

מערכות מקומיות לשיפור איכות מים ממקורות טבעיים בקהילות באפריקה

אפריקה צמאה למים. יותר מ-300 מתוך 800 מיליון בני אדם החיים מדרום לסהרה, נמצאים במצב של מחסור במים. מיכל דולב השמשוני, חוקרת ישראלית, יצאה לאפריקה במסגרת לימודי תואר שני בבית ספר ללימודי סביבה באוניברסיטת תל-אביב וערכה מחקר שהתמקד בשתי זוויות: שימוש בטכנולוגיות פשוטות ובנות השגה של הכשרת מים טבעיים לשתייה, אופני העברת הידע בנושא זה והטמעתו בקהילות



פרופ' אביטל גזית



מיכל דולב השמשוני

צוות המחקר:

מיכל דולב השמשוני^{1*}, פרופ' אביטל גזית¹, ד"ר אורלי רונן¹, ד"ר אלכס גולברג¹ ד"ר נורית השמשוני יפה²
¹ החוג ללימודי סביבה, בית ספר לסביבה ומדעי כדור הארץ ע"ש פורטר, אוניברסיטת תל-אביב ² המכללה האקדמית תל-אביב יפו

הכללית של האו"ם סדר יום עד לשנת 2030 בנושא פיתוח בר-קיימא (Agenda 2030 for Sustainable Development). סדר יום זה



ילד דולה מים שסוננו בשכבת חול בערוץ נחל יבש. צילום: cosmas

אפריקה צמאה למים. כ-66% משטחי אפריקה מוגדרים צחיחים או צחיחים למחצה. ע"פ דוחות האו"ם ל-2018, יותר מ-300 מתוך 800 מיליון בני אדם החיים כיום באפריקה שמדרום לסהרה, נמצאים במצב של מחסור במים. בכל שעה מתים בממוצע מעל ל-100 בני אדם באפריקה ממחלות הקשורות לתברואה ירודה וצריכת מים מזוהמים. רוב האוכלוסייה מדרום לסהרה מתגורר באזורים כפריים בהם תשתיות המים משרתות רק כ-40% מהאוכלוסייה. הסיבות למשבר המים באפריקה נובעות מגידול דמוגרפי מואץ, זיהום מקורות מים ושכיחות גבוהה יחסית של שנות בצורת.

מזה שלושה עשורים פועלות מדינות העולם, בהובלת האו"ם וגופים בינלאומיים נוספים, לגיבוש ולקידום מדיניות לפיתוח בר-קיימא ברמה הגלובלית, הלאומית והמקומית. מדיניות זו מבוססת על הטמעת שיקולים חברתיים, סביבתיים וכלכליים. ב-2015 אימצה העצרת

את הנערה גיפט פגשתי לראשונה ביום חם בכניסה לבית ספר ג'ואל אומינו, בקיסומו, שעל שפת אגם ויקטוריה, קניה. אף כי אגם ויקטוריה הוא מהגדולים במקווי המים המתוקים בעולם, לתושבי המקום חסרים מים ראויים לשתייה. "בואי לשתות" הפצירה בי גיפט בהתלהבות, "המערכת שלנו עובדת ויש עדיין מי גשם במיכל". במרכז חצר בית הספר נגלה בפני מיכל גדול, כמוהו ראיתי במקומות רבים ברחבי קניה. הפעם, בנוסף לסדרת מרזבים שניקזו מים מגגות הפח של בית הספר אל המיכל, ראיתי גם שני מיכלים מחוברים אליו ושלוש כוסות שתייה מזכוכית מונחות על מכסה אחד המיכלים. ממבטי הילדים היה ברור שזה אירוע מרגש, הבנתי שעכשיו הגיע תורי לטעום מהקסם. מערכת המים הקטנה שנבנתה ע"י הילדים והמורים בבית הספר, כתשתית פשוטה להכשרת מי שתייה, היא הסיבה לשמה הגעתי לאפריקה לביצוע מחקר.

הזווית הנוספת בוחנת את העברת הידע הנ"ל והטמעתו בקהילה. התמקדנו בארבעה פתרונות טכנולוגיים המיושמים ע"י הקהילות: סינון באמצעות חול וחצץ (BioSand), סכרי חול בנחלים (SanDam), מערכות קציר מי גשמים ואגירתם, עם או בלי טיפול נוסף (סינון וחיתוי) ומערכת המבוססת על סינון מים דרך מצע המכיל גרס עצמות בקר מפוחמות. מקורות המים הם מי גשמים, מים שאובים, מקווי מים עומדים ונחלים.

