

איתמר מנדלב

המחלקה למדעי הקרקע והמים,
המכון למדעי הסביבה, הפקולטה
לחקלאות, מזון וסביבה,
האוניברסיטה העברית בירושלים

תום טופז

המחלקה למדעי הקרקע והמים,
המכון למדעי הסביבה, הפקולטה
לחקלאות, מזון וסביבה,
האוניברסיטה העברית בירושלים;
הפקולטה למדעי הים, המרכז
האקדמי רופין

יוליוס בן-ארי

היחידה לציוד בין-מחלקתי,
הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה,
האוניברסיטה העברית בירושלים

בני חפץ

המחלקה למדעי הקרקע והמים,
המכון למדעי הסביבה, הפקולטה
לחקלאות, מזון וסביבה,
האוניברסיטה העברית בירושלים

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

ציטוט מומלץ

מנדלב א, טופז ת, בן-ארי י וחפץ ב.
2021. חומרי הדברה, חומרים
רפואיים ומוצרי טיפוח בנחלי החוף
בישראל בגל השיטפון הראשון:
נוכחות וריכוזים. *אקולוגיה וסביבה*
2013: 13-20.



נחל חילזון, סמוך לקיבוץ עין המפרץ, במבט לכיוון מזרח. מבין הנחלים שנחקרו, בנחל זה נמצא הסכום הגבוה ביותר של ריכוזי חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח | צילום: איתמר מנדלב

חומרי הדברה, חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח בנחלי החוף בישראל בגל השיטפון הראשון: נוכחות וריכוזים

15 בנובמבר, 2021

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

[חזית המחקר](#)

על קצה המזלג

- שנים רבות התמקד הטיפול באיכות מי נחלים במזהמים "קונבנציונליים" ממקורות נקודתיים. המגמה

הנוכחית בישראל ובעולם היא להתייחס גם אל מזהמים אורגניים ואל מיקרו-מזהמים המגיעים ממקורות דיפוזיים כאל גורמי עקה בנחלים.

- מזהמים מגיעים לסביבה הנחלית בהזרמה ישירה של קולחים, כי לא כל המזהמים מסולקים במט"ש, וכן כנגר, כאשר הם נשטפים, בייחוד אחרי הגשם הראשון, משטחים חקלאיים שעברו הדברה, דושנו או הושקו בקולחים.
- בהתאם לכך, התחדד הצורך בניטור המזהמים האורגניים, בבחינת המאזן שלהם במים ובחלקיקים המרחפים בו, ובהערכת כמות המזהמים במרחב ודפוסי פריסתם בו. שיפורים בטכנולוגיה האנליטית מאפשרים כיום לזהות מגוון גדול יותר של חומרים במי נחלים ואף לנטרם בריכוזים נמוכים ביותר.
- המחקר הנוכחי מציג תופעה נרחבת בקנה מידה ארצי של דליפת חומרים אלה מאגני הניקוז אל הנחלים: מספר גדול של מזהמים – חומרי הדברה, תרופות ומוצרי קוסמטיקה – נמצא בכל אגני הנחלי החוף שנבדקו.
- ניטור סדיר של המזהמים יסייע להבנת ההשפעות האקו-טוקסיקולוגיות שלהם על הסביבה הנחלית ולגיבוש מדיניות שתצמצם השפעה זו.

המערכת

תקציר

חומרי הדברה, חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח אישיים מוצאים את דרכם לסביבה החקלאית דרך שימוש בשדה והשקיה בקולחים. באזורים צחיחים למחצה, כמו ישראל, אירוע הגשם המשמעותי הראשון גורם לסחף קרקעות חקלאיות לנחלים ולזליגת מזהמים אורגניים מהסביבה החקלאית למערכת אקולוגית רגישה זו. נוסף על כך, הסביבה הנחלית חשופה למזהמים אורגניים מנגר עירוני ומגלישות ממתקני טיפול בשפכים. במחקר זה אופיינו וכומתו מזהמים אורגניים מומסים במי השיטפון וספוחים על גבי חלקיקים מרחפים בגל השיטפון הראשון של העונה (2019/20) בשבעה נחלי חוף.

60 מזהמים אורגניים שונים כומתו במי השיטפון ו-48 בחלקיקים המרחפים. בדוגמאות מי השיטפון הסכום הגבוה ביותר של ריכוזי חומרי הדברה נמצא בנחל הקישון, ועמד על כ-13,900 ננוגרם לליטר; הסכום הגבוה ביותר של ריכוזי החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפוח נמצא בנחל חילזון, ועמד על כ-2,090 ננוגרם לליטר. בדוגמאות החלקיקים המרחפים הסכום הגבוה ביותר של ריכוזי חומרי הדברה נמצא בנחל אלכסנדר, והיה 425 ננוגרם לגרם; הסכום הגבוה ביותר של ריכוזי החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפוח נמצא בנחל חילזון, ועמד על 494 ננוגרם לגרם.

