

גורמים כימיים במי השתייה

חשיפה למזהמים כימיים במי שתייה עלולה לגרום למגוון השפעות בריאותיות שליליות על בני אדם, לרבות סרטן (למשל, עקב חשיפה לטריכלורואתילן [trichloroethylene] ולטריהלומתנים [trihalomethanes]), השפעות שליליות על התפתחות מערכת העצבים (עקב חשיפה לעופרת, למשל) והשפעות שליליות על מערכת הרבייה ותוצאי לידה (עקב חשיפה לאטראזין [atrazine], למשל).

בעוד שבעבר, ההתמקדות בגורמים כימיים במי השתייה היתה בהשפעות הרעילות הפוטנציאליות של מזהמים שונים, קיימות ראיות מצטברות לכך שלגורמים מסוימים במי השתייה, כגון מינרלים, יש השפעות חיוביות על בריאות הציבור. יש עדויות לכך שרמת מגנזיום נמוכה במים קשורה לסיכון מוגבר למחלות לב וכלי דם, ושרמת סידן נמוכה במים קשורה לסיכון מוגבר לשברים אצל ילדים, למחלות נוירולוגיות מסוימות, ללידות מוקדמות ומשקל לידה נמוך ולסוגים מסוימים של סרטן⁽⁸⁾. ראוי לציין כי גם לריכוז עודף של מינרלים במי השתייה עלולות להיות השפעות בריאותיות שליליות.

מי השתייה בישראל ייחודיים בכך שהם מכילים שיעור גבוה של מי ים מותפלים במערכת האספקה הארצית (יותר מ-50%). המים המותפלים מוספים למים מהמקורות הטבעיים המוגבלים מאוד, והם מסייעים להתמודד עם שנות בצורת. מערכת האספקה כוללת מים ממקורות שונים (התפלה, מים עיליים ומי תהום), והתמהיל עשוי להשתנות על בסיס שעותי וחדשי. גמישות תפעולית זו ושימוש במגוון מקורות מי שתייה מאפשרים אספקה אמינה. יש שונות גיאוגרפית משמעותית בין מקורות אספקת המים, ובכלל זה בחלק היחסי של מים מותפלים במערכת האספקה.

מדיניות ורגולציה

מזהמים

האיכות הכימית של מי השתייה בישראל מוסדרת בתקנות שפורסמו לראשונה בשנת 1974 ועודכנו בשנת 2013. התקנות משנת 2013 כוללות ריכוזים מרביים מותרים עבור יותר מ-90 מזהמים כימיים, ובהם מתכות, חומרי הדברה, רדיונוקלידים (radionuclides) ומזהמים אורגניים ממקור תעשייתי. ספקי מים נדרשים לבצע בדיקות תקופתיות לאיתור מזהמים אלה במקורות המים ולדווח על כך למשרד הבריאות. לוח 1 מציג את הריכוזים המרביים המותרים ואת ההשפעות הבריאותיות הפוטנציאליות של מזהמים כימיים נבחרים הנזכרים בפרק.

השפעות בריאותיות פוטנציאליות וריכוזים מרביים מותרים של מזהמים כימיים נבחרים במי שתייה

מזהם	ריכוז מרבי מותר	השפעות בריאותיות שליליות
עופרת (lead)	10 מק"ג/ל'	עיכובים התפתחותיים והשפעות נוירוקוגניטיביות בקרב תינוקות וילדים, השפעה על הכליות ועל לחץ הדם בקרב מבוגרים, השפעות על מחלות לב וכלי דם
סימזין (simazine)	2 מק"ג/ל'	שיבוש המערכת האנדוקרינית
אטראזין (atrazine)	2 מק"ג/ל'	שיבוש המערכת האנדוקרינית
טריהלומתנים (trihalomethanes)	100 מק"ג/ל' (ב־90% מן הדגימות) הריכוז המרבי המותר למשך שבועיים רצופים לכל היותר – 150 מק"ג/ל'	ליקויים בתפקודי הכבד, הכליות ומערכת העצבים המרכזית, סיכון מוגבר לסרטן
חנקות (nitrate)	70,000 מק"ג/ל'	קוצר נשימה וכחלת (methemoglobinemia) בקרב תינוקות
טריכלורואתילן (trichloroethylene)	20 מק"ג/ל'	ליקויים בתפקודי הכבד, הכליות והלב, סיכון מוגבר לסרטן
טטרכלורואתילן (tetrachloroethylene)	10 מק"ג/ל'	ליקויים בתפקודי הכבד, הכליות והלב, סיכון מוגבר לסרטן

