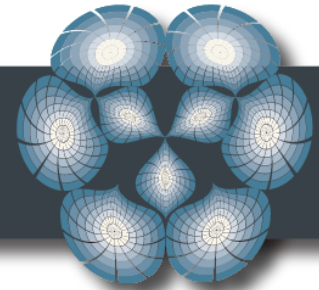


# הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021 \* ועידה מקוונת



## ההשתנות היומית והעונתית של איכות המים ומטבוליזם בנחל הירקון

שי ארנון, נעם יוגב, צפריר אדר

אוניברסיטת בן גוריון

מייל לתכתובות: [sarnon@bgu.ac.il](mailto:sarnon@bgu.ac.il)

מדידת איכות המים והערכת מצב הבריאות של נחלים מספקת מידע עם השלכות לגבי השימושים שבני האדם עושים במי הנחל. מדידת איכות מים בנחלי בישראל נעשית ע"י בדיקות חטף ובתדירות נמוכה, ולכן הדינמיקה של השתנות איכות המים ברזולוציית זמן גבוהה נותרה עלומה. בנוסף, לא ידוע מה קורה לאיכות המים בנחל בזמן שיטפון ולאחריו ובאיזה קצב מתאושש הנחל מאירועי זרימה או זיהום. על מנת להקטין את פערי הידע שצוינו לעיל, המטרה העיקרית של עבודה זו היא לאפיין את השתנות איכות המים בירקון בסקאלות זמן שונות (שעה-שנה) ולמדוד את קצבי הנשימה והיצרנות הראשונית בנחל כמדד לבריאות הנחל. על מנת לענות את שאלות המחקר הוקמה תחנה למדידה רציפה של איכות מים וספיקה בנחל בסמוך לקרית עתידים (תל-אביב). החל מיולי 2019 נמדדים כל רבע שעה הפרמטרים הבאים בנחל: מפלס, טמפרטורה, מוליכות חשמלית, ערך הגבה (pH), חמצן, עכירות, ניטרט, כלורופיל, חומר אורגני, ו-CO<sub>2</sub> מומס. ערכי איכות המים לא הראו תלות משמעותית בשינויי זרימת הבסיס למרות שהיא משתנה בטווח של כ-30 אחוז כתוצאה משינויים עיתיים בהזרמת קולחים לנחל. לעומת זאת, איכות המים השתנתה דרסטית במהלך שיטפונות בחורף, אך חזרה לערכי זרימת הבסיס בדרך כלל בזמן קצר לאחר הפסקת הגשם (יממה) כתוצאה מאוגר קטן בנחל וקשר חלש עם מערכות מי התהום. באופן כללי, מקטע זה של הנחל נמצא בעקה רוב הזמן בספיקת הבסיס, עם ריכוז החמצן מתחת ל-3 מג"ל כ-75% מהזמן. בזמן שיטפונות עולים משמעותית ריכוזי החמצן במים (למעט אירוע שיטפון אחרי תקופה יבשה ארוכה). ערכי הניטרט בנחל גבוהים ונעים בין 15 ל-20 מג"ל ברוב הזמן. ככלל, הנשימה בנחל מאופיינת בהטרורופיות חזקה, יצרנות ראשונית חלשה וללא שינויים עונתיים ברורים. תוצאות ראשוניות אלה מהוות בסיס ידע חשוב להבנת השתנות איכות המים בירקון, ובנחלים ים תיכוניים באזור עירוני. הבנת הזמנים והתקופות בהן הנחל נמצא בעקה צפויות לשפר את התכניות לשיקום נחלים ואת האופן שבו אנו מבינים את התנהגות המערכת האקולוגית בנחל.

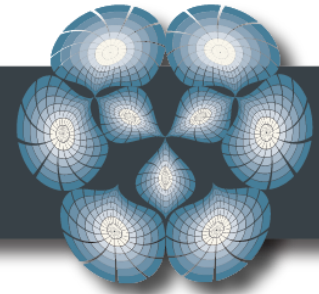
### תרומת המחקר:

הבנת הזמנים בהם הנחל נמצא בעקה צפויה לשפר את התכניות לשיקום נחלים. בנוסף, היכולת לראות את איכות המים בזמן אמת גם על ידי הציבור הנרחב צפויה לשפר את הנגשת המידע המדעי לציבור. למיטב ידיעתי אין תחנות דומות בנחלי החוף בארץ, ונתונים אלו צפויים לאפשר לנו מבט ייחודי על השתנות איכות המים בנחל ולהוות מקור ידע להקמת תחנות דומות בנחלים נוספים על מנת לתמוך בקבלת החלטות לגבי שיקום.

# הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

\* ועידה מקוונת



## הכנרת: זמן השהות של המים וריכוז צורונים גיאוכימיים באגם

ירון בארי-שליון

חקר ימים ואגמים לישראל

מייל לתכתובות: [yaron.beeri-sh@ocean.org.il](mailto:yaron.beeri-sh@ocean.org.il)

השפעת זמן שהות של מים באגמים על איכות המים נדונה בספרות עם מסקנות שונות לאגמים שונים בעולם. בכנרת, תחלופת המים מושפעת מגורמים טבעיים כגון משקעים והתאדות ומגוון השפעות אנטרופוגניות: שאיבות והזרמות מים מהאגם, צמצום כניסות מים טבעיות מהאגן. בעתיד הקרוב עתידים גם להתווסף מקורות מלאכותיים לאגם, כגון מי התפלה. המודעות הציבורית לתחלופת המים בכנרת, ותרחישי פעולה של רשות המים לצמצום זמן השהות עלו, בין היתר, בעקבות רצף שנות בצורת באגן ההיקוות של הכנרת בין 2014-2018.

במחקר זה נבחנו מתאמים לינאריים בין זמני שהות של המים בכנרת על ריכחי צורונים גיאוכימיים שונים במי האגם. זמני השהות לשנים ההידרולוגיות 1987-2018 חושבו על פי מודל חבילות מים של גלבוש וחבוריה (בהכנה), והשוו לריכחים ממוצעים של צורונים גיאוכימיים עבור שנים אלו.

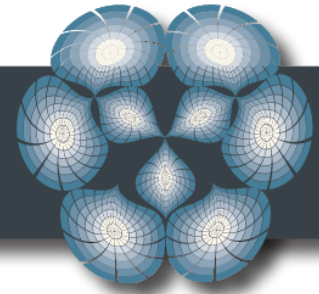
התוצאות מראות כי כצפוי, עבור מליחות האגם ישנה מגמת עליה עם מתאמים טובים מאד בין זמן שהות וריכוז ( $P < 0.05$ ;  $R^2 > 0.8$ ). עבור צורונים אחרים נמצאו מתאמים סבירים ( $P < 0.05$ ) עם מגמות עליה, למשל קלציום, סולפאט, או ירידה, למשל חלק מצורוני הנוטריינטים, חמצן מומס, ומוצקים מרחפים, אך עם פיזור ניכר וערכי  $R^2$  נמוכים (0.3-0.5) עד נמוכים מאד (0.1-0.5). לחלק מהצורונים לא נמצאה התאמה לינארית כלל ( $P > 0.05$ ).

חלוקת הנתונים לשתי קבוצות: 1987-2013 ו-2014-2018 מראה כי: (א) עבור רב הצורונים הגיאוכימיים המתאם, ו/או פיזור הנתונים עבור כל קבוצת שנים משתפרים באופן משמעותי, (ב) שנות הבצורת אופיינו בהתמתנות משמעותית במגמות העליה או הירידה בריכוז לרב הצורונים ואף היפוך מגמה עבור חלקם.

תוצאות המחקר מראות כי ניתן להראות קשר בין עליה בזמן השהות של המים באגם וריכחי מגוון צורונים גיאוכימיים. ככלל, העליה בזמן השהות מאופיינת במגמה מעורבת של שיפור וירידה במדדי איכות המים בהתייחס לצורונים השונים. מתאם ברור מאד קיים רק לגבי מליחות. דווקא שנות הבצורת עם זמני שהות גבוהים באופן משמעותי היו מאופיינות במיתון המגמות או אף היפוכם. תצפית זו עשויה להצביע על תהליכים נוספים למשל באגן ההיקוות או בהקשר למפלט האגם שהשפעתם הוגברה בשנים 2014-2018.

