



המערך הארצי לבריאות הסביבה

מגנזיום וסידן במערכות אספקת מי שתיה

סקר 2023



תוכן עניינים

2.....	תקציר
3.....	תודות
4.....	1. מבוא
4.....	1.1. מערכת המים בישראל
5.....	1.2. מגנזיום וסידן במי שתיה
7.....	1.3. מגנזיום וסידן במערכות המים בישראל
7.....	1.4. הסיבות לסקר, מטרות והשערות
8.....	2. תכנון הסקר, שיטות דיגום ובדיקה
8.....	2.1. נקודות ותדירות דיגום
9.....	2.2. דיגום ובדיקות
10.....	3. ממצאים
14.....	3.1. אזורים המחוברים למערכת האספקה הארצית בהם מקורות המים המספקים מי שתיה משתנים
16.....	3.2. אזורים המנותקים מהמערכת הארצית
17.....	4. סיכום ודיון
20.....	5. נספחים
27.....	6. רשימת מקורות



תקציר

מדינת ישראל הינה מהמובילות בעולם בתחום התפלת מים ובשיעור המים המותפלים מכלל המים לשתייה. רוב אוכלוסיית ישראל מתגוררת באזורים בהם מקורות המים המספקים מי שתייה מושפעים מאוד מהתפלה. בתהליך ההתפלה כל המינרלים מורחקים מהמים, ונדרש לייצב את המים ע"י הוספת סידן (תהליך הקשיה). למי שתייה דלי מינרלים בכלל, ומגנזיום בפרט, עלולות להיות השפעות בריאותיות חמורות, שכן מים מהווים מקור חשוב למינרלים. חסר במגנזיום נקשר לסיכון מוגבר להפרעות בקצב הלב שיכולות לנבא תחלואה ואף תמותה כתוצאה מאוטם בשריר הלב, וכן נקשר לסיכון מוגבר למחלת הסוכרת. חוסר בסידן נקשר לסיכון מוגבר למחלת אוסטאופורוזיס, סרטן המעי, יתר לחץ דם והשמנה.

בתקנות מי שתייה (2013) קיימת דרישה לביצוע בחינה של עלויות ומידת השיממות של הוספת מגנזיום למים מותפלים עד 2018, אך מסיבות שונות לא ניתן היה להשלים את הבחינה. יש חשיבות באיסוף נתונים מייצגים של ריכוזי המגנזיום וסידן במערכות האספקה היישוביות, על בסיסם ניתן להעריך את ריכוז המינרלים הזמין לאוכלוסייה דרך מי השתייה. מטרת הסקר למדוד ריכוזי מגנזיום וסידן בנקודות צריכה מייצגות, ולאמוד את השונות הגיאוגרפית והעונתית בריכוזי מגנזיום וסידן במי השתייה.

בסקר נכללו 225 נקודות דיגום שמייצגות כ-72 ישובים במועצות מקומיות וערים, וכ-60 ישובים ב-26 מועצות אזוריות. חלק מהנקודות נדגמו בתקופות אספקה שונות (פברואר-מרץ/מאי-יוני-יולי/נובמבר-דצמבר). נמצא כי ברוב נקודות הדיגום (כ-58%), ריכוז המגנזיום היה נמוך מ-20 מ"ג/ל, כאשר הריכוז הממוצע של נקודות הדיגום היה 18 מ"ג/ל מגנזיום. מתוך 30 הערים הגדולות ביותר (המאכלסות כ-60% מהאוכלוסייה), ב-10 הריכוז הממוצע של המגנזיום שנמדד ב-2023 נמצא נמוך מ-10 מ"ג/ל מגנזיום, כולל שתי הערים הכי גדולות בישראל, ירושלים ותל אביב, וב-23 ערים הריכוז היה נמוך מ-20 מ"ג/ל. באופן כללי נמצאו ריכוזים יותר גבוהים של מגנזיום בצפון ובמזרח הארץ, שם נמצאים פחות מים מותפלים במערכת. לעומת זאת, במחוזות דרום ואשקלון ריכוז המגנזיום הממוצע נמצא נמוך מ-10 מ"ג/ל, בשל תרומה יותר משמעותית של מים מותפלים למערכת האספקה. במחוזות תל אביב, ירושלים, מרכז וחיפה הריכוז הממוצע נמצא נמוך מ-20 מ"ג/ל. כמו כן, בחלק מהישובים נמצאה שונות בריכוזי המגנזיום במי השתייה בתקופות שונות לאורך השנה כתלות במערך אספקת המים ממקורות שונים (מי תהום/מים עיליים/התפלה).

על פי תוצאות הסקר ריכוזי הסידן במים הם בערכים מעל 30 מ"ג/ל כמעט בכל חלקי הארץ. הנתון אינו מפתיע מכיוון שבהתאם לדרישות התקנות, סידן מוסף למים המותפלים (בריכוז גבוה מ-80 מ"ג/ל CaCO_3 , שווה ערך ל-32 מ"ג/ל Ca) וקיים בריכוזים גבוהים ברוב מי התהום המשמשים לשתייה בישראל (בממוצע מעל 80 מ"ג/ל Ca).

תוצאות הסקר, המראות ריכוזים נמוכים של מגנזיום במספר ערים גדולות בישראל, מדגישות את החשיבות של הוספת מגנזיום למים מותפלים לצורך מניעת תחלואה. נדרשת השלמת הבחינה לשיטה המתאימה להוספת מגנזיום למים מותפלים. בימים אלו משרד הבריאות מקדם תיקון לתקנות איכות מי שתייה כדי לאפשר לספקי מים להוסיף סידן ומגנזיום למי שתייה מסופקים. בנוסף משרד הבריאות פועל בשיתוף רשות המים וחברת מקורות להקמת מתקן חלוץ לצורך בחינת ישימות ועלות הוספת מגנזיום למים מותפלים.

לאור ממצאי הסקר נדרש להעלות את מודעות הציבור לגבי צריכת מזון עשיר במגנזיום וכן לבצע מחקרים אפידמיולוגיים הקושרים בין שיעורי היארעות/הימצאות של סוכרת ושבץ מוחי ושיעורי תמותה ממחלות אלה לבין רמות המגנזיום שנמדדו.



תודות

נבקש להודות לכל מי שתרום לכך שסקר זה יצא לפועל:

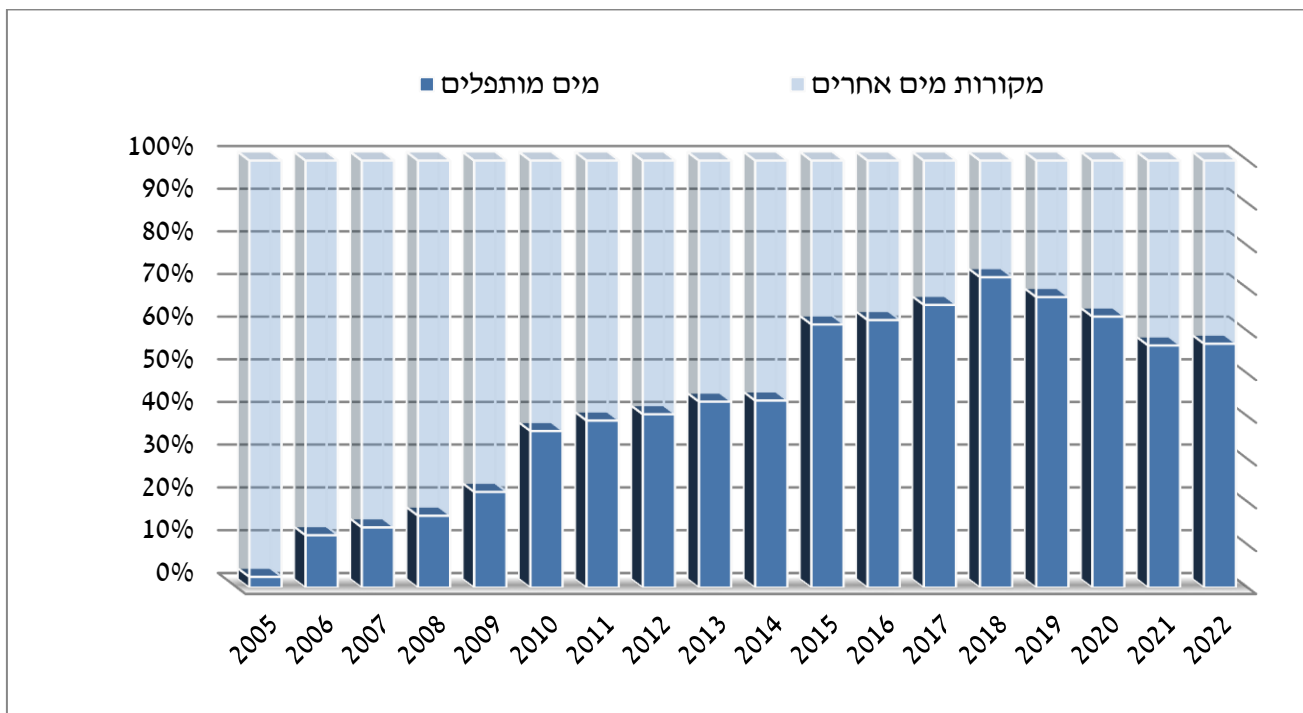
- לחברת מקורות על העזרה בתכנון ובחירת נקודות דיגום מייצגות לסקר, על הדיגום וביצוע חלק מהבדיקות במעבדתם
- לספקי המים הפרטיים שדגמו נקודות מייצגות בישובים שבאחריותם
- לעובדי המעבדות לבריאות הציבור בתל אביב על ביצוע האנליזות לסקר במקצועיות וביעילות
- לאנשי אגף טכנולוגיות דיגיטליות ודאטה במשרד הבריאות שעזרו בהכנת המפות
- לעובדי בריאות הסביבה בלשכות על ניהול וארגון ביצוע הסקר, וכן על העזרה בבחירת הנקודות לדיגום
- לחטיבת בריאות הציבור במשרד הבריאות על הקצאת המשאבים
- לפרופ' מיכאל שכטר, מנהל היחידה למחקרים קליניים, מערך הלב, מרכז רפואי שיבא; פרופ' רונית אנדוולט מנהלת אגף התזונה במשרד הבריאות; פרופ' ליטל קינן מנהלת המרכז הלאומי לבקרת מחלות על הערות חשובות לדוח.
- לעורכי הסקר ממטה מערך בריאות הסביבה

1. מבוא

1.1. מערכת המים בישראל

מדינת ישראל הינה מהמובילות בעולם בתחום התפלת מים ובשיעור המים המותפלים מכלל המים השפירים. בישראל נכון להווה צריכת המים המותפלים מכלל המים לשימוש ביתי ותעשייתי עולה על 50% וצפויה להגיע למעל 60% בשנים הבאות. באזורים מסוימים בארץ שיעור המים המותפלים מגיע כבר היום לכ-80%. בתהליך ההתפלה כל המינרלים מורחקים מהמים, ונדרש לייצב את המים ע"י הוספת סידן (הקשיה) לריכוז של סידן מומס בטווח ריכוזים של 80-120 מ"ג/ל כ- CaCO_3 (או מעל 50 מ"ג/ל כ- CaCO_3 אם מדובר בהתפלת מים מליחים).

תרשים 1: שיעור מים מותפלים מכלל מי השתייה המיועדים לשימוש ביתי ותעשייתי, 2005–2022¹



בישראל אספקת המים מתוכננת בגמישות ככל הניתן, עם אפשרות לנייד מים לכל אזור בהתאם לצרכים, מה שמכתיב שינויים תכופים במשטר ההפעלה ובהרכב המים בכל אזור ובישובים רבים. לכן, פרט לישובים מעטים, רב הישובים בארץ מחוברים למערכת ארצית, בה הרכב המים משתנה: יש אזורים המוזנים בעיקר ממים מותפלים (מהמרכז דרומה), ואזורים בבקעת הירדן ובצפון בהם עיקר המים עדיין מי תהום (אך עשוי להשתנות בשנים הקרובות). כתוצאה מהשינויים הרבים במשטר האספקה ומקורות המים המסופקים השינויים בריכוז המינרלים במי השתייה יכולים להיות משמעותיים: בטווח של 0-40 מ"ג/ל מגנזיום (בין מקורות המים המגיעים מהתפלה, להזנה ממי תהום). משטר האספקה משפיע גם על שונות בממד הזמן, כתלות בגורמים שונים. בישראל צפויה בשנים הקרובות תוספת מים מותפלים ממתקני התפלה גדולים נוספים ("שורק 2" (2024), "גליל מערבי" ו"אשקלון 2") ומנגד השבתת קידוחים, עקב בעיות איכות מים או מפגעים סביבתיים המסכנים את איכותם. עקב השינויים הצפויים אין עוררין על כך שריכוזי המגנזיום במערכות האספקה ילכו ויפחתו עם הזמן ברב אזורי הארץ.