הרכב תערובת המזהמים וריכוזם היה שונה בין הנחלים וזאת בשל השונות המרחבית ושימושי הקרקע האופייניים לכל אגן היקוות. בכל הנחלים נמצא שריכוזי חומרי הדברה במי השיטפון חושפים את אוכלוסיית שוכני קרקעית הנחל לפוטנציאל רעילות אקוטית בינוני, בעוד שאוכלוסיות הסרטנאים והדגים לא נמצאות בסכנה אקוטית. המידע ממחקר זה ומסקנותיו מדגישים את הצורך בניטור סדיר של נחלי ישראל עבור מזהמים אורגניים שמקורם בפעילות חקלאית ועירונית כדי להעריך את ההשפעות האקו-טוקסיקולוגיות על הסביבה הנחלית ובהתאם לכך לצאת בהמלצות לקביעת מדיניות.

מבוא

בישראל ישנם כעשרה נחלי חוף מרכזיים הנשפכים לים התיכון. עד לאמצע המאה הקודמת מקור אספקת המים העיקרי לנחלי החוף היה טבעי, ואיכותם הייתה גבוהה. הגידול באוכלוסייה והפיתוח התעשייתי המואץ בשילוב עם שאיבת מי מעיינות והזרמת שפכים וקולחים הביאו לפגיעה במאזן ובאיכות של המים בנחלים ובמערכת האקולוגית הרגישה המתקיימת בסביבתם^[6]. מחקרים רבים הראו כי חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח לא מורחקים באופן מלא במהלך הטיפול בשפכים, ולכן נוכחים בקולחים המשוחררים לסביבה הנחלית או משמשים להשקיה של שדות חקלאיים, ומשם עלולים להגיע לסביבה הנחלית^[2,11]. סוג נוסף של חומרים שמזהמים את הסביבה הנחלית הם חומרי הדברה משדות חקלאיים ומשימוש לא חקלאי, שמגיעים לנחלים עם נגר עילי וסחף קרקעות. באזורים שיוורדים בהם משקעים לאורך כל השנה ניתן למדוד ריכוזים גבוהים של חומרי הדברה סמוך למועד פיזורם^[4,5,7]. לעומת זאת, באזורים צחיחים למחצה, כמו ישראל, אירוע הגשם המשמעותי הראשון יגרום

לשטיפת כמות גדולה של חומרי הדברה מהשטח המעובד אל הסביבה הנחלית [4].

מחקרים מהשנים האחרונות דיווחו על הימצאותן של תערובות מזהמים אורגניים בסביבה הנחלית והחופית בישראל ועל הסכנה הפוטנציאלית שהן מהוות לסביבות טבעיות אלה [3,8,9,10]. עם זאת, חסר מידע רב לגבי היקף התופעה, בעיקר מכיוון שחומרי הדברה, חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח אינם נבדקים כחלק מניטור הנחלים השוטף. מטרת המחקר המתואר במאמר היא לגשר על פער ידע זה תוך הרחבת היריעה למדידות של המזהמים על גבי החלקיקים המרחפים (suspended sediments) במספר נחלי חוף ישראלים באירוע שיטפון ראשון.

שיטות וחומרים

דוגמאות של מי שיטפון וחלקיקים מרחפים נאספו משבעה נחלי חוף מרכזיים בישראל (איור 1) במהלך אירוע השיטפון הראשון בכל נחל בשנה ההידרולוגית 2019/20 (הידרוגרפים המתארים את השתנות הספיקות בנחלים מוצגים בספח 1). בכל נחל נאספו שלוש דוגמאות בהפרש של כ-30 דקות. הדוגמאות אוחסנו בקירור שלושה ימים כדי לאפשר שקיעה והפרדה של החלקיקים. החלקיקים עברו ייבוש בהקפאה וכתישה. דוגמאות מי השיטפון והחלקיקים המרחפים עברו אנליזה באמצעות LC-MS/MS לזיהוי ולכמות של עשרות מזהמים אורגניים. פירוט נוסף על תהליך המיצי והאנליזה מופיע בספח 2.

איור 1. אגני ההיקוות ונקודות הדגימה (מסומנות) בנחלי החוף שנדגמו



איור 1
אגני ההיקוות ונקודות הדגימה (מסומנות) בנחלי החוף שנדגמו

תוצאות ודיון

נחלים שנדגמו פזורים לכל אורך קו החוף, החל בנחל חילזון בצפון ועד לנחל שקמה בדרום (איור 1). גודל אגני הניקוז, עוצמות

הגשם, משך אירועי הגשם ושימושי השטח (חקלאי או עירוני) השונים גרמו לכך שאירועי השיטפון נבדלים האחד מהשני במשכם ובעוצמתם (נספח 1). השיטפון הקצר ביותר היה בנחל שקמה ונמשך כ-15 שעות, והארוך ביותר היה בנחל אלכסנדר ונמשך כ-85 שעות. ספיקות השיא נעו בין כ-16 מ"ק לשנייה בנחל שורק לכ-118 מ"ק לשנייה בנחל חדרה. בארבעה נחלים (חילוון, חדרה, אלכסנדר ושקמה) האירועים שנדגמו היו בעלי הספיקות הגבוהות ביותר שנמדדו באותה שנה הידרולוגית (2019/20). אירועי שיטפון ראשון, במשכי זמן ובעוצמות זרימה שנמדדו, עלולים לגרום להסעה של מזהמים אורגניים מהסביבה החקלאית והעירונית לסביבה הנחלית עקב סחף קרקעות והזרמת קולחים לא מטופלים (בעקבות עומס על מתקני הטיפול בשפכים).

