



סקר הידרוביולוגי במעיינות הרי יהודה בשנת 2023

אריאל כהן* | אלדד אלרון | לביא קורן | דינה פיימן

אגף סביבה, חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים

arielc@npa.org.il *

הקדמה

פוטנציאל חידור המים לאקוואט מוערך בכ-45%-5 מכמות המשקעים השנתית, כתלות בכמות המשקעים ובתשתית המזינה את המעיינות (בורג, 1998; פלג, 2009; כהן, 2010; גבירצמן, 2019).

רצף שנים שחונות מקטין את כמות המים האגורה באקוואה, ועשוי לגרום להתייבשותה. תגובות המעיינות לגשם מהירות ומתבטאות בשפיעות גבוהות יחסית בחורף ובאביב, ובשפיעות נמוכות בקיץ ובסתיו.

מעיינות הרי יהודה שימשו את האדם לאורך ההיסטוריה כמקור מים עיקרי לצורכי התיישבות וחקלאות. סביב המעיינות נחצבו נקבות ותעלות, נבנו בריכות איגום, ופותרחו מערכות שלחין (רון, 1977; פורת, 1988). בהרי יהודה חלו בעשורים האחרונים שינויים רבים בפני השטח עקב פעילות האדם. יישובים הורחבו, מתחמי תעשייה נבנו, שטחים חקלאיים הוכשרו, וכן הוקמו תשתיות מים ואנרגיה שגרמו לפגיעה פיזית במעיינות ובאזורי ההזנה שלהם. נוסף על כך, למזהמים באזורי ההזנה של המעיינות יש פוטנציאל חלחול לתת-הקרקע שיפגע באיכות המים.

מעיינות הם בתי גידול לחים שהמים נובעים בהם מתת-הקרקע אל פני השטח. מי הנביעות שומרים לרוב על יציבות בהרכבם ובאיכותם הטובה. המעיינות משמשים בתי גידול חשובים בסביבה יובשנית כמו ישראל. הם משמרים מגוון ביולוגי חשוב, הכולל מיני צמחים שמאכלסים בתי גידול לחים, וחסרי חוליות אקוויטיים מקבוצות טקסונומיות שונות. כמו כן, הם משמשים אתר רבייה ומחיה למיני דו-חיים ומקור שתייה חשוב לבעלי חיים יבשתיים ולבעלי כנף (אלרון וכהן, 2020).

במרחב הרי יהודה נובעים כ-90 מעיינות, וזהו ריכוז גבוה יחסית של מעיינות בישראל (כהן ופיימן, 2011). האזור מאופיין באקלים ים תיכוני. החורף קריר וגשום, הקיץ חם ויבש, כמות המשקעים הרב-שנתית הממוצעת נעה בטווח 500-620 מ"מ בשנה היורדים בכ-30-40 ימי גשם. שפיעת המעיינות באזור נמוכה, ובהתאם לכך, הם מקיימים בתי גידול מקומיים ומצומצמים בגודלם. רוב המעיינות בהרי יהודה הם מעיינות הנובעים משכבות אקוואה, ונשענים בעיקר על תצורות אטימות המכילות תשתית חוואר.

רוב המעיינות שנסקרו ושנמדדו בהם השפיעות הגבוהות ביותר (מ"ק לשעה) מתוירים ומוסדרים. העקומה באיור 2 מייצגת סכימה מצטברת של השפיעה הכוללת (באחוזים). בעשרת המעיינות בעלי השפיעות הגבוהות ביותר נמדדו כ-85% מנפח השפיעות בכלל המעיינות שנסקרו.

איכות המים

נדגמו מים מ-49 מעיינות. ב-22 מעיינות נמדדו איכויות מים טובות מאוד, ב-12 מעיינות נמדדו איכויות מים בינוניות, המעידות על השפעות אנתרופוגניות קלות, וב-15 מעיינות נמדדו איכויות מים ירודות, המעידות על השפעות אנתרופוגניות, ככל הנראה, של תשתיות שפכים לקויות.