1.2. מגנזיום וסידן במי שתיה

מגנזיום

מגנזיום קיים באופן טבעי במים כתוצאה מהמסתו במי תהום מקרקעות או סלעים כגון דולומיט. למים דלי מינרלים בכלל, ומגנזיום בפרט, עלולות להיות השפעות בריאותיות חמורות, שכן מים מהווים מקור חשוב למינרלים. מגנזיום הינו מינרל חיוני שהכרחי לתפקוד תקין של התאים בגוף.^{2,3} מינרל זה מעורב, בין היתר, בתהליך יצור החלבונים וחומצות הגרעין בגוף, מהווה מרכיב הכרחי בפעילות של כ-300 אנזימים תאיים רבים המעורבים בתהליכי יצור אנרגיה ומטבוליזם. בנוסף, מגנזיום מונע הסתיידות של רקמות רכות ושרירים, מווסת את טונוס כלי הדם ומרפה שריר חלק, בשל כך יש לו תפקיד בשמירה על תפקוד תקין של שריר הלב ובמניעת התפתחות טרשת עורקים ויתר לחץ דם.⁴ חוסר במגנזיום נקשר עם סכרת, יתר לחץ דם והפרעות בקצב הלב המנבאות תמותה כתוצאה מאוטם בשריר הלב.^{5,6}

נמצא כי התוספת של מגנזיום הנצרך במי השתייה חשובה למאזן המגנזיום בגוף, בפרט במקרים בהם צריכת המגנזיום בדיאטה נמוכה. יתר על כן, הזמינות של מגנזיום הנצרך במים גדולה מזו של המתקבל במזון, זאת בשל העובדה שבמים מגנזיום מופיע כיון מסיס הנספג בצורה טובה יותר ומהירה יותר בהשוואה לזה המתקבל ממזון. תרומתו של המגנזיום המתקבל ממים למאזן המגנזיום בגוף נמצאה משמעותית הן מבחינת צריכת המגנזיום היומית והן מבחינת תכולת המגנזיום בגוף במבוגרים ובצעירים.⁷

בשנים האחרונות פורסמו בישראל כמה מחקרים אשר בדקו את ההשפעה של צריכת מים דלי מינרלים על בריאות הציבור. חלק מהמחקרים בדקו קשר בין מגורים באזור גאוגרפי מסוים לתחלואה. חשוב לציין שמגורים באזור גאוגרפי מסוים מספקים מידע מוגבל על צריכה של מים מותפלים, משום שרשת המים הארצית מספקת תמהיל דינמי של מים מותפלים, מי מוביל ומי תהום, תמהיל שמקשה לנבא תכולת מינרלים ממוצעת בכל אזור גאוגרפי.

חוקרים ממערך הלב בבי"ח שיבא עם חוקרים מאוניברסיטת בר אילן בדקו מתוך סקר ישראלי שכלל את כל חולי אוטם חד בשריר הלב שאושפזו ביחידות לטיפול נמרץ בישראל בשנים 2002-2013. המחקר בדק נתוני תמותה לאחר 30 ימים מאירוע אוטם חד בשריר הלב ולאחר שנה במטופלים שחלו לפני עידן ההתפלה (2002-2006) בהשוואה למטופלים שחלו לאחר תחילת ההתפלה. ממצאי המחקר הראו הבדל משמעותי (פי 2) בשיעור התמותה בקרב מטופלים שחלו לאחר תחילת ההתפלה בהשוואה לשיעור התמותה בקרב מטופלים שחלו לפני עידן ההתפלה. בנוסף, בוצעה השוואה של רמות מגנזיום בדם בקרב מטופלים הגרים באזורים עם מים מותפלים למטופלים הגרים באזורים בהם המים אינם מותפלים. רמות המגנזיום היו נמוכות משמעותית בקרב המטופלים מאזורים בהם המים מותפלים. מסקנת החוקרים הייתה שתתכן השפעה של צריכה נמוכה של מגנזיום במים המותפלים על תמותה לאחר אוטם שריר הלב.⁸

חוקרים מאוניברסיטת בר-אילן ומהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא-תל השומר בדקו ריכוזים של מגנזיום בדם של 380 חולים שאושפזו בשל אוטם שריר הלב בשנים 2015-2017, וביצעו מעקב אחר תחלואה ותמותה במשך שנה. באזורים אשר חלק גדול מאספקת המים בהם מבוסס על מים מותפלים נמצאו ריכוזים נמוכים של מגנזיום בדם של חולים, ואילו באזורים המתבססים על מי תהום או על מים עיליים נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של מגנזיום. בקרב החולים באזורים שחלק גדול מאספקת המים בהם מבוסס על מים מותפלים נמצאה, לאחר שנת מחקר, עלייה (לא מובהקת) בסיכון לאירועי לב משמעותיים ונמצאה עלייה (לא מובהקת) בתמותה, בהשוואה לחולים באזורים המתבססים על מי תהום או מים עיליים.⁹



חוקרים מאוניברסיטת בר-אילן, מהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא-תל השומר ומשירותי בריאות כללית בדקו אם בד בבד עם העלייה בשימוש במים מותפלים לשתיה נצפתה עלייה בתוצאי בריאות שליליים (מחלות לב, סוכרת וכולסטרול גבוה) בקרב מטופלי שירותי בריאות כללית בני 25-76 בשנים 2004-2013. נמצא כי הסיכון למחלות לב גדל בתקופת המחקר, שבה חלה עלייה ניכרת באספקת מים מותפלים בישראל, ואילו הסיכון לסוכרת ולכולסטרול גבוה לא השתנה.¹⁰

בתקנות בריאות העם לאיכות מי השתייה¹¹, כפי שנהוג בעולם, לא הוגדרו ערכי סף (מינימום/מקסימום) למגנזיום. בשל הדאגה למחסור במגנזיום במים המתהווה בהדרגה בישראל, והחשיבות הגדולה שמייחסים לצריכתו דווקא ממי השתייה, ניתנה הוראת שעה בתקנות המחייבת הקמת צוות היגוי בין-משרדי שיבחן כדאיות, משמעויות בריאותיות, כלכליות ויישומיות של הוספת מגנזיום למים המותפלים. בין השאר הוטל על הצוות לבחון השפעות של מחסור/הוספת מגנזיום על בריאות האדם (באופן איכותני, סקירת ספרות), מבנה הקרקע, החקלאות והתעשייה, אל מול טכנולוגיות ויישום החדרת המינרל למים המותפלים. בדוח של חברת תה"ל מ-2021 שהוגש לוועדת ההיגוי להקמת מתקן חלוץ להוספת מגנזיום במים, הומלץ להוסיף מגנזיום בריכוז של 30 מג"ל למים המותפלים, בהתאם לריכוזו הממוצע במים הטבעיים בישראל.⁷

בדוח של ארגון הבריאות העולמי מ-2009 מוזכר שצריכה של מי שתייה עם ריכוז מינימלי של 25 עד 50 מג"ל מגנזיום עשויה למנוע תחלואת לב.¹² עם זאת חשוב להדגיש כי בדוח מ-2022, ארגון הבריאות העולמי לא המליץ על ערך מינימלי למגנזיום במי שתייה.¹³ בדירקטיבה למי שתייה של האיחוד האירופי מודגש שניתן להוסיף סידן ומגנזיום למי שתייה דלי מינרלים כדי למנוע השפעה בריאותית שלילית, אך לא נקבעו ערכי סף מינימליים.¹⁴

סידן

סידן קיים באופן טבעי במים כתוצאה מהמסתו במי תהום מקרקעות או סלעים כמו דולומיט או אבן גיר. סידן הינו רכיב תזונתי חיוני ונחשב מועיל להתפתחות העצם/שיניים, קרישת הדם ולהפחתת מחלות לב. מחסור בצריכת סידן קשור בעלייה בסיכון למחלת אוסטאופורוזיס, סרטן המעי, יתר לחץ דם והשמנה.¹² סידן במי שתיה עשוי להיחשב כבעל תועלת תזונתית, למשל אם נצרכו רמות סביב 50 מ"ג/ליטר, מי השתייה יספקו כ-5 עד 10% מהדרישות היומיות לסידן.

בתקנות בריאות העם לאיכות מי השתייה, כפי שנהוג בעולם, לא הוגדרו ערכי סף (מינימום/מקסימום) לסידן והמינרל נבדק רק במתקני הפקה ובמים המסופקים ממתקני ההתפלה לאחר תהליך ההקשה. לפי תקנות בריאות העם נדרש להוסיף סידן למים המותפלים כך שריכוז סידן מומס יהיה בטווח ריכוזים של 80-120 מ"ג/ל כ- CaCO_3 (או מעל 50 מ"ג/ל כ- CaCO_3 אם מדובר בהתפלת מים מליחים).

1.3. מגנזיום וסידן במערכות המים בישראל

המים שעוברים התפלה הינם מים נטולי מינרלים או בריכוזים מזעריים. בעבודה של חברת תה"ל מ-2021 שהוגש לוועדת ההיגוי להקמת מתקן חלוץ להוספת מגנזיום במים, חושב ממוצע ארצי משוקלל של כ-30.7 מג"ל מגנזיום במקורות המים הטבעיים בישראל.⁷

הערכים האופייניים של מגנזיום וסידן במתקני הפקת מי שתיה טבעיים וקידוחי מי תהום שאינם עוברים ריכוך או מיהול:

- סידן: בין 4 ל-180 מ"ג/ליטר סידן (בממוצע כ-82 מ"ג/ל), כאשר 76% מהקידוחים בריכוז סידן בין 60 ל-120 מ"ג/ל.
- מגנזיום: בין 3 ל-60 מ"ג/ליטר מגנזיום (בממוצע כ-30.7 מ"ג/ל), כאשר 75% מהקידוחים בריכוז מעל 20 מ"ג/ל. ריכוז המגנזיום נע מטווח מג"ל בודדים בצפון ובאזור החוף, עד לעשרות מג"ל בקידוחי ההר.
- במי הכנרת ריכוז המגנזיום הוא כ-35 מ"ג/ל, הסידן כ-47 מ"ג/ל.

רוב המים שעוברים התפלה, הינם מים נטולי מגנזיום, פרט לחלק ממתקני התפלת מי קידוחים מליחים בהם קיים מיהול עם מי הגלם.

מכיוון שאין חובה בתקנות מי השתיה לנטר את ריכוז המגנזיום והסידן במערכות האספקה היישוביות, חסר מידע מספק ומייצג של ריכוז המינרלים במי השתיה בישובים.

1.4. הסיבות לסקר, מטרות והשערות

תקנות מי שתייה, עדכון 2013, כוללות דרישה לביצוע בחינה של עלויות ומידת הישימות של הוספת מגנזיום למים מותפלים עד 2018, אך הבחינה לא הושלמה עד היום. יש חשיבות באיסוף נתונים מייצגים של ריכוזי המגנזיום במערכות האספקה היישוביות, על בסיסם ניתן להעריך את ריכוז המינרלים הזמין לאוכלוסייה דרך מי השתיה.

השערת העבודה היא שבשל שיעור ההתפלה הגבוה בישראל קיים מחסור במגנזיום במערכות מי שתייה ביחס לריכוזים לפני עידן ההתפלה. השערה נוספת היא שהמחסור שנוצר אינו אחיד בכל מי השתיה המסופקים לתושבים, אלא ממוקד באזורים בהם עיקר אספקת מי השתיה מגיע ממתקני התפלה. כמו כן, סביר שיש תנודות בריכוז המינרלים לאורך השנה כתלות במשטר האספקה הדינמי בישראל (אספקת מים עם/ללא מי מוביל, השבתה של קידוחים מסוימים או מתקני התפלה). מטרות הסקר היו למדוד ריכוזי מגנזיום וסידן בנקודות צריכה מייצגות, ולאמוד את השונות הגיאוגרפית והעונתית בריכוז המגנזיום במי השתייה.

