

בריאות וסביבה בישראל 2017





שירותי בריאות הציבור

מגדלי הבירה, ירמיהו 39, ירושלים 9101002
טלפון: 02-5080510/1/2
דואר אלקטרוני: Keren.Mizrahi@moh.health.gov.il
אתר:
www.health.gov.il/UNITSOFFICE/HD/PH/Pages/default.aspx

הקרן לבריאות וסביבה (ע"ר)

רחוב רבקה 11, ירושלים 9346117
טלפון: 02-6738478
פקס: 02-6749780
דואר אלקטרוני: info@ehf.org.il
אתר: www.ehf.org.il
חפשו אותנו גם בפייסבוק



ניתן לשעתק מידע הכלול בדוח זה, ובלבד שיצוין כי המקור הוא:
הקרן לבריאות וסביבה ומשרד הבריאות (2017). בריאות וסביבה בישראל 2017.

גרסה אלקטרונית של דוח זה באתר האינטרנט של:

משרד הבריאות
www.health.gov.il

הקרן לבריאות וסביבה
www.ehf.org.il

=====

על הקרן לבריאות וסביבה (ע"ר):

הקרן לבריאות וסביבה מחויבת להרחבת המומחיות והידע בנושאי בריאות וסביבה בישראל. הקרן עוזרת בבניית היכולות האלה באמצעות תמיכה במחקר בין תחומי, בהשתלמויות מקצועיות, בסדנאות, בכנסים וביצירת קשרים בין מדענים וקובעי מדיניות בישראל לרשת של מומחי בריאות וסביבה בעולם. בשיתוף מדענים ואנשי מקצוע, משרדי ממשלה וגורמים מן המגזר הפרטי, מקדמת הקרן את מעורבות בעלי העניין בהקטנת החשיפה למפגעים ולזיהומים סביבתיים ובשיפור בריאות הציבור.

כותבים	
כותבים ראשיים	כותבים נוספים ממשרד הבריאות
ד"ר תמר ברמן	ד"ר איזבלה קרקיס
המחלקה לבריאות הסביבה	המחלקה לאפידמיולוגיה סביבתית
משרד הבריאות	
ד"ר זהר ברנט־צחקי	ד"ר אביעד הדר
שירותי בריאות הציבור	שירותי בריאות הציבור
משרד הבריאות	
	ד"ר זיוה חממא
	שירות המזון הארצי
	ד"ר שי רייכר
	שירות המזון הארצי
	ד"ר רחל רענן
	המחלקה לאפידמיולוגיה סביבתית

=====

עריכה

ד"ר רות אסטריין, ד"ר שרי רוזן | הקרן לבריאות וסביבה

הפקה

נעמה שילוני | הקרן לבריאות וסביבה

תחקירנית

עינב חורב | הקרן לבריאות וסביבה

עיצוב גרפי

נאוי קצמן

תוכן העניינים

4 פתח דבר ד"ר רות אסטרין.....

6 הקדמה פרופ' איתמר גרוטן.....



9 פרק 1 איכות האוויר.....

23 פרק 2 איכות אוויר הפנים.....

29 פרק 3 עשן טבק סביבתי.....

35 פרק 4 גורמים כימיים במי השתייה.....

43 פרק 5 קולחים.....

49 פרק 6 חומרי הדברה.....

57 פרק 7 מזהמי מזון כימיים.....

63 פרק 8 כימיקלים במוצרי צריכה.....

71 פרק 9 ניטור ביולוגי.....

77 פרק 10 קרינה בלתי מייננת.....

85 פרק 11 שינויי אקלים.....

91 פרק 12 תכנון.....

99 פרק 13 אוכלוסיות רגישות.....

107 פרק 14 מדדים ומגמות בבריאות וסביבה.....



117 סיכום והמלצות ד"ר לינדה בירנבאום.....



120 נספח 1 התקדמות מ־2014 ואתגרים לעתיד.....

127 נספח 2 האתגר במימון של מחקרי בריאות וסביבה בישראל.....



128 תודות.....

פתח דבר

בדוח "בריאות וסביבה בישראל" הנוכחי ימצא הקורא תמונת מצב של בריאות וסביבה בישראל בשנת 2017. בדוח 14 פרקים העוסקים בחשיפות סביבתיות המשפיעות על בריאות האדם – מחומרי הדברה ועד תכנון, ומחומרים כימיים במוצרי צריכה ועד לשינויי אקלים. חשוב מכול, הדוח הזה עומד במחויבות שניתנה בדוח שקדם לו – למדוד ולהעריך באופן סדיר את ההתקדמות בשטח לאור האתגרים שסומנו בדוח 2014.

כפי שאפשר לראות, בסוף כל פרק ובטבלת המעקב המסכמת המוצגת בנספח 1, חלה התקדמות במגוון של נושאים בתקופה שבין 2014 ל-2017. עם זאת, נותרו תחומים רבים שבהם הייתה התקדמות מעטה או שלא הייתה התקדמות כלל. אוכלוסיית ישראל מוסיפה להיות חשופה לרמות זיהום גבוהות, גבוהות מאלה המקובלות בחלקים אחרים של העולם המפותח. החשיפות המדאיגות במיוחד הן אלה המתרחשות בתחומים שישראל מובילה בהם – שימוש בקולחים להשקיה של גידולים למאכל ושימוש במים מותפלים לתגבור אספקת מי השתייה. על קהילת הבריאות וסביבה הישראלית להבין טוב יותר את ההשלכות הבריאותיות הפוטנציאליות של חידושים אלו, בהיותה מודל עבור מדינות אחרות המתמודדות עם מחסור במים הנובע משינויי אקלים.

אנו מבינים כיום כי כדי להגן על הציבור מפני מפגעים סביבתיים יש צורך במעורבות ומחויבות של גורמים רבים ומגוונים. החלטות הנוגעות לתכנון שימושי קרקע אינן נותנות מקום מספק לשיקולי בריאות הציבור, ובהליכי התכנון יש לשלב תסקירי השפעה על הבריאות. לעמדת משרד הבריאות צריך להיות משקל רב יותר בהתנהלות מול משרד הכלכלה והתעשייה בקביעת רמות בטוחות של כימיקלים במוצרי צריכה. ראוי להשקיע בצמצום רגולציה מסורבלת ובהורדת יוקר המחיה בישראל, אך כשמדובר ברגולציה שנועדה לשמור על בריאות הציבור, יש לאזן בין צמצום העלויות והבירוקרטיה ובין דרישות לבריאות ובטיחות. הדבר חשוב במיוחד ברגולציה של כימיקלים במוצרי צריכה.

אין אנו עושים מספיק כדי להגן על האוכלוסיות הרגישות ביותר בישראל. עלינו לשאול את עצמנו אם יש סיבה לכך שילד בישראל חשוף לרמות גבוהות יותר של עופרת, לרמות גבוהות יותר של חומרי הדברה או לרמות גבוהות יותר של מעכבי בעירה מילד בדנמרק או בקנדה. אם התשובה לשאלה שלילית – עבודה רבה עוד לפנינו. נושאים אלה צריכים להיות חשובים לצרכנים, וישראל תצא נשכרת ממעורבות צרכנית משמעותית יותר בסוגיות של כימיקלים רעילים.

ברצוני להודות לאנשים הרבים שתורמו לכתיבת דוח זה. תודה לפרופ' איתמר גרוטו, המשנה למנכ"ל משרד הבריאות, המקדם ללא לאות נושאי בריאות וסביבה זה עשור; הוא ממשיך להוביל את המאמצים בתחום זה ומפיק את המרב משותפויות בין המגזר הציבורי לפרטי. תודות לד"ר תמר ברמן על עבודתה הקשה והחיונית כל כך, ועל מחויבותה יוצאת הדופן. אנו מודים לד"ר זהר ברנט-יצחקי אשר עבד במלוא המרץ על דוח זה. מומחים רבים סייעו בכתיבה ובסקירה של הפרקים בדוח זה. אנו מודים גם לד"ר הנרי פאלק, לד"ר סטנלי מייבורג ולפרופ' אריק לברט שהשתתפו בסדנה בת יומיים שהתקיימה בינואר 2017 והתניעה את תהליך הכנתו של הדוח. תרומתם לדוח הייתה רבת ערך, והערותיו של ד"ר פאלק הועילו מאוד להשלמת הטיוטה הראשונה של הדוח. ד"ר לינדה בירנבאום, ראש המכון הלאומי האמריקני למדעי בריאות וסביבה, סקרה טיוטות מוקדמות של כל פרק בדוח והעירה עליהן, וכן כתבה את פרק הסיכום והמסקנות. אנו נפעמים מיכולתה להוביל את התחום של בריאות וסביבה בישראל ובעולם בכיוון הנכון, בצורה נהירה וממוקדת. תודה מיוחדת לד"ר שרי רוזן ולנעמה שילוני, שעל-פי תפקידן הרשמי ערכו והפיקו את הדוח – אך הגדרה זו אינה עושה עימן צדק לנוכח הזמן והמאמץ שהשקיעו כדי לעמוד בסטנדרטים הבלתי מתפשרים למצוינות שהן מציבות לעצמן בכל מעשיהן.

ד"ר רות אסטריין (PhD)
מנהלת הקרן לבריאות וסביבה

הקדמה

הנושא של בריאות וסביבה עוסק בהשפעות הרבות של הסביבה על בריאותו של האדם ועל איכות חייו. הטיפול בנושאים של בריאות וסביבה בישראל מאתגר במיוחד: ישראל, בהיותה מדינה קטנה, צפופה ובעלת משאבי טבע מוגבלים, נדרשת להתמודד עם מגוון נושאים הנוגעים לסוגיות של בריאות וסביבה, כגון פיתוח תעשייה וחקלאות בצמידות לאזורי מגורים, פיתוח מקורות מים לשתייה (התפלת מי ים) ולהשקיה חקלאית (טיהור קולחים) וכינון מערכות תחבורה בנות־קיימה.

לעיתים קרובות העיסוק בבריאות וסביבה בישראל מתעורר בעקבות משברים, כגון זיהום אוויר בחיפה, הרעלות מחומרי הדברה, ריכוזים חריגים של מתכות במכונות קפה ועוד. תהליך הכנתו של דוח בריאות וסביבה 2017 הוא הזדמנות לעצור, לבחון ולהעריך בצורה אינטגרטיבית את העשייה וההתקדמות בתחום זה ולזהות אתגרים ויעדים לעתיד.

בשנים האחרונות חלה התקדמות משמעותית בנושאי בריאות וסביבה בישראל: פריצות דרך מדעיות, כגון בנושא חשיפה לתרופות באמצעות שרשרת המזון, שיפור ברגולציה, כגון איסור על עישון בבתי ספר, ושיתופי פעולה הדוקים בין משרדי ממשלה לארגוני המגזר השלישי במגוון נושאים, כגון הפחתת חשיפת הציבור לחומרי הדברה. זאת ועוד: בשנת 2016 התקבלה החלטת ממשלה – לגבש תוכנית לאומית לבריאות וסביבה שמטרתה לבחון מפגעים סביבתיים בעלי השלכות בריאותיות ולתקצב את הטיפול בהם, כדי לשמור על הבריאות ועל איכות החיים של הציבור ושל הדורות הבאים.

עם זאת, האתגרים המונחים לפתחנו רבים: עדיין יש פערי ידע בנוגע להשפעתן של חשיפות סביבתיות על בריאות האדם, יש מחסור בהערכת סיכונים במגוון נושאים, והולך וגובר השימוש בחומרים חדשים (emerging compounds) ובסוגים שונים של קרינה במסגרת פיתוחים טכנולוגיים ותעשייתיים מהשנים האחרונות. נוסף על כך, היבטים בריאותיים לא תמיד מובאים בחשבון בתהליכי הפיתוח המואץ (בנייה וכבישים), בתוכניות להורדת יוקר המחיה ובצמצום הרגולציה בישראל.

בשנת 2014 פורסם הדוח "בריאות וסביבה בישראל", פרי שיתוף פעולה של משרד הבריאות והקרן לבריאות וסביבה. הדוח משנת 2014 סייע להגדיר משימות ספציפיות לבריאות וסביבה עבור משרד הבריאות. המסמך שלפנינו כולל את ההתקדמויות המדעיות והרגולטוריות בשנים האחרונות בתחומי בריאות וסביבה אשר נסקרו בדוח הקודם. החלטנו לכלול במסמך זה עוד שלושה תחומים משמעותיים בנושא בריאות וסביבה: קולחים להשקיה, תכנון ואוכלוסיות רגישות. המסמך שלפנינו מציע הזדמנות להעריך את הביצועים וההתקדמות בנושאי בריאות וסביבה בישראל. במבט לאחור נראה כי חלה התקדמות משמעותית באתגרים שהוגדרו בדוח 2014. המסמך שלפנינו שואף לזהות גם את האתגרים והמטרות לשנים הקרובות, והוא מהווה בסיס לעיצוב מדיניות הממשלה בתחומי בריאות וסביבה.

דוח זה יוצא לאור בזכות שיתוף פעולה של מחלקות שונות במשרד הבריאות עם גורמים במשרדי ממשלה אחרים, עם גופים מוסדיים, עם מומחים מהאקדמיה ועם גופים חוץ-ממשלתיים. תהליך הכנת הדוח החל בסדנה בת יומיים בהשתתפות מומחים בין-לאומיים בתחום בריאות וסביבה ומומחים ישראליים מהאקדמיה ומגופים חוץ-ממשלתיים. הרעיונות וזוויות הראייה השונות שהוצגו בסדנה ובתהליך ההתייעצות לאחריה תרמו רבות לגיבוש הדוח שלפניכם.

בהזדמנות זו אני מבקש להודות לכל אנשי המקצוע שהשתתפו בהכנת הדוח, במיוחד לד"ר רות אסטרין מהקרן לבריאות וסביבה ולד"ר לינדה בירנבאום, ראש המכון הלאומי האמריקני למדעי בריאות וסביבה, וכן לד"ר תמר ברמן ולד"ר זהר ברנט-יצחקי אשר הובילו את כתיבת הדוח.

פרופ' איתמר גרוטו (MD, MPH, PhD)

המשנה למנכ"ל משרד הבריאות

משרד הבריאות

איכות האוויר

מקורות זיהום האוויר כוללים תופעות טבע, כגון סופות אבק, לצד פעילות אנתרופוגנית, כגון פליטות ממפעלי תעשייה, ממשאיות, ממכונות וממשיקי בית. חשיפה למזהמי אוויר למיניהם, גם בריכוזים נמוכים, נקשרת למגוון רחב של תוצאי בריאות שליליים באוכלוסייה הכללית, ובייחוד באוכלוסיות רגישות, כגון ילדים, נשים הרות, חולים במחלות כרוניות וקשישים⁽⁷⁾. תוצאי בריאות שליליים של זיהום אוויר כוללים מחלות נשימתיות, כגון אסתמה ומחלת ריאות חסימתית כרונית, מחלות לב וכלי דם, סוגים מסוימים של סרטן, השפעות שליליות על התפתחות מערכת העצבים, תוצאי לידה שליליים, סוכרת מסוג 2, השמנת יתר וליקויים קוגניטיביים.

ממצאים מדעיים מראים כי מזהמי האוויר העיקריים הקשורים לתוצאי בריאות שליליים הם חומר חלקיקי (particulate matter - PM) בקטרים שונים (למשל PM_{2.5} - חומר חלקיקי בקוטר של עד 2.5 מיקרומטר), אוזון, חנקן דו-חמצני (nitrogen dioxide) וגופרית דו-חמצנית (sulfur dioxide). מזהמי אוויר אחרים - בנזן (benzene), פורמלדהיד (formaldehyde) ותרבויות ארומטיות רב-טבעתיות אחדות (polycyclic aromatic compounds) - ידועים כחומרים מסרטנים לבני האדם⁽³⁷⁾. הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (International Agency for Research on Cancer - IARC) קבעה כי זיהום אוויר הוא גורם מסרטן לבני אדם (קבוצה 1)⁽¹⁹⁾.

מדיניות ורגולציה

תקני אוויר וניטור

הרגולציה של איכות האוויר נעשית על-פי חוק אוויר נקי התשס"ח - 2008, שנכנס לתוקף בינואר 2011. ערכי איכות האוויר של מזהמים שונים, שנקבעו על-ידי המשרד להגנת הסביבה בשיתוף משרד הבריאות ובעלי עניין אחרים, נכנסו לתוקף בשנת 2013. לפי חוק אוויר נקי, על מפעלי תעשייה לקבל היתרי פליטה ולצמצם פליטות בעזרת הטכנולוגיות הזמינות הטובות ביותר (Best Available Technologies - BAT). בשנת 2016 עדכן המשרד להגנת הסביבה את ערכי היעד ואת ערכי הסביבה של טריכלורואתילן (trichloroethylene), בנזן, קדמיום ופורמלדהיד באוויר. כן נוספו ערכי סביבה של 1,3-בוטדיאן (1,3-butadiene) ושל כספית (לוח 1)⁽²⁾.

ערכי איכות האוויר (מק"ג/מ"ק) בשנת 2017 בהשוואה לשנת 2011

המזהם	2011	2017	הערכים המומלצים לפי ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization - WHO) (2000)
בנזן (benzene)	5 (שנתי)	3.9 (יומי) – ולכל היותר 7 חריגות 1.3 (שנתי)	*1.7
1,3-בוטדיאן (1,3-butadiene)	–	0.3 (יומי) 0.3 (שנתי)	–
קדמיום (ב-PM ₁₀) (cadmium)	5 ננוגרם/מ"ק (שנתי)	5 ננוגרם/מ"ק (יומי) 5 ננוגרם/מ"ק (שנתי)	5 ננוגרם/מ"ק
פורמלדהיד (formaldehyde)	100 (חצי שעות)	15 (שעתי) – ולכל היותר 10 חריגות שעתיות 3.3 (שנתי)	100 (30 דקות)
כספית (mercury)	–	0.6 (שעתי בכלל החלקיקים באוויר) 0.03 (שנתי)	1 (אדי כספית אנאורגנית)
טריכלורואתילן (trichloroethylene)	1000 (יומי)	2 (יומי) 2 (שנתי)	*23

* מבוסס על סיכון של אדם אחד מתוך 100,000 נפש לחלות בסרטן במשך החיים.

←
לוח 1
מקור: המשרד
להגנת הסביבה⁽²⁾

האוויר בישראל מנוטר דרך קבע באמצעות רשת של 146 תחנות ניטור אוויר שמודדות מזהמים קריטריוניים (criteria pollutants) (אוזון, גופרית דו-חמצנית, PM₁₀, PM_{2.5}, תחמוצות חנקן [nitrogen oxides], חנקן דו-חמצני, פחמן חד-חמצני, בנזן), ו-18 תחנות המבצעות ניטור דו-שבועי של מזהמים שאינם קריטריוניים (כגון תרכובות אורגניות נדיפות [volatile organic compounds - VOCs], פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים [poly-aromatic hydrocarbons – PAHs], אלדהידים [aldehydes], מתכות כבדות, אמוניה ומימן גופרתי [hydrogen sulfide]). התחנות מופעלות על-ידי המשרד להגנת הסביבה, הרשויות המקומיות, איגודי ערים לאיכות הסביבה, חברת החשמל לישראל, התעשייה ורשויות הנמלים. 21 מזהמים מנוטרים בסך הכול, ובהם מזהמים קריטריוניים ומזהמים שאינם קריטריוניים. באתרים מסוימים נערכת סריקה שנתי של מזהמים נוספים, ובהם דיוקסינים (dioxins) ופורנים (furans). כל המדידות כפופות לבקרת האיכות של המשרד להגנת הסביבה, והן מתבצעות על-פי תקני הארגון הבין-לאומי לתקינה (International Organization for Standardization - ISO). בשנת 2016 החל המשרד להגנת הסביבה בניטור של פחמן שחור (black carbon) ושל חלקיקים שקוטרם קטן ממיקרומטר אחד (PM₁).

התוכנית הלאומית לצמצום זיהום אוויר במפרץ חיפה

בהמשך להחלטת ממשלה מ-2015, החל בשנת 2016 יישומה של "תוכנית לצמצום זיהום האוויר והסיכונים הסביבתיים במפרץ חיפה" לשנים 2015–2020. התוכנית הלאומית, שלרשותה תקציב של 115.5 מיליון ש"ח, צפויה להפחית ב-50% את זיהום האוויר התעשייתי במפרץ חיפה^(8,9). התוכנית כוללת הגדרת מפרץ חיפה כאזור מופחת פליטות, צמצום נסיעת משאיות כבדות בצירי תנועה ראשיים של חיפה בשעות העומס, חובת התקנה של מערכות להשבת אדי דלק בתחנות דלק במפרץ חיפה, תמיכה כספית בהפעלה של 25 אוטובוסים חשמליים ו-200 מערכים לשיתוף רכב חשמלי בחיפה, חובת התקנה של מסנני חלקיקים בכלי רכב מזהמים בעיר חיפה ותוספת של תחנות ניטור ודגימה באזור מפרץ חיפה⁽⁵⁾.

במסגרת התוכנית הלאומית פרסם המשרד להגנת הסביבה, בשיתוף משרד הבריאות, קול קורא למחקרים אפידמיולוגיים ולסקרים במפרץ חיפה, ומספר מחקרים אפידמיולוגיים שונים תוקצבו. התוכנית כוללת גם מערכת לניטור של תוצאים בריאותיים בקרב פעוטות, ילדים בגיל בית הספר ומבוגרים. התוכנית, המופעלת על ידי משרד הבריאות, כוללת ניטור של סוכרת מסוג 2, אסתמה, מחלות לב וכלי דם, מחלות נשימה וכן של תוצאים קוגניטיביים.

סוגיות נוספות במדיניות ורגולציה

המשרד להגנת הסביבה הציע לאחרונה תקנים חדשים המחייבים תחנות דלק להתקין מערכות השבה לאדי דלק כדי לצמצם פליטות של פחמימנים. המשרד להגנת הסביבה מקדם, בשיתוף עם משרד הבריאות ומשרד התחבורה, תקנות המסדירות פליטת תחמוצות גופרית (sulfur oxides), תחמוצות חנקן, בנזן ומתכות כבדות מכלי שיט, כדי לצמצם את זיהום האוויר בנמלים ובסביבותיהם.

מספר ניכר של מפחמות הפועלות בשטחי הרשות הפלסטינית גורמות לזיהום אוויר חמור ולמפגע ריח רע הפוגעים הן בתושבים פלסטינים והן בתושבים ישראלים המתגוררים באזורים הסמוכים למפחמות. על פי החלטת ממשלה הוקמה בשנת 2015 ועדה בין-משרדית (משרד החקלאות ופיתוח הכפר, משרד הבריאות, המשרד להגנת הסביבה, משרד הכלכלה והתעשייה, משרד האוצר וחברת החשמל) כדי להתמודד עם הבעיה. הוועדה המליצה על איסור העברת חומרי גלם (עץ) מישראל למפחמות הפלסטיניות ואיסור העברת פחמים מהרשות הפלסטינית לישראל⁽⁶⁾.

משרד הבריאות מקדם, בשיתוף המשרד להגנת הסביבה, משרד החינוך ומשרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים, תוכנית להעלאת המודעות לאירועי זיהום אוויר חריגים ולתוצאיהם הבריאותיים בקרב מנהלי מוסדות חינוך ורווחה. המשרדים פועלים לשיפור העברת המידע אל מערכות החינוך והרווחה ובתוכן במקרים של אירועי זיהום אוויר חריגים⁽¹⁰⁾.

משרדי הבריאות והגנת הסביבה, בשיתוף ההתאחדות הישראלית לכדורגל, פרסמו בשנת 2016 הנחיות הנוגעות לביטול משחקי כדורגל מקצועניים וחצי-מקצועניים ואירועי ספורט תחרותיים בזמן אירועים של זיהום אוויר חריג.

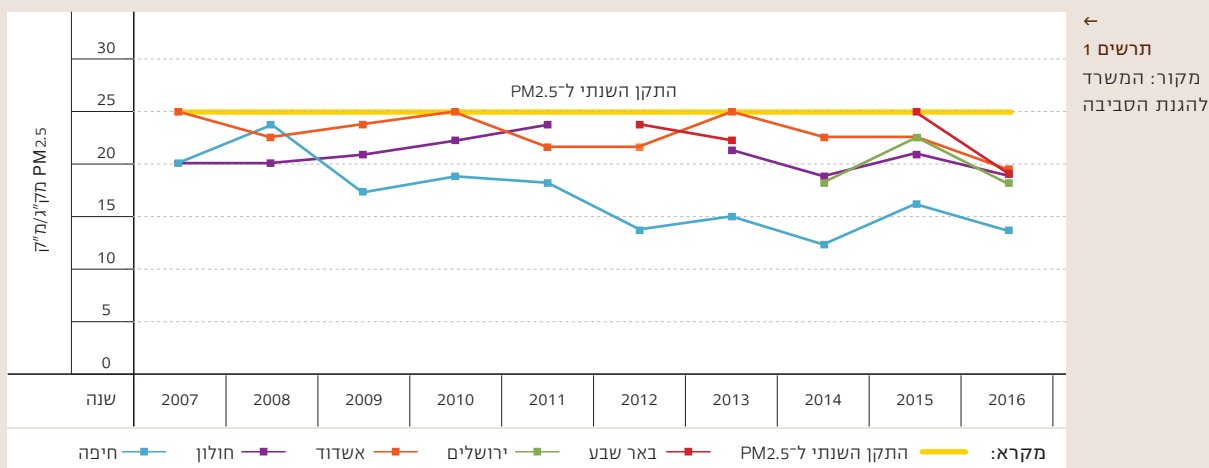
על-פי החלטה של המועצה הארצית לתכנון ולבנייה, שהתקבלה בשנת 2017, בפרויקטים של התחדשות עירונית המרחק המינימלי בין תחנות דלק קטנות (עד 4 עמדות תדלוק) ובין אתרים רגילים, לרבות בתי מגורים ובתי ספר, צומצם ל-20 מטרים.

