

פסולת פלסטיק, השווה ל־66 מיליון בקבוקי פלסטיק, בחמש השנים הבאות. קבוצת החברות השותפות ב־NextWave צעדה צעד נוסף קדימה, והחליטה להקטין שימוש בפלסטיק במוצרי החברות, והיא אף שואפת לבטל כליל את השימוש שלהן בפלסטיק לא ממוחזר וכך לצמצם את מִדְרֵךְ הפלסטיק שלהן. ליוזמה שותפים חברות כמו ג'נרל מוטורס, Trek Bicycle, Interface, Van de Sant, Humanscale, ו־Herman Miller, ומוסדות ציבור ובהם UN Environment, New Material Institute, ו־The Zoological Institute. בעוד החברות באופן טבעי מתחרות ביניהן על מכירת מוצריהן, הערך במיזם NextWave הוא דווקא בעקרון הקוד הפתוח (open source). כל חברה מעמידה ידע שפיתחה לרשות הכלל, וכך מעודדת ומזמינה שיתוף פעולה לטובת כלל החברה האנושית, ובמקרה שלנו לטובת שימור הסביבה הימית. יש לקוות שחברות נוספות יאמצו את המודל ויצטרפו ליוזמה, מכיוון שנדרש מאמץ קולקטיבי ליישם מודל בר־קיימא להוצאת הפלסטיק מהים במקביל להליך גמילה מוחלטת מפלסטיק.

מקורות

- [1] The Ellen Mc Arthur Foundation. 2017. The new plastics economy: Rethinking the future of plastics and catalysing action. www.bit.ly/rethinking-plastic.
- [2] Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, et al. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347(6223): 768-771.
- [3] Lonely Whale. #CLEANSEAS – A campaign from The UN Environment Programme. www.lonelywhale.org/clean-seas.
- [4] Ocean Conservancy. The story of plastic is the story of all of us.
- [5] UNEP. 2017. UN Declares war on ocean plastic. www.unep.org/unepmap/un-declares-war-ocean-plastic.
- [6] Wilcox C, Van Sebille E, and Hardesty BD. 2015. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *PNAS* 112(38): 11899-11904 .

כמות עצומה זו מתפרקת לאין־ספור חתיכות פלסטיק, ויצורים ימיים טועים לחשוב שהן מזון. לאורך זמן מועבר הזיהום בשרשרת המזון, וגורם לפגיעה אנושה בביומסה הימית ואף בבני האדם. אחד המחקרים חזה כי עד 2050 יסבלו 99% מכל מיני הציפורים הימיות מבליעת פסולת פלסטיק, אם מגמת הזיהום תימשך [6].

התחזיות הלא מעודדות מצביעות על כך שכמות הפלסטיק שאנו מייצרים וצורכים כל שנה תוכפל בתוך עשר שנים, וכמות פסולת הפלסטיק בים תגיע ל־250 מיליון טונות [4]. החדשות הטובות – כן, יש כאלה – הן שניתן לצמצם את שטף זיהום הפלסטיק אל הים, ואף אולי לנקות את הים מהפלסטיק שבו. הדבר דורש מאמץ של ממשלות, חברות, ארגונים ירוקים ושל כל אחד מאיתנו [3]. גם אם נראה שכל פעולה היא כטיפה בים, הרי החלופה הרת אסון: חוקרים צופים שאם המגמה לא תשתנה, בשנת 2050 תימצא בים יותר פסולת פלסטיק מאשר דגים [5, 1].

גם יצרניות מוצרים ואריות פלסטיק חייבות להירתם למאמץ הקולקטיבי במטרה להקטין את מִדְרֵךְ הפלסטיק למינימום. חברת דל (DELL) בשיתוף עם עמותת **The Lonely Whale** החלה ב־2015 להוביל יוזמה לצמצום הפליטה המתמשכת של פסולת פלסטיק לים ולקדם מודל שיתמוך בצרכים של סביבות מחיה לאורך החוף. ליוזמה זו קדמו שנתיים של עבודה מאומצת, שבמהלכן בדקה החברה ופיתחה בהצלחה מערך וטכנולוגיה לאיסוף, לעיבוד ולשילוב פסולת פלסטיק ימי לתוך האריות שלה. כיום עשויות כל אריות המחשבים וציוד הקצה של דל מפלסטיק ממוחזר, המכיל 25% פסולת פלסטיק שנאסף מהים. הדבר ניכר בחוסר שלמות ובפגמים לכאורה הנראים באריות הפלסטיק העוטפות את המוצרים.