על אף התנאים המחמירים בניתוח הנתונים (נכללו רק חומרים שנמצאו מעל סף הכימות ביותר משתי דוגמאות מתוך שלוש דגימות באחד הנחלים), לא נמצאה אף דוגמה של מי שיטפון או של חלקיקים מרחפים שהייתה נקייה מחומרי הדברה או מהחומרים הרפואיים וממוצרי הטיפול שנבדקו. בדוגמאות מי השיטפון נמצאו 60 מזהמים – 47 חומרי הדברה ו-13 חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח (נספח 3) ובדוגמאות החלקיקים המרחפים נמצאו וכומתו 48 מזהמים – 42 חומרי הדברה ו-6 חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח (נספח 4). תערובת דומה של חומרי הדברה נמצאה בכלל הנחלים; עם זאת, חמישה קוטלי עשבים נמצאו רק בנחל בודד ולא באחרים: Terbacil ו-Linuron, Metribuzin נמצאו בדוגמאות מנחל שקמה, Trifluralin נמצא רק בנחל הקישון, ו-Hexazinone נמצא רק בנחל לכיש (נספחים 3 ו-4).

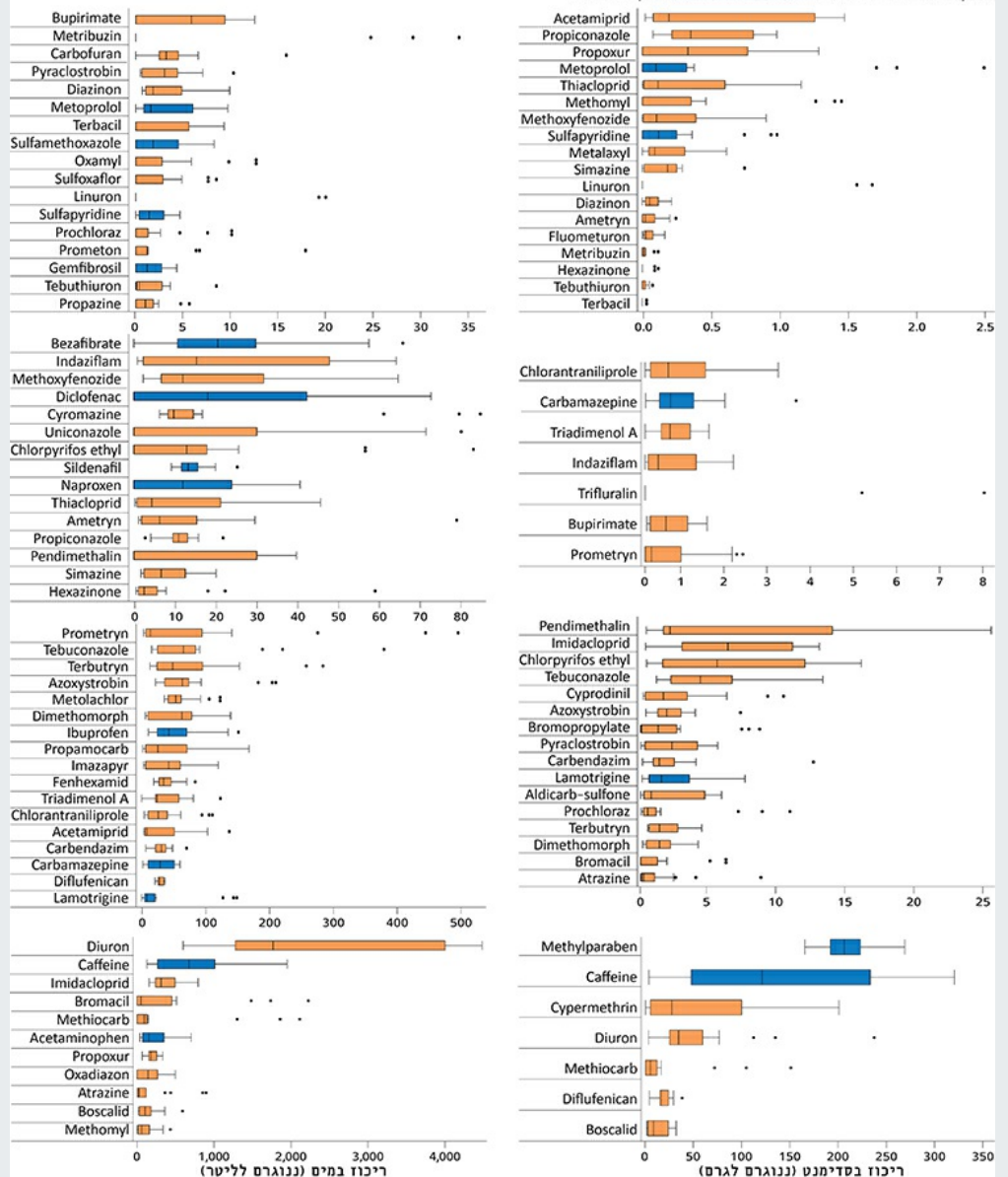


שר עד הלום במהלך אירוע שיטפון בנחל לכיש | צילום: איתמר מנדלב
מספר המזהמים שנמצאו בדוגמת מי שיטפון בודדת נע בין 44 בנחל הקישון ובנחל שקמה ועד ל-55 בנחל אלכסנדר. בדוגמאות החלקיקים המרחפים מספר המזהמים נע בין 32 בנחל חילזון ובנחל שקמה ועד ל-45 בנחלים שורק ולכיש. חשוב לציין שכמחצית מהמזהמים שנבדקו (33) נמצאו בכל דוגמאות מי השיטפון; 21 מזהמים נמצאו בכל דוגמאות החלקיקים המרחפים

(נספחים 3 ו-4). אנו מניחים כי יציבות סביבתית גבוהה יחסית ותפוצת שימוש נרחבת הן הגורמים המרכזיים לשכיחות הגבוהה של המזהמים האלה בכל הנחלים.