2. תכנון הסקר, שיטות דיגום ובדיקה

2.1. נקודות ותדירות דיגום

נקודות הדיגום המוצגות בדוח ממוקמות בישובים ונקודות אספקה ראשיות לכ-72 ישובים במועצות מקומיות וערים וכ-60 ישובים ב-26 מועצות אזוריות, אך מייצגות אזורים רחבים יותר בהם מתגוררים כ-80% מהתושבים בישראל. כדי לקבל פריסה ארצית של ריכוז המינרלים המסופקים במי השתיה בישראל וייצוג של מרבית האוכלוסייה, נבחרו לסקר 113 נקודות דיגום במערכת אספקת מי השתייה הארצית והיישובית. בטבלה 1 מפורטים מועדי הדיגום. 98 נקודות דיגום המחוברות למערכת הארצית ומקורות המים אינם קבועים (קידוחים/כינרת/התפלה) ו-15 נקודות דיגום המוזנות ממקורות מים קבועים. הנקודות שנבחרו לסקר מייצגות מערכות מים המסופקים ליותר מ-70% מהאוכלוסייה בישראל, בכ-86 ישובים שונים: כל הערים בישראל בהם כ-70,000 תושבים ומעלה (30 ערים) נדגמו בנקודה מייצגת אחת לפחות (עד 5 נקודות, כתלות במורכבות מערכת האספקה בעיר) ועוד כ-56 ישובים הפזורים בארץ, כדי לקבל נתונים על הרכב המינרלים המסופקים ממערכות ומקורות מים שונים בכל רחבי הארץ.

טבלה 1: תדירות דיגום ב 113 נקודות דיגום במערכת האספקה הארצית

# נקודות	# בדיקות	תקופות דיגום:
55	3	פברואר-מרץ – בזמן הפסקת המוביל וללא מי כנרת במערכת הארצית מאי-יוני-יולי – כאשר יש אספקה מלאה מהכינרת, מי תהום והתפלה נובמבר-דצמבר – אספקת מים מכל מקורות המים- קידוחי מי תהום, מי כינרת ומים מותפלים
38	2	34 נבדקו בפברואר ונובמבר, 3 נבדקו בפברואר-מרץ ונובמבר ואחת ביוני ונובמבר
20	1	15 נקודות אספקה באזורים בהם הישובים מנותקים ממערכת המים הארצית, ואספקת המים ממתקני הפקת מים קבועים יחסית, שתי נקודות דיגום בהן המים מגיעים ממתקני התפלה ומערכת ארצית קו ירקון-נגב (ניר עוז ושדה רימון) ושלושה קידוחים נוספים בהם מקורות המים משתנים בין מי כנרת/קידוחים/מותפלים (יוקנעם, נצרת ושער העמקים)

בנוסף, בסיכום התוצאות בדוח הנוכחי נכללו נתונים מנקודות הדיגום הבאות:

- 15 נקודות דיגום בערבה ואילת בהם מתבצע דיגום שגרתי לאחר התפלה (תוצאות משנת 2023). בערבה 14 נקודות נבדקו בתדירויות שונות (בין אחת לחודש/חודשיים/4 חודשים או אחת לשנה), והנקודה באילת נבדקה אחת לשבועיים.
- 64 נקודות דיגום ב-23 ישובים שמקבלים את מי השתיה ממערכות מים מקומיות (קידוחי מי תהום מקומיים בהם ריכוז המינרלים קבוע לאורך השנים): 21 ישובים במועצה אזורית בקעת הירדן (62 נקודות שונות, דיגום משנת 2017), ישוב במועצה אזורית מטה אשר (משנת 2015) וישוב במועצה אזורית עמק המעינות (משנת 2018). נקודות אלו נבדקו פעם אחת בלבד.
- 33 נקודות אספקה שנדגמו ע"י ספקי המים בשנת 2023: 4 נקודות לאחר התפלה, 2 נקודות המייצגות מקור מים עילי ו-27 נקודות דיגום שמקור המים שלהם משתנה לאורך השנה.



2.2. דיגום ובדיקות

דיגום

דיגום המים התבצע על ידי דוגמים מטעם ספקי המים או אנשי לשכות הבריאות. הדוגמים נדרשו לתעודת הכשרה בתוקף של "דוגמי מי שתיה רמה א". המעבדה סיפקה בקבוקי פלסטיק מוכנים לדיגום בנפח 250 מ"ל. הדיגום בוצע על פי הנחיות דיגום מים של משרד הבריאות, 2016 והדגשים להלן: (1) הזרמת מים לקבלת מים מייצגים, (2) ביצוע בדיקת עכירות בשטח, (3) שימור הדגימות בקירור, 10-2 מעלות צלזיוס, ללא הקפאה, (4) הבאת הדגימות למעבדה עד 5 ימים מזמן הדיגום.

בדיקות המעבדה

מגנזיום וסידן נבדקו בריכוזי מ"ג/ל וסף הדיווח הנדרש גבוה מ-1 מג"ל. הבדיקות בוצעו במכשיר

ICP-OES (Inductively coupled plasma-optical emission spectrophotometry), שיטה EPA 200.7.

133 הנקודות שנבחרו לסקר נבדקו בין פעם אחת לשלוש פעמים, סה"כ 266 דוגמאות מים שנבדקו לשני הפרמטרים: סידן ומגנזיום (532 בדיקות). רוב הבדיקות לסקר התבצעו במעבדה לבריאות הציבור בתל אביב, מלבד 9 דוגמאות שנבדקו במעבדת מקורות-אשקלון ו-8 דוגמאות במעבדה המרכזית של מקורות.

3. ממצאים

נעשתה חלוקה של הארץ לשלושה אזורים: (1) אזורים המחוברים למערכת המים הארצית בה מקורות המים משתנים (מי כנרת, קידוחים והתפלה), (2) אזורים בהם מקורות המים מקומיים וקבועים, (3) אזורים בהם מסופקים רק מים מותפלים (שני האזורים האחרונים ללא חיבור למערכת הארצית). הריכוז הממוצע בנקודות האספקה של מגנזיום מוצג באיור 1 וסידן באיור 2. מפות אזוריות מוצגות בנספח 1.

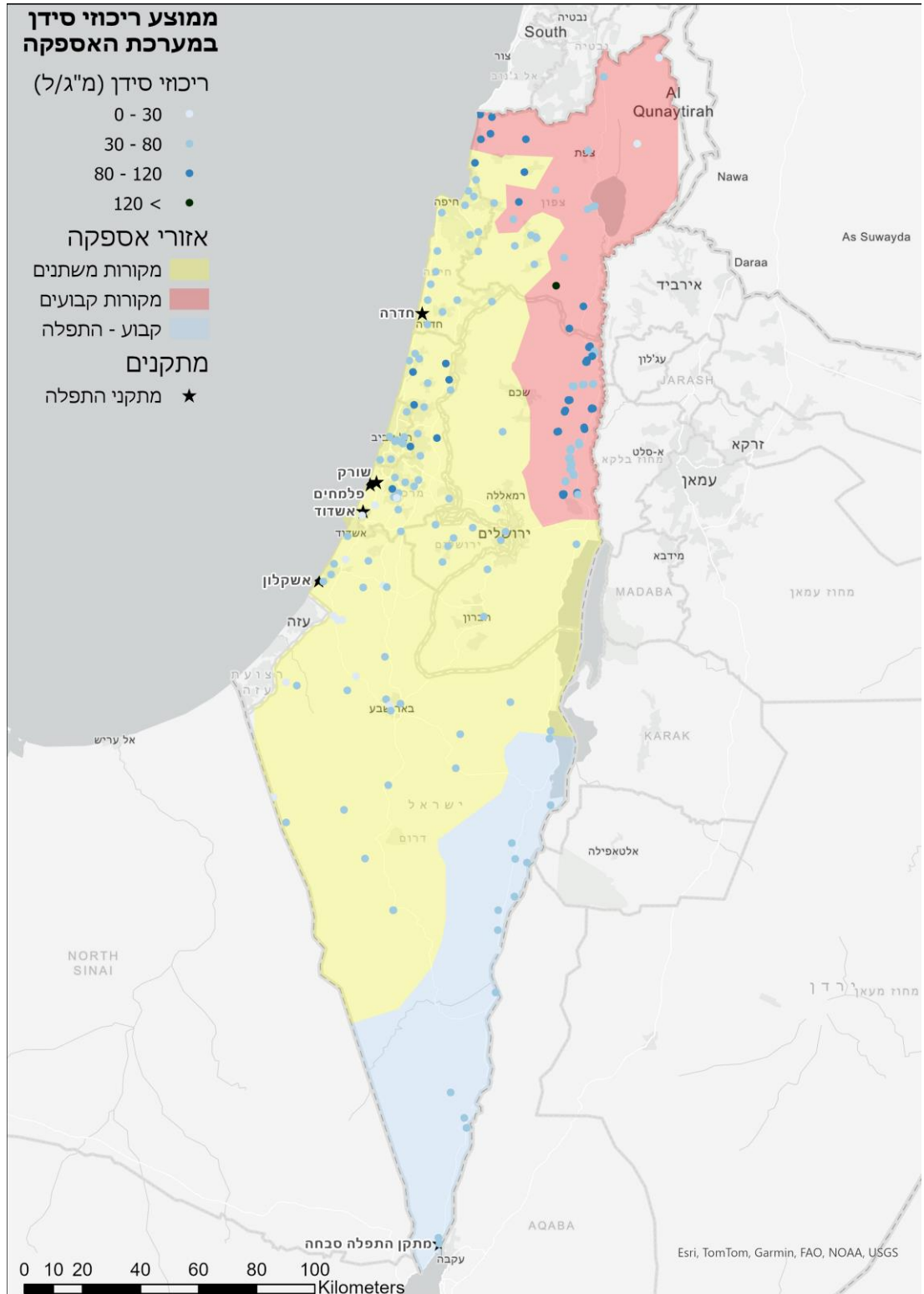
רוב אוכלוסיית ישראל מתגוררת באזורים בהם מקורות המים המספקים מי שתיה משתנים. השינוי במקורות המים עשוי להיות עונתי או שעת/יומי, ולכן קשה להעריך את הריכוז הממוצע אליו האוכלוסייה נחשפת. יש לזכור כי אנו מתבססים על מאות תוצאות אשר משקפות תמונה רגעית של ריכוזי מגנזיום וסידן במערכת האספקה, אך חסר לנו המידע החשוב במשך כמה זמן סופקו המים בריכוזים הללו כדי לחשב ממוצע שנתי משוקלל. עקב כך, הממוצע המוצג בדוח הינו הערכה בלבד על סמך התוצאות של נקודות שנבדקו בשנת 2023.

מסיכום תוצאות בדיקות המינרלים ב-72 ישובים של מועצות מקומיות ו-60 ישובים ב-26 מועצות אזוריות הריכוז הממוצע של מגנזיום נמצא כ-18 מ"ג/ל. מתוך 30 ערי ישראל הגדולות ביותר (המאכלסות כ-60% מהאוכלוסייה), ב-23 הריכוז הממוצע של המגנזיום במי השתיה שנמדד ב-2023 נמצא נמוך מ-20 מ"ג/ל (ב-10 מהן הריכוז אף נמוך מ-10 מ"ג/ל מגנזיום). בשתי הערים הכי גדולות בישראל, ירושלים ותל אביב, ריכוז המגנזיום הממוצע שנמדד ב-2023 היה נמוך מ-10 מ"ג/ל. לעומתן בחיפה, העיר השלישית בגודלה, אומנם הריכוז הממוצע שנמדד הינו כ-20.3 מ"ג/ל, אך טווח הריכוזים שנמדדו היה בין 10 מ"ג/ל ל-41.9 מ"ג/ל, כך שהתושבים גם מקבלים מי שתיה בריכוזים הנמוכים מ-20 מ"ג/ל. התוצאות מוצגות בתרשים 2, חלקים A, B ו-C המחולקים לפי ריכוז ממוצע של מגנזיום: נמוך מ-10 מ"ג/ל (A), בין 10 ל-20 מ"ג/ל (B) ומעל 20 מ"ג/ל (C).

