

זהר ברנט-יצחקי

המחלקה לבריאות וסביבה, שירותי בריאות הציבור, משרד הבריאות; הפקולטה להנדסה, המרכז האקדמי רופין; המרכז לחקר המידע בבריאות ע"ש דרור (אמרי) אלוני, המרכז האקדמי רופין

תמר ברמן

המחלקה לבריאות וסביבה, שירותי בריאות הציבור, משרד הבריאות

ציטוט מומלץ

ברנט-יצחקי ז' וברמן ת. 2021. חשיפת מבוגרים בישראל לקבוצת תרכובות סינתטיות לא פריקות: תוצאות ממחקר חלוץ. *אקולוגיה וסביבה* 12(2).



יבוי שרפה של נוזלים בוערים (כגון דלקים) נעשה באמצעות התזת קצף או אבקה. החומרים המותזים מכילים את קבוצת התרכובות הסינתטיות PFAS מכיוון שהן מעכבות בעירה | צילום: L.C. Nøttaasen, Flickr, CC BY-NC 2.0

חשיפת מבוגרים בישראל לקבוצת תרכובות סינתטיות לא פריקות: תוצאות ממחקר חלוץ

[בקצרה](#)

גיליון קיץ 2021 / כרך 12(2)

12 ביולי, 2021

PFAS או בשמה המלא Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances, היא קבוצה של תרכובות סינתטיות שמיצרות משנות ה-40 של המאה הקודמת, ומשמשות ליצירת ציפויים ומוצרים העמידים בפני חום, שמן וכתמים. הן נמצאות בציפויי מחבתות וסירים (טפולן מיוצר מתרכובת PFOA, השייכת לקבוצה זו), ומשמשות תוספים דוחי שמן ומים בבגדים, באריזות מזון ובחומרי בידוד של חוטי חשמל^[2]. היות שהן מסייעות גם בעיכוב בעירה ונמצאות בקצפי כיבוי שרפות של נוזלים דלקים (כגון דלקים), נעשה בהן שימוש נרחב בעולם התעופה האזרחי והצבאי.

תרכובות ממשפחת ה-PFAS, הכוללות פחמימנים מותמרים על-ידי קבוצות פלואור מרובות, נחשבות יציבות במיוחד, וכמעט אינן מתפרקות אלא נוטות להצטבר לאורך זמן רב בסביבה ובגוף האדם. מהספרות עולה כי חשיפה ל-PFAS עלולה לפגוע בכבד, במערכת החיסון ובהתפתחות עוברים, תינוקות וילדים. עוד עולה כי אוכלוסיות שצרכו מי שתייה מזהמים ב-PFOA במשך שנה ויותר, סבלו מעלייה ברמת הכולסטרול ומפגיעה בבלוטת התריס, סיכוייהן לתחלואה בסרטן עלו, וכך גם שיעורי ההשמנה אצל ילדים.

לנוכח סיכונים בריאותיים אלה ובשל הימצאות תרכובות PFAS במקורות מים, במערכות אספקת מי שתייה ובמוצרי צריכה, גובשו בשנים האחרונות ברחבי העולם חוקים וצעדים וולונטריים להגבלת PFAS. בשנת 2009 הוכללו שני כימיקלים ממשפחת ה-PFAS באמתת שטוקהולם למזהמים אורגניים לא פריקים (PFOSF, PFOS), והוגדרו ככימיקלים שיש להגביל את הייצור שלהם ואת השימוש בהם. באירופה קיימת אסדרה (במסגרת REACH – Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) המגבילה ייצור של תרכובות מסוימות ממשפחת ה-PFAS ושימוש בהן. כמו כן, בחודשים האחרונים אושרו תקנות חדשות של האיחוד האירופי להגבלה משמעותית של ריכוזי PFAS במי שתייה (יצוין כי הדרישות מתקנות אלה עדיין לא נכנסו לתוקף). בתחילת המאה ה-21 החליטו היצרנים הגדולים של PFOS ו-PFOA בארה"ב באופן וולנטרי להפסיק את ייצורם של כימיקלים אלה.

