



# שיקום אקו-הידרולוגי עתידי של מעיינות ביערות קק"ל וחשיבותו בעידן של שינויים גלובליים

אורית סקוטלסקי<sup>1\*</sup> | אלדד אלרון<sup>2</sup>

1 יחידת המדען הראשי, קק"ל  
2 אלרון אקולוגיה וסביבה  
\* orit.skutel@gmail.com

## חשיבותם האקולוגית של מעיינות באזורים ים תיכוניים כבתי גידול ייחודיים ביערות

מעיינות באזורים ים תיכוניים יובשניים מהווים בתי גידול ייחודיים, שנמצאים בתווך שבין מי התהום לבין מים עיליים. מערכות אקולוגיות של מעיינות תומכות במגוון ביולוגי עשיר וחשוב, ומספקות שירותים ותפקודים אקולוגיים חיוניים רבים. אחד המאפיינים המשמעותיים של מערכות אקולוגיות של מעיינות הוא יציבות התנאים הסביבתיים לאורך זמן – ובייחוד היציבות בזמינות משאב המים, בהרכב הכימי של מי הנביעות ובטמפרטורת המים לאורך העונות והשנים. יציבות פיזית וכימית זו מאפשרת למגוון רחב של מיני צמחים ובעלי חיים להסתמך על מי מעיינות, גם באזורים יובשניים ובעונות יבשות (Fernández-Martínez et al., 2024). נוסף על חשיבותם האקולוגית, למעיינות חשיבות תרבותית-נופית, גם כאתרי מורשת להיסטוריה של תושבי הארץ, שהמעיינות שימשו עבורם מקור מים עיקרי בימי קדם, וגם כאתרי תיירות ונופש המושכים קהל רב של מטיילים ונופשים. מעיינות הם בתי גידול שרגישים במיוחד להפרעות ממקור אנושי. האיזונים המרכזיים על מערכות אקולוגיות של

מעיינות בעולם כיום הם:

1. שינוי במבנה המעיינות לצורכי האדם – כולל שאיבת מים ישירה או מהאקווה, בניית בריכות אגירה לתפיסת המים והרס המורכבות המבנית הטבעית של המעיין וסביבתו;
  2. זיהום והעשרה של המים בחומרי הזנה (חנקן וזרחן) עקב רעיית בקר וחקלאות בקרבת המעיין ואזורי הזנתו, כמו גם בשל זליגת מזהמים מיישובים ומאזורי תעשייה;
  3. שינוי האקלים – עלייה בטמפרטורות שגורמת להגברת האידוי-דיות, לירידה בכמויות המשקעים ולעלייה בצריכת המים לחקלאות ולתעשייה באזורים שנשענים על משאבי מים טבעיים (Fernandez-Martinez et al., 2023).
- מערכות אקולוגיות של מעיינות נמצאות בסיכון ברחבי העולם, ומעיינות באזורים ים תיכוניים סובלים במיוחד מהפרעות אדם ומשינוי האקלים, שבאזור זה הוא חריף יותר (Alpert et al., 2008), מכיוון שמעצם טבעם הם לרוב קטנים ומוגבלים בכמות המים. על כן, רגישותם לבעיות סביבתיות, כגון זיהום, ירידה בשפיעה והתייבשות, גבוהה יותר.

## פגיעה במעיינות בישראל

בישראל רוב המעיינות פגועים. מבחינה הידרולוגית, תפיסה ישירה ("איחוז") של מי המעיינות שנערכה בעבר לצרכים חקלאיים ושאיבת מי תהום מהאקווה המזינה את המעיין, גרמו לירידה תלולה בשפיעת המים ברוב המעיינות ולהתייבשות של מעיינות רבים (סקוטלסקי ופרלמוטר, 2012; סוקניק וסקוטלסקי, 2017).

