



חשיפה של ילדים ומבוגרים בישראל לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים (כלורפיריפוס) ופירותרואידים

תוצאות מחקר במסגרת התכנית הלאומית לניטור ביולוגי

מאי 2023

ד"ר תמר ברמן, המחלקה לבריאות וסביבה, משרד הבריאות
ד"ר זהר ברנט-יצחקי, קבוצת המחקר לקיימות סביבתית וחברתית, המרכז האקדמי רופין
ד"ר אפרת רורמן, ד"ר לודה גרויסמן, המעבדה הארצית לבריאות הציבור, משרד הבריאות

ניטור ביולוגי מאפשר מדידת חשיפה של הציבור הרחב למזהמים סביבתיים, באמצעות מדידה של כימיקלים או של תוצרי פירוק שלהם בנוזלי גוף, כולל דם, שתן, חלב אם ורוק. באמצעות ניטור ביולוגי ניתן לבחון מגמות בחשיפה של האוכלוסייה למזהמים סביבתיים, לבדוק גורמים לחשיפה וכן לאסוף נתונים לצורך הערכת סיכונים והכוונת מדיניות. בשנים האחרונות משרד הבריאות אף הקים מעבדה לאומית לניטור ביולוגי וכן הקים תכנית לאומית לניטור ביולוגי.

במסגרת התכנית הלאומית לניטור ביולוגי של משרד הבריאות, בדקנו את מידת החשיפה של ילדים ושל מבוגרים בישראל לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים (כלורפיריפוס) ופירותרואידים. במסגרת המחקר בוצעה מדידה של תוצרי פירוק של חומרי הדברה בשתן של ילדים ומבוגרים על פי גישת הניטור ביולוגי וכן נאסף נתונים משאלון על גורמים דמוגרפיים ותזונתיים. מטרת המחקר היו:

- למדוד את מידת החשיפה של ילדים ומבוגרים בישראל לחומרי הדברה, בהשוואה לאוכלוסיות אחרות בעולם
- להשוות בין רמות החשיפה שנמדדו לערכי סף טוקסיקולוגיים
- להשוות בין רמות החשיפה בסקר הנוכחי לרמות החשיפה בסקרים קודמים
- לבחון גורמים דמוגרפיים ותזונתיים הקשורים ברמות החשיפה



רקע

חומרי הדברה הם חומרים או תערובות של חומרים המיועדים למניעה, חיסול, הרחקה או הפחתה של מזיקים. חומרי הדברה משמשים בחקלאות כדי להגן על צמחים מפני נגעים ומזיקים (עשבים, פטריות ו/או חרקים) ועל בעלי חיים מפני מזיקים ומחלות. בסביבות עירוניות ובאזורים כפריים הם משמשים כדי להדביר עשבים וכדי להגן על בני האדם ממזיקים וממחלות הנישאות על ידי וקטורים. לחשיפה אקוטית (קצרת טווח) למינונים גבוהים של חומרי הדברה מסוימים עלולות להיות השפעות בריאותיות חמורות. חשיפה כרונית (ארוכת טווח) למינונים נמוכים של חומרי הדברה עלולה גם היא לגרום להשפעות נירולוגיות, נשימתיות, אנדוקריניות ואף לסרטן. מחקרים טוקסיקולוגיים ואפידמיולוגיים מצביעים על כך שעופרים, פעוטות וילדים רגישים במיוחד להשפעות של חומרי הדברה.

זרחנים אורגניים

ההשפעות הבריאותיות של חשיפה אקוטית לזרחנים אורגניים כוללות השפעות על מערכת העצבים. באשר לחשיפה כרונית, מחקרים אפידמיולוגיים מעידים על השפעות התנהגותיות וקוגניטיביות בקרב ילדים שנחשפו תוך רחמית לזרחנים אורגניים.^{1,2} ילדים אלה נולדו לנשים שעבדו בחקלאות או חיו בקהילה חקלאית במשך ההריון, או לנשים עירוניות שנחשפו לזרחנים אורגניים, בעיקר כתוצאה משימוש ביתי. בעשור האחרון, צומצם בהדרגה השימוש בזרחנים אורגניים בישראל, החל משימוש תברואי ודרך שימוש בגינות נוי, שימוש ווטרינרי וכן שימושים רבים בהגנת הצומח. יתר על כן, כלורפירפוס, אחד הבולטים בקבוצת הזרחנים האורגניים, נאסר לשימוש בקיץ 2022 בגידולים למאכל. במחקר הנוכחי נבדקה החשיפה של ילדים ושל מבוגרים לזרחן אורגני מסוג כלורפירפוס, באמצעות מדידת תוצר הפירוק שלו בשתן, 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPy).