ישראל לא אֶשררה את אמנת שטוקהולם, ונוסף על כך אין בה אסדרה לרישום כימיקלים, ועל כן לא קיימת בה אסדרה מקיפה להגבלת ריכוזי PFAS. יתר על כן, לא קיימים בישראל חוקים או תקנות להגבלת תכולת ה-PFAS במוצרי צריכה או במי שתייה. בסקר של רשות המים שבוצע בשנת 2020 נמצאו ריכוזים נמוכים של PFAS בקידוחי הפקת מי שתייה [1]. כמו כן, נמצאו בסקר ריכוזים משמעותיים של PFAS במי תהום בקידוחי ניטור באתרים שונים: סמוך למתקן אימון של כיבוי אש, תחת אתרי תשתית דלק שכובו בהם שרפות דלק, תחת אתרי סילוק פסולת, בתוך שדה תעופה צבאי וכן בקידוחי ניטור סמוכים לשדות תעופה – צבאי ואזרחי.

בישראל נדרשת התמודדות עם חשיפה לכימיקלים מסוג PFAS שיוצרו בעבר ועדיין נמצאים בסביבה, אך גם עם כימיקלים שמוצרים ומיובאים לישראל כיום ממקומות שונים בעולם. מחקר חלוץ זה נערך במימון משרד הבריאות והקרן לבריאות וסביבה במסגרת [התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי](#), ונעשה בו שימוש בניטור ביולוגי להערכת חשיפה ל-PFAS.

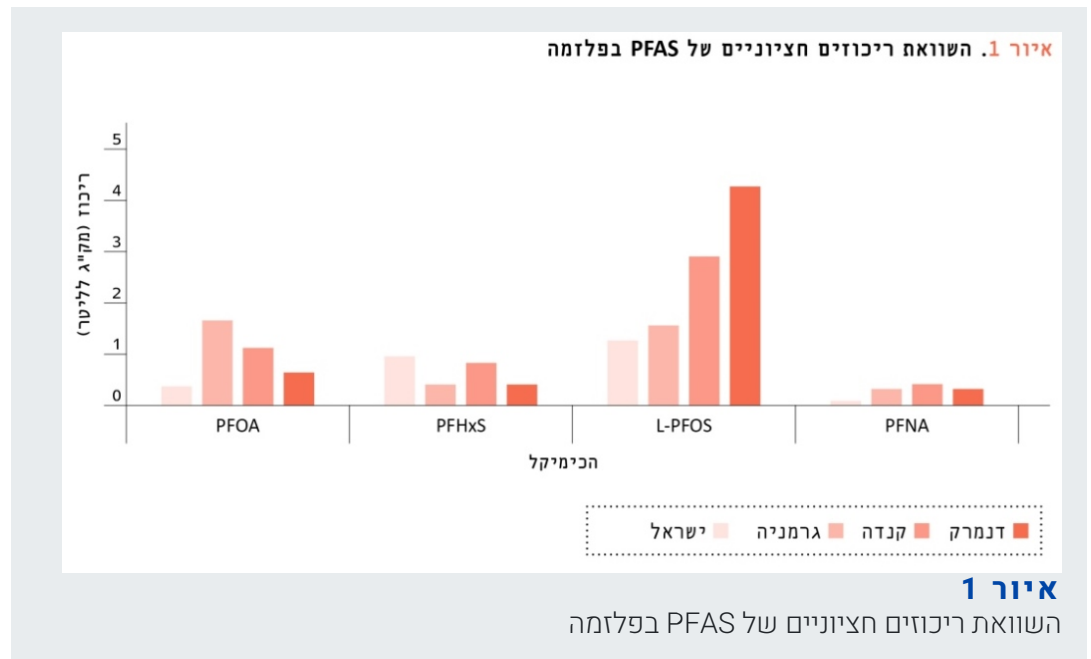


ניטור ביולוגי להערכת חשיפה ל-PFAS נעשה באמצעות נטילת דגימות דם מהנבדקים | צילום: [piqsels.com](#)