תוצאות הדגימה ההידרוביולוגית

עושר חסרי החוליות וערכיות המעיינות

נדגמו 40 מעיינות, ונמצאו בהם 42 טקסונים של חסרי חוליות אקוויטים. מבין חסרי החוליות זהו 20 טקסונים ממחלקת החרקים (מתוכם שמונה נציגים לזבובים ושישה

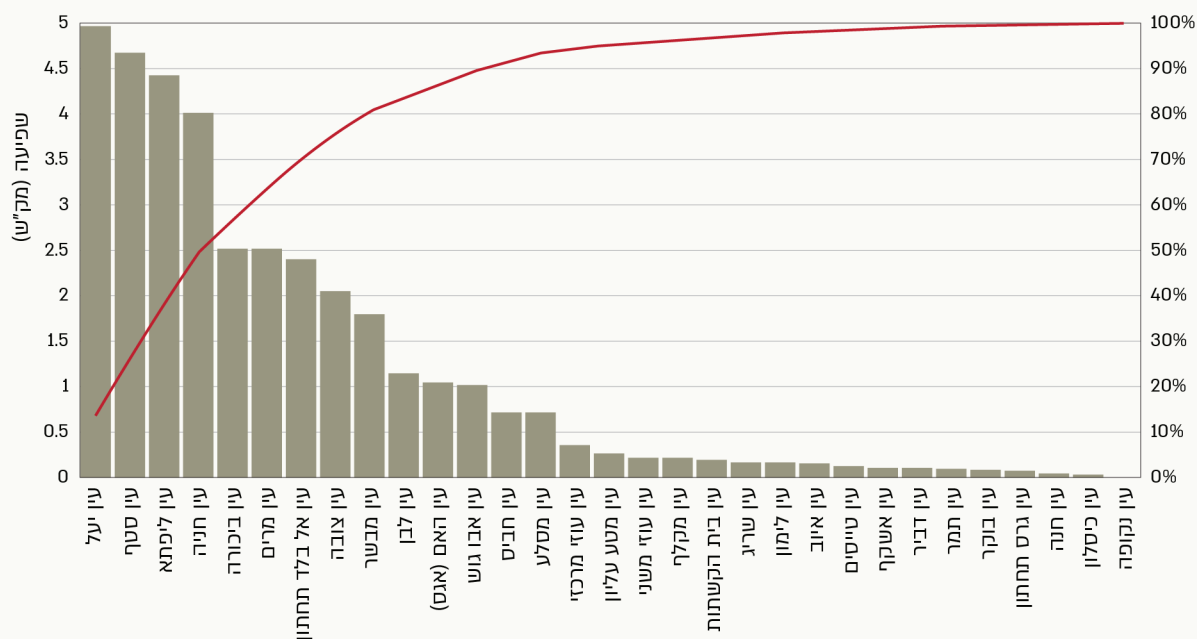
בבתי הגידול הלחים. בכל מעיין בוצעה סקירה, ונרשמו כלל מיני הצמחים בסביבתו תוך התמקדות בגדות גוף המים ובאזורים הלחים.

תוצאות הסקר ההידרולוגי

שפיעות המעיינות

שפיעת המעיינות שנסקרו מאופיינת בשונות רבה, גם כאשר המרחק הגאוגרפי ביניהם קטן. גודל אזור ההזנה של כל מעיין, מאפייני הנתיב הקרסטי המוביל אליו ומוצאו שונים, ולכן ישנם מעיינות הנובעים במשך כל השנה, ואחרים המתייבשים במהירות. לפיזור ולעוצמה של הגשם במהלך החורף יש השפעה גדולה.

מבין 53 המעיינות שנסקרו, ב-34 נמדדה שפיעה. בשלושה מעיינות לא היה ניתן למדוד שפיעה, אף על פי שהמים זרמו. ב-11 מעיינות המים עמדו או שטפטפו או זרימת המים מתוך סדקים לא אפשרו מדידת שפיעה. חמישה מעיינות היו יבשים או שזרימת המים בהם הייתה חלשה ולא אפשרה מדידה.



איור 2

שפיעת המעיינות שנסקרו

31 המעיינות בעלי השפיעות הגבוהות ביותר. מגרף זה הוצאו מעיינות נחל ירמות ונחל ישעי בשל החשש כי המדידה בהם כוללת גם מקורות מים אנתרופוגניים, שאינם מגיעים מהנביעות (ניקוז עירוני, שפכים וכו'). הקו האדום מייצג את השפיעה המצטברת הכוללת של המעיינות שנסקרו.

