלק את מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1960/1-1980/1 והשניה, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלה 1 וטבלה 2). לצורך איפיון ההבדל במגמות הזרימה בתקופות השונות הושוּו ממוצעי נפח הזרימה החודשיים בנחל מהתקופות השונות (איור 1).

תוצאות-

איור 1- השוואת ממוצעי נפח הזרימה החודשיים בנחל חדרה בתקופה היסטורית (1960/1-1980/1) למול ממוצעי זרימה החודשיים בנחל חדרה בתקופה העכשווית (1991/2-2011/2)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה 1- ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל חדרה בתקופה היסטורית (1960/1-1980/1)

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית בנחל חדרה בין השנים 1960/1-1980/1													
היסטורית	אוק'	נב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
ממוצע	0.012	0.100	0.594	0.200	0.164	0.000	0.071	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.141
סטיית תקן	0.054	0.458	2.550	0.874	0.681	0.000	0.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
אחוז נפחי	1%	9%	52%	18%	14%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	

טבלה 2- ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל חדרה בתקופה עכשווית (1991/2-2011/2)

סדרת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה עכשווית בנחל ברקן בין השנים 1991/2-2011/2													
עכשווית	אוק'	נב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
ממוצע	0.808	1.822	3.356	3.778	5.877	2.769	1.253	0.492	0.093	0.051	0.125	0.246	20.668
סטיית תקן	0.689	1.567	4.817	4.883	9.132	2.100	0.766	2.769	0.200	0.121	0.246	0.321	
אחוז נפחי	4%	9%	16%	18%	28%	13%	6%	2%	0%	0%	1%	1%	

מקווה מים נחל חצור-

מבוא-

נחל חצור הינו אגן היקוות קרסטי אשר ראשיתו ברמת עלמה הבזלתית. במורד הנחל מפכה מעיין איילת השחר אשר שפיעת השנתית עומדת על 250 אלמ"ק בממוצע. תחנת המדידה הידרומטרית הוקמה בשנת 1941 במורד הערוץ ונפח הגאויות הממוצע המדווח עומד על 270 אלמ"ק לשנה.

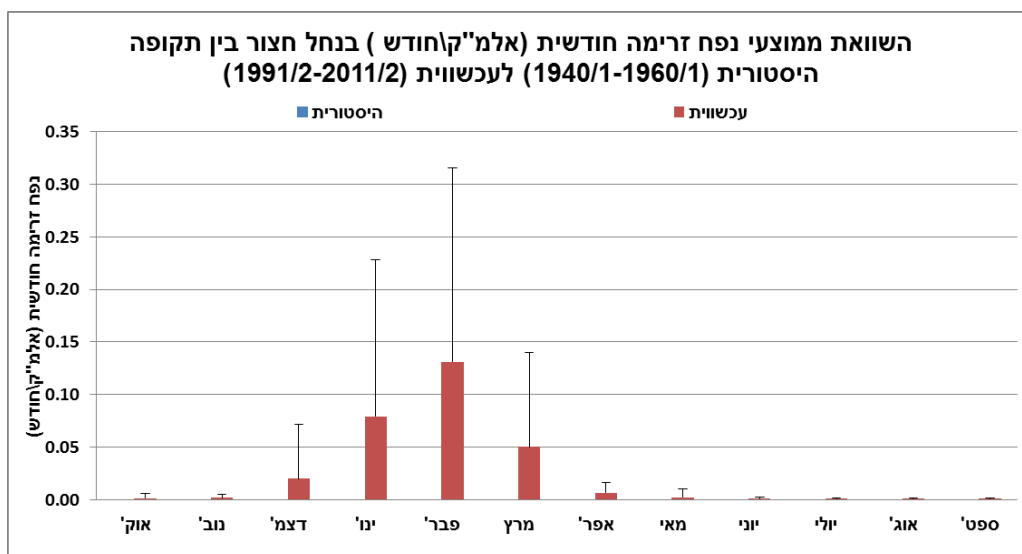
שיטה-

על מנת לייצג את משטר הזרימה בנחל חצור ומגמות השינוי בו, חולק מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1969/70-1988/9 והשניה, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלה 1 ו-2). לצורך אפיון ההבדל בין התקופות השונות הושוו ממוצעי נפח הזרימה החודשיים (איור 1). מדידות מעיין איילת השחר למול שנות המדידה הוצבו בעקומת פיזור בכדי לזהות את מגמת השינוי בשפיעת המעיין (איור 2).



תוצאות-

איור 1- השוואת ממוצעי נפח הזרימה החודשיים בנחל חצור בתקופה היסטורית (1940/1-1960/1) למול ממוצעי זרימה החודשיים בנחל חצור בתקופה העכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 1-1 ממוצעי נפח הזרימה החודשית הנחל חצור בתקופה היסטורית (1940/1-1960/1)

סדרת ממוצעי זרימה חודשית לתקופה היסטורית בנחל חצור בין השנים 1940/1-1960/1													
היסטורית	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
ממוצע	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
סטיית תקן	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
אחוז נפחי	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

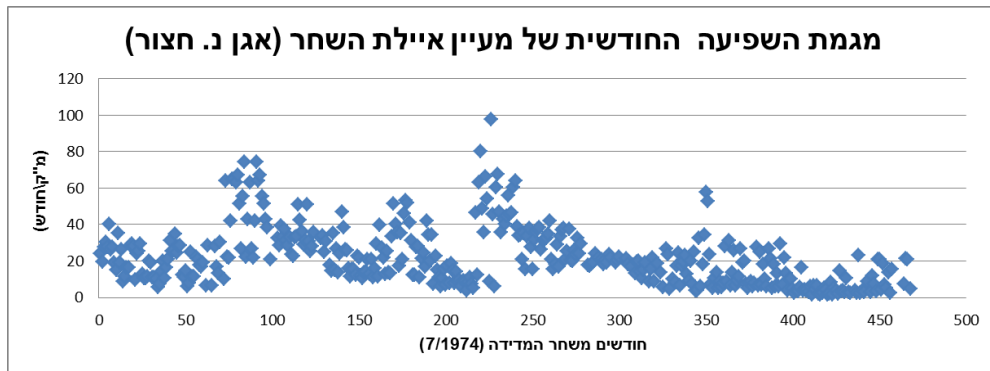
טבלה 2-2 ממוצעי נפח הזרימה החודשית הנחל חצור בתקופה העכשווית (1991/2-2011/2)

סדרת ממוצעי זרימה חודשית לתקופה עכשווית בנחל חצור בין השנים 1991/2-2011/2													
עכשווית	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי
ממוצע	0.001	0.002	0.020	0.079	0.131	0.050	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.293
סטיית תקן	0.005	0.004	0.052	0.149	0.184	0.090	0.010	0.008	0.002	0.002	0.001	0.001	
אחוז נפחי	0%	1%	7%	27%	45%	17%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



איור 2- נפח השפיעה חודשית של מעיין איילת השחר החל משחר תקופת המדידה (יולי- 1974)



סיכום-

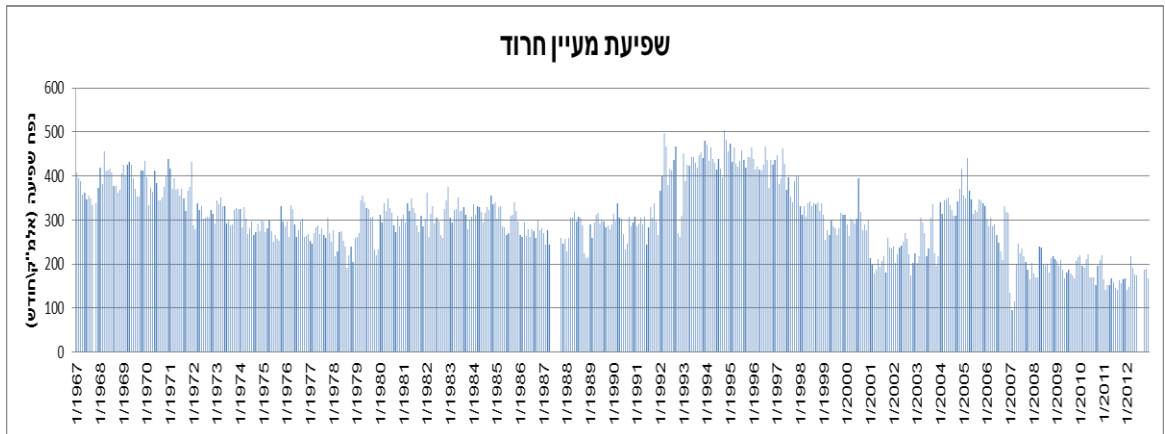
השינוי אשר התקבל במגמות הזרימה בנחל חצור מחישוב סדרות תקופתיות בנות עשרים שנה, מעיד על הגברת הנגר העילי. בעוד בשפיעת מעיין איילת השחר ישנה מגמת פחיתה פוחתת במהלך שנות המדידה (איור 2).

מקווה מים- נחל חרוד-

מבוא-

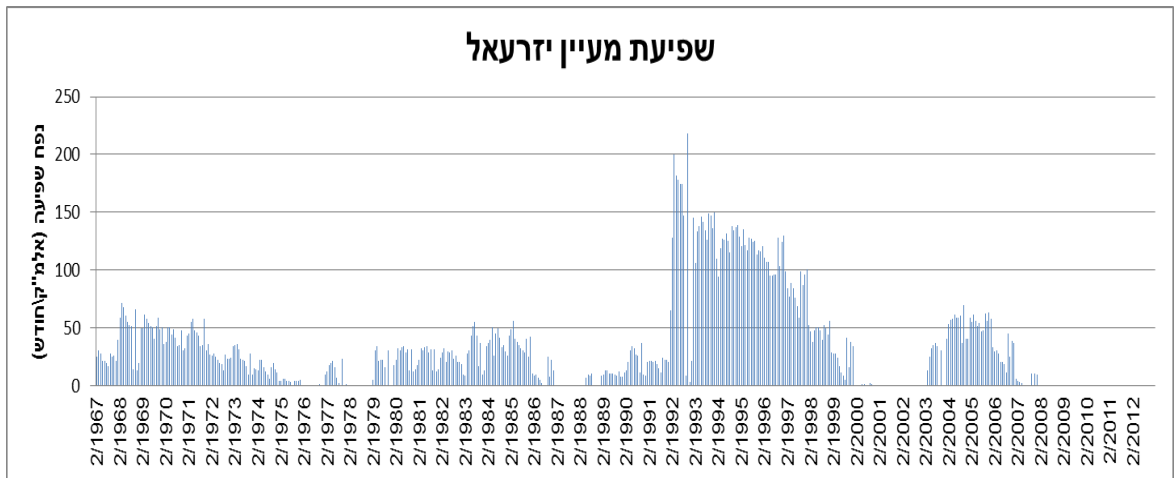
נחל חרוד מוזן ממספר מעיינות עיקריים ביניהם מנוטרים המעיינות חרוד ויזרעאל. אזור ההזון החוזר של מעיינות אלו נמצא באגן המזרחי של שדרת ההר המרכזית, כאשר קו הגבול עם האקוויפר המערבי הינו רצף הקמרים חברון רמאללה. מדו"ח 'געגועים לנחל' (החברה להגנת הטבע עולה)- "מתחילת המאה ה- 20 מנוצלים מי הנחל ומקורתיו בצורה אינסטנסיבית לשימוש חקלאי. כיום מרבית מי המעיינות נתפסו ומשטר הזרימה השתנה לחלוטין. את מקומם של מי המעיינות תפסו קולחים ושפכים תעשייתיים, מי ניקוז של בריכות דגים ועודפי מים מהחקלאות". שפיעתו של מעיין חרוד הייתה יציבה יחסית לאורך שנות הניטור (איור 1) אמנם החל משנת 2006 מסתמנת דעיכה בשפיעת המעיין, זו מיוחסת לפעולות שאיבת מי תהום בצפון השומרון על ידי הרשות הפלסטינית. מי מעיין חרוד נתפסים בנביעתם ואינם זורמים כלל אל הנחל אלא מנוצלים לצרכים אנושיים.

איור 1- שפיעת מעיין חרוד בין השנים 1967-2012



מעיין יזרעאל הינו מעיין אשר בשנים שכוונות נוטה להתייבש, כפי שאירע החל משנת 2007 עד 2012(איור 2). במהלך 2010 החלה הזרמה יזומה של מי קידוחים מליחים אל אתר הנביעה של עין יזרעאל בספיקה של כ- 60 מ"ק/שעה, שהם 0.5 מלמ"ק בשנה.

איור 2- שפיעת מעיין יזרעאל בין השנים 1967-2012



שיטה-

בכדי לייצג נאמנה את משטר הזרימה בחלקו העליון של נחל חרוד, חלוקו נתוני שפיעת המעיינות חרוד ויזרעאל לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה, הראשונה מייצגת את ממוצע השפיעה החודשית בתקופה היסטורית 1967/8-1987/8, השנייה מייצגת את השפיעה העכשווית ממעיינות אלו. קרי, ממוצע השפיעה החודשית בין השנים 1991/2-2011/2.

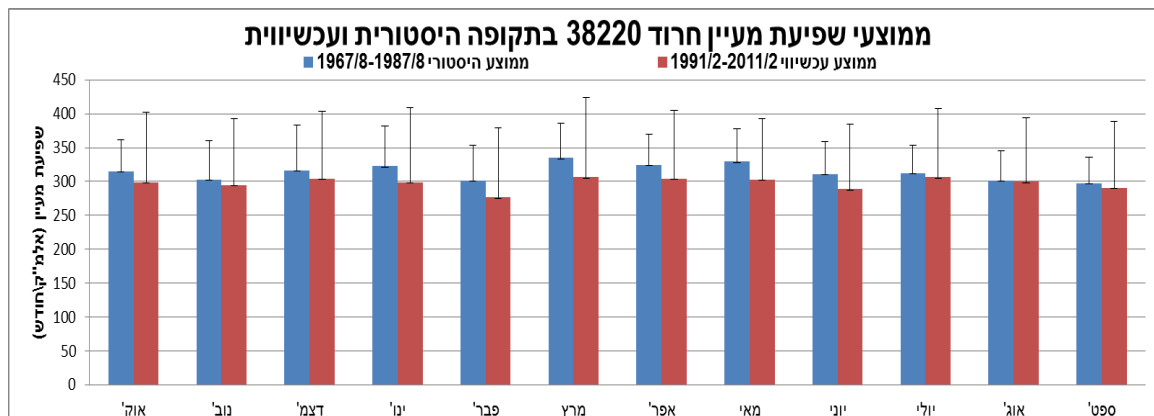
תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



תוצאות-

מעין חרוד-

איור 3- ממוצעי שפיעה חודשיים של מעיין חרוד בתקופה היסטורית 1967/8-1987/8 ועכשווית 1991/2-2011/2



טבלה 1- ממוצע שפיעה חודשי של מעיין חרוד בין השנים 1967/8-1987/8

ממוצע היסטורי חודשי של נפחי שפיעת מעיין חרוד-38220 (אלמ"ק/חודש) 1967/8-1987/8												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	315	303	317	323	302	335	325	329	311	312	301	297
סטיית תקן	47	57	66	59	52	52	45	48	48	41	44	39
התפלגות נפחית	8%	8%	8%	9%	8%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%

טבלה 2- ממוצע שפיעה חודשי של מעיין חרוד בין השנים 1991/2-2011/2

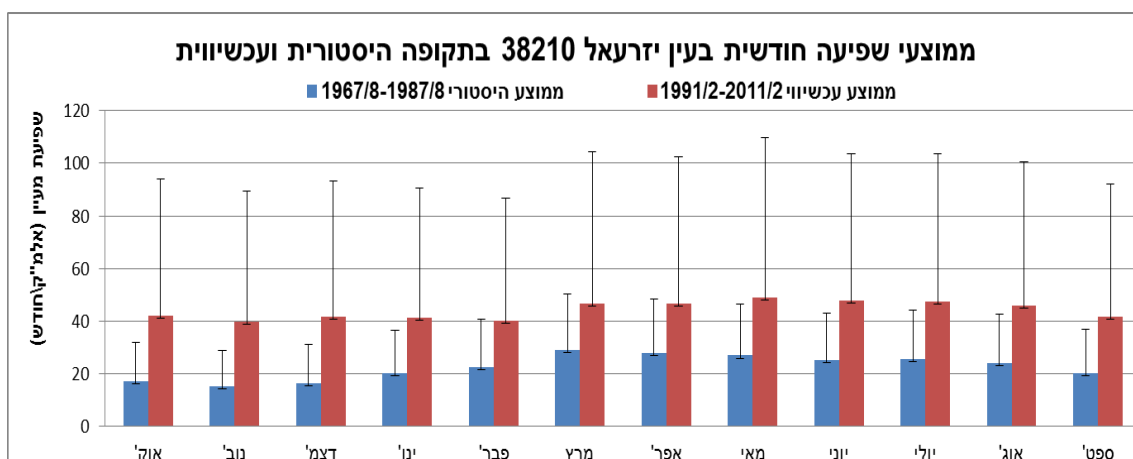
ממוצע עכשווי חודשי של נפחי שפיעת מעיין חרוד-38220 (אלמ"ק/חודש) 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	298	294	304	299	276	306	304	303	289	306	299	291
סטיית תקן	104	99	100	110	103	117	100	90	96	102	94	98
התפלגות נפחית	8%	8%	9%	8%	8%	9%	9%	8%	8%	9%	8%	8%



מעין יזרעאל-

**תוצאות הסדרה העכשווית משקפות שפיעה גבוהה מן המצוי במעין עקב נפח מים גבוה במיוחד אשר הוזן לאקוויפר בחורף 1991/2, השפעת נפח מים חריג זה ניכרה בשפיעת המעין בין השנים ההידרולוגיות 1992/3-1997/8 (ראה איור 2).

איור 4- ממוצעי שפיעה חודשיים של מעין יזרעאל בתקופה היסטורית 1967/8-1987/8 ועכשווית 1991/2-2011/2



טבלה 3- ממוצע שפיעה חודשי של מעין יזרעאל בין השנים 1967/8 - 1987/8

ממוצע היסטורי חודשי של נפחי שפיעת עין יזרעאל-38210 (אלמ"ק/חודש) 1967/8-1987/8												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	17.1	15.1	16.3	20.0	22.3	29.0	27.8	26.8	25.2	25.5	23.8	20.1
סטיית תקן	14.7	13.4	14.6	16.4	18.5	21.1	20.6	19.7	17.9	18.7	18.8	16.7
התפלגות נפחית	6%	6%	6%	7%	8%	11%	10%	10%	9%	9%	9%	7%

טבלה 3- ממוצע שפיעה חודשי של מעין יזרעאל בין השנים 1991/2 - 2011/2

ממוצע עכשווי חודשי של נפחי שפיעת עין יזרעאל-38210 (אלמ"ק/חודש) 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	42.0	39.6	41.5	41.3	40.1	46.6	46.7	48.7	47.8	47.5	45.7	41.8
סטיית תקן	52.0	49.8	51.7	49.3	46.5	58.0	56.0	61.1	55.7	56.0	54.9	50.5
התפלגות נפחית	8%	7%	8%	8%	8%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	8%

סיכום-

מי הנחל הטבעיים שבמקטע נחל חרוד עליון, מנוצלים עד תומם. במקומם כאמור זורמים מים משימוש ראשוני אנושי. במעיינות חרוד וזרעאל נרשמה פחיתה בשפיעה הטבעית ואף הפסקה. הפחיתה בשפיעת מעיין חרוד החל משנת 2006 אשר קשורה כנראה בשאיבות מי תהום ברשות הפלסטינית, לפי דו"ח חלה"ט הירידיה בשפיעה הינה מ 3.7 מלמ"ש בממוצע לכ- 2.3 מלמ"ש, אמנם רצף שנות הבצורת האחרון תרם אף הוא להטיית התמונה. כפי שנראה החל משנת 2007 במעעין יזרעאל אשר יבש.

מקורות ספרות-

- גבעתי ע, עצמון ב. 2013. מגמות שפיעת מעיינות בצפון הארץ. דו"ח השרות ההידרולוגי, רשות המים.
- געגועים לנחל. 2012. דו"ח החברה להגנת הטבע.

מקווה מים נחל חרמון-

עיקר שפיעתו של נחל חרמון נובעת ממעיינות הבניאס אשר נמצאים למרגלותיו הדרומיים של רכס החרמון המאופיין בגיר מהתקופה היוראסית. השכבות היוראסיות הבונות את רכס החרמון משתפלות אל מתחת לבקעה הלבנונית. כתוצאה משיכוב של יחידות אוטמות מגיל קרטיקון המונחות על גבי השכבה היוראסית עיקר התנקזות מי אקוויפר היורא הוא למעיינות הדן והבניאס. עובי המשקעים הממוצע באזור ההיזון החוזר של מקורות הירדן ב- 1600 מ"מ לשנה באתר הרכבל התחתון של החרמון ובכ- 1200 מ"מ לשנה בכפר מגידל שמס. Givati and Rosenfeld (2007) מצאו מתאם גבוה ביותר בין גשמי תחנות צפון הגולן לבין תחנת הגשם במגידל שמס ($R^2=0.93$) ובין עובי המשקעים השנתי בתחנה בו לבין נפחי השפיעה במקורות הירדן- מעיינות הדן והבניאס (דו"ח השירות ההידרולוגי- גבעתי וחוב' 2010).

