

3. הגשם כמשאב טבע בישראל היום ומחר - שיחה עם ד"ר ישעיהו בר אור - חלק א'

א. תמונת מצב

ד"ר בר אור: הייתי רוצה לפתוח בתמונת מצב, כמה נתוני יסוד שלא בהכרח מוכרים לכולם. כאשר שואלים בישראל את השאלה: מאיפה באים המים? התשובה בדרך כלל היא: המים באים מהכינרת, ומהכינרת - למוביל הארצי.

לאמתו של דבר מקורות המים שלנו הם מגוונים: מקורות מים עיליים, כמו אגם הכינרת ונחלים, וגם מי תהום, מים שנאגרים מתחת לפני השטח. מאגרים אלו נקראים אקוויפרים, והם למעשה סלעים ספוגים במים, שניתנים לשאיבה בשיטות טכנולוגיות מתקדמות. האקוויפרים הגדולים המוכרים בארץ הם אקוויפר ההר (חלק ממנו נקרא אקוויפר ירקון-תנינים) ואקוויפר החוף. יש גם כמה אקוויפרים קטנים, כמו אקוויפר הגליל המערבי ואקוויפר הכרמל. לכל אחד גודל משלו, איכות מים משלו, זמינות שאיבה ועלויות שאיבה משלו. כתוצאה מכך, יש לכל אקוויפר קידוחים המתאימים דווקא לו.

מבחינת אספקת המים השמישים לבני אדם, הכינרת מספקת בין רבע לשליש המים שבשימוש החברה הישראלית, ומי התהום - בין שני שלישים לשלושה רבעים מאספקת המים; כמות המים מהנחלים היא שולית.

1 השיחה עם ד"ר בר אור התקיימה באביב 2010 כאשר הוא היה סמנכ"ל בכיר למשאבי טבע, המשרד להגנת הסביבה. ד"ר בר אור הוסיף כמה נתונים לטכסט המקורי כאשר בהגהות האחרונות של הספר.

רוב המים שאנו משתמשים בהם - גם אלו המגיעים מהכינרת וגם ממי התהום - נקראים "מים מתחדשים"; כלומר, אחרי שהאדם משתמש בהם אמור להתרחש תהליך של התמלאות מחדש של אותם מאגרים. במילים אחרות, כמות המים בכינרת ובאקוויפרים תלויה באופן מוחלט בירידת גשמים מדי שנה. הכינרת מתמלאת ממי הירדן ומיובלים שונים, אשר מקור המים שלהם הוא גשמים עונתיים וכן שלג שהצטבר בחורף בחרמון, ומי מעיינות. המים הנשאבים ממי התהום, לעומת זאת, עשויים להיות מי גשמים שלא מהעונה הנוכחית, אלא מלפני שנה או שנתיים. יוצא מכך שאם במשך כמה שנים לא יורדים גשמים בכמות מספקת, מפלסי האקוויפרים נעשים כה נמוכים עד ששאיבה עלולה לגרום נזקים בלתי הפיכים של המלחה, עקב כניסת מי ים. המערכת מסוגלת להתחדש גם אם היא עוברת שנת בצורת אחת; אבל אחרי יותר משנה, ועל אחת כמה וכמה אחרי כמה שנות בצורת רצופות, היא עלולה להיפגע קשות. כל האמור לעיל נכון לגבי מים טבעיים. בשנים האחרונות נבנו בישראל מתקני התפלה בהיקף גדול, שיספקו מים בכמות השווה לכ-50% מכמות המים הטבעיים.

ב. כמויות המים בישראל - היצע וביקוש

שאלה: מהי כמות המים המתחדשת הזמינה בישראל?
 בר אור: לפני עשרים שנה היו משיבים על שאלה זו בנתון של 1.8 מיליארד קוב² בשנה; לפני עשר שנים - 1.5 מיליארד קוב; לפני 3 שלוש שנים - 1.3 מיליארד קוב; והיום - 1.1 מיליארד קוב.

2 מטר מעוקב = 1000 ליטר.

