

הפרמטרים הנדרשים לשמירה על המערכות האקולוגיות בנחלים

סיכום התובנות וההמלצות של ועדת המומחים והמומחיות 2024



האגודה הישראלית
לאקולוגיה ולמדעי הסביבה



המשרד להגנת הסביבה



لوزارة حماية البيئة
Ministry of Environmental Protection

כתיבה: ד"ר יהלה רינה דור, האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה, yahala@isees.org.il

עריכה: ד"ר יהלה רינה דור, ד"ר בן בלק, ד"ר אנה הלס, ד"ר מיכל סלע-אדלר

צוות ההיגוי: פרופ' נגה קרונפלד-שור⁶, ד"ר גל זגרון⁶, שרית כספי-אורון⁶, ניצן עזרא⁶, ד"ר דנה מילשטיין¹⁷, ד"ר ירון הרשקוביץ¹⁶, ד"ר תום טופז¹³, ד"ר עידן ברנע^{20,9}, חנוך אילסר², אתי נתן זלצמן¹²

משתתפי ועדת המומחים והמומחיות לפי סדר אל"ף-בי"ת: אבני נמרוד¹, אילסר חנוך², אלרון אלדד³, בארי שלווין⁴, בן שלום מרים⁵, בר אלון⁶, בר יוסף יהונתן⁷, ברמן תמר⁸, ברנע עידן^{20,9}, גולן רותם¹⁰, גזית אביטל¹¹, גסר גיא¹², גפני שריג¹³, דותן פניאלה⁶, דנטה אלעד¹⁴, הלל נועה¹⁵, הרשקוביץ ירון¹⁶, זגרון גל⁶, זסק אלון⁴, זרביב ציון מעיין¹, חירות ברק⁴, טבצ'ניק דנה⁹, טופז תום¹³, יהל גית¹³, ילין דוד¹⁰, כהן אריאל¹⁷, כספי אורון שרית⁶, כץ אביטל¹⁶, מילשטיין דנה¹⁷, משה אורה¹⁵, ניסים שרון¹, נתן זלצמן אתי¹², סבר יובל¹⁷, סילברמן יעקב⁴, סקוטלסקי אורית⁷, עזרא ניצן⁶, עיני שריקי נעה⁷, פרידלר ערן¹⁸, קפלן-לוי רותי⁴, קרונפלד-שור נגה⁶, רהב איל⁴, רז יונתן¹⁹, רייכמן אורן²⁰, שחם ברק¹⁷, שינבאום איריס⁷

שיוך מוסדי של משתתפי הוועדה: ¹רשות נחל קישון, ²יד הנדיב, ³אלרון אקולוגיה וסביבה, ⁴חקר ימים ואגמים לישראל, ⁵אגמא, ⁶המשרד להגנת הסביבה, ⁷קרן קימת לישראל, ⁸משרד הבריאות, ⁹החברה להגנת הטבע, ¹⁰מכון וולקני, ¹¹אוניברסיטת תל אביב, ¹²רשות המים, ¹³המרכז האקדמי רופין, ¹⁴אוניברסיטת חיפה, ¹⁵התחנה לחקר הסחף, ¹⁶מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, ¹⁷רשות הטבע והגנים, ¹⁸הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל, ¹⁹רשות נחל ירקון, ²⁰תל חי אוניברסיטה בהקמה

סיעו ביום הדיונים: לוטם בידרמן, לוס אוריה-מיטלמן

ציטוט מומלץ: דור יר, בלק ב, סלע אדלר מ, הלס א, כספי אורון ש, עזרא נ, מילשטיין ד, הרשקוביץ י, טופז ת, ברנע ע, נתן זלצמן א, זגרון ג, אילסר ח וקרונפלד-שור נ. הפרמטרים הנדרשים לשמירה על מערכות אקולוגיות בנחלים: סיכום תובנות והמלצות ועדת המומחים והמומחיות. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה, 2024. 42 עמודים.

Dor YR, Belek B, Sela Adler M, Halasz A, Kaspi Oron S, Ezra N, Milshtein D, HersHKovitz Y, Topaz T, Barnea I, Natan Zaltzman E, Zagron G, Elsar H, and Kronfeld-Schor N. 2024. Required Parameters for Maintaining Ecological Systems in Streams: Summary of Findings and Recommendations of the Expert Committee. Israel Society of Ecology and Environmental Sciences. 42 pages.

תודה למוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט בתל אביב על אירוח יום הדיונים

עריכת לשון: ענבר קמחי-אנגרט

עיצוב גרפי: תמר רוזנר-פרץ

תמונת שער: נחל אלכסנדר, מרץ 2025 | צילום: לוס אוריה-מיטלמן



Required Parameters for Maintaining Ecological Systems in Israel's Streams

Summary of Findings and Recommendations of an Expert Committee 

Executive Summary

Since the beginning of the 20th century, Israel's streams have undergone extensive ecological degradation due to rapid population growth, urbanization, and unsustainable industrial and agricultural development. Pollution from treated and untreated wastewater, as well as urban and agricultural runoff, combined with altered flow regimes and climate change, has severely impacted natural water quality in the streams, biodiversity, and ecosystem resilience. In many streams, treated effluents constitute most of the flowing water, leading to ecological damage, biodiversity loss, and sanitary risks.

While Israel maintains discharge standards for wastewater entering streams, it lacks an **environmental water quality standard** that defines the conditions required to sustain healthy stream ecosystems. To address this gap, an **expert committee**, jointly convened in July 2024 by the Israel Society of Ecology and Environmental Sciences and the Ministry of Environmental Protection, aimed to develop, for the first time in Israel, an environmental standard for stream water quality. This document presents a review of leading international regulatory approaches, along with experts' recommendations for key physicochemical parameters and their recommended ranges, reflecting the ecological characteristics of stream ecosystems.

The committee's work, which included around 50 participants from academia, government, and industry, represents the first phase in developing a national regulatory framework for stream water quality. Its recommendations call for establishing threshold values for physicochemical parameters and for primary and secondary pollutants (including metals and organic micro-contaminants), differentiating between stream types, and defining distinct criteria for acute and chronic toxicity, accompanied by a comprehensive monitoring program. These measures aim to protect Israel's freshwater ecosystems and align national policy with global best practices in river restoration and management.





תוכן עניינים

9	על ועדות המומחים והמומחיות
10	עיקרי הדברים
13	[1] הקדמה
15	[2] מקורות זיהום הנחלים
18	[3] האסדרה בישראל
19	[4] האסדרה בעולם
23	[5] ממצאי יום הדיונים
39	[6] סיכום והמלצות
40	נספח



על ועדות המומחים והמומחיות

האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה פועלת לטיפול הקהילה המדעית ולשיפור מדיניות הסביבה והאקלים בישראל באמצעות קידומו של מעמד השיח המדעי, הנגשתו והטמעתו בקרב מעצבי דעת הקהל ובקרב קובעי המדיניות. על פי חזונה של האגודה, הידע המדעי בנושאי הסביבה משמש בסיס איתן לתהליכי קבלת החלטות במישור הלאומי ובמישור המקומי, ועליו להיות זמין ונגיש לעובדי הציבור, לארגונים אזרחיים ולציבור הרחב. לאגודה ניסיון רב-שנים של יצירת שיתוף פעולה בין המאסדר (רגולטור) ובין מדענים לשם מתן מענה מדעי על שאלות הנוגעות לניהול משאבי הטבע ולעיצוב מדיניות הסביבה. כדי ליצור את החיבור הנדרש בין מדענים לבין קובעי מדיניות ייסדה האגודה מנגנון של ועדות מומחים העוסקות בסוגיות ספציפיות. ועדות המומחים מקדמות שיתוף פעולה בין האקדמיה, מכוני המחקר הממשלתיים, גורמי החברה האזרחית ואנשי המקצוע במשרדי הממשלה.

ועדת המומחים והמומחיות בנושא **קביעת הפרמטרים הנדרשים לשמירה על המערכות האקולוגיות בנחלים** הוקמה כחלק ממיזם משותף של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה ושל לשכת המדענית הראשית במשרד להגנת הסביבה, ובשיתוף אגף מים ונחלים במשרד להגנת הסביבה, רשות המים, רשות הטבע והגנים ונציגות של קהילת המחקר. הוועדה מתמקדת בקביעת הפרמטרים הפיזיקו-כימיים העיקריים (Majors) ובטווח הערכים עבורם – או ערכי הסף – הנדרשים לשם שימור תפקודן התקין של המערכות האקולוגיות. הוועדה גם דנה באסדרה הנהוגה בארץ ובעולם ובבעיות בתחום זה. שיא פעילותה של הוועדה הוא סדנת שולחנות עגולים, שבה כונסו במהלך יולי 2024, תחת קורת גג אחת, מעל 50 חוקרים וחוקרות מובילים מהתחומים הרלוונטיים לצד נציגי הממשלה. שותפו בה מידע וניסיון מקצועי ונדונו היבטיו השונים של הנושא. דו"ח מקיף זה מסמן את סיכומו של התהליך, וצפוי לשמש בסיס מקצועי וערכי להמשך תהליך גיבוש מדיניות בנושא התקן הסביבתי לאיכות המים בנחלים.

עיקרי הדברים

הגידול המתמשך באוכלוסייה לצד התפתחות עירונית ותעשייתית מואצת, שינו את פני הנחלים בישראל וגרמו לפגיעה באיכות המים ובמצב האקולוגי של הנחלים. נחלים שבעבר היו מערכות אקולוגיות טבעיות ועשירות, סובלים כיום מזיהום הנובע מהזרמת שפכים, קולחים ומי נגר ממקורות עירוניים וחקלאיים, וכן משינויים במשטר ההידרולוגי, שנגרמים מפעילות אנושית או משינוי האקלים. בישראל ספיקות המים בנחלים נמוכות, כך שבחלק מהנחלים הקולחים מהווים את עיקר המים הזורמים, והדבר גורם לפגיעה אקולוגית ולמפגע תברואתי. על פי דו"ח המארג משנת 2023, רוב נחלי הארץ סובלים מהזרמת קולחים ושפכים, מקיום חקלאות צמודת גדה, מניצול יתר של מקורות המים הטבעיים ומהתפשטות מינים פולשים.

זיהום הנחלים עלול לגרום לפגיעה חמורה בבעלי החיים בנחל ולהביא לתמותתם, לצמצום גודל האוכלוסיות ולירידה במגוון הביולוגי. פגיעה ממושכת עלולה לפגוע ביציבות ובתפקוד הכולל של המערכת האקולוגית, ולהחליש את יכולתה לספק שירותי מערכת חיוניים, כגון סינון טבעי של מים ושימושים שונים בנחל על ידי האדם. הזרמת קולחים או חדירת נגר חקלאי הן המקור העיקרי לזיהום ולפגיעה באיכות גופי מים עיליים, ובהם נחלים, והן עשויות לגרום לתהליך העתרה (eutrophication) – העשרת יתר של המים בחומרי הזנה (נוטריינטים) ולבעיות נוספות. עודף בחומרי הזנה גורם להתפתחות מואצת של אצות, לעלייה בכמות החומר האורגני הנוצר בעקבות פריחתן, לעלייה בריכוז החמצן במים בתחילת התהליך ובהמשך לצריכה מוגברת של חמצן מומס ולירידה חדה בריכוזו עד לכדי עקת חמצן. עקת חמצן ממושכת עלולה לגרום לפגיעה קשה בשוכני הנחל, לתמותה רחבה ולפגיעה אנושה במערכת האקולוגית.

הערכת המצב האקולוגי של הנחלים מראה תמונה עגומה גם ברחבי העולם. למשל, 60% מהנחלים במדינות האיחוד האירופי אינם עומדים בתנאים הנדרשים להגדרה של מצב אקולוגי טוב של נחל. לכן, מדינות שונות פיתחו לאורך השנים אמצעי אסדרה שונים ומגוונים שנועדו לשפר את איכותם של מקורות המים, וזאת בהתחשב בתנאי האקלים, בכמות המשקעים, בסוגי הקרקע, במאפייני מקווי המים, בספיקות הנחלים, באופי המגוון הביולוגי המצוי בנחל ובתמהיל המזהמים הפוטנציאלי. תקנים הנוגעים לאיכות מים בנחלים מהעולם כוללים לרוב התייחסות לפרמטרים פיזיקו-כימיים לצד התייחסות לריכוזי סף של מיקרו-מזהמים שונים. הריכוזים הם של מתכות שעלולות להיות רעילות לאורגניזמים החיים בנחל ובסביבתו, וכן של חומרים אורגניים קשי-פירוק, הכוללים שאריות של תרופות, חומרי הדברה, שאריות של תרכובות אורגניות שמקורן בשפכים ביתיים וסניטריים, כימיקלים תעשייתיים שמקורם בתעשייה ובשפכים חקלאיים, ועוד. איכות מי הנחל ותמהיל המזהמים בהם משפיעים באופן מהותי על תפקודה של המערכת האקולוגית בנחל ובסביבתו, כמו גם על בריאות הציבור, שכן פגיעה באיכות המים עלולה, בין היתר, לגרום למטרדי יתושים, לחשיפה לאורגניזמים מחוללי מחלות ולחלחול מזהמים למי תהום ולמקורות המים.

בישראל אומנם קיימים תקני פליטה והזרמה לנחל, המגדירים את איכות הקולחים והשפכים המוזרמים לנחל, אך התקנים האלה אינם מתייחסים לאיכות מי הנחל ולבריאות המערכת האקולוגית, כך שגם קולחים שעומדים בתקן עלולים להכיל ריכוזי מזהמים גבוהים. כמו כן, בישראל מתנהל ניטור קבוע במרבית אגני הניקוז מהצפון ועד צפון הנגב. על אף הידע הקיים לגבי מצבם של הנחלים, אין בישראל תקן סביבתי לאיכות מי הנחל, המגדיר ערכי סף או טווח ערכים עבור הפרמטרים הנדרשים לשמירה על המערכות האקולוגיות בנחלים. קביעת תקן סביבתי תאפשר

אכיפה ושמירה על איכות המים בנחלים וקיום עצמאי של מערכות אקולוגיות בריאות.

