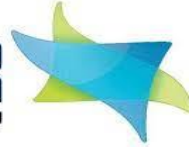




**משרד  
הבריאות**  
לחיים בריאים יותר



**שרותי בריאות הציבור  
המערך הארצי לבריאות  
הסביבה**

**תוצאות סקר על הימצאות תרכובות  
פר-פלואורואלקיליות  
Perfluorinated Alkyl Substances PFAS  
בקידוחי מי שתייה**

**מרץ 2022**



## תוכן

2	תקציר
3	1. רקע
4	2. סקר רשות המים על PFAS במי תהום וממצאים נוספים בקידוחי מי שתייה
5	3. המלצות הוועדה המייעצת למי שתייה בנושא PFAS
6	4. סקר משרד הבריאות 2021 – 2022
6	4.1 שיטות הדיגום והבדיקה:
8	4.2 תוצאות:
13	4.3 סיכום ודיון:
14	תודות
15	רשימת נספחים
20	רשימת מקורות

### רשימת טבלאות:

5	טבלה 1 : מדיניות של גופים רגולטורים ומייעצים, לגבי ריכוז מרבי של PFAS במי שתייה
7	טבלה 2 :רשימת החומרים הנבדקים וערכי סף לדיווח מעבדתי
9	טבלה 3 : קידוחי מי שתייה בהם נמצאו תרכובות PFAS, סקר משרד הבריאות
12	טבלה 4: ריכוזי PFAS בקידוחים בהם התגלו מזהמים אלו, ביחס לערכי בחינה של "בריאות קנדה"

### רשימת תרשימים:

תרשים 1 :	הימצאות PFAS בקידוחי מי שתייה, ביחס לסף דיווח מעבדתי, סיכום תוצאות סקר מי שתייה
8	
תרשים 2 :	ריכוזי PFOS ו PFOA בקידוחי הפקת מי שתייה, סקר משרד הבריאות, ביחס לערכי הייחוס
11	שנקבעו

### רשימת נספחים:

נספח 1 :	תוצאות PFAS בקידוחי מי שתייה מדיגומים טרם הסקר הנוכחי, 2020-2021 (נתונים שהתקבלו מרשות המים)
15	
נספח 2 :	רשימת קידוחים שנדגמו בסקר משרד הבריאות ואשר לא התגלו בהם תרכובות PFAS מעל סף הדיווח המעבדתי
17	

### רשימת מפות:

מפה 1 :	קידוחי מי שתייה שנבדקו להמצאות תרכובות PFAS פריסה ארצית
10	

תרכובות PFAS (Per - and PolyFluoroAlkyl Substances) משמשות במגוון רחב מאוד של יישומים. תרכובות אלו יציבות מאוד בסביבה, נודדות למרחקים גדולים ממוקדי הזיהום ומצטברות בה.<sup>1-3</sup> מחקרים אפידמיולוגיים רבים הראו כי תרכובות PFAS עלולות להצטבר ברקמות ביולוגיות ולגרום למגוון השפעות בריאותיות שליליות כולל השפעות על הריון והתפתחות העובר, להגברת הסיכון לתחלואה בסרטן הכליות והאשכים, לפגיעה במערכת החיסונית ולעלייה ברמת הכולסטרול.<sup>4-6</sup> התרכובות ארוכות השרשרת וביחוד PFOA ו-PFOS, הוכחו כרעילות ביותר בחשיפה לריכוזים נמוכים מאוד. מזהמים אלו נמצאו בשנים האחרונות ברחבי העולם במקורות מים.<sup>7-9</sup> תקנות מי שתייה בישראל משנת 2013 אינן קובעות ריכוז מרבי מותר ל PFAS במי שתייה. עם זאת, הוועדה המייעצת למי שתייה המליצה למשרד הבריאות לאמץ תקינה קנדית (Health Canada) המתייחסת לערך ייחוס לשני חומרים מתוך הקבוצה - PFOA ו-PFOS ולערך סכומי יחסי שלא יעלה על 1. <sup>10</sup>

מטרת סקר משרד הבריאות היא לבדוק הימצאות חומרים מקבוצת PFAS בקידוחי מי שתייה בישראל, לאמוד את ריכוזם וללמוד על הקשר סביבתי ואזורי רגישים במידה וקיימים. הסקר נעשה בעקבות ממצאים על זיהום PFAS במי תהום במספר סקרים של רשות המים, בהמשך לדיונים בנושא בוועדה המייעצת למי שתייה של משרד הבריאות, ובמטרה למנוע סיכון אפשרי לבריאות הציבור.

הסקר כלל מדידה של 9 תרכובות PFAS ב 100 קידוחי מי שתייה ברחבי הארץ. מתוך 100 הקידוחים שנבדקו, ב-16 קידוחים נמצאו ממצאים מעל לסף הדיווח של תרכובות ה-PFAS שנבדקו. כל הקידוחים בהם נמצאו PFOA או PFOS היו בריכוזים נמוכים מערך הסף שנקבע במשרד הבריאות. במספר קידוחים נמצא "קוקטייל" תרכובות של 2 עד 6 חומרי PFAS.

הקידוחים בהם נמצאו ממצאים כלשהם של PFAS היו בדרך כלל בקרבה לשדות תעופה (אזרחיים וצבאיים), בסיסים צבאיים, אזורי תעשייה (בדגש על מתקני אנרגיה) ואזורי אימוני אש. קיים צורך דחוף בקידום הגבלות רגולטוריות לחומרים אלו במטרה למנוע אירועי זיהום עתידיים. משרד הבריאות ימשיך במעקב אחר ריכוזים של תרכובות PFAS בקידוחי מי שתייה בישראל, במעקב אחר התפתחויות רגולטוריות בהקשר זה בעולם וקידום עדכון תקנות מי השתייה בנושא, ובמעקב אחר אמצעים הננקטים למניעת זיהום מי תהום ולטיפול במים שזוהמו בתרכובות אלו.

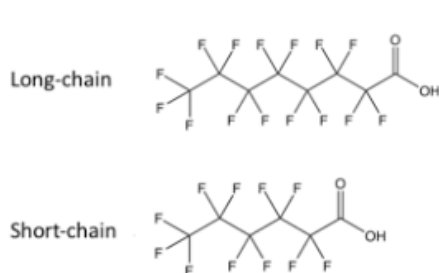
## 1. רקע

תרכובות PFAS (Per- and PolyFluoroAlkyl Substances) משמשות במגוון רחב מאוד של יישומים, ובהם ציפויים למחבתות וסירים, תוספים דוחי שמן ומים למוצרי טקסטיל, חומרים מעכבי בערה וכן קצף כיבוי אש.<sup>1</sup> בשל תכונותיהן הייחודיות של תרכובות אלו, הן יציבות מאוד בסביבה, נודדות למרחקים גדולים ממוקדי הזיהום ומצטברות ברקמות ביולוגיות בסביבה ובגוף האדם.