חלק מהמערכות לטיפול במים הוקמו ע"י בוגרי הכשרות 'חינוך לפיתוח בר קיימא' (ESD Education for Sustainable Development) שנערכו בישראל במסגרת מדיניות הסיוע של ישראל לאפריקה בהטמעת יעדי האו"ם. חלק אחר של מערכות הטיפול הם תוצרי פרויקטים של ארגונים לא ממשלתיים (NGO's) ששמו להם למטרה להטמיע את יעד מס' 6 - באפריקה.

■ מהאופן בו תארו הנערה גיפט וחבריה את מערכת ה"ביו-סנד" שהקימו בסיוע מוריהם, ניתן היה להבין את מרכזיותה של מערכת סינון המים במכלול הפעולות שנעשו בבית ספרם ובהפיכתו מ'בית ספר קיים למקיים'. מנהלי בית ספר זה הם בוגרי הכשרות חינוך לפיתוח בר-קיימא (ESD) שעברו בישראל (ב-2015), מטעם מש"ב (הסוכנות הישראלית לסיוע ושיתוף פעולה בינ"א). מערכת סינון המים מורכבת ממרזבים המנקזים מי גשמים מגגות (הפח) אל מיכל אגירה גדול, ממנו מובלים המים למיכל נוסף ובו שכבות נפרדות של אבנים, חצץ וחול (תמונה 1). המים מסתננים אל מיכל אגירה בו מותקן ברז שתייה (תמונה 2). מי השתייה מנוצלים ע"י הילדים וצוות בית הספר. בבחינה ראשונית שערכנו, רמת העכירות של המים הנאספים כמו גם לאחר טיפול הייתה 1 NTU ומטה (ערך עכירות העונה לתקן הישראלי וה- WHO). מערכות



תמונה 1: חצץ וחול המשמשים במערכת הביו-סנד. צילום: תמרה השמשוני

טכנולוגיות אלו כ"טכנולוגיות מתאימות לטיפול ושימוש במים" (Appropriate Technologies for Water Treatment and Utilization ATWTU); כלומר, מתאימות לתנאים הסביבתיים וליכולות הקהילה. טכנולוגיות אלה מבוססות בין השאר על ידע קהילתי מקומי (local knowledge). בשלב זה אנו בודקים את יעילות שיפור איכות המים במשתנים של עכירות ומאפיינים בקטריאליים (הראשון מעיד בין השאר גם על פוטנציאל זיהום בנגיפים וחיידקים).

מתבטא בשורה של מטרות ויעדי פיתוח בר-קיימא (Sustainable Development Goals - SDG's). היעדים מפורטים ב-17 מטרות-על, ביניהן: מיגור העוני, חתירה לשוויון מגדרי, קידום צמיחה כלכלית והגנה על בתי גידול יבשתיים. יעד מס' 6 (GOAL No.6). המתמקד 'בהבטחת זמינות וניהול מקיים של מים לכל', הניע אותנו לבחון היבט זה באפריקה.

מחקרנו מתמקד בשתי זוויות: האחת בוחנת שימוש בטכנולוגיות פשוטות ובנות השגה של הכשרת מים טבעיים לשתייה. הגדרנו



תמונה 2: תלמידים בב"ס ג'ואל אומינו מדגימים את מערכת הביו-סנד. צילום: תמרה השמשוני



לגלות שהפילטרים, שמטרתם לספוח כמויות גבוהות של פלואור, מיוצרים בתנאים בסיסיים התואמים את ההגדרה של ATWTU. לדבריהם, עצמות הבקר נשרפות בטמפרטורה של כ-400 מעלות צלזיוס לאורך 5 ימים במתקני שריפה (תמונה 6). העצמות השרופות נגרסות לכדי אבקה אותה מכניסים למיכל הפילטר. ידוע לנו כי מערכות סינון אלו נמצאות בשימוש בבתי פרטיים ובית ספר, באזור קבוצת הכפרים מינג'נגו שבטנזניה (תמונה 7). במעבדה בה ביקרנו נטען כי בשיטה זו פחתו רמות הפלואור משמעותית.

בנוסף להיבט של שיפור איכות המים, נבדק גם היבט העברת הידע המסייע להקמתן ואחזקתן של מערכות הטיפול לאורך זמן. בהמשך אנו מתכננים הקמה באוניברסיטת תל-אביב של דגם הביו-סנד כפי שראינו בקהילות באפריקה, בו נבחן את פוטנציאל שיפור איכות המים של מערכות אלו בתנאים שונים.

