

NAHAL TZIPORI נחל ציפורי وادي الملك



מדד איכות מורפולוגית - נחל ציפורי

מצב קיים 13.3.22



מדד איכות מורפולוגי (MQI) | תוכן עניינים



פרק	תת פרק	עמוד
1. מבוא	1.1 מטרות הסקר	3-4
2. שיטות	2.2 שטח המחקר	5
	2.3 חלוקה למקטעים	6
	2.4 יישום משתני המדד (MQI)	7
3. תוצאות	3.1 מורפולוגיה	8
	3.2 מדדי תפקוד	9-14
	3.3 מדדי מלאכותיות	15-18
	3.4 מדדי שינוי תבנית הערוץ	19
	3.5 ניקוד לפי מדד MQI	20-22
4. דיון והמלצות	4.1 דיון	23-25
	4.2 המלצות	26-28



שיטות למדידה והערכה הידרומורפולוגית של נחלים הפכו לנדבך חשוב בהבנת מצב הנחל, בהתחשב בהשפעות האדם על שינויים בזרימת הנחלים, הסעת סדימנטים, מורפולוגית הערוץ, ותזוזה רוחבית של הנחל במישור ההצפה. מדד האיכות המורפולוגית (Morphological Quality Index - MQI) הינו מדד להערכה מורפולוגית של נחלים אשר פותח במקור באיטליה ובהמשך הותאם למגוון מורפולוגי רחב המצוי בנחלים בעולם.

על מנת לחזק את היתרונות האקולוגיים ובכדי ליצור התאמה בין משתנים גיאומורפולוגיים ואקולוגיים, הקמנו קבוצה רב-תחומית החולקת תחנות ניטור בהן המידע עבור כל תחום נאסף באותו מקום וזמן. בשיתוף פעולה מחקרי נמדוד משתנים הקשורים לאקולוגיית הצומח, גיאומורפולוגיה, איכות מים, וביולוגיה מימית. יישמנו את מדד ה-MQI בנחל ציפורי בין יולי לאוקטובר 2021 על מנת לאפיין את המצב הגיאומורפי הקיים וכדי לזהות גורמים היוצרים הפרעה לתהליכים נחליים.

ניתוח תוצאות ה-MQI מסייע בזיהוי פעולות הנחוצות לשיקום היבטים ספציפיים של המערכת האקולוגית הנחלית, כגון איכות המים, צמחיית נחלים מקומית, ומאפיינים פיזיים של הנחל, כמו גם פיתוח ואימוץ תכנית לאומית לשיפור ניהול הנחלים תחת מגוון רחב של לחצים. דו"ח זה מסכם את תוצאות מדד ה-MQI ב-19 תחנות ניטור רב-תחומיות שנדגמו ביולי 2021.

1.1 מטרות הסקר

מטרת הסקר היא לאפיין את המצב הקיים בנחל ציפורי ולספק תכנית שיטתית להערכת היעילות של פעולות שיקום המבוצעות כחלק מפרויקט השיקום של יד הנדיב. נפעל לזהות קטעי נחל בהם קיימת פגיעה בתהליכים הפלוביאלים, כגון הסעת סחף וזרימת מים, ניתוק פשט ההצפה מהנחל, סחיפת גדות מאסיבית, פגיעה במערכת האקולוגית בגדות הנחל, והתדרדרות באיכות המים. המטרות כוללות:

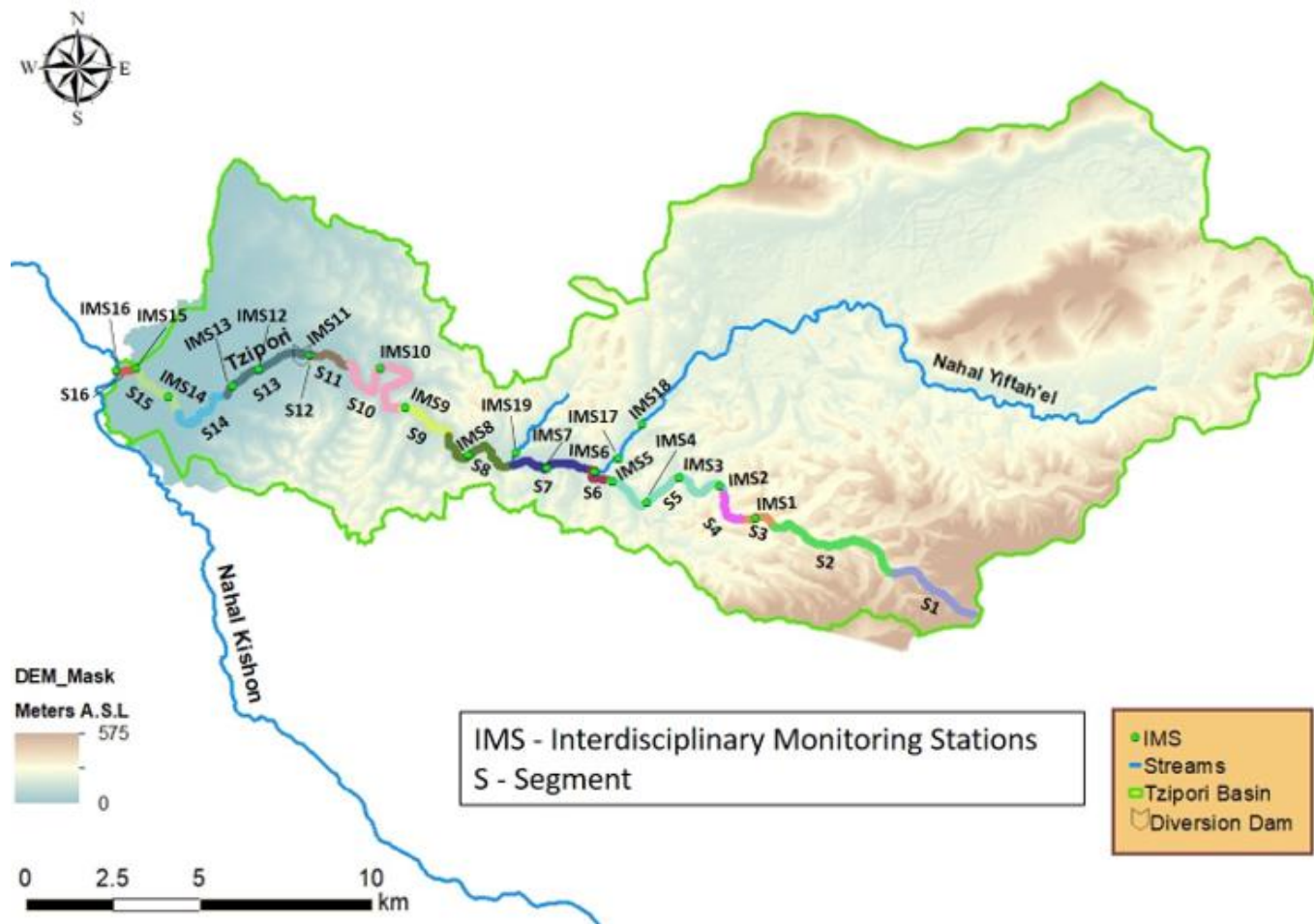
1. יצירת קו מנחה עדכני (2021) על מנת לאפיין את המצב הגיאומורפולוגי הקיים בנחל.
2. לאפשר הערכה של פעולות שיקום המתבצעות במשך חמשת שנות הפרויקט.
3. לנתח נתונים על מנת להעריך את השינויים שחלו בנחל ציפורי מאז הדיגום הראשוני ב-2017.
4. לפרש את הנתונים יחד עם הצוות האקולוגי בכדי להבין את יחסי הגומלין בין הגיאומורפולוגיה לאקולוגיה ולהגדיר משתנים המסבירים יחסים אלו.
5. לספק תובנות והמלצות מתמשכות לצוות התכנון בנוגע לתפקוד הנחל על בסיס תוצאות המחקר, בכדי לתמוך במטרות השיקום של הפרויקט.

מטרתנו היא להדגים יחד עם צוות המחקר תהליך דו-כיווני להכוונת המחקר לפי הצרכים להשלמת פערי ידע מחד, ומאיך לספק מידע קריטי הנחוץ לתעדוף אזורים לשיקום, בראייה המשקללת ניהול הצפות, חקלאות, בריאות אקולוגית, ואיכות מים טובה.



2.1 שטח המחקר

אגן נחל ציפורי מתפרש על פני 309 קמ"ר בגליל התחתון. נחל ציפורי זורם מערבה מהרי נצרת, לאורך כ-33 ק"מ עד למפגש עם נחל הקישון (איור 1). בנוסף לישום מדד ה-MQI לכל אורכו של נחל ציפורי, הוספנו שניים מיובוליו של נחל ציפורי לדיגום: יובלו הראשי – נחל יפתחאל, ויובל בשם אום חאמיד. המסלע במעלה האגן מורכב מקירטון וחואר מתקופות הסנון והאאוקן, ובמורד מאופיין בעמק אלוביאלי בעמק זבולון (מפה גיאולוגית, 1991). כמות המשקעים השנתית הממוצעת היא 565 מ"מ, כאשר אירועי המשקעים תורמים כ-6 מלמ"ק בשנה בנוסף לזרימת הבסיס הקבועה. הצפות לרוב מוגבלות לסביבה החקלאית הקרובה לנחל המרכיבה כ-46% משטח אגן הניקוז. מעיינות תת-קרקעיים מאפשרים זרימת בסיס קבועה בנחל של מלמ"ק בשנה, ונוספים לנחל מים בכמות דומה מנחל יפתחאל. המקטע האכזב של הנחל באזור ההררי זורם רק בעת אירועי גשם.



2.2 חלוקה למקטעים

חלוקת נחל ציפורי למקטעים ואפיון יחידות מרחביות בוצעו תחילה לפי התכנית ההידרומורפולוגית REFORM, ועודכנה בהמשך על ידי ועדת התכנון. במקטעים השונים נבחרו מיקומים לתחנות ניטור רב-תחומיות (Interdisciplinary Monitoring Stations – IMS) והמשתנים של מדד ה-MQI נבדקו לאורך קטע ערוץ של 400 מ' בתוך כל מקטע באזור תחנת הניטור (IMS). הערכת התנאים הגיאומורפיים בוצעה לאחר ישום מדד ה-MQI. על פי משתנים אלו כל מקטע נחל מקבל ציון כולל המבטא את מצבו הקיים ביחס למצב טבעי, כך שציון נמוך מבטא הפרה משמעותית בנחל וציון גבוה משמעותו שהתנאים ההידרומורפולוגיים בנחל קרובים למצב טבעי. הדיגום הראשוני (2017-2018) בדק את התאמתו של מדד ה-MQI לתנאים השוררים בנחלי ישראל, וכתוצאה מבדיקה זו עדכנו את המדד על ידי הוספת משתנים המתארים את התנאים המקומיים ומותאמים לצרכי הניהול הקיימים, יחד עם יצירת בסיס מידע לתיאור המצב "טרום הפרויקט".