PFAS מוגדרים כחומרים מופלרים המכילים לפחות אטום פחמן מתיל או מתילן מופלר אחד. הנוסחה הכללית של חומרים פר-פלואורואלקילים היא  $C_nF_{2n+1}-R$ , כאשר  $C_nF_{2n+1}$  מייצג את אורך השרשת  $(n > 2)$  R-I היא הקבוצה הפונקציונלית. לפי ה-R מבחינים בשתי קבוצות: חומצות פרפלואורוקרבוקסיליות (כאשר הקבוצה הפונקציונלית (R) היא  $-COOH$ ), או חומצות פרפלואורו-אלקן סולפוניות (כאשר הקבוצה הפונקציונלית (R) היא  $-SO_3H$ ).

חומרים פוליפלואורואלקיל נבדלים מחומרים פרפלואורואלקיל במידת החלפת הפלואור בעמוד השדרה האלקאן: לפחות פחמן אחד לא יהיה קשור לאטום פלואור ולפחות שני פחמנים חייבים להיות מופלרים במלואם.

תרכובות PFAS יכולות להתקיים גם כפולימרים. פולימרי PFAS אלה הם מולקולות גדולות שנוצרו על ידי חיבור של מונומרים קטנים זהים של PFAS רבים. מידע עדכני מצביע על כך שה-PFAS הלא-פולימרי מהווה את הסיכון הגדול ביותר לזיהום סביבתי ולרעילות, אם כי חלק מפולימרי PFAS יכולים להיות מתכלים.



נהוג גם לחלק את קבוצת החומרים הנדונה לפי אורך השרשת: תרכובות PFAS ארוכות שרשרת (8 פחמנים ומעלה מותמרים בפלואור) ותרכובות קצרות שרשרת (6 פחמנים ומטה מותמרים בפלואור).

התרכובות ארוכות השרשרת ובייחוד PFOA ו-PFOS, הוכחו כרעילות ביותר בחשיפה לריכוזים נמוכים מאוד. תרכובות אלו נכללות באמנת שטוקהולם, כאשר PFOA נכלל ברשימת הכימיקלים האסורים (נספח A) ו-PFOS נכלל ברשימת הכימיקלים המוגבלים (נספח B).<sup>2</sup>

מחקרים אפידמיולוגיים רבים הראו כי תרכובות PFAS מצטברות בגוף האדם ועלולות לגרום למגוון השפעות בריאותיות שליליות כולל השפעות על הריון והתפתחות העובר, להגברת הסיכון לתחלואה בסרטן הכליות והאשכים, לפגיעה במערכת החיסונית ולעלייה ברמת הכולסטרול.<sup>3</sup> נמצאה עלייה בסיכון למשקל לידה נמוך (small for gestational age) בקרב תינוקות שנולדו לנשים באזור עם זיהום PFAS באיטליה.<sup>4</sup> באזור בשוודיה עם זיהום מי תהום בקרבת שדה תעופה, נמצאה עלייה בסיכון להימצאות

רמות גבוהות של שומנים בדם.<sup>5</sup> בקרב ילדים, נמצאה השפעה שלילית של חשיפה ל PFAS על רמת נוגדנים לאחר קבלת חיסונים.<sup>6</sup>

מזהמים אלו נמצאו בשנים האחרונות ברחבי העולם במקורות מים ובמערכות אספקת מי שתייה שמהם שותים מיליוני בני אדם.<sup>7, 8</sup> מחקרים מעידים על כך שזיהום PFAS במי תהום נמצא בעיקר בקרבה לתעשייה יצרנית של מוצרים מבוססי מרכיבי PFAS, כיבוי שריפות דלק גדולות, שדות תעופה צבאיים ואזרחיים, אתרי אימון כיבוי אש מרכזיים ומטמנות.<sup>9</sup> בגלל המסיסות הגבוהה של PFAS במי שתייה והמוביליות המהירה, חומרי PFAS במי תהום עלולים לזהם קידוחים סמוכים.

מטרת סקר משרד הבריאות היא לבדוק הימצאות חומרים מקבוצת PFAS בקידוחי מי שתייה בישראל, לאמוד את ריכוזם וללמוד על הקשר סביבתי ואזורים רגישים במידה וקיימים. הסקר נעשה בעקבות ממצאים על זיהום PFAS במי תהום במספר סקרים של רשות המים, בהמשך לדיונים בנושא בוועדה המייעצת למי שתייה של משרד הבריאות, ובמטרה למנוע סיכון פוטנציאלי לבריאות הציבור. הסקר כלל מדידה של 9 תרכובות PFAS ב 100 קידוחים של חברת מקורות וקידוחים פרטיים ברחבי הארץ.

## 2. סקר רשות המים על PFAS במי תהום וממצאים נוספים בקידוחי מי שתייה

[סקר של רשות המים ב-2020](#) התמקד בניטור תרכובות PFAS במי תהום שנדגמו בקידוחי ניטור במוקדים אפשריים לזיהום - בתי זיקוק, חוות מכלים, שדות תעופה, מטמנות ותעשייה ביטחונית. לאחר הממצאים הראשונים בקידוחי הניטור, הסקר הורחב לניטור מזהמי PFAS במתקני הפקת מי שתייה בקרבת מוקדי זיהום שאותרו בסקר הראשוני, ובכמה מוקדים אפשריים נוספים.

בסקר נמצאו ריכוזים גבוהים מאוד של מזהמי PFAS במי התהום תחת בתי הזיקוק בחיפה (230 מיקרוגרם לליטר PFOS) ובאשדוד (600 מיקרוגרם לליטר) וכן תחת חוות מכלי הדלק בקריית חיים (908 מיקרוגרם לליטר). ריכוזים נמוכים יחסית נמדדו בקידוח ניטור בבסיס חיל האוויר בחצור.

בסקרים של רשות המים בשנת 2020 נבדקו גם קידוחים להפקת מי שתייה. בבדיקות אלו לא נמצא אף קידוח הפקת מי שתייה בישראל עם ריכוז תרכובות PFAS החורג או קרוב לערך המומלץ לתקן מי שתייה שאימץ משרד הבריאות. בקידוח הפקה בודד באזור קיסריה, נמצא ריכוז של כ- 50% מהערך המומלץ לתקן והפקת מי השתייה מהקידוח הופסקה (אך הוא לא נסגר רשמית). עקב הממצאים בקידוחי ניטור בחוות מכלי הדלק בקריית חיים ובקריית חיים, נדגמו ביוני 2021 קידוח מי שתייה בקרבת חוות המכלים. באחד הקידוחים שנבדקו בקריית חיים ערכי ה-PFOS ו-PFOA היו גבוהים (87% ו-27% מתקני PFOS ו-PFOA שהמשרד אימץ, בהתאמה), ולאור הממצאים (חריגה מערך סכומי יחסי) הקידוח נפסל לאספקת מי שתייה. תוצאות בדיקות PFAS בקידוחי מי שתייה מדיגומים שהתבצעו טרם הסקר הנוכחי מופיעות בנספח 1.

### 3. המלצות הוועדה המייעצת למי שתייה בנושא PFAS

נכון להיום, תקנות מי שתייה בישראל משנת 2013 אינן קובעות ריכוז מרבי מותר ל PFAS במי שתייה. עם זאת, הוועדה המייעצת למי שתייה המליצה למשרד הבריאות לאמץ תקינה קנדית (Health Canada) המתייחסת לערך ייחוס ל 2 חומרים מתוך הקבוצה - PFOA ו PFOS ולערך סכומי יחסי שלא יעלה על 1. בהתאם לסמכותו בתקנות, משרד הבריאות פועל לוודא שמי השתייה המסופקים לציבור אינם מכילים PFOA או PFOS מעל ערך סף זה.