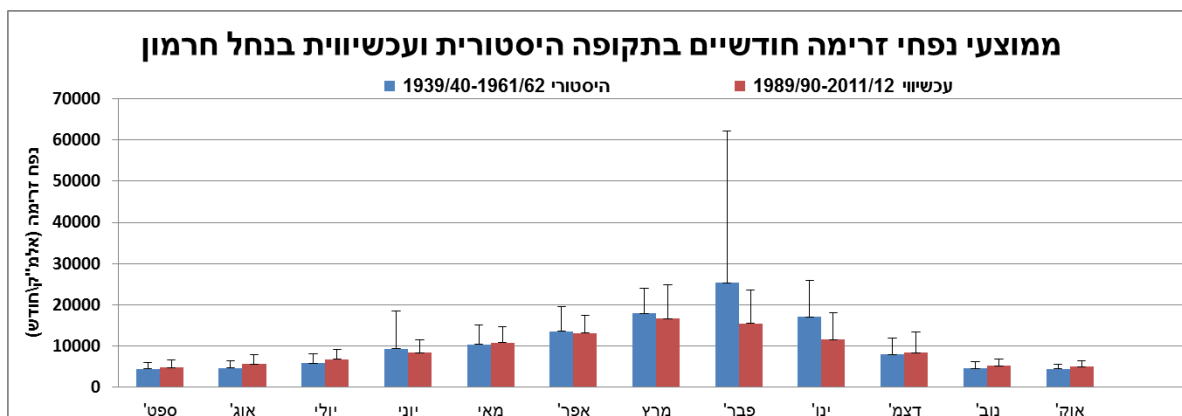
אל מי מעיינות הבניאס הזורמים בנחל חרמון, מצטרפים מי הנחלים סער וגובתה אשר תרומתם הכוללת לנפח המים אינה גבוהה, שכן אלו נחלי אכזב אשר עיקר שפיעתם היא בחודשי החורף ועיקר נפחה שטפוני.

הנתונים אשר יוצגו להלן מייצגים את ממוצעי נפחי הזרימה החודשיים בסדרות היסטורית ועכשווית (איור 1; טבלה 1 ו-2). סדרת הנתונים ההיסטורית מורכבת מנתונים אשר נמדדו בשתי תחנות הידרומטריות- האחת, תחנת מדידה שאר יישוב 30125, אשר מדדה ספיקות קיציות עד 9 מ"ק\שניה. השניה- תחנת מדידה בגשר הכביש כ.סאלד- שאר יישוב 30128, בה נמדדו ספיקות בתקופת החורף אשר עלו על 9 מ"ק\שניה. סדרת הנתונים העכשווית מייצגת ספיקה שנמדדה רק בתחנה 30128, שכן במהלך השני נעשתה הסדרה לתחנה זו והיא מודדת את כל טווח הספיקות בנחל חרמון, בטבלה 3 ניתן לראות את איחוד הנתונים אשר התקבלו מן השירות ההידרולוגי.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



איור 1- ממוצעי נפחי זרימה חודשיים בתקופה היסטורית ועכשווית בנחל חרמון



טבלה 1- ממוצע נפחים היסטוריים של זרימה חודשית בנחל חרמון בין השנים 1939/40-1961/62

נחל חרמון ממוצע היסטורי של נפחי זרימה חודשיים 1939/40-1961/62												
ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	
4484	4657	5855	9294	10389	13588	17906	25343	17116	7926	4618	4487	ממוצע (אלמ"ק לחודש)
1461	1787	2296	9147	4830	5895	6048	36707	8823	3992	1696	1121	סטיית תקן
4%	4%	5%	7%	8%	11%	14%	20%	14%	6%	4%	4%	אחוז נפחי

טבלה 2- ממוצע נפחים עכשוויים של זרימה חודשית בנחל חרמון בין השנים 1989/90-2011/2012

נחל חרמון ממוצע עכשווי של נפחי זרימה חודשיים 1989/90-2011/12												
ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	
4834	5665	6814	8445	10808	13192	16700	15477	11623	8361	5205	4962	ממוצע (אלמ"ק לחודש)
1870	2252	2411	3043	3840	4271	8083	8195	6559	4988	1655	1466	סטיית תקן
4%	5%	6%	8%	10%	12%	15%	14%	10%	7%	5%	4%	אחוז נפחי

טבלה 3 - צירוף סדרות הנתונים מתחנות הידרומטריות 30125 ו-30128 בין השנים 1939-2012

שנה	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
1939/40	3270	3470	4380	4625	5470	13090	17280	19050	14600	7965	4994	4439
1940/41	3305	3830	4410	4660	5470	15920	21520	18640	31930	12580	3720	3795
1941/42	3720	3580	3830	4450	8190	20200	27710	19330	20890	8890	3460	3600
1942/43	4514	3068	6046	7241	23590	26525	21800	21800	25949	6145	7634	5359
1943/44	4069	4422	4440	47780	6780	8535	16454	17889	18913	4132	3607	3311
1944/45	5975	6696	6675	7802	8472	8425	24126	28307	33260	8558	5642	4526
1945/46	6791	7017	7250	7828	9009	11301	24099	17302	7531	7484	6083	6041
1946/47	3863	4206	4769	10519	13878	12731	13539	17132	24939	6049	5716	5928
1947/48										4350	400	4190
1948/49	7860	1030	11800	15600	16800							
1949/50	5098	6005	7085	8208	11318	13003	17583	15236	25272	11155	6826	7474
1950/51	3283	3456	4018	4320	5357	6178	7264	9052	6039	4666	4450	4572
1951/52	5184	5789	6912	8294	10973	13478	19458	183304	13221	11797	2506	2592
1952/53	7517	9245	11578	14688	17798	22913	28854	21885	13577	5097	5097	5011
1953/54	5702	7690	8640	11146	18230	27342	26430	33733	28985	10755	6272	4752
1954/55	3240	3672	4622	5616	7906	9557	11215	8266	7288	4782	4320	4795
1955/56	3682	4427	4622	6439	9382	10858	16991	18494	21261	15956	7593	5806
1956/57	3905	4434	5482	7897	11337	13226	16088	16084	9078	5481	4398	3820
1957/58	4132	4615	5528	6767	8723	11683	16209	17271	19481	10133	4133	3833
1958/59	3749	4022	4476	5206	7247	10685	15758	9712	6098	3793	3473	4008
1959/60	2580	3875	3951	4403	6258	8548	8798	7892	10126	3775	3659	4083
1960/61	3110	3573	4043	5082	8263	12741	11766	15207	7165	3574	3203	3308
1961/62	4093	4336	4247	5888	8097	8413	13092	16613	13842	17261	4399	3465
1962/63	5875	7310	8519	10844	18384	17104	21264	22207	18922	12923	3428	4081
1963/64	5280	6074	7345	10412	14332	19623	27122	22535	6269	4474	3528	4013
1964/65	4512	5114	6073	7690	11790	15816	16549	23201	19104	12053	9449	5073
1965/66	3186	3714	3945	4793	7100	10287	12351	14962	10656	5994	4115	4362
1966/67	5710	7447	9778	13278	17286	21190	21788	17277	13203	9534	2951	3033
1967/68	4180	5080	6450	7950	11400	12400	16300	17900	23300	9310	4730	5030
1968/69	6290	7850	10700	13900	18500	23900	27900	28100	45500	27300	3550	3870
1969/70	4030	5010	5970	6740	10700	14200	26400	11200	13000	5580	4870	5860
1970/71	5080	6670	8140	11200	17400	29500	18200	19800	5660	4460	3730	3940
1971/72	3620	4150	5180	6440	9440	11600	11500	15800	12100	8190	3970	4500
1972/73	3140	3100	3480	4260	5930	7580	11100	5300	4350	3220	3100	3290
1973/74	4050	4910	5900	7590	11500	18400	22900	16400	13100	5500	3750	2630
1974/75	3730	4710	5600	6910	9830	13700	21700	17300	6310	5410	3410	3710
1975/76	4270	5430	6410	8700	13500	19700	20700	17400	15400	8620	3100	3390
1976/77	3950	5070	6670	8590	12800	17700	17900	16700	14900	11500	5470	3960
1977/78	3910	5370	6760	8240	12000	15700	22000	17000	21500	17100	3110	3470
1978/79	2520	2690	3020	3400	4480	6610	9260	5510	9720	5230	3980	3850
1979/80	4780	5150	6760	9320	14000	22400	26700	19000	14600	9760	3130	2700

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 312 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים - P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- הגשה לטבע \Final report\מגנט\Management\לטבע
 27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



1980/81	4190	5250	6790	9460	13700	20500	25300	2200	22400	6760	3850	4810
1981/82	2820	3090	4170	5210	7670	10400	13900	18000	5980	4390	3800	3940
1982/83	4200	5350	6760	8730	12500	15700	25400	12800	8160	3160	3300	3040
1983/84	3890	4430	5860	7620	12000	18900	14600	11900	6350	4380	4060	4020
1984/85	3710	3870	4300	6030	7960	10600	11800	19200	5490	4780	3680	3810
1985/86	2540	2980	3470	3940	5030	6710	9720	14300	10000	3300	3100	3350
1986/87	4920	600	7200	10300	6200	20800	26500	20200	26000	13000	7900	2500
1987/88	4360	5310	6470	8910	12000	162000	26400	21800	16900	11700	4530	4660
1988/89	2000	2150	2740	3240	4740	6670	9040	5120	6410	6640	3880	3760
1989/90	1860	2050	2590	3220	4920	6580	8520	5630	3710	3590	1970	2210
1990/91						9610	10800	9230	3620	3600	2990	3020
1991/92	7320	9950	12300	17000	21900	23000	28700	36700	28000	19100		
1992/93	5080	5740	8190	10500	13400	15400	19400	17500	20400	18300	6790	6460
1993/94	3350	3800	4910	5950	8250	11900	15400	13400	8890	6660	5940	5330
1994/95	4050	5130	5860	8520	11900	13800	16300	19400	16600	20000	4710	3460
1995/96	5660	6500	7130	8290	10800	13800	17700	11800	11400	5960	5450	4710
1996/97						15400	16900	11100	5880	5640	5120	5570
1997/98	5640	6540	7720	8990	11400	17500	17100	14800	13400	8840		
1998/99	3340	3880	4330	4630	6010	8500	8090	7570	6300	5300	4780	4850
1999/0	3940	4710	5590	6390	9900	11100	11700	11500	11000	3730	3520	3260
2000/1	3470	4050	4680	5010	6310	8160	11700	10400	7250	6340	3590	3980
2001/2	4300	4970	6060	7130	9780	17100	13500	12000	10300	6480	3710	3590
2002/3	7870	9000	10700	12800	16800	22500	45700	38600	11400	9420	4210	4260
2003/4	6950	7770	9060	9970	12000	14500	18300	23900	21000	7990	7430	7700
2004/5	5360	6930	7710	8910	10800	12600	13300	18200	11700	8400	7340	7090
2005/6	5710	6910	7280	7850	9650	10700	10900	10100	9310	6980	6040	5230
2006/7	5940	6580	7890	9160	11100	12700	14300	12900	7440	6010	7050	6710
2007/8	3940	4400	4960	6010	7170	8360	10500	9650	7370	7130	5860	6040
2008/9	5990	6260	7070	7660	9530	10800	14800	11600	4790	3890	3480	3780
2009/10	4910	6200	8080	8580	9840	10500	16600	15900	24000	16100	8330	6220
2010/11	6840	7600	8430	8780	10000	11600	16700	14300	8060	6610	5130	4780
2011/12	0	0	2550	12000	15500	17300	27200	19800	15500	6230	5860	5950

מקורות ספרות-

- גבעתי עמיר, טל עדי, גב ישראל. 2010. ניתוח יחסי גשם-שפיעה בעין בארד כאמצעי לניטור ומעקב אחר השפעה אפשרית של הפקה בקידוחים על שפיעת מעיינות באזור אגני דן-בניאס. דו"ח השירות ההידרולוגי, רשות המים, ISSN-0334-3367.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



מקווה מים נחל ירדינון

מבוא-

נחל ירדינון, נמצא במורדותיה המערביים של צפון רמת הגולן. בנחל מתקיימת זרימת בסיס המוזנת ממספר מעיינות, ביניהם מנוטרים מעיין א-סומקה ומעיין דופיילה. כמו כן, בין השנים 1966/7-1990/1 התקיימה בנחל מדידה הידרומטרית.

שיטה-

על מנת לייצג את משטר הזרימה והשינויים שחלו בנחל ירדינון. חולק מסד נתוני המדידה ההידרומטרית לשתי תקופות. הראשונה, היסטורית- נמדדה בין השנים 1966/7-1978/9 (טבלה 1) והשנייה, מאוחרת- בין השנים 1979/80-1990/1 (טבלה 2). לצורך זיהוי ההבדל במשטר הזרימה בתקופות השונות הושוּו ממוצע נפח הזרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 1). היות וסדרות המדידה ההידרומטרית קצרות ואינן מעודכנות עד ימינו, נעשה ניתוח למגמות השפיעה של מעיין

א-סומקה בשיטה המוזכרת לעיל זאת בכדי לקבל אינדיקציה האם המגמות שהתקבלו ממשכיות. משך סדרות המדידה היה כעשרים שנה, בין השנים 1969/70-1989/90 לתקופה היסטורית (טבלה 3) ובין השנים 1991/2-2011/2 לתקופה עכשווית (טבלה 4). סדרות אלו הושוּו לצורך זיהוי המגמות בשפיעת המעיין (איור 2).

תוצאות-

טבלה 1 - ממוצע נפח זרימה חודשי (אלמ"ק\חודש) בנחל ירדינון בתקופה היסטורית 1966/7-1978/9

ממוצע נפח זרימה חודשי (אלמ"ק\חודש) בנחל ירדינון בתקופה היסטורית 1966/7-1978/9												
היסטורית	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
6.29	0.16	0.17	0.18	0.21	0.34	0.75	1.17	1.22	1.28	0.42	0.21	0.19
	0.16	0.18	0.17	0.19	0.28	0.64	0.59	0.68	1.23	0.42	0.22	0.20
	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.12	0.19	0.19	0.20	0.07	0.03	0.03

טבלה 2 - ממוצע נפח זרימה חודשי (אלמ"ק\חודש) בנחל ירדינון בתקופה מאוחרת 1979/80-1990/1

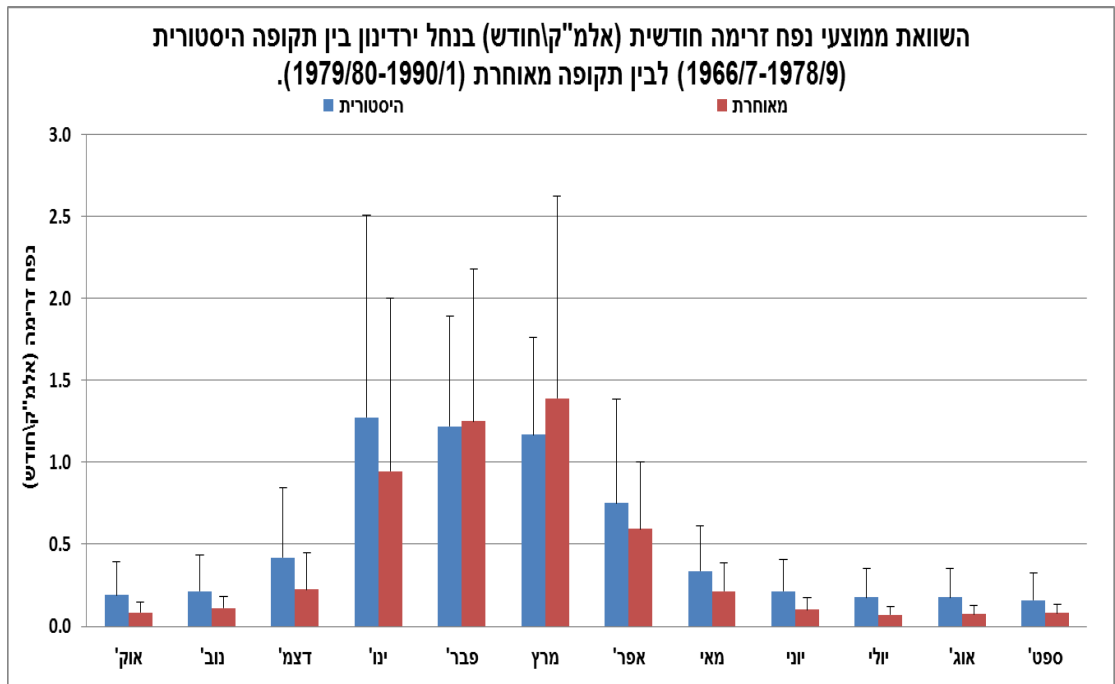
ממוצע נפח זרימה חודשי (אלמ"ק\חודש) בנחל ירדינון בתקופה מאוחרת 1979/80-1990/1												
מאוחרת	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
5.14	0.080	0.073	0.070	0.101	0.215	0.595	1.392	1.249	0.945	0.226	0.111	0.085
	0.056	0.051	0.051	0.071	0.168	0.405	1.229	0.929	1.056	0.221	0.067	0.061
	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.12	0.27	0.24	0.18	0.04	0.02	0.02

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



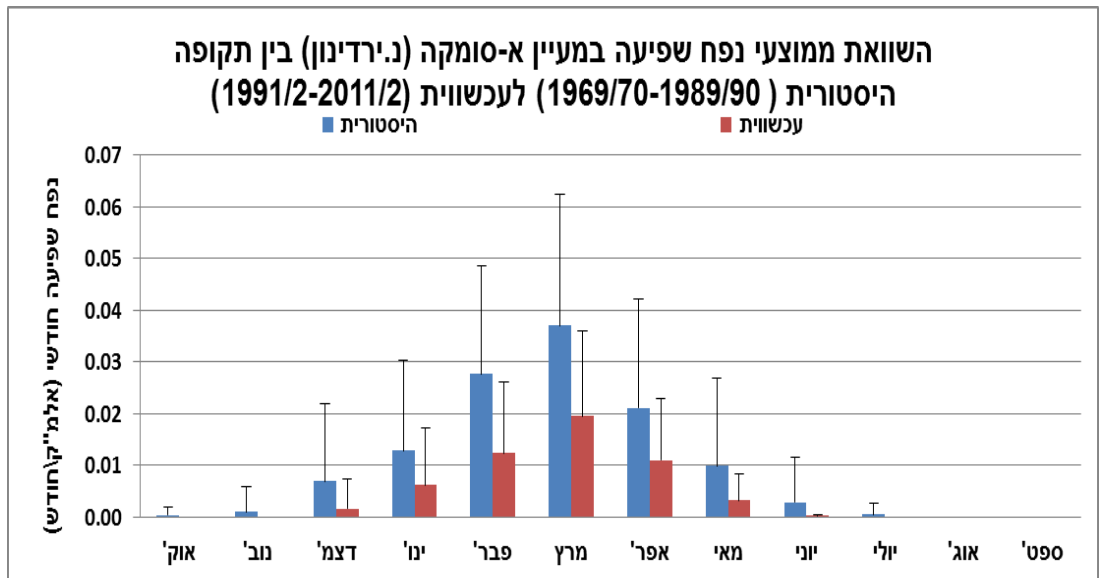
איור 1- השוואת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) בנחל ירדינון בין תקופה היסטורית

(1966/7-1978/9) לבין תקופה מאוחרת (1979/80-1990/1)



איור 2- השוואת ממוצעי נפח שפיעה חודשיים במעיין א- סומקה (נ.ירדינון) בין קופה היסטורית

(1969/70-1989/90) לעכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 3 - סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית במעיין א-

סומקה(נ.ירדינון) בין השנים 1969/70-1989/90

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית במעיין א-סומקה(נ.ירדינון) בין השנים 1969/70-1989/90													
היסטורית	אוק'	נב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	
ממוצע	0.000	0.001	0.007	0.013	0.028	0.037	0.021	0.010	0.003	0.001	0.000	0.000	0.120
סטיית תקן	0.002	0.005	0.015	0.017	0.021	0.025	0.021	0.017	0.009	0.002	0.000	0.000	
אחוז נפחי	0%	1%	6%	11%	23%	31%	18%	8%	2%	0%	0%	0%	

טבלה 4 - סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית במעיין א-

סומקה(נ.ירדינון) בין השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית במעיין א-סומקה(נ.ירדינון) בין השנים 1991/2-2011/2													
עכשווית	אוק'	נב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	
ממוצע	0.000	0.000	0.002	0.006	0.012	0.019	0.011	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054
סטיית תקן	0.000	0.000	0.006	0.011	0.014	0.016	0.012	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	
אחוז נפחי	0%	0%	3%	11%	23%	36%	20%	6%	0%	0%	0%	0%	

סיכום-

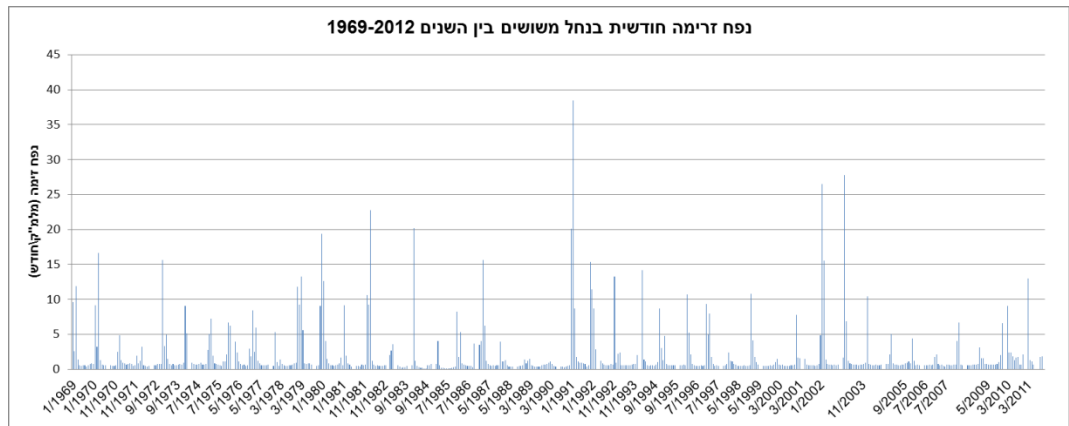
מהשוואת הסדרות ההידרומטריות ההיסטורית והמאורחת ניראת פחיתה שנתית של כ- 21%. ניתן לייחס את הפחיתה בהופעת הנגר העילי בשנות הבצורת שאירעו בשנות השמונים של המאה הקודמת. יחד עם זאת בהשוואת מגמת השפיעה של מעיין א- סומקה בתקופה עכשווית לעומת תקופה היסטורית (זהה לזו שנמדדה התקופה היסטורית במדידה ההידרומטרית) ניראת פחיתה כיום של כ- 55%.



**מקווה מים נחל משושים -
מבוא**

בעת הצבת המדידות ההידרומטרית החודשית בצורה כרונולוגית לא ניראית מגמת הפחתה משמעותי או מובהקת משחר המדידה עד ימינו (איור 1). מטרת מסמך זה היא להציג את השינויים במגמת הזרימה בנחל המשושים בעשרות השנים האחרונות בהסתמך על ניתוח סטטיסטי של ממוצעי זרמה חודשיים.