במפות ניתן לראות כי באותו ישוב יכולים להיות אזורים שונים שמקבלים מים בריכוזי מינרלים שונים (עקב מקורות מים שונים). גם בישובים בהם קיימים קידוחי מי שתיה עם ריכוזים מספקים של מגנזיום, ריכוז המגנזיום הממוצע המסופק לחלק מהתושבים נמוך, עקב מיהול גדול במים המותפלים, לדוגמה בנס ציונה, חולון, ירושלים, רעננה, נתניה ואזור בית שמש. לעומת זאת, בישובים בהם הרבה ממי השתיה מקורם מקידוחים מקומיים, כמו כפר סבא והרצליה, נמצאו ריכוזים יחסית גבוהים של מגנזיום.

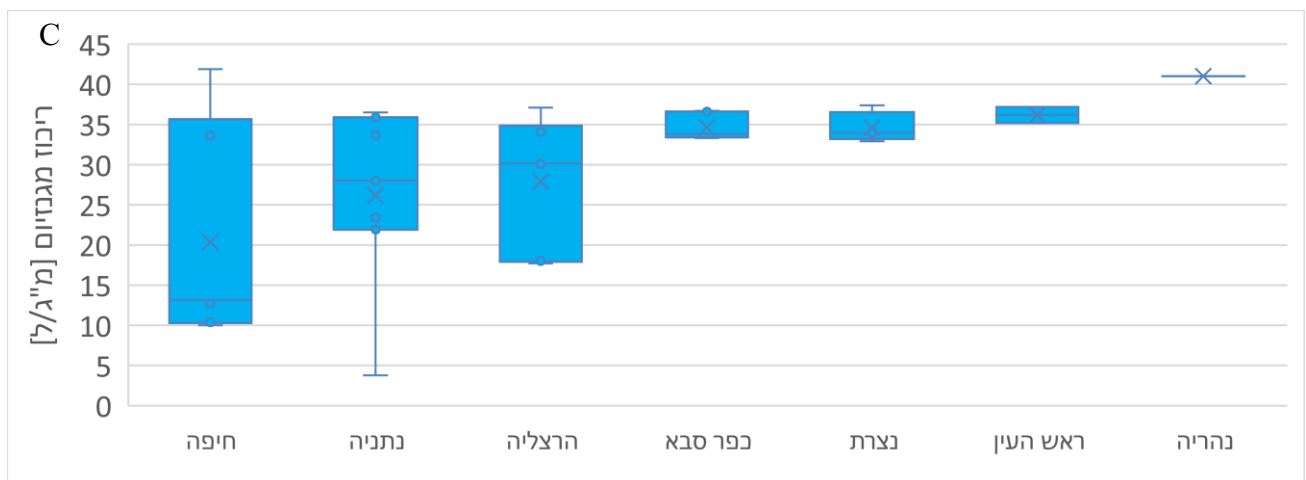
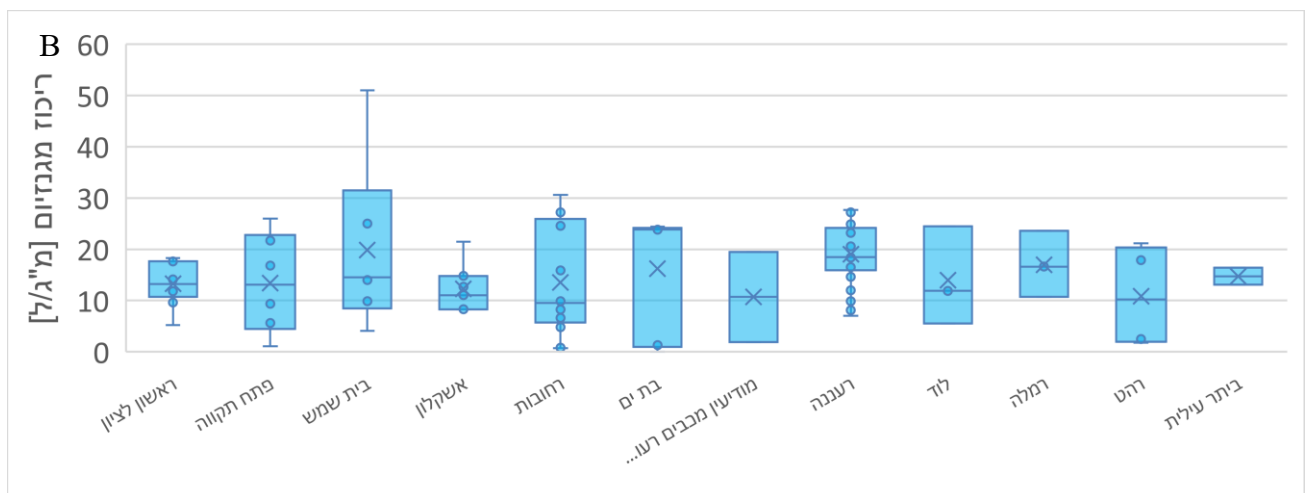
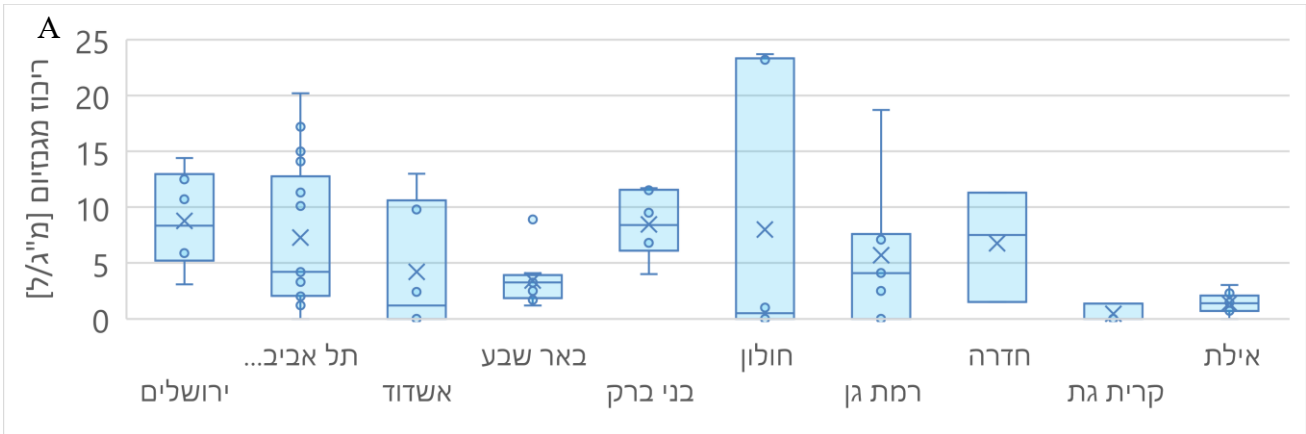
ריכוז הסידן ברוב הנקודות שנבדקו היה גבוה מ-30 מ"ג/ל Ca (ממצאים נוספים נמצאים בנספח 2). ריכוז ממוצע בנקודות שנבדקו היה כ-60 מ"ג/ל, רק בשתי נקודות דיגום, מתוך 225 נקודות נמצאו ריכוזים נמוכים מ-20 מ"ג/ל-שני ישובים בגולן, בקצרין ומגידל שמש, אשר מקורות המים המקומיים עליהם הם מתבססים עניים במינרלים.

איור 2: תוצאות בדיקות סידן ברשת אספקת מי השתייה בחלוקה לאזורי אספקה



תרשים 2: ריכוז מגנזיום ברשת אספקת מי השתיה ב-30 הערים הגדולות: ריכוז ממוצע קטן מ-10 מ"ג/ל (A), בין 10 ל-20 מ"ג/ל (B) ומעל 20 מ"ג/ל (C)

(בתרשימים מוצגת התפלגות של הנתונים ל: רבעונים, ערכי מינימום ומקסימום, חציון (קו אמצעי) וממוצע (X))



3.1. אזורים המחוברים למערכת האספקה הארצית בהם מקורות המים המספקים מי שתיה משתנים

באזורים המחוברים למערכת הארצית ומסופקים מים ממקורות משתנים נבדקו 123 נקודות דיגום בשנת 2023. נקודות אלו מוקמו במערכת האספקה של כ-60 ישובים במועצות מקומיות וכ-14 מועצות אזוריות המיוצגות ע"י כ-23 ישובים ונקודות מרכזיות ברשת האספקה הארצית. נמצא כי בכ-67% מהישובים והמועצות האזוריות שנבדקו באזורים עם מקורות מים משתנים, ריכוז המגנזיום הממוצע נמוך מ-20 מ"ג/ל; בכ-40% מהישובים והמועצות האזוריות שנבדקו נמצא ריכוז ממוצע נמוך מ-10 מ"ג/ל.

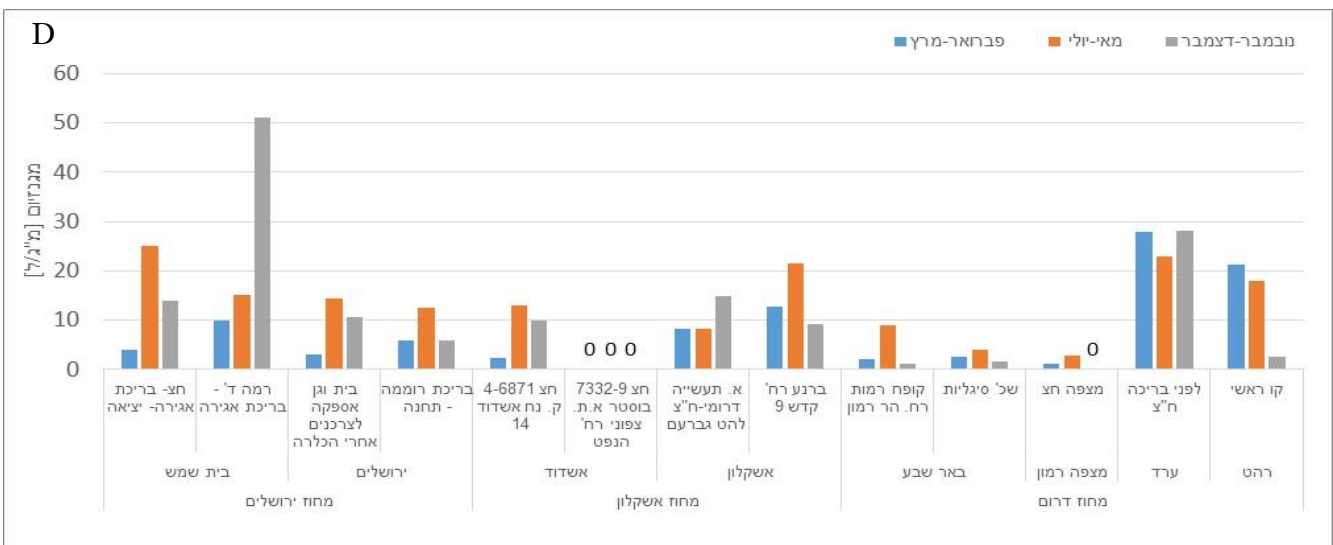
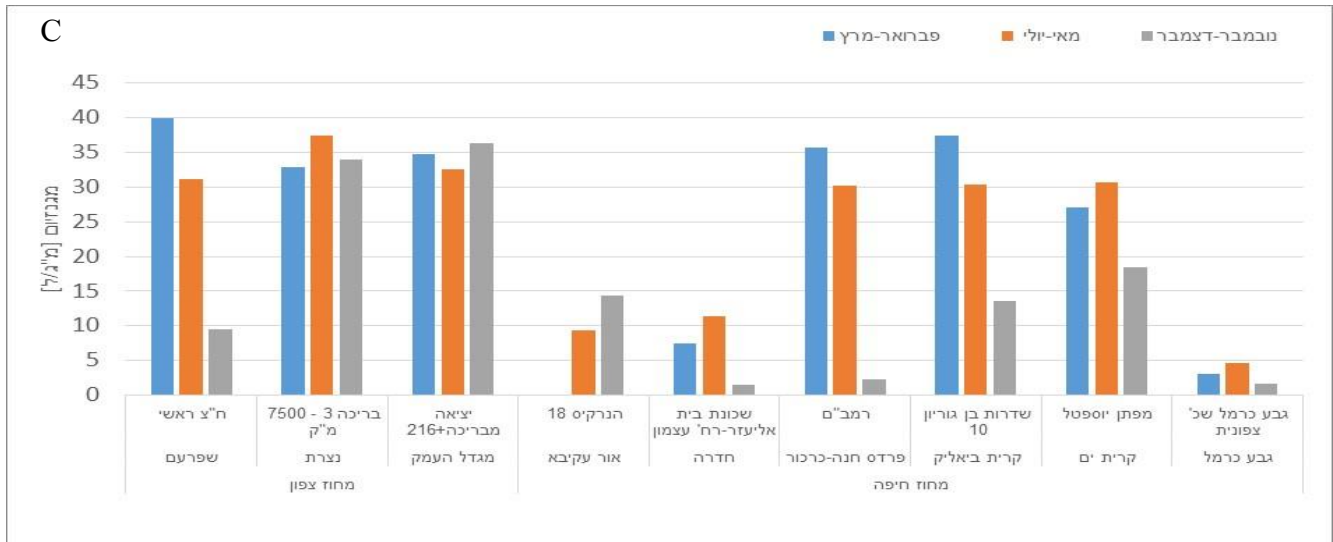
ב-98 נקודות באזורים בהם מקורות מי השתיה משתנים ונבדקו יותר מפעם אחת בשנת 2023 :