פירתרואידים

פירתרואידים הם קבוצה של חומרי הדברה אשר דומים מבחינה כימית לחומר הצמחי pyrethrum. השימוש בהם עולה בשנים האחרונות עם ההוצאה ההדרגתית של הזרחנים האורגניים משימוש. נכון להיום רשומים פירתרואידים רבים לשימוש בישראל, כולל שימוש תברואי (ביפרנתרין, פרמתרין, סיפרמתרין, אלתרין ועוד), וטרנרי (ביפנתרין, פרמתרין ועוד) וכן לשימוש חקלאי להגנת הצומח (ביפנתרין, סיפרמתרין ועוד).

באופן כללי פירתרואידים הם בעלי רעילות אקוטית נמוכה. בניסויים בחיות מעבדה נמצא כי חשיפה תוך רחמית וחשיפה מוקדמת לאחר הלידה, גורמות לשינויים בתפקוד המוחי של הצאצאים. בנוסף במחקרים אפידמיולוגיים בבני אדם יש עדויות להשפעות של חשיפה תוך רחמית על התפתחות מוחית (תפקוד קוגניטיבי) וכן השפעה אפשרית את הורמוני בלוטת התריס.³



במחקר הנוכחי נבדקה החשיפה של ילדים ושל מבוגרים לפירותרואידים, באמצעות תוצרי הפירוק שלהם בשתן. 3-PBA מהווה תוצר הפירוק בשתן של רוב חומרי ההדברה מקבוצת הפירותרואידים (ראו טבלה 1). בנוסף - cis-Cl2CA ו- trans-Cl2CA הם תוצרי פירוק של פרמתרין, סיפרמתרין וסיפלותרין.

טבלה 1: תוצרי פירוק של פירותרואידים בשתן⁴

Biomarker	Name	Parent Pyrethroids
3-PBA	3-phenoxybenzoic acid	Many, e.g., cypermethrin, deltamethrin, etofenprox, fenpropathrin, fenvalerate, esfenvalerate, lambda-cyhalothrin, permethrin, tau-fluvalinate
4-FPBA	4-fluoro-3-phenoxybenzoic acid	cyfluthrin
CIF3CA *	cis-3-[2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl]-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylic acid	bifenthrin, lambda-cyhalothrin and tefluthrin
DBCA (cis isomer)	cis-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane-1-carboxylic acid	deltamethrin
DCCA (sum of cis and trans)	3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane-1-carboxylic acid	cyfluthrin, cypermethrin, and permethrin

* CIF3CA can also be found with the acronym CFMP.

שיטות המחקר

אוכלוסיית המחקר כללה 166 ילדים (בגילאי 4-11) ו-233 מבוגרים אשר גויסו בין יולי 2020 ויוני 2021. המשתתפים (או הוריהם, במקרה של ילדים) חתמו על טופס הסכמה מדעת והשתתפו בריאיון טלפוני שכלל שאלון על חשיפה סביבתית, שאלון תזונה (תדירות צריכת מזונות שונים) ונתונים דמוגרפיים. דגימות השתן של המשתתפים הועברו למעבדה הלאומית לניטור ביולוגי במעבדה הארצית לבריאות הציבור במשרד הבריאות ובהן נמדדו ריכוזי תוצרי הפירוק של חומר ההדברה. ריכוזי הקריאטינין (מדד של רמת מיהול השתן) נמדדו בבית חולים אסף הרופא.

בדיקת ריכוזי תוצרי הפירוק של חומרי ההדברה בשתן נעשתה במעבדות בריאות הציבור המבוססת על שיטת US CDC 6103.03^{7,6,5}. לאחר הידרוליזה אנזימטית והוספת סטנדרטים פנימיים (תוצרי הפירוק הנבדקים סומנו באיזוטופים), עברו דוגמאות השתן מיצוי בפאזה מוצקה באמצעות SPE Cartridges Isolute 101. תמציות הדוגמאות עברו דריוויטיזציה עם MtBSTFA ונבדקו באמצעות GC-MS/MS ב-MRM mode. זיהוי וכימות החומרים נעשה בשימוש הסטנדרטים האוטנטיים של תוצרי הפירוק שנבדקו בשימוש הסטנדרטים הפנימיים. להבטחת איכות התוצאה, כל הדוגמאות נבדקו מול בלנקים ודוגמאות של CM (דגימות שתן שמכילות את תוצרי הפירוק הנדונים בריכוזים ידועים, שנרכשו מ-G-EQUAS). כל הדוגמאות עברו תהליכי בקרת איכות. השיטה עברה תיקוף מלא ואושרה במבחני מיומנות בינלאומיים G-EQUAS. סף כימות השיטה: 0.1 מק"ג/ליטר (לכל תוצרי הפירוק שנבדקו).