בדוגמאות מי השיטפון נמצאו המזהמים בטווח ריכוזים של חמישה סדרי גודל (10^{-1} – 10^4 ננוגרם לליטר; [איור 2](#)) ובדוגמאות החלקיקים המרחפים נמצאו המזהמים בטווח ריכוזים של ארבעה סדרי גודל (10^{-2} – 10^2 ננוגרם לגרם; [איור 2](#)). קוטל העשבים Diuron הוא המזהם שנמצא בריכוז הגבוה ביותר בדוגמאות מי השיטפון (3,436 ננוגרם לליטר), וזאת ככל הנראה בשל השימוש הנרחב בו ומאחר שהוא מפוזר בריסוס על פני תאי שטח גדולים. לעומת זאת, בדוגמאות החלקיקים המרחפים נמצא בריכוז הגבוה ביותר (207 ננוגרם לגרם) החומר המשמר Methylparaben, שיש בו שימוש נרחב בתעשיית הקוסמטיקה. שונות גדולה נצפתה גם בריכוז המזהמים בין הנחלים השונים (נספחים 3 ו-4). לדוגמה, ריכוז ה-Diuron בדוגמאות מי השיטפון בנחל הקישון היה גבוה פי 17.4 מזה שנמדד בנחל שקמה; בדוגמאות החלקיקים המרחפים יחס הריכוזים בין הנחלים היה 20.4. מספר המזהמים שלא נמצאה בהם שונות מובהקת בין הנחלים השונים נמוך. בדוגמאות מי השיטפון ארבעה מזהמים לא הראו הבדל מובהק בריכוז בין הנחלים השונים (Carbofuran, Diflufenican, Propoxur, Sildenafil), ובדוגמאות החלקיקים המרחפים שבעה מזהמים לא הראו הבדל מובהק בריכוז בין הנחלים השונים (Azoxystrobin, Diazinon, Imidacloprid, Lamotrigine). אנו משערים כי הסיבה לכך היא משך שהייה קצר יחסית של החלקיקים המרחפים במי השיטפון במהלך הזרימה בנחל. משך שהייה הקצר לא אפשר הגעה למצב של שיווי משקל מלא בתהליכי ספיחה ושחרור, והמזהמים שנשארו ספוחים לחלקיקים המרחפים היו בעלי אנרגיית הספיחה או הקישור החזקה ביותר.

איור 2. ריכוז חומרי הדברה (כתום) וחומרים רפואיים ומוצרי טיפוח (כחול) במי השיטפון (צד שמאל) ובחלקיקים המרחפים (צד ימין) באירועי שיטפון ראשון בנחלי החוף של ישראל הנחונים מוצגים בתרשימי קופסה עבור 21 דוגמאות מי הנחלים (שבעה נחלים, שלוש דגימות לכל נחל); n=21. נקודות חריגות (10,000–14,000 ננוגרם לליטר) של Diuron הושטו מהגרף השמאלי.