מעיינות בגליל התחתון (כהן ואלרון, 2018) עמד על 9, 7.7, 6.95 ו-6.85, בהתאמה. נוסף על כך, עושר הטקסונים הכללי שנמצא בכל מעיינות הרי יהודה (42 טקסונים) נמוך מזה שנמצא בסקרים אחרים שנערכו באזורים גאוגרפיים אחרים בארץ.

ממצאי סקרי מעיינות שנערכו באזורים גאוגרפיים אחרים בארץ עולה כי במעיינות שנמצאו בהם בין 10 ל-16 טקסונים, גם עושר חסרי החוליות היה גבוה יחסית, והדבר מצביע על גוף מים עם מגוון בתי גידול שמאכלס קבוצות טקסונומיות שונות.

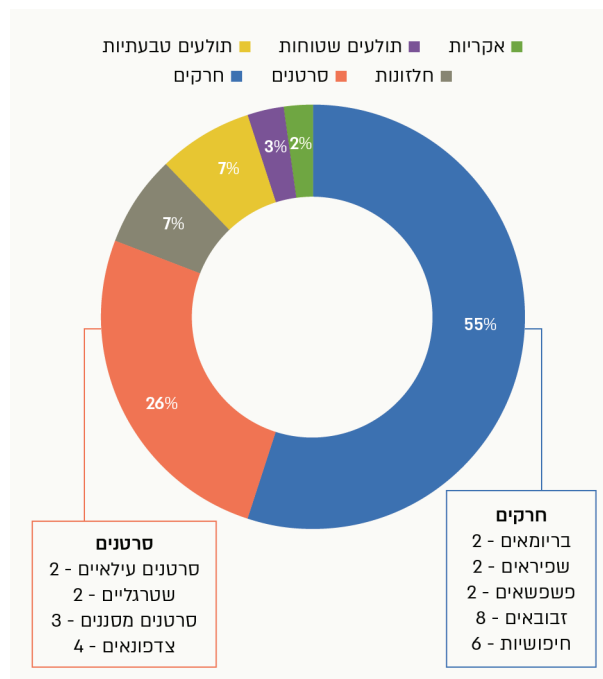
עושר הטקסונים במעיינות הרי יהודה נע בין טקסון בודד בעין סטף ובעין תנור ל-12 טקסונים בעינות תלם. בסקרים אחרים מספר הטקסונים המרבי שנמצא במעיין יחיד היה 15-16 טקסונים (אלרון ואח', 2013; כהן ואח', 2016; אלרון, 2018; אלרון וכהן, 2018). השוואה זו מדגישה את עושר חסרי החוליות האקוויטיים הנמוך במעיינות הרי יהודה. המעיינות העשירים ביותר בחסרי חוליות אקוויטיים מופיעים באיור 4. על בסיס הממצאים נמצא קשר בין מצב בית הגידול האקוויטי במעיין (שפיעה, מורכבות פיזית של גוף המים, תשתית, נוכחות הצמחייה האקוויטית) לבין עושר חסרי החוליות. בחמשת המעיינות העשירים ביותר ציון הערכיות ההידרוביולוגית שניתן בסקר היה גבוה. יתר חמשת המעיינות קיבלו ציון ערכיות בינוני. מעיינות רבים אחרים קיבלו ציון ערכיות נמוך.

הסיבות המרכזיות לכחיתה בעושר המינים ולמיעוט הגיוון בהרכב חברת חסרי החוליות כפי שעלה בסקר:

א. **שפיעה נמוכה** – תנאי זרימת המים משפיעים על האורגניזמים במים. בגוף מים קטן ורדוד מגוון בתי הגידול ואיכותם מצטמצמים מאוד, ובעקבות זאת נפגע עושר