ועדת המומחים הנוכחית, שהתכנסה במסגרת מיזם משותף של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה ושל לשכת המדענית הראשית במשרד להגנת הסביבה, נועדה לסייע בגיבוש תקן סביבתי לאיכות המים בנחלי ישראל. התקן יקבע את הפרמטרים הנדרשים לאפיון איכות המים, ויבטיח את שלמותה ותפקודה התקין של המערכת האקולוגית. נוסף על כך, התקן ישמש בסיס לתכנון אופי הפעילות המותרת באגני ההיקוות במטרה למנוע פגיעה באיכות המים, וכן יאפשר לנהל ולפקח ביעילות על איכות המים בנחלים.

מסמך זה מציג סקירה מקיפה של האסדרה הקיימת במדינות שונות, ושל מגוון האמצעים הנהוגים בעולם לשמירה על מערכות אקולוגיות בריאות בנחלים. המסמך מסכם את עבודת הוועדה ודן בהרחבה בפרמטרים הפיזיקו-כימיים הראשיים, שנבחרו על ידי כלל המומחים במסגרת יום דיונים מקיף, שבמהלכו הוצעו טווחי ערכים מומלצים עבור הפרמטרים הנבחרים. הפרמטרים נבחרו על פי מידת חשיבותם, השפעתם על המערכות האקולוגיות בנחלים ויכולתם לשקף את מצב בריאותו של הנחל ואת מקורות הזיהום בו, וזאת תוך השוואה לתקינה במדינות נבחרות מהעולם. כמו כן, הוסכם פה אחד כי ישנו צורך בחלוקת הנחלים לטיפוסי נחלים שונים ובקביעת ערכי סף שונים על פי טיפוסי הנחלים או על פי החרגות במידת הצורך. נוסף על כך, הועלה צורך בקידום דיון עתידי בנושא תקן למזהמים משניים, וסוכמו הנקודות ההכרחיות לדיון זה.

הוועדה דנה בהשפעות על המערכות האקולוגיות בלבד, ולא עסקה בהשפעות נוספות, לרבות השפעות בריאותיות. כמו כן, הוועדה לא עסקה בכלל הפרמטרים הנדרשים לשמירה על המערכות האקולוגיות בנחלים כפי שנהוג באסדרת תחום זה בעולם, והמלצותיה אינן מבחינות בין טיפוסי נחלים שונים וחלקי הנחל השונים, ואינן קובעות ערכי סף מוחלטים עבור הפרמטרים הנבחרים, אלא מציעות טווחי ערכים מומלצים בלבד. ועדה זו מהווה את תחילתו של תהליך רב-שלבי בהובלת המשרד להגנת הסביבה, שמטרתו גיבוש אסדרה על איכות מים בנחלים, ובהמשכו דיון רחב ומעמיק לשם קביעת תקן לשימור המערכות האקולוגיות בנחלים.

המלצות ועדת המומחים והמומחיות:

1. יש לקבוע ערכי סף או טווחי ערכים לפרמטרים הראשיים שנבחנו בוועדה זו.
2. יש לבחון את אופן הסיווג של הנחלים בישראל לטיפוסים שונים, שעשוי להצדיק קביעת ערכי סף נפרדים.
3. יש לקבוע ערכי סף עבור מזהמים משניים, כמו מיקרו-מזהמים אורגניים ומתכות.
4. יש לבחון קביעת ערכי סף שונים עבור רעילות כרונית ורעילות אקוטית.
5. יש לקבוע תוכנית דגימה מפורטת.



הקדמה



איור 1: תחנות ניטור לחסרי חוליות, 2015–2022⁷

נחלי ישראל נפגעו קשות עקב הגידול באוכלוסייה, התרחבות התעשייה ותהליכי העיור. נחלים בעלי זרימת מים טבעית ומגוון ביולוגי אופייני התדרדרו ונעשו נחלים ירודים מבחינה אקולוגית ועתירי מזהמים, שמקורם בשפכים, בקולחים ובמי נגר עירוני וחקלאי. חלק ממקורות הזיהום ידועים ונחשבים מוקדיים, דוגמת שפכי מט"שים (מתקנים לטיהור שפכים) ומפעלים, אך אחרים אינם מוקדיים, דוגמת נגר חקלאי¹, מרעה בעלי חיים ופעילות פנאי של האדם². אירועים של זיהום נחלים מתרחשים כמעט מדי יום ביומו, מרביתם עקב הזרמת עודפי קולחים או הזרמת שפכים בשל תקלות בתחנות שאיבה או בצנרת להולכת שפכים³. לעיתים תהליך הטיפול במקורות זיהום בנחלים סבוך ונמשך זמן רב, ובמהלכו הגורמים המזהמים ממשיכים לזרום לנחל⁴.

ככלל, באזורים בעלי ספיקות מים נמוכות בנחלים, כמו בישראל, ייתכן שהקולחים הם עיקר המים הזורמים בנחל (effluent-dominated), ולכן תחול פגיעה אקולוגית וייווצר מפגע תברואתי⁵. על פי דו"ח המארג משנת 2023, מצב המגוון הביולוגי ברוב נחלי הארץ אכן ירוד, וזאת בעיקר בשל הזרמה של קולחים ושפכים, חקלאות צמודת גדה, ניצול יתר של מקורות המים הטבעיים והתפשטות מינים פולשים⁶. עוד עולה, כי רוב שפכי הנחלים במישור החוף מזוהמים בחומרי דשן. בישראל מתנהל ניטור קבוע בנחלים, והוא נערך במרבית אגני הניקוז מהצפון ועד צפון הנגב (איור 1) על 12 פרמטרים כימיים (איור 2).

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

2. ארז א. 2021. מה מצב הנחלים? **אקולוגיה וסביבה** 12/3: 21–22.

3. משרד הבריאות. 2020. **איכות בקטריאלית של מי-הים בחופי הרחצה בישראל**, דו"ח שנתי.

4. רוזנטל ג, גבאי ד ושל ד. 2013. קרן לטיפול מהיר בזיהום נחלים ובזיהום מקורות מים.

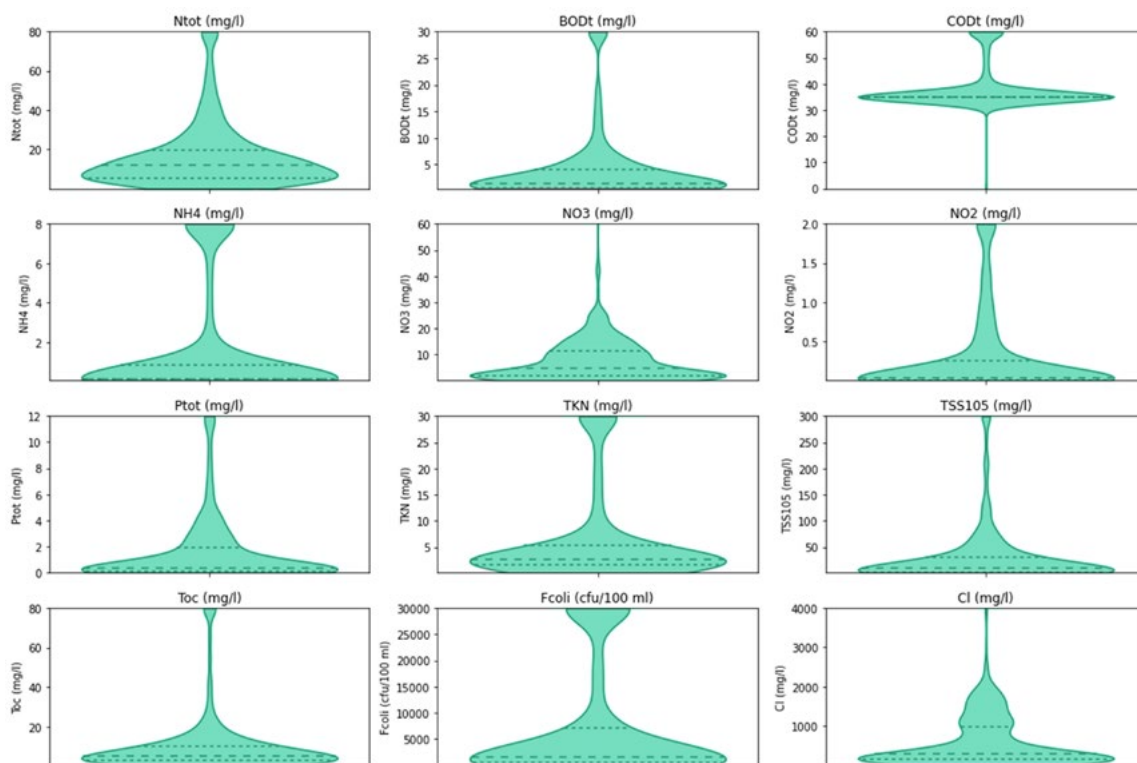
5. סוארי י, מילשטיין ד, גלבוע מ, שדה ט, צדקה ה וטופז ת. 2022. רעילות אמוניה כהסבר אפשרי לתמותות דגים באסטוארים של נחלי החוף. **אקולוגיה וסביבה** 13/2.

6. גרוסברד ש ורנן א (עורכים). 2024. **דו"ח מצב הטבע 2023: כרך המגוון הביולוגי**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינרדט, אוניברסיטת תל אביב.

7. הרשקוביץ ה וכ"ץ א. 2024. נחלים. בתוך: גרוסברד ש ורנן א (עורכים), **דו"ח מצב הטבע 2023: כרך המגוון הביולוגי**. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינרדט, אוניברסיטת תל אביב. עמ' 412.

של הפרמטרים האחרים. במסמך זה נדון בפרמטרים שיש לתקן לשם שמירה על מצב אקולוגי תקין בנחלים ובאימוצם בחוק או באסדרה אחרת.

הפרמטרים האלה מנוטרים במספר תחנות בכל נחל, באופן שמייצג את כלל אגן הניקוז של הנחל. על אף בסיס הידע הקיים, חסר תקן המגדיר את ערכי סף או את טווח הערכים המותר בחוק, שיאפשר או יחייב פעולת התערבות



איור 2: תוצאות הניטור, 2020–2024

הנתונים באיור מתבססים על נתוני ניטור הנחלים של המשרד להגנת הסביבה לשנים 2020–2024, כפי שהם מופיעים באתר GovData. הקו המקווקו (-----) מסמן את החציון, והקווים המנוקדים (.....) מסמנים את הרבעונים הראשון והשלישי. להלן פירוט הנחלים שנדגמו במערך הניטור, המספר בסוגריים מציינ את מספר הדגימות בכל נחל בשנים האלה: ציפורי (67), פרת (62), הירדן – עליון (61), הירדן – תחתון (60), חרוד (55), הקישון (54), נעמן (51), חדרה (51), שורק (50), תבור (48), אלכסנדר (34), תנינים (30), געתון (24), לכיש (24), דן (21), דליה (19), איילון (16), שכם (15), חילזון (15), חברון (14), הבשור (12), מזרע (9), עדשים (9), באר שבע (8), עדה (7), שניר (7), חרמון (7), קדרון (7), חביבה (6), האלה (5), כזיב (5), יבניאל (5), גרר (4), רושרשי (4), בצץ (3), עירון (3), יצחק (2).

מקורות זיהום הנחלים

זיהום לא-מוקדי

הדברה, 15 סוגי תרופות ו-22 סוגי מתכות. חומרי דשן אי-אורגניים הם מן המזהמים השכיחים בקטגוריה זו של זיהום לא-מוקדי, והם מכילים נוטריינטים, כגון חנקות וזרחות, שעלולים לגרום להעתרה: שגשוג של מיקרו-אצות המגדילות את ריכוז החומר האורגני, מפחיתות את חדירת האור, מורידות את רמת החמצן בעומק באופן שפוגע בבעלי החיים בנחל, ומונעות התפתחות צמחייה על קרקעיתו.⁹

מקור הזיהום הלא-מוקדי העיקרי הוא מי נגר שמקורם בחקלאות, בערים ובאתרי תעשייה, על המזהמים השונים המצויים בהם. בעיה זו מחמירה באזורים של חקלאות אינטנסיבית, בעיקר במהלך החורף, כאשר מי הגשמים מסיעים לנחלים מזהמים שמקורם בחומרי הדברה, בדישון, בקולחים להשקיה ובצואת משק ח'⁸. למשל, בדגימות מים וקרקע שנאספו מאגן הקישון נמצאו 108 סוגים של חומרי

זיהום מוקדי

2020 נרשמה עלייה של 72% בהזרמה לסביבה ביחס ל-2010 (איור 4), כאשר הוזרמו לסביבה 17.5% מהקולחים והשפכים המופקים בישראל, בעוד 88% מהם אף לא עמדו באיכות הנדרשת להזרמה לנחל על פי תקנות הקולחים.¹¹

מקור הזיהום המוקדי העיקרי הוא שפכים וקולחים המוזרמים לנחלים – תופעה נפוצה בישראל ובעולם (איור 3). על פי דו"ח מבקר המדינה מינואר 2024, ניכרת מגמת עלייה בכמות הקולחים והשפכים המסולקים לסביבה (הן מבחינה מוחלטת, הן כשיעור מסך הקולחים)¹⁰. בשנת



איור 3: שלבים שונים בהזרמת שפכים וקולחים באיכות לא תקנית לנחלים

8. משה א, ישראלי ל ודיין ת. 2021. אסטרטגיות לשיפור ניהול נחלים ברמה אגנית. **אקולוגיה וסביבה** 12/3: 59–66.

9. סוארי י, שיש ל וגפני ש. 2017. עקות חמצן מתמשכות באסטואר של נחל. **אקולוגיה וסביבה** 8/3: 44–52.