תחנת IMS	מקטע	נחל	אתר	X	Y
1	3	ציפורי	מורד עינות ציפורי	35.268	32.736
2	5	ציפורי	מורד ספוריה	35.257	32.744
3	5	ציפורי	שמשית הסוללים	35.244	32.746
4	5	ציפורי	זרזיר	35.233	32.739
5	5	ציפורי	מעלה בביש 77	35.223	32.745
6	6	ציפורי	מורד כניסת יפתחאל	35.218	32.748
7	7	ציפורי	חג'אג'רה	35.203	32.749
8	8	ציפורי	כעביה	35.179	32.752
9	9	ציפורי	מורד עין יבקע	35.159	32.764
10	10	ציפורי	ראס עלי	35.152	32.775
11	12	ציפורי	מעלה סכר המאליק	35.129	32.778
12	13	ציפורי	מורד סכר המאליק עליון	35.114	32.774
13	13	ציפורי	מורד סכר המאליק תחתון	35.106	32.770
14	15	ציפורי	מעלה כניסת תעלת ההגנה	35.087	32.767
15	16	ציפורי	מורד כניסת תעלת ההגנה	35.076	32.774
16	16	ציפורי	מעלה מפגש קישון	35.071	32.774
17		יפתחאל	מעלה בביש 79	35.232	32.760
18		יפתחאל	שמורה	35.225	32.751
19		אום חמיד	מעלה מפגש ציפורי	35.193	32.753

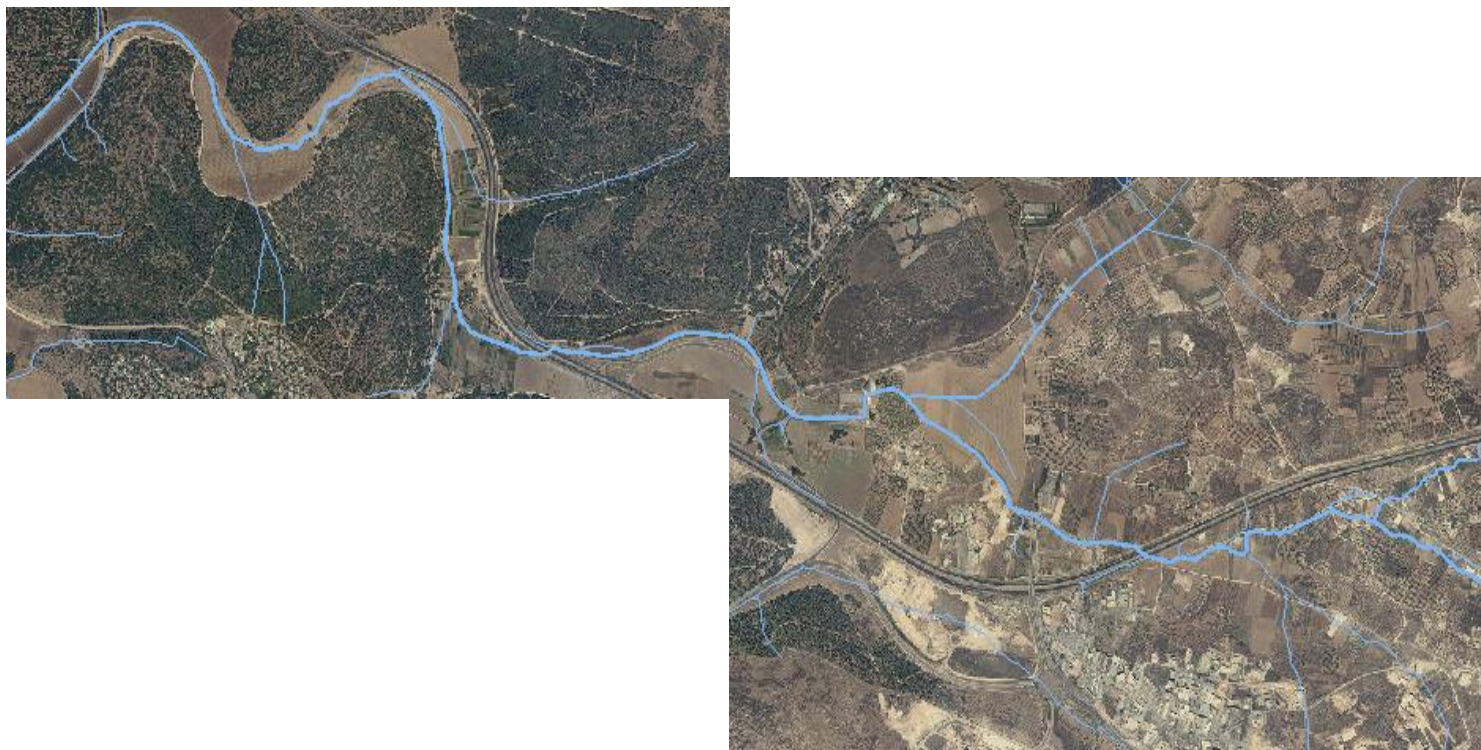
2.3 יישום משתני מדד ה-MQI

הערכת התנאים הגיאומורפיים בוצעה לאחר ישום מדד ה-MQI. על פי משתנים אלו כל מקטע נחל מקבל ציון כולל המבטא את מצבו הקיים ביחס למצב טבעי, כך שציון נמוך מבטא הפרה משמעותית בנחל וציון גבוה משמעותו שהתנאים ההידרומורפולוגיים בנחל קרובים למצב טבעי. הדיגום הראשוני (2017-2018) בדק את התאמתו של מדד ה-MQI לתנאים השוררים בנחלי ישראל, וכתוצאה מבדיקה זו עדכנו את המדד על ידי הוספת משתנים המתארים את התנאים המקומיים ומותאמים לצרכי הניהול הקיימים, יחד עם יצירת בסיס מידע לתיאור המצב "טרום הפרויקט".

ביצענו סקר נוסף (2021) על מנת להגדיר מחדש את הבסיס הגיאומורפי, לפי מיקום תחנות הניטור (IMS). נתונים אלו ישמשו להעריך את השינויים באיכות המורפולוגית בנחל ציפורי כתגובה לפעולות שיקום שבוצעו מאז 2017 ולפעולות שיקום עתידיות. בכל תחנת ניטור מדדנו שני חתכי רוחב במרחק של 50 מ' אחד מהשני בכדי להגדיר את מורפולוגיית הערוץ ולהעריך מאפיינים מורפולוגיים נקודתיים, הכוללים רוחב ועומק הערוץ, גובה ושיפוע גדות, שיפוע תשתית וגובה מפלס המים. משתנים אלו נדגמו ב-18 מיקומים ונמדדו סה"כ 36 חתכים. במורד הנחל סמוך למפגשו עם הקישון, הנחל עמוק ורחב מידי למדידה ישירה ולכן לא נמדדו חתכים בנקודה זו (IMS 16). מיקום מדידת החתכים התחשב במאפיינים גיאומורפיים ספציפיים ותכונות נוף בעלות ערך אקולוגי. ניתוח מאפיינים גאולוגיים, טופוגרפיים, וגאומורפולוגיים בוצע בעזרת תצלומי אוויר (משרד החקלאות, 2016), שריג גבהים דיגיטלי (2014), ו-LiDAR (2018), המאפשרים זיהוי של תבליט פני השטח.

פרמטר	שיטה
F1: רציפות אורכית של זרימת סדימנטים וצומח מעוצה	תצפיות שטח
F2: המצאות פשט הצפה עכשוי	מדידות RTK
F4: נסיגת גדות	תצפיות שטח
F5: נוכחות מסדרון בעל פוטנציאל לסחיפה	תצפיות שטח
F7: תבניות הערוץ	ניתוח תצ"א
F8: נוכחות תצורות פלוביאליות טיפוסיות בפשט ההצפה	תצ"א ואת היסטוריות ועכשויות, תצפיות שטח
F9: שונות בחתך	מדידות RTK
F10: מבנה התשתית	תצפיות שטח
F11: המצאות צומח מעוצה בערוץ	תצפיות שטח
F12: רוחב הצמחיה הפונקציונלית	תצפיות שטח
F13: תפרושת אורכית של צמחיה פונקציונלית	תצפיות שטח
A1-A4: הפרה של זרימת המים והסדימנט בקטע ובמעלה	תצפיות שטח
A5: מתקני חצייה	תצפיות שטח
A6: ייצוב גדות	תצ"א, תצפיות שטח
A7: סוללות מלאכותיות	תצפיות שטח
A8: שינויים מלאכותיים בנתיב הזרימה	תצ"א ואת היסטוריות ועכשויות
A9: מתקני ייצוב אחרים	תצפיות שטח
A10-A11: הסרת סדימנטים וצמחיה	תצפיות שטח
A12: ניהול צמחיה	אין תיעוד
CA1: שינויים בתבנית הערוץ	אין תיעוד
CA2: שינויים ברוחב הערוץ	לא ניתן לזיהוי כתוצאה מנחלים קטנים
CA3: שינויים בגובה התשתית	לא ניתן לזיהוי כתוצאה מנחלים קטנים

המשתנים הנמדדים ושיטות המדידה המתאימות לנחלי ישראל



מתוך govmap

3.1 מורפולוגיה

עם ביצוע ה-MQI ב-2021 נחל ציפורי חולק ל-16 מקטעים (S) ובהם 16 תחנות ניטור על הערוץ הראשי של הנחל. בנוסף, שלוש תחנות ניטור נקבעו על שניים מיובליו של הנחל: שתי תחנות בנחל יפתחאל ותחנה באום חאמיד. המורפולוגיה הדומיננטית היא של ערוץ ישר, בעל נתיב זרימה אחד, עם מדד פיתוליות של 1.0-1.6, ונפתול גדול אחד (S10). מורפולוגיה של ערוץ משתרג (S9) נבנתה לפני 5 שנים בשני אתרים בהם בוצע פרויקט שיקום, על מנת להגדיל את מגוון המינים הביולוגי בנחל. מניתוח הנתונים עולה שנחל ציפורי ברובו זורם בעמק פתוח ומישור ההצפה האלוביאלי הינו רציף. בקטעים בודדים הנחל גובל במדרון בגדה אחת (S4, S9, S10) או עבר התחתרות משמעותית והתעמקות של תשתית הנחל (S3-4, S12-15).

