

- [7] Johnson M. 2010. Designing the edge - Creating a living urban shore at Harlem River Park. New York: NYC Parks & Recreation and Metropolitan Waterfront Alliance.
- [8] Naylor LA, Venn O, Coombes MA, et al. 2011. Including ecological enhancements in the planning, design and construction of hard coastal structures: A process guide. Report to the Environment Agency (PID 110461). University of Exeter.
- [9] Perkol-Finkel S and Sella I. 2014. Ecologically active concrete for coastal and marine infrastructure: Innovative matrices and designs. [www.tinyurl.com/ICE-EcologicallyActiveConcrete](http://www.tinyurl.com/ICE-EcologicallyActiveConcrete). In press.
- [10] Rilov G, Yahel G, and Shefer D. 2013. Forming the basis for marine reserves along the Israeli Mediterranean coast to conserve biodiversity of an ecosystem in peril. A report for the Israel Nature and Parks Authority. Haifa: National Institute of Oceanography, Israel Oceanographic and Limnological Research.
- Biology and Ecology* 400(1-2): 302-313.
- [3] Dugan JE, Airoidi L, Chapmanet MG, et al. 2011. Estuarine and coastal structures: Environmental effects. A focus on shore and nearshore structures. In: Wolanski E, Elliott M, and Dugan JE (Eds). Treatise on estuarine and coastal science: 8. Human-induced problems (uses and abuses): Elsevier New York: Elsevier.
- [4] Dyson KL. 2009. Habitat enhancing marine structures: Creating habitat in urban waters (Master of marine affairs thesis). University of Washington.
- [5] Goff M. 2010. Evaluating habitat enhancements of an urban intertidal seawall: Ecological responses and management implications (MSc thesis). University of Washington.
- [6] Firth LB, Thompson RC, Abbiati M, et al. 2014. Between a rock and a hard place: Environmental and engineering considerations when designing flood defense structures. *Coastal Engineering*. [www.dx.doi.org/10.1016/j.coasteng.2013.10.015](http://www.dx.doi.org/10.1016/j.coasteng.2013.10.015). In press.



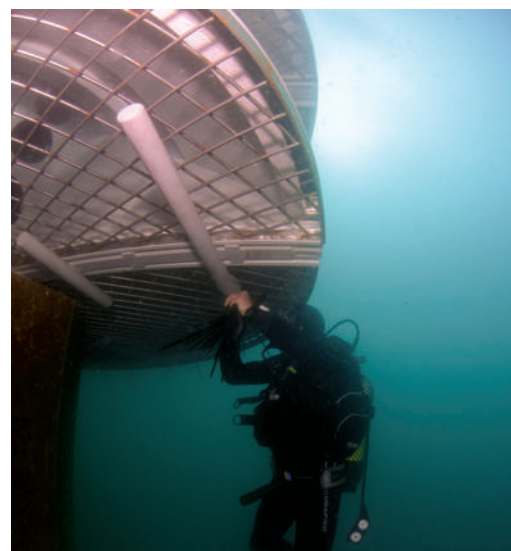
התפלת מי ים חיונית לאבטחת אספקת המים של ישראל, אך השפעתה על הסביבה הימית רחוקה מלהיות ברורה. כיום, מחצית מהמים לצריכה ביתית ותעשייתית בישראל מקורם בים התיכון. ארבעה מתקני התפלה ממוקמים לאורך החוף ופועלים בשיטת האוסמוזה ההפוכה: אשקלון (120 מלמק"ש [מיליון מ"ק בשנה]), פלמחים (90 מלמק"ש לאחר סיום הרחבת המפעל), שורק (150 מלמק"ש) וחדרה (127 מלמק"ש). שני האחרונים הם הגדולים מסוגם בעולם. מתקן נוסף באשדוד נמצא בשלבי הקמה מתקדמים, ובגליל המערבי מתוכנן מפעל נוסף. המתקנים שואבים מים במרחק של ק"מ אחד מהחוף. המפעלים אשקלון וחדרה מזרימים את הרכז על קו החוף במקביל או לאחר מיהול במי קירור של תחנות הכוח, והמפעלים פלמחים ושורק מזרימים את הרכז דרך מוצא ימי במרחק של 0.9 ו-1.9 ק"מ מהחוף, בהתאמה. יעילות התהליך היא כ-50%, משמע, כמות מי הים הנשאבים כפולה מכמות מי המוצר המותפלים, ולרכז מליחות כפולה ממליחות מי הים. הרכז מכיל גם חומרים נלווים, כימיקלים המשמשים בתהליך ההתפלה כגון מקרישים (coagulants), מעכבי שיקוע (anti-scalants), שאריות מלחים מנטרול חומצות ובסיסים המשמשים לניקוי הממברנות, וחומרים להתאמת ערך ההגבה (pH).