מעיינות רבים עברו התערבות פיזית ("שיפוץ") על ידי גופים ציבוריים בעלי אחריות סטטוטורית או על ידי חובבי טבע וטיילות. מטרת ההתערבות הייתה לשנות את סביבת המעיינות כדי להתאימם למטרות שכשוך ונופש. תופעה זו של "שיפוץ מעיינות" והטיית מימיהם לבריכות שכשוך גורמת לפגיעה חמורה במערכת האקולוגית של המעיין. בניית הבריכות גורמת להרס של מבנה הנביעה, לשינוי ולקיטוע של משטר הזרימה בערוץ, לפגיעה באיכות המים, להסרת מצע האבנים הטבעי מגוף המים, לסילוק צמחיית המים מהמעיין ומסביבתו ואף להכנסה של דגים פולשים. המורכבות המבנית, רצף זרימת המים, מצע האבנים וצמחי המים חשובים לחסרי החוליות המימיים ולבעלי החיים הנסמכים על בית הגידול הלח וחיים בתוכו ובסביבתו (אלרון ורוטשילד, 2012; אלרון וכהן, 2020).

זאת ועוד, פעילות נופש במעיינות, בעיקר בשעות הלילה, גורמת לרעש ומפריעה לפעילות בעלי החיים שפעילים בלילה וזקוקים למקור המים. למשל, עטלפי חרקים מנצלים סביבות לחות לשתיה ולשיחור מזון בשעות הלילה, והם עשויים לצמצם את פעילותם במעיינות שמטיילים נמצאים בהם בשעות האלה.

## גישה חדשה לשיקום מעיינות ביערות קק"ל

קק"ל מנהלת במסגרת שטחיה נחלים ומעיינות רבים. למעלה מ-210 מעיינות נובעים ביערות ובשטחים בניהולה (כהן ולוי, 2023). על כן, יחידת המדען הראשי בקק"ל, אגף תכנון ואגף ייעור מפתחים גישה חדשה, אקו-הידרולוגית, לתכנון, לשיקום ולממשק המעיינות, כבתי גידול ייחודיים בתחומי יערות קק"ל (סקוטלסקי ושות', 2021).

בימים אלה אנו בוחנים מחדש את האופן שנוכח לתכנון, לשיקום ולנהל מעיינות ביערות, ומציעים תוכניות לשיקום אקו-הידרולוגי שלהם. האתגר שעומד בפני קק"ל הוא למצוא את האיזון בין מטרות השיקום השונות שאינן עולות בקנה אחד. מצד אחד יש עניין לשיקום את המערכת האקולוגית הייחודית באזורי הנביעות, ולוודא שמי הנביעה זורמים לאפיק הנחל ומזינים אותו, ובה בעת קיים רצון לאפשר למבקרים ביער ליהנות מזרימת המים ומפינות לשכשוך במורד הנחל. עד כה ערכנו סקרים אקו-הידרולוגיים

מפורטים בשמונה מעיינות: עין שולמית בנחל משמר העמק ביערות רמות מנשה (ברמן ושות', 2022), עין ירדה ביער נחל מחניים בעמק החולה (אלרון ושות', 2022), עין אשחר בנחל געתון (אלרון ושות', 2023), עין עקוב ביער מבוא חמה ברמת הגולן (אלרון ושות', 2024), עין נבוריה ביער בריה (אלרון ושות', 2023), עין ערובות והמעיינות הקטנים בנחל דישון ביער ברעם (כהן ושות', 2022), עין חוקוק הסמוך לכינרת (אלרון ושות', 2022) ועינות סלוקיה ברמת הגולן (אלרון ושות', 2022). על עין חוקוק ועינות סלוקיה מובאת הרחבה בהמשך המאמר.

חשוב להדגיש שהמעיינות הקטנים שנובעים ביער, משמשים בית גידול חשוב בסביבה יובשנית כמו ישראל. הם משמרים את המגוון הביולוגי, ומשמשים מקור שתייה, הזנה ורבייה לחסרי חוליות מימיים, לדו-חיים וגם לציפורי שיר ולמינים יבשתיים של חיות בר (Cantonati et al., 2012; Zamora-Marin et al., 2024). לכן חשוב לשקם את הנביעות הטבעיות ואת בתי הגידול הלחים על ידי הגדלת המורכבות המבנית בנביעה ובסביבתה (למשל, באמצעות שתילה או עידוד התחדשות של צמחיית גדות טבעית), ועל ידי שיקום רצף זרימת המים בפלגים ובערוצים לא מופרים מראשי הנביעות עד לאפיקי הנחלים במורד.