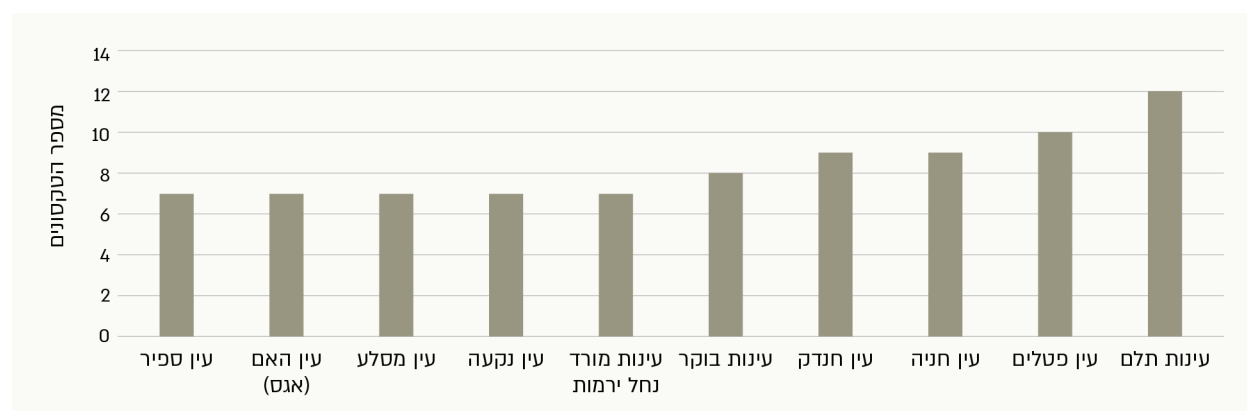
נציגים לחיפושיות) ו-11 טקסונים ממחלקת הסרטנים (איור 3).

כדי לאמוד את ערכיות המעיינות וסביבתם השווינו בין ממוצע מספר הטקסונים למעיין לבין נתוני סקרי מעיינות שבוצעו בשנים האחרונות. עושר הטקסונים הממוצע בסקר הנוכחי עמד על 5.5 טקסונים בלבד למעיין. לעומת זאת, עושר הטקסונים הממוצע למעיין בסקר מעיינות בנימין (אלרון, 2018), בסקר מעיינות אגן הכינרת (אברהם ואח', 2022), בסקר מעיינות גוש עציון (אלרון, 2020) ובסקר



איור 3

התפלגות אסופת חסרי החוליות בסקר לקבוצות טקסונומיות מרכזיות



איור 4

עשרת המעיינות בעלי עושר הטקסונים הגדול ביותר של חסרי חוליות אקוויטיים בהרי יהודה

מהמעיינות. נוכחותו מעידה על איכות מים טובה ועל זרימה קבועה לאורך השנה. השחריר הוא מין מוגן, אנדמי לאזור הלבנט, מוכר מאזורים שונים בישראל, ואינו נחשב נדיר. האפופית היא צדפה קטנה באורך של עד 10 מ"מ, שמאכלסת מקווי מים מתוקים שאיכות המים בהם גבוהה. בישראל מתוארים שמונה מינים, ששניים מהם נפוצים (*P. annandalei* ו-*P. casertanum*). המינים האחרים נדירים ותפוצתם מוגבלת לנחלים דן וחרמון (מילשטיין ואח', 2012). האפופית שנמצאה בסקר רק בעינות תלם בעמק הארזים משתייכת לאחד משני המינים האלה. בריומאים מהסוג בטיס נמצאו אך ורק בשני מעיינות שנדגמו בנחל ירמות והתאפיינו בזרימה מהירה, בניגוד לשאר המעיינות שנסקרו ומתאפיינים בתנאים בריכתיים. השפירית ריחופית כחולה נתפסה בשלושה מעיינות (עין חניה, עין צובה ועינות תלם), ובכולם בית הגידול התאפיין גם בצמחייה אקוויטית.

דו-חיים ודגים

הדו-חי השכיח ביותר במעיינות שנדגמו היה צפרדע נחלים (*Pelophylax bedriagae*) שאכלסה כ-23% מהמעיינות. ממצאי אכלוס גבוהים יותר נמצאו בסקרי מעיינות באגן ניקוז הקישון, בגליל התחתון המזרחי ובאגן הכינרת, ושכיחות האכלוס עמדה בהם על 47%, 53% ו-42% מהמעיינות, בהתאמה. מההשוואה עולה שבמעיינות הרי יהודה האכלוס על ידי הצפרדע נמוך.