כפי שניתן לראות בטבלה 1, מספר גדול של רשויות רגולטוריות בעולם גיבשו ערכי סף במי שתייה למזהמים מקבוצת PFAS, אך מעטות קבעו תקינה מחייבת. למרות ריבוי המחקרים וממצאים על השפעות בריאותיות בבני אדם, ערכים אלו מחושבים על בסיס ממצאים בחיות מעבדה.

**טבלה 1 : מדיניות של גופים רגולטורים ומייעצים, לגבי ריכוז מרבי של PFAS במי שתייה**

גוף רגולטורי/ מייעץ	ערך סף/ תקן מחייב	מזהמים מקבוצת PFAS	ערכים (מיקרוגרם/ליטר)	בסיס טוקסיקולוגי
הסוכנות להגנת הסביבה, ארצות הברית	המלצה (אינו מחייב)	PFOA	0.07	פגיעה בכבד
		PFOS	0.07	ירידה במשקל גוף
איחוד אירופאי	תקינה מחייבת (החל מ- 2026)	סה"כ PFAS	0.1	אין בסיס טוקסיקולוגי; גישה עקרונית לקבוצות של מזהמים
ארגון בריאות העולמי – אירופה	המלצה *	PFOA	4.0	השפעות על הכבד
		PFOS	0.4	השפעות על הורמונים בלוטת התריס, שומנים / כולסטרול
אוסטרליה	תקינה מחייבת	PFHxS+PFOS	0.07	ירידה במשקל גוף
		PFOA	0.56	השפעות על התפתחות העבר
קנדה <sup>10</sup>	תקינה מחייבת *	PFOA	0.2	השפעות על הכבד
		PFOS	0.6	השפעות על הכבד (גידולים בכבד)

\* ערך סכומי יחסי לא יעלה על 1: "ערך סכומי יחסי" - הסכום של ערכי הגורמים שנמדדו, מחולקים בערכי הריכוזים המרביים הרלוונטיים הנוגעים לעניין, כמפורט בנוסחה:

$$\text{ערך סכומי יחסי} = \frac{\text{רמת פרמטר נמדד } N_1}{\text{רמת התקן } N_1} + \frac{\text{רמת פרמטר נמדד } N_2}{\text{רמת התקן } N_2} + \dots + \frac{\text{רמת פרמטר נמדד } N_i}{\text{רמת התקן } N_i}$$

על בסיס המלצת הוועדה המייעצת למי שתייה משרד הבריאות החליט לאמץ נכון לעכשיו את ערכי הסף של "בריאות קנדה".

## 4. סקר משרד הבריאות 2021 – 2022

על רקע המידע מהעולם על סיכון של חומרי PFAS לבריאות הציבור והסיכון להימצאות במי תהום ומי שתייה, משרד הבריאות ביצע סקר בחודשים דצמבר 2021 עד פברואר 2022 לחומרי PFAS במי שתייה.

בסקר נכללו 100 מתקני הפקת מי שתייה (קידוחים) – של חברת מקורות ושל ספקי מים פרטיים. הקידוחים נבחרו בפיזור ארצי, בהתאם לקרבתם לאזורים בעלי אפשרות לזיהום בתרכובות PFAS – שדות תעופה, אתרי תרגול כיבוי אש, בסיסי אימונים, בנוסף נבחרו גם קידוחים אחרים בהם לא קיים החשש לזיהום. בחירת הקידוחים נעשתה בעזרת אגף איכות מים ברשות המים ורכזי המים בלשכות המחוזיות המכירים את השטח מקרוב.

תרכובות ה PFAS שנמדדו בסקר כוללות את אלו שיש לגביהם תקינה מחייבת במי שתייה בקנדה (PFOA, PFOS) או שיש לגביהם המלצה לערכים לבחינה (screening value) בקנדה (PFHxS, PFBS, PFBA), ואשר פותחו עבורם שיטות אנליטיות מתאימות במעבדה לבריאות הציבור במשרד הבריאות. (PFNA, PFHpA, PFHxA, PFPeA)

### 4.1 שיטות הדיגום והבדיקה:

דיגום: הדיגום בוצע בהתאם להנחיות הדיגום של משרד הבריאות למתקני הפקה. כל הדיגומים בוצעו ע"י דוגמי מי שתייה רמה ב' ונשלחו לאנליזה במעבדה לבריאות הציבור בתל אביב. הדיגום התבצע במקורות מים פעילים לפני חיטוי. במידה ונקודת החיטוי קרובה לברז הדיגום, היא נסגרה לפני הזרמת המים, בכדי למנוע השפעה של שארית חומר חיטוי על תוצאות הבדיקה. הוזרמו מים לפני הדיגום עד לקבלת טמפרטורה יציבה. הבקבוקים נשטפו במים הנדגמים, ללא מגע של צואר הבקבוק, הפקק או שטחו הפנימי של הבקבוק עם הידיים, עם ברז הדיגום או כל חפץ אחר, ומולאו תוך הקפדה על הניקיון, למנוע מגע של כל חפץ ושל הידיים עם הכלים והמים הנדגמים.

אחרי המילוי נסגרו בפקק והוכנסו לתא קירור או צידנית מקוררת ל – 2-8 מ"צ עד מסירתם למעבדה (ביום הדיגום). מכל נקודה ניטלו שתי דגימות (דופילקט) בנפח 250 מ"ל (ב-2 מכלי פלסטיק שקוף (פוליאתילן)). הדגימות אוחסנו בקירור במעבדה עד לביצוע בדיקה (הזמן המרבי עד לביצוע בדיקה 14 ימים).

שיטת הבדיקה: הזרקה ישירה ואנליזה ב-LC-MS/MS בטכניקת ISOTOPE DULLUTION על בסיס שיטת EPA 533. למנת הבדיקה (אחרי שהדגימות הגיעו לטמפרטורת החדר) הוספו סטנדרטים פנימיים שהם החומרים הנבדקים בשיטה מסומנים איזוטופי. הדוגמאות הוזרקו למערכת האנליטית ונבדקו בטכניקת MRM. זיהוי וכימות חומרים נעשו בעזרת סטנדרטים איטיים וסטנדרטים מסומנים איזוטופי לכל חומר

הנבדק בשיטה. כל הדגימות בהם נצפה ממצא חיובי נבדקו שנית מהדופליקט על מנת לשלול False  
.Positive

רשימת החומרים הנבדקים בשיטה וערכי סף דיווח מעבדתי בהתאם לתוצאות התיקוף מפורטים בטבלה  
שלהלן (טבלה 2).