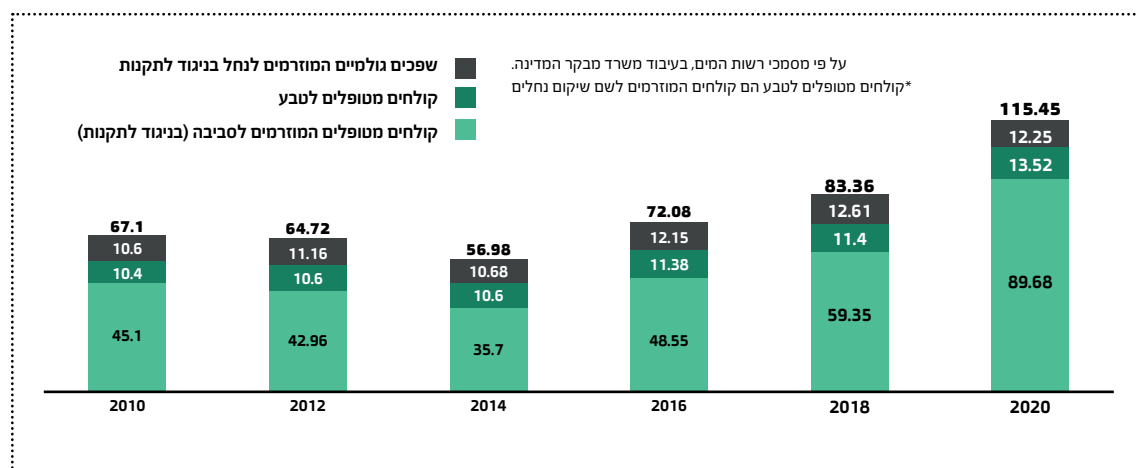
10. דו"ח מבקר המדינה. 2024. **הרשות הממשלתית למים ולביוב: השבת מי קולחים, איכות והשימוש בהם.**

11. שם.

החומרים האלה לבני האדם ולמערכת האקולוגית.¹³

עם זאת, מחקרים הדגימו כי מיקרו-מזהמים בריכוזים המצויים בשפכים עלולים להיות רעילים לבעלי חיים ימיים, כמו דגים, צדפות ופלנקטון.^{16,15} וכי פגיעתם יוצרת בעיות בתהליך הרבייה, ברקמות המוח, בפעילות ההורמונלית, במערכת החיסון ועוד.¹⁷ יתר על כן, הזרמת קולחים לנחל פוגעת באיכות המים בקרבת נקודות ההזרמה: עלייה של טמפרטורת המים ועלייה בחומרי ההזנה ובמזהמים אורגניים לצד ירידה ברמות החמצן המומס עלולות לפגוע במיני אצות ובעלי חיים ולגרום לדחיקת מינים רגישים על ידי מינים עמידים.¹⁸

יש להדגיש, כי תקנות ועדת ענבר¹² המגדירות תקן להזרמה לנחל אינן תקן לבריאות המערכת האקולוגית, ולכן גם קולחים שעומדים בתקן ענבר עלולים להכיל ריכוזים גבוהים של מזהמים, בין אם מזהמים שלא מוזכרים בתקנות ובין אם מזהמים שהטיפול הנהוג בהם כיום במט"שים אינו מספיק כדי להסירם. קבוצה זו מונה, בין היתר, מיקרו-מזהמים אורגניים קשי-פירוק (חומרים המאופיינים בקשרים כפולים ובטבעות ארומטיות שפריקות הביולוגית מוגבלת), ובהם שאריות תרופות ומוצרי קוסמטיקה שמקורם בבתי חולים, בתעשייה, בשפכים חקלאיים ובשפכים עירוניים. בהיעדר מידע על מקור החומרים בנחל, על תמהיל המזהמים, על רמת החשיפה אליהם ועל מידת רעילותם (בעיקר בחשיפה כרונית בריכוזים נמוכים), קשה להעריך כהלכה את מידת המסוכנות של



איור 4: קולחים ושפכים המסולקים לסביבה (במל"ק) על פי דו"ח מבקר המדינה, 2024.¹⁴

12. תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לשיהור שפכים), התש"ע-2010.

13. Kleywegt S, Smyth SA, Parrott J, et al. 2007. *Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Canadian Environment: Research and Policy Directions*.

14. ש.ס.

15. ש.ס.

16. Fent K, Weston AA, and Caminada D. 2006. Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquatic Toxicology* 76/2: 122-159.

17. Kleywegt S, Smyth SA, Parrott J, et al. 2007. *Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Canadian Environment: Research and Policy Directions*.

18. Hamdhani H, Eppheimer DE, and Bogan MT. 2020. Release of treated effluent into streams: A global review of ecological impacts with a consideration of its potential use for environmental flows. *Freshwater Biology* 65/9: 1657-1670.

זאת ועוד, פירוק החומר האורגני המצוי בקולחים מלווה בשחרור של אמוניה, ועלייה בריכוזה במים פוגעת בפעילות הזימים ובמערכת העצבים המרכזית; ריכוזים גבוהים של אמוניה עלולים אף לגרום אף למותם של מאכלסי המים (Aquatic Life)¹⁹. בנחל אלכסנדר, המוזן בשפכים ממט"ש תנובות וממט"ש שכם, תועדו ירידה בריכוזי החמצן ועלייה בריכוז הכלורופיל ובריכוזי הזרחות והחנקות²⁰, וכן עלייה בכמות החיידקים (בעיקר חיידקי צואה)²¹.

חלק מהזרמות הקולחים והשפכים יזומות ומתוכננות, וחלק אינן מתוכננות.

הזרמות מתוכננות

חלק ממפעלי התעשייה משתמשים בחומרים מזהמים ומסוכנים שלא ניתן לטפל בהם בתהליך של טיהור השפכים הנהוג כיום במט"שים. כמה מהמפעלים האלה מחזיקים בצו הרשאה להיתרי הזרמה לנחל, מרביתם לנחל הקישון, לנחל חדרה ולנחל חרוד. נוסף על כך, תעשיית המדגה כוללת עשרות בריכות דגים השואבות מים מהנחלים ופולטות אליהם מים מזהמים – למשל לנחל חרוד, לירדן הדרומי, לנחל חדרה ולנחל אלכסנדר. השפכים האלה מכילים חומרי הזנה, תרופות, כימיקלים והפרשות דגים. בשנת 2022 דיווחו 31 מפעלים על הזרמה לנחלים, מהם 16 מט"שים ושישה מדגים²².

חריגה מהספיקה המרבית הניתנת לטיפול במט"ש מובילה להזרמת עודפי קולחים באיכות ירודה, וזאת באישור רשות המים. לעיתים מטפלים בעודפים בתהליך ראשוני בלבד, והם מוזרמים לנחל כדי שלא לפגוע בתהליך הטיפול במט"ש. בעיה זו צפויה להחריף לצד הגידול הטבעי בכמות השפכים²³.

קולחים באיכות שניונית ושלישונית (קולחים לחקלאות) מוזרמים לפרקים לנחל בניגוד לתקן ההזרמה שבתקנות בריאות העם (שיפורטו להלן) באישור מנהל רשות המים. בשנת 2021 עמד שיעור הקולחים באיכות שניונית שניתנו עבורם צווי הרשאה להזרמה לנחל על 66%, ושיעור הקולחים באיכות שלישונית עמד על כ-30% בלבד²⁴. הסיבות להזרמות מעין אלה הן היעדר ביקוש חקלאי לקולחים באיכות שניונית, מחסור במאגרים לעודפי קולחים ומגבלות בהולכת הקולחים מהמט"שים, השוכנים בקרבת ריכוזי אוכלוסייה, אל אזורים חקלאיים בפריפריה²⁵.

הזרמות לא מתוכננות

הזרמות לא מתוכננות נגרמות מהסיבות המפורטות:

1. תקלות – במערכות הביוב, במערכות השאיבה, בצנרת הולכת השפכים והקולחים ובמט"שים – מובילות לזרימה של שפכים גולמיים לנחלים עוד טרם הגיעם למט"ש²⁶. בשנת 2022 לבדה דווחו למוקד הסביבה 1,544 תקלות מסוג זה (עלייה של 135% לעומת 2017)²⁷.
2. שפכים גולמיים מוזרמים מהרשות הפלסטינית לנחלי ישראל ומזהמים אותם במידה רבה. כ-68% (84 מלמ"ק) מהשפכים שיוצרו ביו"ש בשנת 2022 סולקו לנחלים ולסביבה ללא כל טיפול²⁸.
3. שפכים אסורים המכילים חומרים שאינם ניתנים לטיפול במסגרת התהליך במט"ש או שפכים חריגים המכילים מזהמים בכמות גבוהה, מקשים על תהליך הטיפול במט"ש ומשבשים אותו, ומובילים להזרמת קולחים באיכות ירודה.

19. סוארי י, מילשטיין ד, גלבוז מ, שדה ט, צדקה ה וטופז ת. 2022. רעילות אמוניה כהסבר אפשרי לתמותות דגים באסטוארים של נחלי החוף. **אקולוגיה וסביבה** 13/2.

20. סוארי י, שיש ל וגפני ש. 2017. עקות חמצן מתמשכות באסטואר של נחל. **אקולוגיה וסביבה** 8/3: 44-52.

21. ברנש-יצחקי ז, מטיקה י, שוורצמן ע ורחמנוב ל. 2023. השפעת משקעים, מליחות ורמות חמצן על ריכוזי חיידקים באסטואר נחל אלכסנדר. **אקולוגיה וסביבה** 14/4.

22. **המשרד להגנת הסביבה**. 2023. **מרשם פליטות לסביבה: דו"ח שנתי**.

23. דו"ח מבקר המדינה. 2024. **הרשות הממשלתית למים ולביוב: השבת מי קולחים, איכות והשימוש בהם**.

24. שם.

25. שם.

26. החברה להגנת הטבע. 2020. **בחינת מדיניות: היטלים להפחתת הזרמה לנחלים**.

27. דו"ח מבקר המדינה. 2024. **הרשות הממשלתית למים ולביוב: השבת מי קולחים, איכות והשימוש בהם**.

28. שם.

האסדרה בישראל

בישראל נקבעו כמה חוקים ותקנות שנועדו להגן על איכותם של מקורות המים:

- **חוק המים, התשי"ט-1959** מסדיר את השימוש במקורות המים לרבות מניעת זיהום מים, כללי השימוש במים, פירוט הסמכויות, עונשין ועוד. סעיף 20 יא(א) קובע כי סילוק שפכים לא ייחשב לזיהום מים אם נעשה בהתאם לצו הרשאה, וזאת באישור ראש מנהל הרשות הממשלתית, או אם אין ברירה אלא לאפשר סילוק שפכים למקור מים מסוים לתקופה קצובה. סעיף 20 יג קובע כי השר להגנת הסביבה רשאי לקבוע תקנות והוראות לאיכות המים למטרות שונות.
- **חוק רשויות נחלים ומעיינות, התשכ"ה-1965 (סעיף 3א(4))** קובע, כי אחד מתפקידי רשות נחל הוא הסרת מפגעי תברואה המזהמים את הנחל או את מקור המים או את זרימתם המשתנה של המים. רק לאחר עשרים שנה יושם החוק, והוקמו הרשות הראשונה – רשות נחל הירקון (1988), ולאחר מכן רשות נחל הקישון (1994). בשנת 2003 הוטלו שני תפקידים של רשות נחל על רשויות הניקוז, שעיקרם שמירת הנוף והטבע לאורך הנחלים.
- **תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), התש"ע-2010 (תקנות ענבר)²⁹** נועדו להגן על בריאות הציבור, למנוע זיהום מקורות מים משפכים ומקולחים, לאפשר ניצול של מי קולחים כמקור מים להשקיה ולהגן על הסביבה, על המערכות

האקולוגיות, על הקרקע ועל הגידולים החקלאיים. התקנות קובעות ערכים לאיכות הקולחים ברמת טיפול שניונית או שלישונית לשימושי חקלאות או לרמת הזרמה לנחל. התקנות עוסקות בעיקר בערכי החנקן, הזרחן, COD (צריכת חמצן ביוכימית), BOD (צריכת חמצן כימית), קוליפורמים ומתכות.

תקנות המים (מניעת זיהום מים) (מערכת להולכת שפכים), התשע"ב-2011 נועדו למנוע דליפה מהמערכות להולכת השפכים כדי להגן על מקורות המים, על המערכות האקולוגיות, על המגוון הביולוגי ועל משאבי הטבע האחרים ולמנוע מפגעים סביבתיים. התקנות מטילות את חובת ההפעלה והתחזוקה של הצנרת על הרשות המקומית, וזאת כדי למנוע דליפת מזהמים ומפגעים סביבתיים. כמו כן, מוטלת על הרשות חובת דיווח על מקרי דליפה למשרד להגנת הסביבה, למשרד הבריאות ולרשות המים וכן על הפעולות שנקטו לשם עצירת הדליפה.

תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון³⁰ – בשנת 2002 נעשתה עבודה בין-משרדית לקביעת תקן איכות מי נחל הקישון, שנועדה בעיקר לאפשר יכולת של קיום עצמי למערכת האקולוגית המימית האופיינית לנחלי החוף. הוצא מסמך המפרט מדדים שונים וערכים הנדרשים לשמירה על איכות מי הקישון במעלה הנחל ובמורדו. כמו כן, מפורטים השיקולים שהביאו לידי קביעת הרמה המותרת עבור כל מדד (סעיף 9.2).

29. תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), התש"ע-2010.

30. המשרד לאיכות הסביבה ורשות נחל הקישון. 2022. **תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון**.

האסדרה בעולם

משוקללים לאיכות המים, המאגדים פרמטרים שונים לערך אחד, כדי לאפשר זיהוי מגמות מובהקות באיכות המים לאורך זמן. הצעד הראשון בבניית מדד מעין זה הוא בחירת הפרמטרים שהשפעתם על מצב הנחל היא הרבה ביותר. מספרם של הפרמטרים עשוי לנוע בין בודדים לעשרות, והם עשויים לכלול פרמטרים כימיים, הידרולוגיים וביולוגיים.³¹ להלן סקירה קצרה של אמצעי האסדרה הרלוונטיים בעולם.