איור 1- נפחי הזרימה בנחל משושים משחר תקופת המדידה עד ימינו

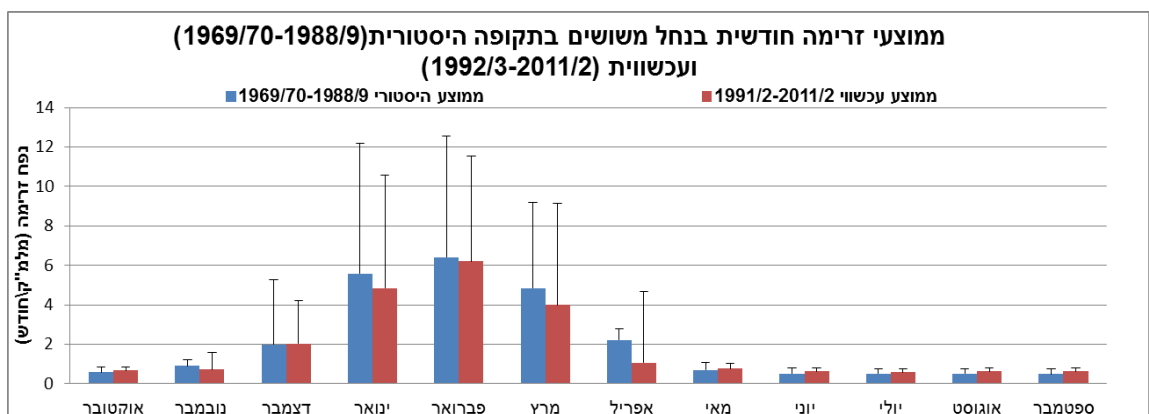


שיטה

על מנת לייצג את השינויים במשטר הזרימה בנחל משושים וזוויתן, הוחלט לחלק את מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1969/70-1988/9 והשניה, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1992/3-2011/2 (איור 2, טבלה 1 וטבלה 2).

תוצאות

איור 2- השוואת ממוצעי נפחי זרימה חודשית בנחל משושים בין תקופת היסטורית (1969/70-1988/9) לתקופת לעכשווית (1992/3-2011/2)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה 1- ממוצע נפחי זרימה חודשיים של נחל משושים בתקופה היסטורית (1969/70-1988/9)

ממוצע נפחי זרימה חודשיים בנחל משושים בתקופה היסטורית 1969/70-1988/89												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	0.579	0.911	1.981	5.591	6.401	4.851	2.219	0.688	0.522	0.520	0.513	0.489
סטיית תקן	0.177	0.871	2.172	5.723	5.353	5.149	3.603	0.262	0.171	0.184	0.183	0.176
התפלגות נפחית	2%	4%	8%	23%	26%	20%	9%	3%	2%	2%	2%	2%

טבלה 2- ממוצע נפחי זרימה חודשיים של נחל משושים בתקופה עכשווית (1992/3-2011/2)

ממוצע נפחי זרימה חודשיים בנחל משושים בתקופה עכשווית 1992/3-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	0.674	0.719	2.024	4.850	6.200	3.995	1.058	0.766	0.630	0.574	0.626	0.622
סטיית תקן	0.281	0.303	3.300	6.598	6.162	4.356	0.545	0.397	0.290	0.226	0.262	0.273
התפלגות נפחית	3%	3%	9%	22%	28%	18%	5%	3%	3%	3%	3%	3%

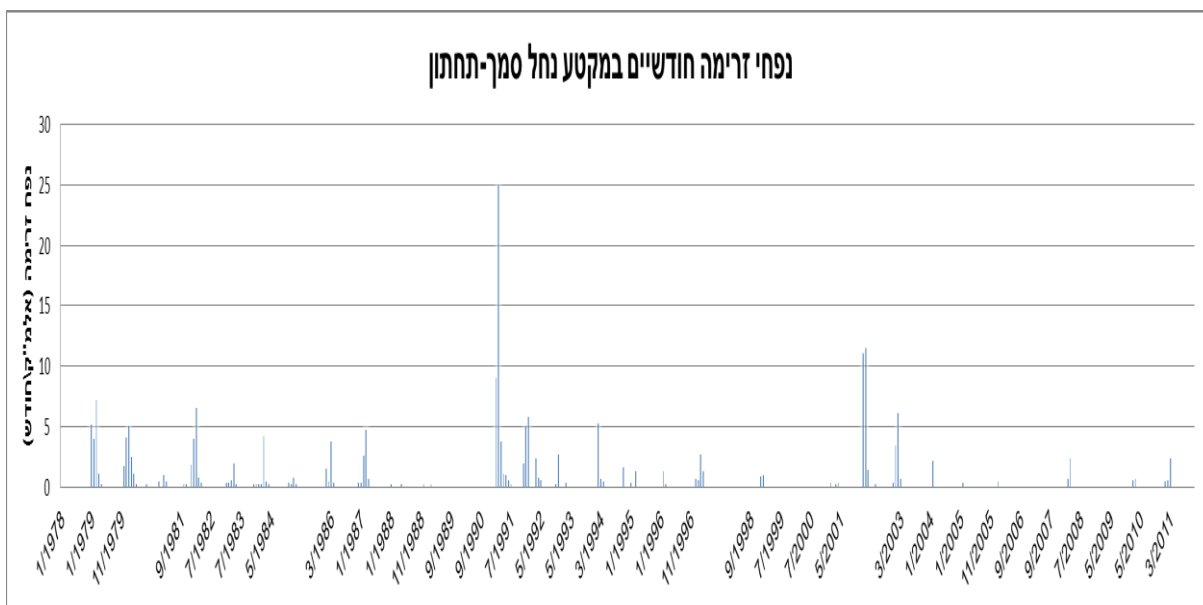
מקווה מים נחל סמך מקטע תחתון-

מבוא-

אגן ההיקוות של נחל סמך הוא מן הגדולים שבנחלי רמת הגולן. בחלקו העליון ישנם שני מאגרי מים מבין שלושה-עשר 13 המאגרים שברמת הגולן. הראשון, מאגר "בני ישראל" הגדול במאגרי הגולן, חלוקת המים בו נעשית על ידי שביית מי המסיל המרכזי של נחל אל-על והגלשתם חזרה לנחל רק לאחר מילוי. המאגר השני, מאגר "רוויה" נמצא על המסיל המרכזי של נחל סמך ושובה את מימיו עד למילוי, לאחר מכן הנפח העודף מוגלש חזרה אל הנחל, יש לציין כי למאגר זה זורם גם הנפח העודף של מי מאגר "שעבניה" (שמעון פורת, מנהל תפעול מי גולן, בע"פ). בעת הצבת נפחי הזרימה החודשיים משחר תקופת המדידה עד ימינו, ניתן לזהות כי קיימת מגמת פחיתה בשנים האחרונות בנפחי המים ובמשכים שזורמים במקטעו התחתון של נחל סמך (איור 1). אפס, ברצוני להדגיש כי אין בידני כרגע את נפחי המים שנשבו במאגרים "רוויה" ו-"בני ישראל" באותם שנים ושנים אלו נרשמו כשנים שכוונות.



איור 1- נפחי זרימה חודשיים במקטע תחתון של נחל סמך בין השנים 1977/8-2011/2

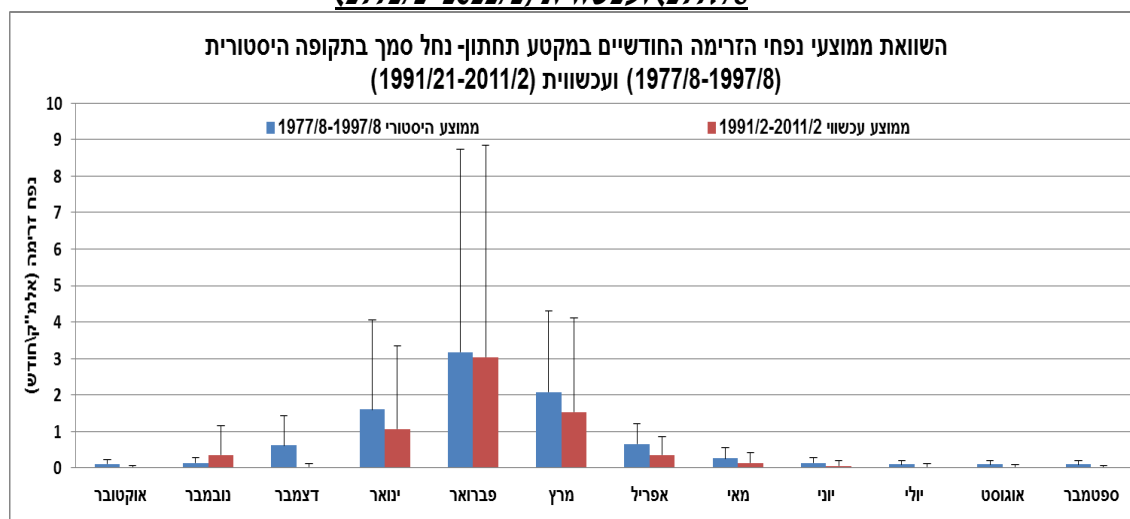


שיטה-

על מנת לייצג את השינויים במשטר הזרימה במקטעו של נחל סמך, הוחלט לחלק את מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1977/8-1997/8 והשניה, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1991/2-2011/2 (איור 2, טבלה 1 וטבלה 2).

תוצאות-

איור 2- השוואת ממוצעי הזרימה החודשיים במקטע תחתון- נחל סמך בתקופה היסטורית (-1977/8) (1997/8) ועכשווית (2011/2-1991/2)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה 1- ממוצע נפח הזרימה במקטע תחתון- נחל סמך בתקופה היסטורית בין השנים 1977/8-1997/8

ממוצע נפח זרימה חודשית במקטע תחתון-נחל סמך בין השנים 1977/8-1997/8												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	0.117	0.145	0.615	1.598	3.171	2.074	0.654	0.260	0.138	0.099	0.095	0.097
סטיית תקן	0.121	0.133	0.818	2.455	5.553	2.221	0.566	0.283	0.154	0.107	0.098	0.104
התפלגות נפחית	1%	2%	7%	18%	35%	23%	7%	3%	2%	1%	1%	1%

טבלה 2- ממוצע נפח הזרימה במקטע תחתון- נחל סמך בתקופה עכשווית בין השנים 1991/2-2011/2

ממוצע נפח זרימה חודשית במקטע תחתון-נחל סמך בין השנים 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	0.019	0.032	0.362	1.068	3.039	1.531	0.359	0.136	0.053	0.031	0.025	0.020
סטיית תקן	0.051	0.083	0.804	2.274	5.817	2.580	0.498	0.294	0.145	0.096	0.075	0.056
התפלגות נפחית	0%	0%	5%	16%	46%	23%	5%	2%	1%	0%	0%	0%

מקווה מים- נחל עדה

מבוא-

אגן היקוות נחל עדה, הינו יובל של נחל תנינים אליו מתנקזים נחל ברקן ונחל משמרות. הנחל מקבל החל משנת 1967 עודפי מים ממפעל ההטייה של נחלי מנשה. עם הקמת מפעל הטטית המים הוקמה תחנת מדידה הידרומטרית, כאשר שטח היקוות במעלה לתחנה נאמד ב- 62 קמ"ר וכלל את הנחלים ברקן, משמרות ושטחי נחל עדה ומפעל ההטייה.

שיטה-

על מנת לייצג את השינויים במשטר הזרימה בנחל ברקן, חולק מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1966/7-1986/7 והשנייה, מימינו ועשרים שנה אחורה, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלאות 1 ו-2). לצורך אפיון ההבדל במגמות הזרימה, הושו ממוצעי נפח זרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 1).

תוצאות-

טבלה 1- סדרת ממוצעי זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית בנחל עדה (תחנת מדידה

הידרומטרית 13146) בין השנים 1966/7-1986/7

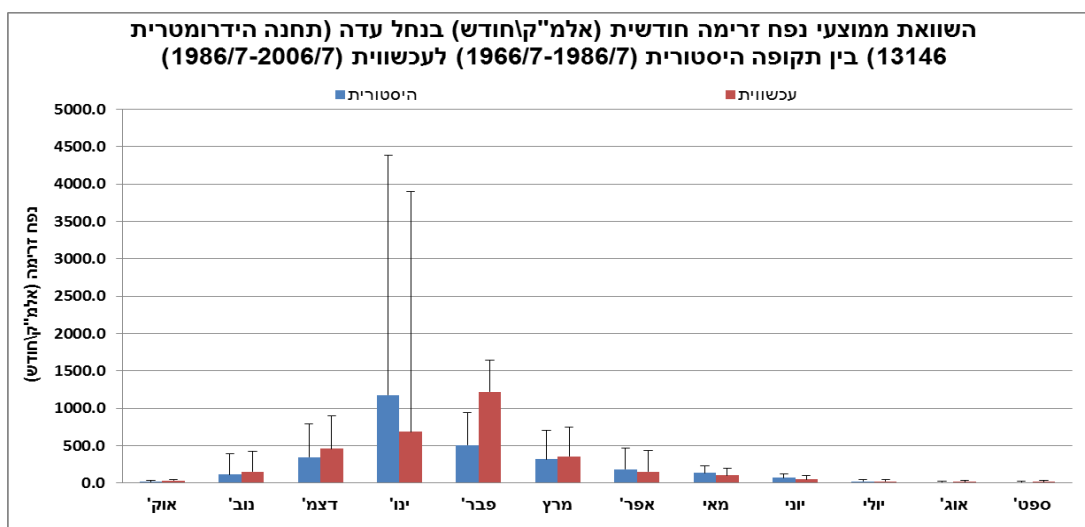
סדרת ממוצעי זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית בנחל עדה (תחנת מדידה הידרומטרית 13146) בין השנים 1966/7-1986/7													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
2928.455	9.000	10.000	25.500	69.500	138.091	186.409	318.727	510.636	1177.545	346.636	116.455	19.955	ממוצע
	14.219	12.340	25.317	48.534	96.035	279.948	389.963	430.988	3211.774	441.021	277.602	15.752	סטיית תקן
	0.3%	0.3%	0.9%	2.4%	4.7%	6.4%	10.9%	17.4%	40.2%	11.8%	4.0%	0.7%	אחוז נפחי



טבלה 2- סדרת ממוצעי זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בנחל עדה (תחנת מדידה הידרומטרית 13146) בין השנים 1986/7-2006/7

סדרת ממוצעי זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בנחל עדה (תחנת מדידה הידרומטרית 13146) בין השנים 1986/7-2006/7													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
3.282	0.017	0.019	0.025	0.051	0.106	0.154	0.358	1.218	0.687	0.462	0.152	0.033	מוצע
	0.024	0.026	0.027	0.044	0.083	0.084	0.457	2.533	0.696	0.725	0.390	0.031	סטיית תקן
	0.5%	0.6%	0.8%	1.6%	3.2%	4.7%	10.9%	37.1%	20.9%	14.1%	4.6%	1.0%	אחוז נפחי

איור 1- השוואת ממוצעי נפח זרימה חודשית (אלמ"ק\חודש) בנחל עדה (תחנה הידרומטרית 13146) בין תקופה היסטורית (1955/6-1979/80) לעכשווית (1986/7-2006/7)



מקווה מים נחל עיון- מעיינות השומר

מבוא-

מקורותיו העיקריים של נחל עיון נמצאים באזור בקעת עיון שנמצאת בלבנון. הנחל מאופיין במשטר זרימה שטפוני וזרימות בסיס בעונת החורף. בנוסף למעיינות השופעים בצדו הלבנוני של הנחל, קיימים בצדו הישראלי של אגן ההיקוות מעיינות נוספים, חלקם אף מזינים בחורף את זרימתו של הנחל. מעיינות אלו מושפעים מקידוחי השאיבה- מקורות חולה מס' 3, 4 ו-6.

שיטה-

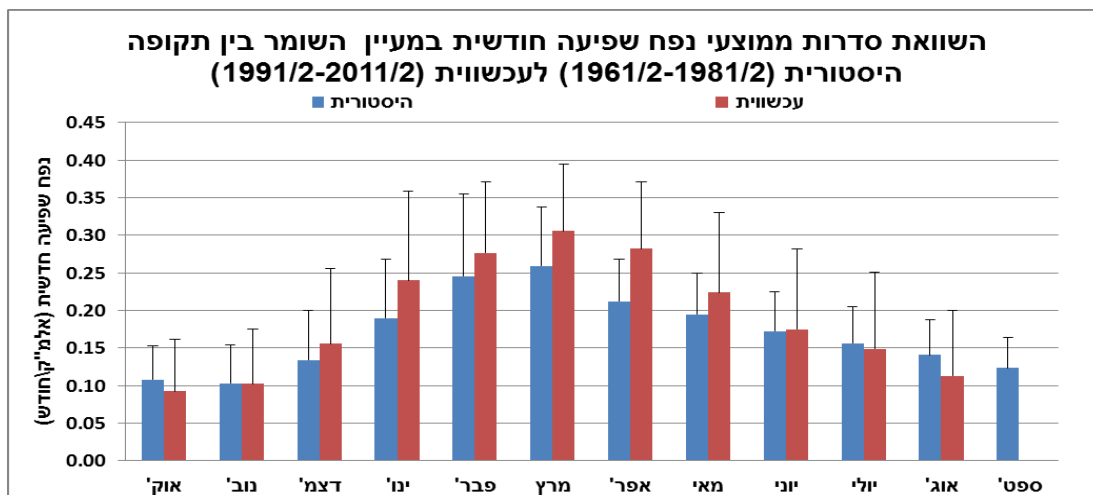
על מנת לייצג את מגמות השפיעה והשינויים בשפיעת המעיינות באגן ההיקוות נחל עיון, חולקו מסדי נתוני המדידה החודשיים של מעיינות השומר לשתי סדרות נתונים מייצגות- הראשונה, תקופה היסטורית המייצגת את נתוני השפיעה אשר נמדדו בין השנים 1961/2-1981/2. ותקופה עכשווית המייצגת את נתוני השפיעה בעשרים שנה האחרונות, קרי 1991/2-2011/2. מסדרות אלו חושבו ממוצעי שפיעה חודשיים אשר הושוו ביניהם לצורך אפיון ההבדל בין התקופות השונות (איורים 1,2 וטבלאות 1-4).

תהל המנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



תוצאות-

איור 1- השוואת סדרות ממוצעי נפח שפיעה חודשית במעיין השומר בין תקופה היסטורית (-1961/2) (1981/2) לעכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 1- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית במעיין השומר (נ.עיון) בין השנים 1961/2-1981/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה היסטורית במעיין השומר (נ.עיון) בין השנים 1961/2-1981/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
2.039	0.124	0.141	0.156	0.173	0.195	0.212	0.259	0.246	0.190	0.134	0.103	0.108	ממוצע
	0.040	0.047	0.049	0.052	0.054	0.057	0.079	0.109	0.079	0.066	0.051	0.046	סטיית תקן
	6%	7%	8%	8%	10%	10%	13%	12%	9%	7%	5%	5%	אחוז נפחי

טבלה 2- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה עכשווית במעיין השומר (נ.עיון) בין השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה עכשווית במעיין השומר (נ.עיון) בין השנים 1991/2-2011/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
2.117	0.000	0.113	0.149	0.175	0.224	0.282	0.306	0.277	0.240	0.156	0.102	0.092	ממוצע
	0.000	0.088	0.101	0.107	0.106	0.089	0.088	0.094	0.118	0.100	0.072	0.069	סטיית תקן
	0%	5%	7%	8%	11%	13%	14%	13%	11%	7%	5%	4%	אחוז נפחי

סיכום-

אמנם אין פחיתה בנפח המים השופעים ממעיין השומר במהלך השנה, אך חשוב לציין כי במהלך ה-20 שנה האחרונות נוטה המעיין להתייבש לקראת חודש ספטמבר.

מקווה מים נחל עירון

מבוא-

נחל עירון הוא יובל של נחל חדרה. תחנת המדידה ההידרומטרית שבו (14115) פעילה החל משנת 1966. פרט לגאוויות שמקורם בנגר עילי, זורמים בנחל מי שפכים.

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com

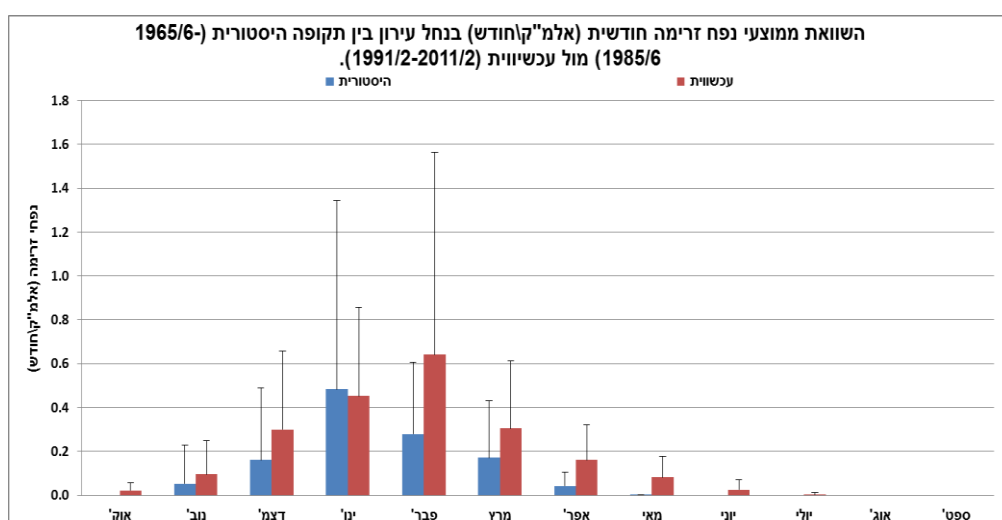


שיטה-

על מנת לייצג את משטר הזרימה בנחל עירון ומגמות השנוי בו, חולק מסד נתוני המדידה ההידרומטרית, לשתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה- תקופה היסטורית. קרי משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1965/6-1985/6 והשנייה- תקופה עכשווית.סדרה מתבססת על עשרים שנות המדידה העדכניות ביותר, בין השנים 1986/7-2006/7(טבלאות 1 ו-2). לצורך אפיון ההבדל בשתי התקופות הושוו ממוצעי נפח הזרימה החודשיים מהתקופות השונות (איור 1).