**טבלה 2: רשימת החומרים הנבדקים וערכי סף לדיווח מעבדתי**

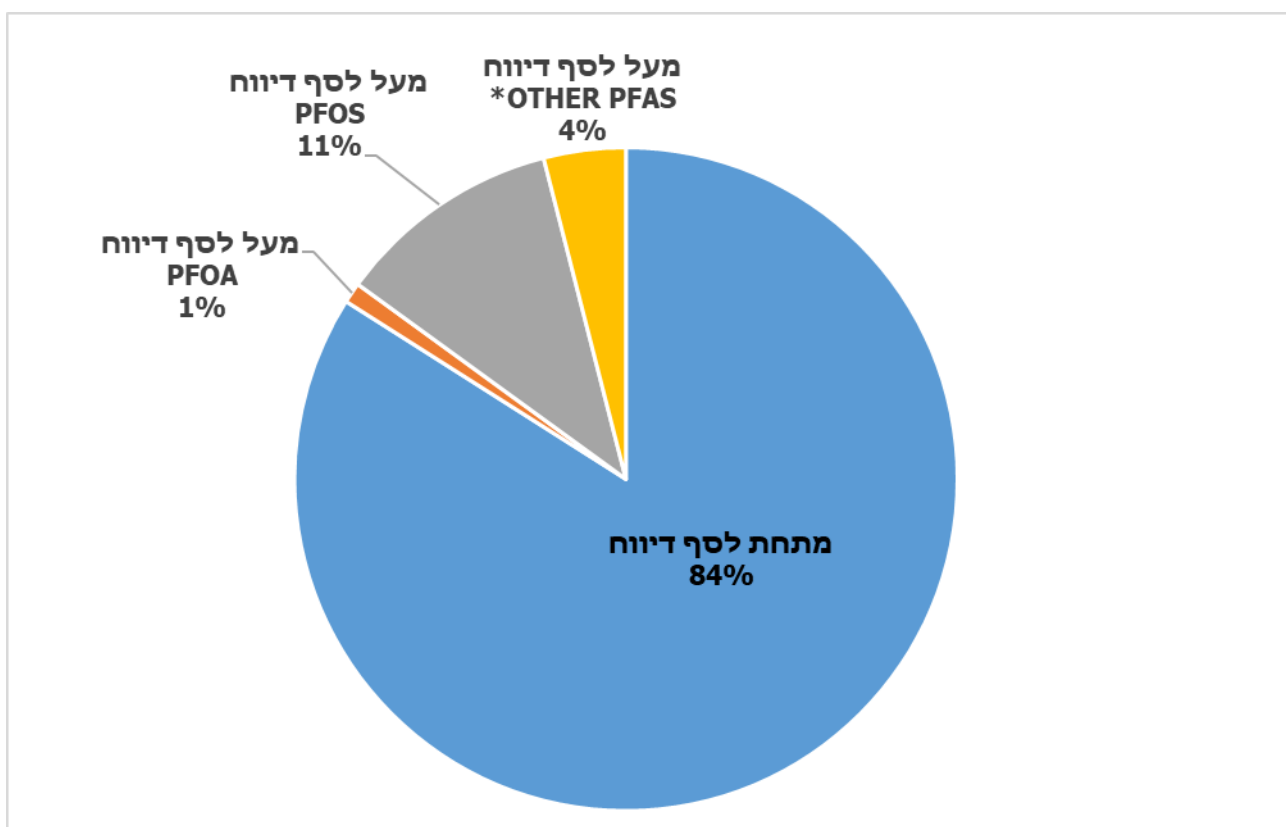
שם החומר	סמליל	סף דיווח מעבדתי מקג"ל
Perfluorobutanoate	PFBA	0.030
Perfluoropentanoate	PFPeA	0.010
Perfluorohexanoate	PFHxA	0.010
Perfluoroheptanoate	PFHpA	0.010
Perfluorooctanoate	PFOA	0.010
Perfluorononanoate	PFNA	0.010
Perfluorobutane sulfonate	PFBS	0.010
Perfluorohexane sulfonate	PFHxS	0.010
Perfluorooctane sulfonate	PFOS	0.010



## 4.2. תוצאות:

מתוך 100 הקידוחים שנבדקו, ב-16 קידוחים נמדדו ריכוזי מרכיבי PFAS מעל לסף הדיווח המעבדתי (7 מתוך 47 קידוחים של מקורות, 9 מתוך 53 קידוחים פרטיים). סיכום הנתונים מוצג בתרשים מספר 1 וטבלה מספר 3 להלן. רשימת 84 קידוחים שנבדקו במסגרת הסקר ובהם לא נמצאו PFAS מעל סף הדיווח נמצאת בנספח 2.

**תרשים 1 : הימצאות PFAS בקידוחי מי שתייה, ביחס לסף דיווח מעבדתי, סיכום תוצאות סקר מי שתייה**



\* ב 4 קידוחים נמצאו OTHER PFAS בהעדר PFOS או PFOA

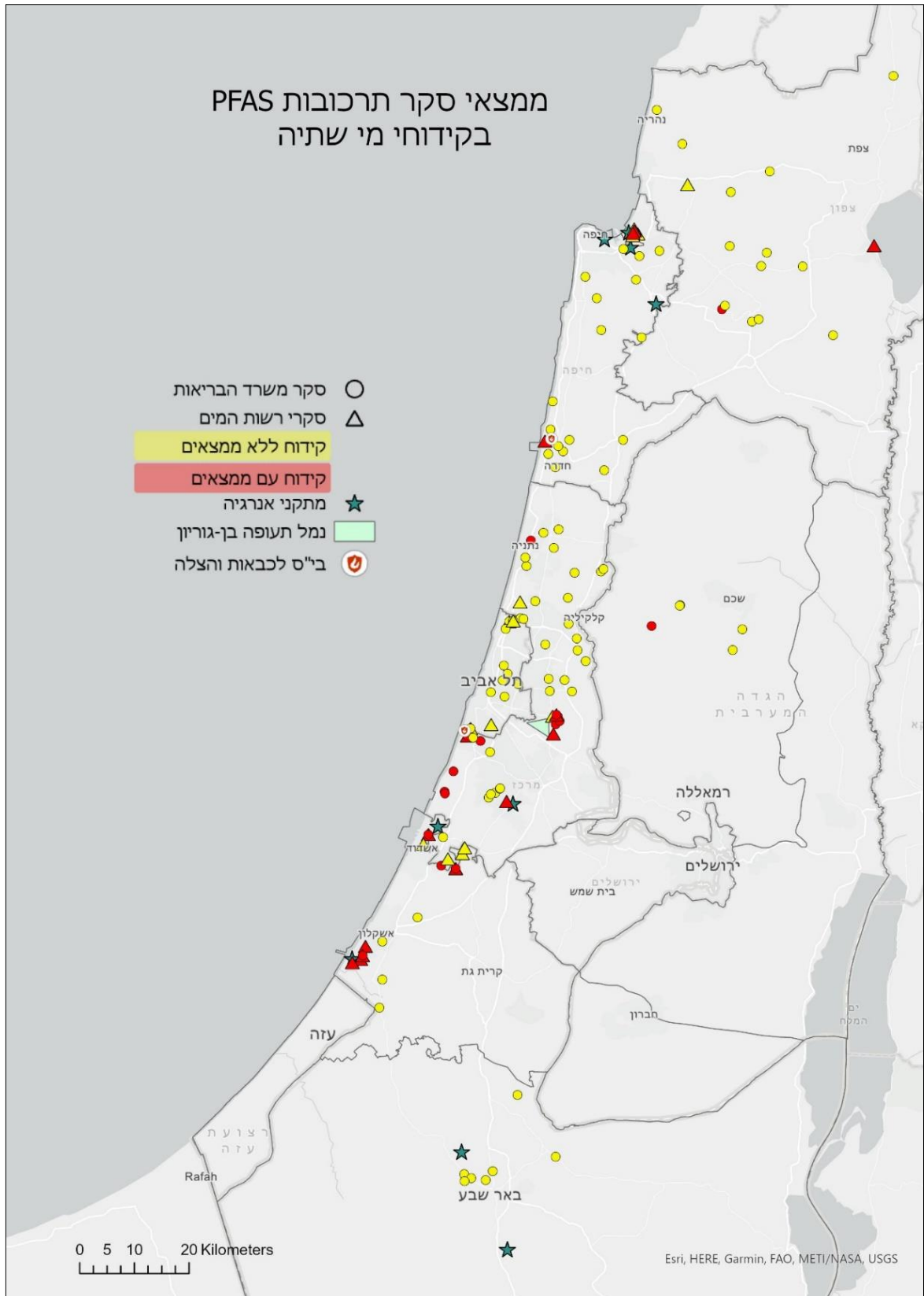
טבלה 3 : קידוחי מי שתייה בהם נמצאו תרכובות PFAS, סקר משרד הבריאות