←
לוח 1
מקורות:
United States
Environmental
Protection Agency⁽⁷⁾,
משרד הבריאות

כל המוצרים הבאים במגע עם מי השתייה (צינורות, ברזים, אביזרים ומערכות ביתיות של מי שתייה) חייבים לעמוד בדרישות התקן הישראלי 5452. עדכון משנת 2016 לתקן זה קובע שתכולת העופרת במוצרים הבאים במגע עם מי שתייה לא תעלה על 0.25%. דרישה זו אומצה בהשפעת החוק האמריקני להפחתת עופרת במי שתייה, והיא תיכנס לתוקף עבור חלקים לא-מתכתיים בשנת 2018 ועבור חלקים מתכתיים בשנת 2019.

תקנות מי השתייה מחייבות לבצע בדיקות להימצאות מתכות כבדות (עופרת, ברזל, נחושת) ותוצרי לוואי של חיטוי (טריהלומתנים, כלוריט [chlorite], כלוראט [chlorate]) במערכות האספקה. תדירות הבדיקות תלויה במקור המים, בסוג החיטוי, בעונה ובגודל האוכלוסייה באותו יישוב. התקנות קובעות כי כל אדם יכול לבקש מספק מי השתייה לבצע ניטור של מי שתייה בביתו כדי לבדוק הימצאות קוליפורמים, עכירות, עופרת, ברזל ונחושת. על המזמין לממן את הבדיקה, אך על ספק המים לבצע אותה ולדווח על התוצאות.

איכות המים המבוקבקים, כמוצרי מזון אחרים, נתונה לפיקוחו של שירות המזון הארצי במשרד הבריאות. תקנות משנת 1986 קובעות את הריכוזים המרביים המותרים של גורמים כימיים במקורות למים מבוקבקים.

תכולת מינרלים

תקנות מי השתייה מחייבות את ספקי המים הגדולים המתפילים מי ים לייצב את המים מבחינה כימית לפני אספקתם לציבור. ערכי הייצוב הנדרשים הם רמת הגבה (pH) בטווח 7.5–8.3, סידן מומס בטווח הערכים 80–120 מ"ג/ל' כפחמת הסידן (CaCO₃), רמת אלקליניות מעל 80 מ"ג/ל' כסידן פחמתי, פוטנציאל השיקוע של פחמת סידן (Calcium Carbonate Precipitation Potential - CCP) בטווח של 3–10 מ"ג/ל' כפחמת סידן, ואינדקס הרוויה לפי לאנג'ליה (Langelier Saturation Index). מתקני התפלה שהוקמו לפני 2009 נדרשים לייצב מים על-פי מדד זה, ללא דרישות בקשר לפוטנציאל השיקוע של פחמת סידן. בשנת 2016 פרסם משרד הבריאות דרישות מחמירות פחות בקשר לרמות פחמת סידן (פחות מ-3 מ"ג/ל').

יש דרישה להוסיף סידן למים מותפלים, אך נכון להיום אין דרישה להוסיף להם מגנזיום, פלואוריד או יוד. בשנת 2014 הופסקה ההפלה של מי השתייה בישראל. עם זאת, בשנת 2016 אישרה הכנסת שינוי בתקנות מי השתייה, המחייב הפלה בריכוז של 0.7 מ"ג/ל'. דרישה חדשה זו צפויה להיכנס לתוקף בשנת 2017.

