

ירון הרשקוביץ

המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטיית,
מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט,
אוניברסיטת תל אביב

אביטל כ"ץ

המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטיית,
מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט,
אוניברסיטת תל אביב

איתי כהנא

המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטיית,
מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט,
אוניברסיטת תל אביב

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

ציטוט מומלץ

הרשקוביץ י, כ"ץ א וכהנא א. 2021.
ניטור ביולוגי כאמצעי להערכת
מצבם האקולוגי של נחלי ישראל.
אקולוגיה וסביבה 12(3): 28–33.



ניטור ביולוגי במורד הקישון, על רקע ה"לכניות" של בז' והמפעלים הפטרוכימיים | צילום: עדי וייס, המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטיית, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט

ניטור ביולוגי כאמצעי להערכת מצבם האקולוגי של נחלי ישראל

15 בנובמבר, 2021

גיליון סתיו 2021 / כרך 12(3) / נחלי ישראל

[סקירות](#)

על קצה המזלג

- פעילות נמרצת וארוכת שנים הביאה לצמצום משמעותי של מקורות הזיהום הקבועים של נחלי ישראל, וכיום רוב הזיהום נגרם בשל תקלות והזרמות אקראיות.
- במצב הקיים מערך הניטור הכימי כבר אינו נותן מענה מספק להבנת מצבם של הנחלים.
- ניטור ארוך-טווח של מדדים ביולוגיים, המבוסס על רגישותם של חסרי חוליות גדולים לזיהום, נמצא ככלי המיטבי להערכת מצב נחלי ישראל.
- לאור הבנה זו עודכנה מדיניות ניהול הנחלים בישראל, והוקם מרכז לאומי העוסק בניטור ביולוגי של נחלים.
- יש להעלות את המודעות לחשיבותו של הניטור הביולוגי ולהטמיע את הנושא בקרב גופים היוזמים פרויקטים לשיקום נחלים, כמו גם בקרב גורמים מזהמים.

המערכת

תקציר

הערכת מצב אקולוגי של נחלים היא פרקטיקה מקובלת ברחבי העולם המשמשת את הרשויות כאמצעי לקבלת מידע על מצבן של מערכות אקולוגיות המצויות באחריותן. הערכה זו כוללת נתונים על מאפיינים שונים, כמו איכות המים, עוצמת הזרימה ומצב הגדות, וכן רכיבים ביולוגיים, כמו בעלי חיים וצמחים. הערכת מצבו של נחל בישראל מבוססת כיום בעיקר על ניטור איכות המים, בדגש על מזהמים ממקורות קבועים. בשנים האחרונות, יחד עם השיפור באיכות הקולחים המותרים להזרמה לנחלים והעלייה בהיקף ההשקעה בשיקום נחלים ברחבי הארץ, התחדד הצורך בשילוב מדדים נוספים, מעבר לאיכות המים בלבד, שייסייעו באפיון מצבם של הנחלים. אחד ממדדים אלה הוא 'ציין הרגישות הטקסונומית' המבוסס על מידת הרגישות לזיהום של חסרי חוליות גדולים (רכיכות, סרטנים וחרקים). ערכי המדד מתורגמים לחמש קטגוריות של ערכיות אקולוגית הנעים בין מצב אקולוגי 'מצוי' ל'גרוע'.

במסגרת ניטור שגרתי שנערך בין השנים 2015 ל-2020 ב-185 אתרים (60 נחלים) באגנים הצפוניים של ישראל (הכינרת, הירדן הדרומי, הגליל המערבי והקישון), נמצא כי למעלה מ-50% מהאתרים שנדגמו נמצאו במצב 'בינוני' עד 'גרוע'. כצפוי, איכות המים בנחל (מי מקור טבעיים, קולחים או שפכים) הסבירה באופן הטוב ביותר את מצבם האקולוגי של הנחלים שנבדקו.

שילוב נתונים ביולוגיים כחלק ממערך ניטור הנחלים בישראל יספק לרשויות ולציבור מידע רב חשיבות על מצבם של הנחלים, ועשוי לסייע למקבלי ההחלטות במיקוד הפעולות הנדרשות לשיפור מצב המערכות האקולוגיות הרגישות ולהגנה עליהן.