התפלת מי ים היא תחום דינמי, המתפתח ומשתנה במהירות, בשל פיתוחים טכנולוגיים שהפכו את התהליך לכדאי כלכלית, ולנוכח הגידול בביקוש למים בעקבות גידול האוכלוסייה ושינויים בהרגלי הצריכה. מספר המאמרים המדעיים המתארים בצורה

## התפלה והסביבה הימית - עתיד בר-קיימא?

נורית קרס\*, אפרת שהם-פרידר ובלה גליל

חקר ימים ואגמים לישראל, המכון הלאומי לאוקיאנוגרפיה  
nurit@ocean.org.il\*



פתח צינור שאיבת מי הים במתקן ההתפלה בחדרה  
| צילום: חגי נתיב



כמותית פיתוח שיטות התפלה חדשות, שיפורים בתהליכים הקיימים, הפחתה בצריכת האנרגיה ועוד, גדל אף הוא. לעומתם, מספר המאמרים המתארים את השפעת ההתפלה על הסביבה הימית נותר מועט [4]. מרביתם איכותיים, וגורסים כי תכנון מושכל של המתקן ימנע השפעות שליליות על הסביבה הימית. אולם מהמעט שפורסם, התברר שיש השפעה לתהליך, הן בשלב יניקת מי הים הן בשלב הזרמת הרכז. חילוקי הדעות קיימים גם בישראל, ובעקבותיהם נערכה סדרת דיונים מקצועיים רב-תחומיים שהתקיימה בטכניון ב-2012 [1]. השפעות היניקה והמתת הביוטה הנשאבת למתקן לא זכו להתייחסות כמותית בספרות. המאמרים הדנים בסוגיות אלה נכתבו בהקשר לשימוש במי ים לקירור טורבינות בתחנות כוח, וניתן להשליך מהם על תהליך היניקה לצורך התפלה. לגבי השפעת הרכז הדעות חלוקות, אך על עובדה אחת אין ויכוח: סמוך למוצאי הרכז, המליחות גבוהה יותר מהמליחות הטבעית. בספרד זוהתה השפעה של מליחות-יתר על עשב ים מהמין *Posidonia oceanica* בים ובניסויי מעבדה, ונקבעו אמות מידה סביבתיות למליחות לשם הגנה עליו [3, 6]. באתרים מסוימים בעולם נמצא שאוכלוסיות החי על המצע בתחום השפעת הרכז, נבדלו מן האוכלוסיות הטבעיות, אולם באתרים אחרים לא זוהה הבדל. ייתכן שהתצפיות המנוגדות נובעות מהבדלים ברגישות הסביבה הקולטת, אך גם מהיעדר מחקר וניטור ארוכי טווח. בישראל התגלתה ירידה ביעילות הפוטוסינתטית של אצות מיקרוסקופיות במוצא הרכז באשקלון, יחד עם עלייה בעכירות ובריכוז הברזל במים בזמן הזרמת מי השטיפה של מסנני החול [2]. לדעתנו, קיים מחסור משמעותי במחקר כמותי, ארוך טווח, במעבדה ובים, הבוחן את התהליכים המתרחשים הן בעקבות הזרמת רכז וחומרים נלווים הן בשל המתת החי במים הנשאבים אל המתקן [5]. מטרות הניטור הסביבתי הן מעקב ארוך טווח ומיפוי ההשפעות: גם ברמת המיקרו, כגון פגיעה במנגנונים תוך-תאיים בעקבות חשיפה לגורם עקה אחד או יותר, וגם ברמת המיקרו, כגון כיצד פגיעה בתהליכי המיקרו תתבטא במבנה חברות החי בסביבה. אך מעבר לכך, דרוש מחקר בסיסי בתחום. מחקר יעיל מוכרח להיות רב-תחומי ולקיים יחסי גומלין בין משתתפיו:

