

## עקרונות הטיפול במים – מיחזור מים אפורים

כמות המים הכוללת העומדת לרשות ישראל נקראת פוטנציאל המים של ישראל, הכולל את פוטנציאל המים הטבעיים, כמו מי-תהום במאגרים תת-קרקעיים (אקוויפר החוף ואקוויפר ההר), מי מעיינות, מי נחלים, מי כנרת ומי מאגרים על-קרקעיים; פוטנציאל המים המלאכותיים - מים שמקורם מטיפול באמצעים טכנולוגיים: מים מותפלים ומים מושבים. מדינת ישראל ענייה ביותר במשאבי מים. היא ממוקמת באזור מדברי למחצה, המאופיין באקלים ים-תיכוני; כמות המשקעים היורדת בה יורדת משנה לשנה וגרעון המים הולך ומחמיר בה משנה לשנה עקב סיבות שונות: גידול באוכלוסייה ועלייה בצריכת המים לנפש, שיבוש מאזן המים עקב שאיבת יתר וסכנה מתמדת של זיהום ממקורות רבים. פגיעה והתדלדלות של משאב חשוב זה מוביל עניין הולך וגובר לשמירה על מקורות מי השתייה. הדבר מוביל בשנים האחרונות לחיפוש פתרונות להשבת מים בדרגות זיהום נמוכות הרבה יותר משל שפכי ביוב, ע"י מיחזור של מים שעברו שימוש ביתי ראשוני, הקרויים "מים אפורים".

מים אפורים הינם מים לאחר שימוש ראשון מכיורי רחצה וכביסה, מקלחות, מכונות כביסה, מי עיבוי ממזגנים (לא כולל כיורי מטבח ושירותים). מים אילו מכילים כמות קטנה יחסית של מזהמים אורגאניים וחידקים פתוגניים, לכן ניתן לעשות בהם שימוש חוזר לעתים ללא כל טיפול מקדים או לאחר סינון דרך פילטרים מיקרוביאליים או "אגנים ירוקים". אופן ומידת הטיפול אותם יעברו המים תלויה באיכותם ההתחלתית ובשימוש החוזר אליו מיעדים אותם. שימושים עיקריים למים ממוחזרים הם השקיה, השבה כמי אסלות וחימום של מים נקיים דרך משחלפי חום.

צריכת המים במדינות המתועשות נעה סביב 100-150 לנ"י (ליטר לנפש ליום). מתוך ערך זה כ- 50-70% יהפכו למים אפורים הניתנים לשימוש חוזר לאחר טיפול מתאים. שימוש במים אפורים להדחת אסלות יכול להביא לחסכון של עד כ-30% מצריכת המים הביתית. תחזיות, אשר נערכו בארץ לשנת 2023, מעריכות חסכון של 40-60 לנ"י שיביאו לחסכון של עד 50 מלמ"ק בשנה = הנפח השנתי שיופק במתקן ההתפלה ההולך ונבנה בפלמחים. השבת מים לטובת השקיית גינות תוביל לחסכון גדול אף יותר.

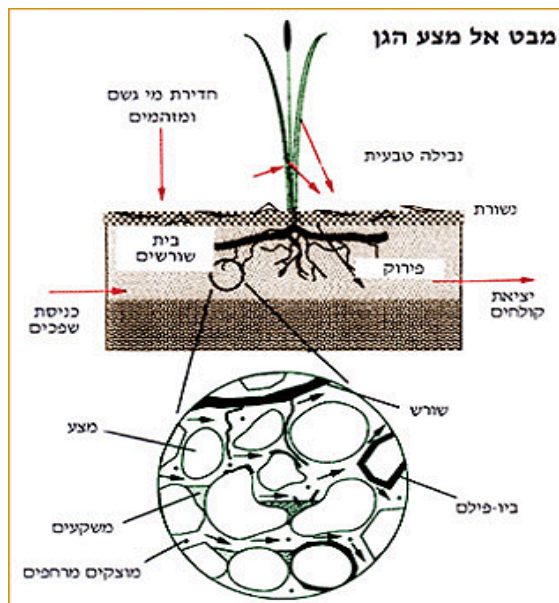
המזהמים העיקריים של מים אפורים הם כימיקלים שמקורם במוצרים בשימוש בייתי וחידקים פתוגניים, בעיקר קוליפרמים צואתיים שמקורם במערכת העיכול. הללו יכולים לפגוע בצמחים ואורגניזמים שחיים באדמה, באיכות הקרקע עצמה ובמקורות מים טבעיים. סבונים וחומרי ניקוי מכילים הרבה מאוד כימיקלים סינטטיים שיכולים להזיק לגינות או מטעים. הבעיה העיקרית היא מלחים ודטרגנטים אחרים המספקים נפח למוצרי הניקוי. למשל, חומרי ניקוי המכילים חנקן, זרחן או נתרן מעלים את רמת המליחות והאלקליניות של האדמה ושל מקורות מים כמו נחלים או מי התהום כאשר נשטפים עם מי הגשם. ישנם חומרי ניקוי שמכילים חומרים כמו בורון, שצמחים צריכים בכמות קטנה מאוד, שברכוזים גבוהים הוא רעיל לחי ולצומח.