ברחבי העולם פותחו לאורך השנים אמצעי אסדרה שונים שנועדו לשפר את איכותם של משאבי המים. התקנים במדינות שונות מגוונים מאוד (ראו נספח 1), וזאת מכמה סיבות: השונות הניכרת בתנאי האקלים, כמות המשקעים, סוגי הקרקע, מאפייני מקווי המים, ספיקות הנחלים, אופי המגוון הביולוגי המצוי בנחל ותמהיל המזהמים הקיימים. יתר על כן, במדינות שונות בעולם נעשה שימוש במדדים

האסדרה באירופה

התנאים המיטביים לקיום המערכת האקולוגית של אותו הנחל. להלן הפרמטרים:

1. פרמטרים ביולוגיים, לרבות ההרכב והמגוון של צמחיית המים, של חסרי החוליות הישיבים ושל הדגים. בדרך כלל הפרמטרים האלה נכללים בתקן של איכות מי הנחל, אך יש לנטר אותם כדי להצביע על מצבו האקולוגי של הנחל ועל הפעולות שיש לנקוט לשיפור מצבו.
2. פרמטרים הידרו-מורפולוגיים, ובעיקר אלה התומכים ביסודות הביולוגיים, ובהם המשטר ההידרולוגי (דינמיקת הזרימה והממשק עם מי התהום), רציפות הנחל והקישוריות בו, התנאים המורפולוגיים (השונות בעומק הנחל וברוחבו, מבנה אזור הגדות, המורכבות המבנית), גודל אגן הניקוז, מידת ההשפעה האנתרופוגנית על הנחל ותשתית הנחל (תשתית קרבונטית, סיליקטית או אורגנית). הנחלים מחולקים לטיפוסים (types) על בסיס קטגוריות שונות המאפיינות אזורים גאוגרפיים שונים (לדוגמה: אלפיני, נחלי חוף, ים תיכוני, בלטי וכו'). על פי הפרמטרים

עוד בשנת 1970 החלה הקהילה הכלכלית האירופית לפרסם הנחיות שנועדו להגן על משאבי המים העיליים ביבשת מפני זיהום ממקור אנושי. מסגרת הניהול המרכזית של משאבי המים באירופה נקבעה בשנת 2000 עם פרסום דירקטיבת המים (Water Framework Directive, WFD), המגדירה את עקרונות השמירה על איכות המים, ובכללם רכיבים ביולוגיים, הידרומורפולוגיים ופיזיקו-כימיים.³² ההנחיה המחייבת (דירקטיבה) העדכנית ביותר שפורסמה בשנת 2013³³ מהווה תיקון ל-WFD, וקובעת תקני איכות סביבה עבור 45 חומרים בעלי קדימות (priority substances) ועבור חומרים מזהמים נוספים; עמידה בתקנים האלה נדרשת כדי לשמור על איכות כימית טובה של מים עיליים. רשימת החומרים מתעדכנת במידת הצורך אחת לשש שנים. נוסף על כך, מדינות האיחוד נדרשות לקבוע תקני איכות סביבה מחייבים עבור מזהמים ספציפיים לנחלים שבשטחן.

מדד בריאות הנחל והמערכת האקולוגית מחולק לחמש דרגות (טובה מאוד, טובה, בינונית, נמוכה וגרועה), ונקבע על פי פרמטרים שונים. הציון ניתן על פי מידת ההפרה של

31. Kumar D, Kumar R, Sharma M, et al. 2024. Global water quality indices: Development, implications, and limitations. *Total Environment Advances* 9: 200095.

32. European Parliament & Council of the European Union. (2000). Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, L 327, 1–73.

33. Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council; Amending Directives 2000/60/EC and as Regards Priority Substances in the Field of Water Policy, 2013, 1–17.

האלה נקבעים קטגוריית התקן וערכי הסף הרלוונטיים עבור כל טיפוס נחל.

3. מצב הנחל - דירקטיבת המים האירופית קובעת מדרג של מצב הנחל במדינות האיחוד האירופי. טווח הערכים בכל דרגה במדרג זה ("טוב מאוד" ועד "גרוע") שונה. מדובר בפרמטרים כלליים: התנאים התרמיים, רמת החמצן המומס במים, כמות החומר האורגני הזמין, המליחות, מצב החומציות ומצב הנוטריינטים. פרמטרים הנוגעים למזהמים כוללים את אותם חומרים בעלי קדימות שצוינו לעיל, לצד מזהמים אחרים המוזרמים בכמויות גדולות לגוף המים. ישנם

נחלים שמצריכים החרגה בשל חשיבות כלכלית או משום שהפגיעה באיכות המים בהם אינה ניתנת לטיפול (heavily modified).

ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי מחלקת את הנחלים לקבוצות לפי מספר קריטריונים: הגובה מעל פני הים, רמת הבסיסיות, חמצן מומס (DO), צריכת חמצן ביוכימית (BOD) וריכוז אמוניה (NH₃). החלוקה לגובה (מעל 80 מטרים ומתחת לרמה זו) מבדילה את נחלי החוף מנחלים אחרים (טבלה 1).

אלקליניות (mg CaCO ₃ /L)					גובה האתר
>200	199-100	99-50	49-10	<10	
סוג 7	סוג 5	סוג 3	סוג 2	סוג 1	מתחת ל-80 מטר
	סוג 6	סוג 4			מעל 80 מטר

טבלה 1: קריטריונים לזיהוי סוג הנחל עבור הפרמטרים חמצן מומס, צריכת חמצן ביולוגית ואמוניה, לפי רום הנחל וערכי אלקליניות אופייניים על פי ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי

קבוצות המזהמים שהן בעלות קדימות לניטור³⁴:

1. תרכובות אורגנו-הלוגניות וחומרים שעשויים ליצור תרכובות כאלה בסביבה המימית
2. תרכובות אורגנו-זרחניות
3. תרכובות בדיל-אורגניות
4. חומרים מסרטנים, מחוללי מוטציות או בעלי השפעה אנדוקרינית, או תוצרי פירוקם
5. פחמימנים וחומרים אורגניים רעילים קשי-פירוק
6. ציאנידים
7. מתכות ותרכובותיהן
8. ארסן ותרכובותיו

9. חומרים ביוצידיים וחומרי הדברה
10. תרחיפים

11. גורמי העתרה (בפרט חנקות וזרחות)
12. חומרים בעלי השפעה שלילית על מאזן החמצן (נמדדים בעזרת צריכת חמצן ביוכימית [BOD], צריכת חמצן כימית [COD] וכו').

תקני איכות הסביבה בהנחיה המחייבת הם משני סוגים עיקריים: עבור כלל החומרים המועדפים נקבע תקן ממוצע שנתי (AA-EQS), בעוד שלחומרים בעלי רעילות גבוהה במיוחד לאורגניזמים בנחל נדרש תקן נוסף עבור ריכוז מרבי (MAC-EQS), שאין לחרוג ממנו אף לא בדגימה אחת.

34. שם.

האסדרה בארצות הברית

המדינות הן שקובעות את ערכי הסף לפרמטרים, אך כאשר מדינה אינה מיישמת תקנות ראיות, עליה – כברירת מחדל – לעמוד בערכי הסף שקבע המשרד להגנת הסביבה³⁹. הסוכנות להגנת הסביבה של ארצות הברית (EPA) קבעה גם קריטריונים לאומיים של ערכי סף של כ-60 מזהמים מומלצים לשם קביעת איכות המים הנדרשת להגנה על המערכות האקולוגיות המימיות⁴⁰. קבוצות המזהמים העיקריות כוללות מתכות וכימיקלים אי-אורגניים, תרכובות אורגניות נדיפות (VOC), תרכובות אורגניות נדיפות למחצה (SVOCs), חומרי הדברה וקוטלי עשבים, פחמימנים ארומטיים רב-גרעיניים, דיאוקסינים ופוראנים, פתלאטים וכימיקלים אורגניים אחרים⁴¹.

על פי רוב, מפורטים שני סוגי תקנים עבור הפרמטרים שנקבעו: האחד הוא תקן לריכוז מרבי (CMC), המבקש להגן על אורגניזמים בנחל מפני חשיפה קצרת-טווח או מפני השפעות של רעילות אקוטית ממזהמים, והוא מבוטא כריכוז ממוצע לשעה או כערך מרבי למדידה אחת; השני הוא ריכוז רציף (CCC) להגנה מפני חשיפות ארוכות-טווח או מפני השפעות כרוניות, והוא מבוטא כריכוז ממוצע במהלך יממה או במהלך ארבעה ימים.

חוק המים הנקיים הפדרלי משנת 1972³⁵ מטיל על כל אחת מהמדינות את החובה לקבוע תקני איכות למים עיליים ולעדכןם במידת הצורך אחת לשלוש שנים, לקבוע פרמטרים וערכי סף לאיכות המים ולהבטיח כי איכות המים מתאימה לשימושים השונים³⁶. הערכים אלה משתנים בין המדינות השונות וגופי המים השונים, וקטגוריות הנחלים נקבעות על פי ייעוד הנחל (מי שתייה, דיג, פעילות פנאי, חקלאות ותעשייה), וכן בין תקן המיועד לשמירה על מאכלסי הנחל ותקן עבור בריאות האדם. ערכי התקן נקבעים על פי ייעוד השימוש של הנחלים. נחלים שאינם עומדים בתקן נחשבים נחלים "פגועים", ועליהם לעמוד בערכי סף מרביים יומיים של פליטה (Total Maximum Daily Loads – TMDL) לצורך שיקומם.

בשנת 1977 נוספה לחוק רשימה של קבוצות המזהמים הרעילים (Toxic Pollutant List), הכוללת יותר מ-60 קבוצות מזהמים³⁷, ולצידה רשימה של המזהמים בעלי קדימות (Priority Pollutant List), הכוללת 126 מזהמים ספציפיים שיש להביאם בחשבון בניטור איכות המים, באסדרה ובפיתוח קריטריונים לאיכות מים³⁸.

האסדרה בקנדה

בהנחיות של קנדה לאיכות המים לשם הגנה על בעלי החיים בסביבה המימית⁴², שכוללות ערכי סף מומלצים לפרמטרים פיזיקליים, כימיים וביולוגיים⁴³. כל פרמטר מלווה

המועצה הקנדית לאיכות הסביבה (CCME, Canadian Council of Ministers of the Environment) קבעה 90 פרמטרים לאיכות המים המתוקים. הפרמטרים מפורטים

35. United States Congress, Clean Water Act, 33 U.S.C. § 1251 et seq. 1972, 326-558.

36. Clean Water Act Section 303, Water Quality Standards and Implementation Plans, US EPA, Published online 2013, 38273-38275.

37. 40 CFR 401.15. <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-N/part-401/section-401.15>.

38. 40 CFR Part 423, Appendix A. <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-N/part-423/appendix-Appendix%20A%20to%20Part%20423>.

39. 40 CFR 131.36. <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-D/part-131/subpart-D/section-131.36>.

40. Environmental Protection Agency, National Recommended Water Quality Criteria – Aquatic Life Criteria Table, Published online 2016.

41. Environmental Protection Agency, Priority Pollutant List, Published online 2014.

42. Canadian Council of Ministers of the Environment. 2007. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Protocol for the Derivation of Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, MB.

43. <https://ccme.ca/en/current-activities/canadian-environmental-quality-guidelines>.

במסמך הנחיות מפורט ובו הסברים על גורמים שונים: המזהם, השפעותיו על הסביבה, טווחי רעילותו לאורגניזמים בנחל, אופן פיתוח הפרמטר וקביעת ערך הסף הרצוי בסביבת מים מתוקים ובסביבה הימית. נוסף על כך, קנדה משתמשת במדד איכות סביבתי (EPI, Environmental Performance Index) הכולל טווח ערכים לחמצן המומס, לערך ההגבה (pH), למוליכות, לחנקן כללי ולזרחן כללי⁴⁴.

קבוצות מזהמים מרכזיות המוזכרות בהנחיות כוללות, בין היתר, מתכות כמו ארסן, קדמיום וכספית, תרכובות אי-אורגניות כמו אמוניה וכלוריד, תרכובות אורגניות כמו חומרי הדברה, קוטלי עשבים ופחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים (Poly-Aromatic Hydrocarbons – PAHs) וכן מזהמים אחרים, כמו ציאניד ופנולים.

סיכום האסדרה בעולם

מדינות מובילות בעולם פועלות זה עשורים אחדים לאסדרת בריאות הנחלים והמערכות האקולוגיות בהם. אסדרה זו כוללת מערכת מיון וסיווג של הנחלים על פי פרמטרים פיזיים-הידרולוגיים וביולוגיים או לפי ייעוד הנחל. על פי רוב, התקנים קובעים ערכי סף עבור פרמטרים כימיים ופיזיקו-

כימיים עיקריים ומשניים, שיבטיחו את בריאות המערכת האקולוגית בנחל וימנעו רעילות לאורגניזמים בו. טבלה 2 מציגה אילו פרמטרים אינם נכללים בתקן איכות מים בנחלים, אך משמשים פרמטרים חשובים נוספים להערכת המצב האקולוגי בנחלים.

הפרמטר	המהות	אירופה ⁴⁵	ארצות הברית ⁴⁶	קנדה ⁴⁷
סָמָנִים (אינדיקטורים) ביולוגיים	מערכת סיווג והערכה של מידת הבריאות של הנחל	אורגניזמים מנוטרים: פיטופלנקטון, חסרי חוליות פְּנִתִיִּים, דגים, צמחי מים	מדד IBI לשלמות ביולוגית (מכלול ביולוגי) (IBI: Index of Biological Integrity)	אורגניזמים מנוטרים: חסרי חוליות פְּנִתִיִּים, אצות, דגים
רציפות הידרולוגית/ ספיקה/ זרימה	מערכת סיווג והערכה של מידת הבריאות של הנחל	זרימה המאפשרת את קיום המערכת האקולוגית ואת רציפות הזרימה בנחל	מידה ודיווח אם הנחל מוגדר כניזוק	שמירה על זרימה ספציפית בהתאם לדרישות של המינים האופייניים לנחל (לדוגמה: דגי סלמון)
הטמפרטורה	משמשת לסיווג הנחל ולקביעת ערכי תקן רלוונטיים	מוגדרת לפי צורכי המערכת האקולוגית ולפי סיווג הנחל (אלפיני/ ים תיכוני וכו')	מוגדרת לפי סטנדרטים מדינתיים בהתאם למטרות אקולוגיות	מוגדרת על פי המינים האופייניים לנחל

טבלה 2: פרמטרים שונים ומהותם במנגנוני האסדרה במדינות נבחרות

44. Canada's Freshwater Quality in a Global Context Indicator: Data Sources and Methods, March 2011.

45. Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council; Amending Directives 2000/60/EC and as Regards Priority Substances in the Field of Water Policy, Published online 2013, 1-17.