3.2 ניתוח משתנים של מדד ה-MQI: תפקוד

רציפות אורכית של זרימת המים, הסדימנט, והצמחיה המעוצה בנחל

הרציפות האורכית של זרימת המים, הסדימנט, והצמחיה המעוצה בנחל הופרה מאוד בעשורים האחרונים. ההפרה המשמעותית ביותר כוללת: העברת הנחל במובל סגור מתחת לרחוב בריינה (S1, תמונה א), סכר הטייה (S13), ומבנה בטון החוצה את הנחל (S15), תמונה ב) שמטרתו לאפשר שאיבה מהנחל, יוצרים הפרה משמעותית ברציפות האורכית הכוללת אי-רציפות במאפייני תשתית הנחל, ומהווים מכשול למעבר סדימנטים וצמחיה מעוצה הזורמים בנחל (תמונה ה, ו). מתקני חצייה אחדים (S2, 8S – תמונה ג) והסכר של השירות ההידרולוגי (לדוגמה S5 תמונה ד) יוצרים הפרה פחותה אך עדיין משפיעים על רציפות הזרימה ומגבירים את הסיכון להצפות. הפרעות אלו מקטינות את יעילות הסעת הסדימנטים. בנוסף, הקישוריות ההידראולית נפגעת כתוצאה משאיבות מים לא חוקיות מהנחל ולחצים אנתרופוגניים המדלדלים את מקורות המים והמעיינות המספקים מים לנחל, בעיקר במקטעים 9-10. מעלה הנחל (S1, S2) הינו אכזב והזרימה בו מוגבלת לעיתות הגשמים. נחל יפתחאל תורם לזרימה בנחל ציפורי ומשפר את הקישוריות ההידרולוגית בנחל ציפורי לאחר מפגש הנחלים (S7).

מכשולים לרציפות האורכית של זרימת המים, הסדימנט, והצמחיה המעוצה בנחל





פשט הצפה עכשווי



סימני דריכה של בעלי חיים וארוזיית גדות

פשט הצפה עכשווי

כתוצאה מהתחתרות בנחל במיקומים מסויימים פשט ההצפה מנותק מהנחל (S3 במעלה, IMS1, S4, S6, S11-14). בחלק מהמקטעים הבחנו בהתפתחות עכשוית של פשט הצפה צר ו/או מנותק.

ארוזיה ונסיגת גדות

לאורך מרבית הערוץ ניתן לראות סימני ארוזיה ונסיגת גדות. ארוזיית הגדות מושפעת מאוד מחקלאות ורעייה המתקיימים בסמוך לנחל ובתוכו והתוצאות ניכרות במיוחד במוקדים ספציפיים בהם מעבר קבוע של עדרים (S10, IMS19). גדות נחל ציפורי לכל אורכו מורכבות חומר טבעי פרט למקטע אחד (S4) בו יש גדות מלאכותיות. לא נצפתה קריסת גדות נרחבת לאורך הנחל. בקטעי נחל חתורים נצפתה התבססות צמחיה והתייצבות הגדות, למרות שבגדות תלולות וחשופות נצפתה לעיתים התמוטטות גדות (פחות מ-5% בכל מקטע שהוא). תזוזה אופקית של הנחל מוגבלת על ידי החקלאות, המבססת את ערוץ הנחל במקומו ומונעת תהליכים פלוביאליים טבעיים שעשויים להגדיל את הפיתוליות.



דגם הנחל, מאפיינים פלוביאליים, ורוחב הערוץ

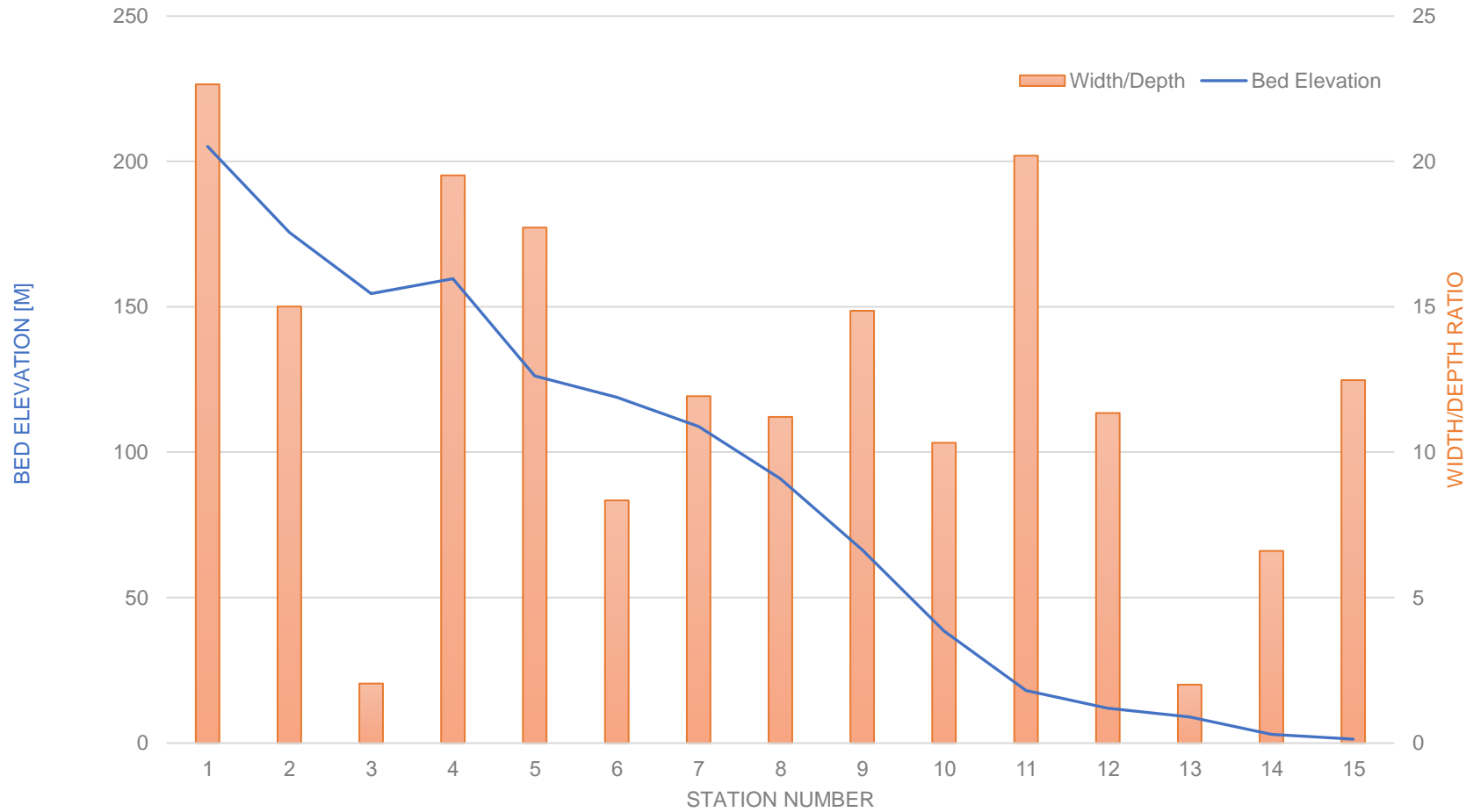
נחל ציפורי הוא מדגם של ערוץ זרימה יחיד, בעיקרו ישר ומעט פיתולי, מעט מופעים של Riffle-pool, משארי חול וחצץ, ונפתול גדול אחד התואמים את הטיפולוגיה המורפולוגית הפתוחה האופיינית במישורים עם שיפועים קטנים. ניתוח של תצלומי אוויר משנת 1945 (CA1) מגלה אגם משאר קטן היסטורי עם ביצה קטנה (S15) שנשארה עד היום. מספר מעיינות מזינים את חלקו האיתן של הנחל (S1, S3, S8). שיקום מתוכנן במספר אזורים שבעבר כנראה היו ביצות עונתיות (S3, S8) בעלות חשיבות גיאומורפולוגית, הידראולית, ואקולוגית, כולל מאגר נטוש במפגש הנחלים ציפורי-יפתחאל.



פעולות שיקום מהשנים האחרונות הרחיבו את ערוץ הנחל (S3 במחלף החדש, S5). רוחב הערוץ הממוצע לכל אורך הנחל הוא 9.8 מ' ונע בין 0.6 ל-31.2 מ'. חישבנו את יחס הרוחב לעומק עבור על מקטע על מנת להעריך את אנרגיית הזרימה בנחל. לנחל חסר הגידול הלינארית הטיפוסי ביחס רוחב-עומק כתגובה לעליה בכמות המים בכיוון המורד, כתוצאה ממורפולוגית הערוץ המלאכותית במורד סכר הטייה. רום תשתית הערוץ נע בין 3-320 מ' מעל פני הים.

מורפולוגיית הערוץ הותאמה בעבר להכיל אירוע שיטפוני המתרחש בהסתברות 10% בכדי להקטין נזקי הצפות בשטחים החקלאיים, מה שגרם לקיטוע פשט ההצפה, צמצום השקעת סדימנטים, הסרה של צמחיית גדות מקומית, ולהשפעה שלילית על תהליכים פלוביאליים.

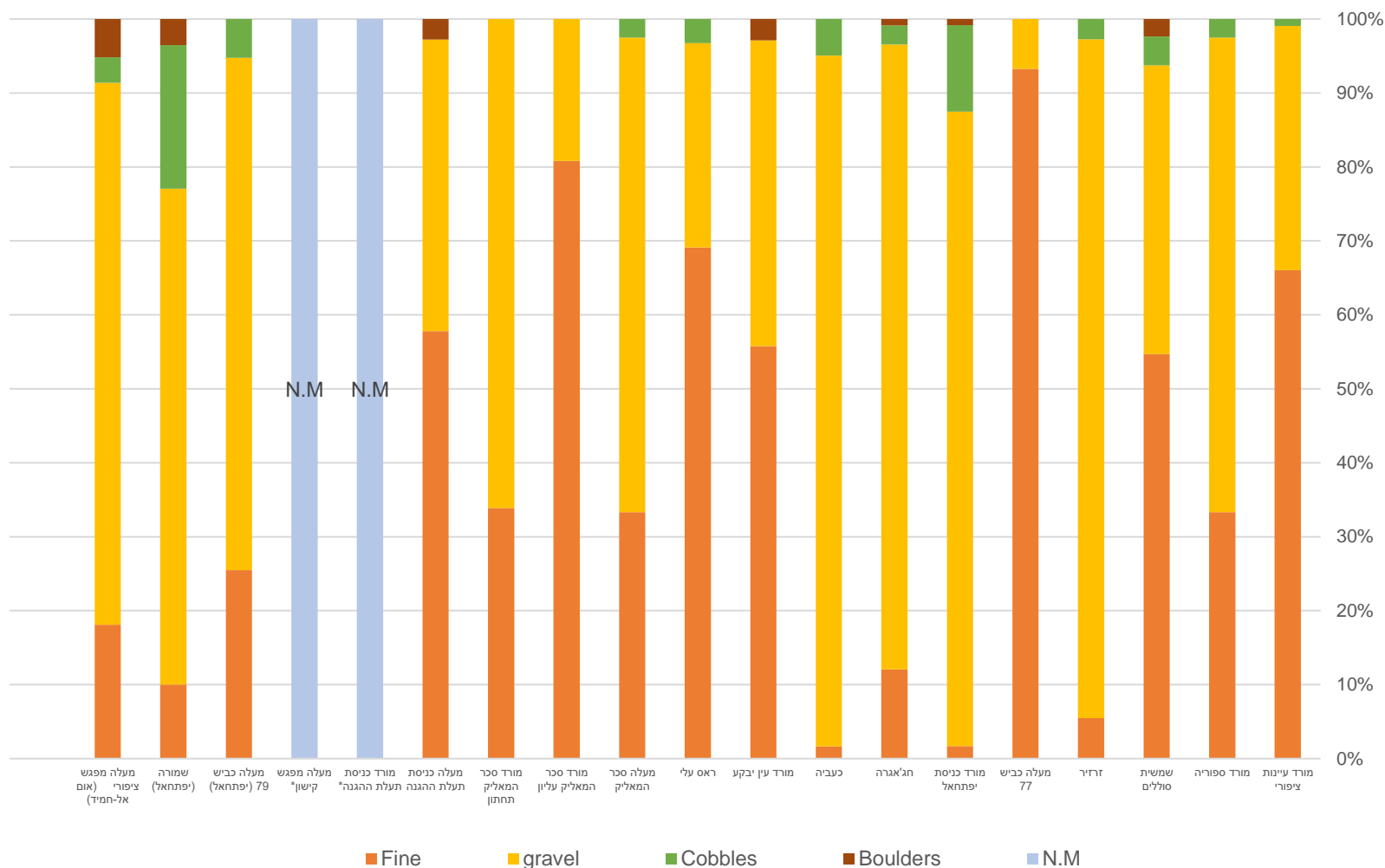
הרחבת הערוץ בעת פעולות שיקום מקטינה את אנרגיית המים ויוצרת בריכות שיקוע לסדימנטים