אוכלוסיות המחקר

ילדים: 86 בנים ו-80 בנות בגילאי 4-11 שנים גויסו למחקר, 44 מהילדים גרים באיזורים כפריים ו-122 גרים באזורים עירוניים. ההיענות בקרב ילדים מהמגזר הערבי הייתה נמוכה מהצפוי, בין היתר בשל מגיפת קורונה: רק 14% מהילדים במחקר הם מהמגזר הערבי, לעומת 20% המתוכנן (בהתאם לאחוזם באוכלוסיה הכללית).
מבוגרים: 120 נשים ו-103 גברים בגילאי 18-68 משובים שונים בארץ גויסו למחקר. 173 מהמגזר היהודי ו-50 מהמגזר הערבי.

תוצאות

בטבלה 1 ו-2 מופיעים ריכוזים של תוצרי פירוק של חומרי הדברה בשתן של ילדים ומבוגרים. הריכוזים הממוצעים של 3-PBA, cis-CI2CA, trans-CI2CA (מתוקנים לקריאטינין) היו גבוהים יותר בקרב ילדים, בהשוואה למבוגרים.

טבלה 1: ריכוז של תוצרי פירוק של חומרי הדברה בשתן של ילדים

מיקרוגרם לגרם (מתוקן לקריאטינין)			מיקרוגרם לליטר			אחוז הילדים בהם התגלה (מעל LOQ)	
מקסימום	אחוזון 50	ממוצע (mean)	מקסימום	אחוזון 50	ממוצע (mean)		
36	2.39	2.5	77.9	1.48	1.37	94.6%	TCPy
153	1.54	1.56	46.3	0.83	0.86	90.3%	3-BPA
31	0.13	0.16	6.4	0.07	0.09	13.2%	F-BPA
86.8	0.55	0.63	29.1	0.35	0.35	81.3%	cis-CI2CA
185.7	0.86	0.98	58.6	0.53	0.54	89.2%	trans-CI2CA



טבלה 2 : ריכוז של תוצרי פירוק של חומרי הדברה בשתן של מבוגרים

מקסימום	אחוזון	ממוצע (geometric mean)	מיקרוגרם לליטר			אחוז המבוגרים בהם התגלה (מעל LOQ)	
			מקסימום	אחוזון	ממוצע (geometric mean)		
118.1	2.3	2.46	267.2	1.83	1.73	97.3%	TCPy
247.9	0.89	1.07	54.8	0.76	0.76	94.2%	3-BPA
1.53	0.1	0.12	1.06	0.07	0.07	12.1%	F-BPA
91.35	0.41	0.47	17.47	0.34	0.34	78.9%	cis-CI2CA
321.1	0.53	0.64	38.86	0.46	0.46	88.8%	trans-CI2CA

ניתן לראות מתאם גבוה בין תוצרי הפירוק של חומרי ההברה. מתאם גבוה במיוחד נמצא בין 3-PBA ובין cis-CI2CA (מקדם ספרמן = 0.76 הן בילדים והן במבוגרים), ובין cis-CI2CA ל- trans-CI2CA (מקדם ספרמן = 0.84 במבוגרים, 0.88 בילדים).

חציוני ריכוזי תוצרי פירוק של חומרי הדברה שנמדדו במחקר זה (TCP-y ו 3-PBA) בקרב הילדים בישראל היו גבוהים בהשוואה לאלה שנמדדו בארה"ב, אך נמוכים בהשוואה לאלה שנמדדו בקפריסין, ראו טבלה 3.

טבלה 3 : השוואה בינלאומית של ריכוזי תוצרי פירוק של חומרי הדברה בשתן של ילדים – (ערכי חציון מתוקנן לקריאטינין)

תוצר פירוק של חומר הדברה	ישראל (גילאי 4-11) שנת 2020-1	ארה"ב (גילאי 6-11) ⁸	קפריסין (גילאי 10-11) ⁹
TCP-y	2.39	1.77 (2009-2010)	5.70 (2017)
3-BPA	1.54	0.97 (2013-2014)	1.84 (2017)

חציוני ריכוזי TCP-y ו ה-3-PBA במבוגרים בישראל היו גבוהים בהשוואה לריכוזים אלה שנמדדו בארה"ב ובגרמניה, ראו טבלה 4.