מבוא

המשרד להגנת הסביבה הוא הגוף הממשלתי האמון על מניעת זיהום מקורות המים בישראל. בשיתוף מדור ניטור נחלים ברשות הטבע והגנים המשרד אחראי לנטר את מצב איכות המים ב-13 נחלים עיקריים ויובליהם פעמיים בשנה (באביב ובסתיו). דגימות המים נבדקות לאפיון מזהמים עיקריים כדוגמת חומר אורגני, חומרי דשן (חנקן וזרחן), תוצרי פירוק רעילים (אמוניום), מתכות כבדות וחידקים (כגון קולי צואתי). ממצאי הניטור השנתי מוצגים באתר המשרד להגנת הסביבה [4]. ניטור מי הנחלים מספק מידע רב על רמת הזיהום, ומסייע בהבנת השינויים החלים במצב הנחלים לאורך זמן. עם זאת, לניטור שכל תכליתו אפיון איכות המים מספר חסרונות עיקריים: א. לרוב, בדיקת איכות המים מספקת תמונת מצב רגעית (snapshot) המייצגת את התנאים כפי שהיו בנקודת הזמן שהדגימה נאספה בה; ב. במי נחלים עשורות רבות של חומרים מומסים, חלק מהם בריכוזים הנמוכים מסף גילוי (מיקרו-מזהמים, הורמונים ותרופות); ג. ניטור מסוג זה לא מיועד לזהות השפעות סביבתיות נוספות כמו איחוז מים, פגיעה בצומח הגדות, חדירה של מינים פולשים או שינויים במבנה האפיק. כמו כן, פעולות שיקום פיזיות, כמו שיקום גדות, השבת פיתולים או שחזור בתי גידול, אינן מתועדות בהכרח במדדי איכות המים.

ישום התקנות של הזרמת קולחים לנחלים הביא לשיפור באיכות המים בחלק ניכר מהנחלים בישראל [10, 11]. נוסף על כך, הרחבת תחומי אחריות ומתן סמכויות נוספות בתחום שיקום הנחלים לרשויות הניקוז והנחלים ולגופים ממשלתיים ולא ממשלתיים הביאו לתנופה חסרת תקדים של פעולות לשיקום נחלים ברחבי הארץ [19]. בהן שחרור מעיינות אחוזים [3, 5], שחזור פיתולים ושיקום צומח גדות הנחל. כדי לבחון את הצלחתן של פעולות השיקום נדרשים כלי הערכה נוספים מעבר למדדי איכות המים. משום כך, במדינות מפותחות רבות רכיבים ביולוגיים טבעיים, כמו אצות, צמחי מים, חסרי חוליות גדולים ודגים, משמשים כלי ניטור התומך בניהול מקווי המים היבשתיים [13, 14, 17, 21].

נד לאחרונה בוצע ניטור ביולוגי של נחלים בישראל בעיקר כחלק מיוזמות מקומיות של רשויות נחלים [9] ורשות הטבע והגנים [8] או במסגרת סקרי רגישות לתחזוקת נחלים עבור רשויות ניקוז ונחלים [7]. רוב הידע הטקסונומי והאקולוגי (הקשר בין מינים לסביבתם) המהווה בסיס לניטור נחלים בישראל נסמך על ידע שנצבר במסגרת מחקרים מדעיים ועבודות אקדמיות [22]. ההכרה ביתרונות הניטור הביולוגי הובילה לשינוי במדיניות ניהול הנחלים ברחבי העולם וגם בישראל. כחלק מתהליך זה ייסדו המשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים ומוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט (אוניברסיטת תל אביב) בשנת 2015 את 'המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטי' (מלא"ק). שיטת הניטור הביולוגי המיושמת במרכז הלאומי נסמכת על עקרונות הדירקטיבה למים של האיחוד האירופי [15] שהיא כיום כלי המדיניות העיקרי לניהול מקווי המים היבשתיים באירופה [13, 15].

קביעת המצב האקולוגי של נחלים כוללת ארבעה שלבים עוקבים:

- סיווג טיפוסי הנחלים (stream typology) על בסיס מאפייניהם הטבעיים [18], כמו אקלים, שטח אגן הניקוז, טופוגרפיה, מסלע ודגם זרימה עונתי;
- קביעת הרכב 'חברות טיפוסיות' המאפיינות את טיפוסי הנחלים השונים במצבם הטבעי ביותר; במערכות נחלים שלא ניתן למצוא בהן נחלים טבעיים (כמו למשל מערכת נחלי החוף), הרכב החברה הטיפוסי ייקבע על פי נחלים שהשפעת האדם בהם באופן יחסי היא הקטנה ביותר [13] (least impacted);
- בחירת מדדי חברה (למשל מספר המינים באסופה, אחוז המינים הרגשים, דומיננטיות של מינים עמידים או יחס בין קבוצות הזנה שונות) וקביעת ערכי סף לאפיון ערכיות אקולוגית [13, 17, 18];
- אפיון הערכיות האקולוגית (Ecological Quality Ratio) כיחס שבין ערך הייחוס ומדדי הנחל הנבחן ('צפוי' לעומת 'מצוי') [17]; יחס זה משמש קנה מידה למצבו האקולוגי של הנחל הנבחן באופן הבא: יחס של יותר מ-80% מוגדר כמצב אקולוגי 'מצוי', בין 80%-ל-60% כ'טוב', בין 60%-ל-40% כ'בינוני', בין 40%-ל-20% כ'רע' ומתחת ל-20% כ'גרוע'.