בשמונה מעיינות הסקר נמצאו גמבוזיה או דג זהב, שניהם מינים פולשים שהוכנסו על ידי האדם. הגמבוזיה מוכנסת למערכות מים טבעיות בשל היותה טורף זחלי יתושים יעיל, שהשימוש בו נתפס בעבר כאמצעי הדברה ביולוגי יעיל לטביבה. כיום ידוע שהגמבוזיה היא טורף אגרסיבי הניזון מחסרי חוליות שונים ומראשני דו-חיים ופוגע באוכלוסיותיהם. המדיניות הארצית אוסרת על שימוש בגמבוזיות או בדגים פולשים אחרים בבתי גידול אקוויטיים טבעיים. גם דג זהב הוא טורף, אוכל-כול, שניזון מסרטנים קטנים, זחלי חרקים, ביצי דגים, דגים צעירים, אצות וחומר אורגני נרקב. הוא גורם לעכירות גבוהה במים, ופוגע בצמחייה אקוויטית. הכנסת הדגים למעיינות על ידי הציבור גורמת לתוצאות הרסניות.

תוצאות הדגימה הבוטנית

בסקר מעיינות הרי יהודה תועדו 305 מיני צמחים, מתוכם 72 בעלי זיקה לבתי גידול לחים ו-18 מינים פולשים. כמו כן, אותרו מספר מינים מרשימות המינים בסכנת הכחדה או על סף איום. המינים האלה הם מינים שתולים או נטועים, ולא

המינים. השפיעה ברוב המעיינות שנסקרו נמוכה, ועל כן בית הגידול האקוויטי בחלק מהם היה הומוגני, מצומצם בהיקפו, בעל תחלופת מים נמוכה ומאפיינים בריכתיים בלבד.

ב. **בריכות שכשוך** – בניית בריכות ושכשוך למטיילים גורמת לפגיעה בערוץ הזרימה הטבעי, מפחיתה את המורכבות הפיזית בשל החלפת התשתית הטבעית בתשתית בטון, ויוצרת מצע חלק ואחיד ללא אבנים. כל אלה גורמים לסילוק צמחייה טבולה. שכשוך מבקרים רבים בעת ובעונה אחת במעין פוגע באיכות המים. ב-37 מעיינות בהרי יהודה נבנו בריכות שכשוך (אלרון וכהן, 2020, על בסיס כהן ופיימן, 2011).

ג. **מחסור בצומח אקוויטי** – במערכות אקולוגיות במים מתוקים יש מתאם גבוה בין המורכבות הפיזית שיוצרת הצמחייה ההידרופילית לבין עושר ושפע חברת חסרי החוליות. הצומח מהווה מקור מזון, מספק מסתור לטורפים ולנטרפים ומצע לאורגניזמים שונים בזמן התפתחותם. גופי המים במעיינות הרי יהודה מבוטנים ברובם ועניים בצומח אקוויטי, מה שמשפיע לרעה על חברת חסרי החוליות.

ד. **הכנסת דגים זרים** – לדגים פולשים יש השפעה שלילית על בעלי חיים, בהם דו-חיים וחסרי חוליות גדולים, על ידי טריפה ותחרות על משאבים. שני מיני דגים עיקריים שמוכנסים למעיינות הם הגמבוזיה (*Gambusia affinis*) ודג זהב (*Carassius auratus*), והם גורמים נזק חמור לבעלי החיים המקומיים ולבית גידולם הטבעי (אלרון ורוטשילד, 2012).

הטקסונים השכיחים ביותר שנמצאו במעיינות היו: ימשוש מסוג *Chironomus* sp. (65% מהתחנות), בריום מסוג *Cloeon* sp. (47.5%), אחד ממיני הסרטנים ממחלקת הצדפונאים (42.5%), סרטן מסוג טחבית המים (*Proasellus coxalis*) (32.5%), עלוקה מסוג *Dina* sp. (30%) והחילזון בוענית חדה (*Haitia acuta*) (27.5%). רוב חסרי החוליות האלה הם מינים כוללניים, המתאפיינים בתפוצה רחבה ובעמידות גבוהה לתנאים משתנים, כגון מליחות גבוהה וריכוזי חמצן נמוכים. לכולם העדפה לבתי גידול אקוויטיים בעלי אופי בריכתי.