שרותי בריאות הציבור
בריאות הסביבה
The Department of Environmental Health

משרד
הבריאות
לחיים בריאים יותר

טבלה 4: השוואה בינלאומית של ריכוזי תוצרי פירוק של חומרי הדברה בשתן של מבוגרים – (ערכי חציון מתוקנן לקריאטינין)

תוצר פירוק של חומר הדברה	ישראל (גילאי 18 – 68) שנת 2020-1	ארה"ב (גילאי 20-59) ¹⁰	גרמניה (גילאי 20-29) ⁹
TCP-γ	2.3	0.88 (2009-2010)	1.27 (2014-2021)
3-BPA	0.89	0.37 (2009-2010)	0.32 (2014-2021)

ערכי סף טוקסיקולוגיים לניטור ביולוגי (human biomonitoring value) חושבו לחלק מתוצרי הפירוק של חומרי ההדברה במסגרת קונסורציום ה Human Biomonitoring for Europe (HBM4EU) ערכים אלה מהווים ערכי סף אשר מתחת להם לא קיים חשש להשפעה בריאותית, והם מהווים כלי בהערכת סיכונים. בשל רמת הרגישות השונה עבור ילדים ומבוגרים הוגדרו ערכי סף שונים לילדים ולמבוגרים. להלן השוואה של הריכוזים שנמדדו באוכלוסיית הילדים והמבוגרים בישראל, בהשוואה לערכי סף לניטור ביולוגי:

טבלה 5: ריכוזים של תוצרי פירוק של חומרי הדברה בשתן של ילדים בישראל, בהשוואה לערכי סף בריאותיים

תוצר פירוק			
HBM – guidance value מיקורגם לליטר	ישראל מחקר נוכחי (מיקורגם לליטר) אחוזון 95		
	חציון		
10.0 (ערך זמני) ¹¹	1.48	12.09	TCP-γ
3.25 ⁴	0.83	9.14	3-BPA

טבלה 6: ריכוזים של תוצרי פירוק של חומרי הדברה בשתן של מבוגרים בישראל, בהשוואה לערכי סף בריאותיים

תוצר פירוק			
HBM – guidance value מיקורגם לליטר	ישראל מחקר נוכחי (מיקורגם לליטר) אחוזון 95		
	חציון		
20.0 (ערך זמני) ¹¹	1.83	10.1	TCP-γ
4.8 ⁴	0.76	4.8	3-BPA



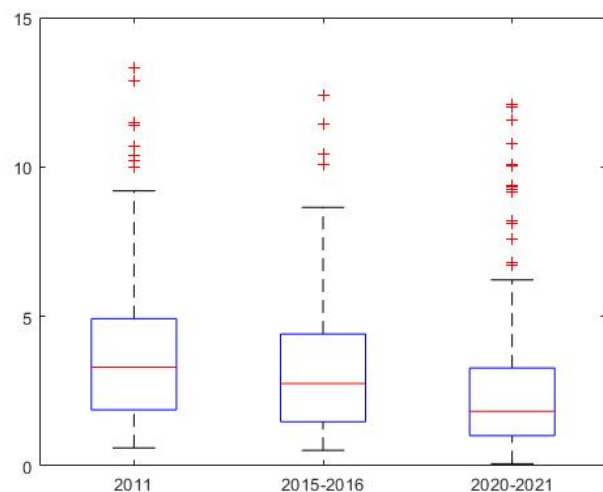
שרותי בריאות הציבור
בריאות הסביבה
The Department of Environmental Health

משרד
הבריאות
לחיים בריאים יותר

השוואה בין רמות החשיפה בסקר הנוכחי וסקרים קודמים

TCP- γ - תוצר הפירוק של כלורפירפוס, נמדד בעבר בקרב ילדים בישראל ב-2015-2016 ובמבוגרים בשני סקרים קודמים: ב-2011 וכן ב-2015-2016. 3-BPA, תוצר הפירוק של פירתרואידים, נמדד בקרב ילדים ומבוגרים בסקר קודם אחד ב-2015-2016. בהשוואה לסקרים קודמים ניתן לראות מגמת ירידה בריכוז ה-TCP γ בשתן של ילדים ושל מבוגרים בישראל (מגמה מובהקת סטטיסטית) (תרשימים 3,4).