טור ביולוגי של נחל משושים | צילום: טוביה אשכולי, המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוויטית, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט בעולם מוכרים עשרות רבות של מדדים ביולוגיים המשמשים לניטור ולהערכת המצב האקולוגי של נחלים, והנפוץ ביותר בהם הוא זה העושה שימוש בחברת חסרי החוליות הגדולים [14]. קבוצה זו היא העשירה והמגוונת ביותר מבין מאכלסי המים, וכוללת מאות עד אלפי מינים מקבוצות טקסונומיות שונות, כמו תולעים, עלוקות, רכיכות, סרטנים וחרקי מים מסדרות שונות. חלק מהסדרות (כמו בריומאים, שפיראים, שעירי כנף, וגדוואים) ייחודיות למקווי מים יבשתיים. המגוון הרחב של המינים, על שלל תכונותיהם והתאמותיהם הייחודיות לתנאי הסביבה, משמש אמצעי מתכלל מקובל לזיהוי השפעות סביבתיות על המערכת האקולוגית [14, 21].

אחד מהמדדים הביולוגיים הנפוצים הוא 'ציון הרגישות הטקסונומית' (ASPT – Average Score Per Taxa). זהו ציון ספרובי (Saprobic Index), המבוסס על רגישותן של משפחות של חסרי חוליות גדולים לזיהום אורגני (קולחים ושפכים) [12]. ערכי הממד נעים בטווח שבין 1 (לא רגיש לזיהום) ל-10 (רגיש לזיהום). לדוגמה, בין הקבוצות הרגישות (ערך רגישות גדול מ-6) ניתן למנות משפחות של בריומאים, שעירי כנף או גדוואים, וכן מגוון מיני רכיכות וסרטנים [20]. קבוצות אלה של חסרי חוליות גדולים מצויות לרוב בגופי מים שהשפעת האדם בהם נמוכה, ותנאי הסביבה בהם מיטביים. לעומת זאת, חברת חסרי החוליות בנחלים מזהמים בקולחים או בשפכים תהיה מורכבת לרוב ממינים עמידים, כמו תולעים, זבובאים ופשפשאים, הנחשבים כרגישים במידה פחותה לזיהום (ערך רגישות קטן מ-3) [12, 21]. יש לציין כי בשל השונות הטבעית במידת הרגישות לזיהום של קבוצות טקסונומיות ברחבי העולם, הותאמו ערכי הרגישות של חלק מהמשפחות הנפוצות בישראל (למשל סדרת הבריומאים) על בסיס מידע קיים והערכת מומחים. השגת מידע מדויק על רגישות סוגים ומינים של מאכלסי מים נפוצים בפאונה הישראלית היא אחד מיעדי המחקר של המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוויטית.

שיטת העבודה

שיטת הניטור מבוססת על הסטנדרט שנקבע במסגרת הדיקטיבה האירופית למים [17]. בכל נחל נבחרים מספר מקטעים מייצגים של כ-100 מטרים כל אחד. בכל מקטע מבוצע אפיון של בתי הגידול מבחינת הרכב התשתית המינרלית (סלעים, אבנים, חול ובוצ) והאורגנית (אצות וצמחי מים טבולים, עלים וענפים נרקבים או חלקי צומח גדות). חסרי חוליות גדולים נדגמים

באמצעות רשת יד מרובעת (גודל נקבים 0.4 מ"מ, פתח רשת 25 סמ"ר) ומשטח כולל של 1.25 מ"ר על פי ההרכב היחסי של התשתית (20 תת-דגימות של 25 סמ"ר). אסופת חסרי החוליות משומרת באתנול (96%) ומועברת להמשך מיון, לספירה ולהגדרה טקסונומית במעבדת המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוויטית. כמו כן, מתועדים משתנים פיזיקוכימיים ומדדי איכות מים עיקריים (ריכוז חומר אורגני, מזינים). מכל אסופה מחושבים ציינים ביולוגיים שונים (פירוט במבוא), בהם גם 'ציון הרגישות הטקסונומית'. ערך הציון מחושב על-ידי הכפלת מספר הפרטים הכולל של כל טקסון באסופה (n) בערך הרגישות הספציפי של אותו טקסון (SV_i), וחלוקת סכום המכפלות $\sum n_i \cdot SV_i$ במספר הפרטים הכולל של כל הטקסונים באסופה (N). ערכי המדד מתורגמים לחמש קטגוריות של ערכיות אקולוגית הנעים בין מצב אקולוגי 'מצוין' ל'גרוע'. יישום השיטה כולל דגימת אסופות באביב ובתחילת הקיץ ממגוון טיפוסי נחלים בטווח רחב של השפעות אדם (זיהום, הסדרה, ייבוש, קיטוע ועוד), חישוב ציינים וקביעת ערכי הסף האקולוגיים לכל טיפוס נחל בנפרד (טבלה 1).