יחס רוחב לעומק במקטעים השונים לאורך נחל ציפורי



Grain Size Distribution By Station



מבנה תשתית הנחל

מבנה התשתית הטבעי של נחל ציפורי הוא חצאי מעורב עד לאזור המורד האלוביאלי. מבנים מורפולוגיים אופייניים כגון riffle-pool נצפו לעיתים. בקטעים מסויימים נצפתה סתימה או כיסוי מלא של התשתית על ידי סדימנט דק גרגר, בעיקר במורד האזורים בהם בוצע לאחרונה שיקום (תחנות ניטור 1, 3, 5).

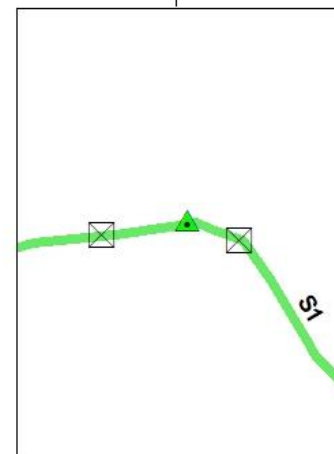
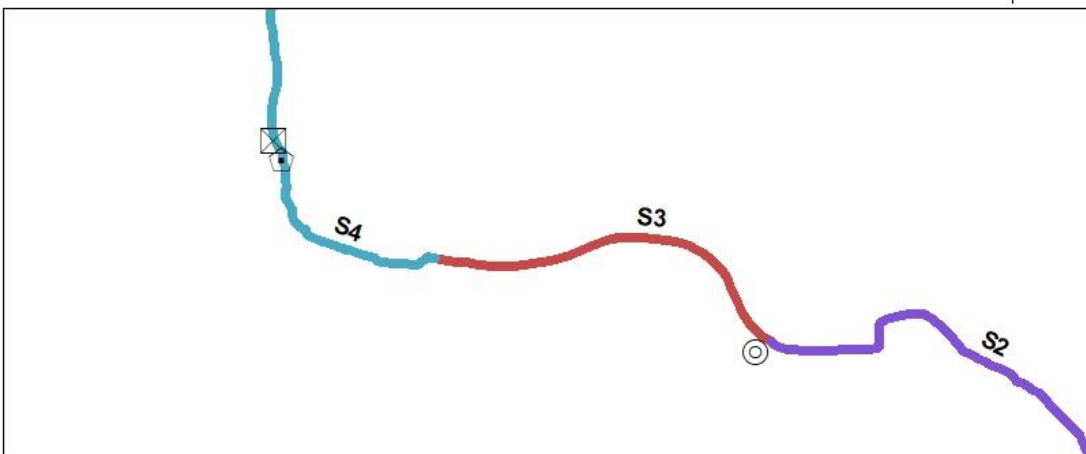
התפלגות גודלי גרגר בתחנות הניטור השונות





צמחיית גדות: רוחב תפקודי וקישוריות אורכית

מינים בודדים של צמחיה מעוצה נמצאו בגדות הנחל לכל אורכו. מצאנו אי-רציפות אורכית ורוחבית בצמחיית הגדות, כאשר במרבית המקומות הצומח הטבעי הינו פחות מ-10% מהקטע הנבדק, ובקטעים מסויימים צמחיית גדות אינה קיימת כלל. במורד מפגש הנחלים ציפורי-יפתחאל (S7-8) מצוי עירוב של עצי ערבה ושיחים המספק בית גידול בעל ערך אקולוגי ובו נמצא המקטע הארוך והרחב ביותר בו צמחיית הגדות תפקודית ואינה מקוטעת. במקטעים המוקפים בחקלאות אינטנסיבית איכות צמחיית הגדות היא הנמוכה ביותר, ובחלקם אין צמחיה מקומית סמוך לנחל. בקטע הנחל העובר במעביר מים מתחת לכביש במקטע 1 אין צמחיה בסמוך לזרימה כלל. רעייה אינטנסיבית גורמת להתדרדרות צמחיית הגדות, כאשר מקטעים 9-10 ותחנת ניטור 19 הם המושפעים ביותר מרעייה. סקר צומח נרחב שבוצע ב-2018 על ידי פרופ' מרסלו שטרנברג כחלק מהגדרת מצב הבסיס קבע כי הצמחייה לאורך מרבית הנחל היא במצב ירוד ומספקת שירותי מערכת מינימליים ביותר. מספר פרויקטים בוצעו במטרה לשקם את צמחיית הגדות במסדרון הנחלי על ידי ניסוי שתילת הרכב מינים מקומי של רב שנתיים וחד שנתיים ליד עינות ציפורי (S3). במקטע 5 נעשה שינוי בצמחיית הגדות כחלק משיקום הנחל וניטעו אלונים בנוסף לאוכלוסיית הרב שנתיים המקומית.



3.3 ניתוח משתנים של מדד ה-MQI: מלאכותיות

(מבנים, גשרים, מעברי מים)

מיפינו מתקנים מלאכותיים והערכנו את השפעתם על תפקוד הנחל. משתנים המודדים את רמת ההתערבות המלאכותית מראים שלמרות שגדות הנחל ברובן מחומר טבעי, מתקנים מלאכותיים משפיעים לרעה על תפקוד הנחל, מונעים תזוזה רוחבית של הנחל בפשט ההצפה, משנים את משטר זרימת המים, הסדימנט והצמחיה המעוצה, ומפחיתים תהליכי השקעת סדימנט.

מפת מתקנים מלאכותיים בנחל ציפורי



שאיבות בלתי חוקיות מהנחל

שינויים בספיקת המים והסדימנט

במקטע המעלי ביותר והמורדי ביותר של נחל ציפורי קיימים מגוון מבנים מלאכותיים המפירים את המשטר ההידרולוגי בעוצמות שונות. סכר ההטייה (S11) ומבנה הבטון החוצה את הנחל (S15) מאפשרים שאיבת מים חוקית למאגרים על ידי הטיית הזרימה ומקטינים את הספיקה למורד. שאיבת מים בלתי חוקית משנה את זרימת הבסיס, מקטינה את הקישוריות בעונה היבשה, ומשפיעה באופן שלילי על בתי הגידול האקולוגיים. עם זאת, שאיבות אלו אינן משפיעות על הספיקות המשפיעות על תהליכי היווצרות הערוץ. זיהינו 22 משאבות מתוכן 13 מרוכזות לאורך קטע של 4.6 ק"מ (S10, S9, S8). למרות שישנו אישור חוקי לשאיבה בעת זרימות שטפוניות, שאיבה לא חוקית מתרחשת גם במשך העונה היבשה. הסטת מים למאגרים משנה את העוצמה, התכיפות, התזמון, משך הזמן והספיקה של זרימת המים בנחל. לא ניתן להעריך כמותית את השפעת השאיבות על הספיקה כיוון שלא קיימת מערכת מדידה במורד הנחל. בסקר שנערך ביולי 2021 עומק המים הממוצע שנמדד בנחל היה 19 ס"מ והוא נע בין 8 ל-50 ס"מ. במורד סכר ההטייה (S11), הנחל היה יבש במקרים רבים בין יוני לנובמבר למרות שנצפו מספר בריכות מנותקות מהנחל.