נתונים על גורמים כימיים בטייה בישראל

איכות המים במקורות מי השתייה

משרד הבריאות מפרסם נתונים רבעוניים על האיכות המיקרוביאלית והכימית של המים במקורות מי שתייה על סמך נתונים המדווחים על-ידי ספקי מי השתייה. על-פי הנתונים מהשנים 2015–2016 אותרו ארבעה מזהמים כימיים עיקריים במקורות מי השתייה בישראל: אטרזין (8.4% מהמקורות, בריכוזים של 0.08 – 0.67 מ"ק/ג'), סימאזין (13.4% מהמקורות, בריכוזים של 0.08 – 0.52 מ"ק/ג'), טריכלורואתילן (13.7% מהמקורות, בריכוזים של 0.1 – 101.6 מ"ק/ג') וטרכלורואתילן (10.3% מהמקורות, בריכוזים של 0.1 – 176.8 מ"ק/ג').

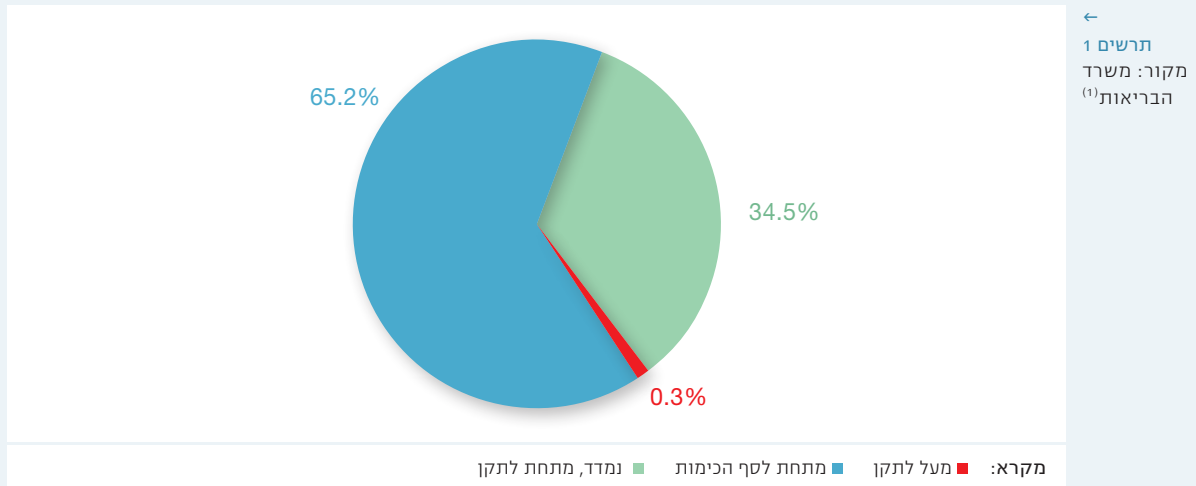
מתכות כבדות כגון ארסן, כספית, עופרת וקדמיום קיימות באופן טבעי בסביבה, והן נמצאות בפחות מ-10% ממקורות מי השתייה, בדרך כלל ברמות הנמוכות מ-30% מהרמה המותרת על-פי תקנות מי השתייה. בשנים 2014–2016 נבדקו 890 בארות מים להימצאות עופרת, ורק ב-16 מהן (1.8%) נמצאו ריכוזי עופרת (בכולן פחות מ-5 מ"ק/ג').