איור 2

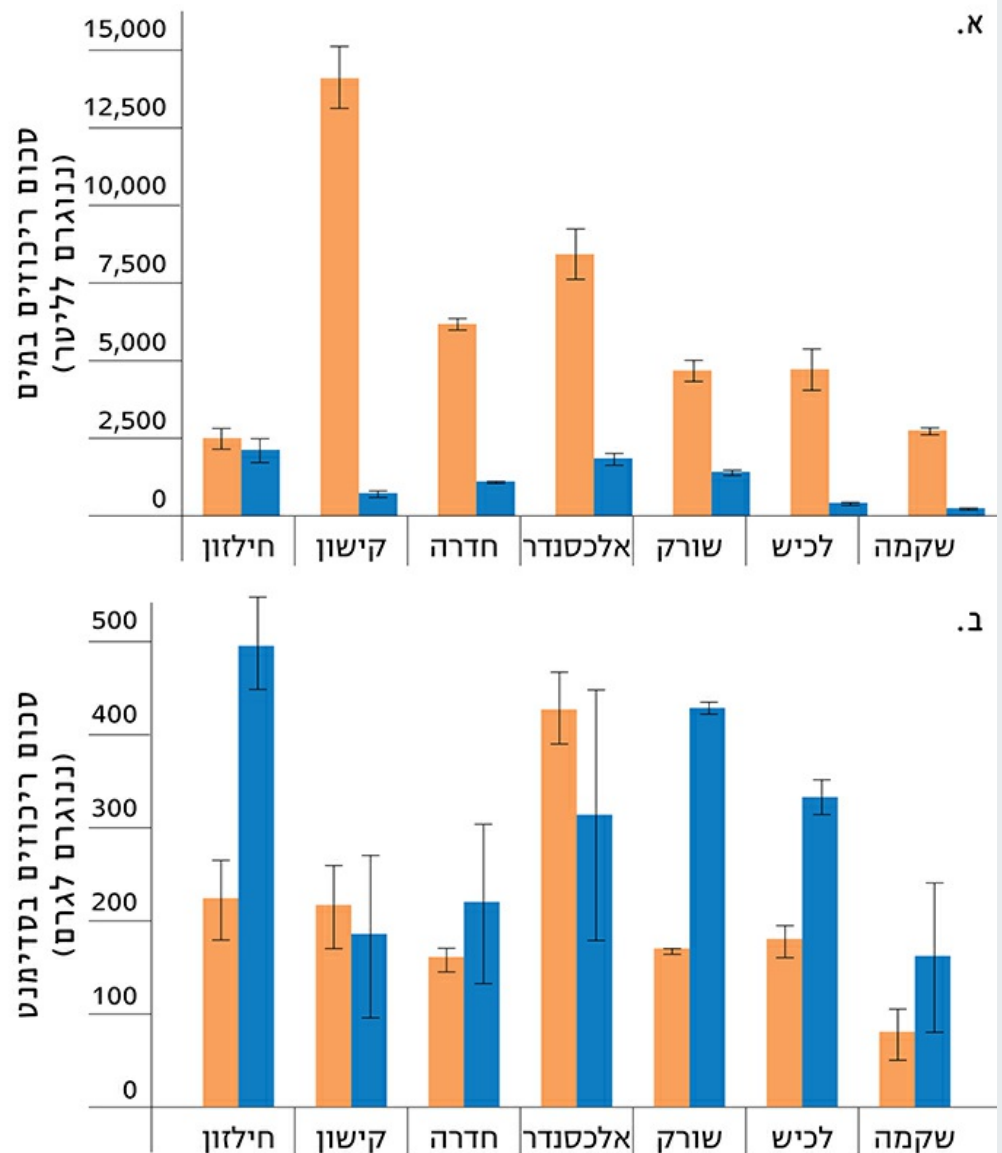
ריכוז חומרי הדברה (כתום) וחומרים רפואיים ומוצרי טיפוח (כחול) במי השיטפון (צד שמאל) ובחלקיקים המרחפים (צד ימין) באירועי שיטפון ראשון בנחלי החוף של ישראל

הנתונים מוצגים בתרשימי קופסה עבור 21 דוגמאות מי הנחלים (שבעה נחלים, שלוש דגימות לכל נחל); n=21. נקודות חריגות (10,000–14,000 ננוגרם לליטר) של Diuron הושטו מהגרף השמאלי.

בחינת ריכוזי המזהמים האורגניים אפשרה לנו להעריך את מידת הזיהום הכולל של חומרי הדברה וחומרים רפואיים ומוצרי טיפוח במי השיטפון ובחלקיקים המרחפים בנחלים השונים (איור 3). כאשר בוחנים בנפרד את סכום הריכוזים של חומרי הדברה ואת סכום הריכוזים של החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפוח בדוגמאות מי השיטפון ניתן לראות כי בין שתי קבוצות המזהמים יש הבדלים גדולים ומובהקים סטטיסטית בנחלים השונים. סכום הריכוזים של חומרי הדברה במי השיטפון של נחל הקישון היה הגבוה ביותר, ועמד על כ-13,900 ננוגרם לליטר, וסכום הריכוזים הגבוה ביותר של החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפוח נמצא בנחל חילזון ועמד על כ-2,090 ננוגרם לליטר. גם בדוגמאות החלקיקים המרחפים נמצאו הבדלים מובהקים

סטטיסטית. סכום הריכוזים של חומרי הדברה בחלקיקים המרחפים של נחל אלכסנדר היה הגבוה ביותר ועמד על 425 ננוגרם לגרם, והסכום הגבוה ביותר של ריכוזי החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול נמצא בנחל חילזון והיה 494 ננוגרם לגרם. ניתן לייחס את הבדלי הריכוזים בין הנחלים לשוני בין אגני ההיקוות מבחינת שימושי קרקע ומבחינת איכות הקולחים המשמשים להשקיה.

איור 3. סכום הריכוזים של חומרי הדברה (כתום) וחומרים רפואיים ומוצרי טיפוח (כחול) שנמצאו במי השיטפון (א) ובחלקיקים המרחפים (ב) באירועי שיטפון ראשון בנחלי החוף של ישראל הנתונים המוצגים הם ממוצע סכום הריכוזים ושגיאת תקן עבור שלוש דוגמאות מכל נחל.



איור 3. סכום הריכוזים של חומרי הדברה (כתום) וחומרים רפואיים ומוצרי טיפוח (כחול) שנמצאו במי השיטפון (א) ובחלקיקים המרחפים (ב) באירועי שיטפון ראשון בנחלי החוף של ישראל

הנתונים המוצגים הם ממוצע סכום הריכוזים ושגיאת תקן עבור שלוש דוגמאות מכל נחל.