השינוי בנתונים נובע מכמה גורמים:

- שיטות מדידה חדשות, המביאות ליתר דיוק בנתונים;
- שינויי אקלים.

כמות המים, המגיעה למאגרי מי התהום, פוחתת והולכת בשנים האחרונות, הן עקב התכיפות של שנות בצורת, ככל הנראה בגלל שינוי האקלים, והן בשל הגברת הבנייה העירונית באזורים של ריכוז אוכלוסייה, בעיקר באזור החוף, שאינה מאפשרת למי הגשמים לחלחל לאדמה ולהעשיר את מי התהום.

במקביל להיצע המים יש לראות גם את מסגרת הביקוש:

- צריכה ביתית: מי שתייה, השקיית גינות, בישול, מקלחות, כביסה וכו'. הכמות הממוצעת ליום לנפש בארץ היא 180 ליטר ליום. בגלל שאין הפרדת מים לצרכים שונים בתוך הבית כל המים - לרבות אלה שיורדים לאסלה (כתשעה ליטרים בכל פעולה שלמה) - הם מים הראויים לשתיה. תצרוכת המים הביתית לשנה בישראל גדולה באופן משמעותי מכל השימושים האחרים במים, ומסתכמת בכ-700 מיליון קוב לשנה (100 קוב לנפש לשנה). צריכת המים האישית בארץ היא כחצי מזו שבארצות הברית;

- חקלאות: כ-400 מיליון קוב לשנה. ביוני 2013 הוחלט להעמיד לרשות החקלאות כ-600 מיליון מ"ק/שנה למשך שלוש שנים, בגלל מצבם הטוב של מקורות המים, עקב כניסת מתקני ההתפלה לפעולה;

- תעשייה: 80-100 מיליון קוב לשנה.

- שמורות טבע: בגלל שחלק מגופי המים במדינה - ומדובר בכמה נחלים ומעיינות - התייבשו, התקבלה החלטה להזרים מים לגופי מים יבשים החשובים לשמירה על הצומח, החי

והנוף בטבע. למשל, כדי לשמור על זרימת מים בירקון, ובכך להבטיח את שמירת ערכי הטבע שבסביבתו, הוזרמו לירקון מים. ב-2013 הוחל בהזרמת מים גם לירדן הדרומי במטרה לשקם אותו.

למעשה, עד להפעלת מתקני ההתפלה נוצלו בישראל עד תום כל מאת האחוזים של המים המתחדשים מדי שנה, וזאת, על אף ששטחי חקלאות רבים אינם מושקים במים שפירים אלא במי שפכים, מי קולחין מטוהרים, בסדר גודל של 400 מיליון קוב לשנה. מדינת ישראל היא ראשונה בעולם בהיקף השימוש בשיטה זאת. למי קולחין יש יתרון ביחס למים שפירים מבחינת אמינות האספקה שלהם: גם בשנת בצורת יש מי שפכים, בעוד שהמים השפירים תלויים בברכת השנים. כל עוד האדם משתמש במים, יש מי קולחין.

שאלה: האם אפשר להעריך כמה קוב מים יורדים בארץ ישראל בעונת גשמים ממוצעת?

בר אור: כמות המשקעים גדולה בערך פי עשרה מהכמות המים הנכנסים למאגרים. כמות הגשם היורדת על ישראל בשנה ממוצעת היא כ-10 מיליארד מ"ק, אבל רובה לא נכנס למאגרים, אלא מתאיידת או זורמת לים. הגורם העיקרי לכך הוא תופעת ההתאיידות, בעיקר ההתאיידות מהצמחים, במיוחד כאשר יש פרקי יובש בין הגשמים ואין לחות באוויר. ההערכה היא שכ--75% 80% מהגשמים מתאיידים וחוזרים לאטמוספירה.

שאלה: האם הצריכה הממוצעת, של כ-1.1 מיליארד קוב לשנה, מגיעה בגשמים היורדים בעונה ממוצעת אשר אינם מתאיידים, ונכנסים לתוך מאגרי המים המתחדשים? למשל, אם בשנה מסוימת יורדים רק 80% או 90% מהכמות הממוצעת, האם די בכך כדי לחדש את החסר? כמה צריך לרדת כדי שתתחדש במאגרים

כמות המים שנשאבה בצריכה השנתית? ומה עם צורת ירידתם של המשקעים? אבותינו במסכת תענית דיברו על גשמים טובים לחקלאות, לעומת גשמים הממלאים את מאגרי מי השתייה שלהם. מה לגבינו?