המינים חסרי החוליות הרגישים ביותר לריכוזי חמצן נמוכים ולריכוז אורגני גבוה שנמצאו הם החילזון שחריר חלק (*Melanopsis buccinoidea*), צדפה מסוג אפופית (*Pisidium* sp.), בריום מהסוג בטיס (*Baetis* sp.) והשפירית ריחופית כחולה (*Orthetrum chrysostigma*). שלושת האחרונים נמצאו בחלק קטן מהמעיינות. במערב הרי יהודה השחריר החלק נמצא ב-17.5%

שני מינים על סף איום: מילה סורית (*Fraxinus angustifolia* subsp. *syriaca*) שנשתלה במעלה נחל ירמות ובעין מטע עליון, וגרגרנית משובלת (*Trigonella spicata*) שגדלה בעיקר בשטחים טבעיים, שאינם לחים.

מינים פולשים

בסקר תועדו 18 מינים פולשים ושבעה מינים זרים. מבין המינים הפולשים בולטים המינים אילנתה בלוטית (אילנטוס, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) וזיף-נוצה חבוי (דשא קוקויה, *Pennisetum clandestinum* Chiov.) שנצפו במספר רב של מעיינות, הם משפיעים על האקולוגיה המקומית ומונעים התפתחות של מינים טבעיים מקומיים (דופור-דרור, 2019). המינים יערה יפנית (*Lonicera japonica*) ובוהניה מגוונת (*Bauhinia variegata*) הם צמחים זרים המשמשים לגינון. נוכחותם בשטחים טבעיים מעלה חשש שיהפכו בעתיד למינים פולשים.

שקלול תוצאות הסקר ויצירת ציון הכולל את הערכיות הביולוגית, הערכיות הבוטנית, שפיעת המעיין, איכות המים שנמדדה בנביעה, ומידת ההפרה הסביבתית במעיין ובסביבתו הקרובה מוצגים בטבלה 1. בטבלה מוצגים 14

מינים שהתפתחו באופן טבעי (זהרי, 1956). בסקר לא נצפה צומח טובל.

כיוון שחלק גדול ממעינות הסקר הם בעלי שפיעה נמוכה יחסית וזרימה עונתית, ומאופיינים בהפרות רבות הכוללות תעלות ובריכות מבטנות, ניתן להכליל ולומר שהצומח המאפיין את המעינות שנסקרו מורכב ממינים עמידים יחסית. דבר זה מתבטא במיעוט מינים נדירים שלרוב רגישים יותר. רוב המינים המאפיינים בתי גידול לחים הם עשבוניים, ורובם חד שנתיים. עצי ערבה, המהווים סממן למעינות בעלי שפיעה יציבה, גבוהה יחסית וממושכת, תועדו בשבעה מעיינות. זהו שני מיני ערבה: ערבה לבנה (*Salix alba*) וערבה מחודדת (*S. acmophylla*).

בסקר נצפה מין אחד של צמח צף: עדשת מים זעירה (*Lemna minor*). מין זה ידוע כמין שמחבב מקווי מים עשירי נוטריינטים המגיעים לרוב מחלחול שפכים או מחלחול שמקורו בהשקיה חקלאית.

מינים נדירים ובסכנת הכחדה

בסקר תועד מין אחד בסכנת הכחדה – גומא הפכירוס (*Cyperus papyrus*) שכנראה נשתל בעין יעל, וכן