עקרונות הניהול של תורת היער החדשה חותרים ליער רב-תכליתי ומורכב המכיל מגוון של בתי גידול ונופים (אסם ושות', 2014). הימצאותם של מעיינות ומקווי מים קטנים – קבועים או עונתיים – בגבולות מקרקעי הייעור או סמוך להם מגדילה את הפוטנציאל הגלום ביער ובסביבתו כספקים של שירותי מערכת אקולוגית.

במאמר זה אנו מציגים כדוגמה סקרים אקו-הידרולוגיים שנערכו בשני מעיינות שנובעים ביערות קק"ל, ודנים בדילמות שעולות מהסקרים, וכן בהמלצות עקרוניות שגיבשנו לתכנון ולניהול של המעיינות האלה. המלצות שגובשו בסקרים האקו-הידרולוגיים משולבות כעת בתוכניות מפורטות לשיקום מעיינות, המקודמות ביערות קק"ל.

## עין חוקוק – איך משקמים מעיין קטן שספיקתו מועטה?

עין חוקוק הוא מעיין שנובע בגליל התחתון, בחלקו המערבי של יער עמיעד. מממצאים ארכאולוגיים שנחשפו באתר עולה שההתיישבות במקום התקיימה מהתקופה ההלניסטית ועד לתקופה העות'מאנית. על חלק מהשרידים הארכאולוגיים ישב עד שנת 1948 כפר ערבי בשם יאקוק ששימר את שם היישוב העתיק, והמעיין שימש מקור מים מרכזי לתושבי הכפר (אלרון ושות', 2022).

בימים אלה קק"ל מקדמת תוכנית מפורטת לשיקום אתר חוקוק ולפתיחתו לקהל. תכנון האתר מציב בפני קק"ל

מערכת אקולוגית של בית גידול לח טבעי, מספר הצמחים המאפיינים בתי גידול לחים מצומצם מאוד, ומי המעיין אינם מספקים מקום מחיה איכותי לבעלי חיים החיים במים או בקרבתם (למשל חסרי חוליות מימיים, דו-חיים, דגים), לחיות הבר ולציפורים.

עין חוקוק הוא מעיין קטן ששפיעתו עונתית, אולם חשיבותו למערכת האקולוגית ביער גבוהה. כחלק מתהליך השיקום של המעיין קק"ל מעוניינת לייעד את מי המעיין לשיקום אקו-הידרולוגי: להטות את מי המעיין לאפיק הנחל במורד המעיין, להרחיק את רעיית הבקר מהאתר ולשקם בית גידול לח ("בריכה אקולוגית") במורד המעיין בפינה שמרוחקת מהחניון העמוס במבקרים ומוגנת בין העצים.

כמו מעיינות קטנים נוספים הנובעים בשטחי היערות, עין חוקוק מציב בפני קק"ל אתגר מורכב. נשאלת השאלה, כיצד ניתן לשקם מערכת אקולוגית של בית גידול לח – תוך התבססות על הנביעה הטבעית והצנועה של מעיין קטן, ובה בעת לאפשר למבקרים באתר ליהנות ממגע – ואולי אף משכשוך – במים צוננים?

אתגר גדול. נשאלת השאלה, כיצד ניתן לשקם את בית הגידול הלח באזור המעיין ובמורד הנחל (שכיום לא קיים) לטובת המערכת האקולוגית והמגוון הביולוגי ביער, ובה בעת לחשוף את אתר הנביעה ואת מבני המים העתיקים בפני המבקרים – ולאפשר להם ליהנות משכשוך מרענן במים במהלך הביקור.

ממצאי הסקר האקו-הידרולוגי שערכנו במעיין ובסביבתו מראים שכיום הערכיות האקולוגית האקוויטית של המעיין נמוכה, ממספר סיבות. המעיין נובע לתוך מבנה מלאכותי, ולמעשה אינו מקיים בית גידול מימי או לח טבעי ומגוון (איור 1). שכשוך המטיילים במבנה המעיין יוצר הפרעה נוספת, ונוסף על כך, מי המעיין זורמים במורד הנביעה לאורך דרך עפר, ונקווים לבריכת עפר מוקפת צמחייה המופרת בגלל רעייה ודשדוש של בקר (אלרון ושות', 2022; ארביב ושפר, 2023).