ב



א



ד

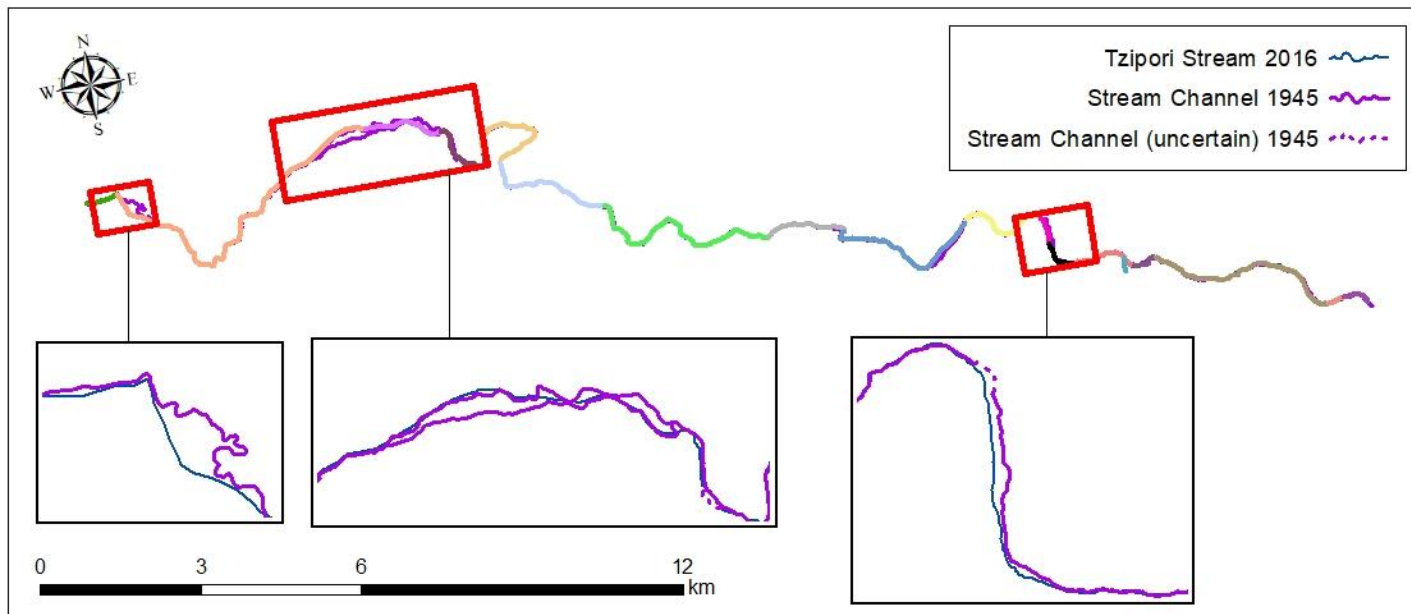


ג

מבני חצייה, תשתית נחל מלאכותית, ייצוב גדות, וסוללות

זיהינו 57 מבני חצייה (גשרים, מעבירים אירים, ומעבירים אחרים) שמשפיעים על תהליכים פלוביאליים ומהווים מכשול לזרימת מים, סדימנט, וצמחיה מעוצה, או יוצרים מכשול הידרולוגי המגביר את הסיכון להצפות, כאשר ההשפעה על שטף הזרימה נעה בין "נמוכה" ל"בינונית". המקטע היחיד בו גדות מלאכותיות הן באורך העולה על 33% מהקטע הנבדק, נמצא במעלה הנחל (S1), בריינה. מעבר הנחל במובל סגור מתחת לכביש אינו מאפשר כל תזוזה של הגדות ויוצר מכשול להסעת סדימנט וצמחיה מעוצה. קטע נחל באורך 80 מ' (S2) מובל בתעלת בטון בין מכלאות בעלי חיים ואורכו קטן מ-33% ממקטע זה. למרות שאין סוללות מהונדסות בנחל, החקלאים מקימים סוללות כהגנה מפני שטפונות ועושים שימוש באדמה ושאריות צמחיה, ורשות הניקוז משאירה חומר שהוצא מהקרקעית על גדות הנחל.

מבני חצייה וייצוב גדות המהווים הפרעה לזרימת הסדימנט והצומח המעוצה ברמה נמוכה (א) ובינונית (ב). ייצוב גדות (ג) וריצוף תשתית (ד) במקטע 2



ניתוח השוואתי של מיקומו ההיסטורי של ערוץ הנחל

שינויים מלאכותיים בנתיב הזרימה

בישראל, פעולות של הזזת ערוצי הנחלים לטובת הגדלת שטחים חקלאיים, פיתוח, ותשתיות הינן נפוצות. ניתוח תצלומי אוויר סייע בשרטוט ערוץ הנחל ההיסטורי ומדידת מרחק התזוזה. המקטעים המעלי והמורדי ביותר חוו את השינוי המשמעותי ביותר, הכולל את ישור הערוץ ואיבוד הפיתוליות הטבעית. עם בניית המאגר נבנה ערוץ לטובת פיתוח המאגר. בערוץ המלאכותי אין צמחיית גדות, הערוץ חתור ומנותק מפשט ההצפה, ומונע תהליכים נחליים, כגון תזוזה אופקית בפשט ההצפה.

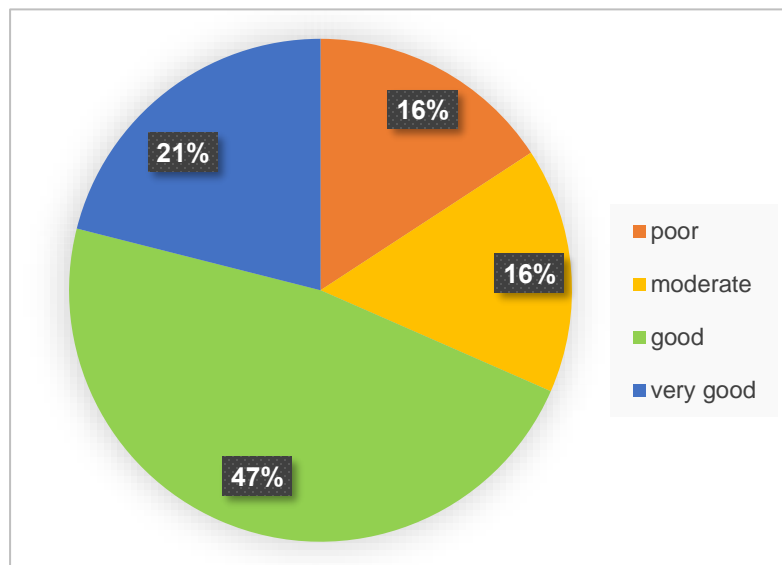
כריית סדימנטים והסרת עצים וצמחיה

לא מתקיימת כריית סדימנטים או בירוא יערות לאורך נחל ציפורי במהלך 100 השנים האחרונות. פעולות תחזוקה מינימליות מתקיימות רק בעת הצורך. לא קיימת תכנית להסרת צומח או כיסוח שנתי באופן קבוע, אך קיימת רעייה אינטנסיבית המצמצמת את צמחיית הגדות. מדד ה-MQI מתייחס לרעייה כאל הסרת צמחייה ולכן הציון שניתן למשתנה העוסק בהסרת צמחייה ניתן לפי עוצמת הרעייה באתר. ביובל אום חאמיד (תחנת ניטור 19) קיימת רעייה אינטנסיבית שמחסלת לחלוטין את הצמחייה במקום. גם תחנת ניטור 7 ומקטעים 9 ו-10 סובלים מלחץ רעייה כבד.



3.4 ניתוח משתנים של מדד ה-MQI: שינויים בתבנית הערוץ

כתוצאה ממחסור בנתונים היסטוריים השימוש במשתנים המתארים את השינויים בתבנית הערוץ מוגבל למשתנה הבודד CA1. טיפולוגיית הנחל ותבנית הערוץ השתנו כפי שתואר לעיל, אם כי ההפרעות לזרימה הפחיתו את הקישוריות והפיתוליות. המרחק לאורכו של הערוץ פחת מ-7,695 מ' (בשנת 1945) ל-6,741 מ' (2021), ומדד הפיתוליות ירד מ-1.6 ל-1.4. מה שמפחית תהליכי השקעת סדימנטים במורד. ריכוזי סדימנטים גבוהים מוסעים במהלך אירועי זרימה לקישון ומושקעים בנמל חיפה ובים תיכון. לא קיימים סכרים היסטוריים או פעולות כריית סדימנטים הגורמים לשינויים משמעותיים בגובה התשתית. שינויים קטנים בשיפוע זהו בפרופיל האורך של תשתית הנחל בהתאם למאפייני הערוץ, ותומכים בחלוקת המקטעים שנבחרה. לא זהו קיטועים משמעותיים בשיפוע הערוץ או שינויים בתבנית הערוץ.

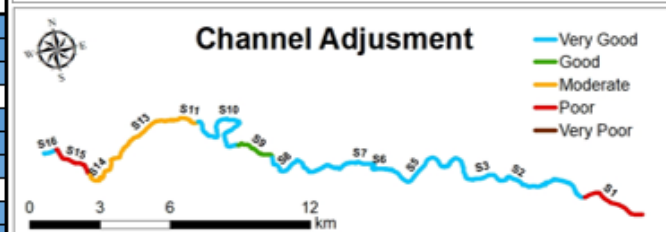
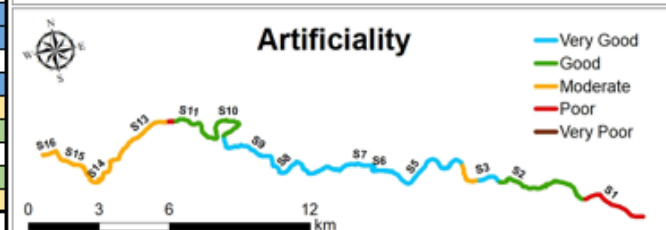
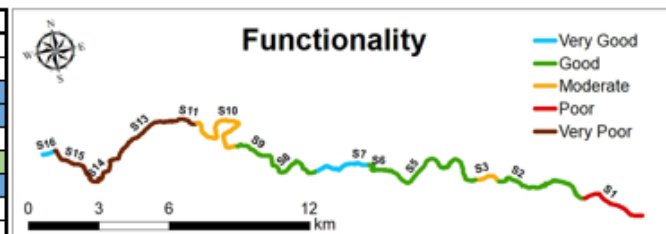