טבלה 1. טווח ערכי 'ציון הרגישות הטקסונומית' (ASPT) לכל קטגוריית מצב אקולוגי בטיפוסי הנחלים השונים

טיפוס הנחל	קטגוריית מצב אקולוגי	מספר מקטעי ניטור (n)	גרוע	רע	בינוני	טוב	מצוין
נחלים בזלתיים באגן הירדן הדרומי		25	<1.2	2.2–1.3	3.4–2.3	4.6–3.5	4.7<
נחלים בזלתיים באגן הכינרת		18	<1.2	2.3–1.3	3.5–2.4	4.6–3.6	4.7<
נחלים גירניים באזור הגליל		67	<1.2	2.4–1.3	3.6–2.5	4.8–3.7	4.9<
נחלים גירניים קטנים בדרום הכרמל		8	<1.0	1.9–1.1	2.9–2.0	3.8–3.0	3.9<
נחלים קארסטיים (כולל מקטע קארסטי בירדן)		28	<1.3	2.7–1.4	4.0–2.8	5.3–4.1	5.4<
נחלים אלוביאליים		161	<1.2	2.4–1.3	3.6–2.5	4.8–3.7	4.9<
הירדן העליון – מקטע בזלתי		6	<1.3	2.6–1.4	3.9–2.7	5.2–4.0	5.3<
הירדן הדרומי – מוצא הירדן מהכינרת		11	<1.0	1.9–1.1	2.9–2.0	3.9–3.0	4.0<

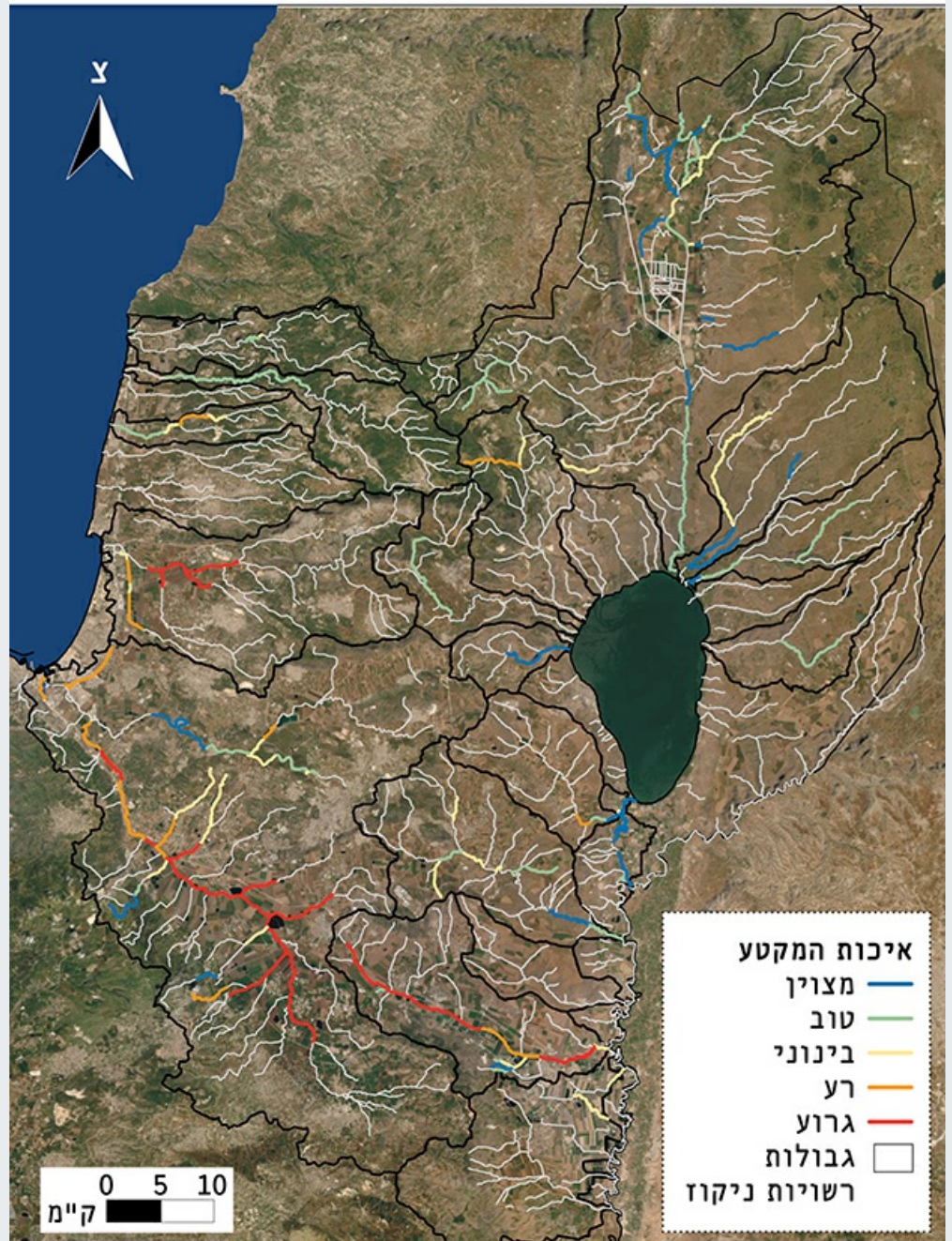
טבלה 1

טווח ערכי 'ציון הרגישות הטקסונומית' (ASPT) לכל קטגוריית מצב אקולוגי בטיפוסי הנחלים השונים