נתונים על זיהום האוויר בישראל

נתונים של מרשם הפליטות לסביבה – מפל"ס, אשר פורסמו ב-2016, הראו הפחתה משמעותית בפליטות מדווחות של פחמן דו-חמצני, של תחמוצות חנקן, של גופרית דו-חמצנית, של חומר חלקיקי ושל תרכובות אורגניות נדיפות, להוציא מתאן (methane) בשנים 2012–2015; למשל, הפחתה של 34% בגופרית דו-חמצנית ובתחמוצות חנקן, ושל 14% בתרכובות אורגניות נדיפות שאינן מתאן (non-methane VOCs - NMVOC). הירידה הניכרת בגופרית דו-חמצנית נעוצה בשיפור איכות הדלק המשמש בישראל בשנים האחרונות ובעליית השימוש בגז טבעי לשם הפקת אנרגיה ובמתקני תעשייה אחדים. עם זאת, מאז 2012 יש עלייה קבועה בפליטות של מתאן, שהוא גז חממה פעיל⁽³⁾.

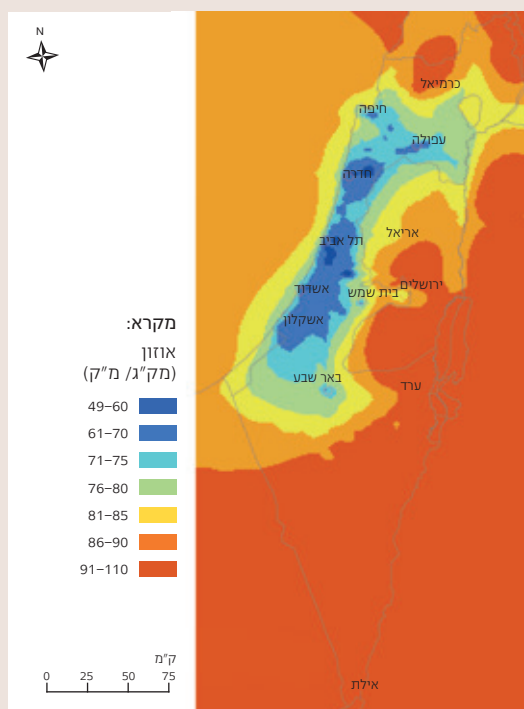
מדידות בתחנות ניטור מראות כי רמת ה-PM_{2.5} ירדה בעשור האחרון (תרשים 1). בשנת 2016 היו 466 מדידות שערכיהן חרגו מהתקן הסביבתי למוצק יומי של PM_{2.5}. רבות מהמדידות הללו נבעו מתנאים מטאורולוגיים שגרמו לפיזור אבק מינרלי ממדבריות בסביבה הגיאוגרפית של ישראל.

ריכוזים שנתיים של PM_{2.5} (מק"ג/מ"ק) - מגמות באזורים מייצגים, 2007-2016

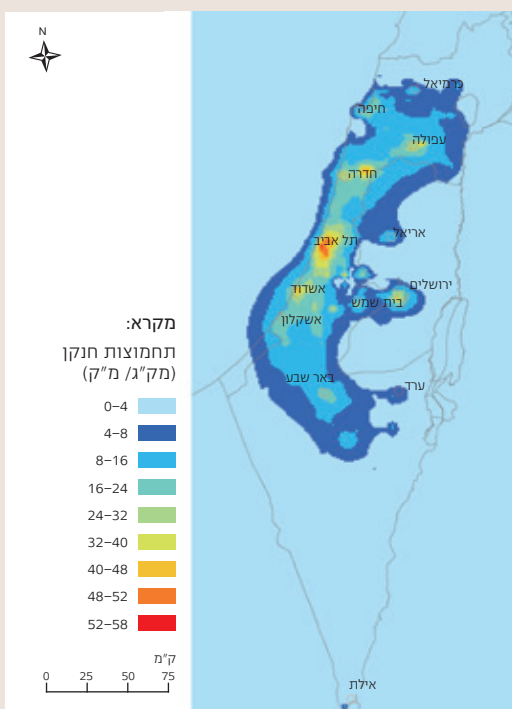


פליטת תחמוצות חנקן אמנם פחתה בשנים האחרונות, אך רמות גבוהות יחסית נמדדו בערים הגדולות (בעיקר בתל אביב) ובאזורים הסמוכים לתחנות כוח (חדרה, אשדוד ואלון התבור) (תרשים 2). רמות האוזון לא פחתו בשנים האחרונות. הריכוזים הגבוהים ביותר של אוזון נמדדו באזורים הרחוקים ממקורות פליטה, כגון יהודה, שומרון והגליל (תרשים 3).

ריכוזי אוזון בישראל, על בסיס מודלים משולבים של ניטור ואיכות אוויר, 2015



ריכוזי תחמוצות חנקן בישראל, על בסיס מודלים משולבים של ניטור ואיכות אוויר, 2015

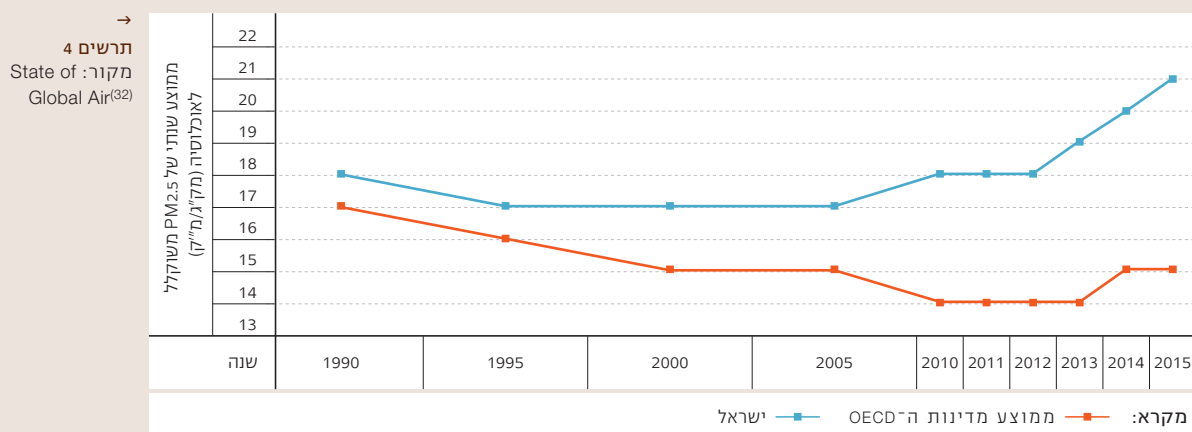


חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) בנו בסיס נתונים של זיהום אוויר לשימוש קהילת החוקרים. בסיס הנתונים מכיל מגוון נתונים, כגון נתוני ניטור זיהום אוויר ונתונים מטאורולוגיים.

נתונים על נטל התחלואה והעלויות הקשורים בזיהום האוויר בישראל

על-פי מחקר "נטל התחלואה העולמי" (Global Burden of Disease), שיעור מקרי המוות המיוחסים לחשיפה ל- $PM_{2.5}$ בישראל קטן בשנים 2000–2015 – משיעור של 29 ל-100,000 נפש בשנת 2000 לשיעור של 26.5 ל-100,000 נפש בשנת 2015⁽¹⁷⁾. עם זאת, המספר המוחלט של מקרי המוות גדל בשנים אלה מ-1,740 ל-2,133, בשל הגידול באוכלוסייה. על-פי בסיס נתונים זה, החשיפה ל- $PM_{2.5}$, כפי שנמדדה על סמך ריכוזים המשוקלים לאוכלוסייה, גדלה בישראל ב-25 השנים האחרונות, ובעשור האחרון היא גדולה מהעלייה הממוצעת במדינות הארגון לשיתוף פעולה ופיתוח כלכלי (Organization for Economic Co-operation and Development - OECD) (תרשים 4). עלייה זו חלה בשל העלייה בחשיפה באזורים מאוכלסים, והשוני מהעלייה הממוצעת ב-OECD נובע בחלקו מהתרכזות האוכלוסייה בישראל באזורים שבהם הזיהום גבוה יותר⁽³²⁾. יש לציין כי נתוני זיהום האוויר בבסיס הנתונים של נטל התחלואה העולמי מבוססים על מדידות קרקע ועל הערכות על סמך תצפיות לוויינים, וכי יש מקום לניתוחים נוספים בישראל.

חשיפה שנתית ממוצעת משוקללת לאוכלוסייה ל- $PM_{2.5}$ בישראל וממוצע מדינות ה-OECD, 1990–2015



על-פי דוח מינהל הסביבה (Environment Directorate) של ה-OECD, שפורסם ב-2017, היו בישראל 2,240 מקרי מוות בשל זיהום אוויר בשנת 2015, ונרשמה עלייה כללית בשיעור התמותה עקב זיהום אוויר בין 2010 (238 למיליון נפש) ל-2015 (265 למיליון נפש). הדוח מעריך את עלות התמותה הנגרמת מזיהום אוויר בישראל ב-2015 ב-7.3 מיליארד דולרים⁽²⁷⁾.

חוקרים במשרד הבריאות ניתחו ב-2016 את הקשר בין חשיפה ל- $PM_{2.5}$ ובין הסיכון למגוון רחב של תוצאי בריאות שליליים, ובכלל זה מחלות נשימה, מחלות לב וכלי דם, סרטן, סוכרת ומשקל לידה נמוך. החוקרים השתמשו במודל WIDE (הכולל התייחסות כוללנית ורחבה לפתולוגיות נשימתיות / של כלי דם) והעריכו שהחשיפה ל- $PM_{2.5}$ ב-2015 הביאה ל-1,908 מקרי מוות, ל-348,039 ימי אשפוז ולעלות של 1.3 מיליארד דולרים (לוח 2)⁽¹⁶⁾.

מקרי מוות ואשפוזים עקב חשיפה ל- $PM_{2.5}$ בישראל והעלויות הנלוות, 2015

→ לוח 2
מקור: Ginsberg et al., 2016⁽¹⁶⁾

הערכת עלויות / השפעות של $PM_{2.5}$ על-פי מודל WIDE (באחוזים מן העלויות הכוללות)		
מקרי מוות (מספר)	1,908 (4.3%)	
ימי אשפוז (מספר)	348,039 (6.7%)	
הוצאות אשפוז כלליות	\$318,918,656 (7.1%)	
סה"כ הוצאות בריאות	\$1,027,757,036 (4.6%)	

מחקר על זיהום אוויר בישראל (פורסם 2014–2017)

חשיפה

חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) ומהאוניברסיטה העברית בירושלים פיתחו שיטה לחיזוי זיהום אוויר בעזרת מודל סטטיסטי מסוג land use regression, והראו כי אפשר להעריך בעזרתו ריכוזים היסטוריים של תחמוצות חנקן שמקורן בכלי רכב על הכבישים משנת 1961 ועד 2011, גם בטרם היו מדידות זמינות⁽²³⁾.

בשנת 2016 הראו חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) שאפשר להשתמש באותות ממשדרי מערכות ניווט לווייניות (GPS) המותקנים על גבי כלי רכב כדי לייצג פליטות של כלי רכב, ולפתח מפות בעלות רזולוציית מרחב-זמן (spatiotemporal resolution) גבוהה מאוד של ריכוז מזהמי אוויר עיקריים, אשר יכולות לשמש להערכת חשיפה⁽¹²⁾.

חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) הראו ב־2017 ששימוש בכתובות המגורים בלבד – במחקרי חשיפה לזיהום אוויר – עלול להביא לשגיאה בהערכת מידת החשיפה, ושבנסיבות מסוימות חשוב להביא בחשבון גם יוממות^(30,31).

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב בחנו את הפריסה במרחב ובזמן של חומר חלקיקי בעת סופות אבק בדרום הארץ, בעיר באר שבע, והראו כי יש שינויים בריכוזי החלקיקים באזורים שונים בעיר וכי ריכוז החלקיקים גבוה יותר בחלקי העיר הקרובים יותר למקורות של אבק⁽²¹⁾.

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) ושותפים מאוניברסיטת הרווארד ומסוכנות החלל האמריקנית (National Aeronautics and Space Administration – NASA) פיתחו מודל להערכת זיהום אוויר (PM₁₀ ו-PM_{2.5}) על-ידי שימוש במודלים היברידיים שכוללים מידע מלוויינים⁽²⁰⁾.

תוצאים ביוכימיים

חוקרים ממכון ויצמן מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב הראו ב־2016 כי חשיפות חוזרות ונשנות ל-PM מביאות לדיכוי מנגנוני ההגנה של הריאות וגורמות לנזקי חמצון של ליפידים וחלבונים⁽²⁸⁾.

במחקר שהתפרסם ב־2016 הוכיחו חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב שחשיפה ל-PM₁₀ מעלה רמות של גלוקוז, המוגלובין A1c, ליפופרוטאין בעל צפיפות נמוכה (low-density lipoprotein) וטריגליצרידים בדם, ומורידה רמות של ליפופרוטאין בעל צפיפות גבוהה (high-density lipoprotein), בייחוד בקרב חולי סוכרת⁽³⁹⁾.

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב הראו ב־2015 שחשיפה לחנקן דו-חמצני ולגופרית דו-חמצנית קשורה לעלייה קטנה, אך מובהקת סטטיסטית, של רמות הגלוקוז בדם⁽⁴⁰⁾.

מחלות נשימה

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב מצאו בשנת 2014 כי הריכוזים היומיים של PM₁₀ היו גבוהים במידה קיצונית בימים של סופות אבק, וכי יש קשר חיובי בין סופות אבק ובין שיעור האשפוזים בגלל החמרה של מחלת ריאות חסימתית כרונית. ההשפעה גברה עם הגיל והייתה גבוהה יותר בקרב נשים. החוקרים הסיקו שחשיפה קצרת מועד ל-PM₁₀ ממקור טבעי בזמן סופות אבק מגבירה את הסיכון לאשפוז בגלל החמרה במחלת ריאות חסימתית כרונית⁽³³⁾.

חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים ומאוניברסיטת חיפה הראו ב־2015 שסופות חול מביאות לעלייה בריכוזי PM_{10} , וזו גורמת לעלייה במספר האשפוזים בבתי חולים בשל בעיות נשימה⁽¹⁴⁾.

חוקרים מהמרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי הראו ב־2015 שיש מתאם בין חשיפה ל־ $PM_{0.1}$ ובין רמות גבוהות של תסמינים נשימתיים (כגון ריבוי אאיזונופילים בכיח) ושל דלקות בדרכי הנשימה אצל ילדים חולי אסתמה⁽¹¹⁾.

במאמר שפורסם ב־2015 הצביעו חוקרים מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב על קשר בין סופות אבק בדרגה בינונית ובין הסתברות גבוהה לקניית תרופות לטיפול באסתמה. הסתברות גבוהה יותר לאשפוז נצפתה באוכלוסייה הכפרית של הבדואים בדרום הארץ⁽⁴²⁾.

במאמר שפורסם ב־2016 הראו חוקרים מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב שחשיפה לחומר חלקיקי טבעי (למשל, בעקבות סופות אבק) הגדילה את הסיכון לאשפוז בגלל דלקת ריאות, בעיקר בקרב מטופלים מעל גיל 65 ובקרב חולי לב⁽³⁵⁾.

חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב ומשירותי בריאות כללית פרסמו ב־2015 מחקר ובו הראו כי מגורים בקרבת אזורי תעשייה שיש בהם פוטנציאל של סיכון עלולים להביא לידי אשפוזים בשל מחלות נשימה בילדות המוקדמת⁽²⁴⁾.

במאמר שפורסם ב־2015 ציינו חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים שילדות בנות 5–14 וילדים בני 0–4 נתונים בסיכון מוגבר לאשפוז בגלל מחלות נשימה עקב חשיפה לזיהום אוויר תחבורתי באזור המגורים. הממצאים מצביעים על קשרים אפשריים בין זיהום אוויר תחבורתי ובין אשפוז ילדות וילדים בקבוצות גיל שונות⁽²⁵⁾.

חוקרים באוניברסיטת חיפה פרסמו ב־2015 סקירת מחקרים בנושא תוצאים נשימתיים של זיהום אוויר בישראל. החוקרים מצאו תוצאות סותרות במחקרים השונים, בייחוד בעבודות שחקרו את הקשר בין PM_{10} לאסתמה, וייחסו את אי־ההתאמות האלו למתודולוגיות מחקר שונות ולסוגים שונים של נתונים⁽¹⁸⁾.

מחלות לב וכלי דם

חוקרים באוניברסיטת בן־גוריון בנגב פרסמו ב־2015 מאמר המראה כי חשיפה ל־ PM_{10} ול־ $PM_{2.5}$ קשורה לסיכון גבוה יותר לשבץ איסכמי אצל מבוגרים מתחת לגיל 55⁽⁴¹⁾.

חוקרים באוניברסיטת בן־גוריון בנגב הראו ב־2015 שחשיפה לחומר חלקיקי לא־אנתרופוגני קשורה לתחלואת לב וכלי דם, ושהקבוצות הרגישות ביותר היו נשים קשישות ובדואים. ממצאים אלו סיפקו ראיות לקשר בין זיהום אוויר (חנקן דו־חמצני), מזג האוויר וביקורים בחדרי מיון בשל כאבי ראש. החוקרים סבורים שעלויות קצרות זמן בזיהום אוויר עלולות לעורר כאב ראש על־ידי מגוון מנגנונים, כגון עלייה בדלקות ריאות ובדלקות כלליות, הגברת קרישיות הדם ושינוי של הפעילות האנדותרלית^(34, 36).

סרטן

במאמר שפורסם ב־2017 הראו חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH), מהאוניברסיטה העברית בירושלים ומאוניברסיטת תל אביב שחשיפה כרונית לזיהום אוויר תחבורתי עלולה להיות גורם סיכון סביבתי לסרטן בקרב חולים שלקו באוטם שריר הלב. עלייה של 10 חלקים למיליארד (ppb) בחשיפה הממוצעת לתחמוצת חנקן נקשרה לסיכון מוגבר לסרטן, בעיקר לסרטן של הריאות, של שלפוחית השתן, של הכליות ושל הערמונית⁽¹³⁾.

היריון ותוצאי לידה

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב וממשרד הבריאות פרסמו ב-2016 ממצאים המראים קשר בין חשיפה תוך-רחמית לזיהום אוויר ובין שגשוגם של תאי דם טבורי. שגשוג נמוך של תאי דם טבורי נקשר לחשיפה לרמות סביבתיות של אוזון 1-4 ימים לפני הלידה, לחשיפה ל- $PM_{2.5}$ או ל- PM_{10} ברמות גבוהות מהרגיל 5-6 ימים לפני הלידה ולחשיפה לרמות של פחמן חד-חמצני (carbon monoxide) ביום הלידה ויום אחד לפנייה⁽²⁶⁾.

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב וממשרד הבריאות מצאו ב-2015, בקרב אוכלוסיית נשים בדואיות, שלחשיפה לחנקן דו-חמצני הייתה השפעה על מומים מולדים מינוריים, ואילו מומים מולדים חמורים נקשרו בעיקר לחשיפה למזהמים בסביבת בתי הנשים⁽²²⁾.

בשנת 2014 פורסם מחקר של חוקרים ממכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות, בשיתוף מכון ויצמן למדע ואוניברסיטת תל אביב, ובו צוין קשר אפשרי בין חשיפה לזיהום אוויר (PM_{10} ותחמוצות חנקן) ובין הסיכון למומים מולדים, בעיקר במחזור הדם ובאיברי המין. כן זוהה תוצא שלילי אפשרי של חשיפה לגופרית דו-חמצנית ושל אוזון בהריונות שמקורם בטיפול פוריות⁽¹⁵⁾.

תמותה

במחקר שפורסם ב-2017 נמצא שמעבר משימוש בפחם או בדלק עתיר-גופרית לשימוש בגז טבעי הביא לירידה בריכוזי גופרית דו-חמצנית ו- $PM_{2.5}$ בתל אביב, בחיפה ובאשדוד. בניתוח-על (meta-analysis) ששילב תוצאות משלוש הערים נמצאה ירידה מובהקת סטטיסטית באירועי לב וכלי דם (13.3% -) וירידה על סף המובהקות הסטטיסטית בתמותה הכללית (19% -) בעקבות המעבר לגז טבעי⁽³⁸⁾.

מחקר פעיל על זיהום אוויר בישראל: הערכת חשיפה ותוצאי בריאות

- במסגרת התוכנית הלאומית לצמצום זיהום האוויר במפרץ חיפה, הוחלט על מימון של מספר מחקרים אפידמיולוגיים. במחקרים אלו נכללת הקמת עוקבות לידה, ומחקרים אחרים יבחנו את הקשר בין זיהום אוויר לאסתמה ולסרטן בקרב מתגייסים לצבא, ואת העלויות הכרוכות בנטל התחלואה המיוחסת לזיהום אוויר.
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מהטכניון, מחברת שחל ומהמרכז הרפואי רבין משתמשים בנתוני טלרפואה כדי להעריך את הקשרים בין אירועי לב וכלי דם אקוטיים ובין רמות של חומר חלקיקי באוויר (שנמדד בתחנות ניטור).
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) ואוניברסיטת בן-גוריון בנגב בוחנים את הקשר בין חשיפה למזהמי אוויר שונים במהלך ההיריון ובין הסיכון להפרעה על הרצף האוטוטי.
- חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב בודקים את הקשר בין תוצאי היריון שליליים ובין חשיפה לאוזון בנגב, ואת הקשר בין חשיפת האם ל- PM_{10} ובין דלקות בדרכי הנשימה התחתונות של התינוק בשנת חייו הראשונה.
- חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) משתתפים במאגד (קונסורציום) בין-לאומי העוסק בשימוש בחיישנים זעירים (אישיים) למדידת זיהום אוויר ובוחנים טכנולוגיה זו באזור חיפה.

- חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב בוחנים את הקשר בין חשיפה אישית וחשיפה בתוך מבנים לזיהום אוויר ($PM_{2.5}$, NO_2) ופחמן שחור) ובין רמות סוכר בדם בקרב אנשים בריאים ובקרב אנשים עם סוכרת מסוג 2.
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) וממשרד הבריאות בוחנים את הקשר בין חשיפה ל- PM_{10} ובין רמות של הורמוני תריס בילודים.
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב מפתחים שיטה שתאפשר להבדיל בין מקורות שונים ורמות שונות של זיהום אוויר באזורים עירוניים בעזרת טכניקות המשתמשות בלווייני חישה מרחוק (satellite remote sensing).
- חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון מפתחים מודל לניבוי יומי ברזולוציה גבוהה של טמפרטורה, שיאפשר להעריך בצורה מדויקת יותר את החשיפה גם באזורים עירוניים וגם באזורים כפריים. מודל זה ישמש, בשילוב עם מודל להערכת חשיפה ל- $PM_{2.5}$, לבחינת הקשר בין גורמים אלו ותוצאי לידה שונים שכוללים משקל לידה נמוך, לידה מוקדמת, ירידת מים מוקדמת, מומים מולדים ורעלת הריון.

התקדמות מאז 2014

האתגרים העיקריים אשר הוצגו בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014" בתחום איכות האוויר כללו את הצורך בעדכון ערכי היעד והתקנים של איכות האוויר, בפיתוח אסטרטגיה לדגימה קבועה של מזהמים שאינם מנוטרים ברציפות, בצמצום ריכוזי PM_{10} ואוזון באזורים מטרופוליניים, בשיפור הפיזור המרחבי של תחנות ניטור אוויר בישראל ובאינטגרציה של תכנון התחבורה ותכנון שימושי הקרקע.