התפלגות תוצאות מדד ה- MQI עבור מקטעי הנחל השונים

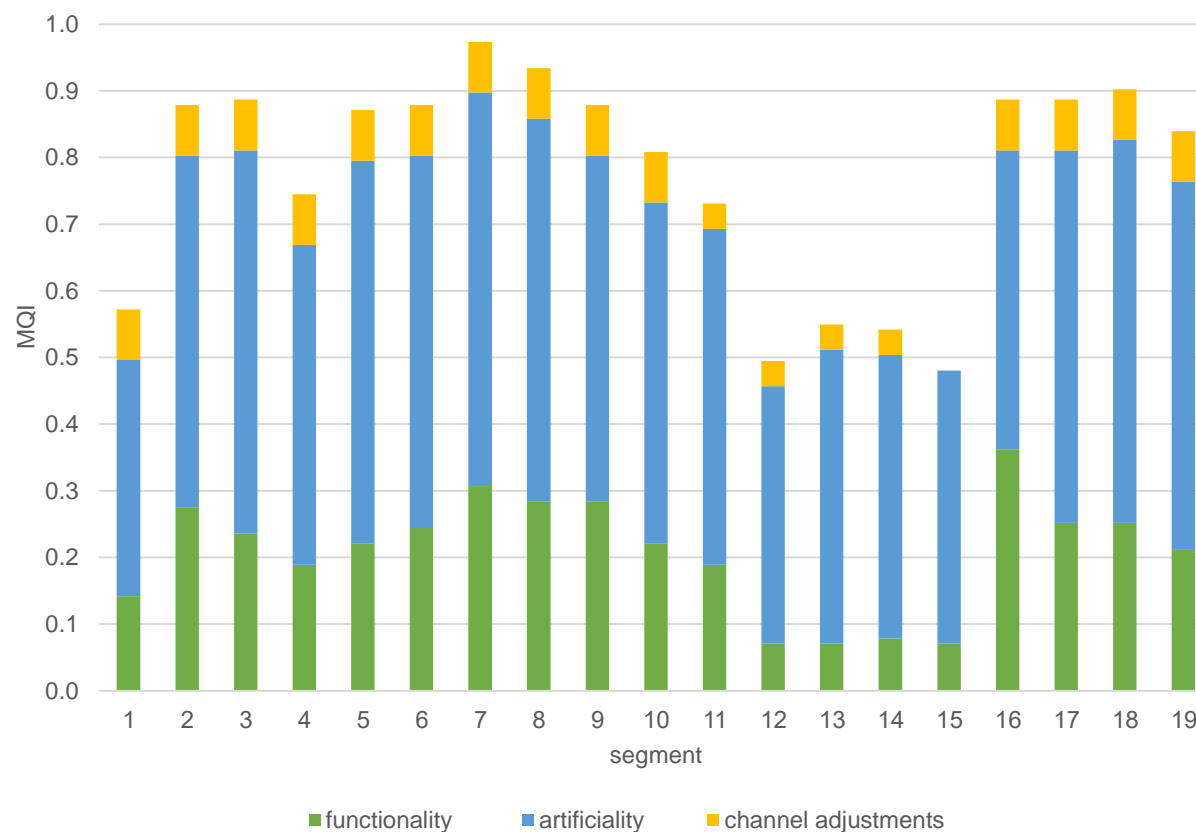
3.5 ניקוד סופי על פי מדד ה-MQI

התפלגות תוצאות מדד ה- MQI מראות ש-68% מהמקטעים מקבלים ציון "טוב" ו-"טוב מאוד", אך עדיין יותר מ-30% מהתחנות מקבלות ציון בינוני ומטה. ארבעה מקטעים קיבלו ציון "טוב מאוד" בעוד ששלושה מקטעים קיבלו ציון "גרוע". איור 12 מראה את תרומת קטגוריות האינדיקטורים השונים לציון ה-MQI הסופי בכל מקטע.

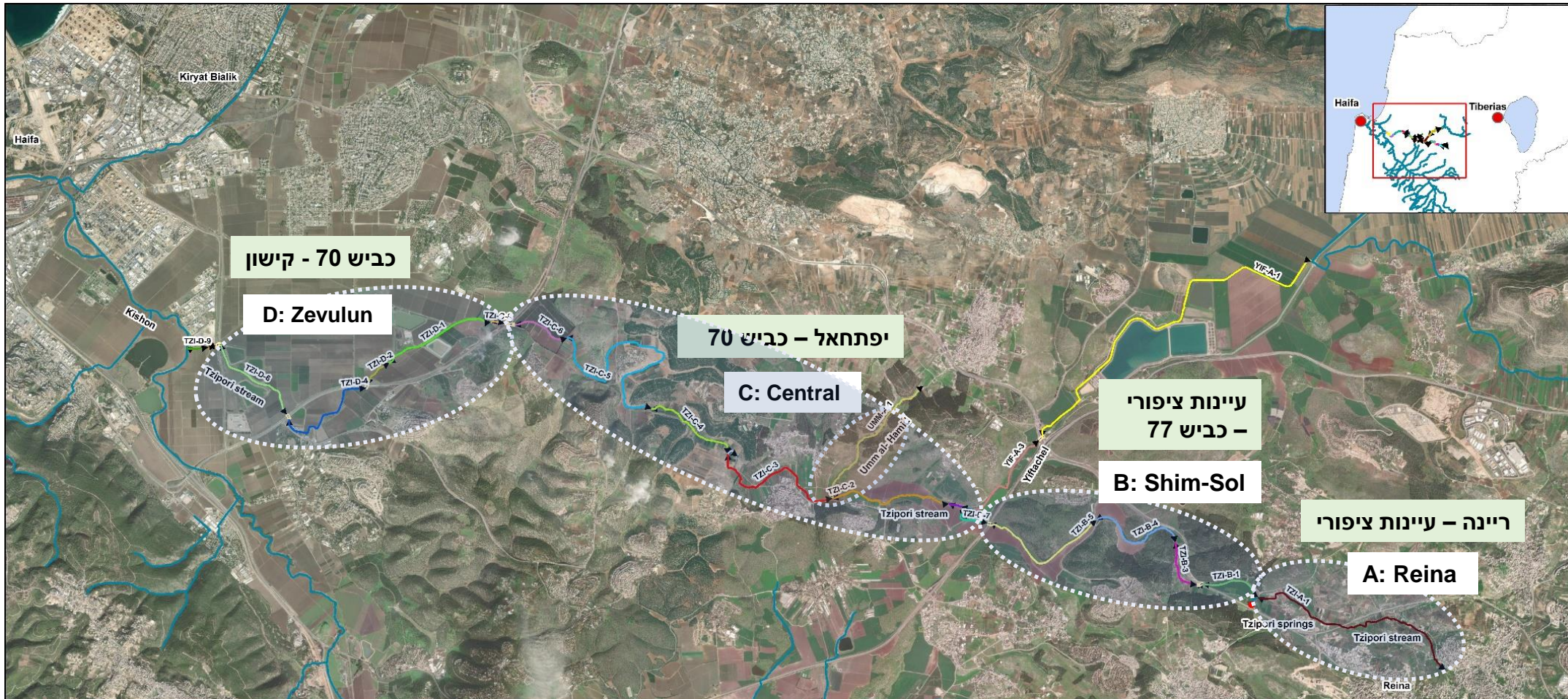
Segment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
functionality																			
Continuity																			
F1- longitudinal continuity in sediment and wood	3	0	0	3	0	0	0	3	0	3	3	5	5	5	5	0	0	0	0
F2 - presence of modern floodplain	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	5	5	5	5	0	0	0	0
F3: Hillslope – river corridor connectivity	NA	NA	NA	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
F4- presence of bank retreat	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
F5- presence of potentially erodible corridor	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F6: Bed configuration-valley slope	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Morphology																			
F7- planform pattern	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0
F8- presence of typical fluvial landforms in the flo	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0
Cross-section configuration																			
F9- variability of cross-section	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	5	5	5	5	0	3	3	0
F10- structure of the channel bed	5	0	3	0	5	0	0	0	2	2	2	3	3	3	3	0	2	2	5
F11- presence of in-channel large wood	2	2	2	2	3	2	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	2	2	3
vegetation in the fluvial corridor																			
F12- width of functional vegetation	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	0	2	2	3
F13- linear extension of functional vegetation	3	3	3	3	5	5	2	2	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5
MQJ(f)	0.14	0.28	0.24	0.19	0.22	0.24	0.31	0.28	0.28	0.22	0.19	0.07	0.07	0.08	0.07	0.36	0.25	0.25	0.21
artificiality																			
A1- upstream alteration of flows with potentially	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	0	0	0
A1h- upstream alteration of flows without potent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
A2- upstream alteration of sediment discharges	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	0
alteration of longitudinal continuity in the reach																			
A3- alteration of flows in the reach	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	6	6	6	6	6	0	0	0
A4- alteration of sediment discharge in the reach	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
A5- crossing structure	3	3	0	3	0	0	0	2	2	0	2	3	2	2	2	3	2	0	0
alteration of lateral continuity																			
A6- bank protections	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A7- artificial levees	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
alteration of channel morphology and/or substrate																			
A8- artificial changes of river course	6	0	0	3	0	2	0	0	0	0	3	2	0	2	6	0	0	0	0
A9- other bed stabilization structures	2	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
intervention of maintenance and removal																			
A10- sediment removal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11- wood removal	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A12- vegetation management (grazing)	5	5	2	2	2	2	0	0	5	5	2	2	2	2	0	0	2	2	5
MQJ(a)	0.35	0.53	0.57	0.48	0.57	0.56	0.59	0.57	0.52	0.51	0.50	0.39	0.44	0.43	0.41	0.45	0.56	0.57	0.55
channel adjustments																			
CA1- adjustments in channel pattern	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	6	0	0	0	0
CA2- adjustments in channel width	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CA3- bed-level adjustments	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MQJ(ca)	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.038	0.076	0.038	0.038	0.038	0.038	0.000	0.076	0.076	0.076	0.076
Segment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
MQJ	0.496	0.850	0.858	0.717	0.843	0.850	0.945	0.906	0.850	0.780	0.717	0.480	0.535	0.528	0.480	0.858	0.858	0.874	0.811
Rating	poor	good	good	mod	good	good	v good	good	good	good	good	poor	mod	mod	poor	good	v good	v good	good
ND = Not Detectable due to small streams; NA= Not Applicable to unconfined or partly confined streams																			
stot = sum of scores; smax = maximum possible based on category C= 89, Sum of indicators not used= 10																			
Rating Criteria: 0 < MQJ < 0.3: very poor; 0.3 < MQJ < 0.5: poor; 0.5 < MQJ < 0.7: moderate; 0.7 < MQJ < 0.85: good 0.85 < MQJ < 1.0: very good																			



תוצאות מדד ה-MQJ

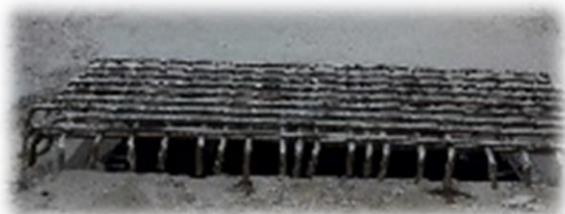
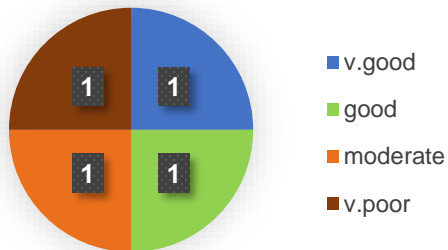


תרומת קטגוריות האינדיקטורים השונים לציון ה-MQI הסופי בכל מקטע



פריסה מרחבית

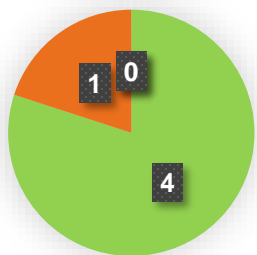
אזור A: ריינה – עינות ציפורי



מקטע	גורם מפר	פיתרון מוצע
1	נחל אורבני - ערוץ מלאכותי, הרבה זבל, צמחית גדות לא קיימת, מצב מדורדר של המעיין שנמצא בחנייה	שיקום מעיין ריינה, שיפור מצב הצומח לאורך הגדות המלאכותיות, חינוך לפתרון בעיית הזבל.
2	הנחל עובר מתחת לרחוב בשטח העירוני	הנחל "קבור" מתחת לרחוב, אין אפשרות לשיקום
3	תעלת בטון (80 מ') בין מבני חיות משק גורם לגדות שאינן סחיפות, לשטפונות, ומהווה הפרעה לזרימת סדימנט וצומח מעוצה, הפרה של צורת הערוץ, רעייה מאסיבית, וצמחיה מדורדרת	פיצוי החקלאי כדי לבנות את מבני הבע"ח 100 מ' מגדת הנחל, בניית קירות נגד הצפה מחוץ לנחל, שיקום צומח
4	ערוץ הנחל הופר בעת בניית הישוב, הצפות חוזרות בבית אחד ספציפי בכל שנה, ביוב מנצרת, צמחיה מדורדרת, מעביר בוקס בקצה הקטע ליד כביש הגישה לציפורי	