בר אור: יש לדייק: 1.1 מיליארד קוב אמורים להגיע מדי שנה מהכינרת ומהאקוויפרים של החוף וההר. האקוויפרים הקטנים נותנים עוד 200 מיליון קוב, ובסך הכול מדובר ב-1.3 מיליארד קוב לשנה. אך נתונים אלה יכולים להטעות. גם היום, הרבה תלוי באופן שבו הגשם יורד: אם הגשמים יורדים בנחת, או שיש שיטפונות המזרימים הרבה מאוד מים לים, או אם הגשם יורד במקומות לא רלוונטיים, כך שרק חלק קטן ממנו נכנס למאגרים.

התחזיות ביחס לשינויי האקלים צופות שגם אם לא יהיה שינוי בכמות הגשמים, יהיה שינוי במשטר הגשמים. כך, למשל, גם אם ימשיכו לרדת 500 מילימטר בשנה באזור ההר (שזו הכמות הממוצעת לשנה כעת - קוב לדונם), חשוב שהוא ירד בצורה רצופה, כדי שיחלחל לאדמה. כדי שהאקוויפרים יתמלאו מחדש מגשמי החורף חייבת האדמה להירטב עד שתהיה ספוגה במים. אם פרופיל הקרקע נרטב עד החתך הרווי, עד שזה מגיע לאזור הרווי במים, היינו: הסלעים רוויי המים באקוויפר עצמו, אזי יש זרימה רצופה של מים מלמעלה עד למטה והמאגרים מתמלאים. אבל אם הגשמים יורדים לא בנחת אלא בזעף, חלק ניכר מהם זורם לים.

שאלה: האם המים בנחלים אינם מחלחלים למאגרי מי התהום?
בר אור: כן, אבל בכמויות הרבה יותר קטנות; הרוב הולך לאיבוד בים. האקולוגים יטענו שיש תופעה של "ניקוי הנחלים" מפסולת טבעית שהצטברה בהם - תופעה החשובה לקיומם, המתרחשת רק כאשר יש בנחלים זרימה חזקה כתוצאה משיטפון. אבל זרימה שכזו פירושה אובדן משמעותי למשק המים של המדינה; ואילו גשמים היורדים בנחת מרוויים את הקרקע ומונעים סחף. בצפון הנגב יש

מקומות שבכאלפיים השנים האחרונות נסחפה מהם קרקע בגובה של 2-2.5 מטרים. וכמובן שלצורת ירידת הגשמים יש משמעות רבה לחקלאות; אינו דומה שדה חיטה שזכה לגשמים היורדים בנחת לשדה חיטה שסבל מגשמי זעף, המכים צמח וגבעול.

ג. מתקני התפלה

שאלה: מה תהיה ההשפעה של מים המופקים ממתקני ההתפלה על משק המים במדינה?

בר אור: מדינת ישראל נערכת משנת 2005 להתפלה, במתקנים האמורים להניב כ-600 מיליון קוב בשנת 2014. בסופו של תהליך מדובר על כך שבסביבות שנת 2020 יהיו בישראל כ-750 מיליון קוב של מים מותפלים.

למי ההתפלה איכות גבוהה מאוד, ועל כן תינתן להם עדיפות בצריכה הביתית בערים. אחד הדברים המעניינים את החקלאים הוא ריכוז המלחים במי ההשקיה. מי הכינרת הם מלוחים למדי, ואחר השימוש הביתי בהם נוספים להם עוד מלחים, כך שמי הקולחין המגיעים לשטחים החקלאיים כבר עשירים יחסית במלחים. למים המותפלים, לעומת זאת, רמת מליחות נמוכה מאוד.

