

המרכז הלאומי לבקרת מחלות (מלב"ס)  
ושירותי בריאות הציבור במשרד הבריאות

## חשיפה לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים בקרב מבוגרים בישראל 2015 – 2016

*חלק א': מגמות והשוואה בינלאומית*



### צוות החוקרים

ד"ר תמר ברמן, המחלקה לבריאות וסביבה, משרד הבריאות  
ד"ר זהר ברנט-יצחקי, שירותי בריאות הציבור, משרד הבריאות  
פרופ' ליטל קינן-בוקר, המרכז הלאומי לבקרת מחלות, משרד הבריאות  
טל שמעוני, המרכז הלאומי לבקרת מחלות, משרד הבריאות  
רבקה גולדשמיט, אגף התזונה, משרד הבריאות

## תקציר:

חומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים הם חומרי הדברה בשימוש בחקלאות להגנת הצומח בישראל ובעולם. חשיפה כרונית לזרחנים אורגניים עלולה להשפיע על התפתחות העובר והתפתחות קוגניטיבית בקרב ילדים.

בשנים האחרונות מרבית חומרי ההדברה מסוג זרחנים אורגניים יצאו משימוש, כאשר השימוש בחומרים אחרים צומצם. מטרת הסקר הייתה לבדוק את רמת החשיפה לזרחנים אורגניים של האוכלוסייה בישראל בהשוואה לאוכלוסיות אחרות בעולם ובהשוואה לממצאים מסקר קודם בשנת 2011, טרם צימצום השימוש בחומרים אלה בישראל.

חלה ירידה מובהקת סטטיסטית בריכוזים של רוב תוצרי הפירוק של זרחנים אורגניים בשתן, בהשוואה לסקר שנערך בשנת 2011. עם זאת, הריכוזים הממוצעים שנמדדו עדיין גבוהים יחסית לאוכלוסיות בארצות הברית, דנמרק ובקנדה. משרד הבריאות ממליץ על המשך צמצום השימוש בזרחנים אורגניים להגנת הצומח בישראל.

## מבוא:

זרחנים אורגניים נמצאים בשימוש חקלאי בישראל להגנת הצומח. זרחנים אורגניים מהווים חלופה יעילה לחומרי הדברה עמידים לפירוק כיוון שהם מתפרקים במהירות בחשיפה לאור ובקרקע. עם זאת, ניתן לאתר שאריות של חומרים אלה במזון, במי השתייה ובקולחים. בבני אדם, זרחנים אורגניים מתפרקים לשישה תוצרי פירוק שניתנים למדידה בשתן.

זרחנים אורגניים מביאים לעיכוב הפירוק של האנזים אצטיל-כולין אסטרזאז במערכת העצבים של בעלי חיים, חרקים ובני אדם. נמצא כי חשיפה קצרת טווח לרמות גבוהות של זרחנים אורגניים גורמת לפגיעה במערכת העצבים ולהרעלות. חשיפה לרמות נמוכות לאורך זמן של נשים הרות ויילודים, עשויה לפגוע בהתפתחות מערכת העצבים המרכזית של תינוקות ופעוטות, ונמצאה קשורה לירידה במנת המשכל, להפרעות קשב ולעלייה בשיעור תסמונת הספקטרום האוטיסטי.

בשנת 2008 הוחלט במשרד להגנת הסביבה, בהתייעצות עם נציגי משרד הבריאות ומשרדים אחרים, לאסור על השימוש התברואי והביתי בתכשירי הדברה המכילים זרחנים אורגניים מסוג כלורפיריפוס ודיאזינן, ובהמשך נאסר השימוש בהם בגינות נוי ציבוריות ופרטיות ובתכשירים לטיפול בפרעושים ובקוצות בכלבים ובחתולים.

באשר לשימושים חקלאיים להגנת הצומח, בוועדה המשותפת של משרד החקלאות ופיתוח הכפר עם משרד הבריאות ומשרדים אחרים הומלץ להגביל את השימוש החקלאי במספר זרחנים אורגניים נוספים. במהלך השנים 2013 - 2014 הופסק השימוש של תכשירי הדברה המכילים אזינפוס – מתיל, אצפט, פרתיון מתיל, פנתיון, פרוטיופוס, אוקסדמתון-מתיל, מטדתיון, קדוספוס, דיאזינן ודיכלורוס. השימוש של תכשירים נוספים (המכילים בין השאר כלורפיריפוס) הוגבל (טבלה 1).