מסיבות אלה, במצבו הנוכחי המעיין אומנם משמש אתר ביקור, נופש ושכשוך במים – אולם אין בו או בסביבתו



איור 1

#### בית המעיין של עין חוקוק במצבו הנוכחי

בבריכה הבנויה, שנבנתה ככל הנראה בתקופה המנדטורית, אין מורכבות מבנית, והיא אינה מאפשרת התפתחות של בית גידול לח טבעי. צילום: אלדד אלרון, 2022.

## עינות סלוקיה – סיפור מתגלגל של מעיין שמימי נותבו לצורכי האדם

עינות סלוקיה, המוכרים גם בשמות "עינות עדן" (פארק מי עדן), "ועינות קצביה", הם סדרת מעיינות הנובעים במרכז רמת הגולן, קרוב לקצרין ולנחל יהודיה. המעיינות, ששפיעתם איתנה ואיכות מימיהם מצוינת, הם מבין בתי הגידול המימיים האיכותיים ברמת הגולן, וחשיבותם לשמירת הטבע גדולה.

במשך שנים ארוכות נשאבו מי המעיין הראשי בעינות סלוקיה על ידי חברת המים המינרליים "מי עדן", ולכן עד שנת 2018 שוחררו רק חלק מהמים באתר לזרימה טבעית. כיום מי המעיינות משוחררים במלואם לטבע. חרף הירידה בשפיעת המעיינות לאורך השנים, היא עדיין איכותית ואיתנה, והמים תומכים במגוון ביולוגי עשיר.

במהלך סתיו 2021 ביצעה יחידת המדען הראשי בקק"ל סקר אקו-הידרולוגי מקיף בעינות סלוקיה כדי לגבש המלצות הידרולוגיות ואקולוגיות לשיקום בית הגידול המימי, לצד שיקום בריכות השכשוך האהובות על המבקרים בפארק. ממצאי הסקר האקו-הידרולוגי מספרים את הסיפור המורכב של ניהול מי המעיינות בעבר; מפרטים את הממצאים ההידרולוגיים והאקולוגיים באתר; מנתחים כיצד פיתוח בריכות השכשוך שנבנו בעבר בפארק – על חשבון פלג המים הטבעי – פגעו במערכת האקולוגית המתקיימת בו כיום (אלרון ושות', 2022).

למשל, בסקר העדכני שערכנו (אלרון ושות', 2022) נמצא שבהשוואה למעיינות אחרים, המעיין המרכזי בעין סלוקיה תומך בעושר טקסונים גבוה (כ-25 טקסונים של חסרי חוליות אקוטיים) ובהרכב מגוון של חברת חסרי החוליות, הכולל נציגים ממספר קבוצות, כדוגמת תולעים שטוחות, סרטנים, חלזונות וחרקים. נוסף על כך, נמצא באתר מספר גבוה של טקסונים ייחודיים הידועים ברגישותם לזיהום אורגני, שמתקיימים בדרך כלל רק בבתי גידול עם זרימה משמעותית וריכוז גבוה של חמצן מומס במים. נוכחות המינים האלה, כמו מיני החלזונות שחריר חלק (*Melanopsis buccinoidea*) וסהרונית ארץ-ישראלית (*Theodoxus michonii*), הדג בינון נמרי (*Oxynoemacheilus panthera*) ועוד מינים מסדרת השפיראיים הבריומאים ושעירי כנף, מעידה על איכות גבוהה של בית הגידול. האיכות קשורה לאיכות המים הגבוהה, לשפע המים, לזרימה הרציפה במהלך כל השנה ולצמחיית הגדות המגוונת באזורים שנתרו טבעיים באתר.