לאור הצלחת המיזם שיתפה דל את הידע עם חברות נוספות, וכך נולדה **יוזמת NextWave**, שמטרתה לפתח טכנולוגיה ומערך אספקה בר־קיימא של פלסטיק ימי ראשון מסוגו. בדרך זו מצפים ב־NextWave למנוע בשלב הראשון כניסה לים של 1,500 טונות

חקלאות והסטת זרימות הן שמורידות את מפלס הכינרת, ולא הבצורת

מיכאל וויין*^[1], אלון רימר ז"ל^[2] ויונתן לרון^[1]

^[1] המחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי,

אוניברסיטת בן־גוריון בנגב

^[2] המעבדה לחקר הכינרת ע"ש יגאל אלון,

חקר ימים ואגמים לישראל

* wine@post.bgu.ac.il

התקופה שאנו חיים בה, האנתרופוקן, מאופיינת בהשפעה חסרת תקדים של בני האדם על כדור הארץ. לפני תקופת האנתרופוקן ניתן היה להניח שממוצעי אקלים רב־שנתיים מעשורים קודמים יישארו תקפים לעשורים הבאים. אם יהיה שינוי בממוצעים, הוא יתקיים בגבולות הנתונים ההיסטוריים המוכרים [3]. כיום, בשל התנדדותיות החריפה במשקעים השנתיים, גוברת התלות של רשויות המים בכל רחבי העולם בתחזיות המבוססות על מודלים פיזיקליים. יתרה מכך, המרווח בין משאבי המים הזמינים לבין צורכי האדם הצטמצם (בין השאר בגלל גידול האוכלוסייה, חלוקת משאבים לא מיטבית, ירידה בכמות המשקעים דווקא באזורים שהתלות



רצועת החוף הדרום-מזרחית של הכינרת נחשפת בעקבות ירידת המפלס. נובמבר 2018 | צילום: נדב בקין

בקצה

שהירידה בספיקות הנכנסות לכינרת התרחשה בתקופה שחלו בה גידול בשטח החקלאי המושקה באגן ניקוז של גשר הפקק שנמצא בקצה הדרומי של עמק החולה (מ² 160 קמ"ר בשנות ה-80 ל-2007 קמ"ר ב-2017), הכפלת שאיבת מי תהום (מ³ 18 מלמ"ק בשנת 2000 ל-39 מלמ"ק ב-2017) וגידול בנפח המאגרים (במעל 40 מלמ"ק מאז שנות ה-70).

המודלים שבנינו מצביעים על כך שגורמי אקלים לבדם אינם יכולים להסביר את הירידה במפלס הכינרת. מהתוצאות עולה שלולא ההתערבות האנתרופוגנית, מפלס הכינרת היה נשאר יציב על אף הבצורות של השנים האחרונות. יתרה מזאת, אם תצומצם צריכת המים באגן הניקוז של הכינרת, מפלס האגם יעלה וייתייצב במפלס עליון, והזרימה לירדן התחתון תחודש תוך שנים בודדות. תוצאות אלה הן עדות ברורה למעשי האדם שהובילו למצבה העגום של הכינרת, ימת המים המתוקים היחידה של מדינת ישראל.

ד"ר אלון רימר, שותפנו למחקר, הלך לעולמו בטרם עת. ד"ר רימר עסק רבות בחקר משאבי מים ובאגן הכינרת בפרט ותרם רבות לידע שלנו בתחום. יהי זכרו ברוך.