אזור B: עינות ציפורי- כביש 77

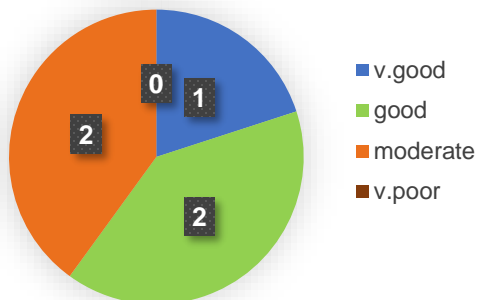


- v.good
- good
- moderate
- v.poor

מקטע	גורם מפר	פיתרון מוצע
5	חתור בגלל מעביר/כביש הקוטעים את חלקי הנחל היבש והאיתן, מגבלות הידראוליות בגשר התורכי, צמחייה מורכבת ממינים פולשים	ביטול הכביש הקיים, סלילת כביש חדש עם גשר גבוה לצמצום ההפרעה ההידראולית, שיפור יציבות הגדות וניהול שטפונות, שיפור קישוריות למעלה ושיקום הקטע החתור, הקמת רצועת חייץ. שימוש מכון בגשר התורכי כהפרעה הידראולית למטרת שיקום בתי גידול לחים, יצירת בית גידול יחודי בישראל. פיתוח לפארק לאומי עם שילוט אינפורמטיבי ושבילי הליכה
6	גדות מלאכותיות/סוללות, מעבירי מים לא יעילים, צינור מזרים דם ממשחטה, אורווה, הזזת הערוץ לטובת חקלאות, פשט הצפה מינימלי, גדות מחוזקות, ללא יכולת תזוזה אופקית, צומח גדות מינימלי	
7	גדות מלאכותיות, סוללות, הזזת הערוץ לטובת חקלאות, ללא פשט הצפה	פיצוי חקלאים כדי להזיז את הגורמים המלאכותיים על מנת לאפשר לנחל תזוזה אופקית, פיצוי לבניית אורוות חדשות
8	חקלאות אינטנסיבית מקבעת את הנחל במקומו (אין תזוזה אופקית), הערוץ חתור, אין בתי גידול לחים בגדות	יצירת תשתית המאופיינת ברצף בריכות ומדרגות לשיפור בתי הגידול, ניטור סחיפת גדות
9	חקלאות אינטנסיבית מקבעת את הנחל במקומו (אין תזוזה אופקית), הערוץ חתור, אין בתי גידול לחים בגדות	יצירת תשתית המאופיינת ברצף בריכות ומדרגות לשיפור בתי הגידול, ניטור סחיפת גדות



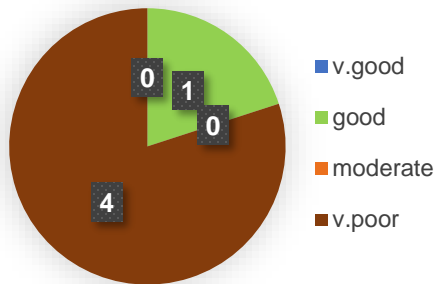
אזור C: יפתחאל – כביש 70



מקטע	גורם מפר	פיתרון מוצע
10	נחל יפתחאל נכנס לציפורי סמוך למאגר נטוש	שיקום התצורה ההידרולוגית עם בית גידול לח במאגר הנטוש
11	מעבירי מים מפריעים למעבר סטימנט וצומח מעוצה	
12	רעייה מאסיבית, צומח מדורדר	שת"פ עם משרד החקלאות, מחלקת רעייה, לפיתוח תכנית לניהול הרעייה.
13	רעייה מאסיבית, צומח מדורדר	שת"פ עם משרד החקלאות, מחלקת רעייה, לפיתוח תכנית לניהול הרעייה.
14	רעייה מאסיבית, צומח מדורדר לגמרי, ערוץ הוזז לטובת חקלאות וסלילת כביש	



אזור D: כביש 70 - קישון



פיתרון מוצע	גורם מפר	מקטע
תכנון גשר גבוה למניעת זרימה במסלול אחד. סדרה של מעבירי מים מפריים במעט זרימה של סדימנט וצומח מעוצה	הגשר החדש עשוי להוות מכשול הידרולוגי ולהפריע לזרימת סדימנט וצומח מעוצה	15
הוצאת הסכר מהנחל, העברת נקודת השאיבה למורד, שיקום מורפולוגיית פזרות בערוץ, עם אפשרות להתבסס על הפיתוליות ההיסטורית, שיקום צמחיית הגדות	סכר ההטיה והמאגר מגבילים קישוריות של זרימת מים וסדימנטים, יישור היסטורי של ערוץ עם פיתולים, מבנה מלאכותי של תעלה משנית אינו מאפשר תהליכי תיקון גיאומורפיים טבעיים, ירידה בכמות המים הזורמים, צמחיה מדורדרת	16
הוצאת מבנה הבטון מהנחל, החלפה בסכר המאפשר וויסות ואכיפה של שאיבת מים	מבנה בטון רוחבי, ירידה בכמות המים הזורמים, ריכוז גבוה של סדימנטים מרחפים, אין רציפות במעלה	17



4.1 דיון

הערכות גאומורפיות מהוות גורם מכריע בהבנת תהליכים פלוביאליים, הגדרת תנאים אקולוגיים נחלים, ובשיפור ההמלצות לניהול ושיקום נחלים. ביצענו ניתוח לנחל ב-19 תחנות הניטור החדשות, על בסיס 25 משתנים המוגדרים במדד ה-MQI ומצאנו שמדדים המתארים מבנים מלאכותיים בנחל הם המשפיעים ביותר על הציון הסופי המתקבל עבור כל מקטע, זאת למרות שמגוון רחב יותר של בעיות נמצא במדדי התפקוד של הנחל. ארבעה מקטעים קיבלו ציון "טוב מאוד"; שניים מהם על יובלו של נחל ציפורי – נחל יפתחאל, ושני מקטעים סמוכים במורד לחיבור הנחלים ציפורי ויפתחאל. מקטעים אלו בעלי גדות טבעיות ואין בהן מתקנים מלאכותיים. התשתית טבעית ומורכבת מגדלי גרגר אופייניים לנחל (חצץ מעורב), לצמחיית הגדות ופשט ההצפה יש קישוריות אורכית ורוחבית סביב הנחל, ובנוסף אחוז הצומח המעוצה במקטעים אלו הוא הגבוה ביותר בנחל. המקטעים במורד חיבור הנחלים מהווים דוגמה ומודל לפוטנציאל שיקום עתידי. שלושה מקטעים קיבלו ציון "גרוע"; המעלי והמורדי ביותר והמקטע בו נמצא סכר ההטייה, בהם נמצאו הפרות נרחבות בנחל. שלושה מקטעים קיבלו ציון "בינוני"; מקטע ספורייה והמקטעים לאחר סכר ההטייה, המושפעים מההפרות במעלה להם. ציון "טוב" התקבל עבור 47% מהמקטעים בנחל. היובל אום חמיד קיבל ציון "טוב" למרות הרעייה האינטנסיבית בנחל וסביבתו, וזאת כיוון שאין במקטע זה מתקנים מלאכותיים בנחל.



סדימנטציה של הנחל

במרבית המקטעים בנחל מצאנו תפקוד נמוך, בעיקר בהמשכיות זרימת המים והסדימנטים בנחל. ההשפעה העיקרית של הירידה בתפקוד הנחל היא הירידה ביכולתו להסיע סדימנטים, המתבטאת בסדימנטציה של התשתית הטבעית בחומר דק גרגר ויצירת תנאים ביצתיים בערוץ הנחל. מאמצי שיקום מהשנים האחרונות הרחיבו את ערוץ הנחל באזורים בהם הערוץ הטבעי היה צר. הרחבה זו הקטינה את עוצמת הזרימה וכן את יכולת הסעת הסדימנטים וגרמה להשקעת סדימנטים וסתימה של התשתית החצצית על ידי חומר דק גרגר (תחנות ניטור 1, 3, 5, איור 6), תהליך המשפיע לרעה על בתי הגידול של חסרי חוליות.

מספר גורמים תורמים לסדימנטציה של הנחל. הגורם הראשון: בבניית המחלף החדש ליד עינות ציפורי הוכנסה אדמה לתוך הנחל על מנת להטות את הזרימה. תוספת החומר הלא מלוכד יחד עם הרחבת הערוץ מתחת לגשר גרמו לשקיעת הסדימנט וכיסוי מלא של התשתית. החומר שהוצא מהנחל בתום העבודות (2021) הונח על גדתו השמאלית של הנחל במעלה לחלקות השיקום של אזור החיץ, ובסבירות גבוהה ישוב לנחל לאחר אירוע הגשם הבא. מהלך זה עשוי לגרום לכיסוי הצמחיה שנשתלה בנובמבר 2021 כחלק מפרויקט השיקום באזור החיץ. אנו ממליצים להניח חומר המוצא מהנחל באתרים יעודיים ומוגדרים מראש.

הגורם השני: פעולות השיקום ליצירת תשתית במבנה step-pool במקטע הסוללים גרמו להרחבת הערוץ ויצירת בריכות במערכת נחלית בה אין בהכרח בריכות עמוקות מלכתחילה. הבריכות שנוצרו משמשות כמלכודת לסדימנטים המכסים את תשתית החצץ המקורית מה שהוביל לפגיעה בבתי הגידול המימיים ובאיכות המים. בתחנת ניטור 5 יתכן והתרחבות הערוץ נגרמה כתוצא המלחצי רעייה שגרמה לקריסת גדות והובילה לערוץ רחב מידי בו התשתית נקברה תחת סדימנטים דקי גרגר. יתכן וחומר זה יוסע בעת אירוע שטפוני גדול. המשך הניטור יאפשר ללמוד על תהליכי ההסעה המתבססים על הספיקות המשתנות בנחל.

צמחיה

במקטע 7 נצפית צמחיית הגדות בעלת הרמה התפקודית הגבוהה ביותר, אך במרבית הנחל צמחיית הגדות נמצאת במצב ירוד. קיים מחסור בצמחיה מעוצה והרציפות האורכית והרוחבית של צמחית הגדות מקוטעת ומספקת שירותים אקולוגיים מוגבלים. מצב זה משפיע על יציבות הגדות, איכות המים, ועל האקולוגיה של בתי הגידול לאורך כל הנחל.

