

המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטית  
מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט - אוניברסיטת תל אביב

## פיתוח ציינים ביולוגיים והערכת מצבם האקולוגי של נחלים באגן ההיקוות של הירדן הדרומי: דוח מסכם



ירון הרשקוביץ, עדי וייס

מוגש לקרן לשמירה על שטחים פתוחים, רשות מקרקעי ישראל

דצמבר 2021

פיתוח ציינים ביולוגיים והערכת מצבם האקולוגי של נחלים באגן  
ההיקוות של הירדן הדרומי: דוח מסכם

**כתיבה ועריכה:** ד"ר ירון הרשקוביץ, עדי וייס

**דיגום חסרי חוליות, מיון, הגדרה טקסונומית וצילומים:** ד"ר ירון הרשקוביץ, טוביה אשכולי, אביטל כ"ץ, אופיר הירשברג, איתי כהנא ועדי וייס.

**דיגום איכות מים:** הלל גלזמן (רט"ג)

**עיבוד מידע וחישוב ציינים:** ד"ר ירון הרשקוביץ, עדי וייס ואביטל כ"ץ

**סיוע בהגדרה טקסונומית (מוזיאון הטבע):** רכיכות (Mollusca) – הנק מיניס, סרטנאים (Crustacea) – ד"ר יעריט לויט, פשפשאים (Heteroptera) – ד"ר טטיאנה נובוסלסקי, בריומאים (Ephemeroptera) – ד"ר זהר ינאי, חיפושיות (Coleoptera) – פרופ' ולדימיר צ'יקטונוב, תולעים טבעתיות (Annelida) – ד"ר לירון גורן.

**מפות:** איתי כהנא (מלא"ק)

**ציטוט:** הרשקוביץ, י. וייס ע. (2021). פיתוח ציינים ביולוגיים והערכת מצבם האקולוגי של נחלים באגן ההיקוות של הירדן הדרומי: דוח מסכם. מוגש לקרן לשמירה על שטחים פתוחים, רשות מקרקעי ישראל.

## **תודות**

אנו מודים לרשות מקרקעי ישראל, הקרן לשמירה על שטחים פתוחים על התמיכה בפרויקט זה. כמו כן נבקש להודות לאנשי רשות הטבע והגנים: ד"ר דנה מילשטיין, ד"ר רועי פדרמן, יפתח סיני, יהודה כרמי, הדי בן אליהו, הלל גלזמן ודודן חרוש, על הסיוע בהכנות ובביצוע סקר זה.

## תקציר הדוח

- דוח זה מסכם סקר אקולוגי שנערך במשך שנתיים (2017-2018) בנחלים נבחרים באגן הירדן הדרומי ועמק חרוד במסגרת הפרויקט "אפיון מצב אקולוגי ככלי תומך בניהול מדיניות סביבתית של אגני היקוות: הירדן הדרומי ונחלי עמק המעיינות כמודל", בתמיכת הקרן לשמירה על השטחים הפתוחים.
- מטרת הפרויקט הייתה פיתוח של כלים יישומיים לניטור והערכת המצב האקולוגי של נחלים באגן ההיקוות של הירדן הדרומי, וזאת באמצעות בחינת שינויים בהרכב חברת חסרי חוליות אקוויטיים: רכיכות, סרטנים וחרקי מים.
- הסקר נערך ב - 39 מקטעי נחלים, בכלל זה הירדן הדרומי (במקטע שבין מעלה סכר אלומות ובין כביש 90) ו- 11 יובלים המתנקזים אליו: יבניאל, תבור, חרוד, הקיבוצים, עמל, אבוקה, נבות, טיון, רכש, איתן ואולם.
- סה"כ נמצאו בסקר זה באגן הירדן הדרומי 130 טקסונים של חסרי חוליות מ-11 סדרות: תולעים, עלוקות, חלזונות, צדפות, סרטנים, בריומאים, שפיראים, פשפשאים, חיפושיות, זבובאים ושעירי כנף.
- ממצאי הסקר מצביעים על השפעה ברורה של איכות המים על מצבם האקולוגי של נחלי האגן: נחלים בהם נשמרה איכות מים גבוהה, בהם הירדן הדרומי (מסכר דגניה ועד לסכר אלומות), נחל תבור (מקטע השמורה), הקיבוצים, עמל, איתן ויבניאל, מקיימים מערכת אקולוגית טובה באופן יחסי, עם מינים רגישים לזיהום והפרעות. לעומתם, מספר נחלים ומקטעי נחלים נתונים להפרעות סביבתיות, בהם זיהום ממקורות שונים כמו הזרמת קולחים (הירדן הדרומי במורד למט"ש ביתניה) ומי מדגים (נחל חרוד), דשדוש בקר (תבור, רכש) ואיחוז מים (אבוקה, עמל). בנחלים אלו המערכת האקולוגית פגועה ובעלי החיים המתקיימים בהם אינם מייצגים חברה של מינים עמידים להפרעות, בהם גם מינים זרים ופולשים.
- השוואה לנתוני סקר מ - 2005 שנערך במקטע הירדן הדרומי, מצביע על שינוי ניכר במצבו האקולוגי לאחר שדרוג איכות הקולחים. עם זאת, המקטע מושפע מאוד מהתבססות של מיני חלזונות פולשים הידועים ביכולתם המהירה לשגשג בבתי גידול מופרים.
- שיקום הנחלים באגן הירדן הדרומי צריכות לכלול תכנית מפורטת להסרה הדרגתית של מקורות הזיהום הקבועים (קולחים, מדגים, בקר), שחרור והקצאת מים באיכות מי מקור ושיקום מבני של ערוצי נחלים מוסדרים, תוך שימוש באמצעים "רכים". במקביל, יש לכלול פעולות לשיקום ולהגנה על יובלים איכותיים בהם קיים פוטנציאל להוות מקור לאכלוס עתידי של הירדן לאחר שיקומו, דוגמת נחל יבניאל, נחל תבור עליון ונחל איתן.
- המשך פעולות השיקום נחלי האגן צריכה להיות מלווה בניטור של איכות המים, מצב בתי הגידול וההרכב הביולוגי של הנחלים, תוך שימת דגש מיוחד על שיקום מינים אופייניים לנחלי האזור ומניעת התבססות של מינים זרים.

## 1. רקע

אגן הירדן הדרומי הינו בעל חשיבות רבה ממספר בחינות: כגבול גיאופוליטי בין ישראל וממלכת ירדן, כאתר בעל חשיבות דתית ותיירותית לנוצרים ולאורכו מצויים מגוון מוקדי משיכה לציבור. לדוגמה, באזור בקעת בית שאן מצויים מגוון אתרים ארכיאולוגיים, היסטוריים ואתרי מים רבים.

במהלך המאה האחרונה, עבר האזור תהליכי פיתוח מואצים שהתבטאו בהקמת יישובים כפריים ועירוניים, פיתוח תשתיות, והפיכת שטחים טבעיים לשטחים חקלאיים. תהליכים אלו לוו בתפיסת מים לטובת צריכה ביתית וחקלאית, וזיהום של מקורות מים עקב שחרור בלתי מבוקר של שפכים וקולחים. יתרה מזאת, הבינוי והפיתוח החקלאי פגעו ברציפות השטחים הפתוחים הטבעיים, המהווים חלק ממסדרון אקולוגי חשוב המחבר בין הבקעה לגליל והגולן ודרומה כזרוע טרופית של פאונה ופלורה אפריקאית. למרות העובדה שמרבית המים מנוצלים כיום לצרכי חקלאות ומדגה, מספר מעיינות ממשיכים לנבוע ולקיים זרימה עילית של מים מליחים באיכות גבוהה. מקומות אלו מהווים מוקד פופולארי של תיירות ופנאי (כמו למשל נחל הקיבוצים וגן לאומי הסחנה).

בעשור האחרון הוקמה מנהלה לשיקום האגן ולהשלמת תכנית האב לשיקום נהר הירדן וסביבתו. תכניות מעין אלו, לשיקום נחלים שנפגעו כמו נחל חרוד והירדן הדרומי (ממורד לסכר אלומות), שיפור איכות הקולחים המוזרמים לנחלים ושחרור מי מעיינות אחוזים, כבר מצויות בשלבי יישום. על יעדי תכנית האב נמנים גם "שמירת הנף הכפרי והטבעי – הפסטוראלי של המרחב ושיקומו, בדגש על נהר הירדן וסביבתו: המים, הגדות, הצמחייה והאתרים" וכן "שימורם, שיקומם וטיפולם של בתי גידול לחים במרחב כבסיס לשימור המגוון הביולוגי" (מתוך תכנית אב לשיקום ולטיפול נהר הירדן הדרומי וסביבתו - חזון, יעדים ומטרות, 2013). עם זאת, למרות קיומם של יעדים ברורים לפיתוח האזור והגנה על ערכי הטבע שבו, אין כיום תכנית סדורה לניטור ביולוגי של גופי המים הזורמים (מעיינות, נחלים והירדן עצמו) במרחב התכנון. יתרה מכך, סקרים אקולוגיים שנערכו בעבר באגן הצביעו בעבר על כך שכל שאפיק הנחל וסביבתו טבעיים יותר, רחוקים ממקומות ישוב וללא תחזוקה, וככל שהנחל נקי יותר מזיהום וזרימת המים בו רבה יותר, כך גם עולה מספר המינים של בעלי חיים וצמחים, ומתרבים בו המינים הרגישים יותר לתנאי עקה. כך למשל נחל תבור, אשר מרביתו מוגדר כשמורת טבע, ואשר מי מעיינות זורמים בו מהשמורה ומזרחה, נמצא בסקר סביבתי כבעל הערכיות האקולוגית הגבוהה ביותר, עם ערכים גבוהים של מיני צומח נדירים, חסרי חוליות רגישים, וזרימת מים נקיים (למעט מעלה הנחל, הסובל מזיהום). לעומת זאת, ערוצים שאליהם מוזרמים מים באיכות נמוכה כמו בריכות דגים או ערוצים שעוברים עבודות תחזוקה אינטנסיביות נמצאו כבעלי ערכיות אקולוגית נמוכה.

עם זאת, למרות קיומו של מידע אקולוגי ספורדי דרך סקרים אקולוגיים ועבודת מחקר, לא קיימת מתודה סדורה לניטור וקביעת מצב אקולוגי של נחלים באגני היקוות על פי אמות מידה מקובלות ולא נעשתה עבודה ממוקדת שמטרתה פיתוח ציינים רלוונטיים לניטור ביולוגי ארוך טווח.

במסגרת הפרויקט הנוכחי, נעשו בחינה ולאחר מכן שימוש במתודולוגיה לפי אמות המידה האירופאיות לניטור ביולוגי של נחלי האגן, תוך הסתכלות כוללת על מגוון גורמים סביבתיים, היכולים להשפיע על מצבם האקולוגי (אופי התשתית, איכות המים, השפעות אדם ועוד).

אזור הסקר כולל את אגני ההיקוות המערביים של הירדן הדרומי: נחל יבניאל, נחל תבור, יששכר, חרוד ובזק, את גופי המים הנובעים בעמק המעינות: עיינות חוגה, עין יזרעאל, נחל הקיבוצים, עין מודע, עין שוקק, וכן את אפיק הירדן עצמו החל משפך הכנרת בסכר דגניה ועד לקו הירוק (במקטעים שאינם חסומים למעבר). מתוך אלו, פירוט על הנחלים הרלוונטיים לדוח זה מובא להלן בקצרה:

**הירדן הדרומי:** שלוחתו הדרומית של הירדן יוצאת מהכנרת דרך סכר דגניה, המווסת את זרימת מי הכנרת דרומה. באזור זה האפיק רחב וזרימת המים איטית. כשני ק"מ במורד הזרם מצוי סכר אלומות, החוסם את זרימת המים. במורד לו זורמים בירדן מי המוביל המלוח הנשאבים ממעינות בצפון הכנרת, מי קולחים ממט"ש "ביתניה" ומי שיטפונות. הנחל מתפתל לאורך עמק הירדן עד הגיעו אל ים המלח, ובדרכו מתנקזים אליו מי נחלים רבים. **יבניאל:** זורם לאורך בקעת יבניאל אל הירדן הדרומי. נחל אכזב ברובו, מלבד מקטע איתן ממורד לעין פטל ועד לחיבור עם הירדן. במעלה לעין פטל קיים מפעל לטיהור שפכים שהזרים, נכון ל-2017-2018, קולחים באיכות נמוכה אל הנחל. כיום המט"ש סגור והמים לא מתנקזים אל נחל יבניאל. בנוסף לכך, קיימת רעייה של עדרי בקר לאורך הנחל ובתוך האפיק.

**תבור, רכש ואולם:** נחל תבור הוא מהגדולים בנחלי הגליל התחתון, מנקז שטח של כ-208 קמ"ר ויובליו העיקריים הם הנחלים: ברק, דבורה, השבעה, קמא, קיש, רכש, נין, קוסמת ועין דור. הוא זורם לאורך כ-30 ק"מ מהרי נצרת מזרחה עד שפכו לנהר הירדן כ-2 ק"מ דרומית-מזרחית לקיבוץ גשר. החל משמורת הטבע בה הוא עובר ומזרחה זורמים בו מי מעיינות. למרות שיוכו לשמורת טבע, קולט הנחל הזרמות קולחים אקראיות וקיימת רעייה אינטנסיבית (מוסדרת בחלקה) של עדרי בקר. מצפון לשמורה נובע עין אולם, המתנקז מדרום-מערב אל קניון הבזלת. אליו מגיע גם נחל רכש, הנובע מדרום לו.

**עמל וקיבוצים:** נחלי איתן מליחים באיכות מים טובה שאינה מתאימה לשתיה. בעבר היוו מקורות מים עיקריים לנחל חרוד. כיום הם משמשים בחלקם העליון כאתרי פנאי ונופש, כולל מסלולי הליכה ורחצה. במורדם, הנחלים נתפסים ומשמשים לתפעול בריכות דגים של קיבוצי הסביבה.

**חרוד:** הערוץ העיקרי של החרוד זורם בכיוון כללי ממערב למזרח לאורך עמק בית שאן ומתחבר לירדן כ-2.5 ק"מ מזרחית לקיבוץ חמדיה. מקורות המים לאורך הנחל כוללים מספר קטן של מקורות טבעיים (עין יזרעאל, עין חרוד, עיינות חסידה, נחל חמדיה), אך מרביתם מנוצלים לטובת גידולים חקלאיים ותעשיית המדגים המזהמת את הנחל בפלט מדגים.

**אבוקה, עין טיון ואיתן:** נחלי איתן מליחים. עיקר ההשפעה עליהם מגיעה מחקלאות ותוספת מים לשימוש חקלאי.

## 2. מטרות ותוצרים

דוח זה מסכם את ממצאי הפרויקט "אפיון מצב אקולוגי ככלי תומך בניהול מדיניות סביבתית של אגני היקוות: הירדן הדרומי ונחלי עמק המעינות כמודל" שבוצע עבור הקרן לשמירה על השטחים הפתוחים. הפרויקט נועד לפתח כלים יישומיים לבחינת המצב האקולוגי של נחלים באגן ההיקוות של הירדן הדרומי. העבודה נעשתה בשיתוף אגף מים ונחלים במשרד להגנת הסביבה ומדור ניטור נחלים ברשות הטבע והגנים.