מקורות

- [1] Givati A and Rosenfeld D. 2007. Possible impacts of anthropogenic aerosols on water resources of the Jordan river and the Sea of Galilee. *Water Resources Research* 43: 1-15.
- [2] Klein M. 1998. Water balance of the Upper Jordan River basin. *Water International* 23: 244-248.
- [3] Milly PCD, Betancourt J, Falkenmark M, et al. 2008. Stationarity is dead: Whither water management? *Science* 319: 573-574.
- [4] Rimmer A, Givati A, Samuels R, and Alpert P. 2011. Using ensemble of climate models to evaluate future water and solutes budgets in Lake Kinneret, Israel. *Journal of Hydrology* 410: 248-259.
- [5] Wine ML, Rimmer A, and Laronne JB. 2019. Agriculture, diversions, and drought shrinking Galilee Sea. *Science of the Total Environment* 651: 70-83.

במשקעים גבוהה), ולכן התלות ביכולת החיזוי הפכה משמעותית יותר לתכנון משק המים. אחד האתגרים של דורנו בתחום משאבי המים הוא להבין את החשיבות היחסית של הגורמים המשפיעים על השינויים בכמות המים הזמינה. גורמים אלה כוללים את ההבדלים הטבעיים בין השנים, שינוי האקלים בעקבות פליטות גזי חממה, והשפעות אנתרופוגניות ישירות, כגון הקמת סכרים, שאיבת מי תהום וגידול בשטח חקלאי מושקה. הבנה משולבת של כל הגורמים מאפשרת לתכנן ולהבטיח אספקת מים לשנים הבאות.

בהקשר זה, אחד ממשאבי המים היקרים ביותר בכדור הארץ הוא אגמים; בכל יבשת מיושבת בכדור הארץ אגמים מצטמקים או מתייבשים. כיוון שמספר הגורמים הטבעיים והאנתרופוגניים המשפיעים על הצטמקות אגמים רב, קשה לאמוד אילו הם הגורמים העיקריים שאחראים לתופעה, ולכן במקרים רבים הרשויות אינן רואות עצמן כאחראיות לה. באגמים הנמצאים באגני ניקוז באזורים צחיחים חוצי-גבולות, שהקצאת המים בהם אינה קבועה, לכל בעל זיקה ישנו אינטרס משמעותי בתהליכים העיקריים שמשפיעים על משאבי המים. לבעלי זיקה במורד הזרם חשוב שתהיה "הקצאה צודקת" של מים באגן הניקוז ויכולת להבדיל בין השפעות אקלים לבין צריכת מים של בעלי זיקה אחרים.

במקרים רבים, כשאגם מתייבש, האחראים על ניהולו מצביעים על גורמים שהם מחוץ לשליטתם, כגון שינוי האקלים, הכולל ירידה בכמות המשקעים ועלייה בטמפרטורה. עם זאת, הם מתעלמים מכך שבו בזמן הם מאפשרים הקמת מאגרים וקידוחים חדשים המיועדים להגדלת שטחים חקלאיים.

הכינרת היא אחד מגופי המים המתייבשים, אך הדיון המדעי והציבורי בגורמי ההתייבשות מתמקד בבצורת ובהשפעות אקלים במקום בגורמים האנושיים, שכפי שנראה כאן, הם הגורמים העיקריים להתייבשות^[4,1]. מדינת ישראל לעיתים אינה חולקת מידע על משאבי מים באגני ניקוז חוצי-גבולות^[2], לטענתה מסיבות של ביטחון פנים. מצב זה יכול להסביר מדוע לא בוצעו מחקרים רבים כדי להבין את הגורמים להתייבשות של הכינרת, אך על פי שמפלסה מתקרב מאוד לקו השחור (22 ס"מ מעליו, נכון למועד כתיבת שורות אלה).

עקב הירידה הדרסטית במפלס הכינרת, ולמרות המחסור בנתונים, ניסינו להעריך את חלקו היחסי של כל גורם המוביל לירידה זו. לאחרונה פורסמו ממצאינו בכתב עת בין-לאומי^[5]. המחקר בחן את החשיבות היחסית של שינוי האקלים והעלייה בצריכת המים בישראל ובלבנון לירידה במפלס הכינרת. השתמשנו בנתונים הידרומטריים של ספיקות מים בנחלים, במדידות גשם (ברמת הגולן ובמעייני ברוך), בחישה מרחוק (להערכת התאדות ודיות) ובמודלים לבחינה ראשונית של שאלה זו. לא זיהינו ירידה בספיקות של סך כל יובלי הירדן המתכנסים בשדה נחמיה. נוסף על כך, לא זוהתה עלייה משמעותית בצריכת המים בלבנון. מסתבר,