בהתבסס על נתונים מ-1,250 דגימות שנאספו בשנת 2016, יש ריכוזים גבוהים של חנקות לאורך אקוויפר החוף. ב-26% ממקורות מי השתייה במרכז הארץ, ובכלל זה באשקלון, נמצאו חנקות ברמות שבין 50 ל-70 מ"ג/ל', וב-17% נוספים נמצאו חנקות מעל לרמה של 70 מ"ג/ל' המותרת בתקנות מי השתייה. מקורות מי שתייה המכילים חנקות בריכוזים שמעל 70 מ"ג/ל' מטופלים לצורך הפחתת הריכוז במים המסופקים. ריכוזי החנקות היו נמוכים יותר במחוז הצפון, במחוז הדרום ובמחוז ירושלים. רמות גבוהות של חנקות במי השתייה נקשרו בספרות המקצועית למחלת הכחלת, ולכן ביצע משרד הבריאות אומדן של שיעורי מחלת הכחלת בקרב פעוטות בשנים 2011–2015 ובחן את הקשר לריכוזי חנקות במי השתייה. מניתוח הנתונים עולה כי כחלת נדירה בישראל, ואין אינדיקציה לכך שהופעתה קשורה לריכוזי חנקות במי השתייה.

איכות המים במערכות אספקת המים העירוניות

משרד הבריאות מפרסם נתונים על איכות המים במערכת אספקת המים העירונית, לרבות נתונים על ריכוזי מתכות כבדות ותוצרי לוואי של הכלרה (טריהלומתנים). נתונים מהשנים 2014–2016 מראים כי התגלתה עופרת ב-35% מהדגימות, בריכוזים נמוכים מדרישות התקן של 10 מ"ק/ג'. ריכוזי עופרת החורגים מדרישות התקן נמצאו ב-0.3% מהדגימות (תרשים 1)⁽¹⁾.

ריכוזי עופרת במי שתייה במערכות האספקה העירוניות, 2014-2016 (n = 5,178)

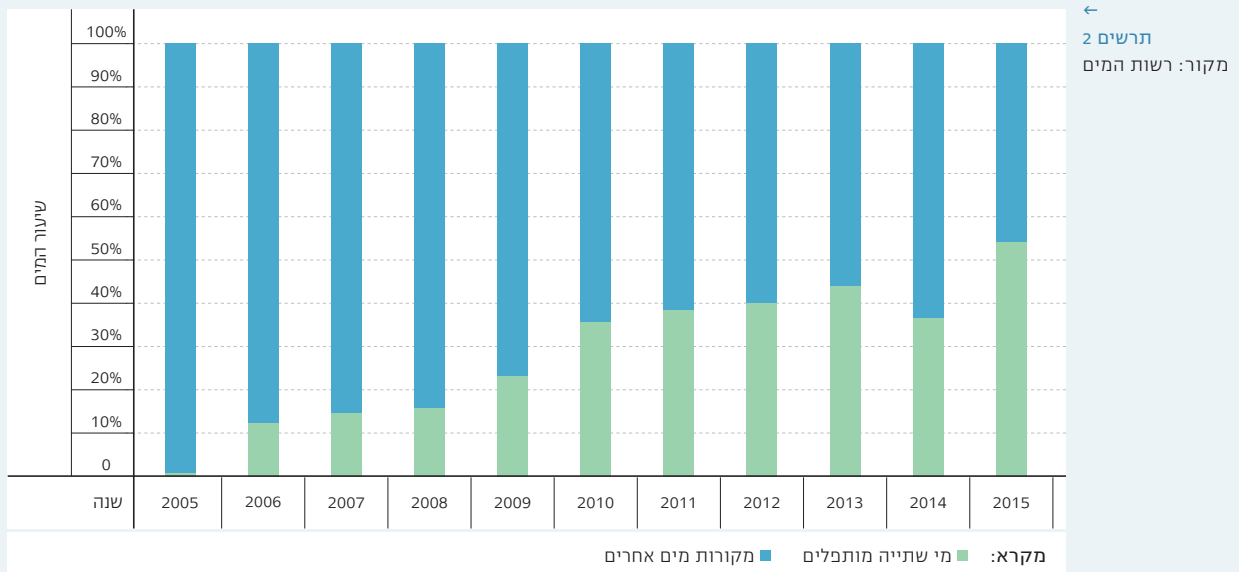


בשנת 2015 נמצאו חריגות נקודתיות ברמות הטריהלומתנים ביישובים בצפון הארץ שקיבלו מי שתייה מהמוביל הארצי. רמות הטריהלומתנים ירדו באופן משמעותי בשנת 2016 בעקבות שינויים במערכות החיטוי והאספקה, דילול מים עיליים במי תהום או במים מותפלים ואוורור מאגרי המים.