תוצרי הפרויקט הם:

- מפה טיפולוגית מפורטת לנחלי האזור על פי הסטנדרט האירופי
- רשימת מינים אזורית (regional species pool) ברמה טקסונומית נמוכה (סוג-מין)
- רשימת צינים ביוטיים מותאמים לאגן הירדן הדרומי
- מפת אפיון אקולוגי של אגן ההיקוות על בסיס חברת חסרי החוליות הגדולים
- תחנות לניטור ביולוגי ארוך-טווח באגן ההיקוות
- ניתוח מפורט של השפעות אדם על הרכב חברת חסרי החוליות

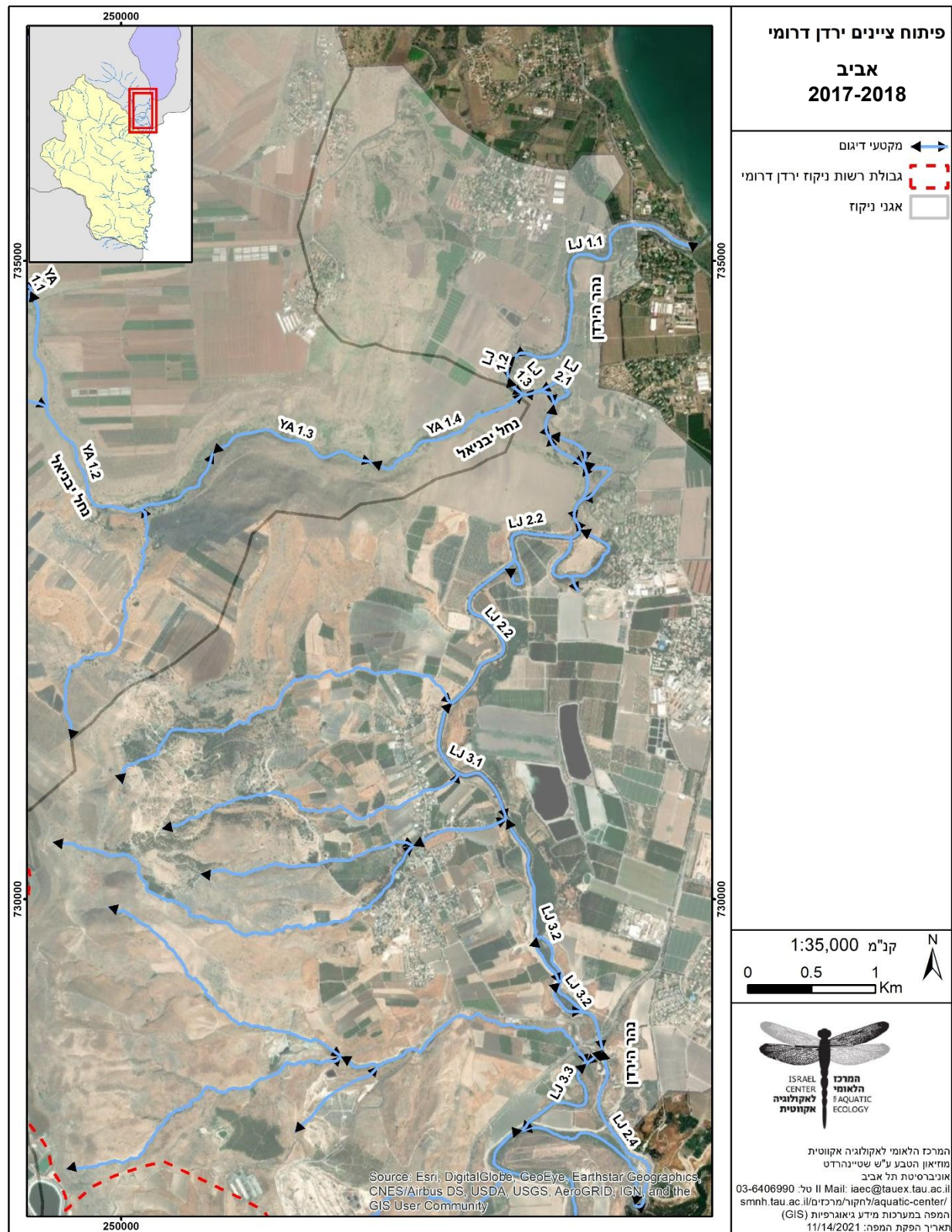
### 3. שיטות עבודה

השיטות שיושמו בפרויקט זה נסמכות על המודל האירופי לניהול אגני היקוות (River Basin Management Plans) כבסיס לניהול בר-קיימא של נחלים וסביבתם. מבין בעלי החיים המאכלסים מקווי מים מתוקים, חברת חסרי החוליות היא העשירה והמגוונת ביותר. היא כוללת מאות-אלפי מינים ידועים בעולם, מקבוצות טקסונומיות שונות: עלוקות (Hirudinea), רכיכות (Mollusca), סרטנאים (Crustacea) ואף חרקים (Insecta). מבין החרקים, ניתן למצוא סדרות ייחודיות למקווי מים יבשתיים כגון בריומאים (Ephemeroptera), שפיראים (Odonata), גדותאים (Plecoptera) ושעירי-כנף (Trichoptera). לחסרי החוליות התאמות ורגישויות המתפרשות על פני מנעד רחב של תנאי סביבה, דוגמת עוצמת הזרימה (מים זורמים או עומדים), אופי התשתית (בוץ, אבנים או צומח), ריכוז החמצן (גבוה או נמוך), מליחות המים (מתוקים, מליחים, אסטואר) וריכוזי רעלים שונים. לקבוצות טקסונומיות שונות רגישות שונה, המשתנה גם בין נציגים שונים (מינים, סוגים, משפחות) מאותה הקבוצה. הנחת היסוד היא ששינויים בתנאי הסביבה ישפיעו על הרכב ומגוון המינים של חסרי החוליות. כך, מגוון המינים הגדול, על שלל תכונותיהם והתאמותיהם לסביבה שבה הם מתקיימים, מספק אמת מידה מקיפה לבחינה ישירה ובלתי אמצעית של השפעות סביבתיות שונות על מצבו האקולוגי של בית הגידול הנבחן. מסיבה זו, חסרי החוליות הם אחד המרכיבים העיקריים במערך הניטור הביולוגי של גופי מים ברחבי העולם.

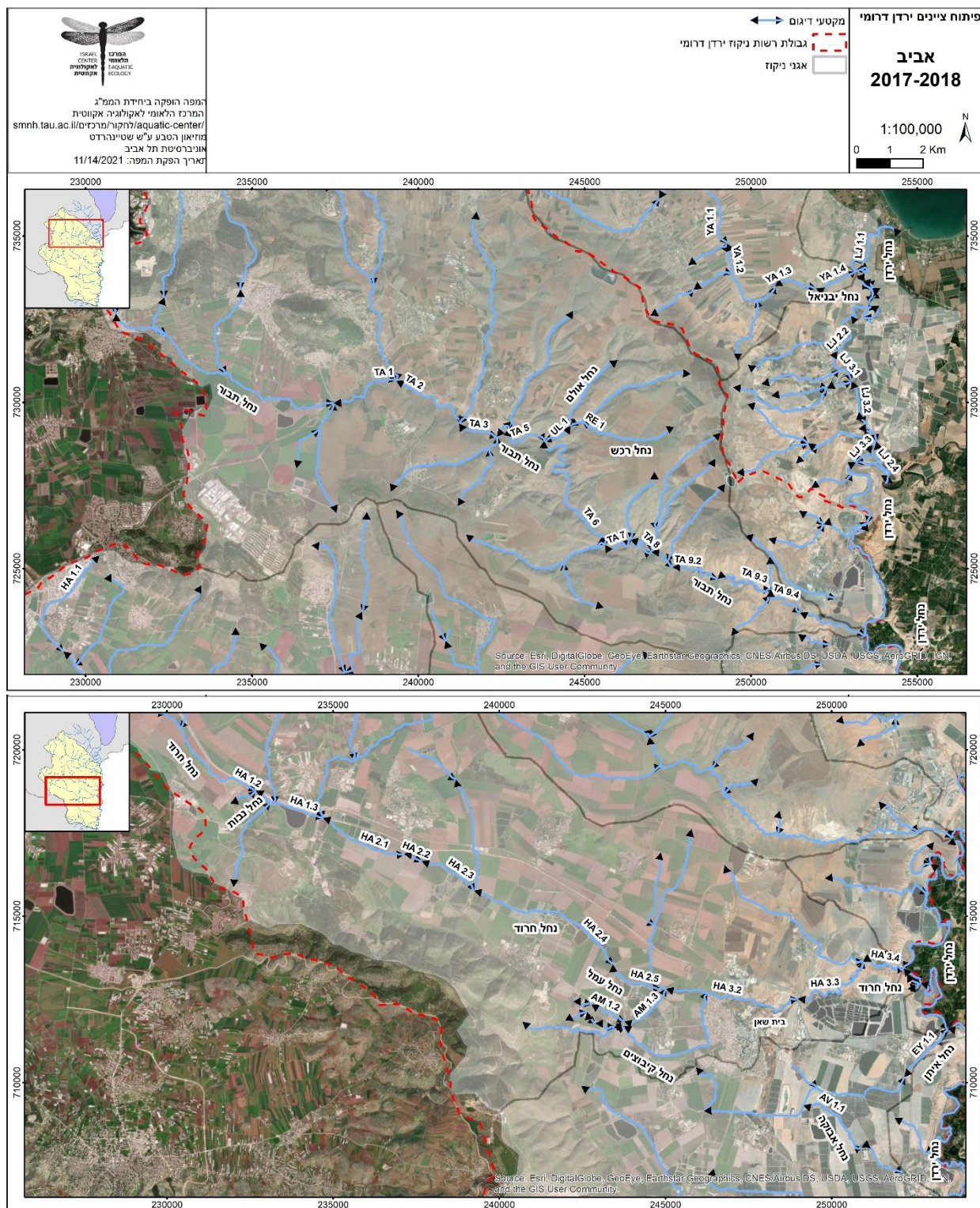
### ניטור איכות מים וחסרי חוליות גדולים

הניטור הביולוגי נערך בעונות האביב ותחילת הקיץ בשנים 2017-2018, ב-39 מקטעים באגן הירדן הדרומי, מהירדן, יובליו העיקריים ומספר נחלי משנה באגן. במסגרת הסקר נערכו שני דיגומים: הראשון בין 19-26.06.2017 ובמסגרתו נדגמו 26 מקטעים מ-9 נחלים. השני בין 22.05-20.06.2018 ובמסגרתו נדגמו 29 מקטעים מ-10 נחלים. סך הכול, נאספו 55 דגימות של חסרי חוליות גדולים מהירדן הדרומי (במקטע שבין מעלה סכר אלומות ובין כביש 90) ומ-11 יובלים המתנקזים אליו: יבניאל, תבור, חרוד, הקיבוצים, עמל, אבוקה, נבות, טיון, רכש, איתן ואולם. (איורים 1א-1ב, טבלה 1).

בכל המקטעים בוצע אפיון לתשתית המינרלית (חול, בוץ, אבנים) והאורגנית (אצות, צומח מים וגדות), לאורך מקטע של כ-100 מטר. ככל שניתן, חסרי חוליות גדולים (חח"ג) נדגמו ביחס להרכב התשתית. השטח הנדגם בכל מקטע הוא כ-1.25 מ"ר. הדגימות שומרו באתנול (96%) והועברו להמשך מיון, ספירה והגדרה טקסונומית. בעלי החיים קוטלגו והופקדו במוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוני' תל אביב. משתנים פיזיקו-כימיים (טמפרטורה, ריכוז חמצן מומס, ערך ההגבה ומוליכות חשמלית) נמדדו על ידי צוות המלא"ק במועד הדיגום, באמצעות מד אלקטרוני נייד דגם YSI Professional Plus. בנוסף, נלקחו דגימות המים על ידי צוות ניטור הנחלים של רט"ג לאנליזה מפורטת של איכות המים. חסרי החוליות שומרו באתנול (96%) והועברו למעבדה להמשך מיון, ספירה והגדרה טקסונומית.



**איור 1א:** מקטעי הנחלים באגן הירדן הדרומי – הירדן ונהל יבנאי סקר פיתוח ציינים אביב 2017-2018. פירוט המקטעים בטבלה 1.



**איור 1ב:** מקטעי הנחלים בחלקו הדרומי של אגן הירדן הדרומי (עליון - אגן תבור, תחתון אגן חרוד), סקר פיתוח ציינים אביב 2017-2018. פירוט המקטעים בטבלה 1.

**טבלה 1:** מקטעי הדיגום בסקר אגן הירדן הדרומי, 2017-2018. פירוט טיפוס נחלים להלן.

| 2018 | 2017 | טיפוס נחל | מקטע                   | סימון המקטע | נחל                 |
|------|------|-----------|------------------------|-------------|---------------------|
| ✓    | ✓    | 4 י'      | מעלה סכר אלומות        | LJ 1.1      | ירדן דרומי          |
| ✓    | ✓    |           | מורד סכר אלומות        | LJ 1.2      |                     |
|      | ✓    |           | מורד מוביל מלוח        | LJ 1.3      |                     |
| ✓    | ✓    | 5 י'      | מורד כניסת יבניאל      | LJ 2.1      |                     |
| ✓    | ✓    |           | מורד בית זרע           | LJ 2.2      |                     |
| ✓    |      |           | מנחמיה                 | LJ 3.3      |                     |
|      | ✓    |           | מורד גשר דלהמיה        | LJ 3.3      |                     |
| ✓    |      | 2.1 ב'    | מורד מט"ש יבניאל       | YA 1.2      | יבניאל              |
| ✓    | ✓    |           | עין פטל                | YA 1.3      |                     |
| ✓    | ✓    |           | חניון יום              | YA 1.4      |                     |
| ✓    |      |           | מעלה כניסת נחל השבעה   | TA1         | תבור                |
| ✓    |      |           | מעלה כניסת נחל קיש     | TA3         |                     |
| ✓    | ✓    |           | מורד עין שחל 1         | TA 9.1      |                     |
|      | ✓    |           | מורד עין שחל 2         | TA 9.2      |                     |
| ✓    | ✓    |           | מעלה תפיסה             | TA 9.3      |                     |
| ✓    |      |           | גשר כביש 90            | TA 9.4      |                     |
| ✓    |      |           | מעלה מפגש אולם         | RE 1        | רכש                 |
|      | ✓    |           | מורד כניסת רכש         | UL 1        | אולם                |
| ✓    |      | 2.1 א'    | נבות                   | NA 1        | נבות                |
| ✓    |      |           | מעלה כניסת נבות        | HA 1.2      | חרוד                |
| ✓    | ✓    |           | מורד כניסת נבות        | HA 1.3      |                     |
| ✓    | ✓    |           | חניון מול גלבע         | HA 2.2      |                     |
|      | ✓    |           | גשר תל יוסף            | HA 2.3      |                     |
| ✓    |      |           | גשר 669 (מדגה תל יוסף) | HA 2.4      |                     |
| ✓    | ✓    |           | גשר הקנטרה             | HA 3.1      |                     |
| ✓    | ✓    |           | מבואות חרוד חניון יום  | HA 3.2      |                     |
|      | ✓    | 2.2 ב'    | גני חוגה               | HA 3.4      |                     |
| ✓    |      |           | דרך הפטרולים           | HA 3.4      |                     |
| ✓    | ✓    |           | עליון                  | AM 1.1      | עמל                 |
| ✓    | ✓    |           | מורד                   | AM 1.2      |                     |
| ✓    | ✓    |           | עמל קדום               | AM 1.3      |                     |
|      | ✓    | תעלת בטון | תעלת בטון              | ----        | קיבוצים             |
| ✓    | ✓    | 2.1 א'    | מעלה                   | KI 1.1      |                     |
|      | ✓    |           | תיכון                  | KI 1.2      | עין טיון            |
|      | ✓    | תעלת בטון | תעלת בטון              | ----        |                     |
|      | ✓    | מעין      | עין טיון               | ----        | אבוקה               |
| ✓    | ✓    | 2.1 א'    | מורד                   | AV 1.1      |                     |
| ✓    |      |           | מעלה 6688              | EY 1.1      | איתן (סיל אל מנשיה) |