## תרומת המחקר:

מחקר זה מראה כי בהקשר לגיאוכימיה של כנרת, ירידה בתחלופת המים באגם מאופיינת במגמות מעורבות של שיפור וירידה במדדי איכות המים. כמו כן, התמונה המתקבלת מורכבת מהצפוי, בעיקר בהקשר לזמני שהות גבוהים מאד שאפיינו את ברצף שנות בצורת האחרונות ועשויה להצביע על חשיבות של תהליכים נוספים באגם ובאגן ההיקוות שהוגברו בשנים אלו. ראוי כי ניהול פעולות עתידיות להגברת תחלופת המים יתייחס למורכבות זו של מערכת הכנרת ואגן ההיקוות שלה.



## חימצון in-situ באמצעות המסה פסיבית של אזון גזי בממברנות חדירות גז לשיקום מי תהום מזיהומי תרכובות דלקים

אנואר דואס, ג'יאן יינג, ינון יחזקאל, אינס צוקר  
אוניברסיטת תל אביב

מייל לתכתובות: [anwarddm@gmail.com](mailto:anwarddm@gmail.com)

זיהום על-ידי תרכובות נפט היא אחת הבעיות העיקריות שבפוגעת במי תהום בישראל. השיטה לשיקום מי תהום או קרקע מזהמת נבחרת באופן ספציפי לכל אתר, בהסתמך על אופי האתר המזהם וכן סוג וריכוז המזהמים בו. תהליכי חימצון מתקדמים (Advanced oxidation process, AOPs) המייצרים רדיקלי הידרוקסיל יעילים במיוחד בחמצון לא סלקטיבי של תרכובות אורגניות, ובפרט תרכובות נפט. בין תהליכי ה AOP, טיפול in-situ מבוסס אחון ומי חמצן הוא בעל פוטנציאל ישום גבוה, אך יעילותו מוגבלת בגלל שיטות ההחדרה של האזון, שגורמות לכך שהטיפול יהיה מאוד נקודתי ולא יעיל בשטחים מזהמים גדולים יחסית. באופן ספציפי, החדרת אחון מתבצעת נקודתית באמצעות בעבוע אחון דרך דיפיזורים, תהליך שאינו יעיל בהמסת האזון במים. בנוסף, שיטה זו גורמת לפיזור לא אחיד של הגז ואפקט לא רצוי של הסעת מזהמים בקרקע. שיטות החדרה מתקדמות יותר, למשל החדרה פסיבית של אחון דרך ממברנות חדירות למחצה, עשויות לאפשר פיזור אחיד ויעיל יותר ולאפשר תהליך חימצון יעיל באמצעות ריכוז אחון מינימלי. מטרת מחקר זה הן לפתח שיטת החדרה חדשנית, ולאפיין את אינטרקציות האזון עם הקרקע בכדי ליעל את תהליך הטיפול ולאפשר יישום יעיל באתרים מזהמים בישראל.

במהלך המחקר בנינו מערכת פיילוט שמדמה את הטיפול במי תהום, וכן חקרנו את התהליך באופן פרטני שכולל 1. בחירת הממברנה היעילה ביותר להחדרת אחון, 2. בחינת תגובת האזון עם קרקעות שונות, להערכת מידת הריאקטיביות והשארתיים של אחון, 3. חיזוי התפשטות האזון במרחקים שונים מנקודת ההחדרה שלו בקרקע לפי פיתוח מודל מתמטי. תוצאות המחקר הראו שממברנה עשויה PDMS היא היעילה ביותר במעבר מסה של אחון אל המים המטופלים. בנוסף, מצאנו כי אחון נצרך בקרקע עקב ריאקציות סופיות עם חומרים אורגניים שנמצאים בקרקע וריאקציות קטליטיות עם תחמוצות הברזל המייצרות רדיקלים שמייעלים את תגובות האזון עם המזהמים. תוצאות המודל המתמטי מראות התאמה עם התוצאות הנסיוניות שנעשו במעבדה, דבר שמצביע על-כך שהמודל יכול לשמש ככלי לחזוי ריכוז האזון בקרקעות שונות, בהתאם לתנאי ההחדרה ומאפייני האתר.