בכל הנחלים שנדגמו נמצא שסכום הריכוזים של חומרי ההדברה במי השיטפון גבוה מסכום החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול. ההבדל הגדול בין שתי קבוצות החומרים היה בנחל הקישון (פי 19.7), והקטן ביותר נמצא בנחל חילזון (פי 1.2). לעומת זאת, בדוגמאות החלקיקים המרחפים המצב היה כמעט הפוך: בחמישה מתוך שבעת הנחלים (חילזון, חדרה, שורק, לכיש ושקמה) סכום הריכוזים של החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול היה גבוה יותר מסכום הריכוזים של חומרי ההדברה. ההבדל הגדול ביותר נמצא בנחל חילזון (פי 2.2), והקטן ביותר נמצא בנחל הקישון (פי 1.2). ממצא מעניין נוסף הוא שבכל הנחלים היחס בין סכום הריכוזים של החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול בחלקיקים המרחפים לבין ריכוזם במי השיטפון (המקביל לקבוע החלוקה; K_d) היה גבוה משמעותית מיחס זה עבור חומרי ההדברה. כלומר, לחומרים הרפואיים ולמוצרי הטיפול ישנה העדפה גדולה יותר לספיחה ולקישור לחלקיקים המרחפים מאשר לחומרי ההדברה. ההבדלים הגדולים ביותר נצפו בנחלים לכיש ושקמה, שקבועי החלוקה של החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול בהם היו גדולים פי 20–22 מאלה של חומרי ההדברה. אנו משערים שמכלול התכונות הפיזיו-כימיות של קבוצת החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול, התכונות והמאפיינים של החלקיקים המרחפים והכימיה של מי השיטפון הם הגורמים להעדפה גדולה יותר לספיחה של קבוצת החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול. נוסף על כך, אופן הגעת שתי קבוצות החומרים לשדה שונה; בעוד ששימוש בחומרי הדברה נעשה לרוב באופן חד-פעמי, חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח מגיעים לשדה החקלאי לאורך עונת ההשקיה. לדוגמה, הדברה בעזרת Diuron (בהתאם להמלצות השימוש) חושפת את הסביבה החקלאית לכ-240 גרם לדונם, בעוד שהשקיה שנתיית בקולחים חושפת את השדה החקלאי לכ-0.1 גרם לדונם של קפאין (חושב עבור ריכוז ממוצע של 220 ננוגרם לליטר ^[1] והשקיה שנתיית של 500 מ"מ). הריכוז ואופן החשיפה השונים עשויים להשפיע על הגורל והקישור שלהם בקרקע ומכאן ההשפעה על קבוע החלוקה הנצפה.

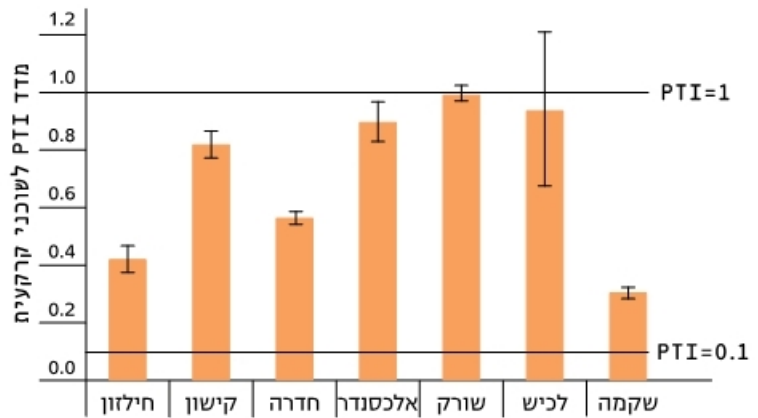


גשם המשמעותי הראשון בכל שנה סוחף עימו כמות גדולה של חומרי הדברה משטחים חקלאיים מעובדים מדד הרעילות האקוטית עבור חומרי הדברה (PTI - Pesticide Toxicity Index; [נספח 2](#)) חושב עבור דגים, סרטנאים ושוכני קרקעית (Benthic invertebrates). רק עבור שוכני קרקעית נמצא כי ערך ה-PTI היה בין 0.1 ל-1, המוגדר כבעל פוטנציאל רעילות בינוני ([איור 4](#)). הרעילות הגבוהה ביותר נמצאה בנחל שורק (PTI=0.99) והנמוכה ביותר בנחל שקמה (PTI=0.30). חשוב לציין שחשיפת בעלי חיים שוכני קרקעית במשך 96 שעות לסביבה ברעילות PTI=1, המוגדרת כרעילות גבוהה, צפויה להביא לתמותה של 50% מהאוכלוסייה. כלומר, במהלך אירועי השיטפון שנדגמו נחשפה קבוצה טקסונומית זו לחומרי הדברה בריכוזים שצפויים להביא לפגיעה משמעותית בה. נוסף על כך, חשוב להדגיש שמדדי הרעילות חושבו אך ורק עבור חומרי ההדברה שנמצאו בדוגמאות במי השיטפון. חומרים רפואיים, מוצרי טיפוח ומזהמים נוספים שנמצאים במי השיטפון לא נכללו בחישובים. כמו כן, המזהמים הספוחים לחלקיקים המרחפים (כולל חומרי ההדברה) לא נכללו בחישובי הרעילות. יתרה מכך, יש צורך להתייחס גם למדדי רעילות כרונית ולהשפעתם ארוכת-הטווח (לא בוצע במחקר זה).