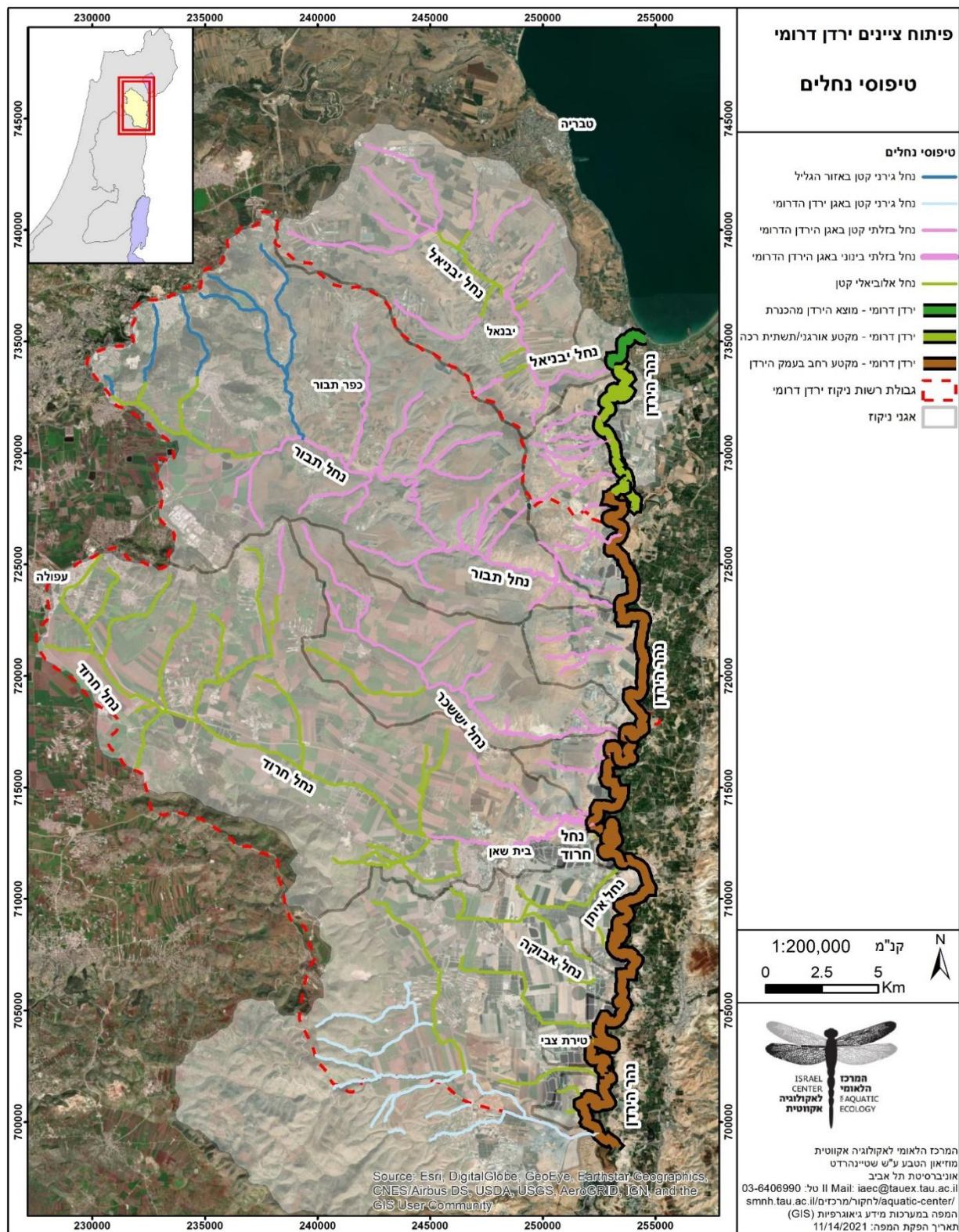
## עבודת מעבדה: מיון, ספירה והגדרת חסרי חוליות

חסרי החוליות מוין, נספרו והוגדרו לרמה הטקסונומית הנמוכה ביותר האפשרית (מיון, סוג או משפחה), באמצעות ספרות מקצועית ובסיועם של מומחי מוזיאון הטבע. כלל הנתונים האביוטיים והביויטיים הוזנו לבסיס הנתונים הממוחשב של המלא"ק.

נתונים אלו שימשו לחישוב ציינים ביולוגיים ולהערכת מצבו האקולוגי של הירדן ויובליו:

- **עושר הטקסונים הכללי** בכל אסופה (Taxa richness). עושר גבוה מעיד על חברת חח"ג יציבה ובעלת חוסן אקולוגי גבוה (עמידות גבוהה לאירועי קיצון) בעוד שעושר נמוך מעיד על חברה שנחשפה לגורמי עקה רבים והידלדלה, והחוסן האקולוגי שלה נמוך.
- **שפע הפרטים הכללי של חסרי החוליות** (מספרם הכולל של חסרי החוליות במ"ר). ככלל, צפיפות בינונית של פרטים (ביחס למשתנים כמו רוחב האפיק והספיקה בנחל לאורך השנה) היא אופטימלית לקיומה של מערכת אקולוגית בריאה בנחל. צפיפות נמוכה מעידה על הפרעה חריגה (שיכולה לנבוע ממגוון מקורות) שעברה או קיימת בנחל בזמן שצפיפות גבוהה עשויה להעיד על מי נחל מועשרים במזינים, הגורמים להתפוצצות אוכלוסין של מינים בודדים על חשבון מגוון המינים.
- **ציון המגוון הביולוגי במקטע (H') לפי Shannon-Wiener**: משמש להערכת המגוון הביולוגי על ידי אפיון היחס בין עושר הטקסונים של חח"ג למספר הפרטים בכל אסופה. ככל שהיחס גבוה יותר, נצפה לקבל חברה בעלת חוסן אקולוגי גבוה יותר.
- חלקיות חח"ג המשתייכים לסדרות **רגישות לעקה בבית הגידול (ET%)**. ככל שהחלקיות גבוהה יותר, ניתן לומר שהשפעת עקות שונות על הנחל היא נמוכה יותר, ומצבו האקולוגי טוב יותר.
- חלקיות **זחלי ימשושים מהשבט Chironomini (Chironomini %)**, **המשגשים בתנאי זיהום** – במיוחד זיהום אורגני (למשל, העשרה בנוטריינטים עקב כניסת תשטיפי חקלאות ומי מדגים לנחל). ככל שחלקיותם גבוהה יותר, ניתן להניח כי הזיהום האורגני (או זיהום ממקור אחר) בנחל גבוה, והמערכת האקולוגית נפגעת.
- אחוז הפרטים באסופה השייכים ל**מינים פולשים**, המעידים על הפרה במצבו האקולוגי המקורי של המקטע. ככל שהאחוז גבוה יותר, נצפה לראות הפרה אקולוגית גבוהה יותר, כולל השפעה על מגוון המינים וחוסן המערכת האקולוגית.
- **מדד ASPT-IL**: מדד לאפיון רגישות חסרי חוליות לזיהום אורגני, אשר עבר התאמה למשפחות חסרי החוליות בפאונה הישראלית. ערכי הרגישות של כל משפחה נעים בין 1 ל-10, כאשר ערכים נמוכים מעידים על הרכב מינים היכול להתקיים בתנאי זיהום, בעוד שערכים גבוהים מעידים על הימצאות מינים רגישים, הזקוקים למים באיכות גבוהה. ככל שהמדד גבוה – כך מצבו האקולוגי של הנחל טוב יותר. החלוקה להערכת המצב האקולוגי על סמך ערכי המדד היא כדלקמן:  
 $2.5 > \text{גרוע}; 3.5-2.51 = \text{רע}; 4.5-3.51 = \text{בינוני}; 5.5-4.51 = \text{טוב}; 5.5 < \text{מצוין}.$
- **טיפוס הנחל**: שיטה לסיווג מקווי מים יבשתיים על בסיס הידרוגיאומורפולוגי, דוגמת גיאולוגיה, טופוגרפיה, סדר נחל ואקלים. בטיפוסי נחל מסוימים מתקיימים עושר ומגוון מינים גבוהים יותר באופן טבעי (לדוגמה, נחלים קארסטיים או נחלי ים המלח), בזמן שבטיפוסים אחרים (דוגמת נחלים אלוביאליים או נחלי חוף),

גם במצבם הטבעי ביותר, מגוון המינים אינו גבוה, אחוז הסדרות הרגישות אינו משמעותי והם לא מגיעים לאותם ציוני ASPT-IL באופן אבסולוטי. במקרה כזה, אנו משווים בין נחלים מאותו הטיפוס, כדי לקבל אמת מידה יותר מדויקת של המצב האקולוגי הרצוי בנחל. בסקר זה נדגמו 5 טיפוסים (איור 2, טבלה 1): **"מוצא הירדן מהכנרת"** (י4), **"תשתית רכה/אורגנית בירדן הדרומי"** (י5), **"אלוביאלי קטן"** (א2.1), **"בזלתי קטן"** באגן הירדן הדרומי (ב2.1), **"בזלתי בינוני"** באגן הירדן הדרומי (ב2.2). נוסף על אלו, נדגמו שתי **תעלות בטון** (בעין טיון ובנחל עמל) ו**מעין אחד** (עין טיון עצמו). בהתאמה, התעלות אינן בעלות מצע טבעי ולכן אינן משויכות לטיפוסי נחלים.



**איור 2:** טיפוסים הנחלים באגן הירדן הדרומי בהתאם לסקרי עונות האביב ב-2017-2018.

## 4. תוצאות

### 4.1 נתונים סביבתיים

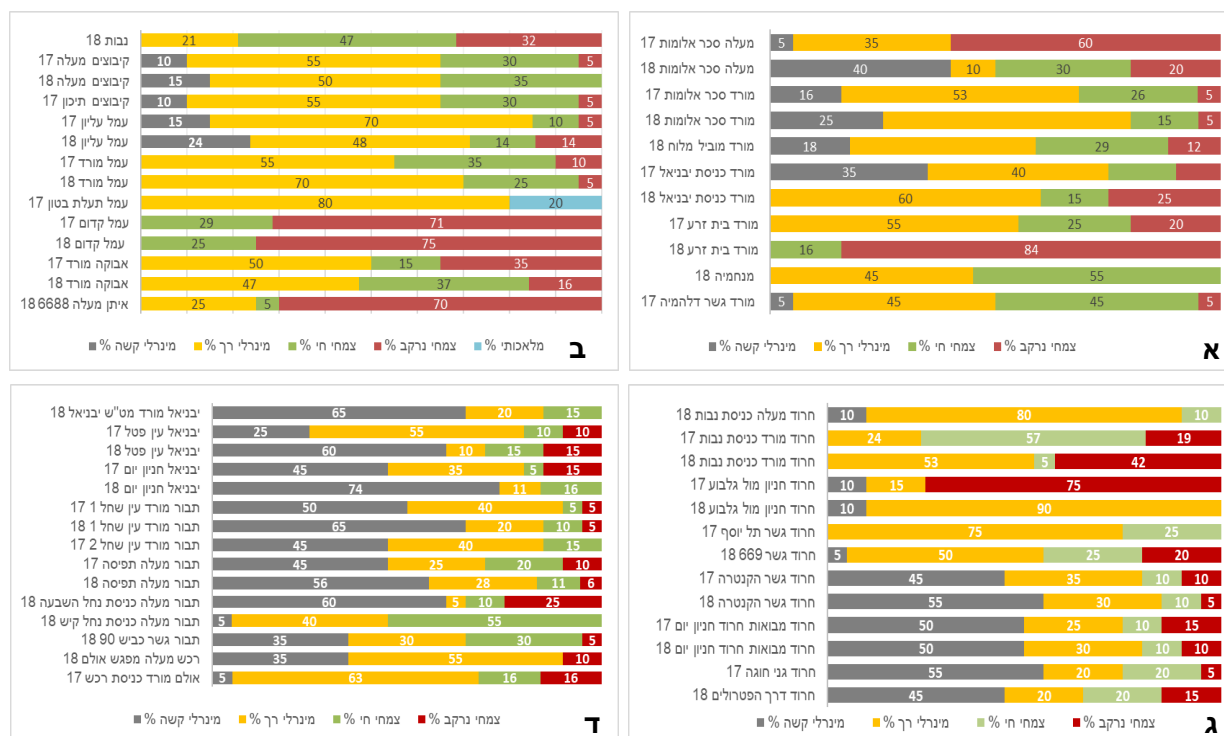
#### הירדן הדרומי:

בסקר זה נדגמו 7 מקטעים לאורך כ-11 ק"מ מנהר הירדן הדרומי, התחום בין סכר אלומות לכביש 90. מקטעי הירדן הדרומי נחלקים לשני טיפוסים נחלים – בחלקו הצפוני, הוא שייך לטיפוס "מוצא הירדן מהכנרת", המאופיין בתשתית אבנית וחולית לצד חומר אורגני (צמחיית מים וגדות, חומר חלקיקי גס), בעוד שחלקו הדרומי מאופיין בתשתית אורגנית על מצע שעיקרו חול (איור 3). התשתית הייתה מגוונת ברמה בינונית, כאשר "מורד בית זרע" הציג את התשתית האחידה ביותר (מדד מגוון 0.44) ו-"מעלה סכר אלומות" – את המגוונת ביותר (מדד מגוון 1.88). מבחינת הפרעה סביבתית, אחוזי ההפרעה של מקטעי הירדן היו בטווח הבינוני ( $>37\%$ ), ללא הבדלים משמעותיים בין שנים או מקטעים (נספח א).

בהתייחס למדדים הפיזיקו-כימיים של נהר הירדן הדרומי, ריכוז החמצן המומס השתנה בין המקטעים, אך ירד עם ההתקדמות במורד הנהר. סיבה אפשרית לכך היא עבודות השיקום שהתבצעו במקום בעת הסקר וגרמו להרחפה מחודשת של חומר אורגני פריק מקרקעית הנחל, שחידשה תהליכים ביולוגיים צורכי חמצן במים (נספח א). טמפרטורת המים הייתה יחסית גבוהה באופן עקבי בכל המקטעים (26.5-31 מעלות). ערכי טמפרטורה גבוהים צפויים בעמק הירדן בעונת הקיץ, אך גם קשורים במסיסות חמצן נמוכה, העלולה להגביל את קיומם של אורגניזמים רגישים. המוליכות החשמלית (יכולת המים להוליך זרם חשמלי, בהתאם לריכוז היונים) של מקטע הירדן מ"סכר דגניה" ועד ל"סכר אלומות", הצביעה על מליחות קלה של מי הירדן (1,250-1,400 מיקרוסימנס). עם כניסת "המוביל המלוח" וקולחי מט"ש ביתניה, המוליכות החשמלית הגיעה לערכי מים מליחים (כ-4,500 מיקרוסימנס) ונשארה גבוהה לאורך שאר מקטעי המורד. ב-2018 נרשמה עלייה נוספת במקטעים שנבדקו, כולל מנחמיה (עד כ-6,500 מיקרוסימנס). ערכי מוליכות חשמלית גבוהים מערכי הרקע הטבעיים מוכרים כפוגעים במינים רגישים למליחות – במיוחד בחרקים כמו בריומאים ושפיריות.

#### יובלי הירדן הדרומי:

במקביל למקטעים בנהר הירדן הדרומי, נדגמו 31 מקטעים ב-11 יובלים המתנקזים אל הירדן. יובלי הירדן הדרומי נחלקים לטיפוסים שונים: "נחלים אלוביאליים קטנים", שאפיק הזרימה בהם מצומצם יחסית ומאופיין בתשתית בוצית ו-"נחלים בזלתיים בינוניים וקטנים", שעיקר תשתיתם היא אבני בזלת וחול (איורים 3-ב-ד). מגוון התשתית נפרש על פני טווח ערכים רחב (נספח א). המקטע המגוון ביותר היה "עין פטל" בנחל יבניאל (מגוון 2), והאחיד ביותר היה "תעלת הבטון" בעין טיון (מגוון 0). בהקשר להפרעה הסביבתית, יובלי האגן היו ברמות שונות (נספח א). מעלה נחל עמל היה במצב הטבעי ביותר ולעומתו, רוב מקטעי נחל חרוד היו מופרים מאוד ( $>55\%$  הפרעה).



### איור 3. התפלגות הרכב התשתית בנחלי אגן הירדן הדרומי: מינרלי (קשה, רך), צמחי (חי ונרקב).

בהתייחס למדדים הפיזיקו-כימיים של היובלים, **ריכוז החמצן המומס** השתנה משמעותית, ללא תלות בשנה או במקטע (נספח א). רוב המקטעים היו רוויים בחמצן (>84%), בעיקר בנחלים בזלתיים (יבנאל, תבור, רכש, ואולם) אך גם בשני נחלים אלוביאליים קטנים (נבות ואבוקה).

