

**טבלה 1. יתרונות וחסרונות של מערכות פנאומטיות לאיסוף פסולת**

יתרונות	חסרונות
חיסכון בצורכי כוח אדם לאיסוף הפסולת	עלויות הקמה גבוהות (בעיקר בבנייה נמוכה)
יתרון לגודל מבחינת עלויות	חיסרון כלכלי במערכות קטנות
מניעת מפגעי רעש וריח, חיסכון בדלק ובפליטת מזהמים ממשאיות הפינוי	רגישות לתקלות, המצריכה תחזוקה שוטפת בתדירות עולה עם גיל המערכת
ערכים אסתטיים והפחתת החשיפה החזותית למערך הפסולת, צמצום השטח הנדרש לאצירת הפסולת מחוץ למבנים ובתוכם	התאמה בעיקר לאזורים צפופים
נגישות גבוהה למשתמשים ועידוד הפרדה לזרמים	מתאימה פחות להפרדת זכוכית

1.5 ק"ג לנפש ליום, המסתכמים בכ־6,000 טונות ל־3,550 יחידות דיור ובכ־18,000 טונות ל־11,000 יחידות דיור בשנה (תוך שקלול קצב אכלוס המיזם, ובהנחה של 3.4 נפשות ליחידת דיור). עלויות התפעול, שהן נקודת יתרון מרכזית במערכות הפנאומטיות, צפויות לעלות עם השנים בשל בלאי במערכת ועלייה בהיקפי השימוש בה, ומורכבות מעלויות כוח אדם, חשמל ותחזוקה, שהוערכו בכ־121 ש"ח לטונה עבור 3,550 יחידות דיור וב־73 ש"ח לטונה ל־11,000 יחידות דיור. מבחינה כלכלית, **הקמתו של מיזם אופייני צפויה להוסיף לכלל המשק תועלת נטו של 546 ש"ח לטונה פסולת נאספת**. תועלת זו נגזרת מהפחתה משמעותית בעלויות האיסוף העירוני (עלויות ישירות, הפחתת מזהמי אוויר ופליטות גזי חממה וחיסכון בזמן; הפחתת מטרדי הריח לא כומתה במחקר) וכן מהתועלת הנגזרת מפינוי חדרי האשפה והפיכתם ללובי לשימוש הדיירים.

לסיכום, נמצא כי בתנאים המתאימים ובכפוף לתכנון סטטוטורי ראוי בידי הרשות המקומית, ישנה היתכנות להטמעת מערכת פנאומטית לאיסוף פסולת במיזמים חדשים של בנייה רוויה, שבצדה גם רווחה ציבורית וסביבתית.

**מקורות**

- [1] אילון א, ליבס ע, רזנטל ג וגבאי ד. 2015. מערכות פניאומטיות שכונתיות לאיסוף פסולת - ניתוח טכנו-כלכלי לרשויות המקומיות. [www.tinyurl.com/Neaman-pneumatic-waste-systems](http://www.tinyurl.com/Neaman-pneumatic-waste-systems)
- [2] OECD. 2014. Greening household behaviour: Overview from the 2011 Survey – Revised edition. OECD Studies on Environmental Policy and Household Behaviour. OECD Publishing. [www.tinyurl.com/OECD-household-behaviour](http://www.tinyurl.com/OECD-household-behaviour).

ולמתג את השכונות הנבנות בה בהתאם. בעבודת המחקר בנושא, שנעשתה עבור המשרד להגנת הסביבה [1], נבחנו כדאיות התקנת מערכות אוטומטיות לאיסוף פנאומטי של פסולת במיזמי בנייה חדשים של שכונות מגורים. התרחישים שנבחנו הם בעבור שכונות בבנייה נמוכה באופן יחסית (5-6 קומות בבניין) ובגודל של 3,550-11,000 יחידות דיור. ישנו יתרון משמעותי לגודל ולמספר הקומות שהמערכת משרתת, היות שרכיב העלות המרכזי בהקמתה הוא פריסת הצנרת. עוד נמצא, כי בניגוד להערכות היזמים והרשויות המקומיות, היקף הפסולת עשוי להיות נמוך מן הצפוי (ובהתאם לכך, עשוי להשפיע על התחשיב הכלכלי), ולפיכך הנחנו במחקר קצב ייצור פסולת של