PFHpA	PFPeA	PFBS	PFHxA	PFHxS	PFOA	PFOS	תרכובות PFAS וערך ייחוס או ערך לבחינה [מק"ג/ל]		
							מחוז	בעלות	קידוח
0.2	0.2	15	0.2	0.6	0.2	0.6			
<b>0.011</b>	<b>0.015</b>	<b>0.014</b>	<b>0.024</b>	<b>0.103</b>	<MRL	<b>0.081</b>	מרכז	מקורות	שפלת לוד 9
< MRL	<b>0.011</b>	<b>0.010</b>	<b>0.014</b>	<b>0.069</b>	< MRL	<b>0.048</b>	מרכז	מקורות	שפלת לוד 19א
< MRL	<b>0.010</b>	<b>0.017</b>	<b>0.024</b>	<b>0.062</b>	< MRL	<b>0.011</b>	מרכז	פרטי	ממג שורק ב (רובין 8)
< MRL	<b>0.011</b>	< MRL	<b>0.015</b>	<b>0.055</b>	< MRL	<b>0.046</b>	מרכז	מקורות	שפלת לוד 13
< MRL	< MRL	<b>0.010</b>	<b>0.017</b>	<b>0.026</b>	< MRL	<b>0.041</b>	מרכז	פרטי	פלמחים ספנקרוט
< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.011</b>	<b>0.033</b>	< MRL	<b>0.038</b>	מרכז	פרטי	בני עטרות
< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.014</b>	<b>0.019</b>	< MRL	< MRL	מרכז	פרטי	ראשל"צ פארק חולות 2
< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.010</b>	מרכז	פרטי	ראשל"צ דקלה
< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.094</b>	< MRL	מרכז	מקורות	קרני שומרון
< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.016</b>	< MRL	< MRL	מרכז	פרטי	ממג שורק א (רובין 1)
< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.0125</b>	< MRL	< MRL	מרכז	פרטי	נתניה באר 37
< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.014</b>	<b>0.014</b>	< MRL	<b>0.012</b>	אשקלון	מקורות	שקמה 3
< MRL	< MRL	<b>0.012</b>	<b>0.01</b>	<b>0.031</b>	< MRL	< MRL	אשקלון	פרטי	חצור באר 2
< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.055</b>	< MRL	<b>0.164</b>	אשקלון	מקורות	בצרון 6א
< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.01</b>	אשקלון	פרטי	קידוח מטאפיק
< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	< MRL	<b>0.01</b>	צפון	מקורות	שימרון 5

<MRL = נמוך מסף דיווח מעבדתי

במספר קידוחים נמצא "קוקטייל" תרכובות PFAS, כלומר ריכוזים מעל סף הדיווח המעבדתי של 2 עד 6 חומרי PFAS. בשלושה קידוחים בשפלת לוד: 9, 19א, ו-13, נמצאו מספר התרכובות הגבוה ביותר בסקר (6, 5 ו-4 תרכובות, בהתאמה). גם ב"ממ"ג שורק ב" ו"פלמחים ספנקרוט", נמצאו מספר תרכובות PFAS (5, ו-4 תרכובות, בהתאמה).

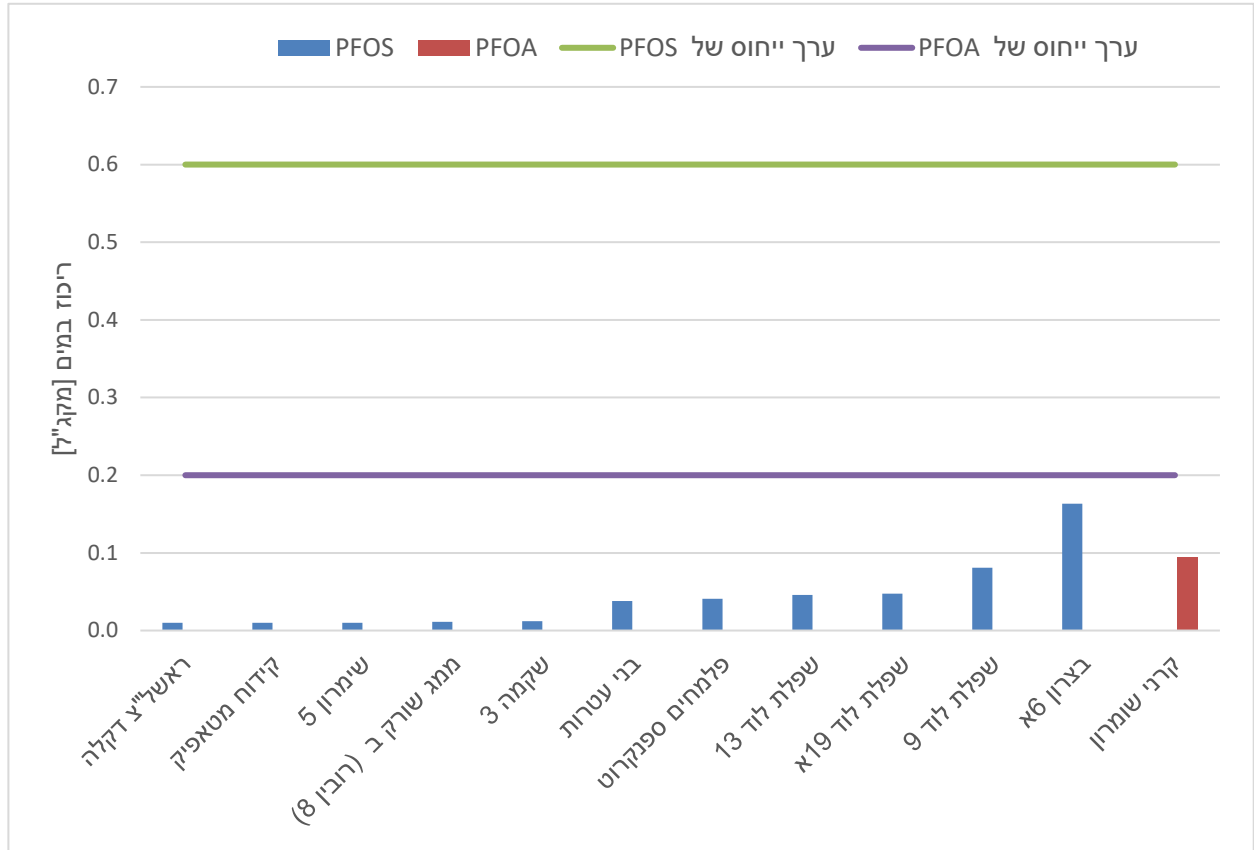
במפה הבאה מוצגים קידוחי מי השתייה שנדגמו ונבדקו להמצאות תרכובות PFAS בסקרים השונים בשנתיים האחרונות. רוב הקידוחים בהם נמצאו ממצאים כלשהם של PFAS היו במחוז מרכז ואשקלון ובדרך כלל בקרבה לשדות תעופה (אזרחיים וצבאיים), בסיסים צבאיים, אזורי תעשייה ואימוני אש.