תוצאות-

איור 1- השוואת ממוצעי נפח הזרימה החודשיים בנחל עירון בתקופה היסטורית (1965/6-1985/6) למול ממוצעי זרימה החודשיים בנחל חדרה בתקופה העכשווית (1986/7-2006/7)



טבלה 1- ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל עירון בתקופה היסטורית (1965/6-1985/6)

סדרת נפח ממוצעי זרימה חודשית (אלמ'ק'חודש) לתקופה היסטורית בנחל עירון בין השנים 1965/6-1985/6													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית ממוצע
1.189	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.042	0.171	0.280	0.483	0.160	0.053	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.063	0.262	0.326	0.860	0.330	0.175	0.000	0.000
	0%	0%	0%	0%	0%	4%	14%	24%	41%	13%	4%	0%	0%

טבלה 2- ממוצעי הזרימה החודשיים בנחל עירון בתקופה עכשווית (1986/7-2006/7)

סדרת נפח ממוצעי זרימה חודשית (אלמ"ק/חודש) לתקופה עכשווית בנחל עירון בין השנים 1986/7-2006/7													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
2.09	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.16	0.31	0.64	0.45	0.30	0.10	0.02	ממוצע
	0.00	0.00	0.01	0.04	0.09	0.16	0.31	0.92	0.40	0.36	0.15	0.03	סטיית תקן
	0%	0%	0%	1%	4%	8%	15%	31%	22%	14%	5%	1%	אחוז נפחי

בתי הגידול- נחל עמוד עליון ותחתון

מבוא-

אגן ההיקות של נחל עמוד מנקז את גוש הרי מירון ואת המפנים המערביים והדרומיים שעל ההרים הסובבים את צפת. משטר הזרימה בחלקו המעלי של הנחל הוא איתן ומוזן ממספר מעיינות ראשיים, ביניהם- מירון, יקים, תרון ופועם. בעוד בחלקו התיכון והתחתון משטר הזרימה בנחל הוא אכזב ומוזן ממעיין עמוד אשר נמצא במורד הנחל, אל נפח מים זה מצטרפים כמובן מי שטפונות באירועי גשם בהם נוצר נגר עילי באגן ההיקוות.

בעת הצבת שפיעת המעינות על ציר הזמן משחר תקופת המדידה עד ימינו, ניתן לזהות בברור מגמת דעיכה בשפיעת המעינות (איור 4-1). מאידך, בעת הצבת נתונים אלו בהסתמך על נתוני הספיקות אשר נמדדו בתחנה ההידרומטרית 31110 אשר נמצאת במורד ערוץ נחל עמוד, קשה לאתר מגמה פחיתה עם השנים (איור 5).

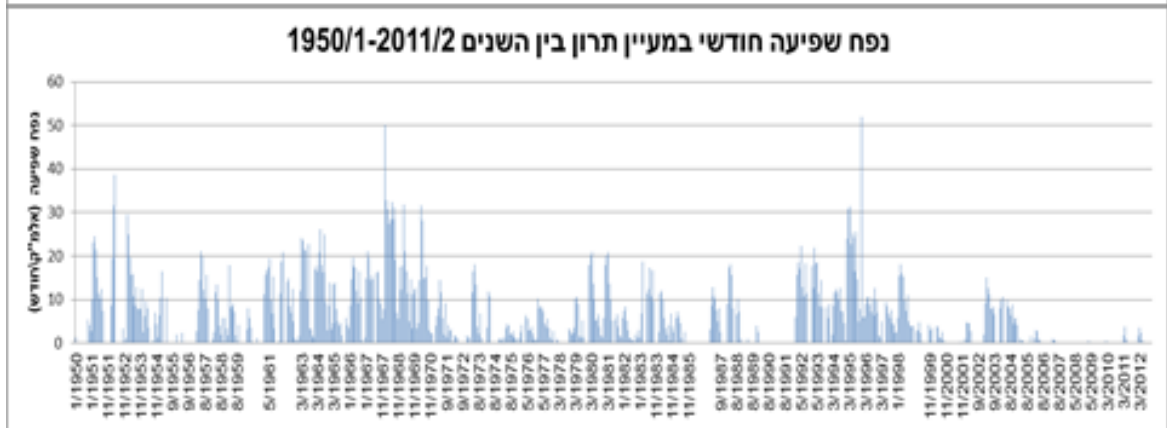
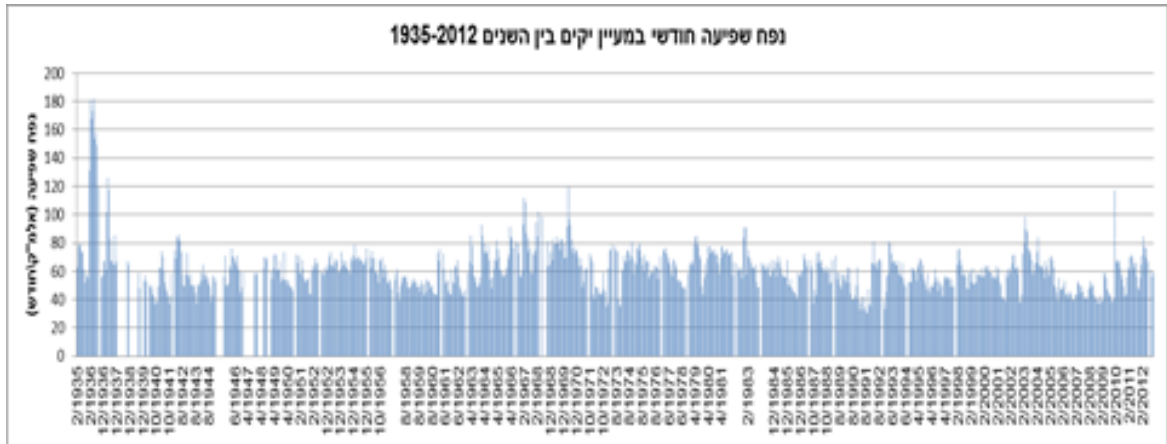
איור 1,2- נפחי שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) של המעינות פועם ומירון לכל משך מדידתם



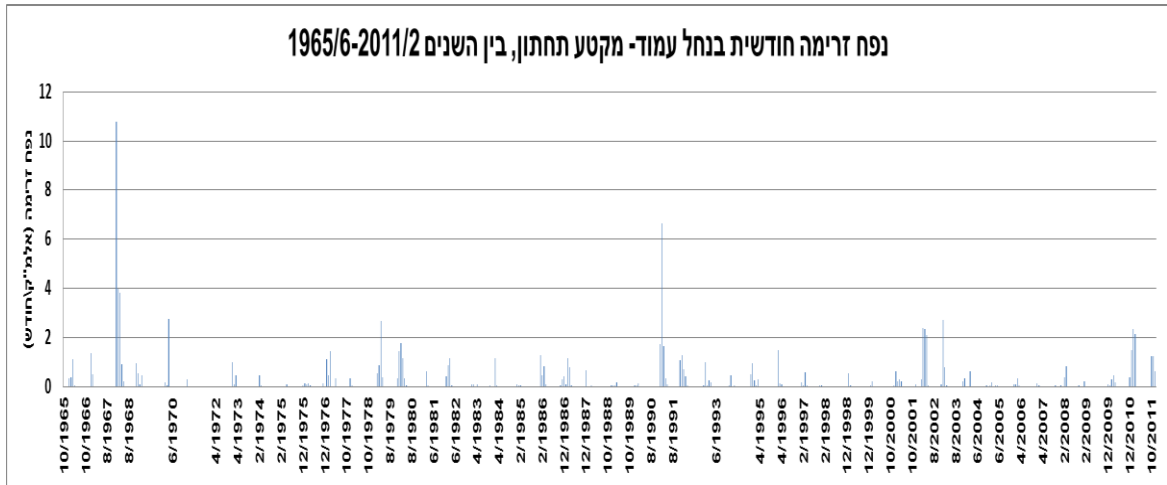
תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - ההידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



איור 5- נפחי זרימה חודשיים (מלמ"ק/חודש) במקטע תחתון של נחל עמוד כפי שנמדדו בתחנה ההידרומטרית 31110 למשך כל תקופת המדידה



איור 3,4 - נפחי שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) של המעינות תרון ויקים לכל משך מדידתם.



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל - ההידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com

שיטה-

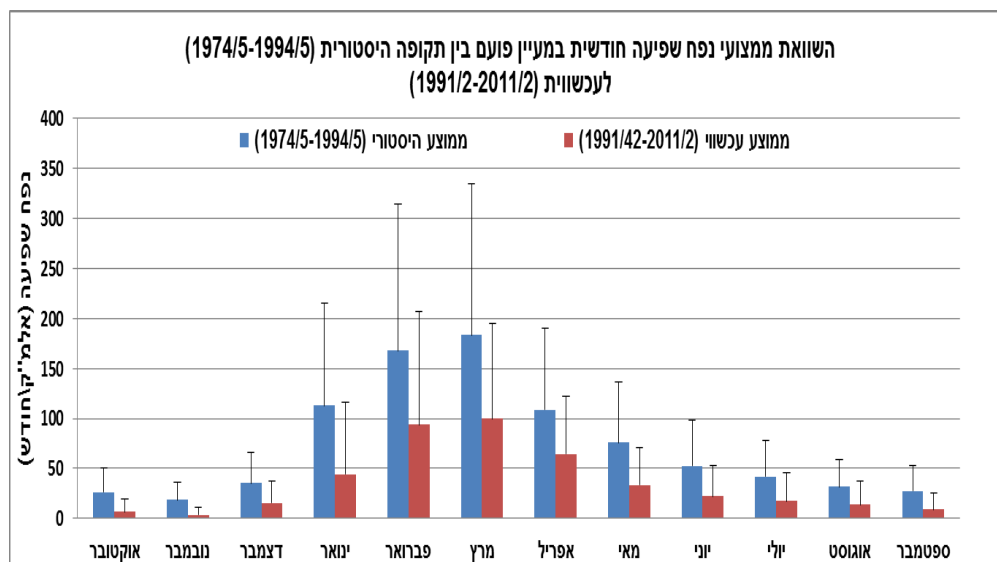
לצורך ייצוג השינוי במשטר הזרימה בנחל עמוד בעשרות השנים האחרונות חולקו סדרות הכרונולוגיות של נפחי הזרימה והשפיעה החודשיים לשתי סדרות נתונים עצמאיות- היסטורית ועכשווית. השינוי במשטר הזרימה בנחל עמוד בחלקו המעלי, מיוצגים על ידי המעיינות-יקים, תרון פועם ומירון. בעוד מקטעו התחתון של נחל עמוד מיוצג על ידי נפח הזרימה אשר נמדד בתחנה ההידרומטרית אשר נמצאת על כביש 90 (מקטע כביש בין ראש פינה לטבריה) זו מייצגת נאמנה גם את שפיעת מעיין עמוד. יש לציין כי המעיינות מירון ופועם הם העיקריים באגן ההיקוות, בעוד כל נפח המים המפכים ממעיין מירון עד לשנים האחרונות היה בשימוש אנושי, כיום חלק מנפח זה משוחרר אל הנחל בכדי לשמר את את בית הגידול הקיים (געועים לנחל, דו"ח חלה"ט).

ראשית תקופת המדידה במעיין יקים היא בשנת 1936, אך בעשור הראשון למדידה, ניראה כי שפיעת המעיין הייתה חזקה מאשר בתקופה אחריה. בנוסף בכדי לשמור על ניתוח סטטיסטי דומה הוגדר כי התקופה ההיסטורית אשר תבדק תהיה בין השנים 1950/1-1970/1 במעיינות -- יקים, מירון תרון. בעוד במעיין פועם, התקופה היסטורית היא מראשית המדידה שהיא 1974/5-1994/5. סדרת הנתונים ההיסטורית בתחנה ההידרומטרית מייצגת את השנים 1965/6-1986/7. הסדרות העכשוויות בכל המקרים מייצגות את השנים 1991/2-2011/2.

תוצאות-

נחל עמוד עליון-

איור 6- השוואת ממוצעי שפיעה חודשית של מעיין פועם בתקופה היסטורית (1974/5-1994/5) ועכשווית (1991/2-2011/2)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



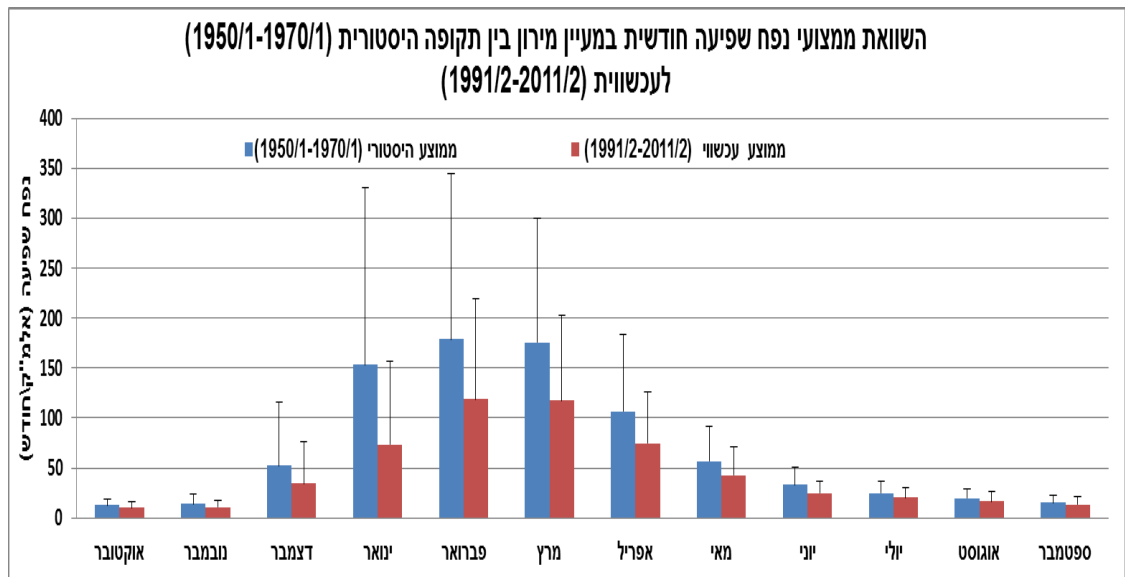
טבלה 1- ממוצע נפח הפיעה של מעיין פועם בין השנים 1974/5-1994/5

ממוצע נפח השפיעה החודשי במעיין פועם בין השנים 1974/5-1994/5												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	26.29	18.47	35.40	112.59	167.52	183.34	108.42	75.92	52.57	42.10	31.84	27.51
סטיית תקן	24.32	17.26	30.79	102.60	147.07	150.70	81.47	60.12	45.75	35.56	27.39	25.13
התפלגות נפחית	3%	2%	4%	13%	19%	21%	12%	9%	6%	5%	4%	3%

טבלה 2- ממוצע נפח הפיעה של מעיין פועם בין השנים 1991/2-2001/2

ממוצע נפח השפיעה החודשי במעיין פועם בין השנים 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	6.73	3.88	15.61	44.20	94.00	99.97	64.42	33.70	22.02	17.40	13.69	9.27
סטיית תקן	13.26	7.65	22.12	72.34	112.73	94.74	57.70	37.46	30.58	28.02	23.77	16.76
התפלגות נפחית	2%	1%	4%	10%	22%	24%	15%	8%	5%	4%	3%	2%

איור 7- השוואת ממוצעי שפיעה חודשית של מעיין מירון בתקופה היסטורית (1950/1-1970/1) ועכשווית (1991/2-2011/2)



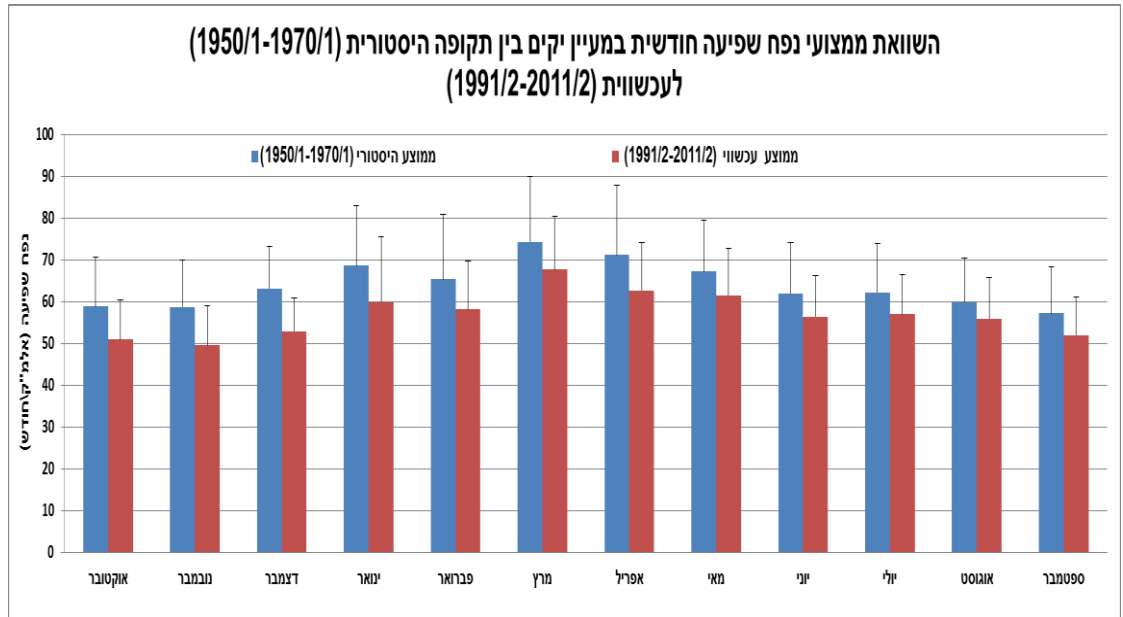
טבלה 3- ממוצע נפח הפיעה של מעיין מירון בין השנים 1950/1-1970/1

ממוצע נפח השפיעה החודשי במעיין מירון בין השנים 1950/1-1970/1												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	12.60	14.22	52.42	153.55	178.94	175.71	106.50	56.90	33.06	25.07	19.59	15.52
סטיית תקן	6.54	9.20	63.73	176.52	165.83	123.68	77.08	34.28	17.42	11.49	9.26	7.71
התפלגות נפחית	2%	2%	7%	20%	23%	22%	14%	7%	4%	3%	2%	2%

טבלה 4- ממוצע נפח הפיעה של מעיין מירון בין השנים 1991/2-2001/2

ממוצע נפח השפיעה החודשי במעיין מירון בין השנים 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	10.26	11.13	34.63	73.62	118.71	117.47	75.04	43.07	25.23	20.29	16.69	13.14
סטיית תקן	5.94	6.03	41.39	82.60	100.40	85.28	50.84	27.76	12.14	10.29	9.53	8.91
התפלגות נפחית	2%	2%	7%	14%	23%	23%	15%	8%	5%	4%	3%	3%

איור 8- השוואת ממוצעי שפיעה חודשית של מעיין יקים בתקופה היסטורית (1950/1-1970/1) ועכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 5- ממוצע נפח הפיעה של מעיין תרון בין השנים 1950/1-1970/1

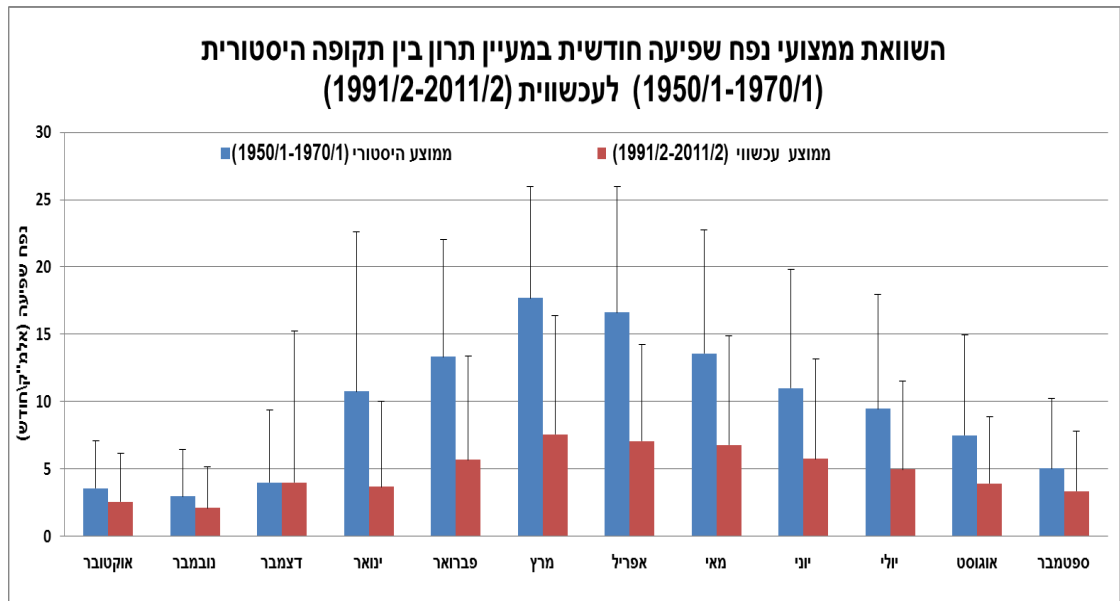
ממוצע נפח השפיעה החודשי במעיין יקים בין השנים 1950/1-1970/1												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	58.90	58.69	63.21	68.62	65.40	74.32	71.19	67.25	62.05	62.22	59.93	57.17
סטיית תקן	11.69	11.37	10.10	14.44	15.51	15.69	16.77	12.37	12.07	11.68	10.55	11.12
התפלגות נפחית	8%	8%	8%	9%	9%	10%	9%	9%	8%	8%	8%	7%