טבלה 1: חומרים פעילים מסוג זרחנים אורגניים נבחרים שיצאו משימוש חקלאי (להגנת הצומח) או צומצמו בישראל, 2012 - 2014

תוצרי פירוק בשתן (סימון באפור משמעותו שהחומר הפעיל מתפרק לתוצר פירוק זה המופרש בשתן)						האם החומר יצא משימוש או הוגבל בשימוש	חומר פעיל
DMP	DMTP	DMDTP	DEP	DETP	DEDTP		
						יצא משימוש	Azinphos methyl
							Fenthion
							Oxydemeton methyl
							Diazinon
							Dichlorvos
							Metamidophos
							Methidathion
							Pirimphos methyl
						השימוש הוגבל לגידולים השימוש בהם החקלאי חיוני הוא	Chlorpyrifos
							Malathion
							Dimethoate

*DMP = dimethyl phosphate; DMTP = dimethyl thiophosphate;  
DMDTP = dimethyl dithiophosphate; DEP = diethyl phosphate;  
DETP = diethyl thiophosphate; DEDTP = diethyl dithiophosphate*

בשנת 2011 ערך משרד הבריאות סקר ניטור ביולוגי של כימיקלים סביבתיים בישראל, לרבות זרחנים אורגניים. בקרב רוב המשתתפים במחקר נמצאו תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בשתן.

במחקר זה נעשה שימוש בניטור ביולוגי של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שנאספו בשנים 2015-2016. מטרת המחקר הייתה לבדוק אם חל שינוי ברמת החשיפה של הציבור לזרחנים אורגניים, בין היתר בעקבות השינויים ברגולציה בנושא.

## שיטות

אוכלוסיית המחקר כללה 187 משתתפים בגילאים 23-56 (80% יהודים ואחרים, 20% ערבים; 54% נשים, 46% גברים). המשתתפים היו אנשים שמסרו דוגמת שתן במסגרת השתתפות בסקר רב מב"ת, סקר לאומי בנושא תזונה ובריאות, שנערך על ידי המרכז הלאומי לבקרת מחלות ואגף התזונה במשרד הבריאות, בשיתוף הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. כל המשתתפים חתמו על טופס הסכמה מדעת. המשתתפים במחקר עברו ראיון שכלל שאלון לגבי צריכת מזון וכן שאלות על מצב הבריאות, אורח החיים ונתונים דמוגרפיים. המשתתפים במחקר הנוכחי גם מסרו דגימות שתן, שהועברו למרכז רפואי אסף הרופא והוקפאו. לאחר מכן הועברו הדוגמאות לאחסון במרכז הרפואי "שיבא" בתל השומר ונשלחו על קרח יבש למעבדה באוניברסיטת ארלנגן – נורמברג שבגרמניה. בדגימות השתן נמדדו ריכוזים של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים וקריאטנין (האחרון משמש לנירמול רמות הקוטינין בשתן). לחוקרים באוניברסיטת ארלנגן – נורמברג שבגרמניה לא הייתה גישה לפרטים מזהים של המשתתפים במחקר.

## תוצאות

בקרב 98% מהמשתתפים אותרו DMP ו DMTP בשתן (183/187), בקרב 64% מהמשתתפים אותר DMDTP (120/187) בשתן, בקרב 97% (182 משתתפים) אותר DEP בשתן, בקרב 80% (150 משתתפים) אותר DETP בשתן ובקרב 8% בלבד אותר DEDTP בשתן (15 משתתפים).

רמת ה-DMTP וה-DEDTP בקרב ערבים (14.1 מיקרוגרם לליטר ו-0.02 מיקרוגרם לליטר, בהתאמה) היתה גבוהה מזו שבקרב יהודים (11.4 מיקרוגרם לליטר ו-0.01 מיקרוגרם לליטר, בהתאמה). התוצאות היו מובהקות סטטיסטית ( $p=0.02$ ,  $p=0.03$  בהתאמה, מבחן t-test).

רמותיהם של רוב תוצרי הפירוק של הזרחנים האורגניים שנבדקו (DEP, DETP, DEDTP, DMP) היו גבוהות יותר בקרב נשים מאשר בקרב גברים, אם כי התוצאות לא היו מובהקות סטטיסטית.