46. U.S. Congress. Clean Water Act, 33 U.S.C. §§1251–1387. Washington, DC: U.S. 1972.

47. Canadian Council of Ministers of the Environment. 2007. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Protocol for the Derivation of Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, MB.

ממצאי יום הדיונים

וריקוזי מיקרו-מזהמים, והם ייבחנו בהמשך העבודה של המשרד להגנת הסביבה ויוטמעו גם הם, תוך התחשבות בדרישות הניטור ובטיפול הנחלים השונים.

מטרותיה של ועדת המומחים והמומחיות:

- הצעה לתקנים כמותיים ומדידים לאיכות המים בנחלים
- קביעת תקן סביבתי לאיכות מי הנחל, שאינו זהה לתקני פליטה או הזרמה לנחל
- קביעת תקן המאפשר למערכת אקולוגית בריאה להתקיים באופן עצמאי, ללא צורך בתחזוקה וללא התפתחות מפגעים, ובאופן שיישמרו בו התכונות והתהליכים האופייניים לכל נחל והייחודיים לו.

ועדת המומחים הנוכחית אינה עוסקת בשימושים שאינם אקולוגיים, דוגמת תקני תברואה לרחצה או לשיט.

ועדת המומחים דנה בפרמטרים הפיזיקו-כימיים העיקריים (Majors) שראוי להטמיעם בתקן של איכות מי הנחל. הבחירה בפרמטרים האלה אמורה להתוות תקן שישקף את מצב בריאותו של הנחל ואת ההשפעות האנתרופוגניות על בריאותו ועל המערכת האקולוגית שבו. הפרמטרים שהמומחים בוועדה דנו בהם הם אלה המשקפים בדרך הטובה ביותר את מצב הנחלים, ומייצגים את איכות מי הנחל הנדרשת לתמיכה במערכת אקולוגית בריאה. יש להבדיל בין תקן איכות מי הנחל ובין תקני הזרמה לנחל, הקיימים כבר כיום. תקן איכות מי הנחל קובע את ערכי הסף או את טווח הערכים עבור פרמטרים שונים כדי להשית תנאים המתאימים למערכת אקולוגית בריאה ומתפקדת, וזאת להבדיל מתקן הפליטה בתקנות ענבר, הקובע את איכות מי הקולחים המוזרמים לסביבה. אין בכך כדי להפחית מחשיבותם של פרמטרים אחרים שישמשו בתקן הנחלים בעתיד, כמו מצב המגוון הביולוגי, פרמטרים הידרולוגיים

דיון בפרמטרים הפיזיקו-כימיים העיקריים

חמצן מומס (Dissolved Oxygen, DO)

מדד החמצן המומס (DO) בוחן את כמות החמצן הגזי המומס במים, והוא מבוטא כריכוז (מג"ל) או ביחס לכמות המרבית שעשויה להתמוסס במים בטמפרטורה נתונה (שיעור מרוויה). ריכוז החמצן בכל עת תלוי בפעילות הפיזיקלית (דיפוזיה, ערבול) והביולוגית (נשימה, פוטוסינתזה) ומושפע גם מריכוז היונים, מהלחץ הברומטרי ומהטמפרטורה.

ההשפעה על הסביבה:

- נוכחות של חמצן מומס במים חיונית לקיום מערכת אקולוגית בריאה ומתפקדת, בין השאר עבור תהליכי נשימה (דגים, חסרי חוליות, צמחים ואצות), תהליכי פירוק של חומר אורגני, חנקן (ניטריפיקציה, המרה של אמוניה לחנקן) ועוד.
- ריכוזים נמוכים של חמצן מומס פוגעים במאכלסי המים, בין השאר בקצב הגידול וברבייה שלהם, ואף גורמים למוות. ריכוזים נמוכים לאורך זמן עשויים להביא להכחדה של מינים ממערכת הנחל.
- ריכוזים שמתחת ל-2.5 מג"ל נחשבים נמוכים במידה קיצונית ויגרמו לתמותה של מרבית המינים.
- ריכוזים שבין 2.5-5 מג"ל עשויים לגרום לעקה נשימתית בקרב חלק ממאכלסי הנחל, לשינויים בהתנהגותם,

- לירידה בקצב הגידול שלהם ולעלייה בתמותה.
- נדרש ריכוז של 6 מג"ל ומעלה לרבייה של מרבית מיני הדגים.
- ריכוז של 7 מג"ל תומך בקיום של מרבית המינים בנחל, בגדילתם ובפעילותם.

חריגה מטווח הערכים המיטבי:

- לעיתים קרובות ריכוזים נמוכים של חמצן מומס הם סימן לזיהום, לרוב בשפכים ובקולחים שמכילים כמות גדולה של חומר אורגני פריק (למשל שפכים סניטריים).
- עלייה בריכוז של חומרי ההזנה (לדוגמה חנקן וזרחן) מעודדת התפתחות של אצות והעתרה. במקרה זה חלות בנחל תנודות בריכוז החמצן לאורך היממה, ובשעות הלילה הריכוזים נמוכים (מצב של חוסר חמצן, anoxia) ואף חסרים (אל-אווירניים, anaerobic).

רעילות המערכת האקולוגית: לא רלוונטית.

טווח הערכים המקובל בעולם (טבלה 3, טבלה 4): 6-8 מג"ל הוא הטווח המקובל למצב אקולוגי טוב.

מדינה/ ארץ/ תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
תקן נחל הקישון	ביממה כולה < 60% 5 ס"מ מהקרקעית < 20%	תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון, מרץ 2002
המשרד להגנת הסביבה בארה"ב	מדגה מים קרים: 6 מג"ל מדגה מים חמים: 5 מג"ל	EPA
קליפורניה	5-6 מג"ל	California State Water Resources Control Board (SWRCB): CalEPA: CHAPTER 3: WATER QUALITY OBJECTIVES
ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי	בדרך כלל מעל 6 מג"ל *טווח: 6-8 מג"ל *הטווחים נקבעים בתוכניות ניהול אגני נחלים	European Commission WFD MITECO Water Quality Standards Ministero della Transizione Ecologica European Environment Agency (https://www.eea.europa.eu/en)
אוסטרליה	נחלים באזורים נמוכים ≤ 6 מג"ל נחלים באזורים עיליים ≤ 8 מג"ל	ANZECC Guidelines
אוסטרליה (מדינות שונות)	ממוצע שבועי: 5 מג"ל (באזורים בתוליים < 8 מג"ל) מינימום יומי: 4 מג"ל (באזורים בתוליים < 7 מג"ל)	National Policy Statement for freshwater management 2024 ANZECC Guidelines
כללי	6-8 מג"ל	

טבלה 3: סיכום הטווחים של ערכי החמצן המקובלים במדיניות נבחרות

חמצן מומס (אחוז רוויה)				
סוג	גרוע	בינוני	טוב	גבוה
1, 2, 6	50	64	75	80
3, 5, 7	45	54	60	70

טבלה 4: ערכי רוויה של חמצן מומס לפי טיפוס נחלים על פי ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי

התקן במדינות העולם אינו אחיד, ולעיתים אף יש הבדל בתקן לאזורים שונים בתוך אותה המדינה. התקנים במדינות האיחוד נעים בין 6–8 מג"ל כדי לשמר ערכי טבע ייחודיים ורגישים. באוסטרליה נהוגה הבחנה בין נחלים באזורים נמוכים (Lowland) לבין נחלים באזורים עיליים (Upland), והתקנים מציגים ערכים ממוצעים ולא ערך סף. ברוב המקרים ערך הסף של החמצן נקבע כערך מינימום לאורך היממה כולה, לרוב יותר מ-6 מג"ל, ולנחלים מיוחדים נקבעו ערכים גבוהים יותר.

נקודות שעלו בדיון המומחים:

- צפויה שונות רבה בריכוז החמצן המומס בנקודות שונות לאורך הנחל, בעומקים שונים באותה נקודת מדידה ובשעות שונות לאורך היממה.
- הגדרת נקודת המדידה, עומקה ומועד הדגימה חשובים ביותר לצורך קביעת תקן יעיל, התורם לבריאות המערכת האקולוגית בנחל.
- יש לשקול החלת ערכי סף שונים בין אזורים שונים בארץ בשל התלות בטמפרטורה, לדוגמה: בין מים קרים בנחלי הגולן, הצפון ודן, לבין נחלים במרכז מישור החוף כמו נחל הירקון.
- חלק מהמומחים טוענים שיש לשאוף לקביעת ערך סף קשיח שלא תתאפשר חריגה ממנו.
- חלק מהמומחים סבורים כי נדרש מדד על סמך מדידה רציפה, שיבטא את התנדטיות לאורך היום.
- יש לבחון קביעת ערך מתאים לנחלים בארץ תוך התחשבות בתהליכי התחממות האזור. לדוגמה, בספרד, ביוון ובקפריסין, שגם הן מושפעות מאוד משינוי האקלים, נקבע טווח ערכים של 6–8 מג"ל.
- חלק מהמומחים סבורים כי יש לקבוע את ערכי החמצן כשיעור הרוויה באחוזים, ערך המשקלל את הטמפרטורה ואת המליחות. במקרה זה המליצו המומחים לקבוע ערך סף מינימלי של 60% וערך אידיאלי של 80%.

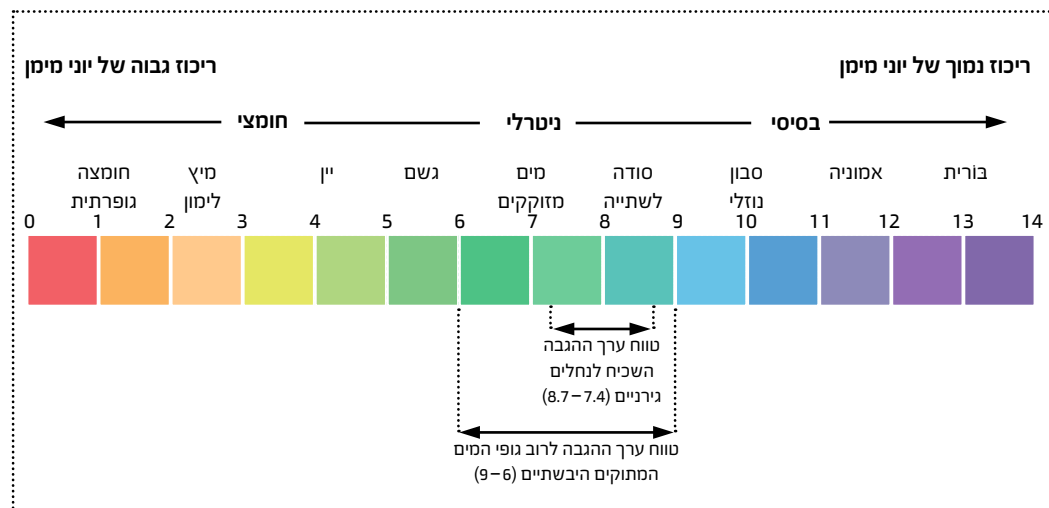
ערך ההגבה (pH)

ערך הגבה הוא מדד לחומציות או לבסיסיות של המים. סטיית ערך ההגבה מטווח הערכים שמסביב לערך הניטרלי מעידה על זיהום מעשה ידי אדם או על תופעות אחרות, כגון פריחת אצות. טווח ערכי ההגבה בנחלים נע על פי רוב בין 6 ל-9⁴⁸, ובנחלים גיריים הטווח הוא בדרך כלל 7.4–8.7 (איור 5). ערכי ההגבה הטבעיים בנחלים שקרקעותיהם חומציות (אינם נפוצים בישראל) נעים סביב 6, בעוד ערך הגבה של 9 גם הוא אינו אופייני לישראל, אלא במקרים של העתרה.

48. על פי תקן קישון.

ההשפעה על הסביבה:

- ערכי ההגבה משפיעים ישירות ובמידה ניכרת על מאכלסי מים.
- ערכים של 6.5–8.5 נחשבים בטוחים למרבית מאכלסי המים.
- ערכי ההגבה משפיעים בעקיפין על זמינות המתכות והנוטריינטים במים עקב השפעתו של ערך ההגבה על מסיסותם.
- ערכי הגבה נמוכים פוגעים בתפקוד הזימים של הדגים, מצמצמים את יעילות נשימתם, ועלולים לגרום למותם.
- ערכי הגבה גבוהים גורמים לעלייה ברעילות האמוניה, המשפיעה על פעילות הזימים ועלולה לגרום למוות.
- ערכי הגבה גבוהים עלולים לפגוע בתהליכים המטבוליים ולגרום לעקה כרונית.



איור 5: ערכי הגבה (pH) על פי סוג מקור המים
 מתוך: <https://www.qmul.ac.uk/chesswatch/water-quality-sensors/ph>

חריגה מטווח הערכים המיטבי: זיהום משפכי תעשייה או העתרה יתבטאו במשך החריגה ובדפוס החריגה.

רעילות למערכת האקולוגית: רעילות אקוטית: $pH < 5.5$ או $pH > 9$; רעילות כרונית: $pH < 6.5$ או $pH > 8$.

טווח הערכים המקובל במדינות העולם (טבלה 5): 6.6–8.5.