**שימוש עירוני במים אפורים - הפער בין דעות הציבור למכשולים רגולטוריים**

זויה זילברפרב<sup>(1)</sup>, רוסלנה רחל פלטניק<sup>(2)</sup>, ואנדראה גרמנדי<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה  
<sup>(2)</sup> החוג לכלכלה וניהול, המכללה האקדמית עמק יזרעאל  
<sup>(3)</sup> המרכז לחקר משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה  
 \* zoyazilber@gmail.com

השימוש במים אפורים נעשה נפוץ ברחבי העולם במטרה לצמצם את השימוש במים העירוניים ולפנות מים באיכות גבוהה, כמו מים טבעיים ומותפלים, לענפים המשתמשים במים כתשומה ומאופיינים בפיריון גבוה יותר. מים אפורים, המוכרים גם כ"דלוחים", הם מים שמקורם בכיורי רחצה ביתיים, במקלחות, באמבטיות וכן במכונות כביסה ביתיות. לאחר טיפול מתאים, מים אלה יכולים לשמש להשקיה, לכביסה ולהדחת אסלות ולחסוך למשפחה בת ארבע נפשות כ־60 ש"ח לחודש בחשבון המים. מדוע, אם כך, טכנולוגיה זו לא מיושמת?

בישראל, שימוש עירוני חוזר במים אפורים עומד עדיין בפני מכשולי אסדרה (רגולציה) שונים. משרד הבריאות מפרסם באתרו כי "בעיה מרכזית הקיימת בשימוש חוזר במים אפורים היא הסכנה לבריאות הציבור". קביעה זו נובעת מהחשש כי המים האפורים לא יעברו טיפול ראוי, ומיקרואורגניזמים מסוימים יישארו במים

אפורים ולתשלום עבורם פי 2.48 ופי 1.77 בהתאמה, בהשוואה למודעות סביבתית נמוכה. מכאן, ככל שהעירייה, הממשלה ומערכות החינוך ישיקו בהגדלת המודעות הסביבתית, כך נראה כי תגדל האוכלוסייה שתהיה מוכנה לקבל את מערכות המים האפורים ולשלם עבורן.

הנסקרים נשאלו גם לגבי העדפתם למערכות מסוימות לטיפול במים אפורים. כיום מוצעות בשוק מגוון של מערכות המבוססות על טכנולוגיות דומות. במהלך הריאיון הוצגו באמצעות תמונה והסבר שתי מערכות: מערכת טיהור ביולוגית-מכנית ומערכת "אגנים ירוקים". בהינתן ביצועים דומים, מערכת ביולוגית-מכנית היא קומפקטית יותר, בעוד שהערך המוסף של אגנים ירוקים הוא אלמנט גינון ייחודי. רוב הנסקרים היהודים היו מעוניינים להתקין בביתם מערכת מסוג אגנים ירוקים (61%), בעוד שרוב הנסקרים הלא-יהודים העדיפו מערכת ביו-מכנית (75%).

המסקנה המרכזית מהמחקר היא כי הציבור מוכן לקבל את הרעיון של שימוש במים אפורים. למרות זאת, מדיניות לקידום התכנית, אם תאושר, תצטרך לכלול לא רק קידום מודעות ליתרונות מחזור המים, אלא גם אלמנט של סובסידיה. הכללת מערכות מים אפורים בדרישות תמ"א ובתקן בנייה ירוקה עשויים להנגיש את השימוש בהן. כך נחסך שיפוץ ייעודי לצורך התקנת המערכת. כמו כן, כדי להשיא את שיעור המשתתפים בתכנית, יש להציע מגוון של מערכות לטיהור ולהשבת מים, שיענו על טעמים ועל צרכים שונים של האוכלוסייה.