תוצאות

להלן מוצגים ערכי 'ציון הרגישות הטקסונומית' שחושבו עבור 185 מקטעים ב-60 נחלים ושנדגמו באביב (מאי-יוני) בין השנים 2015 ל-2020 באגנים הצפוניים של ישראל (איור 1). ממצאי הניטור מצביעים על שונות בהתפלגות ערכי הציון באגנים השונים: למשל, מעל 60% מכלל הנחלים באגן הקישון, כ-40% מנחלי הגליל המערבי וכ-20% מנחלי אגן הירדן הדרומי מוגדרים במצב אקולוגי 'רע' עד 'גרוע' (איור 2). רבים מנחלים אלה מצויים משני צידי קו פרשת המים של עמק יזרעאל: אגן הקישון הזרם מערבה לים ואגן נחל חרוד הזרם מזרחה אל הירדן. עמק יזרעאל החקלאי ברובו נתון ללחצים סביבתיים מגוונים, בהם הזרמת קולחים באיכות נמוכה ממתקני טיפול בשפכים וממאגרי קולחים חקלאיים, בריכות דגים, וכן סחף קרקע, ריסוס ודישון משטחים מעובדים. למשל, אל חלקו העליון של הקישון מוזרמים באופן קבוע שפכים באיכות ירודה מכיוון הרשות הפלסטינית [9, 10]. זיהום זה הוא הגורם העיקרי למצבו האקולוגי הירוד לאורך קילומטרים רבים של זרימה [9]. מצב אקולוגי ירוד מאפיין גם את יובליו הצפוניים של הקישון, בהם נחל עדשים ונחל מזרע (איור 1). לעומת זאת, מרבית הנחלים באגן הכינרת וכמחצית מהנחלים שנדגמו באגן הירדן הדרומי נמצאו במצב אקולוגי 'טוב' ו'מצוין'. בנחלים האלה עדיין קיימת שפיעה של מי מעיינות ממקורות טבעיים, ולהוציא תקלות אקראיות במערכת הולכת הקולחים והשפעות מקומיות של החקלאות, לרוב אין בהם הזרמה קבועה של מזהמים. עם זאת, ראוי לציין כי בשני האגנים בולטת השפעתן של הפרעות סביבתיות אחרות שאינן קשורות לזיהום, כמו איחוז מים לצורכי אדם (למשל נחל תחתון, נחל נעמן), חקלאות (למשל נחל חרמון), רעיית בקר (למשל נחל תבור עליון) או פעילות מטיילים (למשל, נחל עמל ונחל הקיבוצים). למרות איכות המים הטובה באופן יחסי, המצב האקולוגי בנחלים שלעיל מוגדר כ'בינוני' בלבד, ויכול להצביע על תגובה שלילית של מאכלסי הנחל להשפעות סביבתיות נוספות, מעבר לאיכות המים. יתרה מזאת, הניטור הביולוגי מאפשר לזהות מקטעי נחלים שמצבם האקולוגי גבוה ('טוב' עד 'מצוין') למרות הימצאותם באגנים שמצבם הכללי ירוד, כמו מעלה נחל הקיני ונחל השופט, מקטעים מסוימים בנחל ציפורי, מקטע נחל תבור בתחום שמורת הטבע והנחלים בצת וכזיב באגן הגליל המערבי (איור 1). המשותף לכולם הוא קיומם של מעיינות איתן עם איכות מים גבוהה, התומכים במערכת אקולוגית אקוויטית בעלת מאפיינים טבעיים.

איור 1. ערכי 'ציין הרגישות הטקסונומית (ASPT) ב-60 נחלים שנבדקו בין השנים 2015 ל-2020 באגנים הצפוניים של ישראל נחלים שלא נדגמו ביולוגית או שאין עבורם ערכי ייחוס, צבועים לבן. הערכים המוצגים הם המעודכנים ביותר לכל אגן.