תכולת מינרלים

מקורות אספקת המים בישראל מגוונים מאוד, והם כוללים מים מותפלים, מים עיליים ומי תהום. חלקם של המים המותפלים מכלל מי השתייה המסופקים עלה עלייה חדה – מ-2.5% בלבד בשנת 2005 ליותר מ-50% בשנת 2015 (תרשים 2).

שיעור המים המותפלים מכלל מי השתייה המיועדים לשימוש ביתי ותעשייתי, 2005-2015



הבדלים גיאוגרפיים במקורות מי השתייה העיקריים בישראל גורמים להבדלים בתכולת המינרלים. נתוני ניטור מהשנים 2015-2016 מצביעים על כך שרמות המגנזיום במקורות מי שתייה היו 150-190 מ"ג/ל' בדרום (אזור הערבה),

3-5 מ"ג/ל בצפון, ו-0 (אפס) במים מותפלים (לצורך השוואה – הרמה המומלצת היא 20-30 מ"ג/ל). גם רמות היוד משתנות במידה ניכרת, והן נעות בין 0 (אפס) במים מותפלים ל-250 מק"ג/ל בדרום (ערבה) (לוח 2). עם זאת, ערכים אלה אינם משקפים רמות של מגנזיום ויוד במערכת אספקת המים, למשל בערבה האוכלוסייה הכללית מקבלת מי שתייה מותפלים ולא מי תהום⁽²⁾.

ריכוזי יוד במקורות מי שתייה (מק"ג/ל), 2016 (n = 260)

צפון	מרכז-מזרח	מרכז-מערב	דרום-מערב	דרום-מזרח (ערבה)	מתקני התפלה
3-2	25-5.5	95-7	150-18	250	0

→ לוח 2
מקור: משרד הבריאות²

מחקר על השפעות בריאותיות שליליות ומי שתייה בישראל

- חוקרים מאוניברסיטת בר-אילן ומהמרכז הרפואי ע"ש שיבא בתל השומר השוו שיעורי תמותה בקרב חולים שסבלו מאוטם אקוטי של שריר הלב, 30 יום לאחר האירוע ושנה לאחר האירוע. חולים אלה השתתפו בסקר הארצי הדו-שנתי לתסמונת כללית אקוטית בשנים 2002-2013. החוקרים מצאו, באזורים שבהם נצרכו מים מותפלים, עלייה בתמותה מכלל הסיבות בקרב חולים שסבלו מאוטם שריר הלב, 30 יום לאחר האירוע ושנה לאחר האירוע. החוקרים משערים שניתן לייחס את העלייה בתמותה לצריכת מגנזיום מופחתת⁽⁶⁾.
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים בדקו את הקשר בין צריכת יוד לתפקוד בלוטת התריס במדגם נוחות של מתנדבים בין השנים 2012 ו-2014, ומצאו עדויות להפרעות שכיחות עקב מחסור ביוד באזורים שאספקת המים בהם מסתמכת על התפלה^(4,5).
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב וממכבי שירותי בריאות בדקו את רמות היוד במדגם ארצי מייצג של ילדים בגיל בית הספר ושל נשים הרות בשנת 2016. החוקרים מצאו רמה נמוכה מדי של יוד בקרב 62% מהילדים בגיל בית הספר ובקרב 85% מן הנשים ההרות⁽³⁾.
- משרד הבריאות החל במחקר בשנת 2014 בקרב ילדים בני 12 מכמה אזורים בדרום הארץ, כדי להעריך את ההשפעות של הפסקת ההפלה על בריאות השיניים שלהם.