טבלה 6- ממוצע נפח הפיעה של מעיין יקים בין השנים 1991/2-2001/2

ממוצע נפח השפיעה החודשי במעיין יקים בין השנים 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	50.96	49.59	52.87	59.90	58.19	67.66	62.70	61.50	56.46	57.04	55.97	51.95
סטיית תקן	9.46	9.52	7.97	15.62	11.51	12.85	11.39	11.20	9.72	9.38	9.82	9.28
התפלגות נפחית	7%	7%	8%	9%	8%	10%	9%	9%	8%	8%	8%	8%



איור 9- השוואת ממוצעי שפיעה חודשית של מעיין תרון בתקופה היסטורית (1950/1-1970/1) ועכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 7- ממוצע נפח הפיעה של מעיין תרון בין השנים 1950/1-1970/1

ממוצע נפח השפיעה החודשי במעיין תרון בין השנים 1950/1-1970/1												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	3.54	2.95	3.97	10.74	13.32	17.67	16.60	13.56	10.98	9.46	7.50	5.01
סטיית תקן	3.54	3.51	5.42	11.85	8.75	8.32	9.36	9.18	8.85	8.51	7.46	5.20
התפלגות נפחית	3%	3%	3%	9%	12%	15%	14%	12%	10%	8%	7%	4%

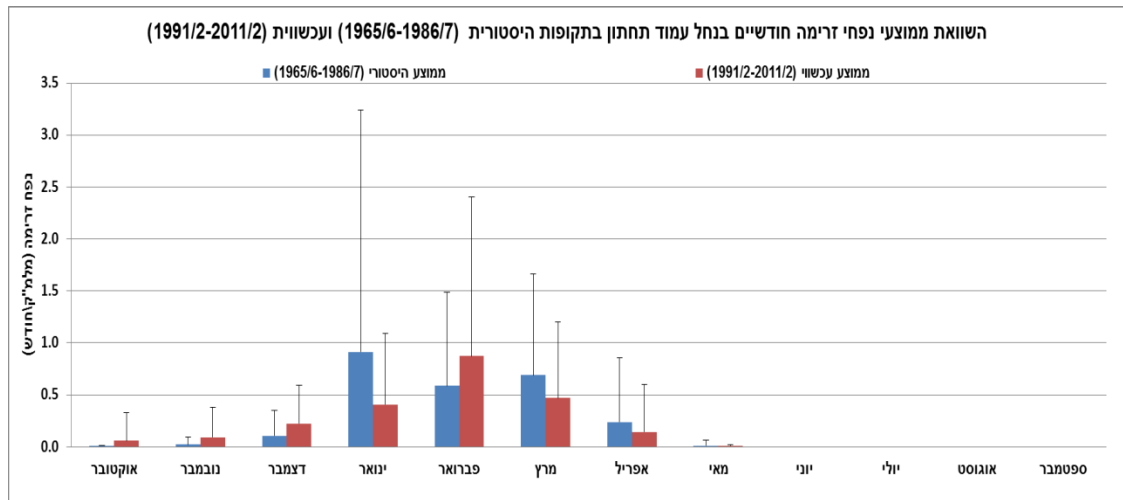
טבלה 8- ממוצע נפח הפיעה של מעיין תרון בין השנים 1991/2-2001/2

ממוצע נפח השפיעה החודשי במעיין תרון בין השנים 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	2.54	2.07	3.96	3.66	5.65	7.55	7.06	6.77	5.72	4.93	3.90	3.33
סטיית תקן	3.59	3.08	11.29	6.33	7.74	8.81	7.16	8.14	7.47	6.59	4.94	4.43
התפלגות נפחית	4%	4%	7%	6%	10%	13%	12%	12%	10%	9%	7%	6%



נחל עמוד תחתון-

איור 10- השוואת ממוצעי נפח זרימה חודשית בנחל עמוד מקטע תחתון בתקופה היסטורית (-1950/1) (1970/1) ועכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 9- ממוצע נפח זרימה חודשית בנחל עמוד בין השנים 1965/6-1986/7

ממוצע נפחי זרימה חודשיים (מלמ'ק/חודש) במקטע תחתון נחל עמוד בין השנים 1965/6-1986/7												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	0.002	0.022	0.107	0.912	0.587	0.688	0.237	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
סטיית תקן	0.010	0.072	0.240	2.324	0.897	0.977	0.620	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000
התפלגות נפחית	0%	1%	4%	36%	23%	27%	9%	0%	0%	0%	0%	0%

טבלה 10- ממוצע נפח זרימה חודשית בנחל עמוד בין השנים 1991/2-2011/2

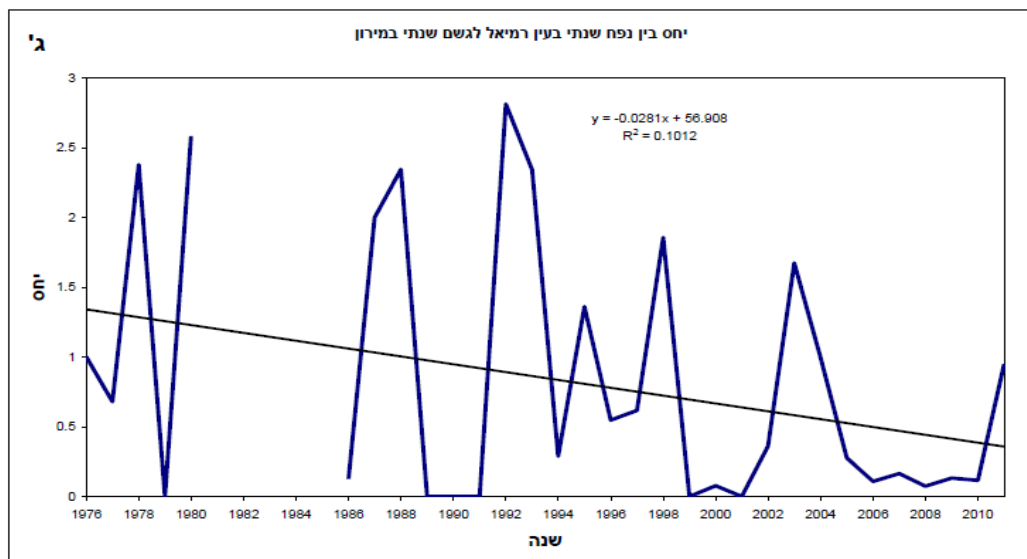
ממוצע נפחי זרימה חודשיים (מלמ'ק/חודש) במקטע תחתון נחל עמוד בין השנים 1991/2-2011/2												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	0.059	0.092	0.224	0.40636	0.871	0.468	0.143	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
סטיית תקן	0.266	0.289	0.365	0.683	1.534	0.731	0.455	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
התפלגות נפחית	3%	4%	10%	18%	38%	21%	6%	0%	0%	0%	0%	0%

מקווי מים נחל צלמון-תחתון עליון ותיכון-

מבוא-

לצורך תוכנית האב- מים לטבע, חולק נחל צלמון למספר מקטעי נחל- עליון, תיכון, תחתון ושפך, הלה מהווים מוקדי עניין. ברם, מבחינה הידרולוגית הנחל מוזן ממספר מעיינות אשר נמצאים בחלקו המעלי ומקורם באקוויפר חבורת יהודה ממערב לכנרת נמצא האקוויפר מתחת לשכבות הסלע של חבורת השפלה, מגיל איאוקן וסנון. האקוויפר בנוי סלעי גיר ודולומיט מגיל קנומן טורון והוא ניזון ממשקעים ומזרימה חוזרת (דו"ח השירות ההידרולוגי- גבעת ועצמון 2013). שני המעיינות אשר מידע לגבי שפיעתם בקנה מידה חודשי הם- מעיין רמיאל ומעיין פרוד, מס' מעיינות 31301 ו-31305 בהתאמה. עולה מעבודתם של גבעתי ועצמון (2013) (איור 1 ו-2), כי בעת הצבת נפח השפיעה השנתית לגשם השנתי במירוץ הן במעין פרוד והן במעין רמיאל ישנה פחיתה בשפיעת המעיינות, אזור ההזון החוזר.

איור 1- יחס הנפח השנתי בעין רמיאל לגשם השנתי במירוץ



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 331 מתוך 360

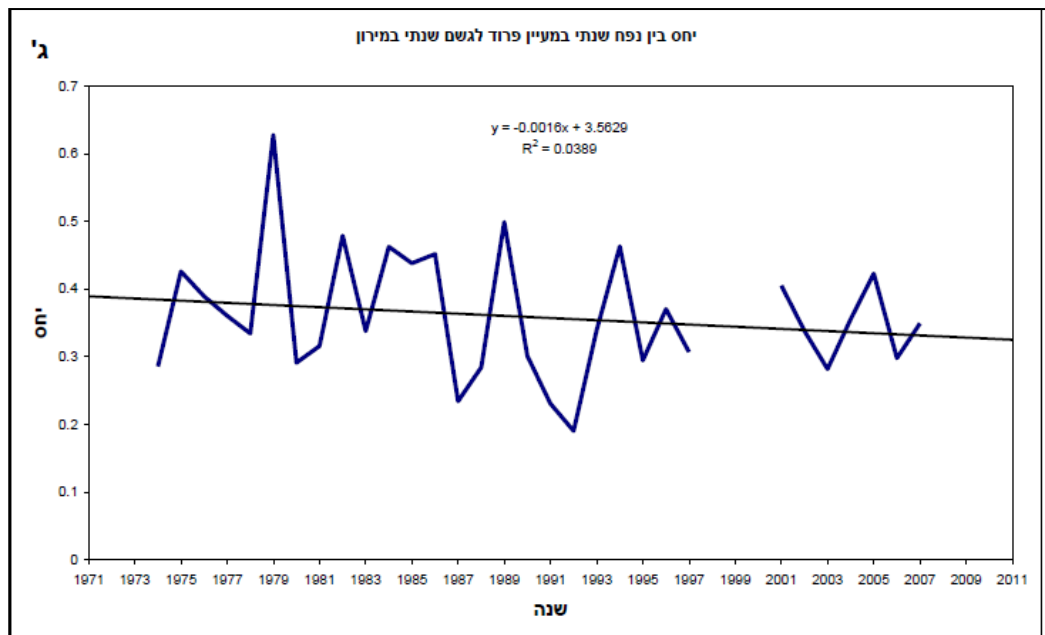
P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים
הגשה\דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע (Management)\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



איור 2- יחס הנפח השנתי בעין פרוד לגשם שנתי במירון



שיטה-

לצורך ייצוג השינוי במשטר הזרימה בנחל צלמון בעשרות השנים האחרונות חולקו סדרות הכרונולוגיות של נפחי הזרימה והשפיעה החודשיים לשתי סדרות נתונים עצמאיות- היסטורית ועכשווית. השינוי במשטר הזרימה בנחל צלמון בחלקו המעלי והתיכון, מיוצגים על ידי המעיינות פרוד ורמיאל. בעוד מקטעו התחתון של נחל צלמון מיוצג על ידי נפח הזרימה אשר נמדד בתחנה הידרומטרית אשר נמצאת על כביש 90 (מקטע כביש בין ראש פינה לטבריה). יש לציין כי מעיינות רמיאל ופרוד הם המעיינות היחידים אשר נמדדים באגן ועל כן נבחרו כמייצגים, בפועל מזינים את נחל צלמון עוד מספר מעיינות (ראה DATABASE-"תוכנית אב- מים לטבע").

משך סדרות הנתונים במעיין פרוד הינן של כ- 20 שנה וממוצעי השפיעה מייצגים את השנים- סדרה היסטורית 1967/8-1987/8, סדרה עכשווית 1991/2-2011/2.

משך סדרות הנתונים במעיין רמיאל הינן של כ- 15 שנה וממוצעי השפיעה מייצגים את השנים- סדרה היסטורית 1975/6-1990/1, סדרה עכשווית 1995/6-2011/2.

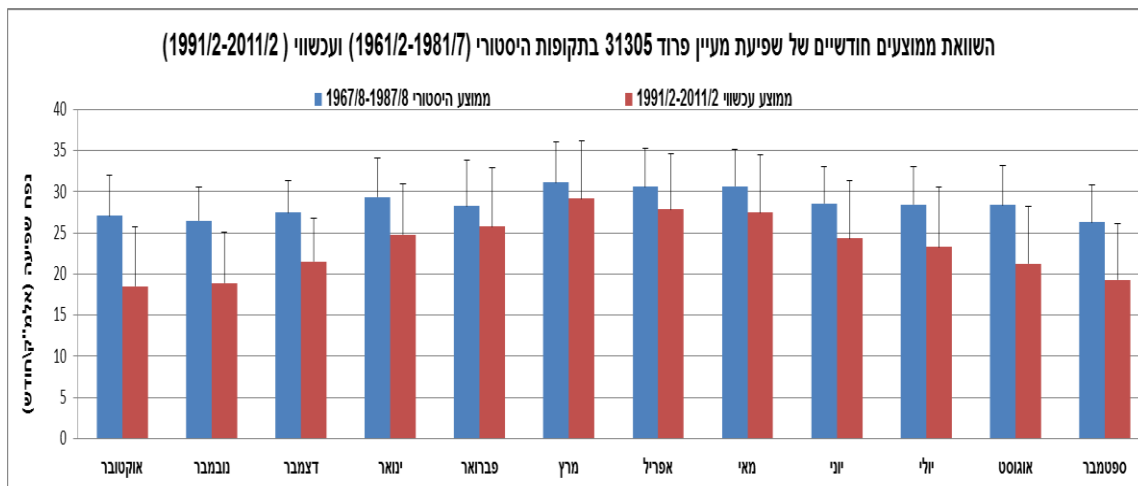
משך סדרות הנתונים בתחנה הידרומטרית הינן של כ- 20 שנה וממוצעי השפיעה מייצגים את השנים- סדרה היסטורית 1961/2-1981/2, סדרה עכשווית 1991/2-2011/2.

מדו"ח החלה"ט- יעגועים לנחל' עולה כי מי מעיין פרוד מנוצלים על ידי קיבוץ פרוד ואילו שפיעת מעיין רמיאל דעכה בשנים האחרונות משמעותית.

תוצאות-

נחל צלמון עליון ותיכון-

איור 1- ממוצע חודשי של שפיעת מעיין פרוד בתקופה היסטורית (1961/2-1981/2) ועכשווית (-1991/2) (2011/2)



טבלה 1- ממוצע חודשי והתפלגות הנפחית של שפיעת מעיין פרוד בין השנים 1961/2-1981/2

ממוצע שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) בסדרה היסטורית 1967/8-1987/8 - מעיין פרוד 31305												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	27.1	26.5	27.4	29.4	28.2	31.1	30.6	30.7	28.5	28.4	28.4	26.3
סטיית תקן	4.9	4.1	3.9	4.7	5.6	5.0	4.7	4.4	4.5	4.7	4.8	4.6
התפלגות נפחית	8%	8%	8%	9%	8%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%

טבלה 2- ממוצע חודשי והתפלגות הנפחית של שפיעת מעיין פרוד בין השנים 1991/2-2011/2

ממוצע שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) בסדרה עכשווית 1991/2-2011/2 מעיין פרוד 31305												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	18.5	18.9	21.5	24.8	25.8	29.1	27.9	27.5	24.3	23.3	21.3	19.3
סטיית תקן	7.2	6.1	5.3	6.2	7.1	7.1	6.8	7.0	7.0	7.2	7.0	6.8
התפלגות נפחית	7%	7%	8%	9%	9%	10%	10%	10%	9%	8%	8%	7%

תהל המנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 333 מתוך 360

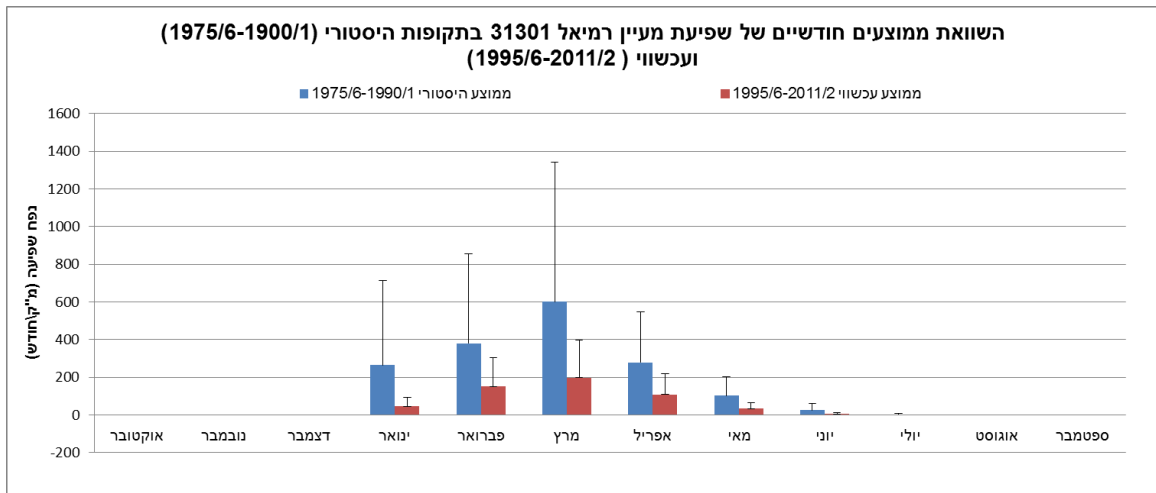
P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים
 הגשה/דוח_מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



איור 2- ממוצע חודשי של שפיעת מעיין רמיאל בתקופה היסטורית (1975/6-1990/1) ועכשווית (1995/6-2011/2)



טבלה 3- ממוצע חודשי והתפלגות הנפחית של שפיעת מעיין רמיאל בין השנים 1975/6-1990/1

ממוצע שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) בסדרה היסטורית 1975/6-1990/1 - מעיין רמיאל 31301												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	0.0	0.0	0.0	264.2	380.5	601.8	278.2	102.2	26.5	2.0	0.0	0.0
סטיית תקן	0.0	0.0	0.0	448.6	475.3	741.5	269.5	102.5	33.6	5.8	0.0	0.0
התפלגות נפחית	0%	0%	0%	16%	23%	36%	17%	6%	2%	0%	0%	0%

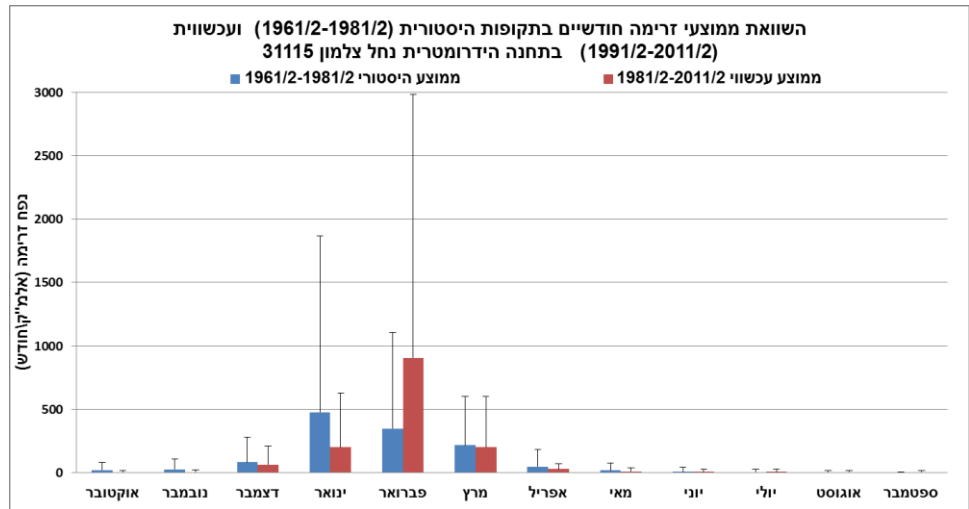
טבלה 4- ממוצע חודשי והתפלגות הנפחית של שפיעת מעיין רמיאל בין השנים 1995/6-2011/2

ממוצע שפיעה חודשית (אלמ"ק/חודש) בסדרה עכשווית 1991/2-2011/2 מעיין רמיאל 31301												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	0.0	0.0	0.0	47.3	152.7	198.3	109.3	33.4	6.0	0.4	0.0	0.0
סטיית תקן	0.0	0.0	0.0	72.9	201.3	249.8	149.9	60.0	15.0	1.3	0.0	0.0
התפלגות נפחית	0%	0%	0%	9%	28%	36%	20%	6%	1%	0%	0%	0%



נחל צלמון תחתון-

איור 3- ממוצע חודשי של זרימה במקטע נחל צלמון תחתון בתקופה היסטורית (1961/2-1981/2) ועכשווית (1991/2-2011/2)



טבלה 5- ממוצע חודשי של זרימה במקטע נחל צלמון תחתון בין השנים 1961/2-1981/2

ממוצע נפחי זרימה חודשיים (אלמ"ק/חודש) בסדרה היסטורי 1961/2-1981/2- תחנת מדידה 31115 נחל צלמון												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	19.65	26.90	81.30	475.81	347.95	217.29	47.48	18.33	8.05	4.43	3.29	1.33
סטיית תקן	59.48	78.05	199.44	1389.07	754.90	385.63	132.51	56.00	33.19	20.29	15.06	6.11
התפלגות נפחית	2%	2%	6%	38%	28%	17%	4%	1%	1%	0%	0%	0%

טבלה 6- ממוצע חודשי של זרימה במקטע נחל צלמון תחתון בין השנים 1991/2-2011/2

ממוצע נפחי זרימה חודשיים (אלמ"ק/חודש) בסדרה עכשווית 1991/2-2011/2- תחנת מדידה 31115 נחל צלמון												
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר
ממוצע	4.86	5.43	63.19	200.14	904.58	200.10	27.19	10.00	7.57	6.76	4.90	4.20
סטיית תקן	12.98	15.39	144.50	426.31	2075.94	398.93	42.84	26.35	19.73	19.08	13.58	10.63
התפלגות נפחית	0%	0%	4%	14%	63%	14%	2%	1%	1%	0%	0%	0%

מקורות ספרות-

- גבעתי ע, עצמון ב. 2013. מגמות שפיעת מעיינות בצפון הארץ. דו"ח השרות ההידרולוגי, רשות המים.
- געגועים לנחל. 2012. דו"ח החברה להגנת הטבע.