בעדכון ערכי יעד ותקני איכות אוויר הושגה התקדמות משמעותית (עבור בנזן, 1,3-בוטדיאן, קדמיום, פורמלדהיד, כספית וטריכלורואתילן). הושגה התקדמות בכיסוי המרחבי של רשת תחנות הניטור של איכות האוויר ובהיקף המזהמים הנדגמים, בהוספת שמונה תחנות לניטור איכות אוויר מאז 2014 ובניטור שני מזהמים נוספים (פחמן שחור ו- PM_{10}) ב-2016. הושגה התקדמות מסוימת בהורדת ריכוזי PM_{10} , חנקן דו-חמצני וגופרית דו-חמצנית באוויר, וכן הייתה ירידה קלה בריכוזי $PM_{2.5}$. לא הושגה התקדמות בהפחתת ריכוזי האוזון באוויר. באינטגרציה של תכנון התחבורה ותכנון שימושי הקרקע הושגה רק התקדמות מעטה.

אתגרים עיקריים

בעשור האחרון חלה עלייה משמעותית בהיקף ובעומק של המחקר בתחום זיהום האוויר ותוצאיו הבריאותיים בישראל, מתוך שימת דגש על המאפיינים הייחודיים של זיהום האוויר בישראל. קיים צורך להשתמש בנתונים מהמחקרים האפידמיולוגיים הרבים הנערכים בישראל כדי לאמוד את נטל התחלואה מזיהום אוויר ואת העלויות הנלוות לו.

מחקר של זיהום אוויר חוצה גבולות וניטור שלו באמצעות טכניקות של ייחוס מקורות (source apportionment techniques) יספק הבנה טובה יותר של תרומתם היחסית של מקורות שונים ושל האמצעים המתאימים הנדרשים לצמצום הזיהום. בשל ריכוזי הרקע הגבוהים של מזהמי אוויר מסוימים, יש להניח שישראל לא תוכל להגיע לערכי היעד על-ידי תוכניות לאומיות (בגבולות ישראל) בלבד. טכניקות של ייחוס מקורות חיוניות גם לשם הערכת האמצעים לצמצום זיהום מקומי. ניתוח כלכלי של עלויות הזיהום הסביבתי בישראל שפורסם ב-2017 הצביע על שונות גיאוגרפית

במגזרים האחראים לעלויות זיהום האוויר העיקריות. במחוז חיפה, מגזר האנרגיה היה אחראי ל-75% מעלויות זיהום האוויר, ואילו במחוזות תל אביב וירושלים התחבורה הייתה המגזר הדומיננטי, האחראי ל-83% מהעלויות ול-71% מהעלויות, בהתאמה⁽⁴⁾.

בעקבות החלטת הממשלה משנת 2015, כונו מאמצים ומשאבים ניכרים לצמצום זיהום האוויר במפרץ חיפה. חשוב להגדיר עוד אזורים עירוניים כמופחתי פליטות בישראל ולהקטין את נטל התחלואה הקשורה לזיהום אוויר – לא רק ב"נקודות חמות" (hot spots) אלא גם באזורים שרמות זיהום האוויר בהם ממוצעות. יש צורך לשפר את שיטות ההערכה של רמות החשיפה לזיהום אוויר ולספק תחשיב מדויק יותר של נטל התחלואה ושל העלויות המיוחסות לטווח החשיפה הממשי של כל חלקי האוכלוסייה.

תחבורה היא מקור עיקרי של זיהום אוויר, אולם מעט מדי משאבים מושקעים בתחבורה הציבורית. מספר המכוניות הנרכשות מדי שנה בישראל מוסיף לעלות (על-פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, בשנת 2017 נרכשו בישראל 272,000 כלי רכב פרטיים). יש צורך להגדיל את ההשקעות בתחבורה ציבורית ולאמץ אמצעים חדשניים לצמצום תנועת כלי הרכב, למשל – ביצירת תשתית חברתית לשיתוף מכוניות (car sharing). אין ספק שהקטנת תנועת כלי הרכב והקטנת מספר כלי הרכב בבעלות פרטית יתרמו לשיפור איכות האוויר. "התוכנית לצמצום זיהום אוויר מתחבורה", שאושרה בשנת 2016, מתוקצבת ב-260 מיליון ש"ח, והיא צפויה לקדם סוגיה זו ב-2017–2018.

בשנים האחרונות חלה בישראל הפחתה ניכרת של פליטות מזהמי אוויר, אולם עדיין יש בכל שנה יותר מ-2,000 מקרי מוות המיוחסים לזיהום האוויר⁽²⁷⁾. העלויות הכרוכות בזיהום אוויר מגיעות ליותר מ-7 מיליארד דולר בשנה. בשנת 2013 אישרה הממשלה "תוכנית לאומית למניעה ולצמצום של זיהום האוויר בישראל", אך התוכנית תוקצבה רק בחלקה. חלקים אחדים של התוכנית אמנם יושמו במלואם (למשל, עידוד השימוש בתחבורה ציבורית במקומות עבודה וכימות של חלקיקים נשימים ממחצבות), אך חלקים מרכזיים אחרים עדיין ממתנים ליישומם (למשל, גריטה של מכוניות פרטיות ישנות, קידום רכישה של אוטובוסים מונעי גז טבעי ושימוש בהם ומיסוי דיפרנציאלי של דלקים)⁽¹⁾. ניתוח נטל התחלואה בישראל והעלויות הכרוכות בו עשוי לתרום להתוויית קווים מנחים בקרב קובעי המדיניות ומקבלי ההחלטות – לשם הקצאה מיטבית של תקציבים לצמצום זיהום אוויר⁽²⁹⁾.

- (1) המרכז להעצמת האזרח (2017). דו"ח מעקב. תכנית לאומית למניעה ולצמצום זיהום אוויר בישראל.
<http://www.ceci.org.il/sites/citizens/UserContent/files/Pollution.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (2) המשרד להגנת הסביבה (2015). מסמך רקע לעדכון ערכי איכות אוויר.
<http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/svivaair/laws/documents/air-quality-values%2021-12-15.pdf>
 (אוחזר בספטמבר 2017).
- (3) המשרד להגנת הסביבה (2016). מפלס - מרשם הפליטות לסביבה - סיכום וניתוח דיווחי 2015.
http://www.sviva.gov.il/PRTRIsrael/Documents/2015/miflas_2015%20final.pdf
 (אוחזר בספטמבר 2017).
- (4) המשרד להגנת הסביבה (2017). מסד נתונים כלכלי-סביבתי, מרץ 2017.
<https://www.green.org.il/wp-content/uploads/2017/06/%D7%93%D7%95%D7%97-%D7%A1%D7%95%D7%A4%D7%99-%D7%9E%D7%A1%D7%93-%D7%A0%D7%AA%D7%95%D7%A0%D7%99%D7%9D-%D7%9B%D7%9C%D7%9B%D7%9C%D7%99-%D7%A1%D7%91%D7%99%D7%91%D7%AA%D7%99-%D7%9E%D7%A8%D7%A5-2017.pdf>
 (אוחזר ביולי 2017).
- (5) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בינואר 2017). הפחתת הזיהום מתחבורה במפרץ חיפה.
<http://www.sviva.gov.il/YourEnv/CountyHaifa/HaifaBay/Pages/transportation-HaifaBay.aspx>
 (אוחזר ביולי 2017).
- (6) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בנובמבר 2016). לראשונה: פעילות בשטח B כנגד המפחמות הפלסטיניות – הוחרמו 160 טון של גדמי עצים.
<http://www.sviva.gov.il/infoservices/newsandevents/messagedoverandnews/pages/2016/november2016/enforcement-char-coal-kiln.aspx>
 (אוחזר ביולי 2017).
- (7) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בספטמבר 2015). מזהמי אוויר נפוצים והשפעתם על הבריאות.
<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/PollutantHealth/Pages/default.aspx>
 (אוחזר בספטמבר 2017).
- (8) המשרד להגנת הסביבה. תכנית הפעולה הלאומית לאזור מפרץ חיפה. חיפה – העיר הראשונה בישראל עם "אזור אוויר נקי".
<http://www.sviva.gov.il/yourenv/countyhaifa/haifabay/documents/haifabayplan/haifabay-actionplan-brochure2015.pdf>
 (אוחזר ביולי 2017).
- (9) המשרד להגנת הסביבה (עודכן ביוני 2017). תכנית הפעולה הלאומית למפרץ חיפה.
<http://www.sviva.gov.il/YourEnv/CountyHaifa/HaifaBay/Haifa-Bay-National-Plan/Pages/haifabayactionplan2015.aspx>
 (אוחזר ביולי 2017).
- (10) משרד הבריאות, משרד החינוך והמשרד להגנת הסביבה. היערכות מערכת החינוך לאירועי זיהום אוויר חריג.
<http://meyda.education.gov.il/files/Bitachon/eiarchutmarechethachinuch.pdf>
 (אוחזר בספטמבר 2017).
- (11) Benor, S., Alcalay, Y., Domany, K. A., Gut, G., Soferman, R., Kivity, S., & Fireman, E. (2015). Ultrafine particle content in exhaled breath condensate in airways of asthmatic children. *Journal of Breath Research*, 9(2), 026001. <https://doi.org/10.1088/1752-7155/9/2/026001>
- (12) Chen, S., Bekhor, S., Yuval, & Broday, D. M. (2016). Aggregated GPS tracking of vehicles and its use as a proxy of traffic-related air pollution emissions. *Atmospheric Environment*, 142, 351-359. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.08.015>
- (13) Cohen, G., Levy, I., Yuval, Kark, J. D., Levin, N., Broday, D. M., ...Gerber, Y. (2017). Long-term exposure to traffic-related air pollution and cancer among survivors of myocardial infarction: A 20-year follow-up study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 24(1), 92-102. <https://doi.org/10.1177/2047487316669415>
- (14) Ebenstein, A., Frank, E., & Reingewertz, Y. (2015). Particulate matter concentrations, sandstorms and respiratory hospital admissions in Israel. *Israel Medical Association Journal*, 17(10), 628-632.
- (15) Farhi, A., Boyko, V., Almagor, J., Benenson, I., Segre, E., Rudich, Y., ...Lerner-Geva, L. (2014). The possible association between exposure to air pollution and the risk for congenital malformations. *Environmental Research*, 135, 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.08.024>

- (16) Ginsberg, G. M., Kaliner, E., & Grotto, I. (2016). Mortality, hospital days and expenditures attributable to ambient air pollution from particulate matter in Israel. *Israel Journal of Health Policy Research*, 5, 51. <https://doi.org/10.1186/s13584-016-0110-7>
- (17) Global Health Data Exchange (GHDx). GBD results tool. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool> (retrieved June 2017).
- (18) Greenberg, N., Carel, R., & Portnov, B. A. (2015). Air pollution and respiratory morbidity in Israel: A review of accumulated empiric evidence. *Israel Medical Association Journal*, 17(7), 445-450.
- (19) International Agency for Research on Cancer, World Health Organization (2015). Outdoor air pollution / IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. *Outdoor Air Pollution*, 109 (retrieved October, 2017).
- (20) Kloog, I., Sorek-Hamer, M., Lyapustin, A., Coull, B., Wang, Y., Just, A. C., Schwartz, J., & Broday, D. M. (2015). Estimating daily PM_{2.5} and PM₁₀ across the complex geo-climate region of Israel using MAIAC satellite-based AOD data. *Atmospheric Environment*, 122, 409-416. doi: 10.1016/j.atmosenv.2015.10.004
- (21) Krasnov, H., Kloog, I., Friger, M., & Katra, I. (2016). The spatio-temporal distribution of particulate matter during natural dust episodes at an urban scale. *PLoS One*, 11(8), e0160800. doi: 10.1371/journal.pone.0160800
- (22) Landau, D., Novack, L., Yitshak-Sade, M., Sarov, B., Kloog, I., Hershkovitz, R., ...Karakis, I. (2015). Nitrogen dioxide pollution and hazardous household environment: What impacts more congenital malformations. *Chemosphere*, 139, 340-378. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.06.091>
- (23) Levy, I., Levin, N., Yuval, Schwartz, J. D., & Kark, J. D. (2015). Back-extrapolating a land use regression model for estimating past exposures to traffic-related air pollution. *Environmental Science and Technology*, 49(6), 3603-3610. <https://doi.org/10.1021/es505707e>
- (24) Nirel, R., Maimon, N., Fireman, E., Agami, S., Eyal, A., & Peretz, A. (2015). Respiratory hospitalizations of children living near a hazardous industrial site adjusted for prevalent dust: A case-control study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(2), 273-279. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.12.003>
- (25) Nirel, R., Schiff, M., & Paltiel, O. (2015). Respiratory hospitalizations of children and residential exposure to traffic air pollution in Jerusalem. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(1), 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.07.003>
- (26) Novack, L., Yitshak-Sade, M., Landau, D., Kloog, I., Sarov, B., & Karakis, I. (2016). Association between ambient air pollution and proliferation of umbilical cord blood cells. *Environmental Research*, 151, 783-788. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.09.009>
- (27) OECD Environment Directorate (2017). *The rising cost of ambient air pollution in the 21st century. Results for the BRIICS and the OECD countries.*
- (28) Pardo, M., Porat, Z., Rudich, A., Schauer, J. J., & Rudich, Y. (2016). Repeated exposures to roadside particulate matter extracts suppresses pulmonary defense mechanisms, resulting in lipid and protein oxidative damage. *Environmental Pollution*, 210, 227-237. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.12.009>
- (29) Samet, J. M. (2016). The burden of disease from air pollution in Israel: How do we use burden estimates to advance public health? *Israel Journal of Health Policy Research*, 5, 63. <https://doi.org/10.1186/s13584-016-0120-5>
- (30) Shafran-Nathan, R., Levy, I., Levin, N., & Broday, D. M. (2017). Ecological bias in environmental health studies: The problem of aggregation of multiple data sources. *Air Quality Atmosphere & Health*, 10(4), 411-420. <https://doi.org/10.1007/s11869-016-0436-x>
- (31) Shafran-Nathan, R., Yuval, Levy, I., & Broday, D. M. (2017). Exposure estimation errors to nitrogen oxides on a population scale due to daytime activity away from home. *Science of the Total Environment*, 580, 1401-1409. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.105>

- (32) State of Global Air 2017 <https://www.stateofglobalair.org/> (retrieved September 2017).
- (33) Vodonos, A., Friger, M., Katra, I., Avnon, L., Krasnov, H., Koutrakis, P., ...Novack, V. (2014). The impact of desert dust exposures on hospitalizations due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 7(4), 433-439. <https://doi.org/10.1007/s11869-014-0253-z>
- (34) Vodonos, A., Friger, M., Katra, I., Krasnov, H., Zahger, D., Schwartz, J., & Novack, V. (2015). Individual effect modifiers of dust exposure effect on cardiovascular morbidity. *PLoS One*, 10(9), e0137714. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137714>
- (35) Vodonos, A., Kloog, I., Boehm, L., & Novack, V. (2016). The impact of exposure to particulate air pollution from non-anthropogenic sources on hospital admissions due to pneumonia. *European Respiratory Journal*, 48(6), 1791-1794. <https://doi.org/10.1183/13993003.01104-2016>
- (36) Vodonos, A., Novack, V., Zlotnik, Y., & Ifergane, G. (2015). Ambient air pollution, weather and daily emergency department visits for headache. *Cephalalgia*, 35(12), 1085-1091. <https://doi.org/10.1177/0333102415570300>
- (37) World Health Organization (2000). *Air quality guidelines for Europe. Second Edition*. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf (retrieved June 2017).
- (38) Yinon, L., & Thurston, G. (2017). An evaluation of the health benefits achieved at the time of an air quality intervention in three Israeli cities. *Environment International*, 102, 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.12.025>
- (39) Yitshak Sade, M., Kloog, I., Liberty, I., Schwartz, J., & Novack, V. (2016). The association between air pollution exposure and glucose and lipids levels. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 101(6), 2460-2467. <https://doi.org/10.1210/jc.2016-1378>
- (40) Yitshak-Sade, M., Kloog, I., Liberty, I. F., Katra, I., Novack, L., & Novack, V. (2015). Air pollution and serum glucose levels: A population-based study. *Medicine (Baltimore)*, 94(27), e1093. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000001093>
- (41) Yitshak-Sade, M., Novack, V., Ifergane, G., Horev, A., & Kloog, I. (2015). Air pollution and ischemic stroke among young adults. *Stroke*, 46(12), 3348-3353. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.010992>
- (42) Yitshak-Sade, M., Novack, V., Katra, I., Gorodischer, R., Tal, A., & Novack, L. (2015). Non-anthropogenic dust exposure and asthma medication purchase in children. *European Respiratory Journal*, 45(3), 652-660. <https://doi.org/10.1183/09031936.00078614>



איכות אוויר הפנים

איכות אוויר הפנים (indoor air quality - IAQ) היא איכות האוויר בתוך סביבות סגורות, כגון מבנים וסביבותיהם, לרבות בתים פרטיים, משרדים, מבנים ציבוריים כבתי ספר ובתי חולים וכן מערכות להסעת המונים. איכות ירודה של אוויר הפנים עלולה לפגוע בבריאות הדיירים או העובדים במבנה ובסביבותיו. מזהמי אוויר פנים כוללים גזים רעילים כגון פחמן חד-חמצני (carbon monoxide) ותחמוצות חנקן (nitrogen oxides), רדון (radon), תרכובות אורגניות נדיפות (volatile organic compounds - VOCs) כגון פורמלדהיד (formaldehyde), בנזן (benzene), טולואן (toluene) וסטירן (styrene), חלקיקים נשימים (particulate matter - PM), תוצרי בעירה, חומרי הדברה, מעכבי בעירה נדיפים, עשן טבק (מיד שנייה ושלישית), מזהמים ביולוגיים כגון עובש וחיידקים, ומזהמים אחרים כגון סיבי אסבסט. בישול וחימום ביתיים בדלק ביולוגי הם מקורות פוטנציאליים מרכזיים לזיהום אוויר הפנים. איכות אוויר הפנים מושפעת בעיקר משלושה גורמים: (א) מקורות פנים-מבניים של מזהמים ושל חומרים, (ב) איכות האוויר החיצוני הנכנס לבניין, (ג) קצב חילוף האוויר בין פנים המבנה ובין הסביבה החיצונית.

איכות ירודה של אוויר פנים נקשרת לתוצאי בריאות קצרי טווח, כגון דלקות של דרכי הנשימה העליונות והתחתונות, תגובות אלרגיות, גירוי של העיניים, של האף ושל הגרון, כאבי ראש, סחרחורת ובעיות בתפקוד הקוגניטיבי. נמצא קשר גם לתוצאי בריאות ארוכי טווח, כגון מחלות נשימתיות (אסתמה, מחלת ריאות חסימתית כרונית), וברונכיט, מחלות לב וסרטן. חשיפתם של ילדים קטנים לאיכות ירודה של אוויר פנים קשורה בסיכון מוגבר לדלקת ריאות ולשפעת.

מדיניות ורגולציה

"חוק אוויר נקי" התשס"ח – 2008 אינו מתייחס באופן פרטני לאוויר פנים. מרבית התקנות הנוגעות לאוויר פנים (רדון, דרישות אוורור) מפורטות בתקנות התכנון והבנייה.

בהתבסס על חששות הנוגעים לחדירת אדים של חומרים אורגנו-כלורניים (chlorinated organic compounds) מקרקע מזוהמת, פרסם המשרד להגנת הסביבה בשנת 2016 המלצות למניעה ולמדידה של זיהום אוויר פנים הנובע מחדירת אדי קרקע⁽²⁾.

בשנת 2015 ביצע משרד הבריאות מיפוי של הסיכונים העיקריים הדורשים התייחסות מיוחדת בישראל, בהקשר של אוויר פנים, לדוגמה – חשיפת האוכלוסייה הבדואית לתוצרי בעירה עקב שריפה ביתית של ביומסה וכן חשיפה לרדון. ב-2017 פרסמו חוקרי משרד הבריאות נייר עמדה הנוגע להשלכות הבריאותיות של שהייה בבתי ספר ובגני ילדים השוכנים בבניינים רב־קומות. נקבע כי יש ליחד תשומת לב לאיכות אוויר הפנים בעת תכנון ובנייה של מוסדות חינוך במבנים רב־קומות⁽¹⁾.

תקנות התכנון והבנייה, שאושרו ב-1970 ועודכנו ב-2008, דורשות שבניינים יתוכננו ויבנו באופן שימנע הצטברות רדון ברמות גבוהות. התקנות קובעות גם רמות מרביות מותרות של רדון בתוך בניינים. ריכוז הרדון המרבי המותר בבתי מגורים בישראל הוא 200 בקרל/מ³ – ערך גבוה מהריכוז שנקבע על ידי הסוכנות האמריקנית להגנת הסביבה (US Environmental Protection Agency – US EPA), שהוא 148 בקרל/מ³ בקירוב⁽⁴⁾.

תקן ישראלי 5281, שהוא תקן בלתי מחייב לבנייה ירוקה, מתייחס לבנייה בת־קיימה ומטפל בסוגיות הקשורות לאוורור, לשימוש בחומרי גלם אשר אינם פולטים רעלים ולאיכות האוויר הנכנס לבניין. התקן עודכן ב-2016 והוא עוסק היום בצמצום פליטת תרכובות אורגניות נדיפות וצמצום פליטת רדיואקטיביות מחומרי בניין. יצוין כי בעקבות דרישה של משרד הבריאות הוסרה מהתקן המלצה להתקין יוניזטורים של אוויר, בשל היעדר מחקרים מדעיים מבוססים התומכים בתרומתם של יוניזטורים של אוויר לשיפור איכות אוויר הפנים.

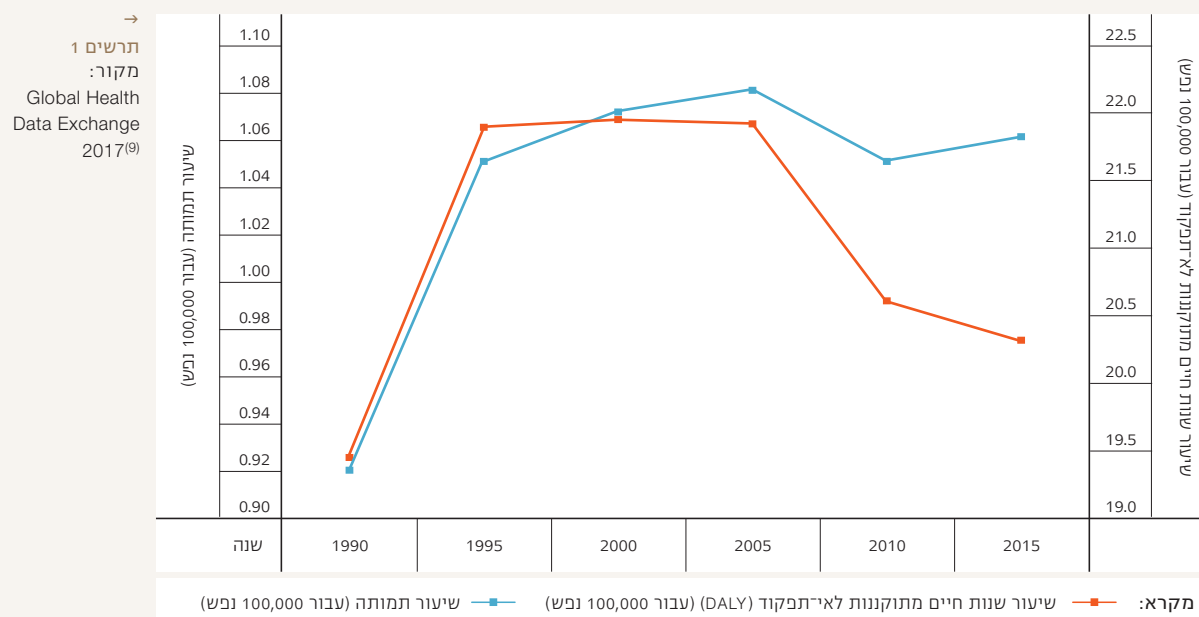
תקן ישראלי 6210 משנת 2011, "אוורור לשמירת איכות אוויר נאותה בתוך בניינים", המבוסס על תקן אמריקני משנת 2010, מגדיר ערכים מותרים למזהמים מסוימים באוויר הפנים (ובכלל זה גופרית דו־חמצנית [sulfur dioxide], חנקן דו־חמצני [nitrogen dioxide], פחמן חד־חמצני, חומר חלקיקי שקוטרו עד 10 מיקרון [PM₁₀] ובנזן). התקן אומץ על־ידי המועצה הארצית לתכנון ולבנייה כחלק מתקנות התכנון והבנייה המחייבות, והוא ממתין לאישור משרד המשפטים.

נתונים על איכות אוויר הפנים בישראל

במחקר שנערך על־ידי המשרד להגנת הסביבה וחוקרים מהמכללה האקדמית הדסה ירושלים נותחו נתונים מ־8,624 מדידות של רדון שנעשו בין 1991 ל־2012. שיעור החדרים שבהם נמדדו ריכוזי רדון גבוהים מהריכוז המרבי המותר בבתי מגורים בישראל (200 בקרל/מ³) היה בין 10% – באזורים גיאוגרפיים בישראל שיש בהם נטייה להימצאות רדון – ל־6% באזורים שאין בהם נטייה להימצאות רדון. יש לציין שבין 1997 ל־2012 חלה עלייה קבועה בריכוזי הרדון. הריכוזים הגבוהים ביותר נמצאו, כצפוי, באזורים שיש בהם נטייה להימצאות רדון וכן במרחבים מוגנים (ממ"דים, בעלי קירות בטון עבים) ובחדרים בקומת הקרקע⁽¹¹⁾.