מלאכותיות

המתקנים המלאכותיים העיקריים במעלה ובמורד גורמים לאי-רציפות של זרימת המים, הסדימנט, והצמחיה המעוצה, ומפרים תהליכים פלוביאליים בנחל, ויוצרים מקטע אמצעי מתפקד כאשר במעלה ובמורד מקטעים ברמת תפקוד נמוכה. לחצי חקלאות מתמשכים מונעים תזוזה אופקית של הנחל ומפחיתים את יכולת הנחל ליצור פיתולים כך שהנחל נשאר קבוע במקומו. מחקרים מראים ששיקום צמחיית הגדות יכולה לתת לנחל את המקום הדרוש לשיקום תהליכים פלוביאליים (Biron et al., 2014). אסטרטגייה הכוללת הרחבת צמחיית הגדות תאפשר לנחל להגיע לשיווי משקל. בנוסף, עשורים של עיבוד חקלאי שינו את טופוגרפיית מישור ההצפה והעלימו מבנים פלוביאליים טבעיים, כגון ביצות ושקעים בקרקע.

איכות וכמות מים

בנחל ציפורי הספיקות מוקטנות על ידי שאיבות ואיכות המים ירודה כתוצאה ממקורות מזהמים. שאיבות מים מהנחל במקטעים במורד ופעולות הסדרה מפחיתות משמעותית את כמות המים ואת תהליכי ההשקעה הטבעיים. באזורים רבים לאורך הנחל איכות המים ירודה; במקטע 1 בחלקו האכזב של הנחל זיהינו בריכות המכילות נפט גולמי בערוץ הנחל ולמרות שמורפולוגית המקטע קיבל ציון טוב, מבחינת איכות המים וכנראה גם המצב האקולוגי, המצב גרוע. הבנת מקורות הזיהום העיקריים בנחל יאפשרו פעולות ממוקדות לשליטה במקורות אלו, הכוללים ריכוזים גבוהים של קוטלי חרקים, שפכים, והפרשות בעלי חיים שמקורה ברעייה מאסיבית.

4.2 המלצות

נחל ציפורי הושפע מאוד מתהליכים אנתרופוגניים לאורך השנים ואין בסביבתו נחל טבעי אליו ניתן להשוות את מימדי השינוי. לכן אנו ממליצים שההשוואה תיעשה ביחס למקטעים 7-8 שנמצאו במצב הטוב ביותר, כך שמקטעים אלו יהוו רפרנס למקטעים אחרים בנחל ולתנאים אליהם יש לשאוף בכל מקטע. מקטעים 7-8 מהווים דוגמה לערוץ נחל טבעי ברובו, עם רמת תפקוד גבוהה וללא מתקנים מלאכותיים מלבד הגשר בכעבייה (S8). בנוסף, מתקיימת מערכת אקולוגית בגדות הנחל הכוללת צמחייה מעוצה וגדות יציבות. מצב זה יכול לשמש כמודל לפרוייקטים עתידיים שמטרתם לשקם את התהליכים הפלוביאליים והגדלת שירותי המערכת. אנו ממליצים:

א- להגדיר מטרות לשיקום אקולוגי על בסיס המקטעים 7 ו-8.

ב- להשתמש במדד ה-MQI על מנת להגדיר קריטריונים להצלחה של פעולות שיקום עתידיות.



1. פעילות סכר ההטייה והערוץ המשני גורמים להפרה חזקה בתהליכים פלוביאליים בנחל ומוסיפים אלמנט משמעותי של מלאכותיות. המקטעים 12, 13, 14, ו-15 קיבלו ציון גרוע, בינוני, בינוני, וגרוע, בהתאמה. אנו ממליצים שחלק משמעותי בשיקום הכללי של הנחל יטפל במקטעים אלו. אנו ממליצים להוציא את מתקן ההטייה הקיים (מקטע 12) ולהחליף את מבנה הבטון הממוקם לרוחב הנחל במקטע 15 במתקן מסוג "sluice gate" המאפשר רציפות אורכית מלאה של זרימת המים, הסדימנט, והצומח המעוצה, כשהסכר פתוח בעת אירועי זרימה שטפונית בלבד. שיפור רמת התפקוד של הנחל במקטע זה יחד עם שיפור הרציפות של זרימת הבסיס תשפר את המצב האקולוגי הכללי במקטעים אלו. אנו ממליצים על קידום פרוייקט זה בתהליכי התכנון.
2. פעולות שיקום מהתקופה האחרונה גרמו, בלי להתכוון, לתוצאות שליליות. אחת מפעולות אלו היא הרחבת ערוץ הנחל כחלק מהשיקום הנופי. כשמשנים את מורפולוגיית הנחל יש לוודא שבתנאים החדשים שנוצרו אנרגיית הזרימה מספקת על מנת להסיע את הסדימנטים בנחל ומאפשרת שמירה על רציפות הזרימה. אנו מציעים שינוי גישה: להרחיב את פשט ההצפה ולא את הערוץ. הרווח מכך הוא כפול: שיפור המצב המורפולוגי של הנחל ויכולתו ליצור שיווי משקל במרחב מחד, ושיפור בתנאים המאפשרים התבססות בתי גידול אקולוגיים מאידך. אלו יחד משפרים את נראות הנחל מבחינה נופית.
3. הרחבת המסדרון הנחלי וצמחיית הגדות ישפיעו באופן חיובי על תהליכים נחלים. יצירת אזורי חייץ ברוחב 10-20 מטרים תאפשר תנועה חופשית של הנחל במרחב, תגן על הנחל, תספק יתרונות אקולוגיים, ותביא לשיפור שירותי המערכת ואיכות המים.
4. דרכים חקלאיות בסמוך לנחל משנות את ההידרולוגיה של השטח התורם נגר לנחל, קוטעות את פשט ההצפה ומגדילות את הנגר. אנו ממליצים להרחיק את הדרכים החקלאיות מגדות הנחלים תוך משא ומתן עם החקלאים על שטחים הנמצאים בשוליים, למטרות שיקום המסדרון הנחלי ושיפור התפקוד האקולוגי של אזורי החייץ. פרוייקט מסוג זה ישפר את התהליכים התפקודיים של הנחל ויש לקחת אותו בחשבון בתכנית הכללית של שיקום הנחל.
5. השפעות רעייה גורמות להפרה משמעותית בנחל לכל אורכו ובמיוחד במקטעים 5, 9, 10, 19 (האחרון הוא ביובל אום חאמיד) ויש להתיחס לכך בצורה מערכתית על מנת להגן על הנחל וסביבתו.

6. פינוי שאריות פסולת בנייה המפריעה לזרימת הנחל תשפר את הרציפות האורכית ותקטין סיכון לשטפונות.
7. יש לתכנן גשרים עתידיים כך שההפרעה לזרימת המים, הסדימנט, והצמחיה המעוצה היא מינימלית.
8. על מנת להגדיל את פוטנציאל בתי הגידול האקולוגיים ולשקם את תפקוד פשט ההצפה ניתן לשקם את המאגר הנטוש במורד מפגש הנחלים ציפורי-יפתחאל וליצור בית גידול ייחודי על ידי חיבור מחדש של הנחל עם פשט ההצפה. מהלך כזה יכלול סילוק מבנה הבטון המייצב את הערוץ, הקטנת התחתרות הנחל, ושיקום בתי הגידול הלחים.
9. השיטה הקיימת להוצאת חומר מהנחל מוגבלת על ידי תקנות להובלת חומר מסוג זה. אנו מציעים לעדכן את הקובעות היכן יונח החומר כך שלא יחזור לתוך הנחל, על מנת להגן על אזורי נטיעה של צמחיית גדות.
10. מאמצים להגדלת כמות המים בנחל ישפיעו משמעותית על תהליכים פלוביאליים במורד תחנת ניטור 11. האפשרויות כוללות 1) צמצום שאיבות בלתי חוקיות של מי נחל על ידי יצירת אלטרנטיבה חוקית להשקייה עבור החקלאים, 2) שיפור תפעול סכר ההטייה על ידי הזזת תחנת השאיבה למורד, 3) החלפת מבנה הבטון החוצה בסכר הרמה המאפשר מעבר חופשי לזרימת המים (Sluice gate), 4) התקנת מדי זרם על מנת להבטיח שהכמות הנשאבת תואמת לאישורים שניתנו.
11. ארזיה משמעותית התרחשה בגדה השמאלית בתחנה IMS5 – מעלה כביש 77. אנו מציעים לבצע מהלך שיקום מהיר לחיזוק הגדות על ידי שתילת עצי ערבה לאורך המקטע, לפני תחילת חורף 2022-23.

12. איכות המים בנחל ציפורי ירודה. עם זאת מרבית הדיגום בנחל בוצע בעת זרימת בסיס ולרוב הדיגום הוא עבור נוטריינטים. לא בוצע דיגום עבור מזהמים כגון חומרי הדברה, תרופות, מוצרי היגיינה, ומתכות, שנמצאו באגן הקישון, ומעט מידע ונתונים קיימים בנוגע לאיכות המים בעת זרימה שטפונית. השילוב של אקלים ים-תיכוני, בו מצטברים כימיקלים מחקלאות בקרקע בעונה היבשה, יחד עם החקלאות האינטנסיבית, מוביל למצב בו הקרקעות חשופות עם תחילת עונת הגשמים, ומתאפשרת סחיפת מזהמים לנחל בכמות גבוהה עם גל השיטפון הראשוני. כתוצאה מצמחיית הגדות המדורדרת הנגר לא עובר סינון בקרקע ומרבית הזיהום מגיע למי הנחל.

אנו ממליצים על דיגום חד פעמי בעת השיטפון הראשון בעונה, בזמן שהריכוזים הם הגבוהים ביותר במי הנגר. פיתחנו שיטות חדשניות לאיסוף דגימות, ובעלות נמוכה. מטרת הדיגום הינן לאפיין את איכות המים בזרימות שטפוניות על ידי כימות מזהמים מומסים וספוחים, ולזהות את מקורות הזיהום לפי אזורים. תוצאות הדיגום יאפשרו איתור מוקדים לטיפול ויצירת מפות סיכון.

שיטות הדיגום, שבוצעו באגן הקישון (2020), מספקות נתונים רבי ערך על סוגים שונים וריכוזים של מגוון מזהמים באגן. מהלך הדיגום מתחלק לשלוש מערכים:

I. דיגום ידני נקודתי של מזהמים מומסים בעת השיטפון הראשון.

II. דיגום מזהמים ספוחים על ידי מלכודות סדימנטים.

III. דיגום פאסיבי של מזהמים מומסים, בשונה מהדיגום הידני מסוגל לאתר מגוון רחב יותר של מזהמים מעצם היותו בנחל לאורך זמן.

מערך הדיגום המשולב יאפשר לזהות ולהפריד את מסלולי ההסעה של המזהמים בנחל ולהתמקד באזורים הבעייתיים בהם נדרשות פעולות להפחתת הזיהום.