ערכיות הידרו-ביולוגית	ערכיות בוטנית	שפיעה	איכות מים	הפרה סביבתית	ציון כולל
עין לימון	🔵	🔵	🔵	🔵	2.4
עין מסלע	🔵	🔵	🔵	🔵	2.6
עין מקלף	🔵	🔵	🔵	🔵	3.4
עין נקעה	🔵	🔵	🔵	🔵	2.6
עינות בוקר	🔵	🔵	🔵	🔵	2.2
עינות כיסלון	🔵	🔵	🔵	🔵	2.2
עינות תלם	🔵	🔵	🔵	🔵	2.2
עין אל בלד עליון	🔵	🔵	🔵	🔵	3.8
עין אל בלד תיכון	🔵	🔵	🔵	🔵	3.6
עין ביכורה	🔵	🔵	🔵	🔵	2.6
עין ספיר	🔵	🔵	🔵	🔵	3.8
עין עוזי (מרכזי)	🔵	🔵	🔵	🔵	2.6
עין כפירה	🔵	🔵	🔵	🔵	2.6
עין גרס תחתון	🔵	🔵	🔵	🔵	3.2

טבלה 1

מדדים שונים וציון כולל של תוצאות הסקר

מידת הערכיות	ציון
גבוהה מאוד	1.5–0
גבוהה	2.5–1.5
בינונית	3.5–2.5
נמוכה	4.5–3.5
נמוכה מאוד	4.5 ומעלה

ממצאי הסקר מעידים שחברת צומח בתי הגידול הלחים בהרי יהודה היא חברה פגועה המאפיינת במספר גבוה של מינים שעמידים להפרות שונות, ובמספר נמוך מאוד של מינים נדירים ורגישים. בניית בריכות ותעלות ונוכחות מטיילים אינטנסיבית בסביבת המעיינות פוגעות בהתפתחות צומח הגדות והן כנראה הגורם המרכזי להיעדר צומח צף וטבול ברוב המעיינות.

ב-40 מעיינות בוצע שקלול ערכיות אקולוגית, הכולל ממצאים הידרוביולוגיים, ממצאים בוטניים, איכויות המים, שפיעות שנמדדו בנביעות ומידת ההפרה בנביעות המעיינות ובסביבתם הקרובה, ומאפשר הערכה אינטגרטיבית של מצבם האקולוגי של המעיינות.

הערכיות האקולוגית הכוללת המאפיינת את מעיינות הרי יהודה היא בינונית. ארבעה מעיינות סווגו ברמת ערכיות גבוהה (עין לימון, עינות בוקר, עינות כיסלון, עינות תלם), שלושה מעיינות סווגו ברמת ערכיות נמוכה (עין ספיר, עין אל בלד עליון ותיכון). יתר המעיינות סווגו ברמת ערכיות בינונית. באזור הסקר לא תועדו מעיינות עם ערכיות גבוהה מאוד או נמוכה מאוד.

לרט"ג ולקק"ל, כארגונים המנהלים שטחים פתוחים, אחריות לשימור ולשיקום של המערכות הטבעיות בתחומן, ובתוכן המעיינות, ועל כן הן מקדמות תוכניות שימור ושיקום אקולוגי במעיינות הרי יהודה, שמצבם האקולוגי ירוד. התוכניות יוכלו להבטיח שימוש מאוזן במעיינות לצד שימור טבעי.

המעיינות הבולטים בממצאיהם לטובה ולרעה. לא נמצאו מעיינות שערכיותם הכוללת גבוהה מאוד או נמוכה מאוד. בממוצע, הערכיות האקולוגית הכוללת המאפיינת את מעיינות הרי יהודה היא בינונית.

סיכום

מרחב הרי יהודה הוא אחד האזורים העשירים בכמות המעיינות בישראל. שפיעת המעיינות באזור הסקר נמוכה, ועל כן מקיימת בתי גידול מקומיים ומצומצמים.

מתוך 53 מעיינות שנסקרו בהרי יהודה, ב-49 נמצאו מים. ב-34 מעיינות מתוך 49 המעיינות שנמצאו בהם מים, נמדדו שפיעות. בשאר המעיינות לא נצפתה זרימה או שלא ניתן היה למדוד את השפיעה.

ב-22 מעיינות נמדדו איכויות מים טובות מאוד, ב-12 מעיינות נמדדו איכויות מים בינוניות, המעידות על השפעות אנתרופוגניות קלות, וב-15 מעיינות נמדדו איכויות מים ירודות, המעידות על השפעות אנתרופוגניות, ככל הנראה, של תשתיות ביוזב לקויות.