על-פי מחקר "נטל התחלואה העולמי" (Global Burden of Disease), שיעורי התמותה ושיעורי "שנות חיים מתוקנות לאי-תפקוד" (Disability Adjusted Life Years - DALY) בגלל נוכחות רדון בבתי מגורים עלו עלייה דרמטית בין 1990 ל-2005, וירדו בעשור האחרון (תרשים 1)⁽⁹⁾.

שיעורי תמותה ושנות חיים מתוקנות לאי-תפקוד (DALY) בעקבות חשיפה לרדון במבני מגורים בישראל, 1990-2015



עקב חשש מפני זיהום אוויר חריג ברציפי תחנת האוטובוסים המרכזית בירושלים, המשרד להגנת הסביבה מקיים ניטור רציף של רמות מזהמי אוויר קריטריוניים. התוצאות מצביעות על רמות חנקן דו-חמצני גבוהות מערכי ההתרעה ועל ריכוזים גבוהים לטווח קצר של $PM_{2.5}$.

המשרד להגנת הסביבה מפרסם נתוני ניטור של $PM_{2.5}$, של חנקן דו-חמצני ושל תחמוצות חנקן מתחנות ניטור בכמה תחנות אוטובוסים מרכזיות (תחנת האוטובוסים המרכזית בירושלים, תחנת האוטובוסים המרכזית בתל אביב) ובכמה תחנות רכבת, בעיקר במרכז המדינה. מחודש דצמבר 2014 ועד פברואר 2015 ניטר המשרד להגנת הסביבה 49 חריגות של $PM_{2.5}$ (82% מפרק הזמן שבו נעשו המדידות), 454 חריגות של חנקן דו-חמצני (42% מפרק הזמן שבו נעשו המדידות) ו-1,189 חריגות של תחמוצות חנקן (מדי חצי שעה, 42% מפרק הזמן שבו נעשו המדידות) ברציף 1 של תחנת הרכבת "השלום", ככל הנראה בשל פליטות מהרכבת וכן בשל קרבתו של הרציף לנתיבי איילון⁽⁶⁾. מחודש מרץ 2016 ועד יוני 2016 התבצע ניטור של $PM_{2.5}$, של חנקן דו-חמצני ושל תחמוצות חנקן בתחנות הרכבת "השלום" ו"יוספטל". זוהו 55 ו-44 חריגות של $PM_{2.5}$, בהתאמה (ב"השלום" – ב-51% מפרק הזמן שבו נעשו המדידות וב"יוספטל" – ב-57% מפרק הזמן שבו נעשו המדידות). דווחו חריגות רבות של תחמוצות חנקן (חציי-שעתי) ושל חנקן דו-חמצני. יצוין כי הנתונים מוצגים בהשוואה לערכי איכות אוויר⁽³⁾.

חוקרים בטכניון ערכו מדידות של זיהום אוויר והעריכו את חשיפתם של נוסעים לזיהום האוויר בכמה מקומות: (א) בתחנה המרכזית בירושלים ובאוטובוסים היוצאים ממנה, (ב) בתחנת הרכבת "השלום" בתל אביב וברכבות היוצאות ממנה. ריכוזים ממוצעים גבוהים במידה קיצונית של חלקיקים נשימים זעירים (ultrafine particles - UFP) (ערכים שהגיעו עד 1.9×10^5 בס"מ³) נמדדו ברציפי תחנת הרכבת "השלום" בשעות השיא. ריכוזים ממוצעים נמוכים של חלקיקים נשימים זעירים (מתחת ל- 1.5×10^4 בס"מ³) נמדדו באוטובוסים בין-עירוניים בקו ירושלים-חיפה.

מחקר על איכות אוויר הפנים בישראל

רדון

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומהמרכז למחקר גרעיני שורק מצאו שהריכוז הממוצע של רדון בדירות בבניינים חדשים היה גבוה באופן מובהק סטטיסטית מהריכוז בבניינים ישנים, והריכוז הממוצע של רדון בבתים חד-משפחתיים היה גבוה באופן מובהק סטטיסטית מבדירות בבתי קומות. רמות רדון גבוהות בבניינים חדשים קשורות ככל הנראה לתקנות המורות על בנייה של מרחבים מוגנים, שנכנסו לתוקף בשנות התשעים של המאה העשרים. במרחבים מוגנים קירות הבטון עבים במיוחד, והרצפה והתקרה ניתנות לאטימה הרמטית. החוקרים עשו שימוש במודל המביא בחשבון את הריכוזים של הרדיונוקלידים הטבעיים (natural radionuclides) בחומרי הבניין, את צפיפות הקירות ואת עוביים. בחישוב עלה שהחשיפה השנתית הכללית של אוכלוסיית ישראל למקורות טבעיים של קרינה מייננת היא 2 מיליסיוורט (mSv), וטווח המדידות היה בין 1.7–2.7 מיליסיוורט^(7,8).

במחקר שנעשה בטכניון נותחו תוצאותיהן של בדיקות קרינה טבעית בבטון המיוצר בישראל, שכללו 109 תערובות בטון שיוצרו באופן מסחרי בשנים 2012–2014. הריכוזים הממוצעים של רדון היו דומים לערכים שנמצאו בארצות הים התיכון כגון יוון, ספרד ואיטליה. נוסף על כך, הערך הממוצע של מקדם הפליטה של בטון המכיל אפר פחם מרחף (coal fly ash) היה נמוך מהערך של תערובות בטון ללא אפר פחם מרחף⁽¹⁰⁾.

הבערת ביומסה בתוך מבנים

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב וממשרד הבריאות מצאו שהשימוש באש פתוחה לבישול היה נפוץ מאוד בקרב נשים בדואיות בדרומה של ישראל, והיה שכיח יותר בקרב נשים שהתגוררו ביישובים ארעיים⁽¹²⁾.

מעכבי בעירה

קבוצת מחקר במרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) חוקרת הימצאות מעכבי בעירה באבק המצטבר בתוך מכוניות. תוצאות ראשוניות מראות שדיפניל אתרים רב-מוברמים (polybrominated diphenyl ethers - PBDEs) זהו ברוב הדגימות, ולא זוהה קשר ברור ליצרן הרכב, לדגם או לשנה. רמות של PBDEs שנמצאו באבק מכוניות היו גבוהות יותר בקיץ מהרמות שנמצאו בחורף. נמצא שבאקלים הים-תיכוני עשויים כלי רכב להוות מיקר-סביבות משמעותיות לחשיפה ל-PBDEs. החוקרים עוסקים היום בחקירת הימצאותם של מעכבי בעירה במזרנים כולל מעכבי בעירה מבוססי זרחן.

קשרי גומלין בין זיהום אוויר פנים לזיהום אוויר חוץ

חוקרים באוניברסיטת בן-גוריון בנגב בשיתוף חוקרי מרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) בודקים קשרים בין זיהום אוויר פנים לזיהום אוויר חוץ ואת תוצאהיהם הבריאותיים, בפרקי זמן שונים ביום ובעונות שונות. המחקר מתבצע ברשויות המקומיות במחוז חיפה.

חוקרים באוניברסיטה העברית בירושלים ובטכניון מודדים ריכוזי PM במדידות אוויר חוץ ואוויר פנים בעיר אלעד, הסמוכה למחצבה פעילה שהיקף החציבה בה גבוה. מדידות רציפות נערכות במשך שנה אחת בבתים פרטיים ובבתי ספר באזור הסמוך וכן במקומות אחרים בישראל, לשם השוואה.

איכות אוויר הפנים ותוצאים בריאותיים שליליים

חוקרים באוניברסיטת בן-גוריון בנגב בודקים את ההשפעה של החשיפה לזיהום אוויר פנים על סוכרת מסוג 2. ההשפעה תיבחן בקרב קבוצת נשים הרות המתגוררות בחיפה ובקרב קבוצת נשים הרות המתגוררות בבאר שבע.

האתגרים העיקריים בתחום איכות אוויר הפנים שעלו בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014" כוללים שיתוף פעולה בין המשרד להגנת הסביבה, משרד הבריאות ומשרד החינוך במחקר חלוץ בבתי ספר ובמחקר בנוגע לאבק ביתי. בעוד שלא הושגה התקדמות במחקר החלוץ בבתי הספר, הושגה התקדמות מעטה בלבד במחקר בנושא אבק ביתי.

אתגרים עיקריים

היבטים אחדים של איכות אוויר הפנים מטופלים על-ידי המשרד להגנת הסביבה (חדירת גזי קרקע) ומכון התקנים (תקן בנייה ירוקה, תקנים לפליטת פורמלדהיד מעץ, תקנים בתהליך אישור למעכבי בעירה במזרנים). כמו כן יש בישראל תקני בנייה מחייבים בנוגע לרדון הכוללים דרישות אוורור מבנים. עם זאת, אין רשות מרכזית המטפלת באיכות אוויר פנים. התוצאה היא שהטיפול באיכות אוויר הפנים אינו מתועדף, ותקציבי הממשלה למחקר ולמעקב בתחום זה מוגבלים. יש נתונים מעטים ומוגבלים על השפעתם של מוצרי צריכה ומרכיביהם, כגון תרכובות אורגניות נדיפות המשמשות בייצור מזרנים, מוצרי ניקיון וצבעים, על איכות אוויר הפנים.

איכות אוויר הפנים היא נושא מאתגר למחקר, בשל המגוון הרחב של גורמים הכלולים בו, כגון חומרים שנעשה בהם שימוש בתוך מבנים, פעילויות פנים, מערכות אוורור ואיכות האוויר בסביבה. יש פערי ידע ניכרים בדבר השפעות בריאותיות של איכות אוויר הפנים, ובכלל זה השפעות בקרב אוכלוסיות רגישות והקשר בין זיהום אוויר לאיכות אוויר הפנים. מאחר שאיכות אוויר הפנים תלויה באקלים ובתרבות, יש צורך במחקר מקומי שיתמקד באיכות אוויר הפנים בישראל.

בעירה בתוך הבית, בעיקר בישול על אש גלויה בתוך חלל המגורים וכיריים המוסקות בעץ או בפחם, משפיעה במידה ניכרת על איכות אוויר הפנים. בישול ביתי על כיריים של גז בחללים קטנים שאינם מאווררים עלול להביא לריכוזים גבוהים של תחמוצות חנקן. בשנת 2016 פרסם משרד הבריאות כרזת הסברה על איכות אוויר הפנים וזיהום בפחמן חד-חמצני⁽⁵⁾, אך המודעות לתוצאי הבריאות של בעירה בתוך הבית ולחשיבות איכותו של אוויר הפנים עדיין נמוכה. יש צורך לגבש ולפרסם המלצות ברורות לציבור, מבוססות מדעית, על דרכים לצמצום החשיפה למזהמי פנים.

נתונים מעודכנים מצביעים על רמות רדון גבוהות יותר במבני מגורים חדשים עם מרחבים מוגנים. המשרד להגנת הסביבה, בשיתוף משרד הבריאות, חוקר את התוצאים הבריאותיים של קרינה עקב השימוש באפר פחם מרחף בבטון המשמש לבניית מרחבים מוגנים במגורים.

מקורות

- (1) ברנט-יצחקי, ז', קרקיס, א' וגרוטו, א' (2017). בנייה עתידית של בתי ספר בבניינים רבי-קומות – היבטים בריאותיים. **אקולוגיה וסביבה**, 8(1), 326–325. <http://www.magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=646> (אוחזר ביולי 2017).
- (2) המשרד להגנת הסביבה (2016). **הנחיות מקצועיות למיגון מבנים בפני חדירת גזי קרקע**. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ContaminatedSoil/VaporIntrusion/documents/guidelines-for-protecting-buildings-from-soil-gas-infiltration-aug-21-2016.pdf> (אוחזר בספטמבר 2017).
- (3) המשרד להגנת הסביבה (2017). **ממצאי ניטור איכות אוויר. תחנות רכבת יוספטל (בת ים) ורכבת השלום (תל אביב) 13/3/16 – 29/5/16**. <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/FreedomofInformation/Documents/%D7%90%D7%99%D7%9B%D7%95%D7%AA%20%D7%90%D7%95%D7%95%D7%99%D7%A8/niturnayedethashalom13032016.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (4) המשרד להגנת הסביבה (עודכן ביוני 2016). **גז ראדון**. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Radiation/Radon/Pages/default.aspx> (אוחזר ביולי 2017).
- (5) משרד הבריאות. **פחמן חד-חמצני – מידע חזותי**. http://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Environmental_contaminants/Pages/CarbonMonoxide_infograph.aspx (אוחזר ביולי 2017).
- (6) רכבת ישראל (2015). **ניתוח נתוני ניטור איכות אוויר ברציף תחנת רכבת השלום דצמבר 2014 – פברואר 2015**. <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/FreedomofInformation/Documents/%D7%90%D7%99%D7%9B%D7%95%D7%AA%20%D7%90%D7%95%D7%95%D7%99%D7%A8/nituravirrakevet122014.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (7) Epstein, L., Koch, J., Riemer, T., Haquin, G., & Orion, I. (2017). An estimation of the exposure of the population of Israel to natural sources of ionizing radiation. *Radiation Protection Dosimetry*, 1-5. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncx005>
- (8) Epstein, L., Koch, J., Riemer, T., Orion, I., & Haquin, G. (2014). Radon concentrations in different types of dwellings in Israel. *Radiation Protection Dosimetry*, 162(4), 605-608. <https://doi.org/10.1093/rpd/nct346>
- (9) Global Health Data Exchange (GHDx). GBD results tool. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool> (retrieved June 2017).
- (10) Kovler, K. (2017). The national survey of natural radioactivity in concrete produced in Israel. *Journal of Environmental Radioactivity*, 168, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2016.03.002>
- (11) Spizer, R., Steiner, V., Gelberg, S., & Sharf, G. *A comprehensive survey of indoor radon levels in Israel*. <http://tceeh.technion.ac.il/TCEEH/userdata/SendFile.asp?DBID=1&LANGID=1&GID=555> (retrieved June 2017).
- (12) Yitshak-Sade, M., Novack, L., Landau, D., Kloog, I., Sarov, B., HersHKovitz, R., & Karakis, I. (2016). Relationship of ambient air pollutants and hazardous household factors with birth weight among Bedouin-Arabs. *Chemosphere*, 160, 314-322. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.06.104>

עשן טבק סביבתי

עשן טבק סביבתי (environmental tobacco smoke – ETS) הוא תערובת של חלקיקים מוצקים וגזים המכילים כימיקלים רעילים, לרבות גזים מחמצנים, מתכות כבדות, ציאניד, פורמלדהיד (formaldehyde) וניקוטין. אצל מבוגרים, חשיפה לעשן טבק סביבתי מעלה את הסיכון לסרטן ריאות, למחלת לב איסכמית ולאסתמה. אצל ילדים ועוברים, החשיפה לעשן טבק סביבתי קשורה קשר סיבתי למגוון רחב של השפעות התפתחותיות ונשימתיות, ובכלל זה משקל לידה נמוך, תסמונת מוות בעריסה, זיהומים בדרכי הנשימה התחתונות, דלקות של האוזן התיכונה, תסמינים של גירוי בדרכי הנשימה העליונות, ירידה קלה בתפקוד הריאות, אסתמה, השפעות לכל החיים על הלב וכלי הדם, סוכרת מסוג 2 והשמנת יתר⁽⁶⁾. הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (International Agency for Research on Cancer – IARC) סיווגה את עשן הטבק הסביבתי כגורם מסרטן לבני אדם. יש די ראיות לכך שעשן טבק סביבתי גורם לסרטן ריאות, ויש ראיות התומכות בכך שעשן טבק סביבתי עשוי להגביר את הסיכון לסרטן השד, לסרטן חלל האף והסינוסים ולסרטן האף והלוע אצל מבוגרים, וכן את הסיכון ללוקמיה, ללימפומה ולגידולים במוח אצל ילדים⁽¹⁰⁾.

מדיניות ורגולציה

העישון בישראל אסור ברוב המקומות הציבוריים הסגורים, לרבות בתי חולים, רכבות ואוטובוסים, מסעדות, פאבים, בתי תפילה וכל בנייני הממשלה, וכן בשטחים פתוחים מסוימים, כגון בריכות שחייה, רציפי תחנות רכבת ו-75% מהשטחים החיצוניים בפאבים, במסעדות ובאולמות אירועים. תקנות משנת 2014 קובעות כי עישון באצטדיוני ספורט מותר באזורים המיועדים לכך, ששטחם אינו עולה על שליש משטח הישיבה כולו. החל מפברואר 2016 נדרשים כל בתי הספר, האוניברסיטאות ומעונות הסטודנטים להיות נקיים לחלוטין מעישון, ובכלל זה האזורים הגובלים בבתי הספר.

ישנם פערים משמעותיים ברגולציה להפחתת החשיפה הציבורית לעשן טבק סביבתי. פאבים רשאים להקצות רבע מהחלל שלהם למעשנים, כל עוד הוא בחדר נפרד. העישון מותר במרבית המשרדים הפרטיים ובמבנים לא ממשלתיים, וכן במרחבים ציבוריים פתוחים ופתוחים למחצה, כגון גנים, מוזיאונים וגני חיות. אזורי עישון ייעודיים עדיין מותרים באוניברסיטאות, בתחנות רכבת ובמקומות ציבוריים אחרים, כגון בנקים, סניפי דואר והכנסת. האיסור על עישון

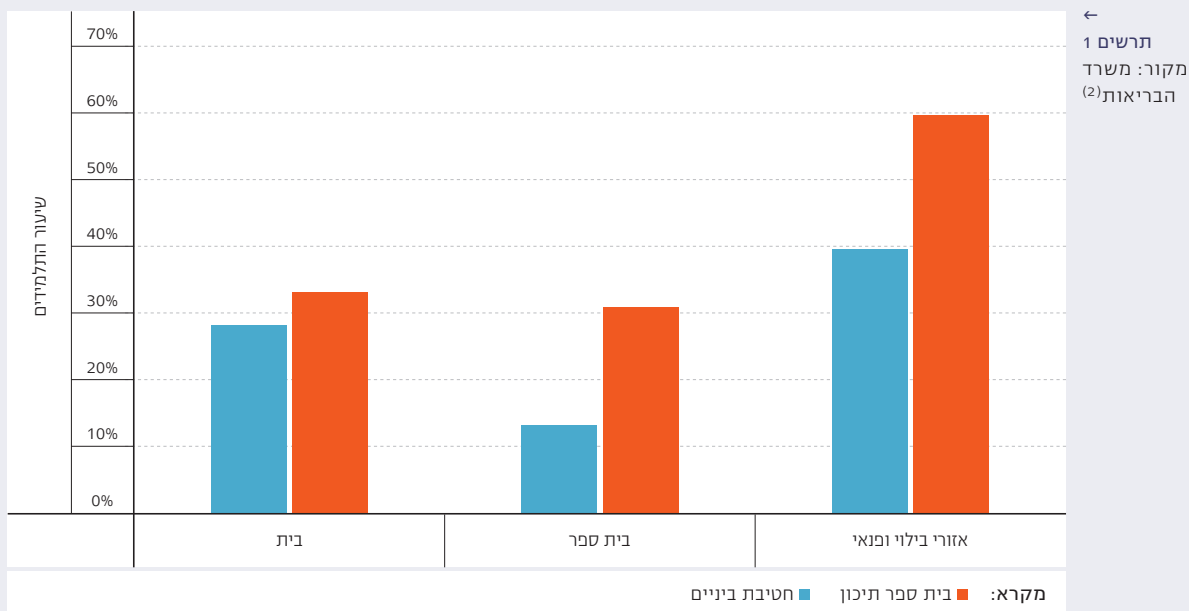
במקומות ציבוריים אינו חל על מוצרי טבק חדשים כגון סיגריות אלקטרוניות. הצעת חוק להגבלת עישון במגרשי משחקים ובמכוניות בנוכחות ילדים מתחת לגיל 16 לא אושרה בוועדת השרים לענייני חקיקה. משרד הבריאות מקדם בימים אלה חקיקה להגבלת העישון במגרשי משחקים, בשטחים פתוחים של בתי קפה ובגני חיות, ולהרחבת ההגבלות על פרסום ועל עישון במקומות ציבוריים גם לסיגריות אלקטרוניות.

נתונים על חשיפה לעשן טבק סביבתי בישראל

למרות החקיקה הנרחבת למניעת החשיפה של האוכלוסייה הלא-מעשנת לעשן טבק סביבתי, מנתוני הסקרים עולה כי מרבית האוכלוסייה בישראל חשופה לעשן טבק סביבתי. בסקר ארצי של תלמידים שנערך ב-2015–2016 (סקר מצב הבריאות והתזונה בבני נוער – מב"ת צעיר), יותר מ-50% מתלמידי התיכון דיווחו כי הם שוהים בקרבת מעשנים באזורי בילוי, ויותר מ-30% דיווחו כי אחרים מעשנים בקרבתם בבית הספר (תרשים 1)⁽²⁾.

כדי להעריך את החשיפה לעשן טבק סביבתי, נאספו נתונים משאלונים ומדגימות שתן במסגרת סקר "מצב בריאות ותזונה לאומי 2015–2016" (רב מב"ת), הכולל 100 ילדים בני 12–2, אך התוצאות טרם פורסמו. על-פי נתוני משרד הבריאות שפורסמו ב-2014, 25% מהתינוקות היהודים ו-52% מהתינוקות הערבים נחשפים לעשן טבק סביבתי בגיל חודשיים, כנראה בשל הורים וקרובים שמעשנים.

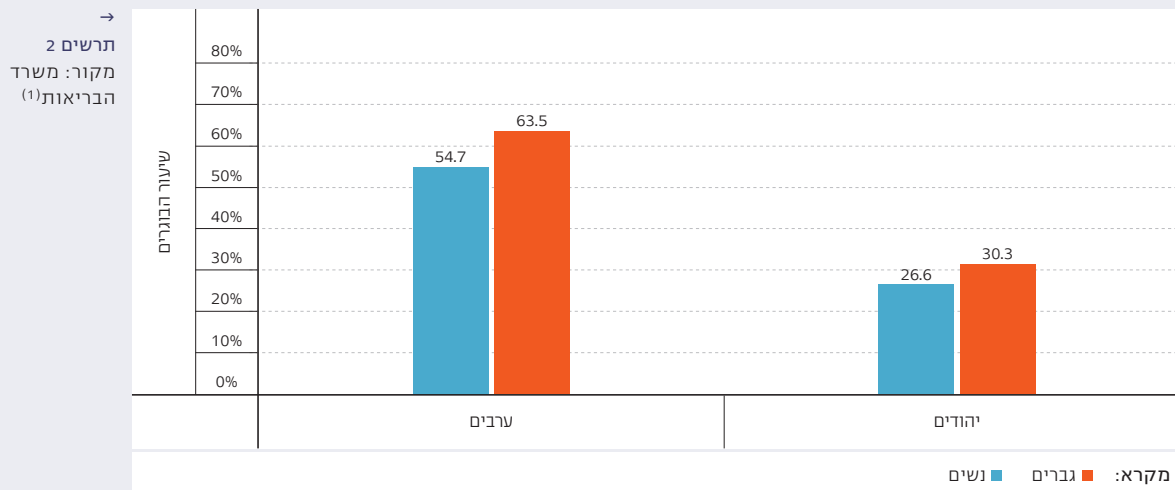
המקומות העיקריים שבהם תלמידים חשופים לעשן טבק סביבתי, 2015–2016



בסקר הבריאות הלאומי הישראלי 2013–2015 (Israeli National Health Interview Survey - INHIS-3) דיווחו 37% מאלה שאינם מעשנים על חשיפה לעשן טבק סביבתי לפחות פעם או פעמיים בשבוע. החשיפה לעשן טבק סביבתי הייתה גבוהה פי שניים בקרב האוכלוסייה הערבית, וגבוהה יותר בקרב גברים (תרשים 2) – יותר מ-45% מהגברים דיווחו על חשיפה לעשן טבק סביבתי במקום העבודה. בקרב נשים יהודיות וערביות החשיפה לעשן טבק סביבתי הייתה גבוהה בבית יותר ממקומות אחרים. יותר מ-70% מהנשים הערביות דיווחו על חשיפה לעשן טבק סביבתי בבית⁽¹⁾.