*תודתנו לשגרירות ישראל בניירובי קניה, על הסיוע במחקר השדה.

michaldolev@bezeqint.net



תמונה 3: סכר בטון שנבנה בערוץ נחל במואלה, על מנת לחסום הסעת חול ובכדי להשקיעו בערוץ הנחל. מים המסתננים דרך החול מנוצלים בעונה היבשה שיטת ה-SandDam. צילום: תמרה השמשוני

הביו-סנד משמשות לסינון מים גם ממקורות אחרים.

■ הקהילה באזור מוואלה שבמחוז מצ'אקוס, מרחק שלוש שעות נסיעה מזרחה לניירובי בירת קניה, הקימה את מערכת סכר החול (Sanddam), לאחר שהנחל שמימיו שימשו את הקהילה לשתיה, רחצה, בישול והשקיה במשך שנים, החל להזדהם. עקב כך פנו ראשי הקהילה המקומית אל רשות המים והניקוז הממשלתית בניירובי (WRA) וזו כתגובה, שלחה יועץ הנדסי להנחות את הקהילה כיצד לבנות סכר בטון בנחל באמצעים העומדים לרשותה, לצורך טיפול במי השתייה. הסכר (תמונה 3), עוצר את הסעת החול ויוצר שכבת סינון המשפרת את איכות המים. המים נשאבים מתחתית החול ומנוצלים ע"י הקהילה לאחר התייבשות הערוץ בעונה היבשה. שאיבת המים מעומק החול בערוץ היבש מבוססת בין השאר על ידע מקומי.

■ בבתי ספר רבים בהם ביקרתי, מצאתי מערכות אגירת מי גשמים ללא סינון Rain harvesting systems without filtration (תמונה 4). נוכחותם בלטה במיוחד בבתי ספר בהם ישנה מצוקת מי-שתייה גדולה, כאשר המערכת המוניציפאלית מתקשה לספק באופן רציף את כל כמות המים

הנדרשת לתלמידים ולצוות בית הספר. מערכת כזו פגשתי בבית הספר לבנות בעיר נאקורו (אחת מארבע הערים העיקריות בקניה). מי הגשמים המובלים במרזבים מגגות הפח עוברים גרביטציונית ממיכל למיכל. זמן השהייה במכלים מאפשר השקעת חלקיקים והפחתה של רמת עכירות המים. בנאקורו עכירות מי הגשמים בכניסה למיכל האגירה נעה בין 3.3 ל-4.4 NTU ובמוצא בין 0.07 ל-0.63 NTU. את המערכות הללו ניתן לראות בגדלים שונים ובמספר משתנה של מכלים (תמונה 5). בחלק מהמערכות מבוצע חיטוי ע"י חוספת טבליות כלור המים טרם צריכתם (תמונה 4), ככל הידוע לנו ללא בקרה של כלור שרידי.

■ במקומות שונים באפריקה, רמת הפלואוריד במים גבוהה ביותר. חשיפה לרמות פלואוריד גבוהות מאוד לאורך זמן, בתקופת הינקות והילדות, עלולה לגרום לשינויים במבנה השן והעצם. בעיה זו ניסו לפתור מדענים שונים עוד בשנות התשעים של המאה הקודמת. שיתוף פעולה בין האוניברסיטה הטכנית בדנמרק לאוניברסיטת דאר א-סלאם שבטנזניה, בעידוד הממשלה הטנזנית, הניב את פיתוחו של פילטר גרס עצמות בקר מפוחמות (Bone char). בביקורי במעבדה ליצור פילטרים אלה, באזור ארושה (למרגלות הקילימנג'רו), נוכחתי



תמונה 5: דגימת מים לצרכי המחקר במוצא מיכל אגירת מי גשמים בבית ספר בטנזניה



תמונה 4: מימין - מיכל גדול לאגירה של מי גשמים (ללא טיפול נוסף); משמאל, מיכל של מים מסופקים מהמערכת המוניציפאלית המטופלים בטבליות כלור. צילום: תמרה השמשוני



תמונה 7: מערכת סינון מים בבית ספר (מקור המים לא ידוע). במערכת מותקן פילטר bone char (הכלי בין שני הדליים עם האטימה שחורה). צילום: מיכל דולב השמשוני



תמונה 6: מתקן לשריפת עצמות בקר ליצירת Bone char. צילום: מיכל דולב השמשוני