תרשים 3: ריכוז TCP γ בשתן של מבוגרים (לא מתוקן) ב-2020-2021 לעומת סקרים קודמים של משרד הבריאות

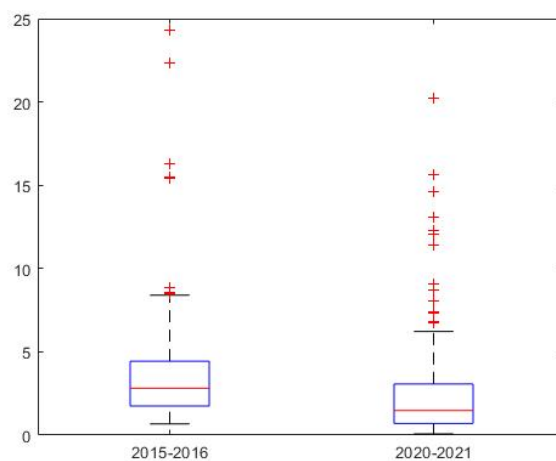


תרשים 4: ריכוז TCP γ בשתן של ילדים (לא מתוקן) ב-2020-2021 לעומת סקר קודם של משרד הבריאות



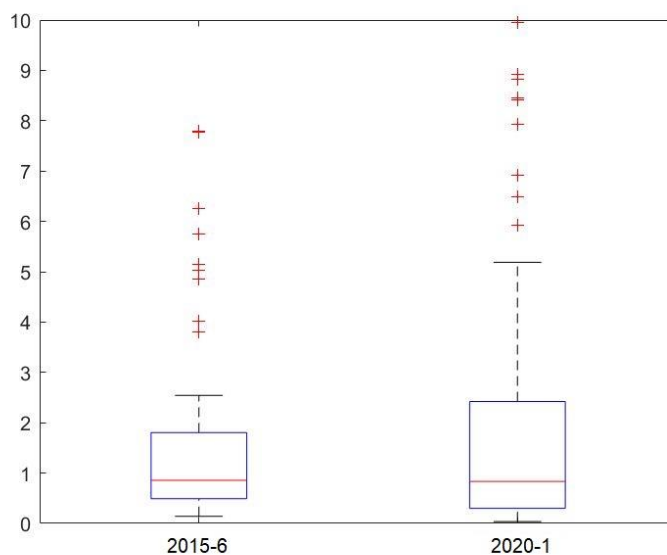
שרותי בריאות הציבור
בריאות הסביבה
The Department of Environmental Health

**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר



לא נמצאו מגמות מובהקות ביחס ל BPA-3. (תרשימים 5,6).

תרשים 5 : ריכוז BPA-3 בשתן של ילדים (לא מתוקן) ב לעומת סקרים קודמים של משרד הבריאות

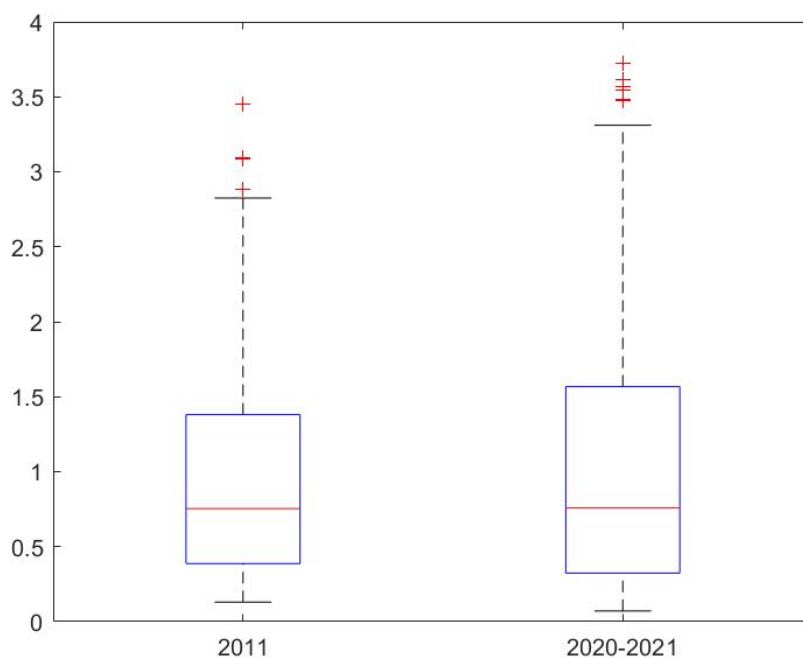


תרשים 6 : ריכוז BPA-3 בשתן של מבוגרים (לא מתוקן) ב לעומת סקרים קודמים של משרד הבריאות