שיעור הבוגרים הלא-מעשנים שדיווחו כי נחשפו לעשן טבק סביבתי,

על-פי סקר בריאות לאומי בישראל (INHIS-3), 2013-2015

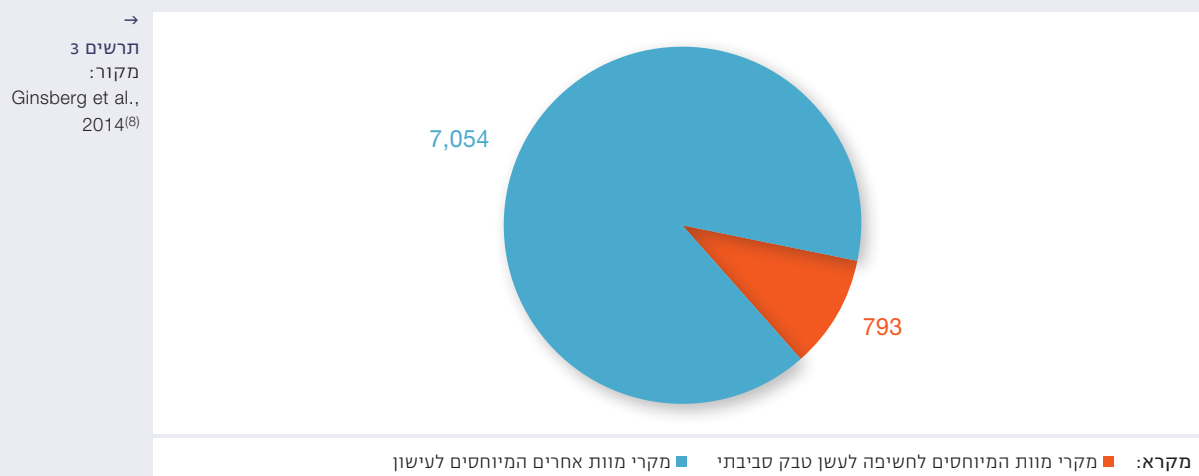


נוסף על נתונים מסקרים ארציים, יש נתונים נקודתיים על חשיפה של כמה אוכלוסיות לעשן טבק סביבתי. חשיפה לעשן טבק סביבתי בקרב נשים ערביות לא-מעשנות, כפי שדווחה על ידן, הייתה גבוהה בקרב נשים הלוקות במחלת לב אקוטית (92%) ובקבוצת הביקורת (53%)⁽⁵⁾. בסקר שנערך בקרב סטודנטים לרפואה, לרפואת שיניים ולרוקחות, ובקרב עובדים בבית הספר לרוקחות שבבית הספר לרפואה של האוניברסיטה העברית והדסה בקמפוס עין כרם, 60.2% מהלא-מעשנים דיווחו על חשיפה לסביבה עם עשן טבק לפחות פעם אחת בשבוע⁽⁷⁾.

נתונים על תוצאים בריאותיים של חשיפה לעשן טבק סביבתי בישראל

התוצאים הבריאותיים של החשיפה לעשן טבק סביבתי בשנת 2014 כוללים, על-פי הערכות, 793 מקרי מוות ו-36,049 ימי אשפוז המיוחסים לחשיפה זו (תרשים 3). מקרים אלה הם כ-10% מכלל מקרי המוות שאפשר לייחסם לעישון וכ-10% מכלל ימי האשפוז שאפשר לייחסם לעישון⁽⁸⁾.

מקרי המוות בישראל המיוחסים לעישון, 2014



מחקר על חשיפה לעשן טבק סביבתי בישראל

- חוקרים במשרד הבריאות ובבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית והדסה ע"ש בראון דיווחו כי החשיפה לפחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים (polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs) הייתה גבוהה בקרב לא-מעשנים שנחשפו לעשן טבק סביבתי⁽⁹⁾.
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב עורכים מחקר על השימוש במדידת תוצרי עישון באוויר וכמות הניקוטין בשיער של ילדים, כדי לשכנע הורים לאמץ גישה של "בתים נטולי עשן" ובכך להפחית את הנזק הנגרם לילדים מעשן טבק בסביבה הביתית. מחקר המבוסס על ראיונות עומק עם הורים לילדים צעירים במשפחות הכוללות מעשנים במרכז הארץ הראה כי בדיקות לא-פולשניות של ילדים באמצעות סמנים ביולוגיים היו קבילות מבחינת ההורים, וכי הן משמשות כלי מבטיח לחינוך, לייעוץ ולהנעה של הורים להגן על ילדיהם מעשן טבק סביבתי⁽¹¹⁾.
- דגימות שתן נאספו מ-100 ילדים ומ-200 מבוגרים שהשתתפו בסקר רב מב"ת 2015–2016, וניתוח של רמות הקוטינין (cotinine) בדגימות השתן שנאספו עדיין בעיצומו. אומדני החשיפה לעשן טבק סביבתי המבוססים על מדידות קוטינין בשתן יושוו לאומדנים של חשיפה לעשן טבק סביבתי על-פי דיווחי הנבדקים עצמם, בהתבסס על הנתונים שנאספו בשאלון במסגרת הסקר.
- חוקרים מבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית והדסה ע"ש בראון ומהמרכז הרפואי אסף הרופא ניתחו את רמות הקוטינין בשתן של ילדים המטופלים בחדר מיון כדי להשוות את רמת החשיפה של ילדים עם תסמינים נשימתיים לעשן טבק סביבתי לרמת החשיפה בקבוצת הביקורת. תוצאות ראשוניות מעידות על חשיפה לעשן טבק סביבתי בקרב רוב הילדים שנבדקו.

התקדמות מאז 2014

בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014", האתגרים העיקריים בהפחתת החשיפה של הציבור לעשן טבק סביבתי בישראל כללו אכיפת חקיקה האוסרת על עישון במקומות ציבוריים והגנה על ילדים מפני חשיפה לעשן טבק סביבתי בבתי ספר. אתגרים אחרים כללו את הצורך לצמצם את הפערים בנתונים לאומיים על שכיחות אסתמה בקרב ילדים ובנתוני ניטור ביולוגי על חשיפה לעשן טבק סביבתי.

חלה התקדמות משמעותית בהגנה על ילדים מפני חשיפה לעשן טבק סביבתי בבתי ספר (העישון בבתי הספר נאסר מפברואר 2016), והתקדמות מסוימת חלה באיסוף נתונים ארציים על שכיחות אסתמה ונתוני ניטור ביולוגי בבני אדם (ניתוח של רמות קוטינין בשתן בילדים מתבצע בימים אלה במסגרת סקר "מצב בריאות ותזונה לאומי 2015–2016").

התקדמות מסוימת חלה בפיתוח טכניקות אנליטיות למדידת רמות הקוטינין בשתן במעבדות לבריאות הציבור של שירותי בריאות הציבור במשרד הבריאות. בהשגת היעדים האחרים חלה התקדמות מעטה או לא חלה התקדמות כלל.

אתגרים עיקריים

האתגר המשמעותי ביותר לצמצום חשיפת הציבור לעשן טבק סביבתי בישראל קשור לעובדה שיותר מ-20% מהאוכלוסייה הבוגרת מעשנים (22.7% על-פי סקר הרגלי הפעילות הגופנית בקרב תושבי ישראל 2016–2017)^(3, 4). לאחר עשורים של ירידה מתמדת, עלו שיעורי העישון בקרב גברים יהודים וערבים מאז 2013. יש צורך דחוף בעיצוב נורמות חברתיות שירתיעו מפני העישון.

אכיפת החקיקה האוסרת על עישון במקומות ציבוריים מוסיפה להיות אתגר גדול. האיסור על עישון בבתי הספר אינו נאכף, ואין דרישה חוקית לתלות שלטי "העישון אסור" בבתי הספר. דוח משרד הבריאות על עישון משנת 2015 מדגיש את הכישלון המתמשך של הרשויות המקומיות לאכוף את החוק האוסר על עישון במקומות ציבוריים⁽³⁾. משרד הבריאות הקים בשנת 2013 מחלקה חדשה שתקדם אכיפת חוקים נגד עישון על-ידי הרשויות המקומיות, תבצע פיקוח על עישון במקומות ציבוריים ותבטיח שתלונות ספציפיות של הציבור יזכו לתשומת הלב של הרשויות. אף על פי שהרשויות המקומיות נדרשות להגיש למשרד הבריאות דוח שנתי על מתן קנסות בגין עישון במקומות ציבוריים, רובן המכריע של העיריות נכשלות בכך.

בשנת 2016 נדרשה רכבת ישראל לשלם 6 מיליון ש"ח בתביעה ייצוגית בגין אי-אכיפת איסור העישון על הרציפים בתחנות הרכבת.

למרות החקיקה האוסרת על עישון במקומות ציבוריים, בהיעדר אכיפה על-ידי הרשויות המקומיות ובהיעדר שינוי בנוormות חברתיות שירתיע מפני העישון, רוב הציבור בישראל ממשיך להיות חשוף לעשן טבק סביבתי.

מקורות

- (1) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות. **סקר בריאות לאומי בישראל (3-INHIS) 2013-2015**. http://www.health.gov.il/PublicationsFiles/INHIS_3main_findings.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (2) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות. **סקר מצב בריאות ותזונה לאומי, מב"ת צעיר 2, כיתות ז'-יב', 2015-2016**. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/mabat_youth_2015_2016.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (3) משרד הבריאות (2016). **דו"ח שר הבריאות על העישון בישראל 2015**. http://www.health.gov.il/PublicationsFiles/smoking_2015.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (4) משרד הבריאות (2017). **דו"ח שר הבריאות על העישון בישראל 2016**. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/smoking_2016.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (5) Awawdi, K., Steiner, H., Green, M. S., & Zelber-Sagi, S. (2016). Association between second-hand smoking and acute coronary heart disease among Arab women with multiple risk factors. *The European Journal of Public Health*, 26(1), 141-145. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv143>
- (6) Centers for Disease Control and Prevention (Updated 2017). Health effects of secondhand smoke. https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/fact_sheets/secondhand_smoke/health_effects/ (retrieved May 2017).
- (7) Feldman, I., Donchin, M., & Levine, H. (2016). A smoke-free medical campus in Jerusalem: Data for action. *Israel Journal of Health Policy Research*, 5, 20. 10.1186/s13584-016-0080-9
- (8) Ginsberg, G. M., & Geva, H. (2014). The burden of smoking in Israel-attributable mortality and costs (2014). *Israel Journal of Health Policy Research*, 3, 28. <https://doi.org/10.1186/2045-4015-3-28>
- (9) Levine, H., Berman, T., Goldsmith, R., Göen, T., Spungen, J., Novack, L., ...Grotto, I. (2015). Urinary concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in Israeli adults: Demographic and life-style predictors. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(1), 123-31. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.09.004>
- (10) National Cancer Institute (Updated 2011). Second hand smoke and cancer. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/tobacco/second-hand-smoke-fact-sheet> (retrieved May 2017).
- (11) Rosen, L., & Kostjukovsky, I. (2015). Parental risk perceptions of child exposure to tobacco smoke. *BMC Public Health*, 15, 90. 10.1186/s12889-015-1434-x



גורמים כימיים במי השתייה

חשיפה למזהמים כימיים במי שתייה עלולה לגרום למגוון השפעות בריאותיות שליליות על בני אדם, לרבות סרטן (למשל, עקב חשיפה לטריכלורואתילן [trichloroethylene] ולטריהלומתנים [trihalomethanes]), השפעות שליליות על התפתחות מערכת העצבים (עקב חשיפה לעופרת, למשל) והשפעות שליליות על מערכת הרבייה ותוצאי לידה (עקב חשיפה לאטרזין [atrazine], למשל).

בעוד שבעבר, ההתמקדות בגורמים כימיים במי השתייה היתה בהשפעות הרעילות הפוטנציאליות של מזהמים שונים, קיימות ראיות מצטברות לכך שלגורמים מסוימים במי השתייה, כגון מינרלים, יש השפעות חיוביות על בריאות הציבור. יש עדויות לכך שרמת מגנזיום נמוכה במים קשורה לסיכון מוגבר למחלות לב וכלי דם, ושרמת סידן נמוכה במים קשורה לסיכון מוגבר לשברים אצל ילדים, למחלות נוירולוגיות מסוימות, ללידות מוקדמות ומשקל לידה נמוך ולסוגים מסוימים של סרטן⁽⁸⁾. ראוי לציין כי גם לריכוז עודף של מינרלים במי השתייה עלולות להיות השפעות בריאותיות שליליות.

מי השתייה בישראל ייחודיים בכך שהם מכילים שיעור גבוה של מי ים מותפלים במערכת האספקה הארצית (יותר מ-50%). המים המותפלים מוספים למים מהמקורות הטבעיים המוגבלים מאוד, והם מסייעים להתמודד עם שנות בצורת. מערכת האספקה כוללת מים ממקורות שונים (התפלה, מים עיליים ומי תהום), והתמהיל עשוי להשתנות על בסיס שעותי וחודשי. גמישות תפעולית זו ושימוש במגוון מקורות מי שתייה מאפשרים אספקה אמינה. יש שונות גיאוגרפית משמעותית בין מקורות אספקת המים, ובכלל זה בחלק היחסי של מים מותפלים במערכת האספקה.

מדיניות ורגולציה

מזהמים

האיכות הכימית של מי השתייה בישראל מוסדרת בתקנות שפורסמו לראשונה בשנת 1974 ועודכנו בשנת 2013. התקנות משנת 2013 כוללות ריכוזים מרביים מותרים עבור יותר מ-90 מזהמים כימיים, ובהם מתכות, חומרי הדברה, רדיונוקלידים (radionuclides) ומזהמים אורגניים ממקור תעשייתי. ספקי מים נדרשים לבצע בדיקות תקופתיות לאיתור מזהמים אלה במקורות המים ולדווח על כך למשרד הבריאות. לוח 1 מציג את הריכוזים המרביים המותרים ואת ההשפעות הבריאותיות הפוטנציאליות של מזהמים כימיים נבחרים הנזכרים בפרק.

השפעות בריאותיות פוטנציאליות וריכוזים מרביים מותרים של מזהמים כימיים נבחרים במי שתייה

מזהם	ריכוז מרבי מותר	השפעות בריאותיות שליליות
עופרת (lead)	10 מק"ג/ל'	עיכובים התפתחותיים והשפעות נוירוקוגניטיביות בקרב תינוקות וילדים, השפעה על הכליות ועל לחץ הדם בקרב מבוגרים, השפעות על מחלות לב וכלי דם
סימזין (simazine)	2 מק"ג/ל'	שיבוש המערכת האנדוקרינית
אטרזין (atrazine)	2 מק"ג/ל'	שיבוש המערכת האנדוקרינית
טריהלומתנים (trihalomethanes)	100 מק"ג/ל' (ב-90% מן הדגימות) הריכוז המרבי המותר למשך שבועיים רצופים לכל היותר – 150 מק"ג/ל'	ליקויים בתפקודי הכבד, הכליות ומערכת העצבים המרכזית, סיכון מוגבר לסרטן
חנקות (nitrate)	70,000 מק"ג/ל'	קוצר נשימה וכחלת (methemoglobinemia) בקרב תינוקות
טריכלורואתילן (trichloroethylene)	20 מק"ג/ל'	ליקויים בתפקודי הכבד, הכליות והלב, סיכון מוגבר לסרטן
טטרכלורואתילן (tetrachloroethylene)	10 מק"ג/ל'	ליקויים בתפקודי הכבד, הכליות והלב, סיכון מוגבר לסרטן

←
לוח 1
מקורות:
United States
Environmental
Protection Agency⁽⁷⁾,
משרד הבריאות

כל המוצרים הבאים במגע עם מי השתייה (צינורות, ברזים, אביזרים ומערכות ביתיות של מי שתייה) חייבים לעמוד בדרישות התקן הישראלי 5452. עדכון משנת 2016 לתקן זה קובע שתכולת העופרת במוצרים הבאים במגע עם מי שתייה לא תעלה על 0.25%. דרישה זו אומצה בהשפעת החוק האמריקני להפחתת עופרת במי שתייה, והיא תכנס לתוקף עבור חלקים לא-מתכתיים בשנת 2018 ועבור חלקים מתכתיים בשנת 2019.

תקנות מי השתייה מחייבות לבצע בדיקות להימצאות מתכות כבדות (עופרת, ברזל, נחושת) ותוצרי לוואי של חיטוי (טריהלומתנים, כלוריט [chlorite], כלוראט [chlorate]) במערכות האספקה. תדירות הבדיקות תלויה במקור המים, בסוג החיטוי, בעונה ובגודל האוכלוסייה באותו יישוב. התקנות קובעות כי כל אדם יכול לבקש מספק מי השתייה לבצע ניטור של מי שתייה בביתו כדי לבדוק הימצאות קוליפורמים, עכירות, עופרת, ברזל ונחושת. על המזמין לממן את הבדיקה, אך על ספק המים לבצע אותה ולדווח על התוצאות.

איכות המים המבוקבקים, כמוצרי מזון אחרים, נתונה לפיקוחו של שירות המזון הארצי במשרד הבריאות. תקנות משנת 1986 קובעות את הריכוזים המרביים המותרים של גורמים כימיים במקורות למים מבוקבקים.

תכולת מינרלים

תקנות מי השתייה מחייבות את ספקי המים הגדולים המתפילים מי ים לייצב את המים מבחינה כימית לפני אספקתם לציבור. ערכי הייצוב הנדרשים הם רמת הגבה (pH) בטווח 7.5–8.3, סידן מומס בטווח הערכים 80–120 מ"ג/ל' כפחמת הסידן (CaCO_3), רמת אלקליניות מעל 80 מ"ג/ל' כסידן פחמתי, פוטנציאל השיקוע של פחמת סידן (Calcium Carbonate Precipitation Potential - CCP) בטווח של 3–10 מ"ג/ל' כפחמת סידן, ואינדקס הרוויה לפי לאנג'ליה (Langelier Saturation Index). מתקני התפלה שהוקמו לפני 2009 נדרשים לייצב מים על-פי מדד זה, ללא דרישות בקשר לפוטנציאל השיקוע של פחמת סידן. בשנת 2016 פרסם משרד הבריאות דרישות מחמירות פחות בקשר לרמות פחמת סידן (פחות מ-3 מ"ג/ל').

יש דרישה להוסיף סידן למים מותפלים, אך נכון להיום אין דרישה להוסיף להם מגנזיום, פלואוריד או יוד. בשנת 2014 הופסקה ההפלרה של מי השתייה בישראל. עם זאת, בשנת 2016 אישרה הכנסת שינוי בתקנות מי השתייה, המחייב הפלרה בריכוז של 0.7 מ"ג/ל'. דרישה חדשה זו צפויה להיכנס לתוקף בשנת 2017.

נתונים על גורמים כימיים במי שתייה בישראל

איכות המים במקורות מי השתייה

משרד הבריאות מפרסם נתונים רבעוניים על האיכות המיקרוביאלית והכימית של המים במקורות מי שתייה על סמך נתונים המדווחים על-ידי ספקי מי השתייה. על-פי הנתונים מהשנים 2015–2016 אותרו ארבעה מזהמים כימיים עיקריים במקורות מי השתייה בישראל: אטרזין (8.4% מהמקורות, בריכוזים של 0.08 – 0.67 מ"ג/ל'), סימאזין (13.4% מהמקורות, בריכוזים של 0.08 – 0.52 מ"ג/ל'), טריכלורואתילן (13.7% מהמקורות, בריכוזים של 0.1 – 101.6 מ"ג/ל') וטטרכלורואתילן (10.3% מהמקורות, בריכוזים של 0.1 – 176.8 מ"ג/ל').

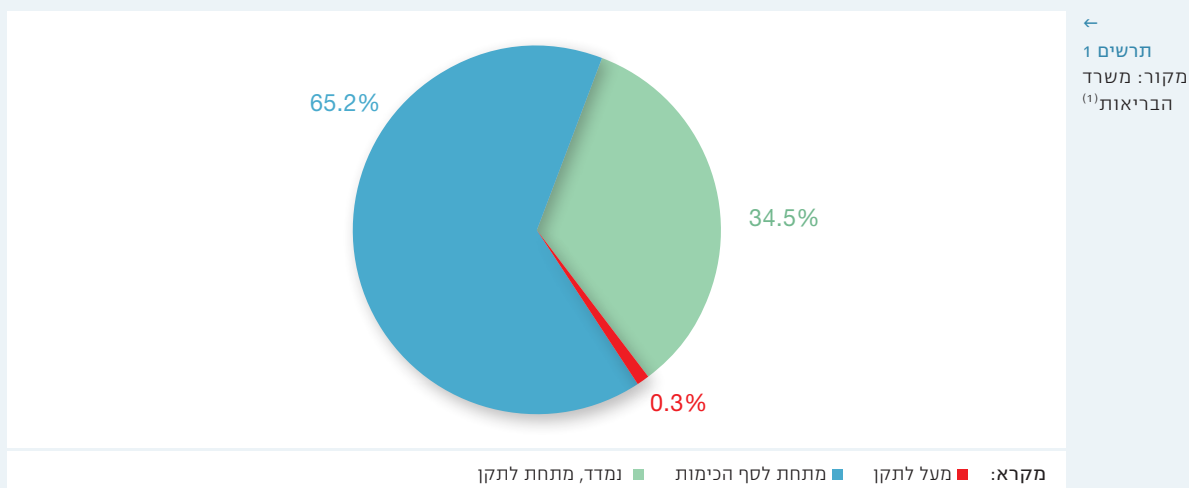
מתכות כבדות כגון ארסן, כספית, עופרת וקדמיום קיימות באופן טבעי בסביבה, והן נמצאות בפחות מ-10% ממקורות מי השתייה, בדרך כלל ברמות הנמוכות מ-30% מהרמה המותרת על-פי תקנות מי השתייה. בשנים 2014–2016 נבדקו 890 בארות מים להימצאות עופרת, ורק ב-16 מהן (1.8%) נמצאו ריכוזי עופרת (בכולן פחות מ-5 מ"ג/ל').

בהתבסס על נתונים מ-1,250 דגימות שנאספו בשנת 2016, יש ריכוזים גבוהים של חנקות לאורך אקוויפר החוף. ב-26% ממקורות מי השתייה במרכז הארץ, ובכלל זה באשקלון, נמצאו חנקות ברמות שבין 50 ל-70 מ"ג/ל', וב-17% נוספים נמצאו חנקות מעל לרמה של 70 מ"ג/ל' המותרת בתקנות מי השתייה. מקורות מי שתייה המכילים חנקות בריכוזים שמעל 70 מ"ג/ל' מטופלים לצורך הפחתת הריכוז במים המסופקים. ריכוזי החנקות היו נמוכים יותר במחוז הצפון, במחוז הדרום ובמחוז ירושלים. רמות גבוהות של חנקות במי השתייה נקשרו בספרות המקצועית למחלת הכחלת, ולכן ביצע משרד הבריאות אומדן של שיעורי מחלת הכחלת בקרב פעוטות בשנים 2011–2015 ובחן את הקשר לריכוזי חנקות במי השתייה. מניתוח הנתונים עולה כי כחלת נדירה בישראל, ואין אינדיקציה לכך שהופעתה קשורה לריכוזי חנקות במי השתייה.

איכות המים במערכות אספקת המים העירוניות

משרד הבריאות מפרסם נתונים על איכות המים במערכת אספקת המים העירונית, לרבות נתונים על ריכוזי מתכות כבדות ותוצרי לוואי של הכלרה (טריהלומתנים). נתונים מהשנים 2014–2016 מראים כי התגלתה עופרת ב-35% מהדגימות, בריכוזים נמוכים מדרישות התקן של 10 מ"ג/ל'. ריכוזי עופרת החורגים מדרישות התקן נמצאו ב-0.3% מהדגימות (תרשים 1)⁽¹⁾.

ריכוזי עופרת במי שתייה במערכות האספקה העירוניות, 2014-2016 (n = 5,178)

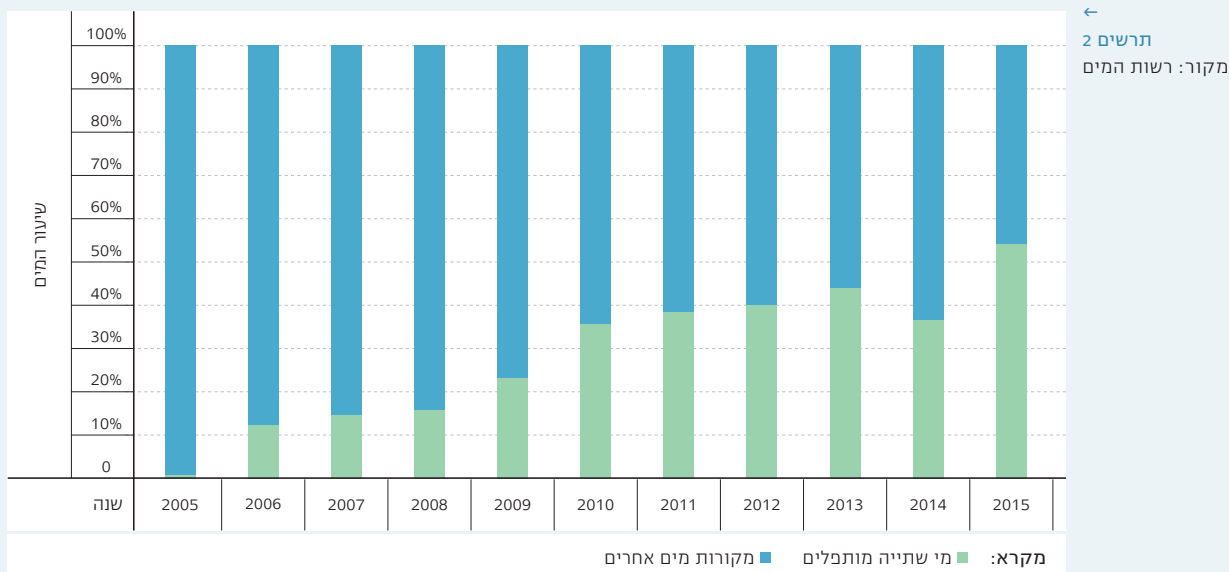


בשנת 2015 נמצאו חריגות נקודתיות ברמות הטריהלומתנים ביישובים בצפון הארץ שקיבלו מי שתייה מהמוביל הארצי. רמות הטריהלומתנים ירדו באופן משמעותי בשנת 2016 בעקבות שינויים במערכות החיטוי והאספקה, דילול מים עיליים במי תהום או במים מותפלים ואוורור מאגרי המים.