### השוואה לסקר שנערך בשנת 2011

בהשוואה לסקר משנת 2011, נמצאו ירידות מובהקות סטטיסטית בכל תוצרי הפירוק של הזרחנים האורגניים שנבדקו, למעט DEP. ראו טבלה 1 (ערכי המובהקות הסטטיסטית חושבו על ידי מבחן מן-וויטני).

טבלה 1: השוואת ממוצעים גאומטריים של רמות שיירי הזרחנים האורגניים (מיקרוגרם/גרם, בתקנון לקריאטינין) בשנת 2011 ובשנת 2015-2016

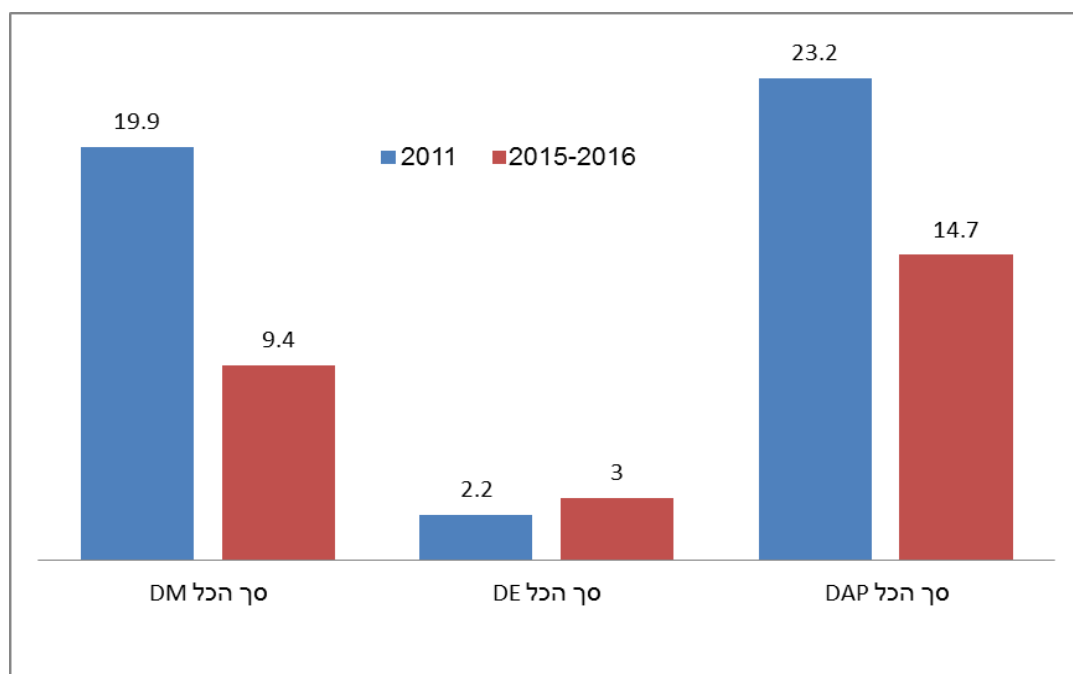
	DMP	DMTP	DMDTP	סך הכול DM	DEP	DETP	DEDTP	סך הכול DE	סך הכול DAP
2011	10.8	6.4	0.3	19.9	1.5	0.4	0.02	2.2	23.2
2015- 2016	4.1	4.2	0.13	9.4	2.3	0.3	0.01	3	14.7
p-value	<0.0001	0.005	<0.0001	<0.001	0.001	0.004	<0.0001	0.03	<0.0001

$DMDTP + DMTP + DMP = DM$  סך הכול

$DEDTP + DETP + DEP = DE$  סך הכול

$DEDTP + DETP + DEP + DMDTP + DMTP + DMP = DAP$  סך הכול

איור 1: השוואת ממוצעים גאומטריים של רמות שיירי הזרחנים האורגניים (מיקרוגרם/גרם, בתקנון לקריאטינין) בשנת 2011 ובשנת 2015-2016



### השוואה לסקרי ניטור ביולוגי בעולם

ביצענו השוואה לסקרי ניטור ביולוגי שנערכו בקנדה בשנים 2007-2009 בקרב מבוגרים (גילאי 20-79), לסקרים שנערכו בארה"ב בקרב מבוגרים (20-59) בשנים 2005-2008, ולסקר שנעשה בדנמרק בקרב נשים ב 2014 – 2015. מההשוואה עולה כי על אף מגמת הירידה שנמצאה בישראל (בהשוואה לסקר משנת 2011) ברמתם של מרבית תוצרי הפירוק, רמותיהם עדיין גבוהות מאלה שנמדדו בארה"ב ובקנדה לפני כעשור. יוצא מהכלל הוא ה-DEP, אשר על אף שרמתו הממוצעת עלתה בשנים האחרונות, היא עדיין נמוכה מהממוצע הקנדי.