- ההבדל בין הריכוז המינימלי לעומת הריכוז המקסימלי ב-83% מהנקודות ריכוז המגנזיום המינימלי היה נמוך מ-20 מ"ג/ל, ואילו רק בכ-48% ריכוז המגנזיום המקסימלי היה נמוך מ-20 מ"ג/ל.
- ברוב הנקודות (62%) ההפרש בריכוזי המגנזיום בין החזרות אומנם היה פחות מ-10 מ"ג/ל בין ריכוז מקסימלי למינימלי, אך גם נצפו הבדלים גדולים יותר של 20 מ"ג/ל ומעלה ביותר מ-19% מהנקודות באזורים המחוברים למקורות מים שונים.
- בבית שמש נצפה ההפרש הגדול ביותר של כ-40 מ"ג/ל מגנזיום בין החודשים פברואר (9.9 מ"ג/ל) לדצמבר (51 מ"ג/ל) בנקודה שיכולה לקבל מים מקידוחים מקומיים או מהמערכת הארצית, ישובים נוספים בהם נמצאו הבדלים משמעותיים (מעל ל-30 מ"ג/ל) : פרדס חנה-כרכור, כפר קרע, חיפה ושפרעם.

השונות בין התוצאות בשלוש התקופות השונות שנדגמו :

58 נקודות דיגום (ב-35 ישובים שונים) נבדקו בשלוש תקופות שונות : פברואר-מרץ, מאי-יולי, ונובמבר-דצמבר. נמצא כי קיימת שונות רבה בין הנקודות לגבי מתי נמדדו הריכוזים הכי גבוהים, גם בין המחוזות וגם בתוך הישובים (תלוי גם בפעילות מקורות מקומיים). תוצאות עבור 35 הישובים מוצגים בתרשים 1 בתרשים 3 בחלוקה על פי מחוזות.

המשך תרשים 3: ריכוז מגנזיום בנקודות הדיגום השונות ב-35 ישובים בהם נבדקו 3 עונות אספקה שונות בחלוקה לפי מחוזות: מחוזות חיפה וצפון (C), מחוזות דרום אשקלון וירושלים (D)



מידע נוסף על שונות בריכוזי מגנזיום שנמדדו בנקודות דיגום מופיע בטבלה א' בנספח 3.

3.2. אזורים המנותקים מהמערכת הארצית

אזורים המנותקים ממערכת המים הארצית מאוכלסים באחוז קטן מהאוכלוסייה הכללית בישראל (פחות מ 10%). ניתן לראות כי באזורים אלו: בקעת הירדן, עמק המעינות והגליל, הריכוזים של המינרלים הינם מעל 20 מ"ג/ל (בממוצע מעל 35 מ"ג/ל מגנזיום). לעומת זאת, ברוב יישובי הערבה ובאילת בהם האספקה מגיעה מהתפלת מים מליחים או מי-ים, בהתאמה, ריכוזי המגנזיום נמוכים מ-20 מ"ג/ל (ברוב הנקודות באזורים אלו ריכוז המגנזיום נמוך מ-10 מ"ג/ל). כמו כן, באזור הגולן בו האספקה מגיעה מקידוחי מי תהום העניים יחסית במינרלים (20-8 מ"ג/ל), כדוגמת קידוחי אלוני הבשן, קידוחי מנצורה, קדמת צבלי, רמת מגשימים וקידוחי מי עדן, נצפו ריכוזים בנקודות מייצגות במערכת האספקה (קצרין, ומגידל שאמס) של כ-11 מ"ג/ל מגנזיום ופחות מ-20 מ"ג/ל סידן.

4. סיכום ודיון

מי השתייה בישראל ייחודיים בכך שהם מכילים שיעור גבוה של מי ים מותפלים במערכת האספקה הארצית (יותר מ 50%). מערכת האספקה בישראל כוללת מים ממקורות שונים (התפלה, מים עיליים ומי תהום), והתמהיל עשוי להשתנות על בסיס שעתי וחדשי. לעומת מי תהום ומים עיליים, בהם נמצא מגנזיום באופן טבעי, במים מותפלים ריכוז המגנזיום הוא אפסי. בשל מבנה מערכת האספקה ומיקום מתקני ההתפלה, קיימים הבדלים גיאוגרפיים משמעותיים בריכוז מגנזיום במערכת האספקה בתוך ישראל. עקב העלייה בשנים האחרונות בשיעור המים המותפלים במערכת האספקה, והעובדה שרק סידן מוסף למים במתקני ההתפלה, קיים חשש כי המים במערכת האספקה דלים במגנזיום ואולי אף מינרלים אחרים. לאור מחקרים אפידמיולוגיים אשר מעידים על השפעה של מחסור במגנזיום על תחלואה קרדיווסקולרית, יש חשיבות במעקב אחר ריכוזי המגנזיום במערכת האספקה בישראל ומעקב אחר צריכת המגנזיום בקרב האוכלוסייה.

בדוח הנוכחי, נבדקו וסוכמו ריכוזי סידן ומגנזיום במערכת האספקה של מעל 130 ישובים ונקודות מייצגות אזורים שונים בפיזור גיאוגרפי רחב ובמספר עונות, המשקפות משטרי אספקה שונים. נמצא כי ריכוזי הסידן במי השתייה הם בערכים מעל 30 מג"ל כמעט בכל חלקי הארץ (בממוצע כ-60 מג"ל Ca). הנתון אינו מפתיע מכיוון שבהתאם לדרישות התקנות, רב מתקני ההתפלה מוסיפים סידן למים המותפלים בערכים גבוהים מ-80 מג"ל כ-CaCO₃ (שווה ערך לכ-32 מג"ל Ca) וריכוז ממוצע של הסידן במקורות המים הינו מעל 80 מג"ל Ca.

אחת ממטרות הסקר הייתה לבדוק את ריכוזי המגנזיום במי שתייה, בהשוואה לערך סף. בדוח של ארגון בריאות העולמי מ-2009 מוזכר שצריכה של מי שתייה עם ריכוז מינימלי של 25 עד 50 מג"ל מגנזיום עשויה למנוע תחלואה לבבית.¹² תקנות בריאות העם (2013) דרשו בחינה של טכנולוגיות להוספת מגנזיום למים מותפלים, בריכוז של 20 עד 30 מג"ל, זאת בהתחשב בריכוזים של מגנזיום הנמצאים באופן טבעי במקורות מי שתייה בישראל. מספר מדינות (צ'כיה, סלובקיה) קבעו ערך יעד מינימלי של 10 מג"ל מגנזיום במי שתייה¹⁵, ואף קיימות עדויות אפידמיולוגיות להשפעה בריאותית חיובית של מגנזיום גם בריכוזים נמוכים מ-10 מג"ל.¹⁶ עם זאת, ארגון הבריאות העולמי לא המליץ ב-2022 על ערך מינימלי למגנזיום במי שתייה וכן לא מוזכר ערך סף מינימלי למגנזיום בדירקטיבה האירופית למי שתייה.^{13,14}

בסקר הנוכחי נמצא כי ברוב המועצות המקומיות והאזוריות שנבדקו (כ-60%), ריכוזי המגנזיום במי השתייה היה נמוך מ-20 מג"ל ובממוצע היה 18 מג"ל מגנזיום. מתוך 30 ערי ישראל הגדולות ביותר (המאכלסות כ-60% מהאוכלוסייה), ב-10 הריכוז הממוצע של המגנזיום במי השתייה שנמדד ב-2023 נמצא נמוך מ-10 מג"ל מגנזיום, כולל שתי הערים הכי גדולות בישראל, ירושלים ותל אביב, וב-23 ערים הריכוז היה נמוך מ-20 מג"ל. חשוב להדגיש כי ריכוזים נמוכים של מגנזיום במי שתייה מדווחים באזורים שונים בעולם, לא רק במדינות עם אחוז גבוה של מים מותפלים. בארצות הברית למשל, נמצאה שונות בין ערים עם טווח ריכוזים בערים גדולות בין 1 ל-48 מג"ל מגנזיום.¹⁷ באנגליה סקוטלנד ואירלנד, הריכוזים של מגנזיום במי שתייה נמוכים עם ריכוז ממוצע של 3.6 מג"ל, וטווח הריכוזים נע בין 0.59 עד 31.80 מג"ל.¹⁸ גם בשוודיה נמצאו אזורים עם ריכוז ממוצע של 5 מג"ל מגנזיום.¹⁹

תוצאות הסקר מעידות על שונות גיאוגרפית משמעותית, המשקפת בעיקר את החלק היחסי של מים מותפלים במערכת האספקה באזורים השונים. באופן כללי נמצאו ריכוזים יותר גבוהים של מגנזיום במחוז צפון (ריכוז ממוצע-30.6) שם נמצאים פחות מים מותפלים במערכת, ובבקעת הירדן (ריכוזים מעל 35.5 מג"ל). לעומת זאת, במחוזות דרום ואשקלון ריכוזי המגנזיום הממוצע נמצא נמוך מ-10 מג"ל (כ-8.3 ו-4.6 מג"ל, בהתאמה), בשל תרומה יותר



משמעותית של מים מותפלים למערכת האספקה. במחוזות תל אביב, ירושלים, מרכז וחיפה למרות שקיימים קידוחי מי תהום שתורמים למערכת האספקה, מקבלים ברוב הערים הגדולות גם הרבה מים מותפלים ולכן הריכוז הממוצע במחוזות נמוך מ-20 מ"ג/ל (מחוזות תל אביב-12.7, ירושלים-15.1 ומחוזות חיפה ומרכז-17.9 מ"ג/ל מגנזיום). חשוב להדגיש שהמגמה שנמצאה בסקר הנוכחי (ריכוזים יותר גבוהים של מגנזיום במחוזות בצפון וחיפה) עלולה להשתנות, עם הוספת מים מותפלים למערכת כבר בשנת 2024 (מתקן שורק 2) וכן עם הקמת מתקן התפלה נוסף בגליל המערבי בשנים הקרובות, והעלייה הכללית בשיעור המים המותפלים במערכת.

בנוסף, נמצאה שונות אזורית/מקומית. ביישובים בהם יש יותר שימוש במי קידוחים, למשל בהרצליה, נתניה וכפר סבא, נמצאו ריכוזים יותר גבוהים (בממוצע מעל 25 מ"ג/ל), בהשוואה ליישובים אחרים במחוז, כגון רעננה, פתח תקווה ראש"צ ועוד בהם הריכוז הממוצע היה נמוך מ-20 מ"ג/ל. נמצאה גם שונות בתוך הערים. בחיפה למשל נמצאה שונות בין אזורים בהתאמה למשטר אספקה - מדרום מערב מקבלים מים מותפלים ממתפיל חדרה, מתפילים של חוף כרמל ומעגן מיכאל ומעט קידוחים, ומצד צפון מזרח מקבלים מים עשירים יותר במגנזיום מאספקה ממי כינרת ומי קידוחים. תוצאות הסקר מעידות על שונות עונתית, מעבר לשונות הגיאוגרפית.