**טמ'פ המים** ביובלי הירדן הדרומי נעה בין 17.5-22.2. הנחלים החמים (>26°) היו בעיקר חרוד, תבור, עמל וקיבוצים. **המוליכות החשמלית** בנחלי הסקר הצפוניים (יבנאל, תבור, רכש ואולם) לא עלתה על 2,400 מיקרוסימנס, כלומר מים מעט מליחים. במורד האגן, דרומית לנחל נבות, נמדדו ערכי מוליכות חשמלית בין 2,700-9,000 מיקרוסימנס כשהמלוחים ביותר היו הנחלים חרוד, איתן ועמל. שני האחרונים מוכרים כנחלים מליחים באופן טבעי, אך חרוד מזוהם ממי מדגים, המעלים את ריכוז היונים (ובהתאמה את המוליכות החשמלית) בו. בנוסף, ניכרת מגמה של עלייה במוליכות החשמלית עם כיוון זרימת הנחלים ממערב למזרח. מגמה זו כנראה קשורה בעלייה בריכוז המלחים הנובעת הן מהתאדות וחלחול מחד והן מהזרמה של מי נגר חקלאי ומי מדגים מאידך. מגמה נוספת שנמדדה הייתה ירידה במוליכות החשמלית ברוב המקטעים בין 2017-2018. ייתכן והדבר קשור בהתארכות עונת הגשמים בחורף 2018.

## 4.2 ביולוגיה

### ביולוגיה כללית

בסקר הנוכחי, נמצאו סך הכול באגן הירדן הדרומי כ-130 טקסונים של חסרי חוליות מ-11 סדרות: תולעים, עלוקות, רכיכות, סרטנים, בריומאים, שפיראים, פשפשאים, שעירי כנף, זבובאים וחיפושיות (מצ"ב באקסל נלווה). זהו עושר הטקסונים והסדרות הגבוה ביותר שנמצא באגן אחד בסקר של המלא"ק עד כה. מרבית הטקסונים השתייכו לשלוש סדרות עיקריות: שפיראים (20), חיפושיות (21) וזבובאים (31). רכיכות היו הקבוצה העיקרית (כ-93%) מכלל חסרי החוליות שנמצאו במקטעי הירדן הדרומי (טבלה 2). חרקים, לעומת זאת, היו אחוז קטן (7% בממוצע) מכלל האסופות בירדן, וזאת בניגוד לרוב יובלי האגן, בהם קבוצה זו היוותה בממוצע כ-44% מכלל אסופת חסרי החוליות. בלטו במיוחד הנחלים איתן ורכש, עם כמעט 100% חרקים בכל דגימה שנאספה בהם. בעמק המעינות - נחל עמל ונחל הקיבוצים, רכיכות וסרטנאים היו את המרכיב העיקרי בכל אסופה (כ-98%).

סה"כ נמצאו בסקר זה 6 טקסונים פולשים, בהם שני מינים של סרטנים (*Corophium cf. multisetosum*) ו- (*Cherax quadricarinatus*) והיתר חלזונות (*Tarebia granifera*, *Mieniplotia scabra*, *Pyrgophorus sp.*) ו- (*Physella sp.*). החלזונות היו את עיקר הפרטים של המינים הפולשים בנחלי האגן. בנהר הירדן הדרומי נמצאו במספרים גדולים בעיקר שני חלזונות פולשים המוכרים ממקווי מים באגן - *Mieniplotia scabra* ו- *Pyrgophorus sp.* אחוז הפולשים היה שונה בין מקטעים ובין שנים (0.5%-97%), ללא מגמה ניכרת (טבלאות 2-7). ברוב יובלי האגן, אחוז הפולשים עמד על אחוזים בודדים עד אפסיים (0%-25%). עם זאת, בנחלים עמל, קיבוצים ואיתן הוא עלה לעשרות ואף היווה במקטעים מסוימים כמעט את כל הרכב הדגימה (12%-97%). בקיבוצים ובעמל, עיקר המינים הפולשים, בדומה לירדן, היו שני חלזונות מים מתוקים - *Mieniplotia scabra* ו- *Tarebia granifera*. בניגוד אליהם, אחוז הפולשים הגבוה בנחל איתן הושפע בעיקר מנוכחות סרטני *Corophium cf. multisetosum*.

### מדדי חברה ביולוגיים

על מנת לבחון את מצבו האקולוגי של אגן הירדן הדרומי, חושבו עבור כל נחל מספר מדדים ביולוגיים המוכרים בספרות המקצועית כמשקפים השפעות סביבתיות שונות: צפיפות הפרטים (פרטים במ"ר), עושר טקסונים, ציין ASPT-IL, ציין המגוון הביולוגי (H'), אחוז הימושונים (%Chironomini), וחלקם היחסי של סדרות רגישות לשינויים בספיקה: בריומאים ושעירי כנף (%ET) ושל סדרות עמידות: שפיראים, חיפושיות ופשפשאים (%OCH). המדדים מפורטים עבור כל נחל (או מקבץ נחלים דומים) בנפרד.

**הירדן הדרומי:** באופן כללי, קיימת הרעה במצבו האקולוגי של הנחל בין "כניסת סכר אלומות" ועד ל-"מורד גשר דלהמיה" (איורים 4-5). מקטעי מוצא הירדן מהכנרת מכילים מים מתוקים יחסית (מי כנרת), ללא הפרות משמעותיות לזרימה או כניסת זיהום ממקור חיצוני, מה שמאפשר לחברת חח"ג מגוונת ויציבה להתפתח שם. מצב הנחל במקטע "מעלה סכר אלומות", בהתאמה, הוא "טוב" (טבלה 2). עם חסימת מי הירדן בסכר אלומות והחלפתם במורד במי הקולחים ממט"ש ביתניה ובמי המוביל המלוח, נפגעת האקולוגיה בנחל באופן משמעותי (לדוגמה – סדרות רגישות לעקה קיימות רק במעלה לסכר). ממצב אקולוגי "טוב", הנחל מגיע למצב "בינוני" ואף "רע". זאת עקב ריכוז המלחים

**הגבוה יחסית** (כפי שהוא מתבטא בערכי המוליכות החשמלית הגבוהים), שמקורם במי המוביל המלוח ופוגע בחח"ג רגישים למליחות. הם מאפשרים למיני רכיכות בעלי עמידות לעלייה במליחות לתפוס את מקומם של חח"ג שהיו מצויים בבית הגידול באופן טבעי. ללא תחרות טבעית, המינים הפולשים מתרבים בקלות יחסית ומעלים את הצפיפות במקטע: ב-3 ממקטעי המורד ("מורד סכר אלומות", "מורד בית זרע" ו-"מנחמיה") הצפיפות הגיעה ל-17,000 37,000 חח"ג למ"ר. כך עלה גם ריכוז החומר האורגני במקטע ואתו ריכוזי המזינים. ריבוי מזינים ותוצרי פעילות ביולוגית גורמים לפריחת אצות ומעלים את עכירות המים. אלו מורידים את ריכוז החמצן הזמין לחח"ג אחרים במים – אשר בתורו פוגע במגוון הביולוגי.

**טבלה 2:** ערכי מדדים ביולוגיים נבחרים במקטעי הירדן הדרומי – סקר אגן הירדן הדרומי (2017-2018). ערכי ציין ASPT-IL :  $2.5 >$  גרוע ;  $3.5-2.51$  = רע ;  $4.5-3.51$  = בינוני ;  $5.5-4.51$  = טוב ;  $5.5 <$  מצוין

| נחל        | מקטע              | שנה  | צפיפות (מ"ר) | עושר טקסונים כללי | ציין מגוון ביולוגי (H) | Chironomini [%] | ET [%] | חרקים [%] | פולשים [%] | ASPT -IL |
|------------|-------------------|------|--------------|-------------------|------------------------|-----------------|--------|-----------|------------|----------|
| ירדן דרומי | מעלה סכר אלומות   | 2017 | 208          | 12                | 1.95                   | 12.0            | 1.0    | 20.7      | 0.5        | 4.84     |
|            |                   | 2018 | 1350         | 15                | 1.74                   | 2.6             | 0      | 7.8       | 6.6        | 4.77     |
|            | מורד סכר אלומות   | 2017 | 20059        | 11                | 0.48                   | 0.2             | 0.0    | 0.2       | 96.4       | 3.60     |
|            |                   | 2018 | 919          | 17                | 1.69                   | 7.0             | 0.7    | 9.8       | 37.0       | 3.46     |
|            | מורד מוביל מלוח   | 2018 | 4032         | 25                | 1.17                   | 2.6             | 0      | 5.9       | 78.4       | 3.80     |
|            | מורד כניסת יבניאל | 2017 | 8914         | 13                | 0.55                   | 2.9             | 0      | 3.2       | 92.0       | 3.51     |
|            |                   | 2018 | 4604         | 23                | 1.20                   | 1.8             | 0      | 3.2       | 71.6       | 3.74     |
|            | מורד בית זרע      | 2017 | 984          | 13                | 1.33                   | 7.5             | 0      | 17.8      | 18.2       | 3.86     |
|            |                   | 2018 | 17786        | 14                | 0.64                   | 6.1             | 0      | 6.7       | 92.0       | 3.82     |
|            | מנחמיה            | 2018 | 37530        | 17                | 0.39                   | 0.2             | 0      | 0.4       | 91.3       | 3.95     |
|            | מורד גשר דלהמיה   | 2017 | 2249         | 9                 | 0.98                   | 2.1             | 0      | 2.5       | 31.9       | 3.21     |

עם זאת, נצפתה כמעט בכל המקטעים מגמת שיפור בעושר הטקסונים בין 2017-2018, במיוחד ב-"מורד כניסת יבניאל". ייתכן ששיפור זה קשור בירידה בריכוז החנקן ונגזרותיו הזמינות במים (חנקן כללי, ניטראט, אמוניום) בין 2017-2018, שמתבטאת גם במס' הקוליפורמים במים, שהיה נמוך פי 2 ב-2018 (נספח ב). ייתכן כי הורדת ריכוז תרכובות החנקן במים מאפשרת לטקסונים רגישים למזהמים להתפתח בבית הגידול, לצד טקסונים עמידים, ומגדילה את חוסן חברת החח"ג האקוויטים ובהתאמה – את חוסן בית הגידול כולו. לגבי מקטע "מנחמיה", שעבר שיקום אחרי 2017 – לא ניתן עדיין להסיק מסקנות חד משמעיות לגבי השפעת השיקום על מצבו האקולוגי של המקטע.

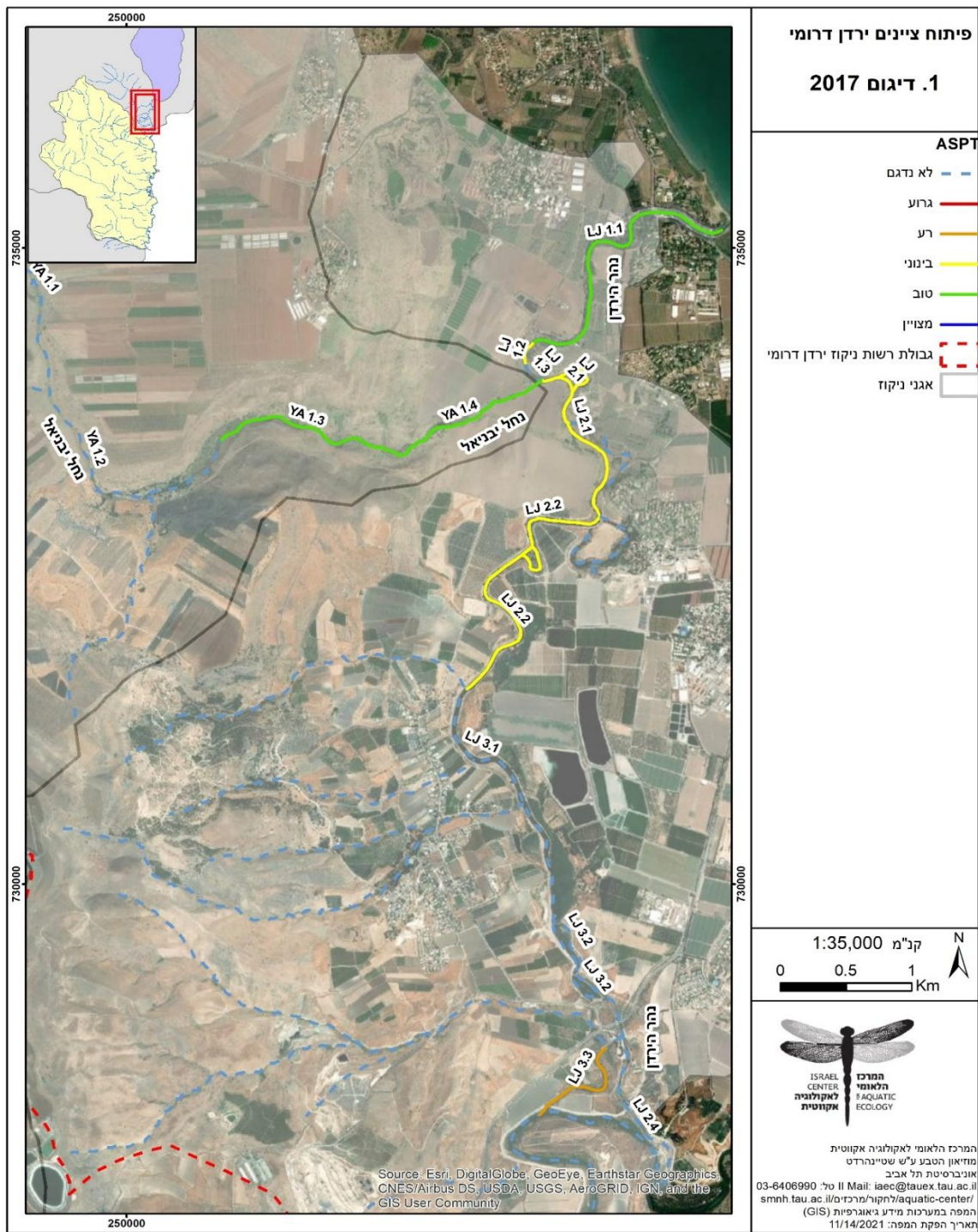
**לסיכום**, לצד חסימת מי המקור של הירדן, המורידה את ספיקת המים בירדן הדרומי, מקורות המים המגיעים אל הירדן החל ממורד סכר אלומות מעלים את מליחות המים בירדן הדרומי ומובילים לריבוי רכיכות, אשר נחשבות כעמידות למליחות יותר מאשר חרקי מים.