איור 4. מדד רעילות אקוטית עבור חומרי ההדברה (PTI) לשוכני

קרקעית באירועי שיטפון ראשון בנחלי החוף של ישראל

המדד חושב עבור חומרי ההדברה המומסים במי השיטפון בלבד. מוצגים הממוצע ושגיאת התקן עבור שלוש דוגמאות מכל נחל.



במי השיטפון גבוה מסכום החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול. ההבדל הגדול בין שתי קבוצות החומרים היה בנחל הקישון (פי 19.7), והקטן ביותר נמצא בנחל חילזון (פי 1.2). לעומת זאת, בדוגמאות החלקיקים המרחפים המצב היה כמעט הפוך: בחמישה

איור 4

מדד רעילות אקוטית עבור חומרי ההדברה (PTI) לשוכני קרקעית באירועי שיטפון ראשון בנחלי החוף של ישראל

המדד חושב עבור חומרי ההדברה המומסים במי השיטפון בלבד. מוצגים הממוצע ושגיאת התקן עבור שלוש דוגמאות מכל נחל.

סיכום ומסקנות

מחקר זה מדווח לראשונה על הרכב תערובות מזהמים אורגניים בפרקציה הספוחה והמומסת באירועי שיטפון ראשון בנחלי חוף מרכזיים בישראל. תערובות מזהמים, הכוללות עשרות חומרים שונים בטווח ריכוזים רחב, נמצאו בכל אחת מדוגמאות מי השיטפון והחלקיקים המרחפים. הימצאות תערובות המזהמים בתפוצה כה רחבה מעידה כי זליגת החומרים האלה לסביבה הטבעית אינה מקרה נקודתי אלא תופעה בקנה מידה ארצי. ההבדלים בריכוזי המזהמים בין הנחלים השונים נובעים מאופן השימוש בכל חומר, משימושי קרקע שונים, מאיכות הקולחים להשקיה בכל אגן היקוות ומאופן הממשק והניהול של כל נחל. עוד נמצא כי קבועי החלוקה (יחס הריכוז בחלקיקים המרחפים לריכוז במי שיטפון) של החומרים הרפואיים ומוצרי הטיפול גדולים מאלה של חומרי ההדברה. הדבר עשוי להשפיע על תנועתם במורד הזרימה ואף על זמינותם לפירוק. כמו כן, נמצא שאירועי השיטפון הראשונים של החורף חושפים את אוכלוסיות שוכני הקרקעית בכל הנחלים לחומרי הדברה בריכוזים שצפויים לפגוע בהן.

נכון להיום, חומרי הדברה, חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח לא נבדקים באופן שגרתי כחלק ממערך ניטור הנחלים בישראל, ואין תקינה עבור קבוצות החומרים האלה בתקנות איכות מי נחלים בארץ ובעולם. מחקר זה קורא לניטור סדיר של מזהמים בנחלי ישראל כדי שנוכל לכמת את ההשפעות האקו-טוקסיקולוגיות שלהם על הסביבה הנחלית ולצאת בהמלצות לקביעת מדיניות.

הלכה למעשה

גיא רשף, סמנכ"ל, מנהל חטיבת השירות ההידרולוגי, הרשות הממשלתית למים וביוב:

רשות המים מנטרת מזה שנים רבות חומרי הדברה בנחלי ישראל המשמשים מקורות מי שתייה וחקלאות. הניטור מתבצע בנחלים המזינים את מפעלי התפסה של מי השיטפונות באגנים מנשה, שקמה והבשור. תוכנית ניטור מקיפה קיימת גם באגן הכינרת. בעקבות ממצאי הניטור פעלו נציגי משרד הבריאות, המשרד להגנת הסביבה ורשות המים להגביל את השימוש בחומרי ההדברה העיקריים שנמצאו במי הנחלים (אטרזין וסימזין) באזורים בעלי רגישות הידרולוגית גבוהה. יש לציין שניתוח ממצאי ניטור רב-שנתי של חומרי הדברה במי התהום של ישראל לא מצביע על בעיה אקוטית של זיהום בחומרי הדברה. הרשויות ממשיכות להוציא משימוש חומרי הדברה מזהמים ולאשר במקומם חומרים ידידותיים לאדם ולסביבה. ניטור חומרים אורגניים שמקורם בקולחים מתבצע באופן סדיר במי התהום באזורים המושקים בקולחים. הממצאים עד כה לא מראים על הצטברות של החומרים, ורשות המים ממשיכה במעקב. נכון לנקודת זמן זו לא נראה שבשנים הקרובות תקודם בעולם אסדרה לחומרים אורגניים שמקורם בקולחים בהקשר של השקיה חקלאית.

עמיר יצחקי, ראש המערך הארצי לבריאות הסביבה, משרד הבריאות:

הסמכות בנושא איכות מי הנחלים והשימושים בהם נמצאת במשרד להגנת הסביבה. משרד הבריאות תומך בניטור סדיר של מזהמים בסביבה ובכלל זה בנחלי ישראל, ומיעץ למשרד להגנת הסביבה לגבי הערכת ההשפעות על בריאות הציבור.