מדינה/ ארץ/ תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
תקן נחל הקישון	8.5–7	תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון, מרץ 2002
המשרד להגנת הסביבה בארה"ב	8.5–6-5	EPA Water Quality Criteria
קליפורניה	8.5–6.5	California State Water Resources Control Board (SWRCB): https://www.waterboards.ca.gov
אוסטרליה	8.5–6.5	ANZECC Guidelines Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality
ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי	בדרך כלל: 8.5–6.5	European Commission WFD
ספרד	8.5–6.5	The Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge (MITECO) in Spain
אנגליה ווילס	9–6	The Water Framework Directive (Standards and Classification) Directions (England and Wales) 2015
כללי	8.5–6.5	

טבלה 5: טווחים של ערכי הגבה המקובלים במדינות נבחרות

נקודות שעלו ביום הדיונים:

- טווח הערכים המוצע בין המדינות השונות דומה.
- יש לבחון את האפשרות לקביעת ערכים שונים לשפכי הנחלים.
- חריגה מטווח ערכים של 8.5–7 עבור קרקעות גירניות עשויה להצביע על זיהום כימי סביבתי.

צריכת חמצן ביוכימית (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

מדידת צריכת חמצן ביוכימית (BOD) היא שיטה סטנדרטית המייצגת את ריכוז החמצן שמיקרואורגניזמים זקוקים לו לשם פירוק של חומר אורגני בנפח קבוע של מים, ולכן הריכוז מוצג כמ"ג חמצן לליטר.

ההשפעה על הסביבה:

- BOD הוא מדד המציג את הריכוז של הזיהום האורגני הפריק בנחלים, ונחשב למדד חיוני.
- ריכוזים גבוהים של BOD מעידים על עומס רב של חומר אורגני, שעלול לגרום לירידה בריכוזי החמצן המומס במים ולפגוע במאכלסי המים.

חריגה מטווח הערכים: שפכים וקולחים הם המקור העיקרי ל-BOD בנחלים.

רעילות למערכת האקולוגית: לא רלוונטית, השפעתה עקיפה (בעיקר על ריכוז החמצן).

טווח הערכים המקובל במדינות העולם (טבלאות 6, 7): ערכי הסף המרביים באירופה הם 3-4 מ"ג חמצן לליטר, ובארה"ב – 5 מ"ג חמצן לליטר. תקן הקישון הוא 10 מ"ג חמצן לליטר, והוא גבוה מהמקובל בעולם.

מדינה/ ארץ/ תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
תקן נחל הקישון	10 מ"ג חמצן לליטר	תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון, מרץ 2002
המשרד להגנת הסביבה בארה"ב	אין ערכים מדויקים המלצה ≥ 5 מ"ג חמצן לליטר	EPA Water Quality Standards
אוסטרליה	נחלים מופרים קלות ≥ 5 מ"ג חמצן לליטר	ANZECC Guidelines
ספרד	בהתאם לסיווג גוף המים $2 - 4.5$ מ"ג חמצן לליטר	Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge (MITECO)
איטליה	$\geq 4 - 5$ מ"ג חמצן לליטר	Ministry of Ecological Transition
ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי	ממוצע שנתי $\geq 3 - 4$ מ"ג חמצן לליטר	EU WFD

טבלה 6: טווח הערכים של צריכת חמצן ביוכימית (BOD) המקובל במדינות נבחרות, במ"ג חמצן לליטר

צריכת חמצן ביוכימית (מ"ג לליטר)				
סוג	גרוע	בינוני	טוב	גבוה
1, 2, 6	7.5	6	4	3
3, 5, 7	9	6.5	5	4

טבלה 7: ערכי צריכת חמצן ביוכימית (BOD) מותרים לשימוש לפי טיפוס נחלים בהנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי

נקודות שעלו בדיון המומחים:

- מדד BOD הוא מדד טוב כאשר מצב הנחל רע, והוא מתאים כתיקן פליטה, אך עבור נחלים נקיים נדרש שילוב עם פרמטרים כמו פחמן אורגני מומס (DOC) ופחמן אורגני כללי (TOC).
- מדד BOD משקף את ההתאוששות של הנחל לאחר אירועי זיהום.
- הוצע לשלב שני שלבים: בשלב הראשון למדוד עכירות, ריכוז חמצן מומס וביולוגיה, ואם הנחל צלול ומחומצן – אין צורך במדידות נוספות. השלב השני יחול רק במקרה שתוצאות המדידות של השלב הראשון אינן עומדות בתקן. מדידת BOD תיעשה בשלב השני.
- מדידת פרמטרים רבים יקרה ומסובכת לניתוח, ולכן תדירות הדגימה עלולה להיות נמוכה.
- יש עדיפות למדידת פרמטרים יחידים בתדירות גבוהה וברציפות ובמקומות שונים רבים ככל האפשר.
- חלק מהמומחים טוענים כי ערך ה-BOD המרבי אמור להיות 5 מ"ג חמצן לליטר, והערך הממוצע – 3 מ"ג חמצן לליטר, אך יש מומחים הטוענים כי המדידה אינה מדויקת מתחת לערך של 5 מ"ג חמצן לליטר.
- ייתכן כי לאגן הכינרת יש לקבוע תקן נמוך מזה שבנחלי החוף, וייתכן אף תקן פחמן שמבוסס בפרמטר שונה (דוגמת TOC).
- ניתן לנקוט את גישת הרמזור (רע, טוב, מצוין), ואז יוכל המאסדר לקבוע את היעד על פי המצב הרצוי, שעשוי להיות שונה בנחלים מטיפוסים שונים או באזורים שונים.

פחמן אורגני כללי (Total organic carbon, TOC)

פחמן אורגני כללי (TOC) הוא מדד ישיר המשמש לכימות החומר האורגני בנחל. פחמן אורגני כללי בנחלים בישראל מנוטר במידה פחותה בהשוואה למדידה של צריכת החמצן הביוכימית (BOD), ונדרשת השלמת מידע (איסוף נתונים מהגופים המבצעים ניטור והשלמת המדידות) לשם הערכת ריכוזי הרקע בנחלים.

ההשפעה על הסביבה: ריכוזים גבוהים של TOC עלולים להשפיע על איכות המים, לגרום לדעיכה בריכוז החמצן המומס במים ובעקבות זאת גם לפגיעה בחברות החי בנחלים.

חריגה מטווח הערכים: זיהום משפכים ומקולחים.

רעילות למערכת האקולוגית: לא רלוונטית, השפעתה עקיפה (באמצעות השפעה על ריכוז החמצן המומס במים).

טווח הערכים המקובל במדינות העולם (טבלה 8): ברוב המדינות אין תקן כללי אלא הנחיה לכל רשות ואגן לפתח תקן לפי המצב האקולוגי הטוב (Good Ecological State). כללי המשרד להגנת הסביבה של ארצות הברית (כללי ה-EPA) אינם קובעים תקן כללי, אלא מחייבים ניטור. גם בהנחיה של האיחוד האירופי אין תקן ל-TOC, וגם באוסטרליה ובקליפורניה בוחנים BOD ו-COD. בכל זאת, ברוב המקומות התקן נמוך מערך של 10 מ"ג/ל.

מדינה/ ארץ/ תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
המשרד להגנת הסביבה בארה"ב	אין תקנים ספציפיים קיים ניטור כחלק מהערכות איכות המים במים לא מופרים > 10 מג"ל	United States Environmental Protection Agency (EPA): EPA Water Quality Criteria
ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי	אין תקנים ספציפיים אנגליה בדרך כלל: > 10 מג"ל	European Commission - Water Framework Directive: European Commission WFD
אוסטרליה וניו זילנד	ניהול רמות TOC כך שלא יעלו באופן מהותי מעל רמות הרקע הטבעיות בדרך כלל: > 10 מג"ל	Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality: ANZECC Guidelines
קליפורניה	אין תקנים ספציפיים איכות המים מנוהלת באמצעות BOD ו-COD	California State Water Resources Control Board: California Water Boards
ספרד	אין תקנים ספציפיים דרום ספרד בדרך כלל: > 10 מג"ל	Spanish Ministry for the Ecological Transition: MITECO Ministero della Transizione Ecologica Regional water authority reports and guideline
כללי	רמות TOC מנוהלות לעיתים קרובות באמצעות אינדיקטורים עקיפים, כמו BOD ו-COD נמוך: > 2 מג"ל בינוני: 2-10 מג"ל גבוה: < 10 מג"ל	

טבלה 8: טווח הערכים המקובל לפחמן אורגני כללי (TOC) במדינות נבחרות

נקודות שעלו בדיון המומחים:

- ברוב מדינות העולם התקן ל-TOC עומד על 10 מג"ל, אך ייתכן שערך זה גבוה מדי עבור הנחלים בישראל.
- פרמטרים אחדים עשויים לספק תמונה מלאה של מצב החומר האורגני בנחל, ויש לשקול אותם יחד: פחמן אורגני מומס (DOC), צריכת החמצן הביוכימית (BOD) והפחמן האורגני הכללי (TOC).
- הדעות חלוקות לגבי הפרמטר המתאים לייצוג החומר האורגני. ערכו של TOC חשוב בעיקר בשפכי הנחלים, ושם הוא עשוי להעיד על תהליך הצטברות של חומר אורגני. עם זאת, רבים מהמומחים טוענים כי המדד הנכון הוא מדד DOC, המשקף את החומר האורגני המומס הזמין למערכת האקולוגית. חלק מהמומחים טוענים כי יש לבחון את היחס בין BOD ו-TOC, כי יחס זה עשוי להיות סמן גם לפרקציה הזמינה של החומר האורגני וגם לרעילות מי הנחל (לא ניתן לבדוק את היחס בין BOD ו-DOC עקב פרוטוקול דגימה שונה, בסינון ובלי סינון). לא הוסכם אם ניתן לקבוע תקן המבוסס על היחס בין פרמטרים שונים. הודגש שלמידת TOC יתרון על פני המדידה של צריכת BOD, משום שניתן לקבל מהמעבדה תשובה מהירה יותר. יתר על כן, קביעת תקן המבוסס על יחס מוסיפה מורכבות ועלויות.
- בדיון הוסכם שערך של DOC מקובל יותר, וניתן לבחון גם תקן עבור היחסים בין הפרמטרים השונים של החומר האורגני. יש להמשיך ולבדוק אם נדרש תקן ל-TOC במקום ל-BOD או במקביל לו.

זרחן כללי (Total Phosphorus, TP)

זרחן הוא חומר הזנה מרכזי לצמחים ולאצות בגוף המים. היחס בין החנקן לזרחן מכתיב במידה רבה את הרכבה של חברת האצות בנחלים. בספרות מדובר על יחס מיטבי של 10 בין החנקן לזרחן, בדרך כלל. במרבית הנחלים הזרחן הוא גורם מגביל, ולכן זמינותו במים מכתיבה במידה רבה את המצב האקולוגי של הנחל.

ההשפעה על הסביבה:

- בריכוזים גבוהים החומר תורם להתפתחות מואצת של אצות ולתנאי העתרה.
- היחס בין החנקן לזרחן משפיע על הרכבה של אוכלוסיות האצות. האצות החוטיות הן בעלות יתרון כאשר יש חנקן עודף, והאצות הפלנקטוניות הן בעלות יתרון כאשר הזרחן גבוה.

חריגה מטווח הערכים: שפכים וקולחים שמקורם במוסדות בריאות, שפכי תעשייה, עודפי דישון ותשטיפים.

רעילות למערכת האקולוגית: לא רלוונטית, השפעתה עקיפה (דרך העתרה).

טווח הערכים המקובל במדינות העולם (טבלה 9): רוב התקנים במדינות העולם נקבעו לזרחן כללי ולא מומס. התקן בנחל קישון הוא 0.1 מג"ל, ויש גם תקן ביניים של 0.3 מג"ל.

במדינות העולם יש תקן לשפכי הנחלים והנהרות, ונהוג להפריד בין מעלה הנחל ובין מורדו.

מדינה/ ארץ/ תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
תקן נחל הקישון	היעד הסופי: 0.1 מג"ל יעד הביניים: 0.3 מג"ל	תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון, מרץ 2002
קליפורניה	בתולי או מופרע קלות: 0.03 – 0.1 מג"ל מופרע ברמה בינונית: 0.1 – 0.3 מג"ל	State Water Resources Control Board (SWRCB)
ספרד	בתולי או מופרע קלות: 0.03 – 0.1 מג"ל מופרע ברמה בינונית: 0.1 – 0.3 מג"ל	Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge (MITECO)
אוסטרליה וניו זילנד	בתולי או מופרע קלות: 0.02 – 0.1 מג"ל נחלים באזורים נמוכים: 0.05 – 0.1 מג"ל	ANZECC Guidelines
כללי	בדרך כלל > 0.1 מג"ל	

טבלה 9: טווח ערכי הזרחן הכללי המקובל במדינות נבחרות

זרחן מומס (Soluble Reactive Phosphorus, SRP)

לזרחן מומס (PO₄) השפעה קריטית על תפקוד המערכת האקולוגית, משום שהוא הפרקציה המומסת של זרחן במים, הזמינה מבחינה ביולוגית.

ההשפעה על הסביבה:

- ריכוזים גבוהים של זרחן מומס מעודדים התפתחות אצות ועלייה בעכירות המים.
- ריכוזים גבוהים של זרחן מומס מעודדים העתרה ומשפיעים על ריכוזי החמצן המומס.

חריגה מטווח הערכים: שפכים וקולחים סניטריים, שפכי תעשייה, עודפי דישון ותשטיפים.

רעילות למערכת האקולוגית: לא רלוונטית.

טווח הערכים המקובל במדינות העולם (טבלה 10): 0.02–0.05 מג"ל. במדינות רבות לא נקבע תקן לזרחן מומס, והבקרה נעשית באמצעות התקן לזרחן כללי. על פי רוב מופיעות המלצות כלליות לשמירת הערכים מתחת לסף מינימום, והמתודולוגיות למדד זה משתנות.