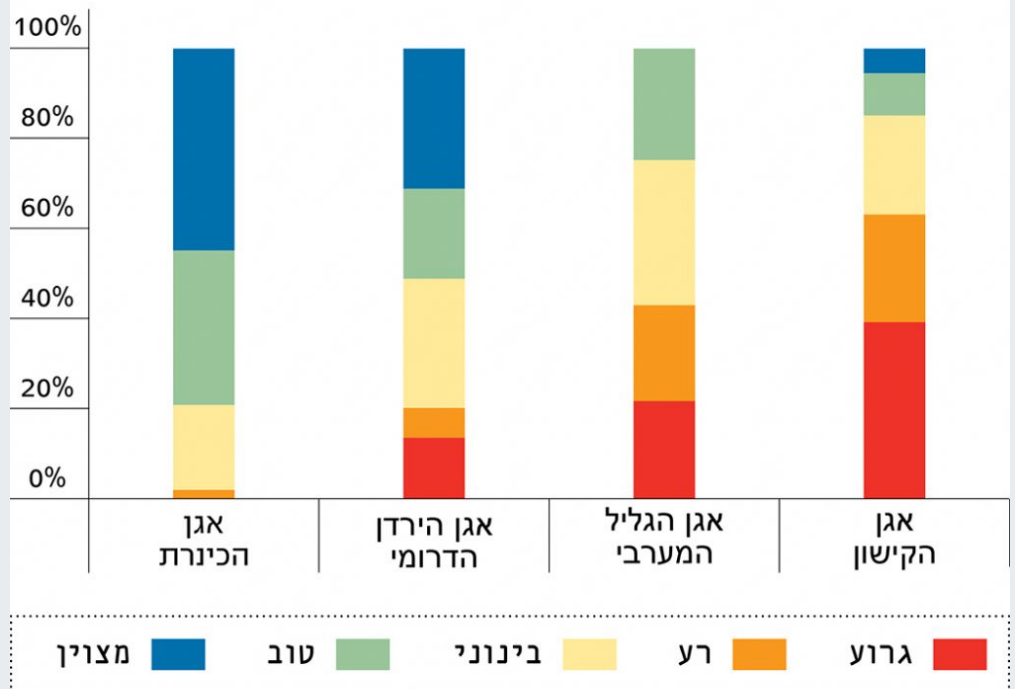


איור 1

ערכי 'ציין הרגישות הטקסונומית (ASPT) ב-60 נחלים שנבדקו בין השנים 2015 ל-2020 באגנים הצפוניים של ישראל

נחלים שלא נדגמו ביולוגית או שאין עבורם ערכי ייחוס, צבועים לבן. הערכים המוצגים הם המעודכנים ביותר לכל אגן.

איור 2. התפלגות ערכי 'ציין הרגישות הטקסונומית' (ASPT) בין השנים 2015-2020 במקטעי הניטור באגנים הצפוניים: הכינרת (58 מקטעי ניטור), הירדן הדרומי (45), הגליל המערבי (28) והקישון (54)



איור 2
התפלגות ערכי 'ציין הרגישות הטקסונומית' (ASPT) בין השנים 2015-2020 במקטעי הניטור באגנים הצפוניים: הכינרת (58 מקטעי ניטור), הירדן הדרומי (45), הגליל המערבי (28) והקישון (54)



יטור ביולוגי של נחל תבור. בחזית: מין בסיכון – השפרירית צעיפית השלפוחיות (*Epalage fatima*), מין אנדמי ללבנט / צילום: אביטל כ"ץ, המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוויטית, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט

דיון ומסקנות

במאמר זה הוצגה שיטה לניטור ביולוגי ולקביעת המצב האקולוגי של נחלים על פי 'ציין הרגישות הטקסונומי'. ממצאי הניטור מעידים על כך שרבים מהנחלים המנקזים את האגנים הצפוניים של ישראל מצויים במצב אקולוגי ירוד ('בינוני' ועד 'גרוע'). מתאם שלילי מובהק (Spearman's rank correlation, $p < 0.05$) נמצא בין ערכי הציין ומדדים עיקריים לאיכות המים: ריכוז חומר אורגני זמין (צח"ב) וריכוז חומרי דשן (חנקן וזרחן כללי). עובדה זו מצביעה על איכות המים (מי מקור טבעיים, קולחים מטוהרים או שפכים באיכות ירודה) כגורם העיקרי המשפיע על מצבם האקולוגי של הנחלים. ממצא זה עולה בקנה אחד עם הידוע בספרות המקצועית על הקשר שבין זיהום נחלים והרכב חברת חסרי החוליות^[14, 21]. יש לציין עם זאת, כי שלא כמו תמונת המצב הרגעית שמספקת דגימת איכות המים, הרכב חסרי החוליות הגדולים בנחל ברגע נתון משקף השפעות סביבתיות מורכבות בפרק זמן של שבועות עד חודשים – משך הזמן שלקח לחברה להיבנות בתהליך הדרגתי של אכלוס ורבייה. בשל עובדה זו הניטור הביולוגי עשוי לסייע בזיהוי הפרעות ומגמות, כמו התייבשות, תקלות ביוב שבמקרה לא נדגמות בניטור הכימי השגרתי, רמיסה על-ידי עדר בקר וזליגה של חומרי הדברה חקלאיים. כך למשל ניתן להסביר את מצבם הבינוני של נחלים כמו הנעמן, הגעתון ומעלה הציפורי, שאינם נתונים להזרמת קולחים קבועה, אך מושפעים מפעילות חקלאית או עירונית באגן הניקוז. שיפור המצב האקולוגי בנחלים אלה מחייב התייחסות למכלול ההשפעות באגן ההיקוות של הנחל, כמפורט בהמשך. יתרה מזאת, שיטת הניטור הביולוגי מאפשרת זיהוי אתרים שמצבם האקולוגי שפיר ('טוב' או 'מצוין'), כמו למשל 'עין שחל' בנחל תבור, 'עינות ציפורי' ו'עין יבקע' בנחל ציפורי ו'עינות קיני' בנחל הקיני. המשותף למקטעים אלה הוא קיומם של מעיינות איתן עם איכות מים גבוהה, והדבר מעיד על חשיבותם של מקורות מים טבעיים לתהליך שיקום אקולוגי של נחלים בישראל.^[1]

[5, 3]