שרותי בריאות הציבור
בריאות הסביבה
The Department of Environmental Health

משרד
הבריאות
לחיים בריאים יותר





מאפיינים דמוגרפיים

ילדים

TCPy: בבדיקה של גורמים דמוגרפיים ותזונתיים ניתן לראות ריכוזים גבוהים יותר בקרב ילדים מהחברה הערבית (3.6 מק"ג/ליטר) בהשוואה לילדים יהודים (2.32 מק"ג/ליטר) ($p=0.03$), בנוסף לילדים צעירים יש ריכוזים גבוהים יותר בהשוואה לילדים מבוגרים יותר ($p=0.016$).

לא נמצאו הבדלים בריכוז TCPy לפי מגורים (קרבה לשדות חקלאיים) או לפי צריכת מזון אורגני. עם זאת, חשוב להדגיש שמדובר במדגם קטן. בקרב ילדים שצרכו פירות (סך צריכה של תפוחים, פירות הדר, אגסים, אפרסקים, נקטרינות, שזיפים, בננות, מלונים ואבטיחים) בתדירות הגבוהה יותר, נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של TCPy בשתן (4.5 מיקרוגרם לליטר ברבעון הרביעי לעומת 1.79 מיקרוגרם לליטר ברבעון הראשון). בפרט, ילדים שצרכו ענבים מספר פעמים בשבוע, הם בעלי ריכוזים גבוהים של TCPy בהשוואה לילדים שצרכו ענבים רק מספר פעמים בחודש או פחות (5.85 מיקרוגרם לליטר לעומת 1.84, $p=0.007$). הבדלים בריכוז ה-TCPy נמצאו גם ביחס לצריכת סל ירקות (מלפפונים, עגבניות, גזר, כרוב, פלפל, ברוקולי ועוד) אך לא ביחס לירקות ספציפיים או ביחס לאורז.

3-BPA: לגבי פירותאידים, לא נמצאו הבדלים בקרב ילדים ביחס למגזר או מגדר. נמצא שילדים קטנים היו בעלי ריכוזים גבוהים יותר (מתאם של $R=-0.18$, $p=0.02$ בין הגיל לריכוזי ה-3-BPA). לא נמצאו הבדלים ביחס למקום המגורים (קרבה לשדות חקלאיים) או לפי צריכת מזון אורגני, אך חשוב להדגיש שמדובר במדגם קטן. בקרב ילדים שצרכו פירות (סך צריכה של תפוחים, פירות הדר, אגסים, אפרסקים, נקטרינות, שזיפים, בננות, מלונים ואבטיחים) בתדירות הגבוהה יותר, נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של TCPy בשתן (4.5 מיקרוגרם לליטר ברבעון הרביעי לעומת 2.02 מיקרוגרם לליטר ברבעון הראשון) ($p=0.04$). ילדים שצרכו ענבים מספר פעמים בשבוע, הם בעלי ריכוזים גבוהים של 3-BPA בהשוואה לילדים שצרכו ענבים רק מספר פעמים בחודש או פחות (3.57 מיקרוגרם לליטר לעומת 0.37, $p<0.001$). לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית ביחס לצריכה של ירקות.

מבוגרים

TCPy: נמצאו ריכוזים גבוהים יותר בקרב נשים (2.72 מיקרוגרם לגרם בהשוואה ל 1.76 בקרב גברים, $p=0.011$). לא נמצאו הבדלים בריכוז TCPy לפי מקום המגורים (קרבה לשדות חקלאיים) או לפי צריכת מזון אורגני אבל חשוב להדגיש שמדובר במדגם קטן.

לגבי תזונה, בקרב מבוגרים אשר צורכים סלט ירקות בתדירות גבוהה (מספר פעמים בשבוע) נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של TCPy (5.25 מיקרוגרם לגרם לעומת 1.88 מיקרוגרם לגרם, $p=0.01$). לא נמצאו הבדלים ביחס לצריכת פירות, אורז, או ירקות ספציפיים (עגבניות, מלפפונים, פלפלים).