הבעיה העיקרית של מי ההתפלה היא מחירם הגבוה. עלות ההובלה של קוב מים מהכינרת היא כחצי שקל לקוב, ואילו התפלת קוב מים עולה, עוד לפני ההובלה, כ-2.5 שקלים. המרכיבים של עלות המים הטבעיים הם רק השאיבה וההובלה, ואילו במים המותפלים - העלות נובעת בעיקרה מתהליך הפקתם.

שאלה: מה הן ההשפעות של תהליך ההתפלה על הים התיכון? כיצד היא תשפיע על מי הים ועל הצמחייה ובעלי החיים הימיים? ומה עם תוספת המלחים שהם תוצר הלוואי של התהליך?

בר אור: תהליך התפלה משתמש במי ים - מעביר את מי הים דרך ממברנות סלקטיביות המאפשרות מעבר מים, אבל לא מעבר מלחים, המומסים במי הים. המלחים, יחד עם חלק ממי הים המקוריים, מוחזרים לים. לכן המים המוחזרים לים מלוחים פי שניים ממי הים הטבעיים. כמו כן, בתהליך ההתפלה מוסיפים למים כימיקלים המכילים ברזל, ומשום כך עלול להיווצר בים כתם אדום של מלחי ברזל בדומה לחלודה, ששטחו כמה מאות מטרים רבועים, ויש גם שחרור כימיקלים. בינתיים אין ממצאים המורים על כך שהמים הללו מסוכנים לחיים, למרות המראה שלהם. אין כל רעל במים האלה.

הבעיות בתהליך ההתפלה הן בתחומים אחרים. התהליך צורך חשמל רב, בעוד מערכת אספקת החשמל הלאומית עמוסה מאוד כבר עכשיו. השימוש הרב בחשמל גם יוצר פליטה נוספת של גזי חממה המזזהמים את האוויר. נוסף על כך, ייתכן שהעלאת מחירי המים, בגלל העלות הגבוהה יחסית של תהליך ההתפלה, תיצור בעיה חברתית. לכל אדם יש זכות למים במחיר מינימאלי. האם נרשה לעניים להתרחץ אבל לא לטפח גינות, בעוד שהעשירים יוכלו גם לגדל צמחים כאוות נפשם?

שאלה: יש מחקרים המורים על כך שמי הקולחין המחלחלים למי התהום מכילים הורמונים, הגורמים סרטן. האם המים המותפלים יפתרו בעיה זו?

בר אור: יש מעט מדי ידע בנושא זה בארץ ובעולם. במי השפכים המטוהרים, שמשתמשים בהם בארץ בחקלאות, אכן נמצאו שאריות של תרופות למיניהן, אשר חלק מהן מחלחל למי התהום. חלק גדול מהתרופות המגיעות למי השפכים ומי הקולחין מסולק במתקני הטיהור; יש גם חומרים, הנמצאים בריכוזים נמוכים ביותר, שהם עמידים לטיפול במתקני הטיהור. על-פי תוצאות מחקרים ראשוניים מאוד בתחום זה, מקצת מהחומרים הללו אמנם נמצאים

בירקות שאנו אוכלים, אבל בריכוזים נמוכים ביותר. הסכנה תהיה, למשל, אם אדם יאכל מאתיים וחמישים מלפפונים ביום. עם זאת יש להדגיש שעדיין לא ידוע לנו מהי ההשפעה שיש, אם בכלל, לריכוזים הנמוכים הללו. המצב במקומות אחרים בעולם אינו שונה בהרבה. באירופה, למשל, מי השתייה באים בעיקר מהנהרות הגדולים הרבים שיש שם. אבל מי הנהרות שם אינם רק מי גשמים, אלא גם מי שפכים. באירופה, זה מה שכולם שותים. יש מחקרים המצביעים על שינויים המתרחשים בדגים ובחסרי חוליות הנמצאים בסביבה של מי שפכים, בראש וראשונה שינויים במין: זכר הופך לנקבה ולהפך. בסך הכול יודעים על זה פחות ממה שצריך או רצוי לדעת. בשורה תחתונה, אין לנו כרגע אפשרות לשנות את שיטות הפקת המים; והעניין הוא בהחלט בסיס למחקר, אבל עדיין לא לקביעת מדיניות.