מדינה/ ארץ/ תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
תקן נחל הקישון	ללא תקן לפרקציה המומסת	תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון, מרץ 2002
המשרד להגנת הסביבה בארה"ב	0.02–0.05 מג"ל נועד להבטיח עמידה בקריטריונים של זרחן כללי בגופי מים מסוימים	EPA Water Quality Standards
ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי ספרד, יוון, איטליה	אין ערכים ספציפיים. כל מדינה קובעת ערכי סף בהתאם לצרכיה. בדרך כלל ערכי היעד מוגדרים סביב 0.05 מג"ל 0.01–0.03 מג"ל	European Commission WFD
אוסטרליה וניו זילנד	נחלים באזורים נמוכים: 0.01–0.03 מג"ל נחלים מופרים קשות, עם ריכוז גבוה של חומרי הזנה: יש לשמור על רמות נמוכות ככל האפשר, רצוי מתחת ל-0.05 מג"ל	ANZECC Guidelines National-Policy-Statement-for-Freshwater-Management-2020
כללי	נועד להבטיח עמידה בקריטריונים של זרחן כללי בגופי מים מסוימים (TP). בדרך כלל 0.02–0.05 מג"ל, בהתאם להנחיות האזוריות ולתנאי גוף המים.	

טבלה 10: טווח הערכים המקובל לזרחן מומס במדינות נבחרות

נקודות שעלו בדיון המומחים על צורני הזרחן:

- שני הפרמטרים חשובים: הזרחן המומס מייצג את הזרחן הזמין לצמחים, הזרחן הכללי מייצג את הפוטנציאל הזמין לצמחים.
- חלק מהמומחים סבורים כי יש למדוד את שני הפרמטרים כדי לקבל בקרה גם על הפרקציה המומסת.
- ערך של 0.1 מג"ל זרחן מומס הוא גבוה מאוד עבור מערכות מסוימות.
- יש לבחון ערכי סף שונים לזרימה בסיסית ולזרימה שיטפונית. זרחן נקשר לסדימנט, ולכן יש הבדלים ניכרים בריכוזי הזרחן בין זרימה שיטפונית ובין זרימה בסיסית. לאחר שיטפון יעלו ריכוזי הזרחן. לחלופין, ניתן לקבוע פרק זמן לחריגה מעל ערך הסף המקובל לאחר שיטפון או לקבוע ערך ממוצע. סוגיה זו תיבדק בוועדה בראשות המשרד להגנת הסביבה.
- לנחלים המלח נדרש תקן נפרד עקב נוכחות של זרחן מינרלי.
- יש חשיבות לקביעת סף הגילוי במכשירי הבדיקה.
- חלק מהמומחים סוברים כי על התקן לקבוע ערכים עבור זרחן כללי ועבור זרחן מומס.
- ניתן לקבוע כמה טווחי ריכוזים עבור נחלים מטיפוסים שונים, למשל לקבוע ערכי סף נמוכים יותר עבור נחלים אולטיגוטרופיים, כפי שיש במקורות הירדן.
- יש לבדוק אם שיטת הרמזור ישימה, כלומר להציע טווחים שונים המשקפים מצב אקולוגי שונה.
- מוסכם על טווח ערכים של 0.1–0.3 מג"ל עבור זרחן כללי.

חנקן

חנקן כללי (Total Nitrogen, TN)

חנקן כללי (TN) הוא פרמטר מרכזי המייצג את איכות המים, וניהולו חיוני לשמירה על מערכת האקולוגית בריאה בגופי המים. החנקן כולל צורני חנקן שונים, דוגמת חנקן (ניטריט), חנקית (ניטריט), אמוניה וחנקן אורגני.

ההשפעה על הסביבה:

- ריכוזים גבוהים של חנקן תורמים להעתרה, משפיעים על מצבה של המערכת האקולוגית באמצעות עידוד צמיחה מואצת של אצות ושל צמחי מים אחרים, וגורמים לעלייה בריכוזי החומר האורגני במים, לתהליכי נשימה מואצים ולירידה בריכוזי החמצן עד כדי ערכים המסוכנים למערכת האקולוגית.
- עלייה בריכוז החנקן מעודדת התפתחות של אצות חוטיות, ואילו עלייה בריכוז הזרחן מעודדת התפתחות של אצות פלנקטוניות. היתרון באצות חוטיות על פני אצות פלנקטוניות הוא שבזכות נוכחותן המים נותרים צלולים.
- מומלץ לשמור על יחס של 1:10 בין החנקות (10) ובין הזרחן המומס (1) כדי למנוע התפתחות מואצת של אצות בגוף המים.

חריגה מטווח הערכים: זיהום שפכים, קולחים, נגר חקלאי, תעשיות שונות (למשל דשנים).

רעילות למערכת האקולוגית: לא רלוונטית, אלא אם כן מדובר באמוניה.

טווח הערכים המקובל במדינות העולם (טבלה 11): התקנים בעולם מתכנסים לערכים די דומים. לרוב הם קטנים מערך של 1.5 – 2 מג"ל עבור חנקן כללי. בנחלים אוליגוטרופיים ערך הסף הוא 0.2–0.5 מג"ל.

מדינה/ ארץ/ תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
תקן נחל הקישון	10 מג"ל	תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון, מרץ 2002
ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי	בדרך כלל: 0.5–2.0 מג"ל	Water Framework Directive (WFD): Water Framework Directive Spain: Spain's River Basin Management Plans Italy: Italian River Basin Management Plans Greece: Greek Water Management Plans Cyprus: Cypriot Water Quality Standards
אגן הים התיכון	בסביבה אוליגוטרופית (דלת נוטריינטים): 0.1–0.5 מג"ל	
המשרד להגנת הסביבה בארה"ב	אין ערכים ספציפיים בדרך כלל: 1.0–2.0 מג"ל בסביבה אוליגוטרופית: 0.2–0.5 מג"ל	U.S. Environmental Protection Agency (EPA): EPA Nutrient Criteria
קליפורניה	משתנה בהתאם לסוג גוף המים ולתנאיו בדרך כלל: 0.5–1.5 מג"ל בסביבה אוליגוטרופית: 0.2–0.5 מג"ל	State Water Resources Control Board (SWRCB): SWRCB – Water Quality Regional Water Quality Control Boards (RWQCBs): Central Valley RWQCB Basin Plans Los Angeles RWQCB Basin Plans EPA Clean Water Act
אוסטרליה	משתנה בהתאם לסוג גוף המים ולתנאיו 1.0–0.5 מג"ל	Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality
כללי	בדרך כלל: 1.0–2.0 מג"ל כדי למנוע העשרה יתרה בחומרי הזנה בסביבה אוליגוטרופית: 0.1–0.5 מג"ל	

טבלה 11: הטווח המקובל של ערכי החנקן הכללי במדינות נבחרות

חנקת (ניטרט, NO₃⁻)

חנקת היא אחד מצורוני החנקן. ריכוזי רקע אופייניים במים עיליים הם לרוב נמוכים (פחות מ-1 מג"ל); בקולחים ובשפכים הערך עשוי להגיע לעשרות מג"ל. ריכוזי החנקת בישראל גבוהים מאוד, 70 מג"ל, כפי שמשקף בתקן מי השתייה בתקנות בריאות העם⁴⁹.

ההשפעה על הסביבה:

- חנקת חיונית כנוטריינט של צומח, אולם עודף פוגע באיכות מים.
- יחד עם הזרחן, החנקת מעודדת התפתחות של אצות והעתרה, גורמת להתפתחות מואצת של הצומח ולשינוי חברת הצומח וחברת החי, שמשפיעים על החמצן המומס, על ערך ההגבה ועוד.
- עודף חנקת עלול לגרום לחוסר חמצן (היפוקסיה) ובריכוזים גבוהים גם להיות רעיל לבעלי חיים בעלי דם חם.

49. תקנות בריאות העם (איכותם התברואית של מי שתייה ומתקני מי שתייה), התשע"ג–2013.

חריגה מטווח הערכים: זיהום באמצעות שפכים וקולחים, נגר מקרקעות חקלאיות לאחר דישון, גידולים חקלאיים (בעלי חיים) ונגר תעשייתי (למשל מעכבי קורוזיה).

רעילות למערכת האקולוגית: מינים שונים הם בעלי רגישות שונה לריכוזי חנקן. ריכוז של יותר מ-5 מג"ל גורם לרעילות כרונית למינים רגישים ומעלה את הסיכון להתפתחות תנאי העתרה. ריכוז של יותר מ-10 מג"ל רעיל לחלק מהמינים, וריכוז של יותר מ-20 מג"ל משמעו רעילות אקוטית.

ערכי הסף המקובלים במדינות העולם (טבלה 12): רוב התקנים בעולם נמוכים ביחס לערכי הרקע בישראל – 0.5–1.0 מג"ל.

מדינה / ארץ / תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
תקן נחל הקישון	ללא תקן	תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון, מרץ 2002
המשרד להגנת הסביבה בארה"ב	אין ערכים ספציפיים הנחיה כללית: 1.0 – 2.0 מג"ל	Water Quality Guidelines for Nitrogen (Nitrate, Nitrite, and Ammonia): Overview Report Update. Water Stewardship Division Ministry of Environment Province of British Columbia
ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי אגן הים התיכון	אין ערכים ספציפיים 1.0 – 0.5 מג"ל	Water Framework Directive (WFD): Water Framework Directive Spain: Spain's River Basin Management Plans Italy: Italian River Basin Management Plans Greece: Greek Water Management Plans Cyprus: Cypriot Water Quality Standards
אוסטרליה וניו זילנד	בדרך כלל: 0.2 – 1.0 מג"ל	National-Policy-Statement-for-Freshwater-Management-2020
קליפורניה	בדרך כלל: 1.0 מג"ל	North Coast Basin Plan - North Coast Water Board; San Francisco Bay Basin Plan - San Francisco Bay Water Board; Central Coast Basin Plan - Central Coast Water Board; Los Angeles Basin Plan - Los Angeles Water Board; Santa Ana Basin Plan - Santa Ana Water Board; San Diego Basin Plan - San Diego Water Board; Central Valley Basin Plan - Central Valley Water Board; Lahontan Basin Plan - Lahontan Water Board; Colorado River Basin Plan - Colorado River Water Board
כללי	בדרך כלל: 0.5 – 1.0 מג"ל	

טבלה 12: הטווחים של ערכי החנקן המקובלים במדינות נבחרות

אמוניה כללית (אמוניה (NH₃) ואמוניום (NH₄⁺))

אמוניה ואמוניום הם מצורוני החנקן, ושיווי המשקל ביניהם תלוי ב-pH ובטמפרטורה. אמוניה מיוצרת בתחומי תעשייה שונים, למשל ייצור דשנים.

ההשפעה על הסביבה:

- אמוניה משמשת נוטריינט לצמחי מים ולאצות. בריכוזים גבוהים היא תורמת להתפתחות תנאי העתרה בגוף המים.
- לאמוניה רעילות ישירה למאכלסי מים (ורעילות מאגברת בשילוב עקת חמצן).
- ריכוזים גבוהים תורמים לצריכת חמצן ולירידה בריכוז החמצן המומס.

חריגה מטווח הערכים: זיהום באמצעות שפכים וקולחים עירוניים וחקלאיים (פרש בעלי חיים), נגר חקלאי, שרפות יער.

רעילות למערכת האקולוגית: בריכוזים גבוהים של אמוניה בעלי החיים מתקשים להפריש רעלנים אל מחוץ לגופם, והרעלנים מצטברים ברקמות פנימיות ובדם וגורמים למותם.

טווח הערכים המקובל במדינות העולם (טבלה 13): במרבית מדינות העולם נקבע התקן בהתאם לערך ההגבה ולטמפרטורה (מוצג כמשוואה), והערכים משתנים ממדינה למדינה. לנחל הקישון נקבע ערך סף של 2.5 מג"ל. במדינות שונות נקבעו ערכי סף לרעילות אמוניה: עבור חשיפה אקוטית 0.5–1.0 מג"ל, ועבור חשיפה כרונית 0.05–0.1 מג"ל.

בארצות הברית נקבע התקן על פי נוסחה: התקינה של המשרד להגנת הסביבה (EPA) מגדירה את ריכוזי האמוניה המותרים במים כתלות בערכי ההגבה⁵⁰. יש לקבוע ערך לאמוניה בלתי מיוננת, וממנו – בהתאם לערך ההגבה – מוגדר התקן לאמוניה כללית.

מדינה/ ארץ/ תקן	ערכי סף	מקור הפרסום
תקן נחל הקישון	מבוסס על ממוצע חודשי המשקף את ההשפעה הכרונית בתחום הגבה של 7.5 – 8.5 ~ 3 מג"ל כ-N	תקן סביבתי לאיכות מי נחל הקישון, מרץ 2002
ההנחיה המחייבת למים של האיחוד האירופי	כללי: כתלות בערך ההגבה ובטמפרטורה חשיפה אקוטית: ~ 0.5 – 1.0 מג"ל חשיפה כרונית: ~ 0.05 – 0.1 מג"ל	Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge (MITECO)
קליפורניה	כללי: 0.8 מג"ל (pH=7.0; 20°C) חשיפה כרונית: 0.3 מג"ל (pH=7.0; 20°C)	Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria for Ammonia- Freshwater 2013 California State Water Resources Control Board - Water Quality Criteria
אוסטרליה וניו זילנד	כללי: 0.9 מג"ל (pH=7.0; 20°C) חשיפה כרונית: 0.1 מג"ל (pH=7.0; 20°C) להגנה על מינים ברמת 80%–99%: pH=7.0; 20°C: 0.26–2.6 מג"ל pH=8.0; 20°C: 0.11–1.1 מג"ל	Toxicant default guideline values for aquatic ecosystem protection Ammonia in freshwater Technical brief September 2023 Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality (2000)
כללי	חשיפה אקוטית: ~ 0.5 – 1.0 מג"ל כתלות בערך ההגבה ובטמפרטורה חשיפה כרונית: ~ 0.05 – 0.1 מג"ל כתלות בערך ההגבה ובטמפרטורה	

טבלה 13: הטווחים של ערכי האמוניה הכללית המקובלים במדינות נבחרות

50. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria for Ammonia - Freshwater, 2013.