**יבניאל:** נדגם בשלושה מקטעים – "מורד מט"ש יבניאל", "מורד עין פטל" ו-"חניון יום", הממוקם בסמוך לחיבור הנחל עם הירדן. ב-2017 "מורד מט"ש יבניאל" היה יבש ולכן לא נדגם. רוב הנחל במצב אקולוגי "טוב" (איורים 4-5), עם מגוון חח"ג גבוה, המייצג גם טקסונים רבים מסדרות רגישות (ET% משמעותי) ועושר טקסונומי מהגבוהים

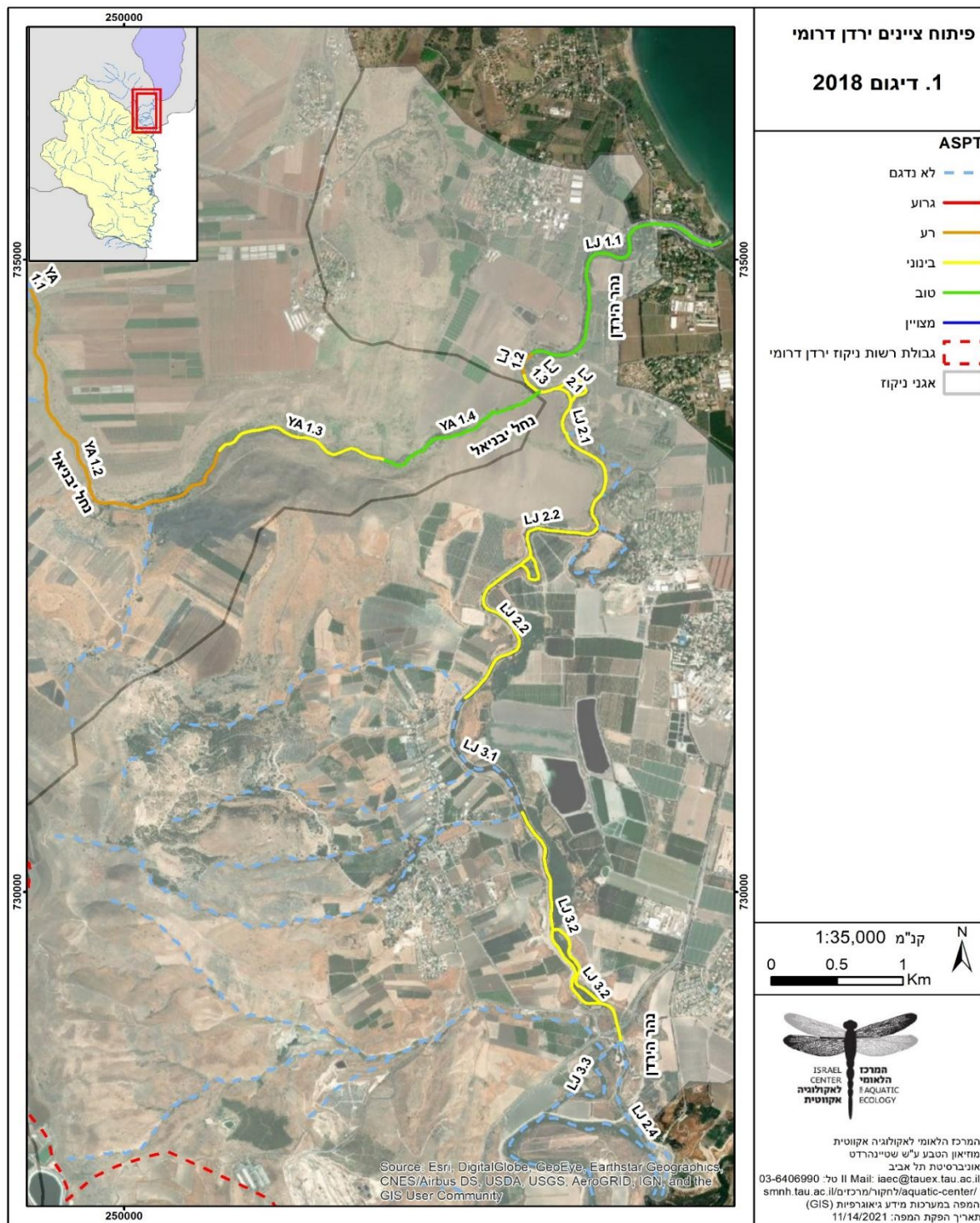
באגן (טבלה 3). עם זאת, מצבו האקולוגי של המקטע שקיבל את שפכי מט"ש יבניאל היה "רע". תוצרי המט"ש מובילים לירידה בחמצן הזמין ועלייה בחומציות שמובילים בהתאמה לפגיעה בטקסונים מסדרות רגישות לעקות בבית הגידול, עלייה באחוז הפולשים ובצפיפותם וירידה במגוון הביולוגי ובעושר הטקסונים. כיוון שנכון להגשת דוח זה, המט"ש אינו פעיל יותר, נצפה לראות שיפור במצבו האקולוגי של המקטע בדגימות שנלקחו מ-2020 מנחל זה. **לסיכום**, בזכות הטיפול במט"ש, הפוטנציאל של נחל זה להפוך למערכת אקולוגית עשירה ובריאה כיום הוא גבוה.

**טבלה 3:** ערכי מדדים ביולוגיים נבחרים בנחל יבנאל – סקר אגן הירדן הדרומי (2017-2018). ערכי ציין ASPT-IL :  
 $2.5 > \text{גרוע}$  ;  $3.5-2.51 = \text{רע}$  ;  $4.5-3.51 = \text{בינוני}$  ;  $5.5-4.51 = \text{טוב}$  ;  $5.5 < \text{מצוין}$

| נחל    | מקטע             | שנה  | צפיפות (מ"ר) | עושר טקסונים כללי | ציין מגוון ביולוגי (H') | Chironomini [%] | ET [%] | חרקים [%] | פולשים [%] | ASPT -IL |
|--------|------------------|------|--------------|-------------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|------------|----------|
| יבניאל | מורד מט"ש יבניאל | 2018 | 2593         | 18                | 1.78                    | 16.8            | 2.1    | 52.5      | 47.5       | 2.92     |
|        | עין פטל          | 2017 | 1574         | 28                | 2.33                    | 6.9             | 49.7   | 76.7      | 0.4        | 4.87     |
|        |                  | 2018 | 1783         | 32                | 2.31                    | 9.3             | 52.7   | 82.1      | 1.8        | 4.44     |
|        | חניון יום        | 2017 | 1085         | 22                | 1.92                    | 3.2             | 22.1   | 39.4      | 0.3        | 5.41     |
|        |                  | 2018 | 801          | 25                | 2.25                    | 0               | 51.9   | 80.4      | 0.4        | 4.70     |



**איור 4 – מפת ציוני ASPT-IL לנהר הירדן הדרומי ולנחל יבנאל לפי מקטעים – 2017.**



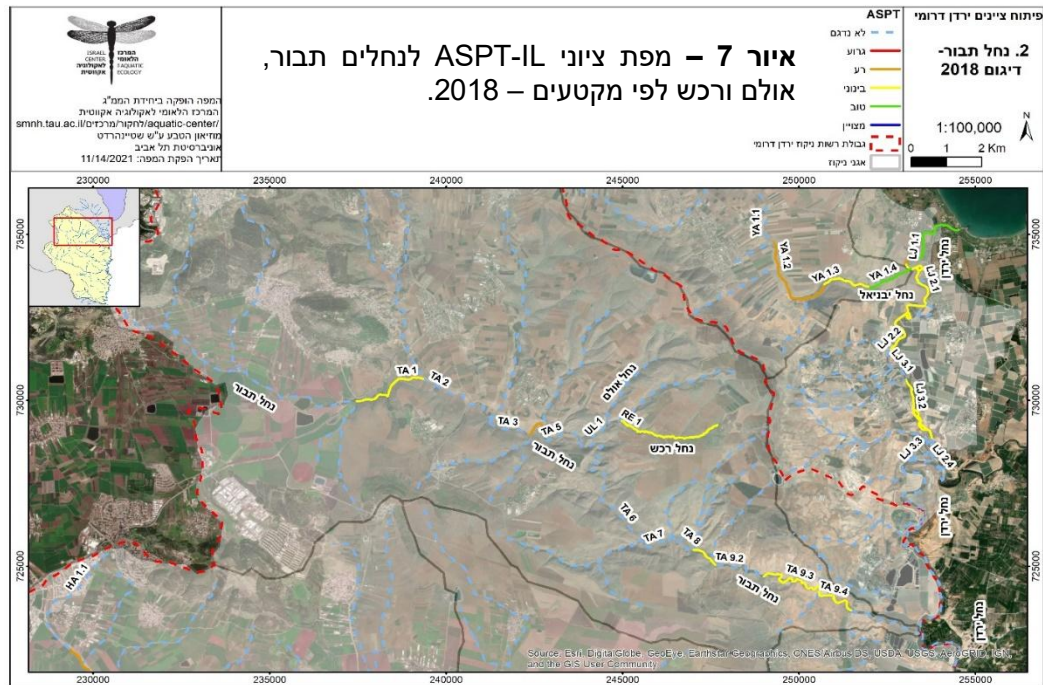
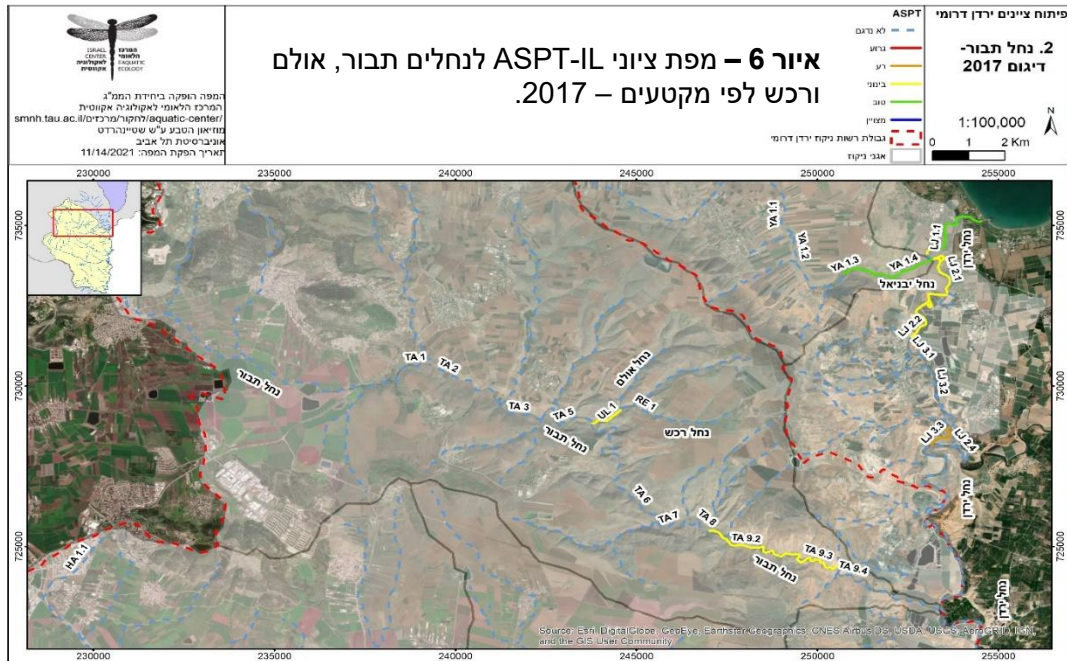
**איור 5 – מפת ציוני ASPT-IL לנהר הירדן הדרומי ולנחל יבנאל לפי מקטעים – 2018.**

**תבוא:** נדגם בין מעלה הנחל ("מעלה כניסת נחל השבעה") ועד המורד, החוצה כביש 90 ("גשר כביש 90"). על פי תוצאות הסקר, נחל תבוא נמצא במצב אקולוגי בינוני, למרות עושר טקסונומי גבוה וחלקיות משמעותית של סדרות רגישות לעקה (איורים 6-7). מצב זה עשוי להיות מוסבר בהשפעת זיהום בקולחים ממעלה הנחל, בנוסף לתפיסת

המים לשימושים שונים, רעיית בקר ושימושי קרקע חקלאיים. תפיסת המים במקטע התחתון של התבור ורעיית בקר תרמו לעליה בריכוז חומרי ההזנה ומליחות המים. בשל כך, נצפתה עלייה בצפיפות הפרטים במקטע, אשר נתרמה בעיקר מעלייה במספר המינים העמידים לאיכות מים נמוכה (טבלה 4). כניסתם של טקסונים פולשים דרך נחל השבעה (ב-"מעלה כניסת נחל קיש") מביאה אף היא לפגיעה במצבו האקולוגי של נחל תבור. נחל השבעה אוסף לתוכו נקז חקלאי מהשטחים סביבו בגליל התחתון, ומהווה כר פורה להתרבות טקסונים פולשים בחלק בו הוא הופך לתעלה. חלקיות הפולשים ב-"מעלה כניסת נחל קיש" הייתה גבוהה בסדר גודל משאר המקטעים בנחל, והשפעתם על המגוון הביולוגי ועל נוכחות סדרות רגישות לעקה היא משמעותית.

**טבלה 4:** ערכי מדדים ביולוגיים נבחרים בנחל תבור – סקר אגן הירדן הדרומי (2017-2018). ערכי ציין ASPT-IL :  $2.5 > \text{גרוע} ; 3.5-2.51 = \text{רע} ; 4.5-3.51 = \text{בינוני} ; 5.5-4.51 = \text{טוב} ; < 5.5 = \text{מצוין}$

| נחל  | מקטע                 | שנה  | צפיפות (מ"ר) | עושר טקסונים כללי | ציין מגוון ביולוגי (H') | Chironomini [%] | ET [%] | חרקים [%] | פולשים [%] | ASPT -IL |
|------|----------------------|------|--------------|-------------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|------------|----------|
| תבור | מעלה כניסת נחל השבעה | 2018 | 4641         | 18                | 1.63                    | 5.2             | 65.7   | 81.5      | 16.1       | 3.88     |
|      | מעלה כניסת נחל קיש   | 2018 | 2892         | 25                | 1.42                    | 1.5             | 30.8   | 43.1      | 56.9       | 3.44     |
|      | מורד עין שחל 1       | 2017 | 2507         | 26                | 1.80                    | 8.7             | 75.5   | 98.7      | 0.1        | 4.22     |
|      | מורד עין שחל 2       | 2018 | 1336         | 19                | 1.72                    | 3.4             | 71.6   | 99.3      | 0.4        | 4.32     |
|      | מורד עין שחל 2       | 2017 | 3795         | 28                | 1.18                    | 1.8             | 85.6   | 97.7      | 0.0        | 4.14     |
|      | מעלה תפיסה           | 2017 | 2667         | 27                | 2.01                    | 17.5            | 60.1   | 99.3      | 0.0        | 4.09     |
|      | מעלה תפיסה           | 2018 | 3252         | 25                | 1.73                    | 11.1            | 72.4   | 98.8      | 0.2        | 4.01     |
|      | גשר כביש 90          | 2018 | 1727         | 24                | 2.05                    | 5.6             | 50.7   | 84.3      | 14.0       | 3.84     |



**חרוד:** שמונה מקטעים שימשו לאפיון מצב נחל חרוד ("מעלה כניסת נבות", "מורד כניסת נבות", "חניון מול גלבוע", "גשר תל יוסף", "גשר הקנטרה", "מבואות חרוד חניון יום", "גני חוגה" ו-"דרך הפטרולים"). ממצאי הסקר מצביעים על חרוד כנחל במצב האקולוגי הגרוע ביותר באגן, עם מגוון תשתית נמוך וריכוז חמצן המשתנה בקיצוניות בין מקטעים (1.2% ל-150%). בנוסף, תוספת של מי המדגים מעלה את ריכוז הנוטריינטים במים, את ערכי המוליכות החשמלית (החל ממקטע "חניון מול גלבוע" ובמורד, מוכפלת המוליכות החשמלית) ואת ריכוז הקוליפורמים הצואתיים. בשל כך חלו שינויים בריכוז החמצן המומס. תנאים אלו מהווים כר פורה לריבוי חח"ג עמידים (דוגמת ימוששים משבט ה-Chironomini וסרטן מהסוג *Echinogammarus sp.*) ואוכלוסיותיהם גדלו ללא תחרות (טבלה 5, איורים 8-9, נספח א).