שאלה: האם ההחלטה האסטרטגית לעבור במידה רבה לשימוש במים מותפלים נעשתה בגלל אי-הוודאות באשר לירידת הגשמים - או שיש שיקולים נוספים? מה הביא את המדינה לנקוט מדיניות זו? האם בעתיד נוכל להסתמך באופן מוחלט על מים מותפלים? בר אור: הגורמים העיקריים בקבלת ההחלטה היו גידול האוכלוסייה והרצון לשמור על היקף מסוים של חקלאות, שלא את כולו אפשר להשקות במי קולחין. למשל, אי אפשר להשקות במי קולחין את השטחים הסמוכים לקידוחים של מי שתייה ולא כדאי להשקות כך שטחים הרחוקים מהיישובים הגדולים המייצרים מי קולחין. זאת על בסיס ההנחה שאנו רוצים לספק לחקלאות מים במחיר מסובסד, מתוך אינטרסים של שמירה על אופי המדינה ועל גבולותיה ובשל מדיניות פיזור האוכלוסייה.

בקשר לאפשרות שמים מותפלים יהיו מקור המים העיקרי או הבלעדי במדינה, עמדתו של משק המים היא, שאי-אפשר לוותר

על מקורות המים הטבעיים רק בגלל שאנו יוצרים כעת מקור שאמינותו גבוהה יותר.

לכאורה זה נראה כפרדוקס, שהרי כל הדיון שלנו סובב סביב ההנחה שמערכת הגשמים איננה אמינה! כמה שנות בצורת רצופות היום יגרמו בעיה קשה לחקלאות, ואף יקשו במידה על התצרוכת הביתית. אולם בגלל שהטכנולוגיה בכלל, ומתקני ההתפלה בפרט, הם מעשה ידי אדם, הם חשופים לשיבושים ולתקלות טכניות, לסכנות ביטחוניות ולשינויים במחיר הנפט. עלייה במחירי הנפט תביא לנסיקה במחיר המים. מקורות המים הטבעיים מבטיחים יציבות ואיזון באספקת המים ובמחירם גם בעתיד. אי-אפשר ליצור מצב של תלות מוחלטת בחסדי הטכנולוגיה, ולכן צריכה להיות לנו יכולת להשתמש במאגרים הטבעיים במקרה של אירועים שישפיעו על יכולת ההתפלה. גם אם נוכל להשתמש רק בחלקם, בכל זאת יהיה אפשר להסתדר במשך תקופה מסוימת.

שאלה: התיאור שלך של ההתפלה מזכיר אנשים, שבמקום לשמור על בריאותם הם אוכלים ושותים מה שהם רוצים, מעשנים וכו', ובקיצור - חיים ללא כל התייחסות לתוצאות הרגליהם, ואז פונים לרופאים ולתרופות כדי לרפא את בעיות הבריאות שלהם. למה לנו לכתחילה לתכנן מדיניות לאומית כזאת? אמרת שיתכן שיהיו לתהליך ההתפלה תוצאות לוואי, ושלא הכול ידוע לנו עדיין. למה להסתכן ואז לחפש תרופות?

בר אור: אני חושב שיש אנשים המנפחים, מתוך כוונות טובות, את הנזקים האקולוגיים שייגרמו לים התיכון בגלל ההתפלה. האם יש לך מושג כמה תינוקות נולדים בישראל מדי שנה? האוכלוסייה גדלה, ברוך השם, באופן טבעי, ונוסף על כך יש גם עלייה. אנו חייבים למצוא פתרונות. בקצב הגידול הנוכחי, שהוא 1.4-1.8 אחוז לשנה, האוכלוסייה תכפיל את עצמה בעוד עשרים

וחמש שנה. מצוות "פרו ורבו", שניתנה לאדם הראשון, ניתנה בעצם לכלל האנושות, ואת התוצאה אפשר לראות בכל כדור הארץ. מה יש ליהדות לומר על כך? אני סבור שחשוב להתמודד ולחפש מענה מקורי גם לדברים שמעסיקים את העולם כולו.