מהלך המחקר, תוצאותיו והשוואה בין-לאומית

במחקר השתתפו 20 נבדקים בגילים 19–66: חמש נשים ו-15 גברים שמסרו דגימת דם במסגרת תרומת דם למגן דוד אדום בחודשים פברואר–אפריל 2020. הדגימות נשלחו למעבדה באוניברסיטת ארלנגן נורמברג שבגרמניה, שם נמדדו ריכוזי הכימיקלים בפלזמה באמצעות ספקטרומטר מסה [6]. בדגימות נמדדו ריכוזים של 12 כימיקלים ממשפחת PFAS בפלזמה, ובכולן נמצאו שלושה כימיקלים: PFHxS, PFOA וכן PFNA, PFOS, PFNA. נמצא ב-12 מתוך 20 הדגימות, ואילו L-PFHxS נמצא בשלוש דגימות בלבד. רמתם של שבעת הכימיקלים האחרים הייתה מתחת לסף הכימות בקרב כל מהמשתתפים. נמצא מתאם חיובי בין כל הריכוזים של ארבעת הכימיקלים שנמצאו ברוב הדגימות: PFNA, PFHxS, PFOA ו-L-PFOS. המתאם בין PFNA ל-PFOS היה מובהק סטטיסטית ($p=0.013$).

השווינו את התוצאות שקיבלנו לתוצאות מסקרי ניטור ביולוגי שנערכו בקנדה ב-2016–2017 בקרב בני 20–79 [5], בגרמניה ב-2019 בקרב בני 20–29 [3] ובדנמרק ב-2020 בקרב בני 30–70 [4] (איור 1). מההשוואה עולה כי רמתם של שלושה מתוך ארבעת הכימיקלים (L-PFOS, PFOA ו-PFNA) נמוכה בהשוואה לרמתם בגרמניה, בדנמרק ובקנדה. יוצא מהכלל הוא ה-PFHxS, שנמצא גבוה בסקר הנוכחי בהשוואה למדינות האחרות.



זהו סקר הניטור הביולוגי הראשון בישראל שבוחן ריכוזים של כימיקלים ממשפחת ה-PFAS. מהסקר עולה כי ארבעה מתוך 12 כימיקלים נמצאו בפלזמה של משתתפים ישראלים. מדובר בסקר מצומצם מאוד שכלל 20 משתתפים בלבד, שלא בהכרח מייצגים את האוכלוסיה הישראלית. עם זאת, הממצאים מדגישים את חשיבות המשך המעקב אחר חשיפת הציבור לתרכובות אלה, ואת חשיבותו של ניטור תרכובות אלה במזון, במי שתייה, במי תהום, בקולחים, בבוצה ובקרקע. כמו כן, יש לקדם מסגרת רגולטורית לצמצום השימוש בתרכובות PFAS בישראל, במטרה למנוע את המשך החשיפה של הציבור.

מקורות

1. כץ ח, גסר ג וגל ה. 2020. [חומרים מעכבי בערה \(PFAS\) במקורות מים בישראל – ממצאי סקר ראשוני](#). ירושלים: הרשות הממשלתית למים ולביוב.
2. CDC. 2017. [Per- and Polyfluorinated Substances \(PFAS\) factsheet](#).
3. Göckener B, Weber T, Rüdell H, et al. 2020. [Human biomonitoring of per- and polyfluoroalkyl substances in German blood plasma samples from 1982 to 2019](#). *Environment International* **145**: 106123.
4. Grandjean P, Timmermann CAG, Kruse M, et al. 2020. [Severity of COVID-19 at elevated exposure to perfluorinated alkylates](#). *medRxiv* [Preprint] **26**: 10.22.20217562.
5. Health Canada. 2019. [Fifth Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada](#).
6. Hölzer J, Midasch O, Rauchfuss K, et al. 2008. [Biomonitoring of perfluorinated compounds in children and adults exposed to perfluorooctanoate-contaminated drinking water](#). *Environmental Health Perspectives* **116**(5): 651-657.