תגובה הנתונים הרשמיים של מדינת ישראל מראים בדיוק הפוך

עמיר גבעתי

השירות ההידרולוגי, רשות המים
amirg@water.gov.il

לסיכום, המאמר איננו מבוסס על נתונים הידרולוגיים ועל נתוני צריכת מים כנהוג בהצגת תזה מדעית. בפועל, המצב הפוך מהמתואר בן: שינוי האקלים גרם לירידה בכמויות המשקעים, לשינוי באופי המשקעים ובפריסתם ושינוי ביחס בין הגשם לנגר ולמילוי החוזר. בתגובה למגמת התייבשות זו הפחיתה מדינת ישראל באופן ניכר את הפקת המים מהאגם עצמו ומאגן ההיקוות. היות שהתהליכים ההידרו־אקלימיים באזורנו כה משמעותיים, ניתן לראות את ביטויים במקורות המים הטבעיים שלנו למרות הפחתת הפקת המים.



מדידת מפלס האגם, בחוף גלי כינרת | צילום: עמיר גבעתי

המחקר, שעיקריו הוצגו כאן, איננו מבוסס על מדידות הידרולוגיות ועל נתוני צריכת מים, אלא על השערות ועל הדמיות. הנתונים הרשמיים של מדינת ישראל מראים בדיוק הפוך:

- א. ירידה מובהקת של כ-25% בכמויות המשקעים בגליל העליון וברמת הגולן (כפי שגם המחברים מודים).
- ב. ירידה מובהקת לאורך השנים בשפיעת המעיינות הגדולים המזינים את הכינרת (הדן והבניאס). מעיינות אלה אינם מושפעים מחקלאות ומשאיבה, מכיוון שבאזור ההזנה שלהם (רכס החרמון) אין פעילות אנושית.
- ג. ירידה דרמטית בשאיבה מהכינרת. ירידה מכ-400 מלמ"ק בשנה שנשאבו למוביל הארצי עד לפני כחמש שנים, לכ-20 מלמ"ק בשנה בלבד כיום. השאיבה הנוספת מהאגם לשימושים האחרים (ממלכת ירדן, עמק הירדן, עיריית טבריה, הירדן הדרומי) נותרה בעינה (90–100 מיליון מ"ק).
- ד. פחיתה בצריכת המים באגן ההיקוות של הכינרת. ההפקה במעלה הכינרת (מים עיליים ומי תהום, כולל הפקה בלבנון) מסתכמת ב-200 מלמ"ק בשנה. סקר מפורט שביצעה רשות המים בשנים האחרונות מראה שכמויות אלה פחתו ב-30 השנים האחרונות.



בכרמל התרחשו ב-40 השנים האחרונות מספר שרפות גדולות. האחרונה, בנובמבר 2016, הייתה ייחודית, היות שפרצה בשטחי חורש בתחום העיר חיפה, פגעה בשטח של כ-1,200 דונם בקו התפר בין העיר והשטח הפתוח, וגרמה לפינוי של כ-60,000 תושבים ולנזק רב לרכוש^[4]. זו הייתה השרפה הראשונה מסוג זה בישראל, והחשש הוא שגידול האוכלוסייה ושינוי האקלים עלולים לגרום לאירוע כזה לחזור על עצמו.

מדי שנה מתרחשות בישראל בממוצע כ-1,000 שרפות, מרביתן הרחק מאזורים עירוניים צפופים^[5]. הגורם העיקרי לשרפות בישראל הוא האדם, אם בעקיפין ואם בצורה ישירה. המערכת האקולוגית הים תיכונית מועדת לשרפות יער וחורש. שינויים בכיסוי הצומח

הקטנת הרגישות לשרפות ושיקום שטחי יער וחורש במרחבים עירוניים – חקר מקרה חיפה

עדי לוי^{1,2*}, אלה סגל קמינר¹, אורלי ששון³
ואסף שוורץ³

^[1] האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

^[2] בית הספר למדעים, המכללה האקדמית אחוה

^[3] הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

* adi.levi@isees.org.il