**מפה 1 : קידוחי מי שתיה שנבדקו להמצאות תרכובות PFAS פריסה ארצית**

בתרשים 2 ניתן לראות כי ריכוזי החומרים PFOS ו PFOA, בקידוחים בהם התגלו מזהמים אלו, נמוכים יחסית לערכי הייחוס שנקבעו עבורם. PFOS נמצא בשכיחות יותר גבוהה בהשוואה ל- PFOA, שנמצא רק בקידוח אחד שנדגם בסקר.

**תרשים 2 : ריכוזי PFOS ו PFOA בקידוחי הפקת מי שתייה, סקר משרד הבריאות, ביחס לערכי הייחוס שנקבעו**



ריכוזי שבעת תרכובות ה- PFAS הנוספות (מלבד PFOS ו-PFOA) שנבדקו בקידוחים, ועבורם לא אומצו ערכי סף בישראל, היו נמוכים יחסית לערכי בחינה של "בריאות קנדה".<sup>11</sup> שניים מתוך 9 החומרים שנבדקו לא נמצאו מעל סף הדיווח המעבדתי בקידוחים, כמפורט בטבלה 4.

**טבלה 4: ריכוזי PFAS בקידוחים בהם התגלו מזהמים אלו, ביחס לערכי בחינה של "בריאות קנדה"**

חומר נבדק	ערכים לבחינה על פי בריאות קנדה [מק"ג/ל]	סף דיווח במעבדה (מק"ג/ל)	מספר קידוחים בהם נמצאו ריכוזים מעל סף הדיווח	חציון ריכוז החומר מתוך הקידוחים בהם נמצאו ממצאים	טווח ריכוזים [מק"ג/ל]	אחוז מהערך לבחינה
PFHxS	0.6	0.01	12	0.03	0.0125-0.103	2-17%
PFHxA	0.2	0.01	9	0.014	0.01-0.024	5-12%
PFBS	15	0.01	5	0.012	0.01-0.017	0.06%-11%
PFPeA	0.2	0.01	4	0.011	0.01-0.015	5-7%
PFHpA	0.2	0.01	1	0.011	0.011	5%
PFBA	30	0.03	0			
PFNA	0.02	0.01	0			

התרכובות השכיחות ביותר שנמצאו בקידוחים שנבדקו הן: PFHxS, PFOS, ו-PFHxA, ואילו התרכובות PFNA ו-PFBA כלל לא נמצאו מעל סף הדיווח המעבדתי ב-100 הקידוחים שנבדקו בסקר.

### 4.3. סיכום ודין

על פי תוצאות הסקר, ב 16% מהקידוחים שנבדקו נמצא זיהום באחד או יותר תרכובות PFAS שנבדקו. ריכוז תרכובות ה-PFAS שנמצאו היו נמוכים יחסית לערכי הייחוס שאומצו על ידי משרד הבריאות. PFOS נמצא בשכיחות יותר גבוהה ובריכוזים יותר גבוהים בהשוואה ל-PFOA.

עם זאת, נמצאו מספר קידוחים (6) אשר חורגים מהתקן האירופאי העתידי (שייכנס לתוקף ב- 2026). עד כה בישראל נסגר קידוח מי שתיה אחד בעקבות ממצאים של זיהום PFAS (ערך סכומי יחסי מעל 1). מקידוח נוסף הופסקה ההפקה עד להעמדת מתקן לטיפול במים בסמוך אליו.

לאור העובדה שתרכובות PFAS יציבות מאד במים ונודדות למרחקים גדולים ממוקדי הזיהום, קיים צורך בהמשך מעקב אחר ריכוזים של PFAS בקידוחי מי שתייה בישראל באזורי סיכון (בקרב תעשייה, חוות דלקים, שדות תעופה או אתרי אימון כיבוי אש). בסקר הנוכחי הקידוחים שנמצאו מזהמים הם בקרבה לשדות תעופה, אזורי תעשייה (בדגש על מתקני אנרגיה) ואזורי אימוני אש. משרד הבריאות הנחה את ספקי המים אשר באחריותם קידוחים בהם נמצא זיהום PFAS להמשיך לנטר את החומרים באופן תקופתי ולהרחיב את הסקר הסביבתי בריאותי כדי לאתר מקורות זיהום. משרד הבריאות ירחיב את הסקר בקידוחים נוספים בקרבה לאלו שנמצאו מזהמים.

מדיניות של איסור גורף על שימוש בקצפי כיבוי מבוססי תרכובות PFAS, אומצה על ידי משרד ההגנה האמריקאי (עד 2024).<sup>12</sup> קיימת הצעה לאסור על שימוש בקצפי כיבוי המכילים PFAS באירופה (לא נקבע תאריך יעד).<sup>13</sup>

קיים צורך דחוף בפעולות למניעת זיהום סביבתי בחומרים אלו. משרד הבריאות עובד בשיתוף עם רשות המים והמשרד להגנת הסביבה לעודד פעולות וולונטריות וקידום רגולציה המגבילה שימוש בתרכובות PFAS.

לאור הממצאים של הסקר הנוכחי והסקרים הקודמים של רשות המים, המעידים על קצף כיבוי כמקור זיהום משמעותי של מי תהום בישראל, קיים צורך דחוף בגיבוש ומתן הנחיות במספר תחומים, במטרה למנוע אירועי זיהום עתידיים. התחומים המרכזיים בהם יש לעסוק הם: 'פתרון סוף חיים' לקצף כיבוי שתוקפו פג, ביצוע אימוני כיבוי באופן שימנע הגעת המזהמים לקרקע ולמקורות מים ולטיפול בתשטיפי מי כיבוי אש. בנוסף, קיים צורך בהפסקת השימוש בקצפי כיבוי המכילים תרכובות PFAS ארוכות שרשרת (בהתאם לתקנים התקפים ברב העולם המערבי) ובהמשך, עם התפתחות תחליפים יעילים, הפסקת שימוש גם בקצפי כיבוי המכילים תרכובות PFAS קצרות שרשרת.