עם זאת, השוואה שערכנו בין תחנות דגימה שונות באתר מראה שהפלג המלאכותי שנבנה באתר יוצר בתי גידול עניים ומדורדרים, שאיכות המים בהם ירודה, המורכבות המבנית נמוכה ועושר מיני הצומח והחי נמוך ומדורדר. מסתבר, שבעת שחברת מי עדן הקימה את הפארק, לפני כעשרים

שנה, הוקם, לצד הפלג הטבעי, ערוץ מלאכותי מבטון שכולל סדרה ארוכה של בריכות שכשוך המבוססות על סכרים לעצירה ולהטיה של מים. בבריכת המים העליונה – 'בריכת החלוקה' – הקרובה לאזור הנביעות, נבנו שני פתחים במטרה לחלק את מי המעיין המשוחררים. חלק הארי ממי המעיין שלא נשאבו אמור לזרום דרך פתח אחד לתוואי פלג המים הטבעי, ואילו חלק קטן יותר מהקצאת המים אמור לזרום דרך הפתח השני, שיועד למילוי ולתחלופה של מים בבריכות השכשוך (איור 2). מהחקירה האקו-הידרולוגית שערכנו מסתבר, שבמשך השנים נחסם פתח הזרמת המים לפלג הטבעי, וכל הקצאת המים הזרמה לבריכות השכשוך בפארק. בעקבות זאת, התייבש פלג המים הטבעי שהיה בעבר הפלג הראשי של עינות סלוקיה, נסתם בצמחייה עבותה, ותפקודו כבית גידול לח איכותי נהרס.

בחודש יולי 2024, בעת המלחמה בגליל ובגולן, התחוללה שרפה גדולה באתר סלוקיה (איור 3), והצמחייה באזור הנביעות, בבריכת החלוקה ולאורך פלג המים של בריכות השכשוך – נשרפה. ייתכן, ששרפת הצמחייה המעוצה העבותה שסגרה על פלג המים הטבעי, מאפשרת כיום הזדמנות נדירה לקדם שיקום אקו-הידרולוגי של פלג המים שהיה באתר לפני הקמת פארק מי עדן, ולמקם מחדש את בריכות השכשוך במקום מתאים יותר – במורד המערכת האקולוגית של בית הגידול הלח, אחרי שתשוקם.

### לסיכום

באזורים ים תיכוניים יובשניים למחצה המעיינות הקטנים ממלאים תפקיד מרכזי בתמיכה במגוון הביולוגי, מאחר שהם מספקים בתי גידול מבודדים בעלי מקור מים יציב וקבוע בשטחים הטבעיים וביערות – שמקורות המים הזמינים נדירים בהם. ככל הנראה, מעיינות קטנים הם בין בתי הגידול הפגיעים והמאוימים ביותר בעולם, בייחוד באזורים ים תיכוניים ששילוב של התחממות האקלים וניצול יתר של מים טבעיים פוגע במגוון הביולוגי ובאספקת שירותי מערכת אקולוגית של מעיינות. לנוכח תחזיות להחמרת תהליכי ההתייבשות והמדבור באזורים ים תיכוניים בכלל, ובישראל בפרט, חיוני לקדם הגנה סטטוטורית למעיינות, וליישם תוכניות לשיקום ולשימור הידרולוגי ואקולוגי של הנביעות ושל המערכות האקולוגיות הייחודיות הנסמכות עליהן.

שיקום מעיינות קטנים באזורים יובשניים הוא תחום שחסרים בו מידע וניסיון יישומי. במיזמים של שיקום מעיינות שייערכו בשנים הקרובות בערות קק"ל יהיו מרכיבים רבים של ניסוי, ניטור ולמידה במטרה למצוא את התמהיל הנכון לאדם ולסביבה.



איור 2

### בריכת החלוקה, המעיין הראשי בעינות סלוקיה

ניתן לראות את שני הפתחים: אחד מהם פתוח ומזרים את מי המעיין המים לבריכות השכשוק, והשני, שאמור להזרים מים לפלג הטבעי, סגור. צילום: דידי קפלן, 2006.



איור 3

### בריכת חלוקת המים בעינות סלוקיה לאחר השרפה

צילום: איתמר כץ, יולי 2024.