לא כל מים אפורים דורשים טיפול. מי מקלחת נחשבים למים "אפורים בהירים" לא מטופלים הם בד"כ בעלי איכות טובה למדי עבור השקיית גינות. ריכוזי הסבון במהולים שמאפיינים מים אפורים שכאלה בד"כ אפילו טובים לגינות כיוון שהם משמשים כריאגנט ממיים, עוזר בהפצה והחדרה של מים לאדמה ע"י הקטנה של מתח הפנים שלהם<sup>2</sup>.

במידה ורוצים להפנות מי כביסה להשקיית גינות ללא טיפול יש לוודא שמוצרי הניקיון של הכביסה מכילים רמות נמוכות של מלחי פוספט ובעלי pH נייטרלי. ניתן למצוא באינטרנט רשימות המפרטות מוצרי ניקוי של חברות שונות אשר מייצרים מים אפורים שמישים ללא טיפול<sup>3</sup>.

במידה והמים מכילים חיידקים פתוגנים או ריכוזים גבוהים של מלבינים, סודה קאוסטית, חומצות, מלחים, מחטאים, אנזימים או חומר אורגני ניתן לטפל בהם באמצעות טכנולוגיות טיפול דומות לאלו המשמשות לטיפול בשפכים:

1. מערכות מכניות – שימוש במסנני חול או מסנני חצץ מאבן לבה כבסיס להתפתחות ביופילם המבצע את עבודת הפירוק של חומר אורגני; שימוש בתאורת UV נגד פתוגנים.
2. מערכות ביולוגיות – שימוש בבריכות טיפול, אגנים ירוקים וקירות חיים, מערכות בוצה משופעלת ופילטרים ארוביים/אנארוביים.



איור 1: מבנה עקרון הפעולה של אגן ירוק

1. מסנן חול – מכיל גרגרי חול במגוון גדלים אשר סופחים עליהם חיידקים ועוצרים פיזית את מרבית החלקיקים המוצקים. ניתן להוסיף שכבה של פחמן פעיל על גרגרי החול אשר עוזרת בספיחת ריחות וטעמים רעים.

2. אגנים ירוקים – בריכה מלאכותית בה נעשה שימוש בצמחיית מים כמסנן עיקרי למוזהמים בשפכים. כפי שניתן לראות באיור 1, ישנה התפתחות של ביופילם חיידקי אנארובי ואירובי באדמה סביב פקעיות ושורשי הצמחים בזכות חמצן אותו הם פולטים.

המפרקים מותאמים למוזהמים השונים ומשתמשים בהם כמקור אנרגיה לתהליכי

החיים. הם מפרקים אותם לתרכובות יציבות, הנקלטות בחלקן ע"י הצמחים. יחסי גומלין אלו מאפשרים פירוק ביולוגי של השפכים מחד ושגשוג של הצמחים מאידך, כשטח פתוח ירוק. בתהליך טיהור זה משולבים מספר תהליכים טבעיים: סינון וספיחה של מרחפים, פירוק ביולוגי של תרכובות אורגניות, קליטת חומרים מזהמים על ידי הצמחים (כולל רעלים ומתכות כבדות), שיקוע, ונידוף של תוצרי הפירוק.