תכולת מינרלים

מקורות אספקת המים בישראל מגוונים מאוד, והם כוללים מים מותפלים, מים עיליים ומי תהום. חלקם של המים המותפלים מכלל מי השתייה המסופקים עלה עלייה חדה – מ-2.5% בלבד בשנת 2005 ליותר מ-50% בשנת 2015 (תרשים 2).

שיעור המים המותפלים מכלל מי השתייה המיועדים לשימוש ביתי ותעשייתי, 2005-2015



הבדלים גיאוגרפיים במקורות מי השתייה העיקריים בישראל גורמים להבדלים בתכולת המינרלים. נתוני ניטור מהשנים 2015-2016 מצביעים על כך שרמות המגנזיום במקורות מי שתייה היו 150-190 מ"ג/ל' בדרום (אזור הערבה),

3-5 מ"ג/ל' בצפון, ו-0 (אפס) במים מותפלים (לצורך השוואה – הרמה המומלצת היא 20-30 מ"ג/ל'). גם רמות היד משתנות במידה ניכרת, והן נעות בין 0 (אפס) במים מותפלים ל-250 מ"ג/ל' בדרום (ערבה) (לוח 2). עם זאת, ערכים אלה אינם משקפים רמות של מגנזיום ויוד במערכת אספקת המים, למשל בערבה האוכלוסייה הכללית מקבלת מי שתייה מותפלים ולא מי תהום⁽²⁾.

ריכוזי יוד במקורות מי שתייה (מק"ג/ל'), 2016 (n = 260)

צפון	מרכז-מזרח	מרכז-מערב	דרום-מערב	דרום-מזרח (ערבה)	מתקני התפלה
3-2	25-5.5	95-7	150-18	250	0

→ לוח 2
מקור: משרד הבריאות²

מחקר על השפעות בריאותיות שליליות ומי שתייה בישראל

- חוקרים מאוניברסיטת בר-אילן ומהמרכז הרפואי ע"ש שיבא בתל השומר השוו שיעורי תמותה בקרב חולים שסבלו מאוטם אקוטי של שריר הלב, 30 יום לאחר האירוע ושנה לאחר האירוע. חולים אלה השתתפו בסקר הארצי הדו-שנתי לתסמונת כלילית אקוטית בשנים 2002-2013. החוקרים מצאו, באזורים שבהם נצרכו מים מותפלים, עלייה בתמותה מכלל הסיבות בקרב חולים שסבלו מאוטם שריר הלב, 30 יום לאחר האירוע ושנה לאחר האירוע. החוקרים משערים שניתן לייחס את העלייה בתמותה לצריכת מגנזיום מופחתת⁽⁶⁾.
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים בדקו את הקשר בין צריכת יוד לתפקוד בלוטת התריס במדגם נוחות של מתנדבים בין השנים 2012 ו-2014, ומצאו עדויות להפרעות שכיחות עקב מחסור בIOD באזורים שאספקת המים בהם מסתמכת על התפלה^(4,5).
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב וממכבי שירותי בריאות בדקו את רמות היוד במדגם ארצי מייצג של ילדים בגיל בית הספר ושל נשים הרות בשנת 2016. החוקרים מצאו רמה נמוכה מדי של יוד בקרב 62% מהילדים בגיל בית הספר ובקרב 85% מן הנשים ההרות⁽³⁾.
- משרד הבריאות החל במחקר בשנת 2014 בקרב ילדים בני 12 מכמה אזורים בדרום הארץ, כדי להעריך את ההשפעות של הפסקת ההפלה על בריאות השיניים שלהם.

התקדמות מאז 2014

בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014", האתגרים העיקריים הקשורים לגורמים כימיים במי השתייה כללו הבנה של השפעות פוטנציאליות של התפלה על צריכת מינרלים ועל בריאות הציבור, הבנת ההשפעה של הפסקת ההפלה, והגבלת רמות העופרת בחומרים הבאים במגע עם מי שתייה. אתגרים אחרים קשורים לנוכחות חומרי הדברה במקורות מי שתייה ולהיעדר מאגר מידע מרכזי על מזהמים במי שתייה שאינם נכללים בתקנות (כגון תוצרי לוואי של הכלרה לא מוסדרת ותרופות).

למרות ההתקדמות בחקר ההשפעות של מחסור במגנזיום וביוד עקב צריכת מים מותפלים, הממצאים על השפעות בריאותיות שליליות אלו טרם תורגמו למדיניות. בדיקת היתכנות ממשלתית בנושא של הוספת מגנזיום למים מותפלים, הנדרשת מתוקף תקנות המים לשתייה לשנת 2013, טרם הושלמה. משרד הבריאות, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, רשות המים ומשרד האוצר מתכננים לבצע מחקר חלוץ לבחינת ההיתכנות של הוספת מגנזיום למי שתייה, הכולל איתור הטכנולוגיה המיטבית והערכת התקציב הנדרש. עד כה אין תוכנית להוספת יוד למים מותפלים מחשש לנזק פוטנציאלי עקב צריכת יוד גבוהה. לנוכח ממצאים חדשים על שכיחות המחסור בIOD בקרב ילדים ובקרב נשים בהיריון, פרסם משרד הבריאות המלצות להוספת יוד למלח שולחן ולמלח המשמש לאפיית לחם.

חלה התקדמות משמעותית בהגבלת תכולת העופרת במוצרים הבאים במגע עם מי שתייה (דרישות חדשות ייכנסו לתוקף עבור חלקים לא־מתכתיים בשנת 2018 ועבור חלקי מתכת בשנת 2019), וכן התקדמות משמעותית בהקמת מאגר מידע מרכזי על כימיקלים במי שתייה, לרבות כימיקלים שאינם נכללים בתקנות כגון קרבמזפין (carbamazepine). חסרים נתונים על הימצאות חומרים כימיים אחרים שאינם מפקחים, כגון חומרים פרפלוואורואלקיליים ופוליפלוואורואלקיליים (per- and polyfluoroalkyl substances - PFASs).

הפלרת מי השתייה הופסקה בשנת 2014, וההשפעה של מהלך זה על בריאות השיניים אינה ברורה, בייחוד בקרב קבוצות ממעמד חברתי־כלכלי נמוך.

אתגרים עיקריים

מערכת מי השתייה הייחודית בישראל, המאופיינת בשיעור גבוה של מים מותפלים ובתנודות בין מקורות מים שונים (מים מותפלים, מי תהום, מים עיליים), ניצבת לפני אתגרים ייחודיים.

תנודות דרמטיות במקורות מי השתייה גורמות לעיתים לתלונות של צרכנים על טעם המים. משרד הבריאות פרסם המלצות הקובעות כי התנודות צריכות להיות הדרגתיות ומלוות בבדיקות להימצאות מתכות כבדות, אך יישומן עדיין מהווה אתגר.

מאחר שבדיקת מתכות כבדות אינה מתבצעת דרך קבע במי ברז בבתי מגורים או במוסדות בישראל, לא ידוע אם כמויות גדולות יותר של מים מותפלים במערכות האספקה משפיעות על זליגת עופרת ומתכות כבדות אחרות למי הברז. בסקר האחרון של משרד הבריאות לנוכחות עופרת במי ברז בשנת 2011 התגלו עקבות עופרת ב־10% מהדגימות. משרד הבריאות מתכנן את הסקר הרביעי לבדיקת עופרת במי ברז בבתי מגורים ובמוסדות, לרבות בתי ספר.

יש שפע של נתונים על גורמים כימיים במקורות מי שתייה ובמערכות האספקה העירוניות, אך אין די נתונים על האיכות הכימית של מי ברז. חברת מקורות, ספקית מי השתייה הארצית, מתכננת לפתח מודל להערכה ולניהול תמהיל של המים בצומתי מיהול מרכזיים ובנקודות צריכה. מהלך זה יסייע למשרד הבריאות ולחוקרים להעריך תכולת מינרלים, כגון יוד ומגנזיום, במי השתייה.

משרד הבריאות מתכנן להחזיר את ההפלה של מי השתייה בשנת 2017, לאחר שלוש שנים שבהן היא הופסקה. מכיוון שעל־פי התקנות רמות הפלואוריד אינן אמורות לעלות על 0.7 מ"ג/ל, הדבר יצריך ניטור מדויק של פלואוריד במים במערכת האספקה.

ישראל מתבססת יותר ויותר על התפלה כמקור עיקרי למי שתייה. בשנים האחרונות החלה רשות המים בתכנון מתקן התפלה חדש בצפון הארץ, לאספקת מים מותפלים לאזור הגליל. יש צורך במחקר נוסף שיבדוק את השפעת ההתפלה על צריכת מגנזיום, יוד, פלואוריד ומינרלים אחרים, והשפעות פוטנציאליות של צריכת מינרלים מופחתת על בריאות הציבור. ככל שחלקה היחסי של האוכלוסייה הצורכת מי שתייה מותפלים ממשיך לגדול, גובר הצורך בשיח קבוע בין קובעי המדיניות על הדרכים למזער את הסיכונים הפוטנציאליים לבריאות הציבור הקשורים להתפלה ולצריכת מינרלים מופחתת.

- (1) משרד הבריאות (2017). עמדת משרד הבריאות: עופרת במי השתייה. http://www.health.gov.il/PublicationsFiles/water_13022017.pdf (אוחר באוגוסט 2017).
- (2) משרד הבריאות (2017). תזונת יוד וסקר יוד במקורות מי שתייה. <https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/IodineMarch2017.pdf> (אוחר באוגוסט 2017).
- (3) Ovadia, Y. S., Arbelle, J. E., Gefel, D., Brik, H., Wolf, T., Nadler, V., ...Troen, A. M. (2017). First Israeli national iodine survey demonstrates iodine deficiency among school-aged children and pregnant women. *Thyroid*, 27(8), 1083-1091. <https://doi.org/10.1089/thy.2017.0251>
- (4) Ovadia, Y. S., Gefel, D., Aharoni, D., Turkot, S., Fytlovich, S., & Troen, A. M. (2016). Can desalinated seawater contribute to iodine-deficiency disorders? An observation and hypothesis. *Public Health Nutrition*, 19(15), 2808-2817. <https://doi.org/10.1017/S1368980016000951>
- (5) Ovadia, Y. S., Gefel, D., Turkot, S., Aharoni, D., Fytlovich, S., & Troen, A. M. (2014). Elevated serum thyroglobulin and low iodine intake are associated with nontoxic nodular goiter among adults living near the eastern Mediterranean coast. *Journal of Thyroid Research*, 913672, 6. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/913672>
- (6) Shlezinger, M., Amitai, Y., Goldenberg, I., & Shechter, M. (2016). Desalinated seawater supply and all-cause mortality in hospitalized acute myocardial infarction patients from the Acute Coronary Syndrome Israeli Survey 2002-2013. *International Journal of Cardiology*, 220, 544-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.06.241>
- (7) United States Environmental Protection Agency (EPA). National primary drinking water regulations. <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations> (retrieved September 2017).
- (8) World Health Organization (2009). *Calcium and magnesium in drinking-water: Public health significance*. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43836/1/9789241563550_eng.pdf (retrieved May 2017).



קולחים

הסיכון הפוטנציאלי העיקרי לבריאות הציבור הנובע משימוש במי קולחים להשקייה חקלאית הוא מעבר פתוגנים (גורמים מחוללי מחלות) לגידולים חקלאיים בשל השקיה בקולחים שלא טופלו כראוי. לנוכח האיום של עמידות לאנטיביוטיקה על הבריאות העולמית, גובר החשש מהתפקיד האפשרי שממלאים מכוני טיהור שפכים בהתפשטות של גנים לעמידות ושל חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה. כמו כן יש עדויות לכך שגידולים המושקים בקולחים עשויים להכיל תרופות ומזהמים חדשים. עדיין לא ידוע אם חשיפה לרמות נמוכות מאוד של תרופות ומזהמים אחרים שמקורם בצריכת גידולים שהושקו בקולחים קשורה לתוצאים בריאותיים שליליים.

ישראל מובילה בעולם בשימוש חוזר בשפכים ביתיים: יותר מ-80% מהשפכים שהיא מייצרת מושבים, ו-50% מהשפכים עוברים טיפול שלישוני (טיפול המעלה את איכות הקולחים לרמה המאפשרת השקיה בלתי מוגבלת)⁽⁶⁾.

מדיניות ורגולציה

הרגולציה הקיימת בנושא איכות קולחים נוגעת לסיכון הבריאותי שעלול להיווצר מהעברת פתוגנים, ולסיכונים האפשריים לבריאות הציבור ולחקלאות עקב הימצאות מתכות בקולחים. משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה אחראים במשותף לקביעת תקנים הנוגעים לאיכות הקולחים המשמשים להשקיה. התקנים מגדירים שני סוגים של קולחים המיועדים להשקיה:

- ♦ שפכים מטוהרים בטיפול שניוני המשמשים לגידולי תעשייה (כותנה, מספוא), לגידולים המיובשים בשמש 60 יום לפחות (תירס, חיטה) ולעצי פרי. אין מגבלות על ריכוזי חיידקים בשפכים בטיפול שניוני⁽³⁾.
- ♦ שפכים מטוהרים בטיפול שלישוני הניתנים לשימוש בהשקיה ללא מגבלות (לדוגמה, להשקיית עגבניות, חצילים). קולחים אלה יכולים להכיל עד 10 קוליפורמים צואתיים בנפח של 100 מ"ל. כמו כן מותרים ריכוזים מרביים של חנקן (עד 35 מ"ג/ליטר), נתרן (200 חלקים למיליון) ומתכות (לדוגמה, כספית – 0.005 מ"ג/ליטר, עופרת – 0.25 מ"ג/ליטר, ארסן – 0.25 מ"ג/ליטר, קדמיום – 0.025 מ"ג/ליטר)⁽²⁾.

המדיניות הנוכחית בנושא השקיה בקולחים דורשת ליצור חציצה בין הקולחים ובין הגידולים המושקים. חציצה זו כוללת למשל הגדרת מרחק מינימלי בין הקולחים ובין הפרי באמצעות השקיה בטפטוף, והגבלות על פרקי הזמן שבין השקיה לקציר (ייבוש בשמש במשך 60 יום מסייע בהפחתת ריכוזי הפתוגנים). הדרישות הספציפיות תלויות גם בגידולים המושקים, למשל – גידולים הנאכלים מיובשים (כגון חיטה) או עם קליפה לא־אכילה (כגון בננה) מותר להשקות בקולחים שהמגבלות עליהם פחותות מאלה החלות על גידולים הנאכלים טריים בקליפתם (כגון מלפפון)⁽³⁾.

בישראל אין היום דרישות רגולטוריות בנוגע לנוכחות של תרופות ומזהמים אחרים בשפכים מטופלים המיועדים להשקיה חקלאית. משרד הבריאות בשיתוף עם המשרד להגנת הסביבה ורשות המים מקדמים דרישות הנוגעות לריכוז תרכובות פרמצבטיות בשפכים ממפעלי תרופות. מפעלים המייצרים או מפתחים תרופות נדרשים להגיש רשימה ובה כל התרופות והכימיקלים המשמשים אותם או המיוצרים במפעל, כך שיהיה אפשר להתוות דרישות בדיקה עבור כל מתקן. הנפקת רישיון העסק למתקן תהיה תלויה בבדיקות ובדיווח.

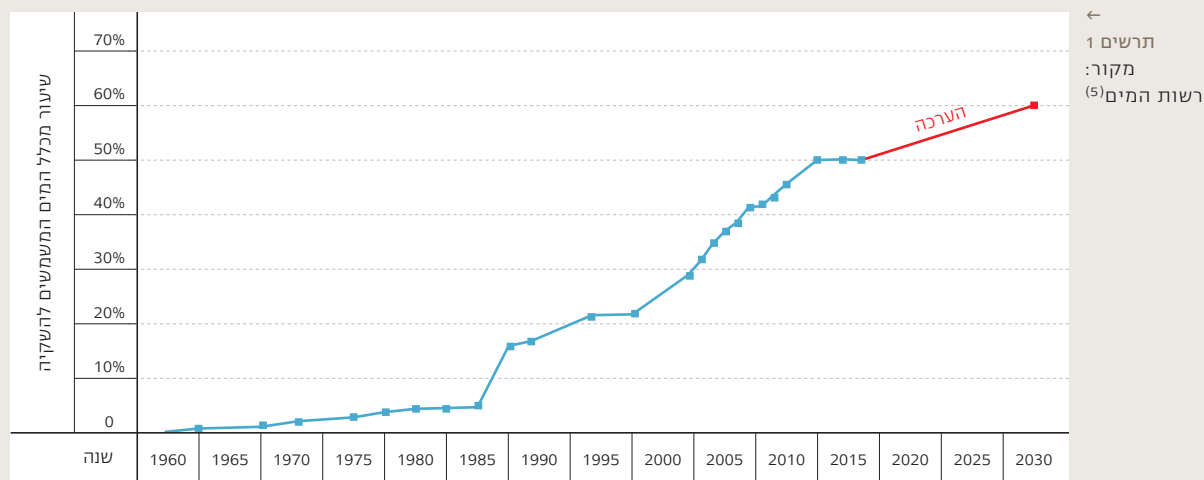
תקנות המשרד להגנת הסביבה משנת 2004 מחייבות טיפול יעיל בבוצה ממכני טיהור שפכים. הזרמה של בוצת שפכים לים התיכון ממכון הטיהור שפד"ן אסורה מחודש יוני 2017.

עד כה אין לישראל מדיניות או תוכנית לאומית לאיסוף פסולת תרופתית ביתית. על־פי ניתוח שפרסם משרד הבריאות בשנת 2016, מדיניות לאיסוף פסולת תרופתית ביתית קיימת במדינות מפותחות רבות בעולם. על־פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, רק 14% מהציבור בישראל מחזיר פסולת תרופתית ביתית לבתי מרקחת, ורוב הציבור מדווח כי הוא משליך תרופות שאין בהן שימוש לפח האשפה הביתי או לשירותים הביתיים, מה שמעלה את הסיכון להגעת התרופות לקולחים^(4,7).

נתונים על השימוש בקולחים להשקיה ועל כימיקלים בקולחים בישראל

ישראל מובילה בעולם בשימוש חוזר בשפכים ביתיים: יותר מ־80% ממי השפכים בישראל מושבים, לעומת פחות מ־10% בארצות הברית. ישראל מובילה גם בשימוש בשפכים מטופלים לחקלאות. היום 50% מהמים המשמשים להשקיה בחקלאות הם שפכים מושבים⁽⁶⁾. שיעור זה צפוי לעלות ל־60% ב־2030 (תרשים 1). 530 מיליון מטרים מעוקבים של שפכים מיוצרים בכל שנה בישראל, ומרביתם משמשים לחקלאות.

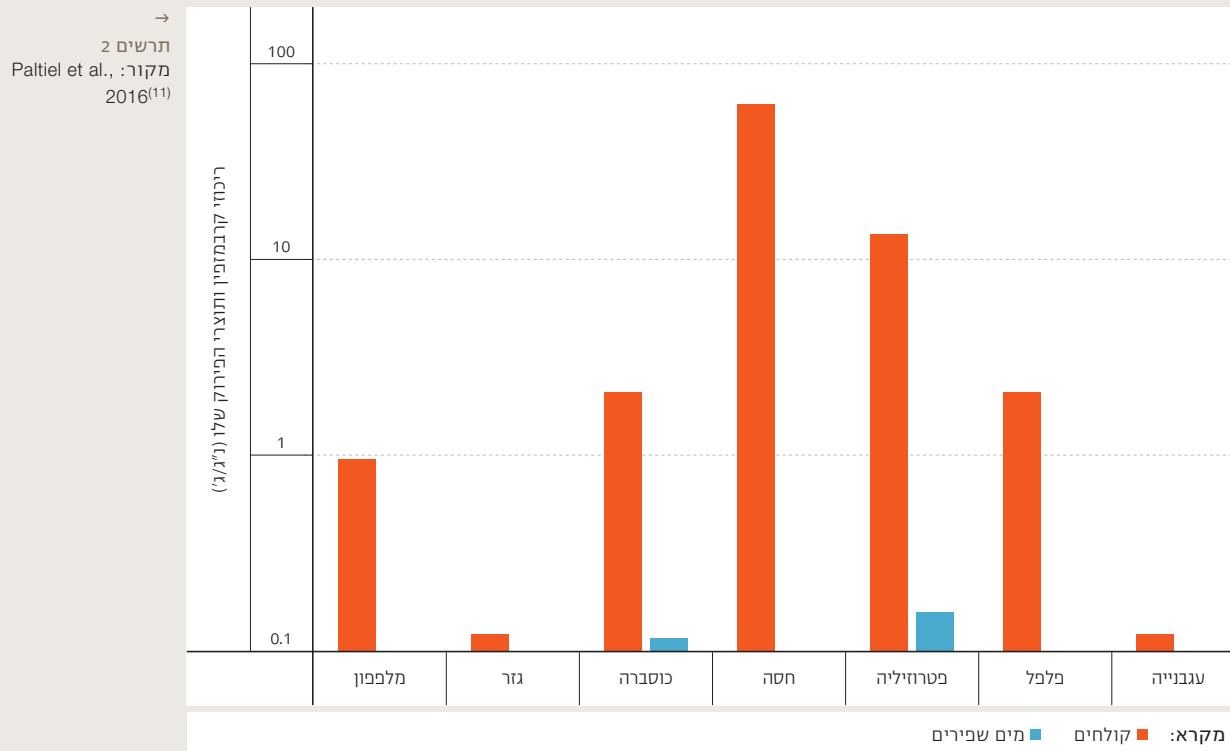
השקיה בקולחים בישראל (שיעור מכלל המים המשמשים להשקיה), 1960–2030



מחקר על כימיקלים בקולחים ועל גידולים המושקים בקולחים

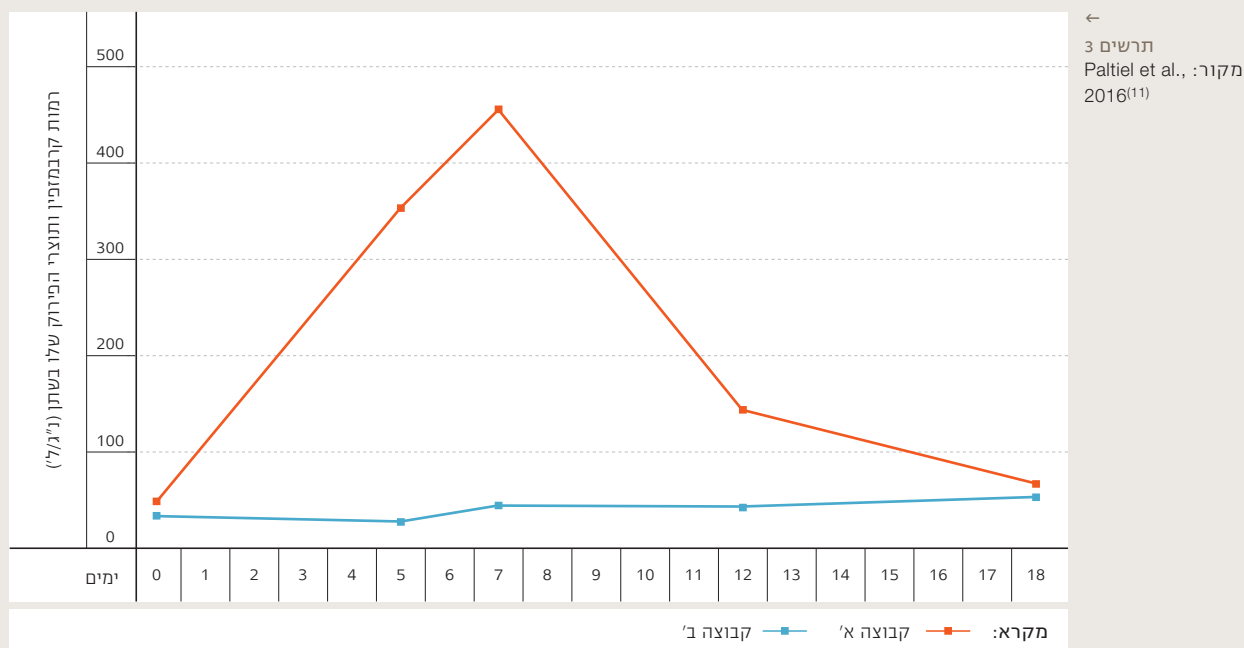
חוקרי המרכז למצוינות בחקלאות, בריאות וסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים כימתו את מידת הקליטה של תרכובות פרמצבטיות בגידולים (גזר ובטטה) המושקים בקולחים וגדלים בתנאים מבוקרים. החוקרים מצאו בשני הגידולים עקבות של תרופות אנטי-אפילפטיות מסוג קרבמזפין (carbamazepine) ולאמוטריג'ין (lamotrigine), וכן של קפאין, עם רמות גבוהות יותר בעלים בהשוואה לרמות בשורשים⁽¹⁰⁾. צוות חוקרים זה מצא גם כי בירקות המושקים בקולחים רמות קרבמזפין היו גבוהות באופן מובהק סטטיסטית מהרמות בירקות המושקים במים שפירים (תרשים 2)⁽¹¹⁾.