**טבלה 5:** ערכי מדדים ביולוגיים נבחרים בנחל חרוד – סקר אגן הירדן הדרומי (2017-2018). ערכי ציין ASPT-IL:  $2.5 > \text{גרוע} = 2.51 - 3.5$ ; רע =  $3.51 - 4.5$ ; בינוני =  $4.51 - 5.5$ ; טוב =  $5.5 < \text{מצוין}$

| נחל  | מקטע                  | שנה  | צפיפות (מ"ר) | עושר טקסונים כללי | ציין מגוון ביולוגי (H') | Chironomini [%] | ET [%] | חרקים [%] | פולשים [%] | ASPT -IL |
|------|-----------------------|------|--------------|-------------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|------------|----------|
| חרוד | מעלה כניסת נבות       | 2018 | 7415         | 22                | 1.59                    | 61.7            | 0.2    | 97.4      | 2.6        | 2.66     |
|      | מורד כניסת נבות       | 2017 | 2137         | 13                | 1.44                    | 0.1             | 34.2   | 98.4      | 1.6        | 3.84     |
|      |                       | 2018 | 24296        | 25                | 0.84                    | 69.5            | 0.0    | 74.3      | 25.7       | 2.28     |
|      | חניון מול גלבוע       | 2017 | 10196        | 11                | 1.01                    | 69.2            | 0.0    | 74.8      | 11.3       | 2.46     |
|      |                       | 2018 | 4400         | 9                 | 1.03                    | 51.6            | 0.1    | 55.9      | 6.3        | 2.57     |
|      | גשר תל יוסף           | 2017 | 7549         | 6                 | 0.57                    | 96.7            | 0      | 98.3      | 0.0        | 2.05     |
|      | גשר 669               | 2018 | 1904         | 14                | 1.02                    | 73.8            | 0      | 91.8      | 8.2        | 2.13     |
|      | גשר הקנטרה            | 2017 | 7449         | 8                 | 0.62                    | 15.8            | 0      | 16.2      | 0.8        | 2.85     |
|      |                       | 2018 | 4896         | 10                | 0.69                    | 17.7            | 0      | 18.6      | 0.7        | 2.84     |
|      | מבואות חרוד חניון יום | 2017 | 4135         | 3                 | 0.20                    | 95.0            | 0      | 99.9      | 0.0        | 1.95     |
|      |                       | 2018 | 36           | 7                 | 1.59                    | 27.8            | 0      | 58.3      | 0.0        | 2.14     |
|      | גני חוגה              | 2017 | 3840         | 11                | 0.83                    | 4.7             | 0.1    | 21.1      | 0.3        | 3.10     |
|      | דרך הפטרולים          | 2018 | 1152         | 19                | 1.81                    | 8.9             | 0.3    | 39.1      | 3.9        | 3.66     |

נראה כי ניסיונות השיקום הנופי במקטע "חניון מול גלבוע" אינם מובילים לשיפור מצבו האקולוגי של הנחל. ללא תשתית צמחית חיה (צמחיית גדה, טבולה או מזדקרת ושורשי עצים על שפת הנחל), נעלמים בתי גידול מהותיים לטיפוס הנחל האלוביאלי, אליו משתייך החרוד. חרקי מים ורכיכות, המותאמים לבתי גידול אלו, אינם מתפתחים בנחל, מה שפוגע במגוון המערכת האקולוגית ובחוסן שלה. עם זאת, השפעת מי המדגים משמעותית וחזקה יותר מהשפעת התשתית. לחיזוק מסקנה זו, ניתן להסתכל על תוצאות המדדים החל ממקטע "גשר הקנטרה", שם טיפוס הנחל משתנה לבזלתי בינוני. אבני הבזלת אומנם מהוות מרכיב גדול יותר מהתשתית ומאפשרות קיום של זחלי חרקי מים שונים, ביניהם שפיראים, פשפשים וחיפושיות, אך העושר הטקסונומי והמגוון הביולוגי הם הנמוכים ביותר שנמדדו בסקר זה, וכפועל יוצא – המצב האקולוגי של מקטעים אלו עדיין מוגדר "גרוע". רק במקטעי המורד ("גני חוגה" ו-"דרך הפטרולים") ניכר שיפור במדדי איכות המים ואף במדדים הביולוגיים. באופן כללי, נראה כי המרחק ממי המדגים ושיפור מורכבות התשתית משפיעים לטובה על מצבו האקולוגי של הנחל.

הערכים הטובים ביותר מתוך כל הנחל נמדדו ב-"מורד כניסת נבות" ב-2017 (אחוז הסדרות הרגישות לעקה היה גבוה במיוחד לעומת שאר המקטעים), כנראה עקב השפעת נחל נבות (שמצבו האקולוגי הוגדר "טוב" בסקר זה, ומפורט בטבלה 7). ב-2018 נמדדה הרעה במצבו האקולוגי של "מורד כניסת נבות" מ-"בינוני" ל-"גרוע".

**עמל וקיבוצים:** ממצאי הסקר מראים כי נחל הקיבוצים מצוי במצב אקולוגי טוב יותר מנחל עמל. שני הנחלים מושפעים מדשדוש מטיילים להליכה בתוך האפיק, אך לחץ המטיילים בעמל גבוה משמעותית מזה של נחל הקיבוצים, בו גם נמצא ריכוז המינים הפולשים הגבוה ביותר (50%-98% בכל דגימה) שמקורו בעיקר בחלזונות (איורים 8-9, טבלה 6). בנוסף, בשני הנחלים מורכבות התשתית נמצאה בקשר ישיר למצבו האקולוגי של המקטע (נספח א); המקטע היחיד בנחל עמל שמצבו האקולוגי היה "טוב" היה המקטע בעל מגוון התשתית הגבוה ביותר, בפער משמעותי ("עמל עליון" – מגוון תשתית 1.41) לעומת הטווח (0.5-1.12). מצבו של נחל הקיבוצים טוב יותר, כנראה בין היתר, בזכות מורכבות התשתית שלו (מגוון תשתית 1.14-1.26). מקטע המורד ("עמל קדום"), המציג איכות האקולוגי ה"בינוני" של המקטע קשור בעלייה בריכוז המלחים עקב תפיסת מי הנחלים לטובת בריכות הדגים. הירידה בספיקה גם מורידה את ערבול המים ומובילה לריכוז חמצן נמוך, הפוגע משמעותית במגוון הביולוגי. ערכי המגוון הביולוגי והעושר הטקסונומי במקטע זה היו מהנמוכים ביותר שנמדדו בסקר.

**טבלה 6:** ערכי מדדים ביולוגיים נבחרים בנחלים עמל וקיבוצים – סקר אגן הירדן הדרומי (2017-2018). ערכי ציין ASPT-IL :  $2.5 >$  גרוע ;  $3.5-2.51$  = רע ;  $4.5-3.51$  = בינוני ;  $5.5-4.51$  = טוב ;  $5.5 <$  מצוין

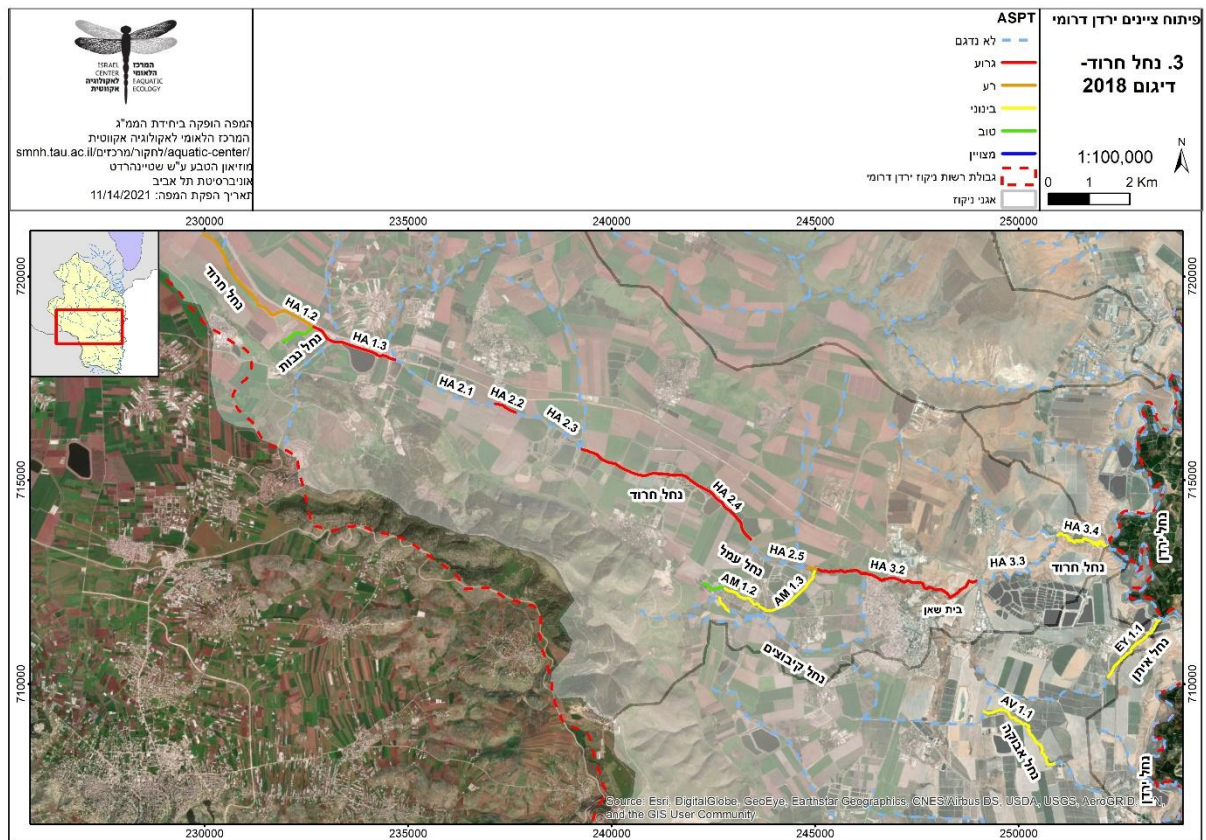
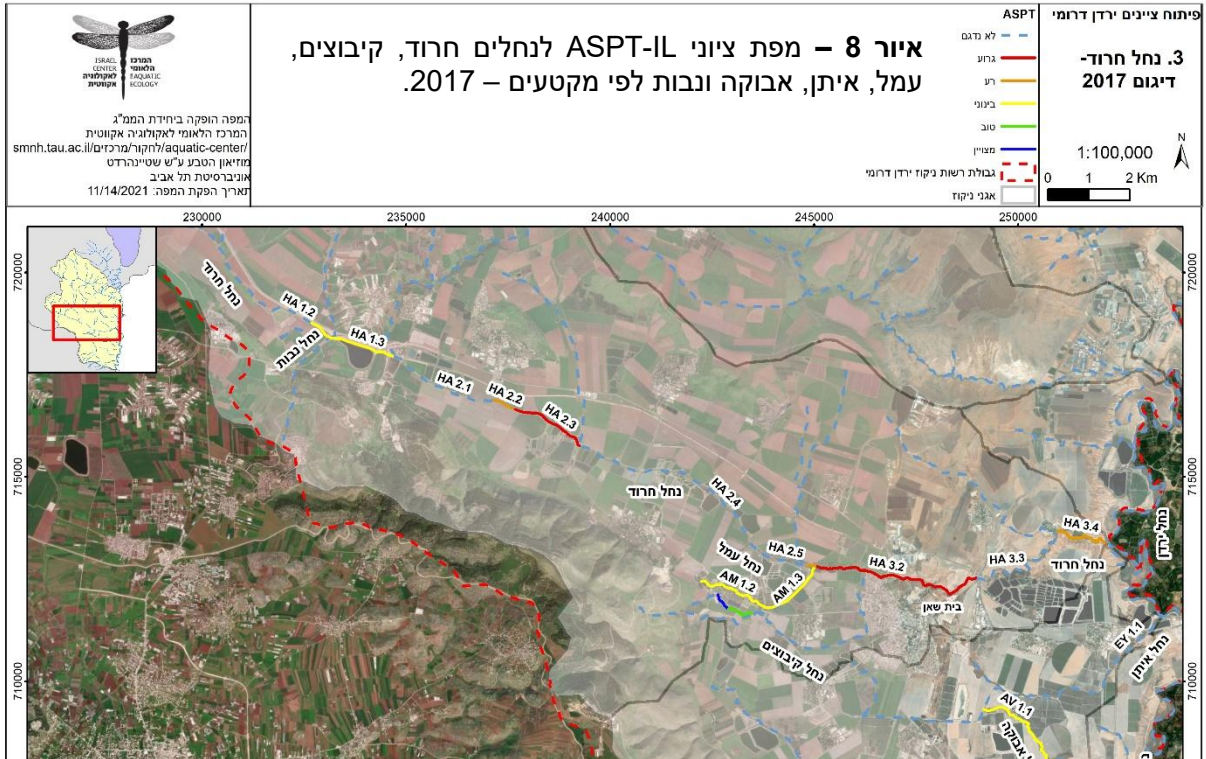
| נחל     | מקטע      | שנה  | צפיפות (מ"ר) | עושר טקסוני כללי | ציין מגוון ביולוגי (H') | Chironomini [%] | ET [%] | חרקים [%] | פולשים [%] | ASPT-IL |
|---------|-----------|------|--------------|------------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|------------|---------|
| עמל     | עליון     | 2017 | 4382         | 10               | 1.30                    | 0.1             | 0      | 0.2       | 70.7       | 4.34    |
|         |           | 2018 | 5150         | 14               | 1.32                    | 0.1             | 0      | 0.8       | 50.3       | 4.70    |
|         | מורד      | 2017 | 1342         | 12               | 0.98                    | 4.8             | 0      | 5.3       | 82.9       | 3.70    |
|         |           | 2018 | 1762         | 17               | 1.61                    | 4.0             | 0      | 6.2       | 66.5       | 3.83    |
|         | תעלת בטון | 2017 | 2523         | 11               | 1.15                    | 3.1             | 0.1    | 3.8       | 86.2       | 3.53    |
|         |           | 2017 | 9611         | 5                | 0.14                    | 0.3             | 0      | 0.4       | 97.6       | 3.97    |
| קיבוצים | עמל קדום  | 2018 | 4503         | 9                | 0.35                    | 4.1             | 0      | 4.3       | 92.9       | 3.91    |
|         |           | 2017 | 833          | 10               | 1.34                    | 1.2             | 5.8    | 8.0       | 15.0       | 5.77    |
|         | מעלה      | 2018 | 3623         | 13               | 1.67                    | 0.8             | 0.5    | 1.6       | 51.4       | 4.49    |
|         |           | 2017 | 733          | 16               | 1.58                    | 4.0             | 2.6    | 11.1      | 12.1       | 5.46    |

## היובלים הקטנים – רכש, אולם, נבות, איתן, עין טיון, אבוקה:

מבין היובלים, היחיד שמצבו האקולוגי הוגדר "טוב" היה נחל **נבות** (איורים 7-8), שבו נמצאו נציגים מסדרות רגישות לעקה (ET%) ומורכבות מצע גבוהה יחסית (טבלה 7, נספח א). נחל זה מקבל את מימיו מעין יזרעאל, ואינו שחוף לזיהומים בקולחים או דישדוש בקר. יובלי התבור, הנחלים **רכש ואולם**, הציגו נתוני ציינים טובים (עושר טקסונומי גבוה, חלקיות סדרות רגישות גבוהה), וניכר כי הם בעלי פוטנציאל גבוה לשיקום אך **מצבם האקולוגי נחשב ל-"בינוני"**, עקב **נוכחות עדרי בקר במים**, המשפיעה על חברת החי"ג בשני אופנים – דרך דישדוש הבקר במים ודרך הפרשות הבקר, המתנקזות לנחל ומעלות את ריכוז המזהמים האורגניים בו (איורים 6-7). על מנת לשפר את מצבם, יש להגביל את רעיית הבקר בשטחים שסביב נחלים אלו. כיוון **שעין טיון** הוא מעיין שבחלקו המים זורמים בתעלה, מצבו האקולוגי **קרוב ל"טוב"**, אך לא מגיע אליו. מצבו של נחל אבוקה מוגדר כ-"בינוני" והוא נתון לפעולות תחזוקה אינטנסיביים (איורים 8-9). על אף הפרעה זו, עושר הטקסונים בו היה גבוה יחסית ועלה בין 2017-2018, ככל הנראה עקב תפקידו כמסדרון אקולוגי בשטח פתוח. עם זאת, ריבוי הימשושים בו החמיר את מצבו האקולוגי. נחל **איתן** משמש כתעלה מוסדרת, שאיכות המים בה טובה, אך **מורכבות בית הגידול שלה נמוכה**. עקב היותה תעלה, **אחוז הפולשים בה גבוה משמעותית** מבשאר היובלים הקטנים **ואין בה נציגים של סדרות רגישות לעקה**, בגלל מגבלת חוסר המורכבות של בית הגידול.