לסקר הנוכחי יש יתרונות חשובים. הסקר נעשה בפיזור ארצי, ובנקודות אספקה המספקות למרבית האוכלוסייה בישראל. ברב נקודות הדיגום המים נדגמו בשלוש עונות ומשטרי אספקה שונים. בנוסף, לראשונה נמדד מגנזיום במערכות האספקה הארציות ולא רק במקורות מים. לעומת זאת, חשוב לציין את מגבלות הסקר: הסקר כלל מאות תוצאות אשר משקפות תמונה רגעית של מגנזיום וסידן במערכת האספקה, ונעשתה הערכה גסה לגבי רמה ממוצעת במערכת האספקה למרות שבהרבה מקומות מערכת האספקה מאוד דינמית וכוללת אספקה ממקורות מים שונים בתקופות שונות. בנוסף, תוצאות הסקר נכונות ל-2023, התוצאות עלולות להשתנות עם הוספת מתקני התפלה של שורק 2, גליל מערבי, אשקלון 2 ומתקנים נוספים בעתיד.

תוצאות הסקר, המראות ריכוזים נמוכים של מגנזיום במספר ערים גדולות בישראל, מדגישות את החשיבות של הוספת מגנזיום למים מותפלים לצורך מניעת תחלואה קרדיווסקולרית. לפני עידן ההתפלה, הריכוז הממוצע של מגנזיום במי שתייה בישראל היה 25 – 30 מ"ג/ל. במסגרת הדיונים על עדכון תקנות מי שתייה, משרד הבריאות המליץ להוסיף מגנזיום למים מותפלים, וב-2013 הוחלט על קידום פיילוט בנושא שיבחן תוספת של 20-30 מ"ג/ל מגנזיום, אך בפועל, נכון להיום, מגנזיום אינו מוסף למים מותפלים בישראל. לעומת זאת, במקומות ספורים כגון ערב הסעודית, מגנזיום כן מוסף למים מותפלים (בערכים של כ-15 מ"ג/ל).²⁰ כבר ב-2018 דווח על ריכוזים נמוכים של מגנזיום במי שתייה בישראל, לעומת ממצאים מישראל ב-2008.²¹ בנוסף נמצאה ירידה מובהקת בריכוז מגנזיום בסרום בקרב אוכלוסיות בישראל שהתחילו לצרוך מים מותפלים ב-2013.²² כמו כן דווח על אחוז גבוה של תושבים עם מחסור בצריכת מגנזיום באזור עם אספקת מים מותפלים, לעומת אזור עם אספקת מים לא מותפלים.²³

בדוחות מ-2011 ו-2022 ארגון הבריאות העולמי קבע כי במקרים בהם אספקת המים עוברת ממקור שיש בו רמות משמעותיות של סידן ומגנזיום, למים מותפלים דלי מינרלים, נכון לשקול מינרליזציה של המים המותפלים לריכוז הטבעי של המינרלים במי התהום באותו אזור גיאוגרפי.¹³ גם בדירקטיבה האירופאית למי שתייה מ-2020 מודגש שניתן להוסיף סידן ומגנזיום למי שתייה דלי מינרלים כדי למנוע השפעה בריאותית שלילית, אך לא נקבע ערכי סף

מינרמליים.¹⁴

ממצאי הדוח יכולים לספק למקבלי ההחלטות נתונים על השפעות של אי-הוספת מגנזיום למי שתייה על צריכת מגנזיום באוכלוסייה. הנתונים ישמשו את מקבלי ההחלטות בגיבוש מדיניות לגבי שימוש מושכל במים מותפלים. על מקבלי ההחלטות לקחת בחשבון את הקביעה של ארגון בריאות העולמי מ-2022 לפיו קיימת אי וודאות מדעית הקשורה לתועלת או נזקים של צריכה של מים דלי מינרלים על בריאות הציבור ואת העובדה שהארגון לא המליץ על ערך מינימלי למגנזיום במי שתייה.

נמצא כי בישובים בהם מערכת האספקה מכילה שיעור גבוה של מי תהום (מקידוחים מקומיים), נמצאו ריכוזים יחסית גבוהים של מגנזיום. לכן עולה החשיבות בהגנה על איכות מי התהום ומים עיליים ומניעת זיהום כימי או מיקרוביאלי שלהם.

חשוב להדגיש כי עיקר צריכת המגנזיום באוכלוסייה היא ממזון (בירקות ירוקים, שקדים ואגוזים)^{24,25} ורק כ-20% מצריכת המגנזיום ליום צפויה להגיע ממי השתייה. הזמינות הביולוגית של מגנזיום ממים גבוהה, ומגנזיום ממים נספג בגוף במהירות יחסית למגנזיום ממזון. מי שתייה הם מקור חשוב לצריכת מגנזיום במיוחד כאשר הצריכה ממזון אינה מספקת או גבולית. בנוסף, עבודות מישאל מצביעות על ירידה בריכוז המגנזיום בפירות וירקות עקב השימוש במים מותפלים בחקלאות.²⁶ על פי סקרי מב"ת (בריאות ותזונה לאומיים) של משרד הבריאות שבוצעו עד שנת 2016, הצריכה היומית של מגנזיום ממזון נמוכה מהצריכה התזונתית המומלצת, עם צריכה נמוכה במיוחד בקרב קשישים. לאור תוצאות הסקר הנוכחי, מומלץ לבצע הערכה מחודשת של צריכת מגנזיום במזון ומים, על בסיס נתונים עדכניים במי שתייה ומידע על ריכוזי מגנזיום בתוצרת חקלאית מקומית. בנוסף, קיימת חשיבות לבדיקת רמות מגנזיום בדם באוכלוסייה וביצוע סקרים הכוללים ביומרקרים תזונתיים. חשוב להעלות את מודעות הציבור לגבי צריכת מזון עשיר במגנזיום, עם התייחסות מיוחדת לקבוצות סיכון מסוימות.

חשוב להוסיף מגנזיום למים מותפלים גם כדי למנוע מחסור במגנזיום בשרשרת המזון המקומית. בימים אלו משרד הבריאות מקדם תיקון לתקנות איכות מי שתייה כדי לאפשר לספקי מים להוסיף סידן ומגנזיום למי שתייה מסופקים. בנוסף משרד הבריאות פועל בשיתוף רשות המים וחברת מקורות להקמת מתקן חלוץ לצורך בחינת ישימות ועלות הוספת מגנזיום למים מותפלים.

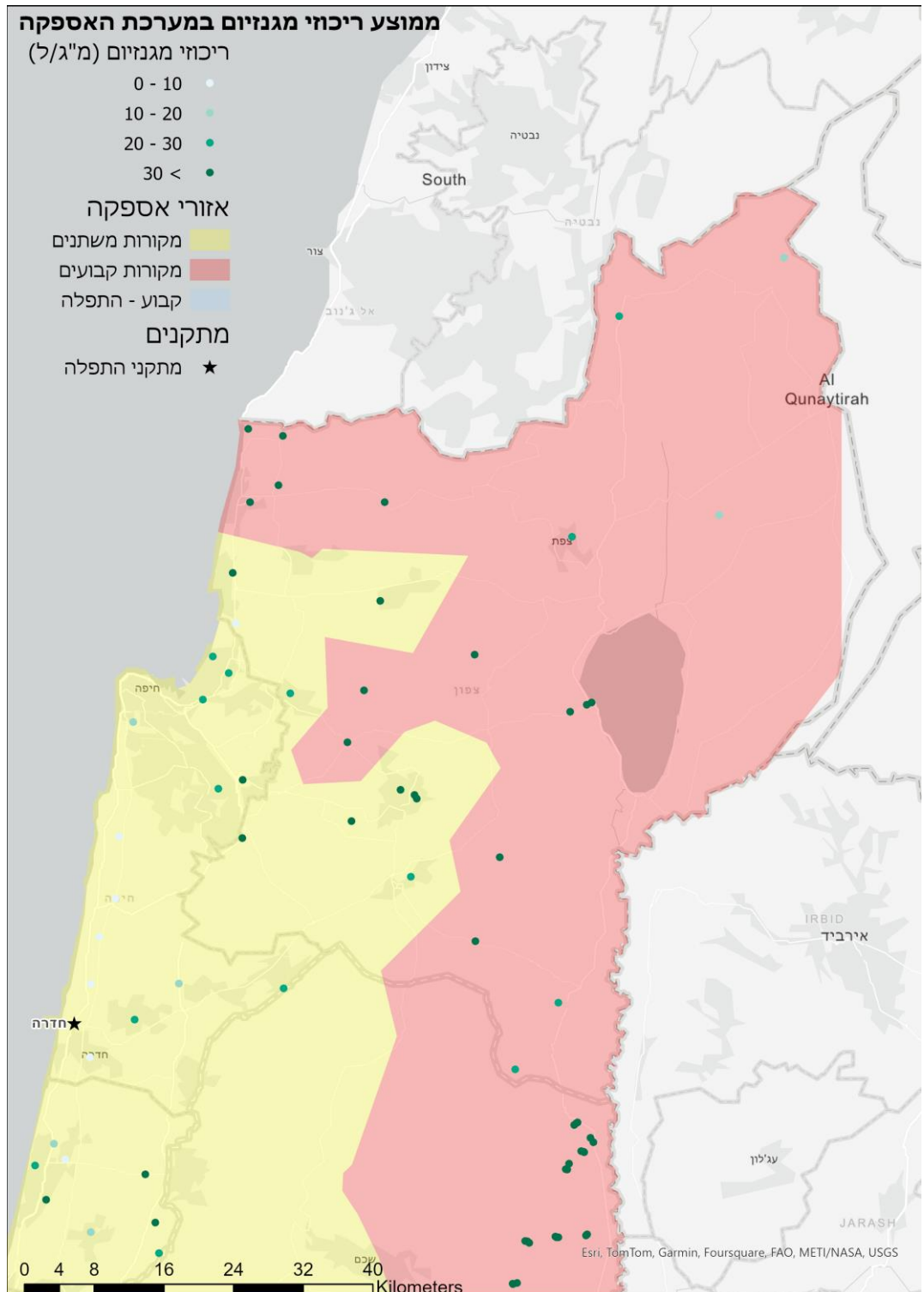
לאור הצפי להגדלת שיעור המים המותפלים מתוך סך המים השפירים, יש להעמיק את ההבנה על השפעת צריכת מים מותפלים על בריאות הציבור. מחקרים אפידמיולוגיים הראו קשר בין מחסור במגנזיום ובין מחלות לב וכלי דם כולל שבץ מוחי, סכרת וייתכן שגם סרטן המעי הגס. חשוב לכמת את היקף התחלואה הצפויה של מחסור בצריכת מגנזיום באוכלוסייה. מומלץ לבצע מחקר הבדק שיעורי תמותה ממחלות לב, לחץ דם גבוה וסכרת מול רמות המגנזיום שנמדדו במי השתייה באזורים השונים. בהמשך, ובהתאם לתוצאות המחקר, ניתן לשקול מעקב אפידמיולוגי מקיף יותר.