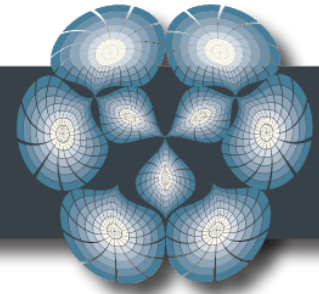
### תרומת המחקר:

המחקר יתרום לפיתוח גישה חדשנית ויעילה לטיפול מקומי (in-situ) בתרכובות הנפט במי תהום על-ידי תגובת הפירוקסיד (אזון ומי חמצן) שתתרום באופן משמעותי על שמירת מאגרי מים חיוניים.

# הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

\* ועידה מקוונת



## שיקוע גבס בתערובות ים המלח – מי ים: השלכות לניטור ים המלח לאחר השלמת פרויקט ים סוף – ים המלח

עמית ריס<sup>1</sup>, יבחר גנאור<sup>1</sup>, איתי גבריאל<sup>2</sup>

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

2. המכון הגיאולוגי לישראל

מייל לתכתובות: [amit.reiss1@mail.huji.ac.il](mailto:amit.reiss1@mail.huji.ac.il)

הפיילוט לפרויקט ים סוף – ים המלח (להלן הפרוייקט) מוסכם בעיקרון על-ידי הממשלות של ישראל וירדן, ובמסגרתו מתוכננת הקמת מתקן להתפלת מי ים באזור עקבה והזרמת מי הרכז בתוספת מי ים, אל ים המלח.

אחד החששות הסביבתיים הנוגעים לפרוייקט הוא עתיד הגבס הצפוי לשקוע באגם בעקבות הערבוב בין מי הים ומי ים המלח. במידה והגבישים יישארו כתרחיף בגוף המים, הם עלולים לגרום לעלייה בעכירות, ובמקרה קיצוני אף להלבנת האגם. הגורמים שיקבעו באם גבישי הגבס יישארו כתרחיף הם גודל וצורת הגבישים.

ערכנו מחקר ניסויי במהלכו חקרנו שיקוע גבס מתערובות המורכבות מתמלחת ים המלח עם מי ים, מי ים מרוכזים, או רכז ממתקן התפלה. במהלך הניסויים שילבנו אנליזות כימיות, שימוש במיקרוסקופים, ושיטות עיבוד תמונה כדי למדוד את קצב הנוקלאציה וגידול הגביש של הגבס בתערובות ואת גודל הגבישים, ולאפיין את צורתם. בנוסף, מדדנו את העכירות של התערובות במהלך שיקוע הגבס, במטרה לאפיין את הדינמיקה של שינויי העכירות במהלך יצירת וגידול הגבישים. תוצאות הניסויים מלמדות כי הרכב התמלחת ודרגת-על הרוויה מכתיבים את צורת הגבישים ואת התפלגות גודלם. גורמים אלו מכתיבים את השינויים בעכירות. בנוסף, מצאנו שמעכבי שיקוע המשמשים בתהליכי התפלה, מעכבים את הנוקלאציה של גבס בתערובות ים המלח – רכז התפלה, אך אינם משפיעים על קצב גידול הגביש. כתוצאה מכך, הנוכחות של כימיקלים אלו מגדילה את הגבישים, אך מקטינה את מספרם.

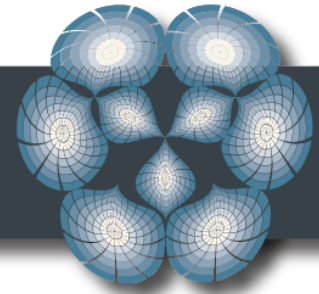
התצפיות מראות כי דרגת על-הרוויה הדרושה על-מנת שגבישי הגבס הנוצרים בניסויים יגרמו לעלייה ספונטנית בעכירות התמלחת, גבוהה מדרגת על-הרוויה שיכולה להיווצר מערבוב בין מי האגם ורכז שמקורו בהתפלת מי ים. תצפיות אלו מצביעות על-כך שהסבירות להתרחשות אירוע הלבנה נמוכים. ברם, הסביבה הטבעית שונה מניסוי מעבדה מבוקר הנערך בתנאים אידאליים. מכאן, שניסויים מעבדתיים אינם יכולים לקבוע בצורה חד-משמעית את עתיד הגבס הצפוי לשקוע באגם ואת השפעתו על עכירות המים. למרות זאת, המחקר מאפיין את הפרמטרים שיש לנטר במהלך הפיילוט של הפרוייקט כדי להבטיח שישום מלא שלו לא יגרור עלייה בעכירות האגם והלבנתו.