שרותי בריאות הציבור
בריאות הסביבה
The Department of Environmental Health

משרד
הבריאות
לחיים בריאים יותר

3-BPA : לגבי פירותרמידים, לא נמצאו הבדלים בקרב מבוגרים ביחס למגזר גיל או מגדר. לא נמצאו הבדלים לפי מקום המגורים (קרבה לשדות חקלאיים) או לפי צריכת מזון אורגני אבל חשוב להדגיש שמדובר במדגם קטן.

לגבי תזונה, בקרב מבוגרים אשר צורכים סלט ירקות בתדירות גבוהה (מספר פעמים בשבוע) נמצאו ריכוזים יותר גבוהים של TCPy (3.3 מיקרוגרם לגרם לעומת 1.1 מיקרוגרם לגרם, $p=0.01$). לא נמצאו הבדלים ביחס לצריכת סה"כ פירות, ענבים, אורז או ירקות ספציפיים (עגבניות, מלפפונים, פלפלים).



סיכום:

השימוש בחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים צומצם בעשורים האחרונים בישראל, החל מביטול שימוש תברואי בשנת 2008 ועד לצמצום שימושים בהגנת הצומח בשנים 2012-2022. **תוצאות מחקר זה מצביעות על ירידה מובהקת בחשיפה של ילדים ומבוגרים לזרחן אורגני כלורפיריפוס**. תוצאות אלו מצטרפות לתוצאות ממחקרים אחרים אשר מעידים על ירידה בחשיפה של נשים הרות באיזור ירושלים לזרחנים אורגניים.¹²

בהשוואה לערכי סף טוקסיקולוגיים, ניתן לראות כי רמת החשיפה לכלורפיריפוס במרבית אוכלוסית הילדים ובכל אוכלוסית המבוגרים נמוכה מערכי סף אלה, דהיינו לא קיימת להם סכנה בריאותית עקב חשיפה לכימיקלים אלה. יצויין כי בקרב 10 ילדים (6% מהמדגם) נמצאו ריכוזים של TCP-γ מעל הערך הטוקסיקולוגי. הוצאת החומר משימוש בגידולים למאכל ביולי 2022 עשויה לגרום לירידה נוספת בחשיפה לכימיקל זה.

במחקר זה נבדקו גורמים דמוגרפיים ותזונתיים לחשיפה לחומרי הדברה בקרב ילדים ומבוגרים בישראל. נמצא כי ילדים אשר צורכים פירות בתדירות גבוהה חשופים יותר לחומרי הדברה. מבוגרים שצורכים סלט ירקות בתדירות גבוהה יותר, חשופים יותר לחומרי הדברה. הסיבה לכך נעוצה ככל הנראה בהבדלים בתזונה בין ילדים למבוגרים. **על אף החשיפה לשאריות חומרי הדברה בעקבות אכילה של פירות וירקות, חשוב להדגיש כי מומלץ להמשיך לצרוך פירות וירקות כיוון שהתועלת הבריאותית בצריכתם עולה על הנזקים הפוטנציאליים כתוצאה מהחשיפה לחומרי הדברה**. בנוסף, בעקבות איסור השימוש של כלורפיריפוס בתוצרת חקלאית למאכל החל מיוני 2022 החשיפה לחומר הדברה זה בעקבות צריכת תוצרת חקלאית, צפויה לרדת באופן משמעותי מאוד.

משרד הבריאות ממליץ: להמשיך לאכול ירקות ופירות עם קליפתם; להקפיד על שטיפת הפירות והירקות במים זורמים טרם צריכתם; לגוון באכילת פירות וירקות בצבעים שונים, כדי לקבל מגוון רכיבים תזונתיים וכן להפחית את הסיכוי לחשיפה מוגברת לחומר הדברה ספציפי.

משרד הבריאות ימשיך לעקוב אחר החשיפה של ילדים ומבוגרים בישראל בחומרי הדברה, וממשיך [בניטור של שאריות חומרי הדברה במזון](#).

בנוסף, בשנים האחרונות משרד הבריאות בישראל שותף לפרויקט אירופאי בתחום זה, [HBM4EU](#), ולאחרונה משרד הבריאות הצטרף לפרויקט האירופאי (PARC) [Partnership for Chemical Risk Assessment](#). מטרת הפרויקטים להגביר שיתוף פעולה בין מדינות כדי לקדם את ניטור ביולוגי ככלי לניטור חשיפה למזהמים סביבתיים במסגרת תחום בריאות וסביבה. משרד הבריאות ימשיך בשיתוף פעולה זאת במטרה לקדם את הידע בתחום בריאות וסביבה ולתרום לעיצוב המדיניות תחומים אלה.