5. נספחים:

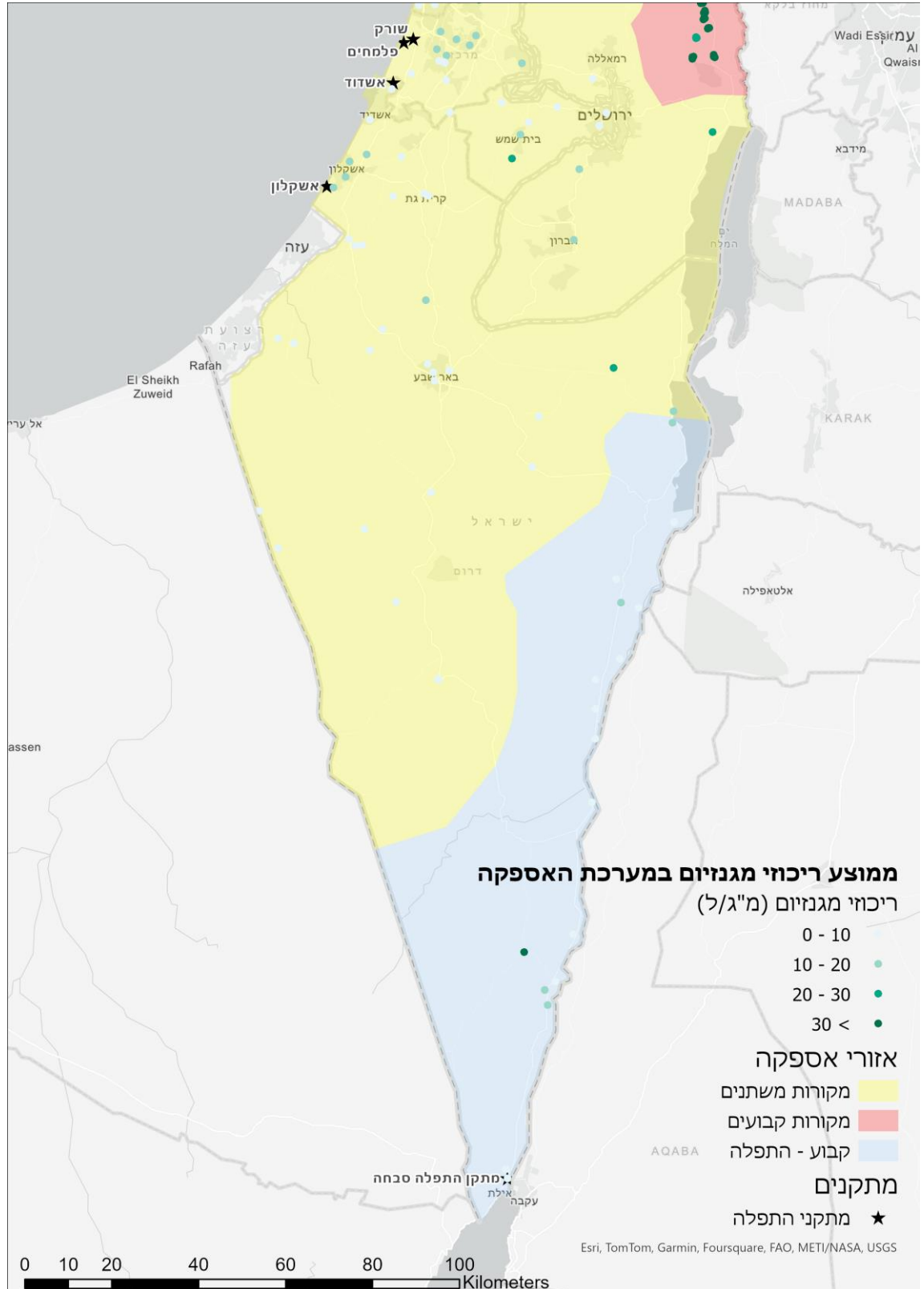
נספח 1: איורים – א'-ו': ריכוזים מגנזיום וסידן במחוזות