התקדמות מאז 2014

בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014", האתגרים העיקריים הקשורים לגורמים כימיים במי השתייה כללו הבנה של השפעות פוטנציאליות של התפלה על צריכת מינרלים ועל בריאות הציבור, הבנת ההשפעה של הפסקת ההפלה, והגבלת רמות העופרת בחומרים הבאים במגע עם מי שתייה. אתגרים אחרים קשורים לנוכחות חומרי הדברה במקורות מי שתייה ולהיעדר מאגר מידע מרכזי על מזהמים במי שתייה שאינם נכללים בתקנות (כגון תוצרי לוואי של הכלרה לא מוסדרת ותרופות).

למרות ההתקדמות בחקר ההשפעות של מחסור במגנזיום וביוד עקב צריכת מים מותפלים, הממצאים על השפעות בריאותיות שליליות אלו טרם תורגמו למדיניות. בדיקת היתכנות ממשלתית בנושא של הוספת מגנזיום למים מותפלים, הנדרשת מתוקף תקנות המים לשתייה לשנת 2013, טרם הושלמה. משרד הבריאות, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, רשות המים ומשרד האוצר מתכננים לבצע מחקר חלוץ לבחינת ההיתכנות של הוספת מגנזיום למי שתייה, הכולל איתור הטכנולוגיה המיטבית והערכת התקציב הנדרש. עד כה אין תוכנית להוספת יוד למים מותפלים מחשש לנזק פוטנציאלי עקב צריכת יוד גבוהה. לנוכח ממצאים חדשים על שכיחות המחסור ביוד בקרב ילדים ובקרב נשים בהיריון, פרסם משרד הבריאות המלצות להוספת יוד למלח שולחן ולמלח המשמש לאפיית לחם.

חלה התקדמות משמעותית בהגבלת תכולת העופרת במוצרים הבאים במגע עם מי שתייה (דרישות חדשות ייכנסו לתוקף עבור חלקים לא־מתכתיים בשנת 2018 ועבור חלקי מתכת בשנת 2019), וכן התקדמות משמעותית בהקמת מאגר מידע מרכזי על כימיקלים במי שתייה, לרבות כימיקלים שאינם נכללים בתקנות כגון קרבמזפין (carbamazepine). חסרים נתונים על הימצאות חומרים כימיים אחרים שאינם מפוקחים, כגון חומרים פרפלוואורואלקיליים ופוליפלוואורואלקיליים (per- and polyfluoroalkyl substances - PFASs).

הפלת מי השתייה הופסקה בשנת 2014, וההשפעה של מהלך זה על בריאות השיניים אינה ברורה, בייחוד בקרב קבוצות ממעמד חברתי-כלכלי נמוך.

אתגרים עיקריים

מערכת מי השתייה הייחודית בישראל, המאופיינת בשיעור גבוה של מים מותפלים ובתנודות בין מקורות מים שונים (מים מותפלים, מי תהום, מים עיליים), ניצבת לפני אתגרים ייחודיים.

תנודות דרמטיות במקורות מי השתייה גורמות לעיתים לתלונות של צרכנים על טעם המים. משרד הבריאות פרסם המלצות הקובעות כי התנודות צריכות להיות הדרגתיות ומלוות בבדיקות להימצאות מתכות כבדות, אך ישומן עדיין מהווה אתגר.

מאחר שבדיקת מתכות כבדות אינה מתבצעת דרך קבע במי ברז בבתי מגורים או במוסדות בישראל, לא ידוע אם כמויות גדולות יותר של מים מותפלים במערכות האספקה משפיעות על זליגת עופרת ומתכות כבדות אחרות למי הברז. בסקר האחרון של משרד הבריאות לנוכחות עופרת במי ברז בשנת 2011 התגלו עקבות עופרת ב־10% מהדגימות. משרד הבריאות מתכנן את הסקר הרביעי לבדיקת עופרת במי ברז בבתי מגורים ובמוסדות, לרבות בתי ספר.