משרד הבריאות ימשיך במעקב אחר ריכוזים של PFAS בקידוחי מי שתייה בישראל, במעקב אחר התפתחויות רגולטוריות בהקשר זה בעולם וקידום עדכון תקנות מי השתייה בנושא, ובמעקב אחר אמצעים למניעת זיהום מי תהום ולטיפול במקורות מי שתייה אליהם כבר הגיעו תרכובות אלו.

## תודות

נבקש להודות לכל מי שתרום לכך שסקר חשוב זה יצא לפועל:

- לחברת מקורות ולספקי המים הפרטיים שדגמו קידוחים שבאחריותם
- לנציגי רשות המים שייעצו בבחירת הקידוחים לסקר, ולשיתוף הפעולה בקידום הידע המדעי בתחום
- לנציגי משרד הבריאות במעבדות לבריאות הציבור בתל אביב על המקצועיות בפיתוח השיטה למדידת PFAS במי שתייה, וכן על ביצוע האנליזות לסקר במקצועיות וביעילות רבה
- לאנשי המחשוב במשרד הבריאות שעזרו בעיצוב המפות
- לנציגי משרד הבריאות בלשכות על ניהול וארגון ביצוע הסקר במחוזות, וכן על העזרה בבחירת הקידוחים לדיגום
- לחברי הוועדה המייעצת למי שתייה על השתתפות בדיונים רבים בנושא זה, ותרומתם לגיבוש מדיניות משרד הבריאות
- להנהלת שרותי בריאות הציבור שאפשרו את ביצוע הסקר

## רשימת נספחים

**נספח 1 : תוצאות PFAS בקידוחי מי שתייה מדיגומים טרם הסקר הנוכחי, 2020-2021 (נתונים שהתקבלו מרשות המים)**

מחוז	בעלות	קידוח	PFOS	PFOA	PFHxS	PFHxA	PFBS	PFPeA	PFHpA	PFNA	PFBA
אשקלון	פרטי	חצור קיבוץ ב	<LOQ	0.002	0.0150	0.0075	0.0051		<LOQ	<LOQ	
אשקלון	מקורות	שקמה 5	0.013	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	
אשקלון	מקורות	נח ארז שקמה	0.01	<LOQ							
אשקלון	מקורות	שקמה 3	0.018	<LOQ							
אשקלון	פרטי	אשדוד ים 1 עיריה (מטפיק)	0.03	<LOQ							
אשקלון	מקורות	שקמה 6	<LOQ	0.016							
אשקלון	פרטי	בצרון ב מושב	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	
אשקלון	מקורות	אשדוד 31	<LOQ	<LOQ							
אשקלון	פרטי	נוה מבטח א מושב	<LOQ	<LOQ							
חיפה	פרטי	קרית חיים ל2	0.52	0.053							
חיפה	מקורות	קיסריה 6	0.33	0.017	0.160	0.069	0.019		0.006	<LOQ	
חיפה	פרטי	קרית חיים ו (סונדה)	0.02	<LOQ							
חיפה	פרטי	קרית חיים כו	0.02	<LOQ							
חיפה	פרטי	קרית חיים באר ה	<LOQ	<LOQ							
חיפה	פרטי	קרית חיים באר יד	<LOQ	<LOQ							
חיפה	פרטי	קרית חיים כב המכון (בית)	<LOQ	<LOQ							
חיפה	פרטי	קרית חיים כד	<LOQ	<LOQ							
מרכז	מקורות	שפלת לוד 16	0.058	0.0057	0.046	0.013	0.004		0.005	0.004	
מרכז	פרטי	פארק רשל"צ 2	0.0042	<LOQ	0.011	0.007	0.003		<LOQ	<LOQ	



מחוז	בעלות	קידוח	PFOS	PFOA	PFHxS	PFHxA	PFBS	PFPeA	PFHpA	PFNA	PFBA
מרכז	פרטי	רחובות רזנמן אבר	0.02	<LOQ							
מרכז	פרטי	בני עטרות מושב	0.022	<LOQ							
מרכז	פרטי	גן יבנה 1 מועצה	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	
מרכז	פרטי	שפיים 1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	
מרכז	מקורות	שפלת לוד 26	<LOQ	<LOQ							
צפון	מקורות	שאיבת מי כנרת לעיר טבריה	0.0032	<LOQ	0.002	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	
צפון	פרטי	יסעור הקיבוץ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	
תל אביב	מקורות	חולון 14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	
תל אביב	פרטי	בת ים 14	<LOQ	<LOQ							
תל אביב	פרטי	כפר שמריהו ד (באר 4 בשדות)	<LOQ	<LOQ							
תל אביב	פרטי	כפר שמריהו ה (באר 5 בשדות)	<LOQ	<LOQ							
חיפה	פרטי	קרית חיים ל2 *	0.153	0.029	0.692	0.282	0.141	0.093	0.035	<MRL	0.047
חיפה	מקורות	קיסריה *6	0.121	<MRL	0.071	0.02	<MRL		<MRL	<MRL	

\* נדגמו ע"י רשות המים, נבדקו במעבדת בריה"צ

<LOQ = נמוך מסף כימות

<MRL = נמוך מסף דיווח מעבדתי

נספח 2 : רשימת קידוחים שנדגמו בסקר משרד הבריאות ואשר לא התגלו בהם תרכובות PFAS  
מעל סף הדיווח המעבדתי

#	מחוז	בעלות	קידוח מי שתיה
1	אשקלון	מקורות	גת 4
2	אשקלון	מקורות	מגדל 4
3	אשקלון	מקורות	משען 4
4	אשקלון	מקורות	ניר עם 9
5	דרום	מקורות	באר שבע 1א'
6	דרום	מקורות	באר שבע 2
7	דרום	מקורות	באר שבע 5
8	דרום	מקורות	באר שבע 6
9	דרום	מקורות	באר שבע 9
10	דרום	מקורות	ציקלג 2
11	דרום	מקורות	תל שוקת 4
12	דרום	מקורות	תל שוקת 5
13	חיפה	מקורות	אושה 3
14	חיפה	מקורות	ואדי ערה 2
15	חיפה	מקורות	חוף הכרמל 7
16	חיפה	מקורות	טירת הכרמל 2
17	חיפה	מקורות	כרמל 2
18	חיפה	מקורות	מענית 5
19	חיפה	מקורות	נחל אורן 5 לפני UV
20	חיפה	מקורות	נחלי מנשה 18
21	חיפה	מקורות	נחלי מנשה 4
22	חיפה	פרטי	באר-משטרה חדרה
23	חיפה	פרטי	גדות 1
24	חיפה	פרטי	גן שמואל
25	חיפה	פרטי	דשנים 1
26	חיפה	פרטי	חפציבה
27	חיפה	פרטי	מעגן מיכאל 216
28	חיפה	פרטי	שדות ים ג
29	מרכז	מקורות	מחנה חורון קדוח
30	מרכז	מקורות	קדומים 2