### תרומת המחקר:

לים המלח חשיבות היסטורית וכלכלית. במאה השנים האחרונות האגם עובר שינויים משמעותיים. המדיניות להתמודדות עם השינויים והשפעתם מעוררים דיון ציבורי. אחד הפרוייקטים המשמעותיים לעתיד ים המלח הוא פרויקט ים סוף - ים המלח, במהלכו מתוכננת הזרמה של תערובת מי ים ורכז מהתפלה לאגם. אחת ההשלכות הסביבתיות בהקשר זה, היא האפשרות שים המלח 'יולבן' כתוצאה משיקוע גבס. המחקר מגדיר את הפרמטרים שיש לנטר במהלך הפיילוט בכדי לקבוע באם ניתן יהיה להרחיבו.

# הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021 \* ועידה מקוונת



זיהום בקטריאלי עמיד במי חוף - האיום הבא

פלא אסטרן

חוקר ימים ואגמים לישראל

מייל לתכתובות: [peleg.astrahan@ocean.org.il](mailto:peleg.astrahan@ocean.org.il)

אנשים רבים המגיעים לבתי החולים עקב זיהום חמור ואו כתוצאה ממערכת חיסונית חלשה, מטופלים בתרופות מסוג הקרבפנים. תרופות אלו הן תרופות רחבות טווח כנגד מגוון רחב של חיידקים ומהווים את אחד מקווי ההגנה האחרונים של מערכות הבריאות. עם זאת, חיידקים אנטריים (entrobacteriaceae) מסוימים המתקיימים במעי אדם, פיתחו חלבון הנקרא carbapenemase הנישא לרוב על גבי פלסמיד ומועבר מאחד לשני. אנזים זה מסוגל לפרק תרופות אלו ומקנה לחיידקים אלו (הנקראים CPE) עמידות רחבת טווח כנגד מגוון סוגי אנטיביוטיקה. עמידות זו מהווה מכשול חמור בטיפול הרפואי. למרות האכיפה המוגברת בבתי החולים, עדיין קיימים דיווחים המאמתים את הימצאותם באוכלוסייה.

בשנת 2018 נמצאו חיידקים כאלו במעי של צעיר אשר פונה לביה"ח עקב אירוע טביעה סמוך לחופי נתניה. מקרה זה העלה את ההשערה כי אותו אדם בלע כמויות רבות של מי ים ובהם חיידקים עמידים. לכן נערך דיגום קיץ בחופי נתניה והסביבה במטרה לעמוד את יכולת עמידות הפלורה המקומית לתרופות מסוג קרבפנים. כתוצאה, נמצאו בחוף בית ינאי חיידקי CPE בעלי עמידות נרחבת, אשר גדלו ובודדו בקלות יחסית ממי החוף. ניסיונות איתור המקור העלו כי חיידקי CPE קיימים גם בנחלי פולג ואלכסנדר. סריקה גנטית הראתה כי מנגון העמידות הינו ייחודי ואינו נפוץ בקרב אוכלוסיות החולים בישראל. דיגום נוסף שבוצע באותן נקודות דיגום כחודש לאחר מכן, הראה כי חיידק בעל רצף עמידות זהה נמצא באסטואר נחל אלכסנדר בשנית. לצערנו מקור הזיהום עדיין אינו ברור אך קרוב לוודאי שאיננו ביה"ח מקומי.

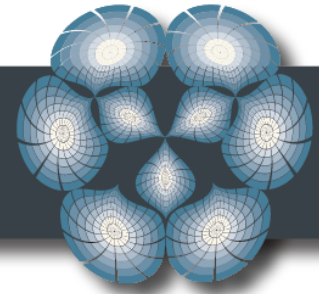
## תרומת המחקר:

בניגוד לספירות וכימות חיידקי הקולי המבוצעות באופן תדיר במקורות מים ומזהירה בפני חדירת ביוב, מחקר זה מעלה את חשיבות המגוון הבקטריאלי והסכנה הטמונה בגנום ספציפי ולא רק בכימות כללי. בהתאם לתוצאות המחקר יש לאתר את מקור הזיהום ולאבחן את יכולת ההישרדות של חיידקים ממקור הומני במקורות המים. מעקב אחר מקורות הזיהום לאורך הנחלים יביא לטיפול נקודתי של חיידקים מסוכנים גם בכמויות נמוכות ומכאן ההמלצה לבצע מעקב גנטי בגופי המים בנוסף לכימות החיידקים הכללי.

# הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

\* ועידה מקוונת



## ידע, נורמות חברתיות ותפיסות סיכון לגבי איכות המים בישראל והקשר לדפוסי צריכת מי שתייה

שירין עסלי, ענת גסר אדלסבורג, מיה נגב

אוניברסיטת חיפה

מייל לתכתובות: [shereen.assaly@gmail.com](mailto:shereen.assaly@gmail.com)

רקע: בשנים האחרונות חלו שינויים בדפוסי צריכת מי שתייה בישראל, כמו: עלייה בצריכת מים מינרליים, שימוש במסננים ביתיים למי שתייה ושימוש במתקני מים מינרליים. מטרת המחקר היא לבחון את הקשר בין דפוסי צריכת מי שתייה לידע, תפיסות סיכון ונורמות חברתיות בקרב הציבור בנושא איכות מי שתייה בישראל.

שיטות: מחקר חתך, דגימה מכוונת בקרב שלוש קבוצות בקרב סטודנטים לפסיכולוגיה, גיאוגרפיה ובריאות הציבור, עובדים במעבדות סביבה במשרד הבריאות וברשות המים. אוכלוסיית המחקר כללה 158 משתתפים. המחקר כלל שאלון אנונימי, הבוחן ידע, נורמות חברתיות, מצב סוציו-דמוגרפי, תפיסות סיכון ודפוסי צריכת מי שתייה.

תוצאות: נמצא קשר מובהק בין תפיסות סיכון קוגניטיביות ורגשיות לדפוסי צריכת מי שתייה: לצרכני מים מינרליים יש תפיסות סיכון גבוהות יותר לגבי צריכת מי ברז מאלה שצורכים מים ממסננים. בנוסף, נמצא שמשותפים שצורכים מים מינרליים סברו פחות מאחרים שצריכת מים מינרליים הם בעלי השפעה שלילית על הסביבה. בבחינת הקשר בין נורמות חברתיות לבין דפוס צריכת מי שתייה, נמצא קשר חזק בין ההחלטה הצרכנית של מי השתייה לבין מה שנחשב כמקובל בחברה ורצוי בעיני האחרים. בבחינת השפעת מאפייני המים (טעם, ריח וצבע) על דפוס צריכת מי שתייה, נמצא שמאפייני מי השתייה הינם גורם משפיע בבחירת דפוסי הצריכה בקרב המשתתפים, ככל שמשותפי המחקר היו פחות מרוצים ממאפייני מי הברז העדיפו יותר לצרוך מים מינרליים. נבחנה השפעת רמת הידע על דפוסי צריכת מי שתייה ונמצא שקבוצות המייצגות בעלי ידע גבוה יותר לגבי איכות מי שתייה העדיפו לצרוך מי ברז או מים ממסננים ביתיים בעת שמשותפים אחרים העדיפו לצרוך מים מינרליים.

מסקנות: ההחלטה הצרכנית של מי השתייה מושפעת מתפיסות סיכון סובייקטיביות, נורמות חברתיות, השפעה סביבתית וידע לגבי איכות מי שתייה בישראל. במטרה לגרום לשינוי התנהגותי בקרב הצרכנים לטובת צריכת מי ברז, ישנו צורך בשינוי נורמות חברתיות (מה נחשב למקובל חברתית) והסברה רחבה לציבור תוך מתן דגש על העלאת ידע בנושא איכות מי שתייה בישראל.

### תרומת המחקר:

ישנו מחסור במחקרים בעולם בנושא תפיסות לגבי איכות המים והקשר לדפוסי צריכה של מי השתייה. המחקר יתרום להבנת דפוסי צריכת מי השתייה בישראל והגורמים לעלייה בצריכת מים בבקבוקים ושימוש במסננים ביתיים, למרות שמי ברז בישראל הינם איכותיים ומחירם זול. עבודה זו, תהווה אבן דרך לבניית קמפיינים במטרה לעודד שתיית מי ברז כך שיופחת הנטל הסביבתי משימוש בבקבוקים חד פעמיים, ולהוריד את הנטל הכספי מהציבור, כתוצאה מקניית מים מינרליים.