**טבלה 7:** ערכי מדדים ביולוגיים נבחרים ביובלים הקטנים – סקר אגן הירדן הדרומי (2017-2018). ערכי ציין IL-ASPT:  $2.5 >$  גרוע;  $3.5-2.51 =$  רע;  $4.5-3.51 =$  בינוני;  $5.5-4.51 =$  טוב;  $5.5 <$  מצוין

| ASPT-IL | פולשים [%] | חרקים [%] | ET [%] | Chironomini [%] | ציין מגוון ביולוגי (H') | עושר טקסונים כללי | צפיפות (מ"ר) | שנה  |                |          |
|---------|------------|-----------|--------|-----------------|-------------------------|-------------------|--------------|------|----------------|----------|
| 4.25    | 0.1        | 99.8      | 75.9   | 4.8             | 1.34                    | 28                | 4556         | 2018 | מעלה מפגש אולם | רכש      |
| 4.25    | 0.0        | 100.0     | 58.7   | 6.3             | 2.09                    | 18                | 1616         | 2017 | מורד כניסת רכש | אולם     |
| 4.94    | 0.2        | 37.3      | 9.2    | 0               | 1.20                    | 13                | 4043         | 2018 | נבות           | נבות     |
| 4.32    | 7.6        | 7.7       | 2.6    | 2.5             | 1.60                    | 12                | 2185         | 2017 | עין טיון       | עין טיון |
| 4.14    | 0.3        | 30.8      | 11.1   | 0               | 1.55                    | 12                | 577          | 2017 | תעלת בטון      | עין טיון |
| 4.33    | 0.9        | 16.9      | 3.8    | 8.1             | 1.50                    | 17                | 1113         | 2017 | מורד           | אבוקה    |
| 3.62    | 0.2        | 65.1      | 8.4    | 47.4            | 1.80                    | 24                | 1208         | 2018 |                | אבוקה    |
| 3.97    | 19.5       | 14.9      | 0      | 4.1             | 1.64                    | 19                | 1034         | 2018 | מעלה 6688      | איתן     |



## 5. סיכום ומסקנות

מטרת הסקר הנוכחי הייתה לפתח כלים ביולוגיים לבחינת המצב האקולוגי של נחלים באגן ההיקוות של הירדן הדרומי על בסיס השפעות האדם על הרכב חסרת חסרי החוליות. ממצאי הסקר מציגים את התמונה הבאה:

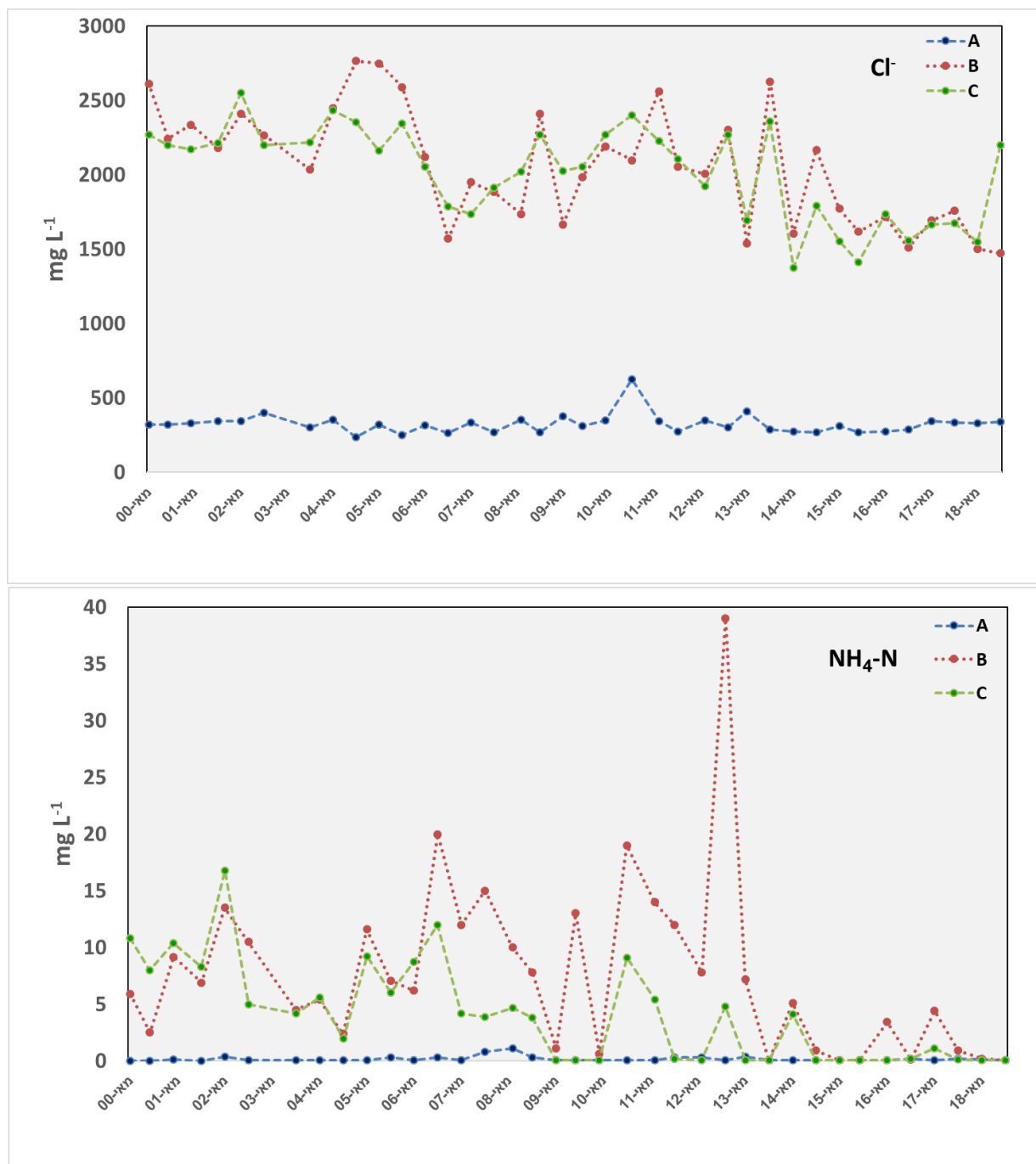
**הירדן הדרומי:** מצבו האקולוגי של הירדן הדרומי בחלקו העליון (ממוצא הכנרת ועד לסכר אלומות) מוגדר כ"טוב", וזאת בשל איכות המים הטובה הזורמת בו (מי כנרת). הרכב המינים במקטע זה אופייני לחברת מים נקיים וכולל מינים רגישים לזיהום כמו רכיכות, שעירי כנף ובריומאים; בנוסף למיעוט זניח של מינים פולשים. השינוי המשמעותי במצבו האקולוגי של הירדן הדרומי חל ממורד לסכר אלומות ועד לכביש 90, בו מושפע הירדן מכניסה של קולחים מטוהרים (מט"ש ביתניה) ומים מליחים (המוביל המלוח). כתוצאה מכך נעלמים המינים הרגישים ואת מקומם תופסים חלזונות פולשים. חלזונות אלו בעלי יכולת התרבות מהירה וסבילות גבוהה לזיהום והמלחה המאפיינים את המקטע המושפע מקולחים.

ראוי לציין כי כיום איכות המים במקטע זה של הירדן טובה מזו שזרמה בעבר. עד לשנת 2015 הוזרמה לירדן הדרומי תערובת של מי מוביל המלוח, שפכים מישובי האיזור וקולחי מט"ש ביתניה באיכות נמוכה משמעותית מזו של היום (איור 10). החל מ- 2015 איכות הקולחים שופרה משמעותית, אך המוביל המלוח עדיין זורם חופשי אל המקטע.



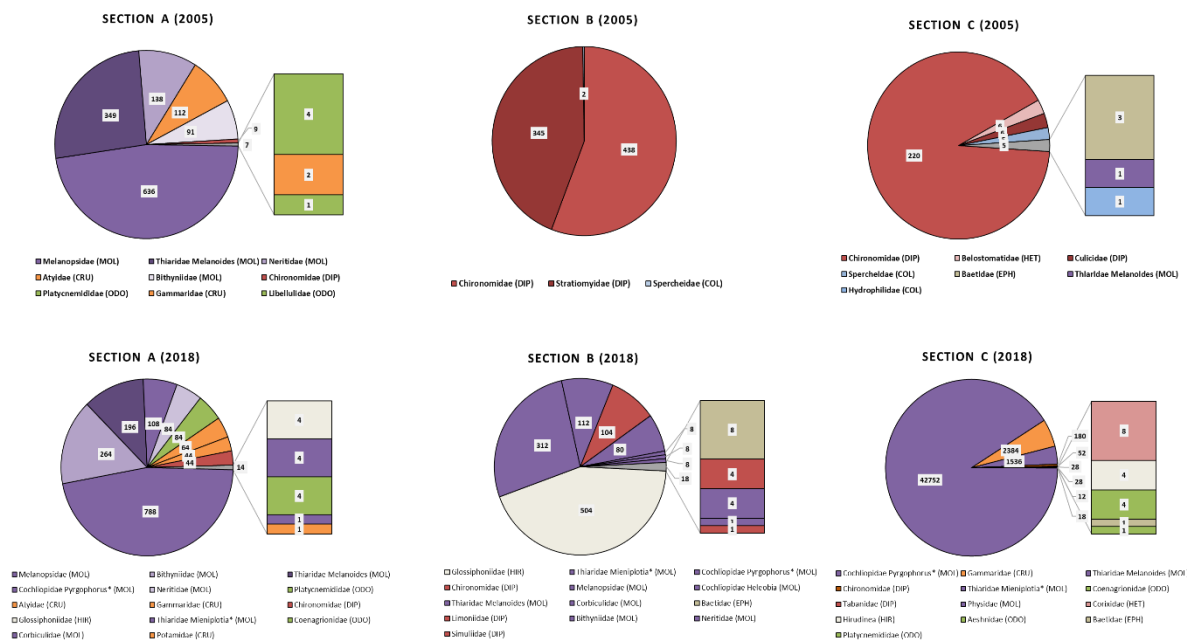
איור 10 – כניסת מי המוביל המלוח (שמאל), קולחי מט"ש ביתניה ומי כנרת במורד לסכר אלומות (2005).

כתוצאה מכך חלה ירידה משמעותית בריכוז האמוניה ( $\text{NH}_4$ ) אך מליחות המים (כלורידים) נותרה כשהייתה (איור 11).



**איור 11 – ריכוז יוני כלוריד (גרף עליון) ואמוניום (גרף תחתון) במקטעי הירדן הדרומי בין השנים 2000 ועד 2018:** מעלה סכר אלומות (A), מורד סכר אלומות (B) ומקטע מנחמיה (C). מקור הנתונים: ניטור נחלים של המשרד להגעת הסביבה רשות הטבע והגנים

התגובה הביולוגית לשיפור באיכות המים ניכרת בשינוי דרמטי בהרכב חברת חסרי החוליות. כך ניתן לראות כי בסקר שנערך בשנת 2005 (גזית והרשקוביץ) חברת חסרי החוליות במעלה לסכר אלומות (איור 12 - מקטע A) נשלטה בעיקר על ידי חלזונות שמקורם בכנרת (שחריר נחלים, מגדלית נחלים, סהרנית הירדן ואחרים; גווי סגול). באותה עת המקטעים שמיד במורד לסכר אלומות נשלטו על ידי זחלי זבובאים עמידים לזיהום אורגני (ימשושים - אדום) ובהמשך נוספו מספר חיפושיות (חובבות מים) ופרטים בודדים של חלזונות (איור 12 – עליון).



**איור 12:** התפלגות חברת חסרי חוליות במקטעי הירדן הדרומי בין השנים 2005 (שורה עליונה) ו-2018 (שורה תחתונה); כאשר A מייצג את המקטע שבמעלה לסכר אלומות, B – המקטע במורד לכניסת מט"ש ביתניה ו-C מקטע מנחמיה.

כעשור לאחר הסקר הקודם, הרכב הקבוצות הדומיננטיות של חסרי חוליות במקטע הנקי נותר דומה באופן יחסי, בעוד זה שבמורד לסכר השתנה באופן משמעותי: משליטה של זחלי ימשושים העמידים לזיהום ב-2005, לדומיננטיות של עלוקות, רכיכות, סרטנים ומיני חרקים נוספים. ממצאים אלו מעידים על פוטנציאל השיקום הגבוה של הירדן הדרומי, בהינתן התנאים המתאימים. ולכן **המשך שיקום הירדן הדרומי** מחייב נקיטה של מספר צעדים:

1. סילוק מוחלט של מקורות הזיהום הקיימים והעברתם לשימושים חקלאיים, כולל מי המוביל המלוח (אותם ניתן לנצל למשל בענף המדגים).
2. הקצאה נוספת של מי מקור מהכנרת אל הירדן במקום הקולחים ושיקום בתי גידול של צומח טבול ומזדקר. יש להקפיד יתרה על מניעת חדירה של מינים זרים במהלך השבת הצומח ממקורות חיצוניים.
3. יש להקפיד לנטר את תהליך השיקום על מנת לזהות שינויים באיכות המים ואת תגובת המערכת האקולוגית לשינויים אלו.

את הנחלים המתנקזים אל הירדן ניתן לחלק לשניים על בסיס איכות המים הזורמת בהם: א. נחלים בהם קיימים מעיינות איתנים עם איכות מים טובה ו- ב. נחלים אליהם מוזרמים באופן קבוע קולחים ושפכים הפוגעים באיכות מימיהם בהם נכללים נחל חרוד לכל אורכו, נחל עמל (בחלקו התחתון) ונחל תבור (בחלקו העליון).

הנחלים מהקבוצה הראשונה - דוגמת יבניאל, הקיבוצים, עמל ונחל תבור (מקטע השמורה), תומכים במערכת אקולוגית יציבה ומהווים בית גידול עשיר ומגוון לחסרי חוליות רבים, חלקם ממשפחות רגישות או נדירות באגן ובישראל ככלל. גם מורכבות התשתית מאפשרת לחסרי חוליות שונים להתמקם בערוץ הנחל ולבסס חברה אקולוגית יציבה, הנשענת על חסרי החוליות כמהנדסי סביבה וכמקור מזון זמין לבעלי חיים אחרים בסביבת הנחל. מצד שני, ביובלים בהם איכות המים נמוכה המערכת האקולוגית פגועה ואינה מתפקדת. חברת חסרי החוליות בנחלים אלו נשלטת על ידי מינים עמידים לזיהום אורגני, מרביתם זבובאים כמו ימשושים, יתושים (Culicidae), וזבובחופיים (Ephydriidae). בנוסף לאלו, המערכות הפגועות מאפשרות התבססות של מינים זרים, בעיקר חלזונות, להם יתרון בתנאי זיהום.

**שיקום היובלים** מחייב התייחסות לגורמים העיקריים המביאים להתדרדרות המערכת, בכלל זה סילוק מקורות זיהום מים ועמידה בתקני הזרמה לנחלים, הרחקת בקר מאפיקי הנחלים (על ידי הסדרת שקתות), שימוש באמצעים רכים למיתון שיטפונות (שיקום פשטי הצפה ומאגרי ויסות), וצמצום הסחף החקלאי שמקורם בשטחים מעובדים (על ידי יצירת רצועות מגן). בנוסף יש לדאוג להזרמה של מים באיכות מי מקור על ידי הקצאת מי מערכת לטובת שימושים חקלאיים ושיחזור מעיינות ונחלים לטובת שיקום נחלים.

### **המשך ניטור ביולוגי וכימי בנחלי אגן הירדן הדרומי**

סקר זה היווה תשתית לתוכנית ניטור ארוכת טווח של מצב הנחלים באגן הירדן הדרומי, בשיתוף המשרד להגנת הסביבה ומדור ניטור נחלים ברט"ג. בהתאם לכך נבחרו 19 מקטעים בארבעה נחלים מייצגים:

- **הירדן הדרומי (5 מקטעים):** "מעלה סכר אלומות", "מורד מט"ש ביתניה", "מורד מוביל מלוח", "מורד בית זרע" ו-"מנחמיה".
- **נחל יבניאל (1):** "חניון יום" (מורד עינות פטל).
- **נחל תבור (7):** "מורד כניסת נחל השבעה", "מעלה כניסת נחל קיש", "מורד עיינות קישיון", "מורד עין שחל", "מעלה סכר הטיה" ו"מורד כביש 90". בנוסף תחנה מייצגת בנחל קשת ("כדורי"),
- **נחל חרוד (6):** "מרחביה", "חניון מול גלבוע", "גשר בית אלפא", "מורד כניסת עמל קדום", "מבואות חרוד חניון יום" ו-"דרך הפטרולים".

באביב 2021 בוצע ע"י המלא"ק ניטור ביולוגי אגני בהתבסס על תחנות אלו. נכון לכתיבת דוח זה, עיבוד ממצאי הסקר טרם הושלם.