ריכוז קרבמזפין ותוצרי הפירוק שלו בגידולים חקלאיים המושקים בקולחים בהשוואה לגידולים המושקים במים שפירים



בעזרת טכניקה אנליטית חדשה, שפותחה כדי לכמת עקבות של קרבמזפין ושל תוצרי הפירוק שלו בשתן, הראו אותם חוקרים כי אנשים שצרכו תוצרת שהושקתה בקולחים הפרישו קרבמזפין ואת תוצרי הפירוק שלו בשתן, ואילו נבדקים שצרכו תוצרת שהושקתה במים שפירים הפרישו כמות שאינה ניתנת למדידה או רמות נמוכות במידה מובהקת של קרבמזפין ושל תוצרי הפירוק שלו⁽¹¹⁾. החוקרים כימתו את רמות הקרבמזפין ואת רמות תוצרי הפירוק בשתי קבוצות: הקבוצה הראשונה (א) קיבלה ירקות המושקים בקולחים, ושבעה ימים לאחר מכן קיבלה תוצרת חקלאית שהושקתה במים שפירים; הקבוצה השנייה (ב) קיבלה תוצרת חקלאית שהושקתה במים שפירים, ושבעה ימים לאחר מכן קיבלה תוצרת שנקנתה במרכול ושמקורות ההשקיה שלה לא היו ידועים (אך היה צפוי שיכללו קולחים). רמות הקרבמזפין ותוצרי הפירוק שלו שנמדדו בקבוצה א' לאחר שאכלו מהתוצרת שהושקתה בקולחים היו גבוהות, אך רמות אלה ירדו במידה ניכרת לאחר אכילת ירקות שהושקו במים שפירים. לעומת זאת, בקבוצת הביקורת (ב) רמות הקרבמזפין ותוצרי הפירוק שלו היו יציבות (תרשים 3)⁽¹¹⁾.

ריכוזי קרבמזפין ותוצרי הפירוק שלו (נוגורם/ליטר) בשתן של מתנדבים שצרכו תוצרת חקלאית שהושקתה בקולחים ולאחר מכן במים שפירים (קבוצה א'), בהשוואה לריכוזים בשתן של מתנדבים שצרכו תוצרת חקלאית שהושקתה במים שפירים ולאחר מכן צרכו תוצרת חקלאית שהושקתה ממקור לא ידוע (קבוצה ב')



צוות חוקרים זה מרחיב כעת את המחקר הקודם ובודק את רמות הקרבמזפין בשתן של ישראלים בריאים בקבוצות אוכלוסייה מיוחדות הניזונות מתפריטן השגרתי, כדי להעריך את החשיפה לקרבמזפין בתת-קבוצות אוכלוסייה, ובכלל זה ילדים, צמחונים, נשים הרות וקשישים.

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומשרד הבריאות ניתחו את השפעתם של קולחים ושיטפונות על איכות המים ועל בריאות הדגים בתוך מאגר מים. החוקרים בדקו רמות של נוטריינטים ושל מיקרומזהמים אורגניים (organic micro-pollutants - OMPs) במים במהלך 2013–2014 באגם ירוחם, ורמות OMPs במשקעים באגם וברקמות דגים. החוקרים מצאו ארבעה OMPs באגם (אסטרון [estrone], קרבמזפין, דיקלופנק [diclofenac] ובזפיברט [bezafibrate]) בריכוזים נמוכים. ביפנילים עתירי כלור (polychlorinated biphenyls – PCBs) ודיוקסינים (dioxins) נמצאו בשרירי דגים ובכבד דגים בריכוזים נמוכים מאוד. ניתוח היסטופתולוגי של דגי האגם הראה שהם היו בריאים⁽¹²⁾.

מחקר משותף – של חוקרים ישראלים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומשרד הבריאות, וכן חוקרים פלסטיניים מהארגון לפיתוח המים והסביבה (Water and Environmental Development Organization - WEDO) ויחידת המחקר הסביבתית למים ורקע באוניברסיטת בית לחם (The Water and Soil Environmental Research Unit - WSERU) – בחן הימצאות כימיקלים המשבשים את המערכת האנדוקרינית (endocrine disrupting chemicals - EDCs) במכונים ישראלים ופלסטיניים לטיהור שפכים. ראוי לציין כי מכונים לטיהור שפכים ברשות הפלסטינית מבצעים טיפול שניוני בלבד. החוקרים ערכו אנליזות בשפכים גולמיים, בשפכים גולמיים מטוהרים ובבוצה בשישה מכוני טיהור שפכים בישראל, וכן בשני מכונים פלסטיניים. בשפכים גולמיים במכוני הטיהור הפלסטיניים נמצאו ריכוזים נמוכים יותר של ביספנול A (bisphenol A - BPA), של אוקטילפנול (octylphenol) ושל טריקלזון (triclosan). עם זאת, ריכוזי ההורמונים בשפכים הגולמיים ברשות הפלסטינית היו גבוהים מהריכוזים בישראל. יעילות ההסרה בכל מכוני טיהור השפכים המתקדמים הייתה גבוהה בהשוואה לממוצעים המדווחים בעולם⁽⁸⁾.

חוקרים ממשרד הבריאות וממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי משתתפים במיזמי מחקרים במימון האיחוד האירופי: במיזם ANSWER (ANtibioticS and mobile resistance elements in WastEwater Reuse applications) ובמיזם NEREUS (New and Emerging Challenges and Opportunities in Wastewater Reuse)⁽⁹⁾.

התקדמות ואתגרים

חלה התקדמות בקידום המדיניות להפחתת השלכה של תרופות ממפעלי התרופות אל השפכים, ומשרד הבריאות משקיע מאמצים בהגברת מודעות הציבור לסילוק בטוח של פסולת תרופתית ביתית⁽⁴⁾.

חוקרים בישראל השיגו בשנים האחרונות התקדמות משמעותית בחקר החשיפה הפוטנציאלית לתרופות ולמהמים אחרים בגידולים המושקים בקולחים, ובהבנת תפקידם של מכוני טיהור שפכים בהפצת גנים עמידים לאנטיביוטיקה. ראוי לציון השתתפותם של חוקרים ישראלים בכמה פרויקטים במימון האיחוד האירופי, ובכלל זה סקר של חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה ב־30 מכוני טיהור שפכים ברחבי העולם.

יש צורך במחקרים נוספים בתחומים חדשים אלה, ויש צורך בהמשך שיתוף פעולה ותקשורת בין חוקרים לקובעי מדיניות. בשנת 2016 התקיימו שני ימי עיון בהשתתפות מומחים מהאקדמיה ואנשי ממשלה:

1. התייעצות מומחים בתחום העמידות לאנטיביוטיקה בקולחים, שהשתתפו בה מומחים מהאקדמיה, ממשרד הבריאות, מהמשרד להגנת הסביבה, ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר, מהתעשייה ויועצים נוספים. המומחים הגיעו למסקנה שאף כי קולחים עלולים להכיל חיידקים עמידים וגנים לעמידות לאנטיביוטיקה, הידע הנוכחי, המדע העכשווי והניסיון הקיים אינם מספיקים כדי לקבוע אם חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה וגנים לעמידות הנמצאים בקולחים מהווים סיכון בריאותי. ואלה היו המלצותיהם של המומחים:
- א) "הפחתה במקור" – צמצום השימוש באנטיביוטיקה בקרב הציבור ובעלי חיים;
- ב) ביצוע מחקרים נוספים, ניטור ואיסוף נתונים על חיידקים עמידים וגנים לעמידות בשפכים, בקולחים, בשדות ובגידולים חקלאיים, וכן בקרב האוכלוסייה ובבתי החולים⁽¹⁾.

2. יום עיון בנושא מיקרו־מזהמים בקולחים ובבוצה, שהשתתפו בו מומחים מהאקדמיה ומהממשלה (ממשרד הבריאות, מהמשרד להגנת הסביבה, ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר ומרשות המים). המשתתפים החליטו על איסוף ומיפוי של הידע הקיים במשרדים השונים, בקרב החוקרים ומתוצאות הניטור, וכן על הערכת הידע הקיים בתחום זה בעולם. המשתתפים קראו להגדיר ולזהות את כל התרופות והכימיקלים המיוצרים בישראל שצפויים להגיע למכוני טיהור שפכים, ולבחון מחדש את המדיניות בתחום זה.

אתגרים נוספים

- ♦ ביצוע הערכת סיכונים הנובעים מההימצאות של מזהמים כימיים בקולחים, תוך שימת דגש על בני אדם, על בעלי חיים חקלאיים ועל התוצרת שלהם (חלב, ביצים, בשר).
- ♦ הקמת מסד נתונים משולב שיכלול ניטור כימי ומיקרוביאלי בשפכים שמקורם במשקי בית, בבתי חולים, במשקים חקלאיים, בתעשיית התרופות ובתעשייה הכימית; ניטור מכוני טיהור שפכים (לפני הטיפול ואחריו), עמידות לאנטיביוטיקה בקולחים, בקרקע, בצמחים ובגידולים, ונתונים על סוגים מסוימים של חיידקים עמידים שנמצאו בבתי חולים ובמשקי חיי.
- ♦ ביצוע מחקרים נוספים על טכנולוגיות יעילות יותר להתמודדות עם מיקרו־מזהמים ועל עמידות לאנטיביוטיקה בקולחים.

מקורות

- (1) האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה ומשרד הבריאות (2016). **התייעצות מומחים בנושא עמידות לאנטיביוטיקה בקולחים: תמונת מצב, הערכת סיכונים והצעות לטיפול 2016**.
http://www.isees.org.il/wp-content/uploads/2016/09/10580_Kolhim_booklet_web.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (2) משרד הבריאות (2010). **תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), התש"ע-2010**.
<https://www.health.gov.il/LegislationLibrary/Briut01.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (3) משרד הבריאות (עודכן ב-2002). **דו"ח ועדת הלפרין. עקרונות למתן היתרים להשקיה בקולחים**.
http://www.health.gov.il/hozer/bsv_Halperin.doc (אוחזר ביולי 2017).
- (4) משרד הבריאות. **פסולת תרופתית ביתית – מידע חזותי**.
http://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Environmental_contaminants/Pages/MedicineWaste_infograph.aspx (אוחזר ביולי 2017).
- (5) רשות המים (2012). **איסוף וטיפול בשפכים וניצול קולחים להשקיה חקלאית, סקר ארצי - 2010**.
<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Water-Quality/DocLib1/seker-kolhin-2010.pdf> (אוחזר בספטמבר 2017).
- (6) רשות המים. **קולחין**.
<http://www.water.gov.il/Hebrew/WaterResources/Effluents/Pages/default.aspx> (אוחזר ביולי 2017).
- (7) Barnett-Itzhaki, Z., Berman, T., Grotto, I., & Schwartzberg, E. (2016). Household medical waste disposal policy in Israel. *Israel Journal of Health Policy Research*, 5, 48. <https://doi.org/10.1186/s13584-016-0108-1>
- (8) Dotan, P., Godinger, T., Odeh, W., Groisman, L., Al-Khateeb, N., Rabbo, A. A., ...Arnon, S. (2016). Occurrence and fate of endocrine disrupting compounds in wastewater treatment plants in Israel and the Palestinian West Bank. *Chemosphere*, 155, 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.04.027>
- (9) European Cooperation in Science and Technology (COST) (updated 2014). Earth System Science and Environmental Management (ESSEM) COST Action ES1403. New and emerging challenges and opportunities in wastewater reuse (NEREUS). http://www.cost.eu/COST_Actions/essem/ES1403 (retrieved June 2017).
- (10) Malchi, T., Maor, Y., Tadmor, G., Shenker, M., & Chefetz, B. (2014). Irrigation of root vegetables with treated wastewater: Evaluating uptake of pharmaceuticals and the associated human health risks. *Environmental Science and Technology*, 48(16), 9325-9333. <https://doi.org/10.1021/es5017894>
- (11) Paltiel, O., Fedorova, G., Tadmor, G., Kleinstern, G., Maor, Y., & Chefetz, B. (2016). Human exposure to wastewater-derived pharmaceuticals in fresh produce: A randomized controlled trial focusing on carbamazepine. *Environmental Science and Technology*, 50(8), 4476-4482. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06256>
- (12) Zaibel, I., Zilberg, D., Groisman, L., & Arnon, S. (2016). Impact of treated wastewater reuse and floods on water quality and fish health within a water reservoir in an arid climate. *Science of the Total Environment*, 559, 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.099>

חומרי הדברה

חומרי הדברה הם תערובות של חומרים המשמשים בחקלאות ובסביבות עירוניות כדי להגן על צמחים ועל בעלי חיים ממזיקים וממחלות, כדי להדביר עשבים וכדי להגן על בני אדם ממזיקים וממחלות הנישאים על גבי וקטורים. חשיפה אקוטית למינונים גבוהים של חומרי הדברה מסוימים, בין אם בנסיבות מקצועיות ובין אם במקרה של הרעלה, עלולה לגרום להשפעות בריאותיות חמורות, ובכלל זה השפעות נוירולוגיות ומוות. חשיפה כרונית למינונים נמוכים של חומרי הדברה עלולה לגרום להשפעות נוירולוגיות, נשימתיות ואנדוקריניות, ואף לסרטן. מחקרים טוקסיקולוגיים ואפידמיולוגיים מצביעים על כך שעוברים, פעוטות וילדים רגישים במיוחד להשפעות של חומרי הדברה.

סוגים חדשים של חומרי הדברה ביולוגיים (המכילים חיידקים, פטריות או וירוסים), וכן של חומרי הדברה כימיים (למשל, פירטרואידים [pyrethroids], נאוניקוטיןואידים [neonicotinoids]), מחליפים עוד ועוד חומרי הדברה שרעילותם לבני אדם ידועה (למשל, קרבמטים [carbamates] וזרחנים אורגניים [organophosphates]). עם זאת, מתגלות עוד עדויות לרעילותן של קבוצות חדשות אלו של חומרי הדברה כימיים⁽⁸⁾.

בעולם ואף בישראל נמשך השימוש בחומרי הדברה רעילים ביותר כדוגמת פוספין (phosphine), כלורפירפוס (chlorpyrifos), פורמלדהיד (formaldehyde) ומתאם-סודיום (metam sodium).

מדיניות ורגולציה

רישום חומרי הדברה

ארבעה גופים ממשלתיים אחראים לרישום חומרי הדברה בישראל:

1. השירותים להגנת הצומח ולביקורת במשרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראים לרישום חומרי הדברה להגנת הצומח. יש כ-1,200 תכשירי הדברה קונבנציונליים, נוסף על 200 תכשירי הדברה לחקלאות האורגנית, המבוססים על 300 חומרים פעילים הרשומים על-ידי השירותים להגנת הצומח ולביקורת. התנאים לרישום של חומרי הדברה והדרישות בנוגע לתוויות מפורטים בתקנות מ-1994, הנמצאות עתה בבחינה מחדש.

2. השירותים הווטרינריים במשרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראים לרישום של חומרי הדברה וחומרי חיטוי המיועדים לשימוש על בעלי חיים ובמבנים במשקים לגידולם. יש כ-150 תכשירי הדברה וחיטוי המבוססים על 30 חומרים פעילים שנרשמו על-ידי השירותים הווטרינריים. בשנת 2016 עדכן משרד החקלאות ופיתוח הכפר את התקנות המחייבות רישום של כל חומרי ההדברה והחיטוי הווטרינריים המשווקים בישראל.

3. המשרד להגנת הסביבה אחראי לרישום של חומרי הדברה לשימושים תברואתיים, כלומר להדברה של יתושים, מכרסמים ומזיקים אחרים בתוך מבנים וסביבתם ובשטחים פתוחים. יש כ־200 תכשירי הדברה המבוססים על 50 חומרים פעילים שנרשמו על־ידי המשרד להגנת הסביבה. תנאי הרישום והדרישות בנוגע לתוויות מפורטים בתקנות מ־1994, המבוססות על חוק החומרים המסוכנים.

4. משרד הבריאות אחראי לרישום חומרי הדברה הבאים במגע עם גוף האדם (למשל, חומרים לטיפול בכינים או חומרים לדחיית יתושים המיושמים על הגוף).

השירותים להגנת הצומח ולביקורת, השירותים הווטרינריים והמשרד להגנת הסביבה הקימו ועדות בין־משרדיות, ובהן נציגים ממשרד הבריאות, ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר, מהמשרד להגנת הסביבה וממשרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים. כל הוועדות הללו מעריכות את מידת הסיכון של תכשירי הדברה חדשים, לרבות חומרי הדברה מיובאים. המשרד להגנת הסביבה והשירותים הווטרינריים, אך לא השירותים להגנת הצומח ולביקורת, דורשים שכל חומרי ההדברה המוגשים לחידוש רישום יעברו הערכה מחודשת ויאושרו על־ידי הוועדות הבין־משרדיות. חומרים פעילים אחדים הוצאו משימוש בשנים האחרונות בעקבות המלצותיהן של הוועדות הבין־משרדיות (לוח 1). חומרי הדברה שנאסרו בשנים 2012–2014 מפורטים בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014".

חומרי הדברה שהוצאו מכלל שימוש בישראל, 2015–2016

החומר הפעיל	גוף ממשלתי אחראי	שימוש	מועד הוצאה מכלל שימוש
פרופוקסור (propoxur)	המשרד להגנת הסביבה	תרסיס לשימוש תוך מבני	דצמבר 2016 (בסוף ינואר 2017 הוצא משימוש ע"י מדברים)
פרופוקסור (propoxur)	השירותים הווטרינריים	קולרים לחיות מחמד	אפריל 2016
כלורפיריפוס (chlorpyrifos)	השירותים הווטרינריים	תרסיס עבור כבשים	דצמבר 2016
פירימיפוס מתיל (pirimiphos-methyl)	המשרד להגנת הסביבה	תרסיס לשימוש חוץ מבני (להרחקת יתושים)	דצמבר 2015
טמפוס (temephos)	המשרד להגנת הסביבה	תרסיס לשימוש חוץ מבני (להרחקת יתושים)	דצמבר 2015
קרבריל (carbaryl)	השירותים הווטרינריים	תרסיס / אבקה עבור כבשים	יוני 2016
קרבריל (carbaryl)	השירותים להגנת הצומח ולביקורת	תרסיס לגידולים חקלאיים	אפריל 2015
בנפורקרב (benfuracarb)	השירותים להגנת הצומח ולביקורת	תרסיס לגידולים חקלאיים	אפריל 2015
קרבוסלפן (carbosulfan)	השירותים להגנת הצומח ולביקורת	תרסיס לגידולים חקלאיים	אפריל 2015
פלוסילאזול (flusilazole)	השירותים להגנת הצומח ולביקורת	תרסיס לגידולים חקלאיים	מרץ 2015
דיקופול (dicofol)	השירותים להגנת הצומח ולביקורת	תרסיס לגידולים חקלאיים	מרץ 2015
טריפלורלין (trifluralin)	השירותים להגנת הצומח ולביקורת	תרסיס לגידולים חקלאיים	דצמבר 2015

←
לוח 1
מקור:
המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

נוסף על אחריות לרישום של חומרי הדברה ולאישור הוראות התווית שלהם, משרדי ממשלה שונים אחראים להסדרים רגולטוריים שונים הנוגעים לשימוש בחומרי הדברה:

מדברים מקצועיים

בשנת 2016 נכנס לתוקף חוק חדש של המשרד להגנת הסביבה המסדיר את העיסוק בהדברה תברואתית. החוק מגדיר ארבעה סוגי רישיון (רישיון מדביר בדירות, מדביר במבנים ובשטח פתוח, מדביר באייד ומדביר צבאי). בין דרישותיו החדשות הרבות, החוק מחייב מדבירים לבצע פעולות שאינן כימיות בטרם יפנו לשימוש בחומרי הדברה כימיים, כאשר הדבר אפשרי.

רחף חומרי הדברה

המשרד להגנת הסביבה ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראים יחדיו לשתי תקנות המגדירות מרחקי מינימום ממבנים, שיש להקפיד עליהם בעת יישום של חומרי הדברה מן הקרקע או מן האוויר. שתי התקנות נתונות בשלבי עדכון.

שאריות חומרי הדברה

משרד הבריאות ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראים במשותף לתקנות הקובעות רמות מרביות מותרות של שאריות (Maximum Residue Levels - MRLs) חומרי הדברה בתוצרת חקלאית. התקנות העדכניות נכנסו לתוקף ב־2016. בהשוואה לתקנות הקודמות מ־1991, בתקנות החדשות בוטלו MRLs 285, שינוי המשקף את ביטול השימוש בתכשירי הדברה רבים מקבוצת הזרחנים האורגניים בחקלאות בישראל.

משרד החקלאות ופיתוח הכפר אישר ב־2011 את החוק לפיקוח על ייצור הצמח ושיווקו. המשרד מחייב על פי החוק לנסח תקנות הנוגעות לבטיחות ולאיכות של פירות וירקות מייצור מקומי.

תקנות וחוקים מוצעים

בשנים האחרונות נוסחו והופצו טיוטות אחדות של חוקים ותקנות העוסקים בשימוש בחומרי הדברה. משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים הציע תקנות שיחייבו את כל המיישמים חומרי הדברה לקבל הדרכה והכשרה ולעבור בדיקות רפואיות סדירות. כן יאסרו התקנות המוצעות מכירה של חומרי הדברה למי שאינו בעל תעודת הסמכה, למעט תכשירי הדברה המיועדים לציבור הרחב. המשרד להגנת הסביבה הציע תקנות מעודכנות ובהן דרישות מחמירות יותר הנוגעות ליישום חומרי הדברה בקרבת מבנים. בנוסף, עמותת "אדם, טבע ודין" הציעה חוק להסדרת השימוש והמכירה של חומרי הדברה המוגבלים בשימוש, לקביעת מרחקי מינימום בין יישום של חומרי הדברה ובין מבנים, ולהקמת בסיס נתונים על שימוש בחומרי הדברה. תקנות וחוקים מוצעים אלה נתונים בשלבים שונים של תהליך החקיקה והם טרם אושרו.