עושר מיני חסרי החוליות האקוויטיים במעיינות הרי יהודה נמוך בהשוואה למעיינות באזורים אחרים בארץ, וזאת בשל השפיעות הנמוכות, מחסור בצומח אקוואטי והפרה של המרחב הטבעי במעיינות באמצעות בניית בריכות שכשון והכנסת דגים זרים.

בסקר תועדו 305 מיני צומח, מתוכם 72 בעלי זיקה לבתי גידול לחים ו-18 מינים פולשים.

מקורות

דופור-דרור ז"מ. 2019. **הצמחים הפולשים בישראל** (מהדורה שנייה). דן פרי. זהרי מ. 1956. הצמחייה והצומח בנחל ירושלים. מתוך: אבי-יונה מ (עורך). **ירושלים**. עמ' 64–75, כרך ראשון, הוצאת מוסד ביאליק ודביר.

כהן א. 2010. **השקייט שטחים ציבוריים בירושלים בקולחים שלישוניים – סקר הידרוגאולוגי**. היחידה הסביבתית, רשות הטבע והגנים.

כהן א, אלרון א, סבר י ופיין ד. 2016. **סקר הידרוביולוגי מעיינות רמת מנשה**. חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים.

כהן א ואלרון א. 2018. **סקר הידרו-ביולוגי במעיינות מזרח הגליל התחתון**. נערך עבור רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי.

כהן א ופיין ד. 2011. **סקר מעיינות הרי יהודה**. חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים. מילשטיין ד, מיניס ה וריטנר ע. 2012. **מגדיר שדה לרכיכות המים הפנימיים של ארץ ישראל**. רשות הטבע והגנים.

פורת י. 1988. בני כמה נחלי המעיינות? **טבע וארץ**, 11/7, 42–45.

פלג נ. 2009. **מודלים הידרולוגיים למעיינות שעונים בהרי יהודה ושומרון** (עבודה לקבלת תואר מוסמך). ירושלים: האוניברסיטה העברית בירושלים.

רון צ. 1977. ניצול מעיינות לחקלאות שלחין בהרי יהודה. מתוך: שמואל א, גרוסמן ד וזאבי ר (עורכים). **יהודה ושומרון – פרקים בגיאוגרפיה יישובית**. כרך א', עמ' 230–250. ירושלים: כנען.

אברהם ה, אושינסקי א, אלרון א, הולנדר ע, ישראל י מ וכהן א. 2021. **סקר מעיינות באגן הכנרת**. נערך עבור רשות ניקוז ונחלים כנרת. ליגמ פרויקטים סביבתיים, אלרון אקולוגיה וסביבה ורשות הטבע והגנים.

אלרון א ורוטשילד א. 2012. **מעיינות בישראל – הטבע והאדם: ייחודיות אקולוגית של מעיינות והמלצות לניהול שימושי הפנאי והנופש**. החברה להגנת הטבע.

אלרון א, ינאי ז, שיצר ד, ויינבלום נ, כהנא א, שכנאי ע וספיר ג. 2013. **סקר מעיינות אגן נחל קישון**. עבור רשות הטבע והגנים. DHV MED.

אלרון א. 2018. **סקר הידרו-ביולוגי במעיינות מרחב בנימין**. נערך עבור רשות הטבע והגנים. אלרון אקולוגיה וסביבה.

אלרון א. 2020. **סקר הידרו-ביולוגי וצומח במעיינות מרחב גוש עציון**. נערך עבור רשות הטבע והגנים. אלרון אקולוגיה וסביבה.

אלרון א וכהן א. 2020. **השפעת האדם על תפקודם הטבעי של מעיינות בישראל אקולוגיה וסביבה**, 11(2), 60–61.

בורג א. 1998. **גאוכימיה והידרולוגיה של מעיינות שעונים בסלעים קרבונאטיים בצפון ומרכז ישראל** (עבודה לקבלת תואר דוקטור). ירושלים: האוניברסיטה העברית בירושלים.

גבירצמן ח. 2019. **משאבי המים בישראל**. ירושלים: יד בן צבי.



דגימה הידרוביולוגית בעין צובה
צילום: אריאל כהן



דגימה הידרוביולוגית בעין כיסלון
צילום: אריאל כהן