**טבלה 2: השוואת ממוצעים גאומטריים של רמות תוצרי פירוק של הזרחנים האורגניים המתוקננים (מיקרוגרם/גרם) בישראל, בהשוואה לארצות הברית, קנדה, ודנמרק**

מדינה	שנה	DMP	DMTP	DMDTP	DEP	DETP	DEDTP
ישראל	2015-2016	4.1	4.2	0.13	2.3	0.3	0.01
ישראל	2011	10.8	6.4	0.3	1.5	0.4	0.02
קנדה	2007-2009	3.6	2.6	<LOD	2.8	<LOD	<LOD
ארה"ב	2005-2006	<LOD	1.7	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
ארה"ב	2007-2008	<LOD	2.0	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
דנמרק (נשים בלבד)	2015 - 2014	2.8	2.3	<LOD	3.9	0.5	<LOD

<LOD, מתחת לסף הגילוי

### דיון

בקרב רוב המשתתפים במחקר נמצאו תוצרי פירוק של זרחניים אורגניים בשתן (ממצא שמעיד על המשך חשיפה לזרחניים אורגניים מסוימים).

עם זאת, חלה ירידה מובהקת סטטיסטית בריכוזים של רוב תוצרי הפירוק של זרחנים אורגניים בשתן, בהשוואה לסקר שנערך בשנת 2011. יש לציין שהנתונים תואמים ממצאים מסקרי משרד הבריאות (שירות המזון הארצי) המראים ירידה באחוז התוצרת עם שאריות של זרחנים אורגניים, בין 2011-2012 לעומת 2016, למעט ביחס לחומרים הפעילים כלורפיריפוס ודימטואט.

טבלה 3: מספר חריגות שאריות זרחנים אורגניים בתוצרת חקלאית, מתוך סקרים של שירות המזון הארצי,

2016 - 2011

חומר פעיל	2011-2012	2014	2015	2016
	<b>מספר ממצאים עם ריכוזים מעל רמת השארית המותרת</b>			
Fenthion	2	2	6	0
Diazinon	3	2	2	1
Dichlorvos	5	1	3	1
Methamidiphos	1	5	2	1
Fenamiphos	0	0	2	0
Chlorpyrifos	9	7	29	18
Malathion	6	1	6	0
Phosmet	1	3	6	0
Dimethoate	1	2	8	5

למרות הירידה, רוב הריכוזים הממוצעים שנמדדו היו עדיין גבוהים יחסית לממצאים מאוכלוסיות בארצות הברית, דנמרק ובקנדה. יש לציין שסביר כי הריכוזים הגבוהים יחסית בישראל לעומת ארצות הברית, דנמרק וקנדה קשורים לצריכה הגבוהה של פירות וירקות טריים בקרב הציבור בישראל בהשוואה למדינות אלו. משרד הבריאות יבחן האם גורמים תזונתיים של המשתתפים במחקר משפיעה על מידת החשיפה לזרחנים אורגניים.

### סיכום והמלצות:

- משרד הבריאות ממליץ על המשך צמצום השימוש בזרחנים אורגניים להגנת הצומח (חקלאות) בישראל.
- משרד הבריאות ימשיך לעקוב אחר חשיפת הציבור לזרחנים אורגניים (באמצעות סקרים בתוצרת חקלאית, מדידה של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בשתן באוכלוסייה). לשם המשך ניטור זה, במעבדות בריאות הציבור של משרד הבריאות החל פיתוח שיטות אנליטיות למדידה של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בשתן.
- משרד הבריאות ממשיך לבחון את הגורמים לחשיפה באוכלוסיית המחקר (גורמים דמוגרפיים ותזונתיים) ויפרסם את הממצאים בהמשך.
- משרד הבריאות ממליץ לאכול ירקות ופירות עם קליפתם (על פי הפרי/ירק), לאחר שטיפה במים זורמים, ולגוון באכילת פירות וירקות בצבעים שונים.