הנקודות שעלו בדיון המומחים בצורוני החנקן:

- לצורך קביעת התקן נסקרו מספר צורוני חנקן: חנקן כללי TN, הכולל את כל צורוני החנקן; חנקן NH_3^- ; חנקן אמוניאקלי – אמוניה (NH_3) ואמוניום (NH_4^+).
- צורוני החנקן מספקים מידע מהימן על מצב הנחל, ויש להם השפעה רבה על חברת החי.
- יש תלות בין התפלגות צורוני החנקן ובין ערך ההגבה, ולכן חשוב לבחון כמה מהם.
- יש לבחון את השימוש במדד חנקן קלדהל (Total Kjeldahl Nitrogen) במסגרת התקן.
- יש לבחון אם כל צורוני החנקן נדרשים לתקן או אם להחיל את שיטת השלבים עבור מדדי החנקן השונים (חנקן ואמוניום) אם חלה חריגה מערך החנקן הכללי (TN). הדעות בין המומחים היו חלוקות בקשר למדדים הנדרשים בתקן, לאופן מדידתם ולתדירות המדידות הדרושה.
- תקן עבור יחס חנקן לזרחן עשוי לספק מידע טוב על מצב הבריאות של הנחל, אך תקן זה מצריך בדיקה מסורבלת, ועלול להיות מוטא כאשר ריכוזי הנוטריינטים גבוהים.

דיון במזהמים משניים

להלן סיכום השאלות והתשובות מפי המומחים כפי שעלו בדיון שנערך בנושא מזהמים משניים ביום הדיונים:

1. מהם הקריטריונים שלפיהם ראוי להגדיר את קבוצות המזהמים המהותיות ביותר לאסדרה?
 1. מידת הרעילות
 2. מידת השכיחות בסביבת הנחל
 3. היקף השימוש של האדם
 4. הימצאות באסדרה במדינות אחרות
 5. קיום מידע טוקסיקולוגי מבוסס
 6. כפועל יוצא מסקר לחצים אגני או מסקר ניטור ביולוגי.

2. מהו הבסיס לקביעת ערכי הסף או התקנים (ניסויים, טוקסיקולוגיה, אימוץ ממדינות אחרות וכו')?

ישנם אלפי כימיקליים אפשריים לבחינה, ולכן במדינות העולם מתמקדים בכימיקלים שרעילותם אקוטית. בקטגוריה זו מומלץ להיעזר באסדרה הממוצעת בעולם ולהתאימה לישראל (לרבים מהמזהמים אין תקנה במדינות העולם).

מזהמים משניים הם מיקרו-מזהמים אורגניים (תרופות, חומרי הדברה, PFAS^{51} וכדומה) או אי-אורגניים (כמו מתכות כבדות), והם נידונו בקצרה ובאופן חלקי בסוף יום הדיונים של הוועדה. הדיון כלל כמה שאלות מנחות שיסייעו למשרד להגנת הסביבה בבואו לקבוע את התקן המתאים למזהמים משניים בנחלים. ידועים אלפי כימיקלים אפשריים מקבוצות שונות, ובעולם מתמקדים בתקן לרעילות אקוטית. בישראל יש היתכנות רבה להימצאות שאריות של חומרי הדברה בנחלים, כפי שנמצא במחקרים שונים שנערכו באגן הקישון ובנחלי החוף⁵². לחומרים האלה השפעה רבה על בריאות הנחל, והחשיבות שבדיון המשך בנושא מצד המשרד להגנת הסביבה מוסכמת על כלל המומחים.

הידע החסר: מזהמים משניים

המידע העומד לרשותנו כיום חלקי, וחסרה תמונה כללית על נוכחותם של מזהמים מסוג זה בנחלים. המומחים ממליצים לקיים סקירה סטטיסטית בכל הקשור להימצאותם של מזהמים משניים וריכוזם בנחלי ישראל לצורך קביעת תמונת המצב.

51. Per- and Polyfluoroalkyl Substances – תרכובות שתכונותיהן העיקריות הן עמידות תרמית (לחום) גבוהה ודחיית שמן ומים.

52. Topaz T, Egozi R, Eshel G, and Chefetz B. 2018. Pesticide load dynamics during stormwater flow events in Mediterranean coastal streams: Alexander Stream case study. *Science of The Total Environment* 625: 168-177.

3. האם יש מזהמים עיקריים או גורמי מפתח שיש לכלול באסדרה?
במדינות העולם ישנה רשימה של מעל ל-100 חומרים המוגדרים כמיקרו-מזהמים בעלי ערכי סף או מטרה. בישראל ייקבעו במסגרת עבודת האסדרה רשימת החומרים, שיטות המדידה עבורם, חלוקתם לקבוצות אופייניות וקביעת סמנים עבור כל קבוצה. יש להיצמד במידת האפשר לתקינה של המשרד להגנת הסביבה של ארצות הברית.
4. האם יש סמנים לקבוצות של כימיקלים?
ניתן לסדר את החומרים על פי קטגוריות, ולשמור ככל שניתן על חלוקה פשוטה ואמינה, למשל על פי חומרים מסיסים וספיחים לסדימנטים, או על פי חלוקה לקבוצות כימיות או לפי יכולת פירוק. אפשר למצוא חומרים שהם סמנים לקבוצה בעלת מאפיינים דומים, לדוגמה: קרבמזפן הוא סמן לנכחות של קולחים, והיחס בין ריכוזו לזה של איבופרופן מספק מידע על היחס בין מי בויב לקולחים.
5. האם יש לכלול בתקן תערובות של כימיקלים, ואם כן – כיצד?
הדינמיקה במהלך העונות רבה, ועל כן יש לוודא שחומרים בעלי רעילות אקוטית נמדדים. במוסדות
- האקדמיה ובמכוני המחקר נצבר מידע חלקי, לדוגמה: ניתן לבחון נתונים גולמיים מדגימות שנאספו ונמדדו בעבר ולבדוק נוכחות של מזהמים נוספים. עבודת מחקר של טופז ואח' (2020)⁵³ בדקה מדד רעילות מצרפי של חומרים שונים בגופי מים, והמזהמים הוצגו על פי מדד הרעילות. שקלול המזהמים אפשר ליצור מדד מצרפי לרעילות המים. שימוש בתקן מצרפי נעשה בתקנות בריאות העם (איכותם התברואית של מי השתייה ומתקני מי שתייה), התשע"ג-2013. במדינות שונות בעולם נעשה שימוש בתקן מצרפי – למשל, בארצות הברית התקן של שאריות חומרי הדברה במזון בוחן חשיפה מצרפית לקבוצות של חומרים המשפיעים על הגוף במנגנון משותף, ומשקלו של כל חומר פעיל בקבוצה נקבע על פי מקדם רעילות.
6. האם יש לקבוע תקנות כלליות עבור מזהמים משניים או על פי הטיפולוגיה של הנחלים?
במזהמים המשניים אין חשיבות רבה לטיפולוגיה של הנחל, כי החומרים הרעילים אינם אמורים להיות נוכחים בנחל כלל. ראוי להביא בחשבון את אופי הנחלים שלנו, שהם בעלי אגן ניקוז קטן באופן יחסי לנחלים בעולם, והטמפרטורה בהם גבוהה.

53. Topaz T, Boxall A, Suari Y, Egozi R, Sade T, and Chefetz B. 2020. Ecological risk dynamics of pharmaceuticals in micro-estuary environments environ. *Environmental Science & Technology Letters* 54/18: 11182-11190.

סיכום והמלצות

- ועדת המומחים והמומחיות בנושא **הפרמטרים הנדרשים לשמירה על המערכות האקולוגיות בנחלים** התכנסה במסגרת מיזם משותף של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה ושל לשכת המדענית הראשית במשרד להגנת הסביבה. הוועדה דנה בהרחבה בפרמטרים הפיזיקו-כימיים הראשיים הדרושים לשמירה על מערכות אקולוגיות תקינות ומתפקדות בנחלי ישראל. נוסף על כך, הוועדה דנה בקצרה בנושא מזהמים משניים, בהם מתכות ומיקרו-מזהמים אורגניים מקבוצות שונות. במהלך יום הדיונים נדונו בהרחבה הפרמטרים הראשיים, והוצעו עבורם ערכי סף או טווחי ריכוזים מומלצים. כמו כן, נידון הצורך בחלוקה לטיפוסי נחלים שונים ובקביעת ערכי סף שונים על פי טיפוסי הנחלים או בשל החרגות במידת הצורך. זאת ועוד, הועלו המלצות ונקודות לדיון נוסף על התוויית טיפוסי נחלים ומדרג נחלים באמצעות פרמטרים הידרולוגיים וביולוגיים, והועלו נקודות הכרחיות לדיון עתידי נוסף בנושא תקן למזהמים משניים. ועדה זו מהווה את תחילתו של תהליך רב-שלבי בהובלת המשרד להגנת הסביבה, שמטרתו גיבוש אסדרה על איכות מים בנחלים, ובהמשכו דיון רחב ומעמיק לשם קביעת תקן לשימור המערכות האקולוגיות בנחלים.
- המלצות ועדת המומחים והמומחיות:**
- יש לקבוע ערכי סף או טווחי ערכים לפרמטרים הראשיים שנבחנו בוועדה זו, ובהם: חמצן מומס (DO), ערך ההגבה (pH), צריכת חמצן ביוכימית (BOD), פחמן אורגני כללי (TOC), זרחן כללי (TP), זרחן מומס (SRP), חנקן כללי (TN), חנקן (NO_3^-) ואמוניה כללית (אמוניה (NH_3) ואמוניום (NH_4^+)).
 - ראוי לבחון את אופן הסיווג של הנחלים בישראל לטיפוסים שונים – למשל, על פי חלוקה לאגני ניקוז עיקריים (נחלי החוף, נחלי אגן הכינרת, נחלי ים המלח) או על פי מאפייני התשתית הגאולוגית (נחלים גירניים, סליקטיים או אורגניים). השונות הטבעית בין טיפוסי הנחלים מתבטאת בהרכב מים שונה, שעשוי להצדיק קביעת ערכי סף נפרדים לחלק מהפרמטרים בכל אחד מן הטיפוסים.
 - יש להתייחס לפרמטרים הידרולוגיים, כמו ספיקת בסיס ורציפות הידרולוגית, לשם קביעת טיפוס הנחל וניטור איכות המים.
 - יש להתייחס לפרמטרים ביולוגיים כמו מדד מגוון המינים (IBI – Index of Biotic Integrity), מקובל בארצות הברית) או לבחון מינים ספציפיים המעידים על בריאותה של המערכת האקולוגית, לשם קביעת טיפוס הנחל, מדרג הנחל וניטור איכות המים.
 - יש לבחון קביעת ערכי סף עבור מזהמים משניים, כמו מיקרו-מזהמים אורגניים ומתכות.
 - יש לשקול קביעת ערכי סף שונים עבור רעילות כרונית ורעילות אקוטית.
 - יש לקבוע תוכנית דגימה מפורטת, שתכלול את שיטת הדגימה, פריסת תחנות הדגימה, אופן ביצוע הדגימה ותדירות הדגימה. יש להסתמך על שיטות אנליטיות תקינות ומוכרות ולקבוע מראש את ספי המדידה (Limit of Detection / Limit of Quantification) של המכשור המשמש למדידת הפרמטרים – בפרט כאשר מדובר בתרכובות המצויות בריכוזים נמוכים, כגון נוטריינטים ומזהמים משניים.

קודר ⁵⁸	אוסטרליה ⁵⁹	טקסס ⁵⁸	גרמניה	אירופה ⁵⁷	אצות הברית ⁵⁶	ישראל: נתון נחל הקישון ⁵⁵				תקנות בריאות העם – איכות ההזרמה למליים ⁵⁴			היחידות	הערות	השם הלועזי של הפרמטר	הפרמטר		
						נתון איכות הבינים	נתון האכות הסופי	הערך המזערי	הערך המרבי	הערך המרבי לממוצע החודשי								
V	V		V	Nutrient conditions	V	10			15	10	מג"ל	יש לבחור בפרמטר המתאים ביותר	Total Nitrogen	נתון כללי	1			
					V						מג"ל		Ammonia (NH3)	אמוניה				
	V		V			2.5 במודל הנחל	כתלות בממוצע ההתבה (pH) היומי, על פי נוסחה		2.5	1.5	מג"ל		Ammonium Nitrogen/ Ammoniacal Nitrogen	נתון אמוניאקלי				
			V										Nitrate Nitrogen	נתקה				
V	V		V		V	0.3	0.1		2	1	מג"ל	יש לבחור בפרמטר המתאים ביותר	Total Phosphorus	זרחן כללי	2			
	Filterable Reactive Phosphate		V										Orthophosphate Phosphorus	זרחן מומס (אורתופוספט)				

54. תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), התשי"ע-2010.

55. המשרד לאיכות הסביבה ורשות נהל הקישון, 2002. **תקן סביבתי לאיכות מי נהל הקישון**.

56. Clean Water Act Section 303, Water Quality Standards and Implementation Plans, US EPA, Published online 2013, 38273-38275.

57. Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council, Amending Directives 2000/60/EC and as Regards Priority Substances in the Field of Water Policy, Published online 2013, 1-17.

58. TEXAS, 30 TAC §307.106 Appendix F: Site-specific Nutrient Criteria for Selected Reservoirs; TEXAS, 30 Tex. Admin. Code § 307.10, Appendix A - Site-specific Uses and Criteria for Classified Segments.

59. National Water Quality Management Strategy, Paper No. 4, Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality Vol. 1, The Guidelines, 2000; Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ), National Water Quality Management Strategy: Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality - Aquatic Ecosystems - Rationale and Background Information, Vol 2, 2000.

60. Canada's Freshwater Quality in a Global Context Indicator: Data Sources and Methods, March 2011.