טור ביולוגי של נחל כזיב / צילום: ירון הרשקוביץ, המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטיט, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט שיקום אקולוגי של נחלים הוא תהליך מורכב המחייב התייחסות למגוון רחב של גורמים במרחב הנחל^[16], ובהם שיפור האיכות והכמות של המים, צמצום הנגר החקלאי והעירוני, הסרת חסמים לזרימה ושיקום בתי גידול באפיק ולאורך הגדות. ניטור משולב הכולל רכיבים אקולוגיים שונים (כמו איכות מים, כמות מים, גאומורפולוגיה, ביולוגיה) יכול לסייע בתהליך השיקום על-ידי הצבת יעדים מדידים להערכת ההשפעה של פעולות שיקום לאורך זמן. מעבר לכך, הניטור הביולוגי יספק מידע על תהליכים ארוכי-טווח כמו השפעת שינוי האקלים, חדירה של מינים זרים או היעלמותם של מינים אנדמיים רגישים (כמו חרקי מים נדירים, צדפות או דגים) כסימן מקדים לשינויים במערכת האקולוגית. המידע יסייע לרשויות לזהות מקטעי נחלים הדורשים התערבות, ויכוון את מאמצי השיקום על בסיס גורמי ההשפעה העיקריים (איכות המים, גאומורפולוגיה, ספיקה וכד').

בשל כך, השימוש בניטור אינטגרטיבי הכולל גם רכיבים ביולוגיים הוא חלק מרכזי בתוכניות שיקום נחלים ברחבי העולם, כמו למשל ניהול אגני היקוות (River Basin Management Plans) באיחוד האירופי^[2]. בישראל שיקום הנחלים הוא אתגר משמעותי בשל השפעות האקלים הים תיכוני (טמפרטורות גבוהות, שונות רבה בספיקת הנחל לאורך חודשי השנה), המועצמות על-ידי פעילות אדם אינטנסיבית בשטח גאוגרפי מצומצם^[6,3]. אף על פי שמדינת ישראל אינה חברה באיחוד האירופי, ואין כיום חובה בחוק לכלול רכיבים ביולוגיים במערך ניטור הנחלים, המשרד להגנת הסביבה בחר לאמץ את הניטור הביולוגי כאמצעי משלים לאפיון מצב הנחלים בישראל. במסגרת זו מתבצע מ-2019 ניטור כימי וביולוגי משולב במספר אגנים ברחבי הארץ (הגליל המערבי, הקישון, הירדן הדרומי). ממצאי הניטור המשולב ייכללו בדו"חות המשרד להגנת הסביבה ויספקו לציבור מידע חשוב על השינויים במצבם האקולוגי של הנחלים במדינת ישראל. נוסף על כך, אנו פועלים להטמיע את הניטור הביולוגי כחלק מהפעילות השגרתית של רשויות הניקוז והנחלים. רשויות אלה אמונות, בין היתר, על שיפור מצבם האקולוגי של הנחלים בתחומן. עם זאת, עד כה לא נקבעו תקנות המחייבות את רשויות הנחלים לכלול הערכת מצב אקולוגי כחלק מפעילותן השוטפת, ובכלל זה גם לא נקבעה הגדרה למצב האקולוגי שיש לשאוף אליו. מסיבה זו היישום בפועל של ניטור ביולוגי ושל הערכת מצב אקולוגי תלוי במידה רבה ברצון של מנהלי הרשויות ובצוותים המקצועיים של כל רשות בנפרד. שילוב אנשי מקצוע ואקולוגים המתמחים בתחום שיקום הנחלים, עשוי לסייע רבות לרשויות הניקוז והנחלים בקביעת מדדי שיקום ובקידומן של פעולות הנדרשות לשם השגת יעדי השיקום.

הלכה למעשה

ד"ר אמיר ארז, ראש אגף מים, שפכים ונחלים, המשרד להגנת הסביבה:

ניטור נחלים נועד להצביע על מגמות במצב הסביבתי של נחלים במטרה לקבל החלטות מושכלות בכל הקשור לניהול הסביבתי שלהם. בעשרות השנים האחרונות המשרד להגנת הסביבה מבצע ניטור כימי בתדירות של פעמיים בשנה בכ- 17 נחלים מרכזיים בישראל. הדגימה משמשת לבניית בסיס נתונים רב-שנתי שמאפשר לנו לעקוב אחר שינויים באיכות מי הנחלים. הניטור מסייע להבין אם חל שיפור במצב הנחלים או אם חלה הרעה בשל זיהום.

במהלך השנים ובעקבות עבודה סדורה של המשרד להגנת הסביבה הוסרו מרבית מקורות הזיהום הקבועים. לעומת מעל ל-250 מקורות בשנת 1994, כיום יש פחות מ-60 מקורות זיהום קבועים (ולחלק מהם יש היתרים להזרמה), ומרבית הזיהום בנחלים הוא מתקלות ומהזרמות אקראיות. אי לכך, הבנו שהניטור הכימי הנקודתי אינו נותן יותר מענה להבנת מצב הנחלים. המשרד להגנת הסביבה, יחד עם רשות הטבע והגנים, אוניברסיטת תל אביב ואחרים, הקים את המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטית, כדי שיפעל לניטור ביולוגי של הנחלים, ויבחן את המצב האקולוגי שלהם בהשוואה למצב הרצוי (המיחול). זהו כלי מקצועי חשוב שבכוחו לסייע למקבלי ההחלטות לבצע מעקב אחר הצלחת פעולות שיקום.