איור א': ממוצע ריכוז מגנזיום, מחוז צפון וחיפה



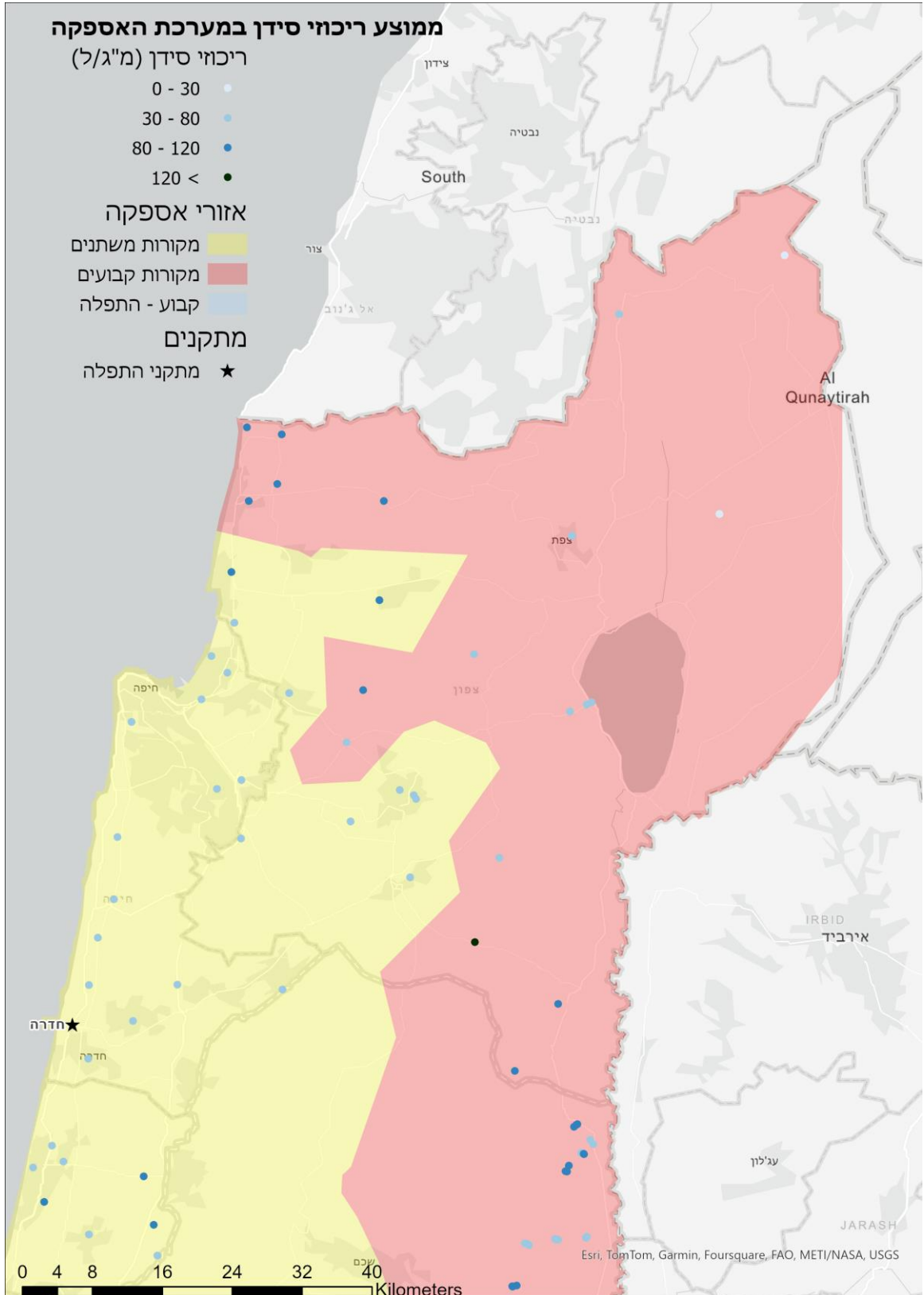


איור ג': ממוצע ריכוז מגנזיום, מחוז אשקלון ודרום



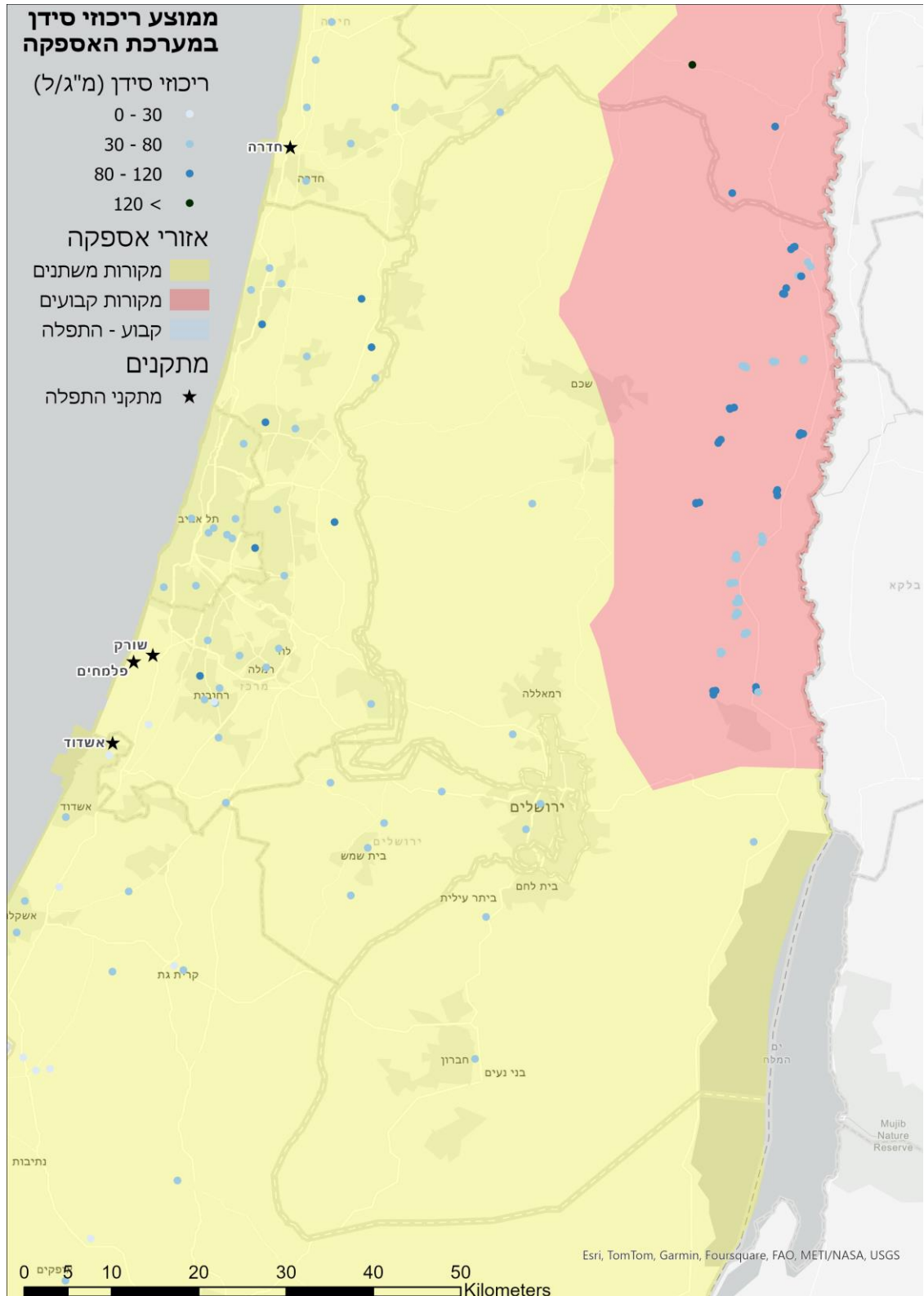


איור ד': ממוצע ריכוז סידן, מחוז צפון וחיפה



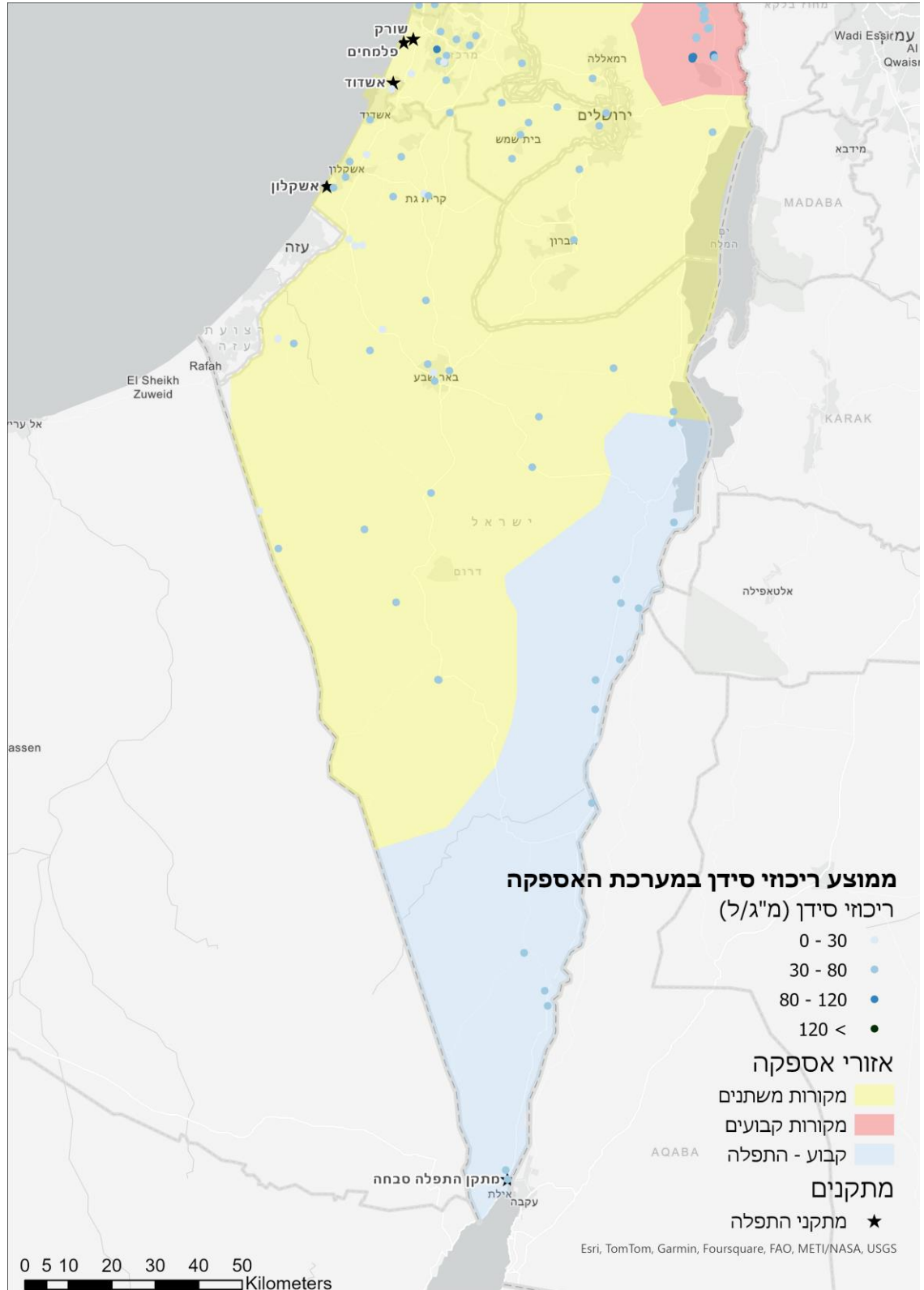


איור ה': ממוצע ריכוז סידן, מחוז תל אביב, מרכז, ירושלים



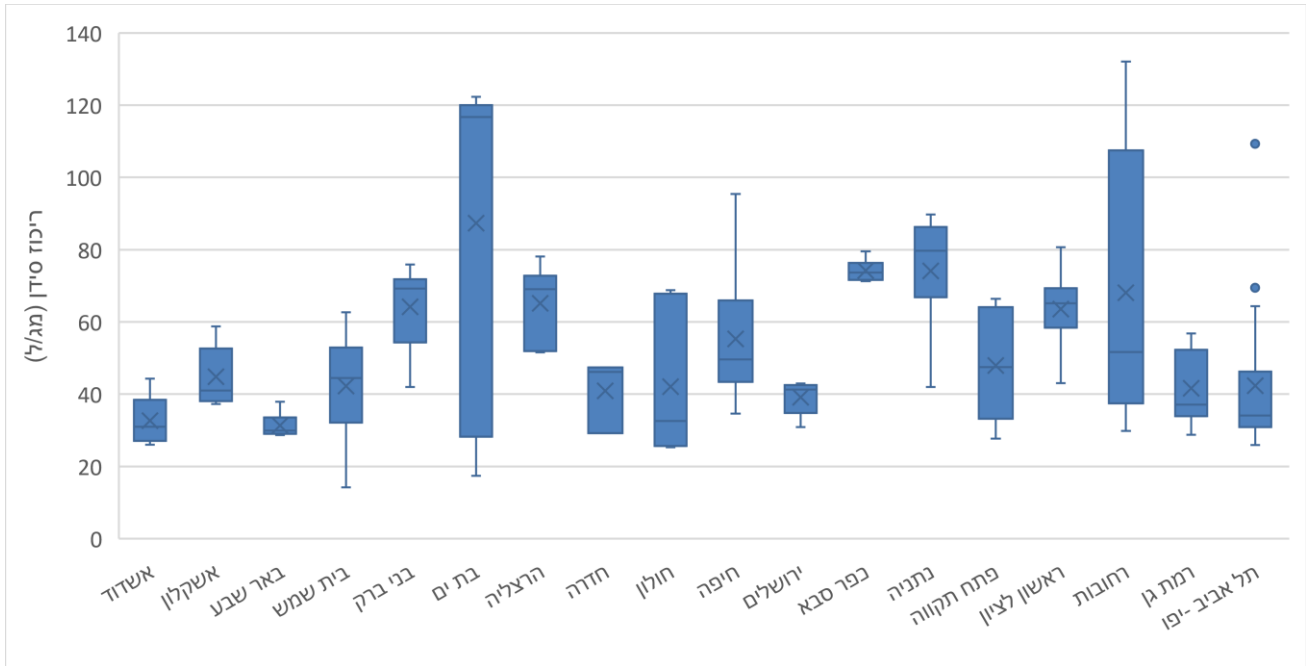


איור ו': ממוצע ריכוז סידן, מחוז אשקלון ודרום





נספח 2: ריכוז סיידן ברשת אספקת מי שתייה בערים גדולות



נספח 3: הפרש מקסימלי בין החזרות ב-98 הנקודות הממוקמות באזורים עם מקורות מים משתנים בהם בוצעו לפחות שתי בדיקות במהלך 2023

פרוט הישובים בהם נדגמו הנקודות השונות	הפרש מקסימלי בין החזרות [מ"ג/ל מגנזיום]
אופקים, אריאל, אשדוד, אשקלון, באר שבע, בארותיים, בני ברק, בת ים, גבע כרמל, גבעת זאב, גבעתיים, דימונה, הראל, חדרה, חיפה, טייבה, יבנה, יד בנימין, ירושלים, כפר אוריה, כפר סבא, כרמיאל, מגדל העמק, מצפה רמון, מרכז שפירא, נווה דניאל, נוף הגליל, נס ציונה, נצרת, נתניה, עכו, ערד, ערערה, פורידיס, קליה, קרית ארבע, קרית גת, קרית עקרון, ראש העין, ראשון לציון, רחובות, רמת גן, רעננה, שדרות, שואבה, תל אביב-יפו, תל מונד	עד 10
רהט, הרצליה, לוד, מודיעין עילית, קרית אונו, אור עקיבא, רמלה, קרית ים, אשקלון, ירושלים, רחובות, עפולה, אשדוד, רעננה	10 ועד 20
בית שמש, בת ים, דאלית אל-כרמל, חולון, חיפה, יהוד-מונוסון, כוכב יאיר, נתניה, פתח תקווה, קרית ביאליק, תל אביב-יפו	20 ועד 30
בית שמש, פרדס חנה-כרכור, כפר קרע, חיפה, שפרעם	30 ועד 41

6. רשימת מקורות

- 1 על בסיס נתוני רשות המים. <https://www.gov.il/he/pages/consumption-seker>
- 2 DiNicolantonio, James J., James H. O'Keefe, and William Wilson. "Subclinical magnesium deficiency: a principal driver of cardiovascular disease and a public health crisis." *Open heart* 5, no. 1 (2018): e000668.
- 3 Volpe, Stella Lucia. "Magnesium in disease prevention and overall health." *Advances in nutrition* 4, no. 3 (2013): 378S-383S.
- 4 שכטר, מיכאל. המגנזיום שבגופנו - המינרל לחיים. הרפואה 2010
- 5 Fang, Xuexian, Kai Wang, Dan Han, Xuyan He, Jiayu Wei, Lu Zhao, Mustapha Umar Imam et al. "Dietary magnesium intake and the risk of cardiovascular disease, type 2 diabetes, and all-cause mortality: a dose–response meta-analysis of prospective cohort studies." *BMC medicine* 14, no. 1 (2016): 1-13.
- 6 Wu J, Xun P, Tang Q, Cai W, He K. Circulating magnesium levels and incidence of coronary heart diseases, hypertension, and type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutr J.* 2017 Sep 19;16(1):60.
- 7 דוח קבוצת תה"ל. מוגש לוועדת ההיגוי להקמת מתקן חלוץ להוספת מגנזיום במים. 2021.
- 8 Shlezinger M, Amitai Y, Goldenberg I, Shechter M. Desalinated seawater supply and all-cause mortality in hospitalized acute myocardial infarction patients from the Acute Coronary Syndrome Israeli Survey 2002-2013. *Int J Cardiol.* 2016 Oct 1;220:544-50.
- 9 Shlezinger M, Amitai Y, Goldenberg I, Atar S, Shechter M. Acute myocardial infarction severity, complications, and mortality associated with lack of magnesium intake through consumption of desalinated seawater. *Magnes Res.* 2019 May 1;32(2):39-50.
- 10 Shlezinger M, Amitai Y, Akriv A, Gabay H, Shechter M, Leventer-Roberts M. Association between exposure to desalinated sea water and ischemic heart disease, diabetes mellitus and colorectal cancer; A population-based study in Israel. *Environmental Research* 2018.

- 11 תקנות בריאות העם (איכותם התברואית של מים שתיה ומיתקני מי שתיה), התשע"ג 2013
- 12 Calcium and Magnesium in Drinking-water- Public Health Significance. World Health Organization. 2009.
- 13 Guidelines for Drinking Water, 4th edition. World Health Organization. 2022.
- 14 European Union. Drinking Water Directive. 2020.
- 15 Kozisek F. Regulations for calcium, magnesium or hardness in drinking water in the European Union member states. Regul Toxicol Pharmacol. 2020 Apr;112:104589.
- 16 Wodschow K, Villanueva CM, Larsen ML, Gislason G, Schullehner J, Hansen B, Ersbøll AK. Association between magnesium in drinking water and atrial fibrillation incidence: a nationwide population-based cohort study, 2002-2015. Environ Health. 2021 Dec 15;20(1):126. doi: 10.1186/s12940-021-00813-z.
- 17 Azoulay A, Garzon P, Eisenberg MJ. Comparison of the mineral content of tap water and bottled waters. J Gen Intern Med. 2001 Mar;16(3):168-75. doi: 10.1111/j.1525-1497.2001.04189.x. PMID: 11318912; PMCID: PMC1495189.
- 18 Michael KGFT, Somani BK. Variation in Tap Water Mineral Content in the United Kingdom: Is It Relevant for Kidney Stone Disease? J Clin Med. 2022 Aug 30;11(17):5118. doi: 10.3390/jcm11175118. PMID: 36079045; PMCID: PMC9457372.
- 19 Helte. Calcium and magnesium in drinking water and risk of myocardial infarction and stroke—a population-based cohort study.
- 20 Fellows CM, Al Hamzah AA, Ihm S. Pathways to magnesium supplementation of drinking water: An overview of the saline water conversion corporation experience, Chemical Engineering Journal Advances, Volume 16, 2023, 100574.
- 22 Rosen VV, Garber OG, Chen Y. Magnesium deficiency in tap water in Israel: The desalination era, Desalination, Volume 426, 2018, Pages 88-96.



- 22 Koren G, Shlezinger M, Katz R, Shalev V, Amitai Y. Seawater desalination and serum magnesium concentrations in Israel. J Water Health. 2017 Apr;15(2):296-299. doi: 10.2166/wh.2016.164. PMID: 28362310.
- 23 Spungen JH, Goldsmith R, Stahl Z, Reifen R. Desalination of water: nutritional considerations. Isr Med Assoc J. 2013 Apr;15(4):164-8. PMID: 23781750.
- 24 Shechter M, Eilat-Adar S. Dietary recommendations of magnesium for cardiovascular prevention and treatment. A position paper of the Israel Heart Society and the Israel Dietetic Association. Magnes Res. 2021 May 1;34(2):35-42.
- 25 ההסתדרות הרפואית בישראל. נייר עמדה: המלצות תזונתיות למניעת מחלות קרדיוואסקולריות. 2021.
- 26 Raveh, E.; Ben-Gal, A. Leveraging Sustainable Irrigated Agriculture via Desalination: Evidence from a Macro-Data Case Study in Israel. Sustainability 2018, 10, 974.