תהל המנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 335 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לרשות מים_טכני_אב_מים_לטבע (Management)\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרן



מקווה מים - נחל קיני

מבוא-

נחל קיני הינו יובל של נחל הקישון. משטר הזרימה בחלקו המעלי של נחל הקיני הוא שיטפוני ברובו, בחורף מעבר לגשמי סף נובע עין קיני וגורם לזרימת בסיס בחלקו המעלי של הנחל. בחלקו המורדי של הנחל, קיימת זרימת בסיס קבועה הנובעת מעיינות קיני. שיטה-

על מנת לייצג את השינויים במגמת הזרימה בנחל קיני, חולק מסד נתוני השפיעה מעיינות קיני, לכדי שתי סדרות נתונים בנות עשרים שנה. הראשונה- תקופה היסטורית. קרי משחר תקופת הדיגום, בין השנים 1945/6-1965/6, השניה- תקופה עכשווית, סדרה המתבססת על עשרים שנות המדידה העדכניות ביותר, בין השנים 1991/2-2011/2 (טבלה 1 וטבלה 2). לצורך זיהוי ההבדל במשטר הזרימה בתקופות השונות הושו ממוצעי נפח הזרימה החודשית מהתקופות השונות (איור 1).

תוצאות-

טבלה 1- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעיינות קיני (נ.קיני) בין השנים 1945/6-1965/6

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה היסטורית בעיינות קיני (נ.קיני) בין השנים 1945/6-1965/6													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	היסטורית
1455.359	55.316	67.111	81.789	103.174	140.265	175.924	232.853	218.882	168.624	97.089	62.850	51.483	מוצע
	17.621	24.052	32.798	45.797	73.347	97.488	133.359	168.048	159.154	77.443	31.555	11.577	סטיית תקן
	4%	5%	6%	7%	10%	12%	16%	15%	12%	7%	4%	4%	אחוז נפחי

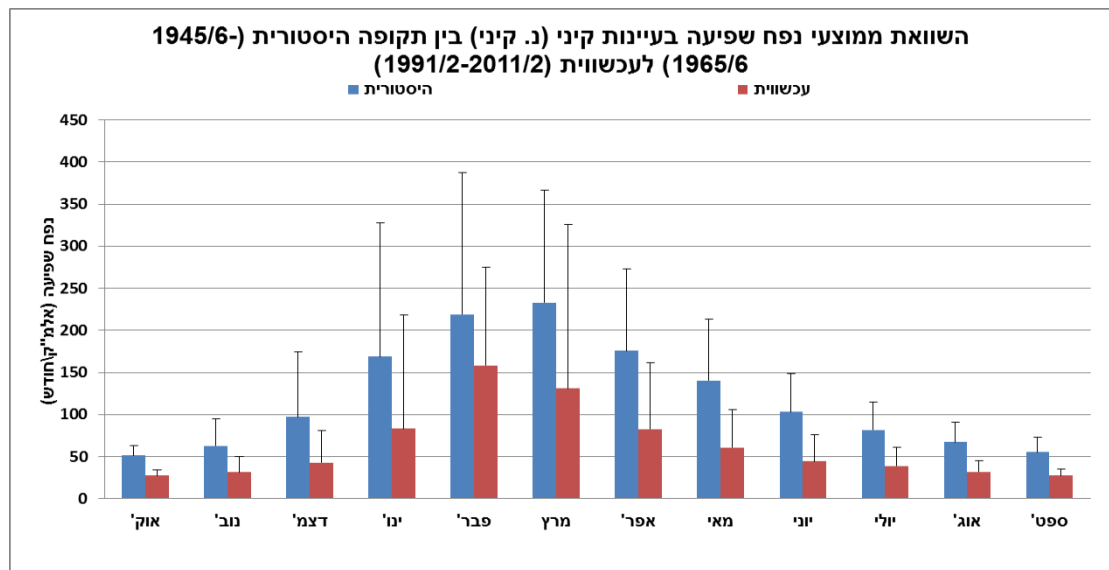
טבלה 2- סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית במעיין קיני (נ.קיני) בין השנים 1991/2-2011/2

סדרת ממוצעי נפח שפיעה חודשית (אלמ"ק\חודש) לתקופה עכשווית בעיינות קיני (נ.קיני) בין השנים 1991/2-2011/2													
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	עכשווית
760.712	27.390	32.070	39.057	44.462	60.752	82.814	130.900	158.214	83.362	42.748	31.538	27.405	מוצע
	8.234	13.065	22.045	31.517	45.378	79.172	194.353	116.484	134.380	38.129	18.137	7.037	סטיית תקן
	4%	4%	5%	6%	8%	11%	17%	21%	11%	6%	4%	4%	אחוז נפחי

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



איור 1- השוואת ממוצעי נפח שפיעה בעיינות קיני (נ. קיני) בין תקופה היסטורית (1945/6-1965/6) לעכשווית (1991/2-2011/2)



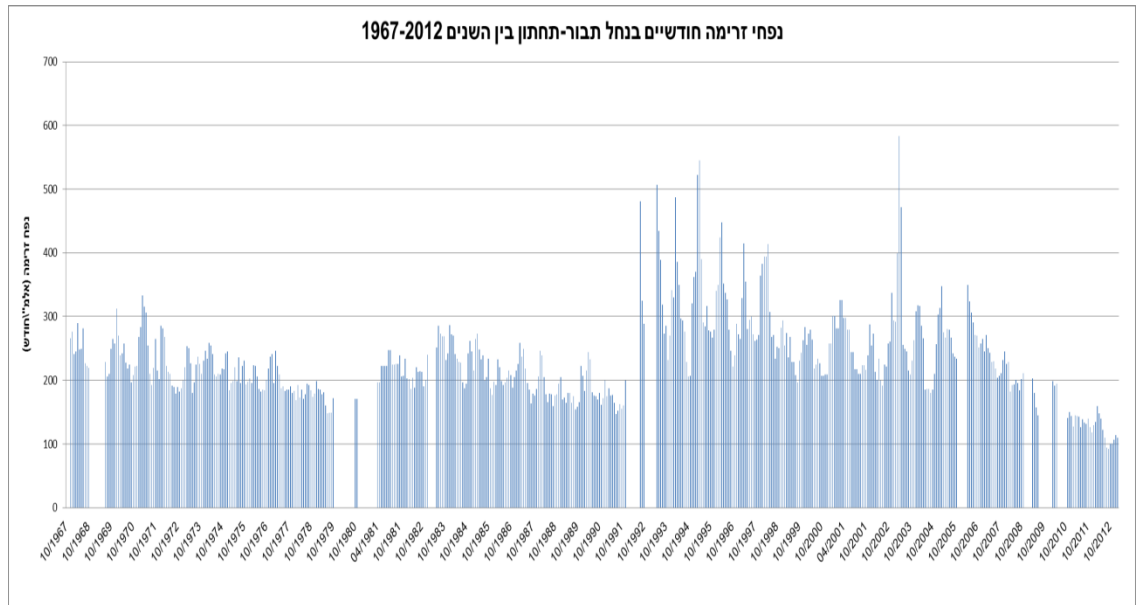
מקווה מים נחל תבור תחתון-

מבוא-

נחל תבור, שייך לאגני ההיקות אשר מתנקזים לירדן הדרומי. משטר הזרימה בנחל הוא איתן ונשען על מעיינות מספר רב של מעיינות קבועים ועונתיים. המעיינות העיקריים אשר מזינים את זרימת הבסיס בנחל הם- קישיון, רכש, כמא ושחל. אפס, נתונים הידרומטרים על שפיעת מעיינות אלו אין מכל המעיינות אלא רק מעין שחל. מדו"ח רטי"ג-יסקר מעיינות אגן נחל תבור" עולה כי במעיינות האגן ישנה דעיכה שפיעה הממוצעת בהשוואת התקופות 1974/5-1997/8 לעומת 2006-2009. מחד, השפיעה בשנות ה-90 של המאה הקודמת הייתה גבוהה בעקבות חרוף 1991/2, מאירך השנים 2006-2009 היו שכונות והוכרוזו כשנות בצורת. בעת הצבת כל מסד הנתונים של הספיקות החודשיות בתחנה הידרומטרית תבור תחתון, אשר מייצגת את נתוני המעיינות המעליים לה, ניתן לראות כי שפיעת המעיינות בשנים אלו הייתה נמוכה באופן חריג משאר שנות המדידה (איור 1).



איור 1 – נפחי זרימה חודשיים בנחל תבור – תחתון בין השנים 1967-2012

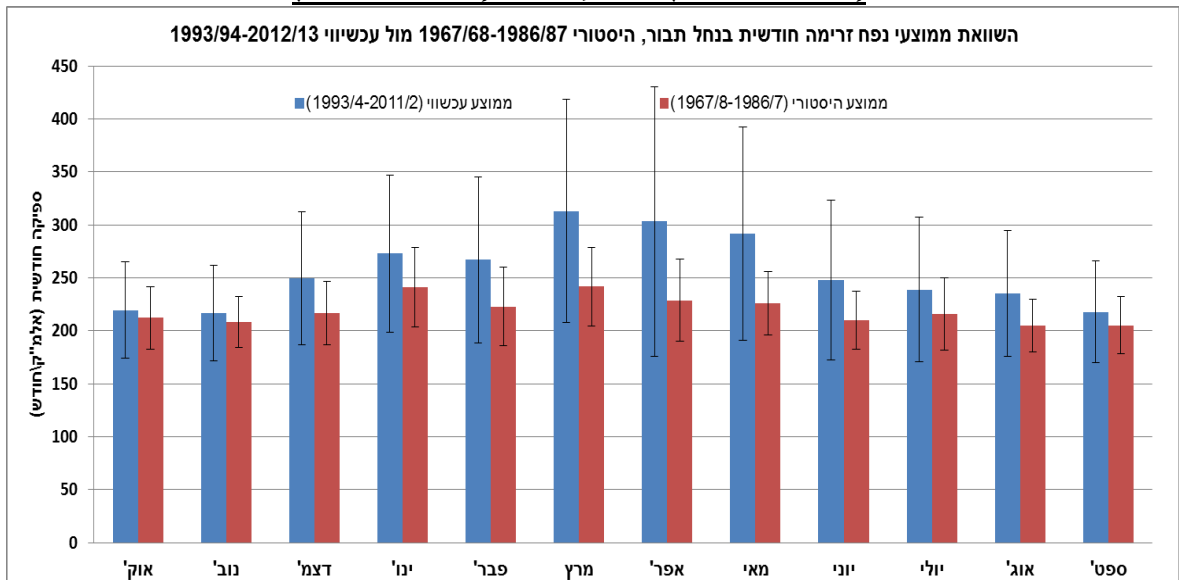


שיטה-

בכדי להיצג את השינוי במגמות השפיעה בנחל תבור, חולק מסד הנתונים הכולל לשתי סדרות המייצגות זרימה במקטעו התחתון של נחל תבור בעשרים השנה הראשונות למדידה (-1967/8) (1987/8), לעמות הסדרה השניה המייצגת את הזרימה בעשרים השנה האחרונות (2011/2).

תוצאות-

איור 2- השוואת ממוצעי נפח זרימה חודשית במקטעו התחתון של נחל תבור בתקופות- היסטורית (1967/8-1986/7) למול עכשווית (1992/3-2011/2)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה 1- ממוצע חודשי של נפחי הזרימה בנחל תבור מקטע תחתון בין השנים 1967/8-1986/7

ממוצע היסטורי של נפחי זרימה חודשית בנחל תבור תחתון 1967/68-1986/87												
	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'
ממוצע	212.3	208.3	217.1	241.1	222.9	241.6	228.8	226.1	209.9	216.2	205.0	205.3
סטיית תקן	29.6	24.4	29.9	37.8	37.2	37.2	38.8	29.8	27.5	34.1	25.0	27.1
התפלגות נפחית	8%	8%	8%	9%	8%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	8%

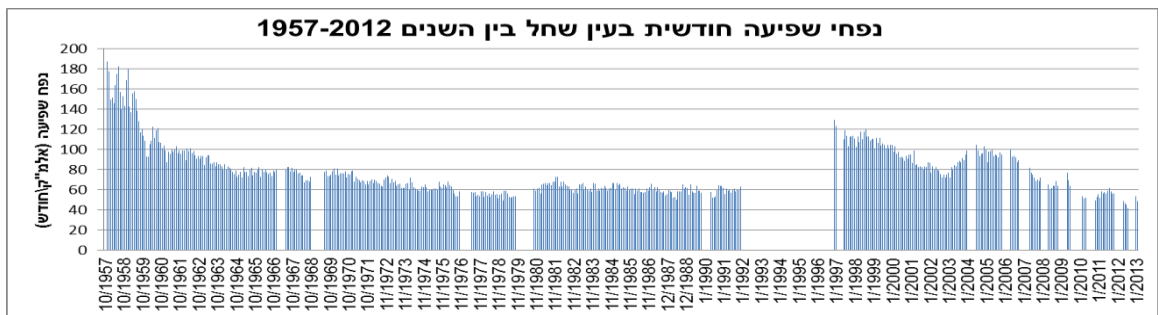
טבלה 2- ממוצע חודשי של נפחי הזרימה בנחל תבור מקטע תחתון בין השנים 192/3-2011/2

ממוצע עכשווי של נפחי זרימה חודשית בנחל תבור תחתון 1993/4-2011/2												
	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'
ממוצע	219.4	216.7	249.9	273.0	267.0	313.0	303.2	292.0	247.6	238.9	235.5	218.0
סטיית תקן	45.6	45.5	62.8	74.3	78.6	105.4	127.3	100.8	75.4	68.4	59.5	47.7
התפלגות נפחית	7%	7%	8%	9%	9%	10%	10%	9%	8%	8%	8%	7%

סיכום-

תוצאות הניתוח ההידרולוגי שנעשה במסמך זה סותרות, את התוצאות המובאות בדו"ח הרטי"ג, שכן תקופות המיצוע בשני המסמכים שונות. אי לכך קשה לומר מהי התוצאה הנכונה. ראייה ניכרת וחשובה מאוד היא- כי נכון לסוף שנת 2012 נפח הזרימה במקטעו התחתון של נחל תבור הם הנמוכים ביותר משחר תקופת המדידה. חשוב לציין כי מגמה זהה נצפית גם בעין שחל (איור 3).

איור 3- נפחי שפיעה חודשית בעין שחל בין השנים 1957-2012



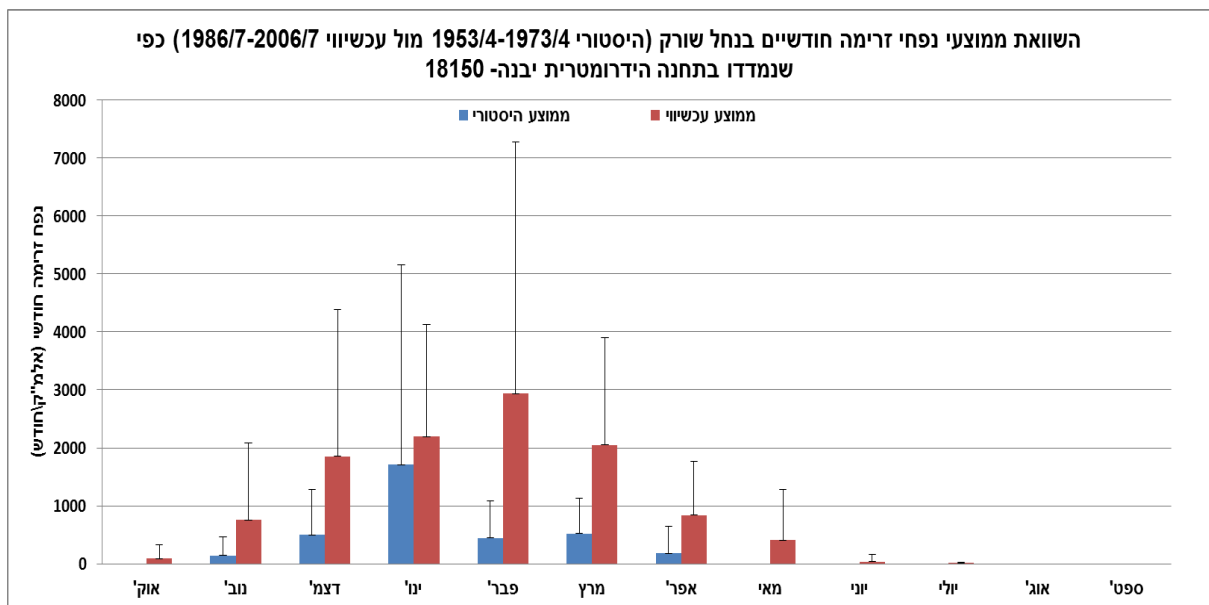
תהל המנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



מקווה מים- שפך נחל שורק-

מד"ר השירות ההידרולוגי- "ניתוח גאויות וספיקות באגן נחל שורק תחתון/ גבעתי ועצמון 2007" עולה כי משטר הזרימה הטבעי בחלקו התחתון של נחל שורק הינו שטפוני. להלן מוצגים באיור 1.1 ובטבלה 1.1 ו-1.2 ממוצעי נפחי הזרימה החודשיים בתחנה הידרומטרית 18150 אשר נמצאת בסמוך לעיר יבנה. תחנה זו הינה תחנת המדידה ההידרומטרית הותיקה ביותר במורד נחל שורק ועל כן נבחרה כמייצגת את משטר הזרימה בשפך הנחל. אפס, יש לציין כי תחנה זו נמצאת מעל שטח בית הגידול-"שפך נחל שורק", על כן יש להניח כי ישנו נפח מסויים הנאבד מאיבודי תמסורת בעקבות חלחול אל מצע הנחל. מאדך גיסא נפח לא מבוטל מצטרף במורד בשיטפונות וגם זרימת מעיינות.

איור 1.1- השוואת ממוצעי נפחי זרימה חודשיים בנחל שורק (היסטורי 1953/4-1973/4 מול עכשיו 1986/7-2006/7) כפי שנמדדו בתחנה הידרומטרית יבנה- 18150



טבלה 1.1- ממוצעי נפחי הזרימה החודשיים בסדרת נתונים המבוססת מדידות הידרומטריות בתחנת יבנה 18150 בין השנים 1953/4 - 1973/4

ממוצעי נפחי זרימה חודשיים היסטוריים 1953/4-1973/4 בנחל שורק תחנת מדידה הידרומטרית יבנה 18150												
	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'
ממוצע	0	139	501	1707	445	519	182	0	0	0	0	0
סטיית תקן	0	322	776	3456	639	607	460	0	0	0	0	0
אחוז נפחי	0%	4%	14%	49%	13%	15%	5%	0%	0%	0%	0%	0%

**טבלה 1.2 - ממוצעי נפחי הזרימה החודשיים בסדרת נתונים המבוססת מדידות הידרומטריות בתחנת
יבנה 18150 בין השנים 1986/7-2006/7**

ממוצעי נפחי זרימה חודשיים עכשוויים 1986/7-2006/7 בנחל שורק תחנת מדידה הידרומטרית יבנה 18150***												
	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
ממוצע	0	0	4	38	407	836	2052	2940	2193	1850	751	85
סטיית תקן	0	0	13	127	880	925	1848	4335	1935	2529	1326	245
אחוז נפחי	0%	0%	0%	0%	4%	7%	18%	26%	20%	17%	7%	1%

**נספח טבלאות חדשות -
טבלה מס' 3 - טבלת חישובי פחיתת נפחי זרימה בתקופות הייחוס השונות בנחל שורק -**

טבלה מס' 3													
פערי נפחי המים הממוצעים בנחל תנינים בהשוואת התקופה 1953/4-1957/8 למול התקופה 1991/2-2011/2													
	נפח הפחיתה השנתי הממוצע (מלמ"ק)	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
פחיתת הנפח בין תקופות הייחוס (אלמ"ק)	-7663	0	0	-4	-38	-407	-655	-1533	-2495	-486	-1349	-611	-85
אחוז הנפח הזורם כיום ביחס למידוד היסטורי	319%						460%	395%	661%	128%	369%	538%	

טבלאות ספיקה שעתיות בתקופות השונות -

ממוצעי הספיקות השעתיות היסטוריים 1953/4-1973/4 בנחל שורק תחנת מדידה הידרומטרית יבנה 18150												
	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
ממוצע (מ"ק/שעה)	0	0	0	0	0	253	697	662	2294	673	194	0
סטיית תקן	0	0	0	0	0	639	816	950	4646	1043	447	0
ממוצעי הספיקות השעתיות עכשוויים 1986/7-2006/7 בנחל שורק תחנת מדידה הידרומטרית יבנה 18150***												
	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
ממוצע (מ"ק/שעה)	0	0	5	53	546	1162	2758	4375	2948	2487	1043	115
סטיית תקן	0	0	18	176	1183	1285	2483	6451	2601	3399	1842	330

ספיקות שיא לתקופות חזרה כפי שחושבו לתחנה ההידרומטרית -

מס' תחנה	שם תחנה	ספיקות שיא (מ"ק/שניה) מחושבות לתקופות חזרה (שנים)				
		1:5	1:10	1:25	1:50	1:100
18150	שורק - יבנה	49	64	79	89	96



מקווה מים - נחל ציפורי :

נחל ציפורי הינו נחל אשר זרימת הבסיס בו בכל ימות השנה מוזנת ממספר מעיינות הנמצאים בגאיות שונים באגן ההיקוות. לצורך הגדרת הפחיתה בשפיעת המעיינות בעקבות שאיבות מן האקוויפר בסביבה הושוו ממוצעי נפחי השפיעה החודשיים מתקופות שונות של המעיינות המנוטרים-עין ציפורי (קסטל) מס' מעיין 8420, עין יפתחאל (חלדיה) מס' מעיין-8435 ועין יבקע (8445). נתוני מעין שוחה מס' 8426, הינם מעשור האחרון ועל כן לא נכנסו לחישוב, כמו כן ישנו חוסר במידע לגבי מעיין אום חמיד מס' מעיין-8687. תקופות ההשוואה בשפיעות שנבחרו הן 1965/6-1985/6 אל מול 2011/2-1991/2, מתוך הרציונאל כי בין השנים האלו ישנה מדידה הידרומטרית מדווחת לכל חודש מתחנת המדידה (תחנה מס' 8155) אשר נמצאת במרכז בית הגידול ובמורד המעיינות.