## נספח א: מדדים כימיים-פיזיקליים של נחלי אגן הירדן הדרומי (אביב 2017-2018).

| נחל        | מקטע                  | שנה  | שעה   | הפרעה סביבתית (%) | רווית חמצן (%O <sub>2</sub> ) | חמצן מומס (מ"ג/ליטר) | טמפרטורה (°C) | מוליכות חשמלית (μs, 25°C) | pH   | ציון מגוון המצע |
|------------|-----------------------|------|-------|-------------------|-------------------------------|----------------------|---------------|---------------------------|------|-----------------|
| ירדן דרומי | מעלה סכר אלומות       | 2017 | 13:45 | 33                | 92                            | 7.12                 | 29.3          | 1250                      | 8.41 | 1.16            |
|            | מורד סכר אלומות       | 2018 | 16:00 | 14                | 73.3                          | 5.56                 | 29.4          | 1404                      | 8.05 | 1.88            |
|            | מורד סכר אלומות       | 2017 | 13:45 | 35                | 82.6                          | 6.21                 | 29.9          | 1478                      | 7.85 | 1.24            |
|            | מורד מוביל מלוח       | 2018 | 12:00 | 21                | 89.6                          | 6.76                 | 29.3          | 1795                      | 7.72 | 1.37            |
|            | מורד מוביל מלוח       | 2018 | 14:30 | 21                | 64                            | 4.72                 | 29.9          | 5972                      | 7.55 | 1.40            |
|            | מורד כניסת יבניאל     | 2017 | 12:15 | 36                | 50.7                          | 3.75                 | 30.5          | 4500                      | 7.45 | 1.72            |
|            | מורד כניסת יבניאל     | 2018 | 11:45 | 29                | 94.8                          | 6.88                 | 29.4          | 6271                      | 7.71 | 1.03            |
|            | מורד בית זרע          | 2017 | 09:15 | 14                | 39.9                          | 3.1                  | 26.8          | 4459                      | 7.69 | 1.12            |
|            | מורד בית זרע          | 2018 | 09:45 | 27                | 56.7                          | 4.47                 | 26.6          | 6497                      | 7.61 | 0.44            |
|            | מנחמיה                | 2018 | 07:45 | 17                | 38.8                          | 3.07                 | 26.6          | 6577                      | 7.59 | 1.01            |
| יבניאל     | מורד גשר דלהמיה       | 2017 | 08:00 | 21                | 55.8                          | 4.3                  | 27.7          | 4687                      | 7.44 | 1.33            |
|            | מורד מט"ש יבניאל      | 2018 | 08:15 | 36                | 39.1                          | 3.34                 | 22.3          | 1757                      | 7.75 | 1.69            |
|            | עין פטל               | 2017 | 12:00 | 39                | 95.5                          | 7.67                 | 26.7          | 1576                      | 8.09 | 1.47            |
|            | עין פטל               | 2018 | 09:30 | 39                | 98.8                          | 8.18                 | 22.6          | 1716                      | 8.07 | 2.00            |
|            | חניון יום             | 2017 | 10:30 | 30                | 94                            | 8.13                 | 24.2          | 1548                      | 8.09 | 1.75            |
| תבור       | חניון יום             | 2018 | 11:00 | 41                | 97.4                          | 8.42                 | 22.8          | 1730                      | 8.18 | 1.71            |
|            | מעלה כניסת נחל השבעה  | 2018 | 07:30 | 26                | 60.7                          | 6.28                 | 22.3          | 2161                      | 7.74 | 1.78            |
|            | מעלה כניסת נחל קיש    | 2018 | 09:00 | 27                | 188                           | 15.9                 | 23.4          | 1680                      | 8.43 | 1.26            |
|            | מורד עין שחל 1        | 2017 | 09:00 | 9                 | 87.8                          | 7.35                 | 24.6          | 882                       | 7.92 | 1.70            |
|            | מורד עין שחל 2        | 2018 | 09:30 | 8                 | 101.5                         | 8.47                 | 24.5          | 935                       | 8.8  | 1.73            |
|            | מורד עין שחל 2        | 2017 | 10:15 | 11                | 104.7                         | 8.51                 | 25.8          | 873                       | 8.45 | 1.72            |
|            | מעלה תפיסה            | 2017 | 11:45 | 11                | 103                           | 8.11                 | 27.3          | 924                       | 8.47 | 1.74            |
|            | מעלה תפיסה            | 2018 | 11:30 | 11                | 109                           | 8.7                  | 26.7          | 1026                      | 8.58 | 1.62            |
|            | גשר כביש 90           | 2018 | 13:00 | 15                | 200.9                         | 14.76                | 30.6          | 2698                      | 8.38 | 1.71            |
|            | מעלה מפגש אולם        | 2018 | 10:00 | 32                | 104                           | 8.66                 | 24.6          | 2384                      | 8.11 | 1.33            |
| רכש אולם   | מורד כניסת רכש        | 2017 | 12:30 | 14                | 90                            | 6.85                 | 29            | 1580                      | 8.22 | 1.13            |
| נבות       | נבות                  | 2018 | 08:15 | 24                | 89                            | 7.68                 | 21.9          | 4169                      | 7.67 | 1.37            |
| חרוד       | מעלה כניסת נבות       | 2018 | 07:45 | 59                | 101.9                         | 8.78                 | 22.5          | 3131                      | 8.16 | 0.71            |
|            | מורד כניסת נבות       | 2017 | 06:30 | 36                | 63                            | 5.3                  | 23.9          | 3825                      | 8.43 | 1.34            |
|            | חניון מול גלבוש       | 2018 | 09:00 | 55                | 44                            | 3.65                 | 24.4          | 3460                      | 7.51 | 0.86            |
|            | חניון מול גלבוש       | 2017 | 17:45 | 42                | 1.2                           | 0.09                 | 30.9          | 6030                      | 7.72 | 0.73            |
|            | חניון מול גלבוש       | 2018 | 10:15 | 48                | 137                           | 10.85                | 26.2          | 4667                      | 7.95 | 0.33            |
|            | גשר תל יוסף           | 2017 | 17:00 | 41                | 80                            | 5.95                 | 29.9          | 6827                      | 8.71 | 0.69            |
|            | גשר 669               | 2018 | 11:00 | 52                | 47.5                          | 3.99                 | 24.7          | 5414                      | 7.81 | 1.40            |
|            | גשר הקנטרה            | 2017 | 09:00 | 44                | 94                            | 7.34                 | 26.3          | 7470                      | 8.54 | 1.70            |
|            | גשר הקנטרה            | 2018 | 13:15 | 47                | 105                           | 8.14                 | 26.8          | 6702                      | 8.05 | 1.77            |
|            | מבואות חרוד חניון יום | 2017 | 11:30 | 48                | 76.7                          | 5.92                 | 27.3          | 7394                      | 8.67 | 1.68            |
|            | מבואות חרוד חניון יום | 2018 | 07:30 | 53                | 34.4                          | 2.81                 | 24.5          | 5533                      | 7.85 | 1.62            |
|            | גני חוגה              | 2017 | 14:00 | 5                 | 150                           | 11.5                 | 27.8          | 3460                      | 8.58 | 1.85            |
|            | דרך הפטרולים          | 2018 | 09:30 | 15                | 106                           | 8.77                 | 23.8          | 5865                      | 7.78 | 1.80            |
|            | עליון                 | 2017 | 11:15 | 14                | 99.9                          | 7.76                 | 28.2          | 3690                      | 8.36 | 1.08            |
|            | עליון                 | 2018 | 11:15 | 41                | 100                           | 7.7                  | 28            | 4029                      | 7.7  | 1.41            |
| עמל        | מורד                  | 2017 | 17:45 | 6                 | 113.6                         | 8.26                 | 31.4          | 3783                      | 8.58 | 1.07            |
|            | מורד                  | 2018 | 07:30 | 9                 | 82                            | 6.49                 | 26.9          | 4102                      | 7.71 | 0.75            |
|            | תעלת בטון             | 2017 | 07:15 | 36                | 73.6                          | 5.8                  | 26.7          | 3886                      | 7.81 | 0.50            |
|            | עמל קדום              | 2017 | 06:15 | 42                | 29                            | 2.34                 | 26.3          | 4566                      | 7.74 | 1.12            |
|            | עמל קדום              | 2018 | 07:45 | 39                | 25                            | 2                    | 26.8          | 5262                      | 7.65 | 0.75            |
| קיבוצים    | מעלה                  | 2017 | 14:00 | 14                | 50.6                          | 3.96                 | 27.3          | 2723                      | 8.28 | 1.26            |
|            | מעלה                  | 2018 | 14:15 | 41                | 46                            | 3.65                 | 27            | 3035                      | 6.7  | 1.24            |
|            | תיכון                 | 2017 | 15:00 | 9                 | 83.9                          | 6.52                 | 28.6          | 2649                      | 8.24 | 1.14            |
| עין טיון   | עין טיון              | 2017 | 08:45 | 12                | 73                            | 6.1                  | 24.2          | 3396                      | 7.57 | 1.42            |
|            | תעלת בטון             | 2017 | 09:45 | 36                | 104.6                         | 8.46                 | 25.6          | 2980                      | 7.84 | 0.00            |
|            | תעלת בטון             | 2017 | 10:00 | 41                | 92                            | 7.8                  | 24            | 3321                      | 7.61 | 1.33            |
| אבוקה      | מורד                  | 2018 | 09:30 | 21                | 84                            | 7.06                 | 23            | 3546                      | 7.51 | 1.37            |
| איתן       | מעלה 6688             | 2018 | 11:15 | 26                | 40.6                          | 6.28                 | 25.4          | 8990                      | 7.37 | 0.75            |

## נספח ב: מדדי איכות מים של נחלי אגן הירדן הדרומי (אביב 2017-2018).

| נחל            | מקטע              | שנה                  | תאריך בדיקה | צריכת חמצן ביוכימית BOD (מ"ג/ליטר) | חנקן כללי TN (מ"ג/ליטר) | ניטריט NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (מ"ג/ליטר) | ניטראט NO <sub>3</sub> (מ"ג/ליטר) | אמוניה NH <sub>4</sub> (מ"ג/ליטר) | זרחן כללי TP (מ"ג/ליטר) | קוליפורמים צואתיים (יח/100 מ"ל) |  |
|----------------|-------------------|----------------------|-------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--|
| ירדן דרומי     | מעלה סכר אלומות   | 2017                 | 08/05/2017  | 1.7                                | 2.31                    |                                                | 2.3                               | 0.05                              | 0.1                     | 120                             |  |
|                | מורד סכר אלומות   | 2018                 | 24/05/2018  | 0.5                                | 0.8                     | 0.001                                          | 0.2                               | 0.1                               | 0.12                    | 780                             |  |
|                |                   | 2017                 |             |                                    |                         |                                                | 3.8                               |                                   |                         |                                 |  |
|                | מורד סכר אלומות   | 2018                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                |                   | 2018                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                | מורד מוביל מלוח   | 2017                 | 08/05/2017  | 2.9                                | 11.6                    |                                                | 15.06                             | 4.4                               | 0.52                    | 230,000                         |  |
|                | מורד כניסת יבניאל | 2018                 | 24/05/2018  | 3.5                                | 3.52                    | 0.042                                          | 2.2                               | 0.2                               | 0.78                    | 180,000                         |  |
|                |                   | 2017                 |             |                                    |                         |                                                | 22.5                              |                                   |                         |                                 |  |
|                | מורד בית זרע      | 2018                 | 24/05/2018  | 2.5                                | 3.73                    | 0.032                                          | 2                                 | 0.03                              | 0.5                     | 15,000                          |  |
|                |                   | 2018                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
| יבניאל         | מורד מט"ש יבניאל  | 2017                 | 08/05/2017  | 6.2                                | 8.4                     |                                                | 16.2                              | 1.14                              | 0.4                     | 1200                            |  |
|                | עין פטל           | 2018                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                |                   | 2017                 |             |                                    |                         |                                                | 34.5                              |                                   |                         |                                 |  |
|                | חניון יום         | 2017                 | 08/05/2017  | 2.3                                | 14.41                   | 0.013                                          | 39.37                             | 0.05                              | 0.4                     | 5800                            |  |
|                |                   | 2018                 | 24/05/2018  | 4.7                                | 12.27                   | 0.014                                          | 11.67                             | 0.05                              | 0.49                    | 5,400                           |  |
|                | תבור              | מעלה כניסת נחל השבעה | 2018        |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                |                   | מעלה כניסת נחל קיש   | 2018        |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                |                   |                      | 2017        |                                    |                         |                                                |                                   | 19.2                              |                         |                                 |  |
|                |                   | מורד עין שחל 1       | 2018        |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                |                   |                      | 2017        |                                    |                         |                                                |                                   | 18                                |                         |                                 |  |
| מורד עין שחל 2 |                   | 2017                 |             |                                    |                         |                                                | 20.5                              |                                   |                         |                                 |  |
|                |                   | 2018                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
| גשר כביש 90    |                   | 2018                 | 24/05/2018  | 12.1                               | 5.1                     | 0.004                                          | 4.42                              | 0.2                               | 0.12                    | 35,000                          |  |
| רכש            | מעלה מפגש אולם    | 2018                 |             |                                    |                         | 53.1                                           |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                |                   |                      |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
| אולם           | מורד כניסת רכש    | 2017                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                | נבות              | 2018                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
| חרוד           | מעלה כניסת נבות   | 2018                 | 31/05/2018  | 0.5                                | 7.39                    | 0.024                                          | 6.57                              | 0.2                               | 0.27                    | 12,000                          |  |
|                | מורד כניסת נבות   | 2017                 | 14/05/2017  | 2.5                                | 4.71                    | 0.01                                           | 3.2                               | 0.2                               | 0.22                    | 230                             |  |
|                |                   | 2018                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                | חניון מול גלבוע   | 2017                 | 14/05/2017  | 2.5                                | 1.2                     | 0.027                                          | 1.1                               | 0.05                              | 0.27                    | 1500                            |  |
|                |                   | 2018                 | 31/05/2018  | 6.1                                | 2.9                     | 0.005                                          | 0.9                               | 0.4                               | 0.44                    | 1700                            |  |
|                | גשר תל יוסף       | 2017                 | 14/05/2017  | 2.4                                | 4.5                     | 1.099                                          | 1.5                               | 1.03                              | 0.76                    | 1300                            |  |
|                |                   | 2018                 | 31/05/2018  | 0.8                                | 8.24                    | 0.502                                          | 0.82                              | 3                                 | 2.47                    | 1300                            |  |
|                | גשר 669           | 2017                 |             |                                    |                         |                                                | -                                 |                                   |                         |                                 |  |
|                |                   | 2018                 |             |                                    |                         |                                                |                                   |                                   |                         |                                 |  |
|                | הקנטרה            | 2017                 | 14/05/2017  | 8                                  | 15.2                    | 0.001                                          | 0.2                               | 9.22                              | 2.19                    | 290,000                         |  |

|        |      |      |      |       |      |     |            |      |                                         |       |
|--------|------|------|------|-------|------|-----|------------|------|-----------------------------------------|-------|
| 25,000 | 1.34 | 5.1  | 0.67 | 0.966 | 9.8  | 1.3 | 31/05/2018 | 2018 | מבואות<br>חרוד<br>חניון יום<br>גני חוגה |       |
| 4600   | 0.1  | 0.05 | 4    | 0.009 | 4.41 | 2   | 14/05/2017 | 2017 | דרך<br>הפטרולי<br>ם                     |       |
| 8200   | 0.17 | 0.4  | 5.4  | 0.134 | 6.06 | 0.5 | 31/05/2018 | 2018 | עליון                                   |       |
|        |      |      | -    |       |      |     |            | 2017 | עמל                                     |       |
|        |      |      |      |       |      |     |            | 2018 |                                         |       |
|        |      |      |      |       |      |     |            | 2017 |                                         |       |
|        |      |      |      |       |      |     |            | 2018 |                                         |       |
|        |      |      | 15.5 |       |      |     |            | 2017 |                                         |       |
|        |      |      | 10.7 |       |      |     |            | 2017 |                                         |       |
|        |      |      |      |       |      |     |            | 2018 |                                         |       |
|        |      |      | -    |       |      |     |            | 2017 |                                         |       |
|        |      |      |      |       |      |     |            | 2018 | ק'בוצים                                 |       |
|        |      |      | -    |       |      |     |            | 2017 |                                         |       |
|        |      |      | 17.4 |       |      |     |            | 2017 |                                         |       |
|        |      |      | 13.2 |       |      |     |            | 2017 | עין טיון                                |       |
|        |      |      | 13.5 |       |      |     |            | 2017 |                                         |       |
|        |      |      |      |       |      |     |            | 2018 | מורד                                    | אבוקה |
|        |      |      |      |       |      |     |            | 2018 | מעלה<br>6688                            | איתן  |