- א. חוקרים העוסקים בפיתוח הטכנולוגי יתעדכנו בממצאים ממחקרי הסביבה (בים או במעבדה) כדי להפנות חלק ממאמצי מחקרם להקטנת הפגיעה בסביבה.
- ב. חוקרי הסביבה יתעדכנו בחידושים הטכנולוגיים, בשינויים בתהליכים ובחומרים, כדי למקד את מחקרם בים ובמעבדה.
- ג. מבצעי הניטור הסביבתי יתעדכנו בשינויים הטכנולוגיים ובתפעול המתקנים, וכן בממצאי המחקר הסביבתי כדי להתאים את תכניות הניטור למציאות המשתנה.

ד. קיום קשר שוטף עם מקבלי החלטות. המשרד להגנת הסביבה קובע את אמות המידה הסביבתיות והתקנים, ובידיו הסמכות לדרוש שינויים בתהליכים כדי להופכם לידידותיים יותר לסביבה, לעורר מודעות ולהפנות משאבים למחקר הסביבתי.

בישראל צפיפות גבוהה של מתקני התפלה (מהגדולים בעולם), והם ממוקמים לאורך רצועת חוף קצרה. עם הפעלת מתקן ההתפלה הנוסף באשדוד בשנת 2014, כמות מי הים שתישאב מרצועה בת 40 ק"מ בחוף הדרומי של ישראל, תהיה 920 מלמק"ש (בתפוקה מלאה) וכמות של 460 מלמק"ש רכז וחומרים נלווים יוזרמו חזרה לים. בקרבת מתקני ההתפלה קיימים מתקנים ושימושים נוספים בים, כגון נמלים, תחנות כוח ואזורי תעשייה, המשפיעים אף הם על הסביבה. רק גישה הוליסטית, זהירה, רב-תחומית וארוכת טווח, עם תכנית כוללת לניהול המשאבים הימיים, ובהם התפלת מי ים, תאפשר שמירה על איכות הסביבה ועתיד ברי-קיימא.

#### מקורות

- [1] אבנימלך י. 2012. השפעת מתקני התפלת מי הים על הסביבה הימית. אקולוגיה וסביבה 3(3): 211-213.
- [2] Drami D, Yacobi YZ, Stambler N, and Kress N. 2011. Seawater quality and microbial communities at a desalination plant marine outfall. A field study at the Israeli Mediterranean coast. *Water Research* 45: 5449-5462.
- [3] Fernandez-Torquemada Y and Sanchez-Lizaso JL. 2013. Effects of salinity on seed germination and early seedling growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 119: 64-70.
- [4] Kress N and Galil BS. 2012. Seawater desalination in Israel and its environmental impact. *Desalination and Water Reuse* February-March 2012: 26-29.
- [5] Roberts DA, Johnston EL, and Knott NA. 2010. Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies. *Water Research* 44(18): 5117-5128.
- [6] Sanchez-Lizaso JL, Romero J, Ruiz J, et al. 2008. Salinity tolerance of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: Recommendations to minimize the impact of brine discharges from desalination plants. *Desalination* 221(1-3): 602-607.