ראוי להדגיש כי ידועה תרומת קולחים של כ- 0.48 מלמ"ק לשנה מכפר מנדא אל הנחל (דו"ח קולחים 2010).

תוצאות-

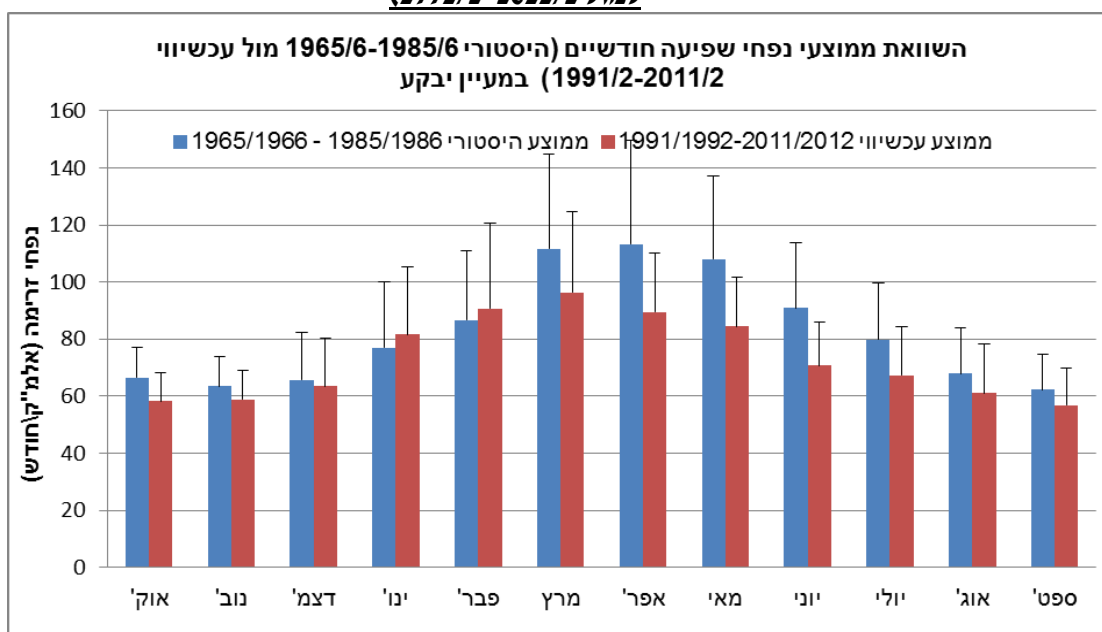
שפיעת מעיינות-

מהמלצות ד"ר עמיר גבעתי נובע כי למעט מעיין יבקע בו נמדדה פחיתה בשפיעה של כ- 12% (אזור 1, טבלה 1 ו-2), לא ניתן להתייחס לנתונים ההיסטוריים המדווחים אשר בידנו ממעיין יפתחאל עקב פיצול המדידות במהלך שנות ה-90 לשני מעיינות 8435 ו-8436. מדברי ד"ר גבעתי על מדידות מעיין ציפורי (קסטל)-" מדידת מעיין זה התבררה כלא נכונה. זאת עם גילוי השוחה הנמצאת בקרבתה 8426. החל מ-2002/03 נמדדות התעלה 8420 והשוחה 8426 אשר קשורות זו בזו.

מקור מעין ציפורי בבריכה מתחת למבנה הנמצא במקום. שנים רבות המים נשאבו מכאן לנצרת בעזרת משאבה. מהברכה נבנו תעלות תת קרקעיות המובילות לשוחה ולתעלה הגלויה (קסטל). השוחה משמשת להשקייה. בחורף אין שימוש במים והם עולים בשוחה וזורמים לאורך הכביש לציפורי. לא ניתן למדוד בשוחה והמדידה נעשית במקביל לכביש. הזרימה בתעלה (קסטל) גוברת. בקיץ המים בשוחה יורדים כי משמשים להשקיית בוסתן בעזרת צינור היוצא ממנה. הזרימה בתעלה יורדת. מעיין ציפורי נוצל ותופעל מאות שנים. השינויים שחלו בעשורים האחרונים לא מאפשרים השוואה בין תקופות."



איור 1- ממוצעי נפחי שפיעה חודשיים במעיין יבקע בתקופות היסטורית ועכשווית (1965/6-1985/6) למול (1991/2-2011/2)



טבלה 1- ממוצעי נפחי שפיעה חודשיים בין השנים 1965/6-1985/6 במעיין יבקע

ממוצע היסטורי של נפחי שפיעה חודשיים במעיין יבקע 1965/6-1985/6													
	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	נפח שנתי (אלמ"ק)
ממוצע היסטורי 1965/1966 - 1985/1986 (אלמ"ק)	67	63	66	77	87	112	113	108	91	80	68	62	993
סטיית תקן	11	10	17	23	24	33	36	29	23	20	16	12	
אחוז נפחי	7%	6%	7%	8%	9%	11%	11%	11%	9%	8%	7%	6%	

טבלה 2- ממוצעי נפחי שפיעה חודשיים בין השנים 1991/2-2011/2 במעיין יבקע

ממוצע עכשווי של נפחי שפיעה חודשיים במעיין יבקע 1991/2-2011/2													
	אוק'	נוב'	דצמ'	ינו'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	נפח שנתי (אלמ"ק)
ממוצע עכשווי 1991/1992 - 2011/2012 (אלמ"ק)	58	59	64	82	91	96	89	84	71	67	61	57	879
סטיית תקן	10	10	17	24	30	28	21	17	15	17	17	13	
אחוז נפחי	7%	7%	7%	9%	10%	11%	10%	10%	8%	8%	7%	6%	

נפחי זרימה חודשיים-

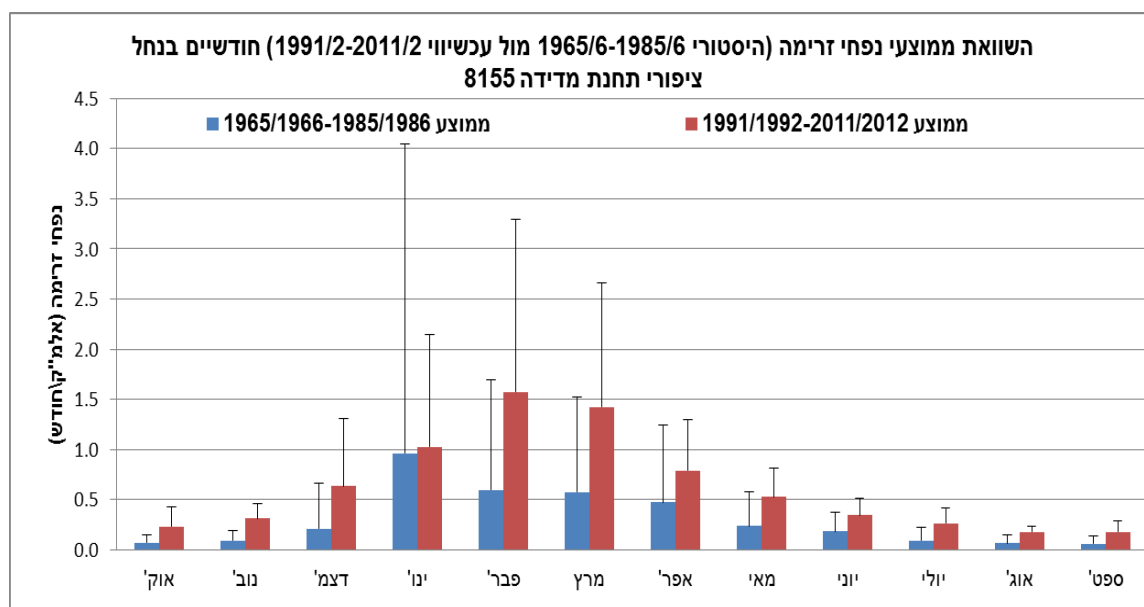
בהשוואת ממוצעי נפחי הזרימה החודשיים אשר נמדדו בתחנה הידרומטרית 8155 אשר נמצאת בנחל ציפורי במרכז בית הגידול אשר נבחר לשקום/שימור, עולה כי נפחי המים החודשיים אשר זורמים בתקופה הנוכחית גבוהים בנפחם פי שניים מנפחי המים החודשיים אשר זרמו הנחל בתקופת הייחוס 1965/6-1985/6 (איור 5, טבלה 9 ו-10).

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



תוצאת נפחי הזרימה בתקופה העכשווית אינה מסתדרת עם ההנחה כי הירידה בשפיעת מעיין יבקע משקפת מגמה כללית בשפיעת המעינות באגן ההיקוות, אף לא בהתחשב בנפח השפכים הזורמים בכפר מנדא (כ- 0.48 מלמ"ק בשנה כאמור לעיל). אי לכך, בהתאם לעלייה בנפחי הזרימה הכוללים אל מול הפחיתה בשפיעת המעינות, אני מסיק כי ערוץ נחל ציפורי מוזן ממקורות נוספים התורמים ביוב או קולחים לנחל זה בנפח שנתי הנאמד ב- 3 מלמ"ק.

איור 5- השוואת ממוצעי נפחי זרימה חודשיים בנחל ציפורי כפי שנמדדו בתחנת מדידה הידרומטרית 8155 בתקופות שונות (היסטורית- 1965/6-1985/6 מול עכשוויות 1991/2-2011/2)



טבלה 9- ממוצעי נפחי הזרימה החודשיים בנחל ציפורי כפי שנמדדו בתחנה הידרומטרית 8155 בתקופה 1965/6-1985/6

ממוצע היסטורי (1965/6-1985/6) של נפחי זרימה בתחנה הידרומטרית 8155 נחל ציפורי												
נפח שנתי (מלמ"ק)	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
3.23	0.06	0.06	0.09	0.18	0.23	0.47	0.57	0.59	0.96	0.21	0.09	0.07
	0.08	0.09	0.14	0.19	0.34	0.77	0.94	1.10	3.09	0.46	0.10	0.08
	2%	2%	3%	6%	7%	15%	18%	18%	30%	6%	3%	2%



טבלה 10 - ממוצעי נפחי הזרימה החודשיים בנחל ציפורי כפי שנמדדו בתחנה הידרומטרית 8155 בתקופה 1991/2-2011/2

ממוצע עכשיו (1991-2-2011/2) של נפחי זרימה בתחנה הידרומטרית 8155 נחל ציפורי													
נפח שנתי (מלמ"ק)	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	
6.29	0.18	0.17	0.26	0.34	0.52	0.79	1.42	1.57	1.03	0.63	0.31	0.23	
	0.11	0.06	0.15	0.17	0.29	0.51	1.24	1.72	1.12	0.68	0.15	0.20	
	3%	3%	4%	5%	8%	13%	23%	25%	16%	10%	5%	4%	
												סטיות תקן	
													אחוז נפחי

נספח טבלאות חדשות - טבלה מס' 3 - טבלת חישובי פחיתת נפחים בנחל ציפורי -

טבלה מס' 3													
פערי נפחי המים הממוצעים בנחל ציפורי בהשוואת התקופה 1965/6-1985/6 למול התקופה 1991/2-2011/2													
נפח הפחיתה השנתי הממוצע (מלמ"ק)	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	
-3	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	
195%	296%	283%	292%	188%	224%	167%	249%	265%	107%	305%	346%	343%	
-95%	-196%	-183%	-192%	-88%	-124%	-67%	-149%	-165%	-7%	-205%	-246%	-243%	
													פחיתת הנפח בין תקופות הייחוס (אלמ"ק)
													אחוז הנפח הזורם כיום ביחס למדוד היסטורי
													אחוז הפחיתה מזרימת המקור

טבלאות ספיקת שעתיות בתקופות שונות -

ממוצע היסטורי (1965/6-1985/6) של ספיקות שעתיות בתחנה הידרומטרית 8155 נחל ציפורי												
ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	ממוצע
0.08	0.08	0.12	0.25	0.31	0.66	0.77	0.88	1.29	0.28	0.12	0.09	1965/1966-1985/1986
0.11	0.12	0.18	0.27	0.45	1.07	1.27	1.64	4.15	0.62	0.14	0.11	סטיות תקן
ממוצע עכשיו (1991-2-2011/2) של ספיקה שעתיות בתחנה הידרומטרית 8155 נחל ציפורי												
ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	ממוצע
0.24	0.24	0.35	0.48	0.70	1.10	1.91	2.34	1.38	0.85	0.43	0.31	1991/1992-2011/2012
0.15	0.08	0.20	0.24	0.39	0.71	1.67	2.56	1.50	0.91	0.21	0.27	סטיות תקן

ספיקות שיא שנתיות מחושבות לתקופות חזרה לפי תחנה הידרומטרית 8155 -

מס' תחנה	שם תחנה	ספיקות שיא (מ"ק/שניה) מחושבות לתקופות חזרה (שנים)				
		1:5	1:10	1:25	1:50	1:100
8155	ציפורי - תל עליל	9	17	33	51	78

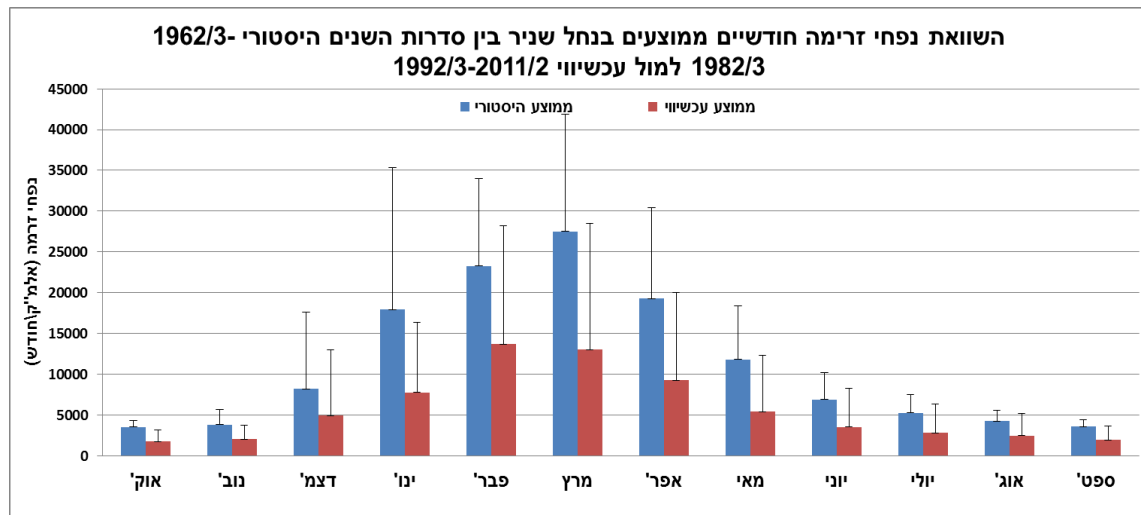
תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



מקווה מים - נחל שניר

רוב שטחו של אגן היקוות נחל שניר נמצא במדינה לבנון. משטר הזרימה בנחל הינו זרימת בסיס בכל ימות השנה אליה נלווים מהלכי גאות של נגר עילי בעונת הגשמים. שני המעיינות המזינים את נחל שניר הם- מעיין החצבייא והוואזאני. הללו נמצאים בשטחה של מדינת לבנון כשאזור ההיזון החוזר של מעיינות אלו הוא רכס החרמון, אולם החל משנות ה-70 של המאה הקודמת מעיינות החצבייא יבשים עקב ניצול בצד הלבנוני. עולה מדו"ח השירות ההידרולוגי- "ניתוח מגמות הזרימה באגן נחל שניר/ גבעתי וטל 2008" כי קיים קשר קורלטיבי גבוה בין שפיעת מעיינות הדן והחרמון לבין הספיקה בנחל שניר. בעשורים האחרונים כתוצאה מפחיתה בגשמים נרשמה ירידה בשפיעת המעיינות הדן והחרמון, אולם השפיעה בשניר פחתה הרבה יותר בגלל הניצול הלבנוני, בעיקר בעיינות חצבייא. סך הירידה בספיקה בעקבות ניצול בצידו הלבנוני של נחל שניר הובילה לירידה של כ- 45 מלמ"ק בשנה. הנתונים אשר יוצגו להלן מייצגים את ממוצעי נפחי הזרימה החודשיים בסדרות היסטורית ועכשווית (איור 1; טבלה 1 ו- 2) כפי שנמדדו בתחנת מדידה הידרומטרית "מעיין ברוך-30120" אשר הוקמה בשנת 1962/63. סדרות נתונים אלו נבחרו בהתבסס על ההנחה כי ההבדל בשיעור השאיבות מנחל שניר בין השנים 1939 ל-1962 זניח אם בכלל קיים, לעומת ההבדלים בשיעורי השאיבה מן הנחל בין השנים 1962 ל-2012. בנוסף בכדי לבטל ארטיפקט אפשרי בעקבות שינוי מקום מדידה לקחו תוצאות רק מתחנה 30120, זו מייצגת נתונים מאוחרים יותר לנתוני המדידה הראשוניים שישנם מנחל שניר תחנת 30122.

איור 1- השוואת נפחי זרימה חודשיים ממוצעים בנחל שניר בין סדרת השנים 1962/3-1982/83 לבין סדרת השנים 1992/3-2011/12



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



טבלה 1- ממוצע נפחי הזרימה החודשיים בנחל שניר 1962/3-1982/3 בנחל שניר

ממוצע נפחי הזרימה החודשיים בנחל שניר בין השנים 1962/3-1982/3 כפי שנמדדו בתחנת המדידה "מעין ברוך-30120"												
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
135473	3611	4275	5274	6931	11811	19267	27502	23290	17951	8195	3836	3530
827	1340	2219	3318	6622	11148	14392	10726	17401	9393	1867	770	770
3%	3%	4%	5%	9%	14%	20%	17%	13%	6%	3%	3%	3%

טבלה 2- ממוצע נפחי הזרימה החודשיים בנחל שניר בין השנים 1992/3-2011/12 בנחל שניר.

ממוצע נפחי הזרימה החודשיים בנחל שניר בין השנים 1992/3-2011/12 כפי שנמדדו בתחנת המדידה "מעין ברוך-30120"												
נפח שנתי	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'
68683	1930	2481	2804	3533	5418	9276	13033	13680	7781	4941	2033	1772
1688	1688	2705	3579	4758	6936	10781	15511	14500	8561	8099	1711	1365
3%	4%	4%	4%	5%	8%	14%	19%	20%	11%	7%	3%	3%

נספח טבלאות חדשות-

טבלה מס' 3 - טבלת חישובי פחיתת נפחי זרימה בתקופות הייחוס השונות בנחל שורק-

טבלה מס' 3													
פערי נפחי המים הממוצעים בנחל שניר בהשוואת התקופה 1962/3-1982/3 לטווח התקופה 1991/2-2011/2													
נפח הפחיתה השנתי הממוצע (מל"מ"ק)	ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	
66790	1681	1794	2470	3398	6393	9991	14469	9610	10170	3254	1803	1758	פחיתת הנפח בין תקופות הייחוס (אלמ"ק)
51%	53%	58%	53%	51%	46%	48%	47%	59%	43%	60%	53%	50%	אחוז הנפח הזורם כיום ביחס למדוד היסטורי
49%	47%	42%	47%	49%	54%	52%	53%	41%	57%	40%	47%	50%	אחוז הפחיתה מזרימת המקור

טבלאות ספיקה שעתיות בתקופות הייחוס השונות-

ממוצע הספיקות השעתיות בנחל שניר בין השנים 1962/3-1982/3 כפי שנמדדו בתחנת המדידה "מעין ברוך-30120"												
ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	
1930	2481	2804	3533	5418	9276	13033	13680	7781	4941	2033	4745	ממוצע היסטורי (מ"ק/שעה)
1688	2705	3579	4758	6936	10781	15511	14500	8561	8099	1711	1036	סטיית תקן
ממוצע הספיקות השעתיות בנחל שניר בין השנים 1992/3-2011/12 כפי שנמדדו בתחנת המדידה "מעין ברוך-30120"												
ספט'	אוג'	יולי	יוני	מאי	אפר'	מרץ	פבר'	ינו'	דצמ'	נוב'	אוק'	
1930	2481	2804	3533	5418	9276	13033	13680	7781	4941	2033	2382	ממוצע עכשווי (מ"ק/שעה)
1688	2705	3579	4758	6936	10781	15511	14500	8561	8099	1711	1834	סטיית תקן

ספיקות שיא לפי תקופות חזרה כפי שחושבו לתחנת המדידה-

ספיקות שיא (מ"ק/שניה) מחושבות לתקופות חזרה (שנים)					שם תחנה	מס' תחנה
1:5	1:10	1:25	1:50	1:100	שניר - מעין ברוך	30120
119	149	178	193	204		



נספח 4

נספחי מערכת DSS

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 348 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים -
הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Management\Report\Final report
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



נספח 4.1

מבנה מערכת DSS - דוחות ברמת מקווה מים

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 349 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים -240120-pro\HYDROLOG\Maim-Division\P:
הגשה לדוח מסכם תוכנית אב_מים לטבע \Final report\Report\Management\לטבע
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



רמת מקווה מים: דו"ח ערכיות אקולוגית



תוכנית האב מים לטבע
מערכת חומכת קבלת החלטות
RSS

שם: נחל בעת עליין
קד רט"ג: 300
סוג בת הגיחל: קטע נחל מוזן מנביעת
נ.צ.: 220646, 776378
נחל: בעת
אגן ניקוז עלי: בעת
אגן מי תהום: גליל מערב
אזור תכנון: גליל מערב