## מקורות

- אלרון א, וכהן א. 2020. השפעת האדם על תפקודם הטבעי של מעיינות בישראל. **אקולוגיה וסביבה**, 40, 60–61.
- אלרון א ורוטשילד א. 2012. **מעיינות בישראל וטבע והאדם: ייחודיות אקולוגית של מעיינות והמלצות לניהול שימושי הפנאי והנופש של האדם**. דוח החברה להגנת הטבע.
- אלרון א, כהן א וקורן ל. 2022א. **עין חוקוק – ממצאי סקר אקו-הידרולוגי והמלצות לתכנון, שיקום וממשק**. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל, אוגוסט 2022.
- אלרון א, כהן א וקורן ל. 2022ב. **עין ירדה (יער נחל מחניים) – ממצאי סקר אקו-הידרולוגי והמלצות לתכנון שיקום וממשק**. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל, יולי 2022.
- אלרון א, כהן א וקורן ל. 2022ג. **עיינות סלוקיה – ממצאי סקר אקו-הידרולוגי והמלצות לתכנון שיקום וממשק**. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל, דצמבר 2022.
- אלרון א, כהן א וקורן ל. 2023א. **עין אשחר (נחל געתון) – ממצאי סקר אקו-הידרולוגי והמלצות לתכנון שיקום וממשק**. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל, פברואר 2023.
- אלרון א, כהן א וקורן ל. 2023ב. **עין נבוריה (יער ביריה) – ממצאי סקר אקו-הידרולוגי והמלצות לתכנון שיקום וממשק**. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל, ספטמבר 2023.
- אלרון א, כהן א וקורן ל. 2024. **עין עקוב (יער מבוא חמה) – ממצאי סקר אקו-הידרולוגי והמלצות לתכנון שיקום וממשק**. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל, יוני 2024.
- אסם י, ברנד ד, טאובר י, פרבולוצקי א וצורף ח. 2014. **תורת ניהול היער בישראל – מדיניות והנחיות לתכנון ולממשק היער**. ירושלים: אגף הייעור ויחידת הפרסומים, קשרי ציבור, קרן קיימת לישראל.
- ארביב ר ושפר א. 2023. **חוות דעת הידרולוגית עין חוקוק**. הוגש ליחידת המדען הראשי של קק"ל. נערך על ידי חברת RainSource.
- ברמן א, אלרון א ולוי ע. 2022. **שיקום אקו-הידרולוגי ונפכי של המעיינות עין שולמית ועין משמר (יערות רמות מנשה)**. דו"ח מצב קייים. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל.
- כהן א ולוי ש. 2023. **מעיינות בשטחי קרן קיימת לישראל: בסיס מידע נכון לשנת 2022**. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל.
- כהן א ולוי ש. 2022. **מעלה אגן נחל קישון, סקר מעיינות הידרולוגי – ניתוח איכויות וכמויות מים**. על בסיס ממצאי דיגום. הוגש ליחידת המדען הראשי בקק"ל.
- סוקניק א וסקוטלסקי א. 2017. זכות הטבע למים? דילמות בשיקום נחלי ישראל לנוכח השינויים במשק המים. **אקולוגיה וסביבה**, 48(4), 68–75.
- סקוטלסקי א ופרלמוטר מ. 2012. **געוועים לנחל – הנחלים ובתי הגידול הלחים בישראל: מצב קייים, ומתווה לשיקום הידרולוגי ואקולוגי**. דו"ח החברה להגנת הטבע.
- סקוטלסקי א, אוסטרובסקי ג ומרקל ד. 2021. שיקום אקו-הידרולוגי של נחלים ומעיינות במקרקעי הייעור של קק"ל **אקולוגיה וסביבה**, 47(3), 47–48.
- Alpert P, Krichak SO, Shafir H, Haim D, and Osetinsky I. 2008. Climatic trends to extremes employing regional modeling and statistical interpretation over the E. Mediterranean. *Global and Forestry Change*, 63, 163–170.
- Cantonati M, Füreder L, Gerecke R, Jüttner I, and Cox EJ. 2012. Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: Toward an understanding of their ecology. *Freshwater Science*, 31(2), 463–480.
- Fernández-Martínez M, Barquin J, Bonada N, Cantonati M, Churro C, Corbera J, et al. 2024. Mediterranean springs: Keystone ecosystems and biodiversity refugia threatened by global change. *Global Change Biology*, 30, e16997.
- Zamora-Marín JM, Zamora-López A, Oliva-Paterna FJ, Torralva M, Sánchez-Montoya MM, and Calvo J. 2023. From small waterbodies to large multi-service providers: Assessing their ecological multifunctionality for terrestrial birds in Mediterranean agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environments*, 359, 108760.