יש שפע של נתונים על גורמים כימיים במקורות מי שתייה ובמערכות האספקה העירוניות, אך אין די נתונים על האיכות הכימית של מי ברז. חברת מקורות, ספקית מי השתייה הארצית, מתכננת לפתח מודל להערכה ולניהול תמהיל של המים בצומתי מיהול מרכזיים ובנקודות צריכה. מהלך זה יסייע למשרד הבריאות ולחוקרים להעריך תכולת מינרלים, כגון יוד ומגנזיום, במי השתייה.

משרד הבריאות מתכנן להחזיר את ההפלה של מי השתייה בשנת 2017, לאחר שלוש שנים שבהן היא הופסקה. מכיוון שעל־פי התקנות רמות הפלואוריד אינן אמורות לעלות על 0.7 מ"ג/ל, הדבר יצריך ניטור מדויק של פלואוריד במים במערכת האספקה.

ישראל מתבססת יותר ויותר על התפלה כמקור עיקרי למי שתייה. בשנים האחרונות החלה רשות המים בתכנון מתקן התפלה חדש בצפון הארץ, לאספקת מים מותפלים לאזור הגליל. יש צורך במחקר נוסף שיבדוק את השפעת ההתפלה על צריכת מגנזיום, יוד, פלואוריד ומינרלים אחרים, והשפעות פוטנציאליות של צריכת מינרלים מופחתת על בריאות הציבור. ככל שחלקה היחסי של האוכלוסייה הצורכת מי שתייה מותפלים ממשיך לגדול, גובר הצורך בשיח קבוע בין קובעי המדיניות על הדרכים למזער את הסיכונים הפוטנציאליים לבריאות הציבור הקשורים להתפלה ולצריכת מינרלים מופחתת.

- (1) משרד הבריאות (2017). עמדת משרד הבריאות: עופרת במי השתייה. http://www.health.gov.il/PublicationsFiles/water_13022017.pdf. (אוחר באוגוסט 2017).
- (2) משרד הבריאות (2017). תזונת יוד וסקר יוד במקורות מי שתייה. <https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/IodineMarch2017.pdf>. (אוחר באוגוסט 2017).
- (3) Ovadia, Y. S., Arbelle, J. E., Gefel, D., Brik, H., Wolf, T., Nadler, V., ...Troen, A. M. (2017). First Israeli national iodine survey demonstrates iodine deficiency among school-aged children and pregnant women. *Thyroid*, 27(8), 1083-1091. <https://doi.org/10.1089/thy.2017.0251>
- (4) Ovadia, Y. S., Gefel, D., Aharoni, D., Turkot, S., Fytlovich, S., & Troen, A. M. (2016). Can desalinated seawater contribute to iodine-deficiency disorders? An observation and hypothesis. *Public Health Nutrition*, 19(15), 2808-2817. <https://doi.org/10.1017/S1368980016000951>
- (5) Ovadia, Y. S., Gefel, D., Turkot, S., Aharoni, D., Fytlovich, S., & Troen, A. M. (2014). Elevated serum thyroglobulin and low iodine intake are associated with nontoxic nodular goiter among adults living near the eastern Mediterranean coast. *Journal of Thyroid Research*, 913672, 6. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/913672>
- (6) Shlezinger, M., Amitai, Y., Goldenberg, I., & Shechter, M. (2016). Desalinated seawater supply and all-cause mortality in hospitalized acute myocardial infarction patients from the Acute Coronary Syndrome Israeli Survey 2002-2013. *International Journal of Cardiology*, 220, 544-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.06.241>
- (7) United States Environmental Protection Agency (EPA). National primary drinking water regulations. <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations> (retrieved September 2017).
- (8) World Health Organization (2009). *Calcium and magnesium in drinking-water: Public health significance*. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43836/1/9789241563550_eng.pdf (retrieved May 2017).