#### מקורות

- [1] EU. 2016. Legislation: Minimum quality requirements for reused water in the EU. [www.tinyurl.com/EU-2016-Legislation](http://www.tinyurl.com/EU-2016-Legislation).
- [2] Grant SB, Saphores J-D, Feldman DL, et al. 2012. Taking the "waste" out of "wastewater" for human water security and ecosystem sustainability. *Science* 337: 681-686.
- [3] Ramon G, Green M, Semiat R, and Dosoretz C. 2004. Low strength greywater characterization and treatment by direct membrane filtration. *Desalination* 170: 241-250.
- [4] Sostar-Turk S, Petrinic I, and Simonic M. 2005. Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration. *Resources, Conservation and Recycling* 44(2): 185-196.
- [5] Suez. 2016. Wastewater treatment and reuse. [www.tinyurl.com/wastewater-treatment-reuse](http://www.tinyurl.com/wastewater-treatment-reuse).
- [6] Winward GP, Avery LM, Frazer-Williams R, et al. 2008. A study of the microbial quality of greywater and an evaluation of treatment technologies for reuse. *Ecological Engineering* 32(2): 187-197.

המטופלים. המכשול הנוסף, לטענת משרד הבריאות, הוא הקושי לפקח על מערכות הטיפול במים. בניגוד לעמדת משרד הבריאות, על פי ממצאי מחקר שערכנו, הציבור איננו חושש, ואף מראה נכונות לשימוש במערכת.

התפתחויות טכנולוגיות במערכות טיהור מים מאפשרות פתרון לחששות של קובעי מדיניות [2,3,4,6], ובזמן האחרון מנסות יוזמות ציבוריות ופרטיות לקדם שימוש חוזר במים אפורים בישראל ברוח הנעשה בעולם [1,5].

העבודה המתוארת כאן היא בין העבודות החלוציות שנערכו בישראל להעריך את הקבלה הציבורית לשימוש במערכות מים אפורים לשימוש חוזר בקרב האוכלוסייה העירונית.

המחקר נערך באמצעות ריאיון פרונטלי בקרב 165 נסקרים, רובם בעלי בתים פרטיים מהאוכלוסייה היהודית והלא-יהודית בעיר בינונית מעורבת (מעלות-תרשיחא). על פי ממצאי המחקר, שיעור גבוה (84%) מבין כלל הנסקרים מוכן להשתמש במים אפורים, וזאת למרות העובדה כי מרבית הנסקרים (65%) לא שמעו על המושג "מים אפורים" לפני הריאיון. נוסף על כך, מחצית מהנסקרים לא ידעו לציין את הוצאתם החודשית על מים וביוב.

כ-60% מהמשיבים מוכנים לשלם עבור התקנת מערכת מחזור מים ביתית, והמחיר המרבי שמרביתם (71%) מוכנים לשלם הוא עד 3,000 ש"ח - סכום הנמוך באופן ניכר מעלות המערכת, התקנתה, תחזוקתה, והשיפוץ הנדרש לשם כך. ממצאים אלה התקבלו לאחר שהוסבר למשתתפים במהלך הריאיון כי כדי להתקין מערכת מסוג זה בביתם יידרש שיפוץ, שיתאים את הצנרת לדרישות המערכת. מהמחקר עולה כי הסיבות הנפוצות ביותר לסיורב לשלם עבור המערכת הן חוסר היכולת הפיננסית להשקעה כספית במערכות מסוג זה (26%), והשקפה הגורסת כי הממשלה צריכה לדאוג לסובסידיה עבור ההתקנה (35%). אף אחד מהנסקרים לא הביע חשש משימוש במערכת ממניעים בריאותיים. יש לציין כי שני שלישים מהנסקרים הביעו נכונות להשתמש במים מושבים להדחת אסלות ולהשקיה, אך רק אחוז אחד ציין כי היה מוכן להשתמש במים גם לכביסה. במחקר נמצא כי יש הבדל בין האוכלוסייה היהודית לבין האוכלוסייה הלא-יהודית מבחינת המוכנות לשלם על השימוש במערכת (נכונות של 67% לעומת 33% בהתאמה).

כדי לאפיין את הגורמים למוכנות לשימוש במערכת וכן לתשלום עבורה נותחו תוצאות הסקר באמצעות רגרסיה מסוג Logit. ממצאי הניתוח הסטטיסטי מעידים כי מודעות סביבתית היא המשתנה המשפיע העיקרי על הנכונות להשתמש במערכות מים אפורים לשימוש חוזר ולשלם עבורן. ממצאי הניתוח עולה כי מודעות סביבתיות גבוהה מגבירה את הנכונות לשימוש במים