רשימת מקורות:

- ¹ Sagiv SK, Bruno JL, Baker JM, Palzes V, Kogut K, Rauch S, Gunier R, Mora AM, Reiss AL, Eskenazi B. Prenatal exposure to organophosphate pesticides and functional neuroimaging in adolescents living in proximity to pesticide application. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2019 Sep 10;116(37):18347-18356. doi: 10.1073/pnas.1903940116. Epub 2019 Aug 26. PMID: 31451641; PMCID: PMC6744848.
- ² Engel SM, Wetmur J, Chen J, Zhu C, Barr DB, Canfield RL, Wolff MS. Prenatal exposure to organophosphates, paraoxonase 1, and cognitive development in childhood. *Environ Health Perspect*. 2011 Aug;119(8):1182-8. doi: 10.1289/ehp.1003183. Epub 2011 Apr 21. PMID: 21507778; PMCID: PMC3237356.
- ³ Andersen HR, David A, Freire C, Fernández MF, D'Cruz SC, Reina-Pérez I, Fini JB, Blaha L. Pyrethroids and developmental neurotoxicity - A critical review of epidemiological studies and supporting mechanistic evidence. *Environ Res*. 2022 Nov;214(Pt 2):113935. doi: 10.1016/j.envres.2022.113935. Epub 2022 Jul 20. PMID: 35870501.
- ⁴ Tarazona JV, Cattaneo I, Niemann L, Pedraza-Díaz S, González-Caballero MC, de Alba-Gonzalez M, Cañas A, Dominguez-Morueco N, Esteban-López M, Castaño A, Borges T, Katsonouri A, Makris KC, Ottenbros I, Mol H, De Decker A, Morrens B, Berman T, Barnett-Itzhaki Z, Probst-Hensch N, Fuhrmann S, Tratnik JS, Horvat M, Rambaud L, Riou M, Schoeters G, Govarts E, Kolossa-Gehring M, Weber T, Apel P, Namorado S, Santonen T. A Tiered Approach for Assessing Individual and Combined Risk of Pyrethroids Using Human Biomonitoring Data. *Toxics*. 2022 Aug 4;10(8):451. doi: 10.3390/toxics10080451. PMID: 36006130; PMCID: PMC9416723.
- ⁵ Lukas Schmidt , Johannes Müller , Thomas Göen. Simultaneous monitoring of seven phenolic metabolites of endocrine disrupting compounds (EDC) in human urine using gas chromatography with tandem mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem* (2013) 405:2019–2029, DOI 10.1007/s00216-012-6618-y
- ⁶ T. Schettgen, H.M. Koch, H. Drexler, J. Angerer. New gas chromatographic–mass spectrometric method for the determination of urinary pyrethroid metabolites in environmental medicine, *Journal of Chromatography B*, 778 (2002) 121–130
- ⁷ US CDC Method 6103.03 Specific Organophosphorous Pesticides, Synthetic Pyrethroids, and Select Herbicides (Universal Pesticides), 2013.
- ⁸ Centers for Disease Control. National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Biomonitoring Data Tables for Environmental Chemicals.
https://www.cdc.gov/exposurereport/data_tables.html?NER_SectionItem=NHANES
- ⁹ European Human Biomonitoring Dashboard
<https://www.hbm4eu.eu/what-we-do/european-hbm-platform/eu-hbm-dashboard/>
- ¹⁰ Centers for Disease Control. National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Biomonitoring Data Tables for Environmental Chemicals.
https://www.cdc.gov/exposurereport/data_tables.html?NER_SectionItem=NHANES



שרותי בריאות הציבור
בריאות הסביבה

The Department of Environmental Health

משרד
הבריאות
לחיים בריאים יותר

¹¹ Govarts E, Gilles L, Rodriguez Martin L, et al. Harmonized human biomonitoring in European children, teenagers and adults: EU-wide exposure data of 11 chemical substance groups from the HBM4EU Aligned Studies (2014–2021), International Journal of Hygiene and Environmental Health, 249, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2023.114119>.

¹² Ein-Mor E, Ergaz-Shaltiel Z, Berman T, et al. Decreasing urinary organophosphate pesticide metabolites among pregnant women and their offspring in Jerusalem: Impact of regulatory restrictions on agricultural organophosphate pesticides use?, International Journal of Hygiene and Environmental Health, Volume 221, Issue 5, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.03.013>.