מקורות

1. אלרון א וכהן א. 2020. [השפעת האדם על תפקודם הטבעי של מעיינות בישראל](#). אקולוגיה וסביבה 11(2).
2. גוטמן ג'. 2018. [ניהול אגני היקוות בגישה אינטגרטיבית – לקראת גיבוש מדיניות](#). האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
3. גלזמן ה וקשת נ. 2017. [זרימת מים טבעיים בנחלים – מה נעשה בעשור האחרון ולאן פנינו?](#) אקולוגיה וסביבה 8(4):77-76.
4. המשרד להגנת הסביבה. 2020. [דו"חות ניטור מים ונחלים \(2005-2015\)](#).
5. סוקניק א וסטוקלסקי א. 2017. [זכות הטבע למים? דילמות בשיקום נחלי ישראל לנוכח השינויים במשק המים](#). אקולוגיה וסביבה 8(4):75-68.
6. סטוקלסקי א ופרלמוטר מ. 2012. געושים לנחל: הנחלים ובתי הגידול הלחים בישראל – מצב קיים, ומתווה לשיקום הידרולוגי ואקולוגי. החברה להגנת הטבע.
7. פרלברג א, רון מ, שיצר ד ואחרים. 2010. רגישות סביבתית לפעולות תחזוקה של הערוצים ברשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי – דו"ח סופי.
8. רשות הטבע והגנים. [השבת המים לשמורת טבע נחל עיון](#).
9. רשות נחל קישון. [דו"חות ניטור עונתיים](#).
10. שפירא א"ד. 2015. עומסי מזהמים בנחלים. המשרד להגנת הסביבה.
11. תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים). 2010.
12. Armitage PD, Moss D, Wright JF, and Furse MT. 1983. [The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites](#). *Water Resources* 17(3): 3330-347.
13. Birk S, Bonne W, Borja A, et al. 2012. [Three hundred ways to assess Europe's surface](#)

- [waters: An almost complete overview of biological methods to implement the water framework directive](#). *Ecological Indicators* **18**: 31-41.
14. Buss DF, Carlisle DM, Chon TS, et al., 2015. [Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: A comparison of large-scale programs](#). *Environmental Monitoring and Assessment* **187**: 4132.
 15. European Union. 2000. [Directive 2000/60/ EC of the European Parliament and of the Council](#).
 16. Feld CK, Birk S, Bradley DC, et al. 2011. Chapter Three – [From natural to degraded rivers and back again: A test of restoration ecology theory and practice](#). In: Woodward G (Ed). *Advances in Ecological Research*. London (England): Academic Press.
 17. Hering D, Feld CK, Moog O, and Ofenböck T. 2006. Cook book for the development of a multimetric index for biological condition of aquatic ecosystems: Experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia* **566**(1): 311-324.
 18. Hershkovitz Y, Hering D, Gal G, et al. 2018. Stream types of the Lake Kinneret (Sea of Galilee) watershed. *International Journal of River Basin Management* **16**: 133-
 19. Katz D and Tal A. 2013. [Rehabilitating Israel's streams and rivers](#). In: Becker N (Ed). *Water policy in Israel. Global Issues in Water Policy, Vol 4*. Dordrecht: Springer.
 20. Rolauffs P, Stubauer I, Zahrádková S, et al. Integration of the saprobic system into the European Union Water Framework Directive – Case studies in Austria, Germany and Czech Republic. *Hydrobiologia* **516**(1–3): 285-298.
 21. Rosenberg DM and Resh VH (Eds). 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall.
 22. Tal A, Al Khateeb N, Nagouker N, et al. 2010. [Chemical and biological monitoring in ephemeral and intermittent streams: A study of two transboundary Palestinian–Israeli watersheds](#). *International Journal of River Basin Management* **8**(2): 185-205.

קריאה נוספת

מסמך המציג את החזון של רשות הטבע והגנים לשיקום מערכות הנחלים של ישראל. המסמך מנגיש מידע מקצועי באופן נהיר וברור לקהל הרחב ולאנשי מקצוע כאחד.

אוזן א. 2010. [שיקום ושימור הנחלים ובתי הגידול הלחים בישראל: מדיניות רשות הטבע והגנים](#). ירושלים: רשות הטבע והגנים.

דו"ח מקצועי, ראשון מסוגו, שמציג תמונת מצב עדכנית על הגורמים השונים המשפיעים על מצבם של נחלי ישראל.

קפלן ד ופדרמן ר. 2014. [דוח מצב הטבע: בתי הגידול הלחים בישראל – 2014](#). המארג.

אתר 'המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוויטית', הכולל מידע על פעילותו, וכן רקע על האקולוגיה של נחלים.

aquatic-center/מרכזים/לחקור/smnh.tau.ac.il