ערכיות אקולוגית

קרטונים לערכיות אקולוגית, ציון ומשקל יחסי לכל תיב

מס' תיב	הרכיב / הציון	0	1	2	3	4	5	משקל יחסי הממוצע
1	עשירי טקסונים של חסרי החוליות	0	1-5	6-10	11-15	16-20	>20	10
2	עשירי מני צמח הדורפיל (צמחייה טובולה ומחיי מורת)	0	1-5	6-8	8-9	10-12	>12	10
3	עשירי מני דגים	0	1-2	3-4	5-6	7-8	>8	10
4	עשירי מני ברמאים	0	1	2	3	4	5	10
5	עשירי מני ישראים	0	1-2	3-4	5-6	7	>7	10
6	מספר טקסונים רמשים של הח"ג	0	1	2	3	4	5	10
7	נוכחות מני נדרים של צמח הדורפיל	0	5	5	5	5	5	10
8	נוכחות מני ישרי חוליות נדרים	0	5	5	5	5	5	10
9	נוכחות מני דגים ואוודותים בסביבת ההסדה	0	5	5	5	5	5	10
10	נוכחות עופותים בסביבת ההסדה	0	5	5	5	5	5	10

חשוב מדד העתיות האקולוגית עבור המצב הקיים

מדד העתיות האקולוגית חשוב על בסיס: 7 מתוך 10 תיב המדד

מס' תיב	הרכיב	מספר הטקסונים	הציון	משקל יחסי לשיב, %	ערכיות אקולוגית
1	עשירי טקסונים של חסרי החוליות	17	4	10%	0.23
2	עשירי מני צמח הדורפיל (צמחייה טובולה ומחיי מורת)	-999			
3	עשירי מני דגים	1	1	10%	
4	עשירי מני ברמאים	0	0	10%	
5	עשירי מני ישראים	3	2	10%	
6	מספר טקסונים רמשים של הח"ג	1	1	10%	
7	נוכחות מני נדרים של צמח הדורפיל	-999			
8	נוכחות מני ישרי חוליות נדרים	0	0	10%	
9	נוכחות מני דגים ואוודותים בסביבת ההסדה	0	0	10%	
10	נוכחות עופותים בסביבת ההסדה	-999			

סה"כ: 70%

רשימת הטקסונים המשיים לכל תיב עם רמזב הקיים

מס' תיב	תיב	עשירי טקסונים של חסרי החוליות	עשירי מני דגים	עשירי מני ברמאים	עשירי מני ישראים	עשירי מני ישרי חוליות נדרים	מספר טקסונים רמשים של הח"ג	נוכחות מני נדרים של צמח הדורפיל	נוכחות מני ישרי חוליות נדרים	נוכחות מני דגים ואוודותים בסביבת ההסדה	נוכחות עופותים בסביבת ההסדה
1	Oligochaeta										
1	Hirudinea										
1	Gammarus sylvaticus										
1	Proasellus sp.										
1	Araneae										
1	Cortica sp.										
1	Gerris paludum										
1	Hydrometra stagnorum										
1	Velia sp.										
1	Ischnura elegans										
1	Psephenops sylvaticum										
1	Orcobothris erythrea										
1	Orithetrum chrysostigma										
1	Hydrophilidae										
1	Chironomidae										
1	Melanoips & buccinoidea										
1	Theodoxus gallaea										
	Capoeta damascina										
	Felophylax beotragae										
	Hybys avignyi										
0		17	0	0	3	1	0	0	0	0	0
-999		-999									

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל' 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 350 מתוך 360

תוכנית אב לאספקת מים - P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- הגשה לרשות מסכם_תוכנית_אב_מים_לטבע\Management\Report\Final report\27.11.2014.docx

27/11/14

מקובצת קרן



רמת מקווה מים: דו"ח הידרולוגי



תוכנית האב מים לטבע
מערכת תומכת קבלת החלטות
PSS

נחל בצת עליון
300 קוד רט"ג:
קוד בית היחידל
220545, 775378
נחל
בצת
בצת
גליל מערבי
גליל מערבי

שם:
קוד רט"ג:
סוג בית היחידל
נ.צ.י:
נחל
אגן ניקוז עילי:
אגן מי תהום:
אזור תכנון:

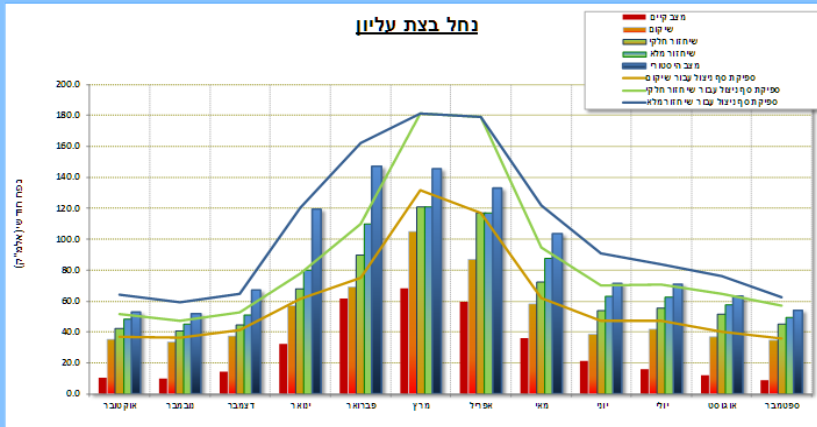
הידרולוגיה

שינוי תנודת מס' לאתר יזום אקולוגי: **נחל הרריצר**
 זמינות מנוסח הידרולוגים: **מבקים + הסטרי**

זרימה חומשית - נפחים (אל"ף לחודש)

חודש	זרימה חומשית נכונה (26 שנים)		זרימה חומשית נכונה (26 שנים)		זרימה חומשית נכונה (26 שנים)		זרימה חומשית נכונה (26 שנים)		מבקים	מבקים	מבקים	מבקים
	על בסיס שיטת שטח ב"ר בעזרת	שיקום	שיחור חלקי	שיחור חלקי	שיחור חלקי	שיחור חלקי	שיחור חלקי	שיחור חלקי				
אוקטובר	64.1	51.4	37.0	53.1	48.8	42.5	35.3	10.2				
נובמבר	59.0	47.1	38.1	52.0	45.2	41.0	34.1	9.8				
דצמבר	84.5	52.7	41.3	87.1	51.3	44.8	37.5	14.1				
ינואר	120.5	77.7	81.2	119.82	80.4	88.2	57.4	32.12				
פברואר	182.4	109.8	75.3	147.37	110.0	90.2	89.2	81.48				
מרץ	181.8	181.8	131.8	145.81	120.8	120.8	105.3	85.34				
אפריל	179.0	179.0	117.1	133.28	117.2	117.2	87.1	59.84				
מאי	121.9	94.6	82.1	103.80	87.8	72.8	58.1	38.22				
יוני	90.6	89.9	47.3	71.38	83.5	54.1	39.0	21.04				
יולי	84.0	70.7	47.2	71.17	82.8	55.4	42.0	15.70				
אוגוסט	75.9	64.7	39.9	83.12	57.9	51.8	37.2	11.73				
ספטמבר	62.4	57.1	35.9	53.85	49.8	45.3	34.8	8.85				
סה"כ	1,285.8	1,055.9	731.9	1,081.8	895.5	804.2	637.1	348.7				

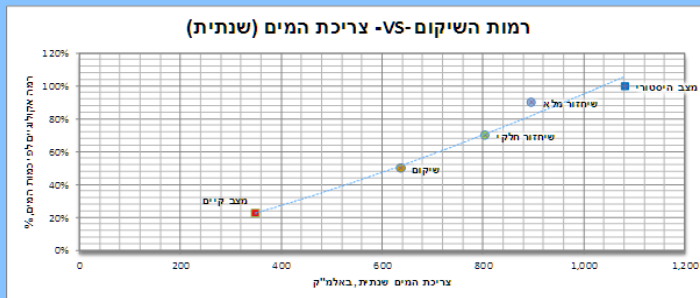
נחל בצת עליון



רמת השיקום - VS - צריכת המים (שנתית)

רמת השיקום	רמה אקולוגית לפיכמות	צריכת המים שנתית
שיקום	50%	637.08
שיחור חלקי	70%	804.19
שיחור חלקי + שיקום	90%	895.61
מבקים ביניים		1080.65
מבקים סטרי	100%	1,081.58
מבקים קיצוני	23%	348.66

רמות השיקום - VS - צריכת המים (שנתית)



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 351 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים - הגשה לרשות
 Management\Report\Final report\מבקים_תוכנית_אב_מים_לטבע
 27.11.2014.docx

27/11/14

מקובצת קרן



רמת מקווה מים: דו"ח רמות השיקום



שם: נחל בצת עלון
קוד רט"ג: 300
סג' פת הייחול: קטע נחל מחץ מנביעת
נצ: 220545, 775378
נחל: בצת
אגן יקוד על: בצת
אגן נחלים: גליל מערב
אזור תכנון: גליל מערב

רמת השיקום

רמת השיקום הנדרשת: 0.23 | שיעור מקווה מים לתור ימים אקולוגי: חלוריד | 3

פערים אקולוגיים

קריטריונים	שם עברי	שם לטיני	מב קים	עמדה בקנה מידה
רץ מים יבש		Gerris peltodum	1	-
שערי כנרת		Hydropsyche Jordanensis	-	-
2 מסוגים נוספים של שערי כנרת			-	-
בריימיה		Rhydropsyche sp	-	-
בסט		Baetis sp	-	-
1 מסוג נוסף של ברמיה			-	-
לחות 4 סקטורים נוספים של שפיראים			3	-
רץ חולים מקור		Velia affinis	-	-
שחורה חולים		Melanopsis sp/Theodoxus sp	-	-
3 מסוגים של חפושית מים			1	-

רמת עמדה בקריטריונים (%): 10%
 (-) 100% מייצגים מצב אקולוגי הקיים ביחס למצב ההיסטורי

חלפות רמות השיקום

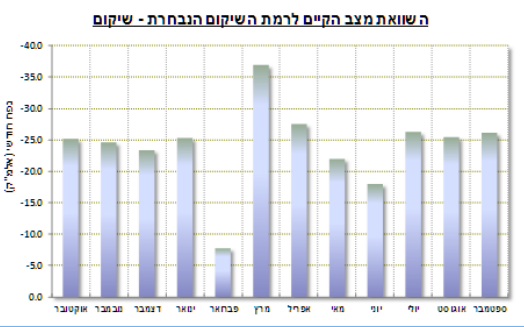
רמת השיקום הנחלת: 3 | דעת מומחים: 1
 חזר רמת השיקום (%):

רמת שיקום	קוד	רמת עמדה בקריטריונים אקולוגיים
שיקום	1	50%
שחזור חלקי	2	70%
שחזור מלא	3	90%
מבוימים	4	

פערים הידרולוגיים

השוואת מצב הקיים לרמת השיקום הנבחרת - שיקום (מינה חודשית באולג' לחודש)

שקום	מב קים	שקום	פער חודשי (אלמ"ק)
אוקטובר	10.2	35.3	-25.1
נובמבר	9.6	34.1	-24.5
דצמבר	14.1	37.5	-23.4
ינואר	32.1	37.4	-5.3
פברואר	61.5	69.2	-7.7
מרץ	68.3	105.3	-37.0
אפריל	59.6	87.1	-27.5
מאי	38.2	58.1	-21.9
יוני	21.0	39.0	-18.0
יולי	15.7	42.0	-26.3
אוגוסט	11.7	37.2	-25.4
ספטמבר	8.7	34.8	-26.1
סה"כ שנה	348.7	637.1	-288.4



תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com

רמת מקווה מים: דו"ח ערכיות משולבת



תוכנית האב מים לטבע
מארכת תומכת קבלת החלטות
RSS

TAHAL

שם: נחל בצת עליון
קד"ר ט"ג: 300
סוג בית הגיחל: קטע נחל מוזן מנב שט
נ.צ.: 220545, 775378
נחל: בצת
אגן פקז עלי: בצת
אגן מתחם: גליל מערב
אזור תכנון: גליל מערב

ערכיות משולבת

קריטריונים לערכיות כוללת ומשקל יחס

שם הערך	ציון בין 0 ל-5	משקל חסי-ב-%	מהול משקל המים	שימוש
ציון ערכיות אקולוגית	1.14	60%		מהול משקל המים
מצב משקל המים - אוגר ואילוץ המים	5.00	5%		מהול משקל המים
זמינות הפתרון ההדסי	3.25	5%		מהול משקל המים
מהול גר והסדרת הנחל	-999.00			מהול משקל המים
שיקולים כלכליים	4.00	5%		שימוש חיצוני
שיקולים גיאופוליטיים	-999.00			שימוש חיצוני
חשיבות בי"ל	-999.00			שימוש חיצוני
היבטים תירוטיים-קייט, נפש וגישות	5.00	5%		שימוש חיצוני
ערכיות נפית	4.75	5%		שימוש חיצוני
0.42				ערכיות משולבת

רמת שלמות המידע האקולוגי: 70%



רמת מקווה מים : דו"ח מקורות מים והפקות



נחל צבת עליון
 300
 קטע נחל מחזן מנביעות
 220545, 775378
 בצת
 בצת
 גליל מערבי
 גליל מערבי

שם:
 קוד רט"ג:
 סוג בית הגידול:
 נ.צ.:
 נחל:
 אגן ניקוז עילי:
 אגן מי תהום:
 אזור תכנון:

מקורות מים והפקות

הקידוחים המשפיעים באופן מוחלט		הפקות ממעין		הקצאה קיימת	סטטוס מעין (משחרר או מאוחז)	קוד שירות ההידרולוגי	שם מעין
קוד שירות ההידרולוגי	שם קידוח	קוד רשות המים	שם מתקן				
					משחרר	1230	כברה (בצת)
27516702	מק יערה 2						
27416801	מק יערה 1						
27617701	מק שמרה 6						
27717701	מק שמרה 4						
27717901	מק שמרה 3						
27516601	מק יערה 6						
27516701	מק יערה 5						
27516801	מק יערה 4						
27517001	מק יערה 3						

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל - הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com

נספח 4.2

מבנה מערכת DSS - דוחות ברמת ניתוח מרחבי

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 355 מתוך 360

P:\Maim-Division\HYDROLOG\pro-240120- תוכנית אב לאספקת מים -
הגשה לדוח מסכם תוכנית אב מים לטבע \Management\Report\Final report
27.11.2014.docx

27/11/14

מקבוצת קרדן



ניתוח מרחבי: דו"ח כללי



דו"ח כללי - רמה ארצית

זמינות נתונים											
קוד רט"ג	שם מקווה מים	X	Y	נחל	אגן ניקוז	אגן מי תהום	אזור תכנון	סוג בית גידול	אתר ייחוס אקולוגי	אקולוגיים	הידרולוגיים
1	נחל כזיב עליון- חב	231556	768171	כזיב	כזיב	גליל מערבי	גליל מערבי	נחל הררי עונתי	נחל הררי צר	אין נתונים	אין נתונים
2	נחל פקיעין	229932	765945	פקיעין	כזיב	גליל מערבי	גליל מערבי	קטע נחל מוזן מנביעות	נחל הררי צר	אין נתונים	אין נתונים
3	נחל צלמון - מקטע	239871	759550	צלמון	צלמון	כנרת	כנרת	קטע נחל מוזן מנביעות	נחל הררי צר	מצב קיים + היסטורי	אין נתונים
297	ביצת נב - אירוס ה	274866	749111	-	-	כנרת	ירדן דרומי	ביצה עונתית	לא מוגדר	נתונים חלקים	אין נתונים
298	עיינות נוטרה	260598	775957	-	-	כנרת	כנרת	מעין יציב	לא מוגדר	אין נתונים	אין נתונים
299	עיינות פחם	277535	764052	-	-	כנרת	כנרת	אחו לח	לא מוגדר	אין נתונים	אין נתונים
300	נחל בצת עליון	220545	775378	בצת	בצת	גליל מערבי	גליל מערבי	קטע נחל מוזן מנביעות	נחל הררי צר	מצב קיים + היסטורי	נתונים חלקים
301	אחו גונן	260701	781898	-	-	כנרת	כנרת	ביצה קבועה	לא מוגדר	אין נתונים	אין נתונים
302	עין נמפית	210407	754170	-	-	גליל מערבי	גליל מערבי	בריכה מוזנת ממעין	לא מוגדר	נתונים חלקים	אין נתונים
303	עין ארובות	202330	709820	-	-	ירקון - תינים	חוף צפוני	בריכה מוזנת ממעין	לא מוגדר	נתונים חלקים	אין נתונים
304	נחל כזיב מקטע תי	223667	772048	כזיב	כזיב	גליל מערבי	גליל מערבי	נחל הררי איתן	נחל הררי צר	אין נתונים	נתונים חלקים
305	נחל גלבון	261655	772161	גלבון	ירדן עליון	כנרת	כנרת	נחל הררי איתן	נחל הררי בינוני	מצב קיים + היסטורי	אין נתונים

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



עמוד 356 מתוך 360

27/11/14

מקבוצת קרדן

ניתוח מרחבי: דו"ח אקולוגי

מייעגים מקרה כאשר 10 רכיבי המדד מתוך 10 הינם זמינים 100% (*)
מייעגים מצב אקולוגי היסטורי 100% (**)

דו"ח אקולוגי - רמה ארצית

ערכיות אקולוגית						
קוד רט"ג	שם מקווה מים	מדד הערכיות	רמת שלמות המידע, % (*)	רמת עמידה בקריטריונים אקולוגיים, % (**)	רמת שיקום מומלצת	חלופת שיקום נבחרת
1	נחל כזיב עליון- חביז					
2	נחל פקיעין					
3	נחל צלמון - מקטע עליון					
297	ביצת נב - אירוס ה.	0.23	70%	0%		
298	עיינות נוטרה					
299	עיינות פחם					
300	נחל בצת עליון	0.23	70%	10%	3	1
301	אחו גונן					
302	עין נמפית	0.43	70%	0%		
303	עין ארובות	0.24	50%	0%		
304	נחל כזיב מקטע תי	0.37	70%	0%		
305	נחל גלבון					



ניתוח מרחבי: דו"ח הידרולוגי



דו"ח הידרולוגי - רמה ארצית

מעב הקיים - נפחי מים חודשיים, באלמ"ק (ממוצע של 20 שנים האחרונות)													פערים הידרולוגים להשלמה - נפחי מים חודשיים, באלמ"ק (בין מעב הקיים לבין דרישת מים בחלופת שיקום נבחרת)													חלופת שיקום נבחרת	נחל	אתר ייחוס אקולוגי	שם מקווה מים	קוד רט"ג							
שני	ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	פברואר	ינואר	דצמבר	נובמבר	אוקטובר	שני	ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	פברואר	ינואר	דצמבר	נובמבר	אוקטובר												
-288	(26.15)	(25.43)	(26.34)	(18.00)	(21.93)	(27.49)	(36.96)	(7.74)	(25.30)	(23.41)	(24.57)	(25.14)	349	8.65	11.73	15.70	21.04	36.22	59.64	68.34	61.46	32.12	14.06	9.56	10.16	1	נחל הררי צר כיב	נחל כיב עליון - חב	נחל כיב עליון - חב	1	נחל כיב עליון - חב						

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com • פקס: 03-6924608 • טל" 03-6924616 • תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה •



עמוד 358 מתוך 360

27/11/14

ניתוח מרחבי: דו"ח ערכיות משולבת



דו"ח ערכיות משולבת - רמה ארצית

קוד רט"ג	שם מקווה מים	ציון ערכיות אקולוגית	ניהול משק המים			שיקולים חיצוניים			שימושי ציבור	
			מצב משק המים - אוגר ואילוצים הנדסיים	זמינות הפתרון ההנדסי	ניהול נגר והסדרת הנחל	שיקולים כלכליים	שיקולים גיאופוליטיים	חשיבות בינ"ל	היבטיים-תיירותיים-קטי, נופש ונגישות	ערכיות נופית
1	נחל כזיב עליון- חביז									
2	נחל פקיעין									
3	נחל צלמון - מקטע עליון									
297	ביצת נב - אירוס ה.	1.14							0.23	
298	עיינות נותרה									
299	עיינות פחם									
300	נחל בצת עליון	1.14	5.00	3.25	-999.00	4.00	-999.00	-999.00	4.75	0.23
301	אחו גונן									
302	עין נמפית	2.14								0.43
303	עין ארובות	1.20								0.24
304	נחל כזיב מקטע תי	1.86								0.37
305	נחל גלבון		4.25	2.67	-999.00	3.75	-999.00	-999.00	4.25	

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com



ניתוח מרחבי: דו"ח מסכם



רמה ארצית

דו"ח מסכם -

נפח מים שנתי, במל"ק				זמינות נתונים						
חלופת שיקום נבחרת = 3 שיחזור מלא	חלופת שיקום נבחרת = 2 שיחזור חלקי	חלופת שיקום נבחרת = 1 שיקום	מצב קיימ	ערכיות משולבת	ערכיות אקולוגית	הידרולוגיים	אקולוגיים	אתר ייחוס אקולוגי	שם מקווה מים	קוד רט"ג
			-			אין נתונים	אין נתונים	נחל הררי צר	נחל כזיב עליון- חביז	1
			-			אין נתונים	אין נתונים	נחל הררי צר	נחל פקיעין	2
			-			מצב קיים + היסטורי	אין נתונים	נחל הררי צר	נחל צלמון - מקטע עליון	3
			-		0.23	אין נתונים	נתונים חלקים	לא מוגדר	ביצת נב - אירוס הביצות	297
			-			אין נתונים	אין נתונים	לא מוגדר	עיינות נוטרה	298
			-			אין נתונים	אין נתונים	לא מוגדר	עיינות פחם	299
0.896	0.804	0.637	0.349	0.42	0.23	מצב קיים + היסטורי	נתונים חלקים	נחל הררי צר	נחל בצת עליון	300
			-			אין נתונים	אין נתונים	לא מוגדר	אחו גון	301
			-		0.43	אין נתונים	נתונים חלקים	לא מוגדר	עין נמפית	302
			-		0.24	אין נתונים	נתונים חלקים	לא מוגדר	עין ארובות	303
			-		0.37	אין נתונים	נתונים חלקים	נחל הררי צר	נחל כזיב מקטע תיכון	304
			-			מצב קיים + היסטורי	אין נתונים	נחל הררי בינוני	נחל גלבון	305

תהל מהנדסים יועצים בע"מ • תכנון המים לישראל בע"מ • רח' יהדות קנדה 5 אור יהודה מיקוד 6037505 www.tahal.com
 תהל ישראל – הידרוגיאולוגיה וסביבה • טל" 03-6924616 • פקס: 03-6924608 • דוא"ל: lumelsky-s@tahal.com