#	מחוז	בעלות	קידוח מי שתיה
31	מרכז	מקורות	קדומים יציאה מהקידוח
32	מרכז	מקורות	שפלת לוד 24
33	מרכז	מקורות	שרון דרומי 103
34	מרכז	מקורות	תפוח
35	מרכז	פרטי	בית יצחק א
36	מרכז	פרטי	בני דרום ב
37	מרכז	פרטי	בצרה ב
38	מרכז	פרטי	ג'לג'וליה 2
39	מרכז	פרטי	הוד השרון איזקסון
40	מרכז	פרטי	חורשים ב
41	מרכז	פרטי	טייבה א
42	מרכז	פרטי	טייבה ב
43	מרכז	פרטי	טמפו
44	מרכז	פרטי	יפאורה
45	מרכז	פרטי	כפר יונה קרני 2
46	מרכז	פרטי	כפר קאסם העירייה
47	מרכז	פרטי	מכון ויצמן באר המכון
48	מרכז	פרטי	מכון ויצמן באר כהן
49	מרכז	פרטי	נחשונים ב
50	מרכז	פרטי	נתניה באר 40
51	מרכז	פרטי	עין ורד 8
52	מרכז	פרטי	פרדסיה א המועצה
53	מרכז	פרטי	פתח תקווה 10
54	מרכז	פרטי	פתח תקווה 12
55	מרכז	פרטי	ראשל"צ מערבית
56	מרכז	פרטי	ראשל"צ סיליקאט
57	מרכז	פרטי	רחובות תעשייה
58	מרכז	פרטי	רמת הכובש ב
59	מרכז	פרטי	רעננה 10
60	מרכז	פרטי	רעננה 15
61	מרכז	פרטי	תנובה

#	מחוז	בעלות	קידוח מי שתיה
62	צפון	מקורות	איכסאל 1
63	צפון	מקורות	יוקנעם 6
64	צפון	מקורות	כפר קנא 1
65	צפון	מקורות	מגד כרמים 1
66	צפון	מקורות	מגד כרמים 4
67	צפון	מקורות	נטופה 1
68	צפון	מקורות	נטופה 2
69	צפון	מקורות	עינן 2
70	צפון	מקורות	עמקה 2
71	צפון	מקורות	צומת גולני 1
72	צפון	מקורות	קיש 3
73	צפון	מקורות	שימרון 7
74	צפון	מקורות	תל עדשים 1
75	צפון	פרטי	סער
76	תל אביב	פרטי	באר 14 בת ים
77	תל אביב	פרטי	באר 19 מסילה
78	תל אביב	פרטי	באר 2 אלישע
79	תל אביב	פרטי	באר 35 המסילה ת"א
80	תל אביב	פרטי	באר 4 כפר שמריהו
81	תל אביב	פרטי	באר 5 כפר שמריהו
82	תל אביב	פרטי	באר 6 נחלת גנים רמת גן
83	תל אביב	פרטי	באר 8 נורדאו רמת גן
84	תל אביב	פרטי	באר 1 בני ברק

- <sup>1</sup> European Chemicals Agency. 2022.  
[https://echa.europa.eu/documents/10162/0/rest\\_pfas\\_fff\\_axvreport\\_en.pdf/5ee6f85d-8339-cf1c-34c8-cfcb2861bde7?t=1645608390512](https://echa.europa.eu/documents/10162/0/rest_pfas_fff_axvreport_en.pdf/5ee6f85d-8339-cf1c-34c8-cfcb2861bde7?t=1645608390512)
- <sup>2</sup> UN Stockholm Convention.  
<http://chm.pops.int/Implementation/Alternatives/Overview/tabid/5834/Default.aspx>
- <sup>3</sup> US Environmental Protection Agency. 2021.  
<https://www.federalregister.gov/documents/2021/03/03/2021-04184/announcement-of-final-regulatory-determinations-for-contaminants-on-the-fourth-drinking-water>
- <sup>4</sup> Manea S, Salmaso L, Lorenzoni G, Mazzucato M, Russo F, Mantoan D, Martuzzi M, Fletcher T, Facchin P. Exposure to PFAS and small for gestational age new-borns: A birth records study in Veneto Region (Italy). *Environ Res.* 2020 May;184:109282. doi: 10.1016/j.envres.2020.109282. Epub 2020 Feb 20. PMID: 32120121.
- <sup>5</sup> Li Y, Barregard L, Xu Y, Scott K, Pineda D, Lindh CH, Jakobsson K, Fletcher T. Associations between perfluoroalkyl substances and serum lipids in a Swedish adult population with contaminated drinking water. *Environ Health.* 2020 Mar 14;19(1):33. doi: 10.1186/s12940-020-00588-9. PMID: 32169067; PMCID: PMC7071576.
- <sup>6</sup> Timmermann CAG, Jensen KJ, Nielsen F, Budtz-Jørgensen E, van der Klis F, Benn CS, Grandjean P, Fisker AB. Serum Perfluoroalkyl Substances, Vaccine Responses, and Morbidity in a Cohort of Guinea-Bissau Children. *Environ Health Perspect.* 2020 Aug;128(8):87002. doi: 10.1289/EHP6517. Epub 2020 Aug 10. PMID: 32772733; PMCID: PMC7416537.
- <sup>7</sup> US Environmental Protection Agency. 2021.  
<https://www.federalregister.gov/documents/2021/03/03/2021-04184/announcement-of-final-regulatory-determinations-for-contaminants-on-the-fourth-drinking-water>
- <sup>8</sup> World Health Organization. 2017. Keeping our water clean: the case of water contamination in the Veneto Region, Italy.  
[https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0019/341074/pfas-report-20170606-h1330-print-isbn.pdf](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0019/341074/pfas-report-20170606-h1330-print-isbn.pdf)
- <sup>9</sup> Hu XC, Andrews DQ, Lindstrom AB, Bruton TA, Schaidler LA, Grandjean P, Lohmann R, Carignan CC, Blum A, Balan SA, Higgins CP, Sunderland EM. Detection of Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs) in U.S. Drinking Water Linked to Industrial Sites, Military Fire Training Areas, and Wastewater Treatment Plants. *Environ Sci Technol Lett.* 2016 Oct 11;3(10):344-350. doi: 10.1021/acs.estlett.6b00260. Epub 2016 Aug 9. PMID: 27752509; PMCID: PMC5062567.

---

<sup>10</sup>Health Canada. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality - Summary Table.  
<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/water-quality/guidelines-canadian-drinking-water-quality-summary-table.html>

<sup>11</sup>Health Canada. Water Talk - Perfluoroalkylated substances in drinking water.  
<https://www.canada.ca/en/services/health/publications/healthy-living/water-talk-drinking-water-screening-values-perfluoroalkylated-substances.html>

<sup>12</sup> National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2020.  
<https://www.congress.gov/bill/116th-congress/senate-bill/1790/text>

<sup>13</sup> European Chemicals Agency. 2022.  
[https://echa.europa.eu/documents/10162/0/rest\\_pfas\\_fff\\_axvreport\\_en.pdf/5ee6f85d-8339-cf1c-34c8-cfcb2861bde7?t=1645608390512](https://echa.europa.eu/documents/10162/0/rest_pfas_fff_axvreport_en.pdf/5ee6f85d-8339-cf1c-34c8-cfcb2861bde7?t=1645608390512)