חדירת מזהמים למי הנחלים, בייחוד בגשמים הראשונים, ידועה בארץ ובעולם. אין פתרון פשוט, קל וזול לצמצום כמויות המזהמים, אך משרדנו פועל לשמירה על בריאות הציבור בהיבט זה במספר דרכים:

- הכוונת הרשויות לשיפור תשתיות הובלה וטיפול בביוב.
- מניעת חיבורי כלאיים בין מערכות ניקוז למערכות ביוב.
- צמצום הפוטנציאל לזיהום מים עיליים ומי תהום מתכשירי הדברה מובא בחשבון בתהליך רישום תכשירי הדברה להגנת הצומח. בשנים האחרונות הופסק השימוש של רבים מהתכשירים האלה בגלל פוטנציאל זיהום מקורות מים או רעילות לסביבה או לאדם. חלק מחומרי ההדברה שנמצאו במי נחלים במחקר הנדון אסורים לשימוש כיום (פרופוקסור, סימזין ודיאזינן) או שהשימוש בהם יוגבל (כלורפיריפוס וקרבנדיזים), ולכן צפויה ירידה בהיקף הזיהום הסביבתי מחומרים אלה.
- משרד הבריאות שותף בוועדה ברשות המים האחראית על מתן צווי הזרמה לנחלים ובוועדה במשרד להגנת הסביבה האחראית על מתן היתרי הזרמת מזהמים לים.

כדי למנוע סיכונים לבריאות הציבור, כאשר מגיע למשרדנו מידע לגבי הזרמה צפויה של מזהמים לנחל או ישירות לים, אנו פועלים לאזהרת הציבור ובמידת הצורך לסגירת חופי רחצה שהזיהום עלול להגיע אליהם.

נוסף על כך, ישנם מצבים שזיהום בים מחייב אותנו לדרוש הפסקת עבודה זמנית של מתקן התפלה עד לפיזור המזהמים והחזרת המצב לקדמותו.

מקורות

1. Ben Mordechay E, Mordehay V, Tarchitzky J, et al. 2021. Pharmaceuticals in edible crops irrigated with reclaimed wastewater: Evidence from a large survey in Israel. *Journal of Hazardous Materials* **416**: 126184.
2. Miège C, Choubert JM, Ribeiro L, et al. 2009. Fate of pharmaceuticals and personal

- care products in wastewater treatment plants – Conception of a database and first results. *Environmental Pollution* **157**(5): 1721-1726.
3. Navon G, Kaplan A, Avisar D, et al. 2020. Assessing pharmaceutical contamination along the Mediterranean and Red Sea coasts of Israel: Ascidians (Chordata, Ascidiacea) as bioindicators. *Marine Pollution Bulletin* **160**: 111510.
 4. Olsson O, Khodorkovsky M, Gassmann M, et al. 2013. Fate of pesticides and their transformation products: First flush effects in a semi-arid catchment. *CLEAN Soil Air Water* **41**(2): 134-142.
 5. Pereira WE and Rostad CE. 1990. Occurrence, distributions, and transport of herbicides and their degradation products in the Lower Mississippi River and its tributaries. *Environmental Science and Technology* **24**(9): 1400-1406.
 6. Tal A and Katz D. 2012. Rehabilitating Israel's streams and rivers. *International Journal of River Basin Management* **10**(4): 317-330.
 7. Thurman EM, Goolsby DA, Meyer MT, et al. 1991. Herbicides in surface waters of the Midwestern United States: The effect of spring flush. *Environmental Science and Technology* **25**(10): 1794-1796.
 8. Topaz T, Egozi R, Eshel G, et al. 2018. Pesticide load dynamics during stormwater flow events in Mediterranean coastal streams: Alexander stream case study. *Science of the Total Environment* **625**: 168-177.
 9. Topaz T, Boxall A, Suari Y, et al. 2020. Ecological risk dynamics of pharmaceuticals in micro-estuary environments. *Environmental Science and Technology* **54**(18): 11182-11190.
 10. Topaz T, Egozi R, Suari Y, et al. 2020. Environmental risk dynamics of pesticides toxicity in a Mediterranean micro-estuary. *Environmental Pollution* **265**(B): 114941.
 11. Wang J and Wang S. 2016. Removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) from wastewater: A review. *Journal of Environmental Management* **182**: 620-640.

קריאה נוספת

מאמרים המציגים את ריכוזם של חומרי הדברה וחומרים רפואיים במהלך אירועי שיטפון באסטואר נחל אלכסנדר ומנתחים את פוטנציאל הרעילות של תערובות המזהמים.

Topaz T, Boxall A, Suari Y, et al. 2020. [Ecological risk dynamics of pharmaceuticals in micro-estuary environments](#). *Environmental Science and Technology* **54**(18): 11182-11190.

Topaz T, Egozi R, Suari Y, et al. 2020. [Environmental risk dynamics of pesticides toxicity in a Mediterranean micro-estuary](#). *Environmental Pollution* **265**(B): 114941.

דו"ח המפרט את הניטור הכימי המבוצע פעמיים בשנה בתחנות קבועות במספר נחלים.

המשרד להגנת הסביבה. 2021. [דו"ח ניטור נחלים](#).

נספחים (זמינים באתר)

נספחים 4-1

[להורדה](#)