נתונים על השימוש בחומרי הדברה והחשיפה אליהם בישראל

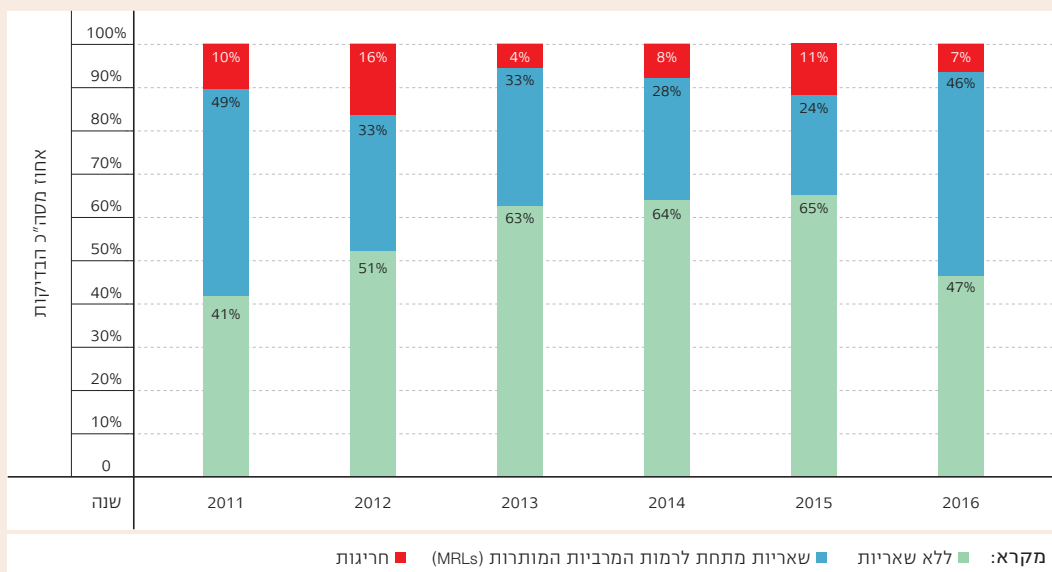
מכירות

נתונים שפורסמו ב־2016 על־ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מצביעים על ירידה של 14% במכירות של חומרי הדברה חקלאיים בשנים 2011–2013 בהשוואה ל־2008–2010⁽¹⁾. חלה ירידה חדה במכירות של חומרים לחיטוי קרקע (35%) ועלייה במכירות של קוטלי עשבים (3%). חומרים לחיטוי קרקע וקוטלי פטריות מהווים 26% ו־35% ממכירות חומרי הדברה חקלאיים, בהתאמה. ירידה בשיעור 20% חלה גם ביחס שבין כמות החומרים הפעילים הנמכרים ובין השטח החקלאי בישראל (2.1% ב־2013 לעומת 2.6% ב־2010). למרות ירידה זו, ישראל עדיין מחזיקה בשיא השימוש בחומרי הדברה (לפי מדד של טונות לכל 1,000 מ"ר של קרקע חקלאית) בין מדינות נבחרות של הארגון לשיתוף פעולה ופיתוח כלכלי (Organization for Economic Co-operation and Development – OECD). המכירות של חומרי הדברה לשימוש תברואתי ירדו ב־20% בין 2010 ל־2013. נרשמה עלייה במכירות של חומרי הדברה לציבור הרחב לעומת חומרי הדברה לשימוש מדבירים (48% ב־2013 לעומת 34% ב־2008).

שאריות חומרי הדברה

משרד הבריאות בודק את שאריות חומרי ההדברה בדגימות של גידולים חקלאיים בשווקים⁽³⁾. האסטרטגיה של הסקירה מבוססת על דיגום יתר של מוצרים שיש סיכוי גבוה למצוא בהם שאריות של חומרי הדברה. בשנת 2016 בדק משרד הבריאות שאריות חומרי הדברה ביותר מ-920 דגימות של גידולים. להלן רשימה חלקית של החומרים הפעילים העיקריים שנמצאו בגידולים: כלורפיריפוס (chlorpyrifos), מתומיל (methomyl), דימטומורף (dimethomorph) דינוטפורן (dinotefuran) ואימידאכלופריד (imidacloprid).

מגמות ברמות שאריות חומרי הדברה, על-פי סקרי שוק של משרד הבריאות, 2011-2016



←
תרשים 1
מקור: משרד
הבריאות⁽³⁾

משרד החקלאות ופיתוח הכפר בודק את שאריות חומרי ההדברה בדגימות של גידולים חקלאיים בשדה. על-פי הנתונים על שאריות חומרי הדברה בגידולים שנדגמו בשדה ב-2015 (n=642), ופורסמו ב-2017, ב-44% מהגידולים שנבדקו לא היו כל שאריות, ב-44% היו שאריות מתחת ל-MRLs וב-12% היו שאריות גבוהות מן ה-MRLs. יצוין שב-19% מתפוחי העץ וב-24% מהמלונים שנבדקו נמצאו חריגות מעל ל-MRLs⁽⁴⁾.

תקריות ומקרי הרעלה

המשרד להגנת הסביבה אוסף נתונים על תקריות הקשורות בשימוש בחומרי הדברה חקלאיים בבתי מגורים ובסביבתם. בין ינואר 2015 לאוקטובר 2016 היו 255 תלונות ציבור באזורים חקלאיים, ובהן 128 דיווחים על תסמיני בריאות שליליים.

נוסף על כך, בין ינואר 2014 לדצמבר 2015 דווחו 26 מקרים של שימוש ביתי לא חוקי בחומרי הדברה חקלאיים. שתי ילדות נפטרו ב-2014 בעקבות שימוש לא חוקי בפוספין להדברה בבניין מגורים בירושלים, וב-2015 דווח על מקרה נוסף של שימוש לא חוקי בפוספין בבניין מגורים בהרצליה. דווחו 12 מקרים של שימוש לא חוקי בחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים באזורי מגורים (כלורפיריפוס ודיאזינן [diazinon]). חשוב לציין כי כלורפיריפוס ודיאזינן נאסרו לשימוש ביתי ב-2008 ולשימוש בגנים ציבוריים ב-2009. דיאזינן נאסר לשימושי הגנת הצומח ב-2014, ותכשיר שהכיל כלורפיריפוס שהיה מעורב בתקריות רבות נאסר לשימוש וטרינרי ב-2016.

בישראל אין איסוף שיטתי של נתוני הרעלות מחומרי הדברה, אולם יש נתונים נקודתיים מכמה מקורות. על-פי נתונים שנאספו על-ידי המרכז הארצי למידע בהרעלות בבית החולים רמב"ם, בשנת 2014 אירעו 1,932 הרעלות, ומתוכן רק 27

מקורן בחשיפה תעסוקתית. רוב ההרעלות שדרגתן בינונית או חמורה יוחסו לחשיפה לזרחנים אורגניים או לקרבמטים. המספר הכולל של הרעלות מזרחנים אורגניים ומקרבמטים ב־2014 היה 194. מנתוני משרד הבריאות על ביקורים בחדרי מיון, ב־2015 היו 18 ביקורים שיוחסו לחשיפה לחומרי הדברה, ובהם 7 מקרים של ילדים בני פחות מ־4. הנתונים מצביעים על עלייה בהרעלות מחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים ב־2010–2015. נתונים אלו חלקיים בלבד, ומדובר בדיווח חסר.

במאי 2017 אושפזו שני ילדים בעקבות אירוע זיהום מי שתייה בחומר החיטוי מתאם־סודיום. בהתבסס על חקירה ראשונית של האירוע, נראה כי חקלאי שהשתמש במתאם־סודיום גרם לזיהום מערכת מי השתייה הציבורית. בשכונה הנפגעת נאסרו מי הברז לשתייה, לבישול ולרחצה במשך חמישה ימים.

נתונים על חשיפה לחומרי הדברה

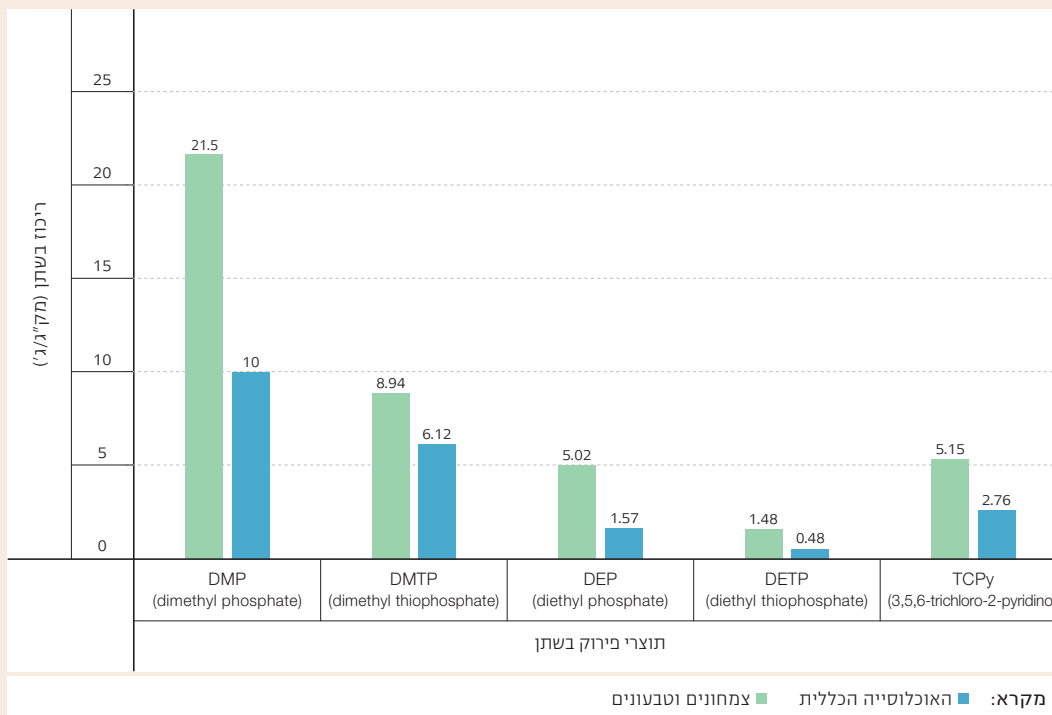
חוקרים מהמרכז למצוינות בחקלאות, בריאות וסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים וממשרד הבריאות מצאו כי לילדים פוטנציאל גבוה לחשיפה לחומרי הדברה רבים, בהשוואה לכלל האוכלוסייה, וכי יש עשרה חומרי הדברה שהחשיפה של ילדים להם חורגת מהצריכה היומית המקובלת (Acceptable Daily Intake - ADI) (לוח 2).

חומרי הדברה אשר צריכתם בקרב ילדים חורגת מהצריכה היומית המקובלת (בהסתמך על נתוני שאריות חומרי הדברה), 2006–2010

→ לוח 2 מקור: Freeman et al., 2016 ⁽⁷⁾	החומר הפעיל	חריגה מהצריכה היומית המקובלת, באחוזון של צריכה	צריכה גבוהה בקרב ילדים בהשוואה לאוכלוסייה הכללית	החומר הפעיל הוגבל בשימוש או הוצא מכלל שימוש בשנים 2012–2016
	קדוסאפוס (cadusafos)	75	+	הוצא משימוש
	קרבוסולפן (carbosulfan)	90		הוצא משימוש
	כלורתלוןיל (chlorothalonil)	75		לא הוצא משימוש ולא הוגבל
	כלורפיריפוס (chlorpyrifos)	75		השימוש הוגבל
	אנדוסולפן (endosulfan)	75		הוצא משימוש
	פנאמיפוס (fenamiphos)	50	+	השימוש הוגבל
	איפרודיון (iprodione)	50		לא הוצא משימוש ולא הוגבל
	מתמידופוס (methamidophos)	25	+	הוצא משימוש
	מונוקרוטופוס (monocrotophos)	90	+	לא הוצא משימוש ולא הוגבל
	אוקסידמתון מתיל (oxydemeton-methyl)	50	+	הוצא משימוש

מחקר חלוץ שנערך על־ידי חוקרים מהמרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי וממשרד הבריאות, בנושא חשיפה לחומרי הדברה בקרב טבעונים וצמחונים בישראל, הצביע על רמות גבוהות של תוצרי פירוק של חומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים בדגימות שתן של תושבי כפר אמירים בגליל העליון, בהשוואה לאוכלוסייה הכללית בישראל (תרשים 2)⁽⁶⁾.

ריכוזי תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן (מתוקנים לרמת הקריאטינין) בקרב צמחונים וטבעונים בהשוואה לאוכלוסייה הכללית



מחקר על חשיפה לחומרי הדברה בישראל

חוקרים מאוניברסיטת אלקודס במזרח ירושלים, מהאוניברסיטה העברית בירושלים וממשרד הבריאות מצאו כי נשים פלסטיניות הרות נחשפו לחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים פחות מנשים יהודיות הרות מאזור ירושלים, כנראה בשל צריכה נמוכה יותר של פירות וירקות טריים או שימוש מצומצם יותר בחומרי הדברה באוכלוסייה הפלסטינית⁽⁵⁾.

מחקר שפורסם ב־2017 הראה שרחף שניוני (רחף לאחר היישום) של זרחנים אורגניים עלול להגביר חשיפה פוטנציאלית לכלורפירפוס⁽¹⁰⁾.

בעבודתם של חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ב־2015 נמצא שיעור היארעות גבוה יותר של מחלת פרקינסון בקרב אוכלוסיות יהודיות המתגוררות בקרבת שדות חקלאיים מעובדים גדולים בנגב, זאת בהסתמך על נתונים שנאספו בשנים 2001–2012. החוקרים מצאו קשר בין הקרבה לשדה וגודלו ובין הסיכון לחלות בפרקינסון⁽⁹⁾.

מחקרים פעילים אחרים בישראל כוללים עוקבת לידה הבוחנת חשיפה לזרחנים אורגניים ותוצאי לידה שליליים; מחקר על השפעת חשיפה לחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים, פירתרואידים (pyrethroids) וטריאזינים (triazines) על מערכת הרבייה הגברית; מחקר ניטור ביולוגי על חשיפה לזרחנים אורגניים בקרב ילדי בית ספר יהודים וערבים במפרץ חיפה ובאזורים כפריים; ומחקר על ריכוזי חומרי הדברה באוויר באזורים מגורים בקרבת שדות חקלאיים. נוסף על כך אסף משרד הבריאות דגימות שתן מ־200 מבוגרים ומ־100 ילדים (בתת־מדגם של המשתתפים בסקר "מצב בריאות ותזונה לאומי 2015–2016" [רב-מב"ת]), כדי לבדוק תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בשתן.

התקדמות מאז 2014

בהתייחס לאתגרים שנכללו בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014", לא הייתה התקדמות משמעותית בהקמתה של ועדה משותפת לרישום חומרי הדברה, ורישום זה מוסיף להתבסס על המלצות משלוש ועדות נפרדות. כמו כן לא הייתה התקדמות משמעותית בהקמת בסיס נתונים מקיף על הרעלות מחומרי הדברה בישראל. כיום מתנהלים מחקרים בנושא ריכוזים של חומרי הדברה באוויר ליד בתי מגורים ובתי ספר, ונבדקות דגימות שתן של ילדים ובוגרים שנאספו ב-2016 ו-2015 להמצאות תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים. משרד החקלאות ופיתוח הכפר פרסם רשימה של רכיבים אינרטיים אסורים בתכשירי הדברה.

אתגרים עיקריים

אחד המכשולים העיקריים בקידומה של מדיניות מקיפה בנושא חומרי הדברה בישראל הוא החפיפה, ולעיתים הפיצול, של תחומי האחריות בין גופים ממשלתיים רבים. הדבר מהווה מכשול להסדרה של מכירת חומרי הדברה חקלאיים, לשימוש עירוני בחומרי הדברה להגנת הצומח, לשימוש חקלאי בחומרי הדברה בקרבת בתי ספר ולעדכון התקנות המיועדות לצמצום את הסיכון מרחף חומרי הדברה. פוספין, חומר לאיוד שגרם למותן של שתי ילדות בשנת 2014, עדיין רשום הן על-ידי המשרד להגנת הסביבה והן על-ידי משרד החקלאות ופיתוח הכפר לשימושים חופפים, ללא תיאום מספק של הפיקוח על השימוש. קיימות מספר הצעות לחקיקה חדשה בדבר השימוש בחומרי הדברה בישראל, מגופים שונים, דבר שעלול להחמיר את הבעיה הקיימת של פיצול תחומי אחריות. נדרשת חקיקה אחידה ומקיפה שתעסוק ברישום חומרי הדברה ובשימוש בהם.

מכשול מרכזי אחר הוא החוסר בפיקוח על מכירה של חומרי הדברה חקלאיים ועל השימוש בהם. בתחום ההדברה התברואתית, מדברים מקבלים הכשרה ורישיון, ותכשירי הדברה אחדים נרשמים ונמכרים אך ורק לשימוש על-ידי מדברים. בתחום של מוצרים להגנת הצומח ותכשירים וטרינריים, אין כל מסגרת רגולטורית המגבילה את המכירה או את השימוש בתכשירים מסוכנים, והם מוסיפים להימכר באופן חופשי בשוק. המספר הגבוה של תקריות שהתרחשו בעקבות שימוש ביתי לא חוקי בחומרי הדברה חקלאיים משקף בעיה זו. דוח מבקר המדינה 2017 מדגיש את העובדה שמשרד החקלאות ופיתוח הכפר אינו מפקח על שימוש נאות בחומרי הדברה חקלאיים. הדוח מצביע גם על כך שמשרד החקלאות ופיתוח הכפר צמצם את התקציב המיועד להכשרת חקלאים וליוזמות להדברה משולבת. לפי הדוח, משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים מבצע ביקורות בקרב פחות מ-1% מהעובדים המשתמשים בחומרי הדברה⁽²⁾.

הערכות סיכונים על חשיפה לחומרי הדברה ממזון מבוצעות, נכון להיום, תוך שימוש בנתוני דיאטה מבוססי שוק (כמות המזון המשווק). נתונים תזונתיים על ילדים בישראל נאספו בסקר רב-מב"ת בשנים 2015–2016, אך הם עדיין אינם זמינים לצורכי הערכת סיכונים. מחקרים על חשיפת צמחונים לחומרי הדברה ועל חשיפה לחומרי הדברה במזון בקרב ילדים הראו שיתכן שיש תת-קבוצות שרמות החשיפה שלהן גבוהות במיוחד, אולם הערכת הסיכונים עדיין נעשית תוך שימוש באומדנים ממוצעים של חשיפה.

נכון להיום, בחינה חדשה של חומרים פעילים הרשומים לשם הגנת הצומח נעשית על-ידי הוועדה המייעצת לרישום חומרי הדברה להגנת הצומח על בסיס "אד-הוק", כלומר – לא על בסיס קבוע. כתוצאה מכך ייתכנו עיכובים בהערכה מחדש ובקבלת החלטות בנוגע לחומרים פעילים שהוצאו משימוש בארצות הברית או באיחוד האירופי. אותה ועדה בין-משרדית מפתחת תוכנית עבודה להערכה תקופתית מחודשת של חומרים פעילים הרשומים להגנת הצומח במשרד החקלאות ופיתוח הכפר. זהו אתגר משמעותי בהתחשב בכך שיש יותר מ-300 חומרים פעילים הרשומים להגנת הצומח.

מקורות

- (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2016). סקר חומרי הדברה בחקלאות ובתברואה בשנים 2011-2013. www.cbs.gov.il/www/hodaot2016n/07_16_294b.doc (אוחזר בספטמבר 2017).
- (2) מבקר המדינה ונציב תלונות הציבור (2017). דוח ביקורת שנתי 67 לשנת 2016 ולחשבונות שנת הכספים 2015 (הדוח המלא). פרק שני - משרדי ממשלה: משרד החקלאות ופיתוח הכפר - השימוש בחומרי הדברה בירקות ובפירות (עמודים 655-704). http://www.mevaker.gov.il/he/Reports/Report_587/77185f25-0411-4814-abcf-c799544b258a/N210-agriculture.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (3) משרד הבריאות - שרות המזון הארצי (2017). סיכום תוצאות ניטור חומרי הדברה במזון בישראל 2016. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/pest_findings2016.pdf (אוחזר בספטמבר 2017).
- (4) משרד החקלאות ופיתוח הכפר - השירותים להגנת הצומח ולביקורת (2017). סיכום סקר שאריות חומרי הדברה בתוצרת חקלאית טרייה. http://www.moag.gov.il/ppis/Yechidot/chimistry/chimia_labs/publications/Documents/pirsum_seker_sheeriot_2014-2015.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (5) Abdeen, Z., Berman, T., Azmi, K., Abu Seir, R., Agha, H., Ein-Mor, E., ...Calderon-Margalit, R. (2016). Urinary organophosphate metabolite levels in Palestinian pregnant women: Results of the Middle East Regional Cooperation Project. *International Journal of Environmental Health Research*, 26(3), 254-66. <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2015.1109067>
- (6) Berman, T., Göen, T., Novack, L., Beacher, L., Grinshpan, L., Segev, D., & Tordjman, K. (2016). Urinary concentrations of organophosphate and carbamate pesticides in residents of a vegetarian community. *Environment International*, 96, 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.08.027>
- (7) Freeman, S., Kaufman-Shriqui, V., Berman, T., Varsano, R., Shahar, D. R., & Manor, O. (2016). Children's diets, pesticide uptake, and implications for risk assessment: An Israeli case study. *Food and Chemical Toxicology*, 87, 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2015.11.009>
- (8) Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*, 4, 148. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
- (9) Yitshak-Sade, M., Zlotnik, Y., Kloog, I., Novack, V., Peretz, C., & Ifergane, G. (2015). Parkinson's disease prevalence and proximity to agricultural cultivated fields. *Parkinson's Disease*, 576564, 7. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/576564>
- (10) Zivan, O., Bohbot-Raviv, Y., & Dubowski, Y. (2017). Primary and secondary pesticide drift profiles from a peach orchard. *Chemosphere*, 177, 303-310. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.03.014>

מזהמי מזון כימיים

מזהמי מזון כימיים הם חומרים שנוספו למזון שלא במכוון. מזהמי מזון כימיים מסוימים נוצרים באופן טבעי (לדוגמה, מיקוטוקסינים [mycotoxins]), ואילו אחרים מקורם בזיהום סביבתי (לדוגמה, מתכות כבדות, דיוקסינים [dioxins], ביפנילים עתירי כלור [polychlorinated biphenyls - PCBs], רדיונוקלידים [radionuclides]), או שנוצרו במהלך עיבוד המזון (לדוגמה, אקרילמיד [acrylamide]).

חשיפה למזהמי מזון כימיים קשורה למגוון רחב של תוצאים בריאותיים שליליים. לדוגמה, חשיפה ממושכת למיקוטוקסינים עלולה לגרום לסרטן, להפרעות במערכת האנדוקרינית, להפרעות במערכת העיכול ולהפרעות בתפקוד הכליות. חשיפה לפחמימנים ארומטיים רב־טבעתיים (polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs) עלולה לגרום לפגיעה בכבד, לפגיעה במערכת הרבייה וההתפתחות ולפגיעה במערכת החיסון⁽⁷⁾. חלק מהפחמימנים הארומטיים הרב־טבעתיים הינם מסרטנים – בנזופירין (benzo[α]pyrene) מסווג כמסרטן ודאי בבני אדם (קבוצה 1)⁽⁸⁾. מתכות כבדות, כגון כספית, קדמיום, ארסן ועופרת, קשורות בעיכוב התפתחותי קוגניטיבי בילדים, בליקויים נוירולוגיים אצל מבוגרים, וכן בהשפעות שליליות על מערכת החיסון, הלב וכלי הדם.

פרק זה דן במזהמי מזון כימיים. כימיקלים במזון הקשורים להשקיה בקולחים נידונים בפרק "קולחים", שאריות של חומרי הדברה נידונות בפרק "חומרי הדברה", וחומרים הבאים במגע עם מזון נידונים בפרק "כימיקלים במוצרי צריכה".

מדיניות ורגולציה

החוק "הגנה על בריאות הציבור (מזון)", שנחקק בשנת 2015, אוסר על ייצור, ייבוא או שיווק של מזון המכיל מזהמים ברמות העולות על הרמות המרביות (Maximum Levels – MLs) הקבועות בתקנות. MLs נקבעות בדרך כלל כדי להגן על אוכלוסיות רגישות, ובכלל זה ילדים.

שירות המזון הארצי במשרד הבריאות מסדיר את תחום מזהמי המזון, ובכלל זה מיקוטוקסינים, דיוקסינים, ביפנילים עתירי כלור, מתכות כבדות (עופרת, קדמיום, כספית וארסן) ופחמימנים ארומטיים רב־טבעתיים⁽²⁾. בינואר 2017 עדכן שירות המזון הארצי את ההנחיות והגדיר את ה־MLs המותרות של מתכות כבדות. ההנחיות החדשות כוללות מגוון של קטגוריות מזון ו־MLs מחמירות יותר. שירות המזון הארצי עדכן גם את ה־MLs של פחמימנים ארומטיים רב־טבעתיים

ושל מלמין (melamine) בתחליפי חלב אם ובפריטי מזון אחרים, ופרסם הנחיות חדשות בקשר ל-MLs של דיוקסינים, פורנים (furans) וביפנילים עתירי כלור. נוסף על כך, התקנות הנוגעות למיקוטוקסינים נתונות בשלבי עדכון. בשנת 2016 פרסם שירות המזון הארצי הודעה לציבור בדבר כמויות ארסן באורז ובמוצרי, לרבות ההמלצה שתינוקות ונשים הרות יצרכו מגוון של דגניים ויימנעו מצריכה של אורז כדגן עיקרי⁽¹⁾.

לשירות המזון הארצי יש כמה תוכניות ניטור שגרתיות הכוללות ניטור של חומרי הדברה ושל מיקוטוקסינים. כמו כן השירות מבצע סקרים על-פי הצורך, בהתבסס על הערכות של סיכונים קיימים ומתפתחים שהניטור השגרתי עלול שלא לכסות, כגון כספית בדגים, ארסן באורז ומוצרי, דיוקסינים, פורנים וביפנילים עתירי כלור במזון מן החי ופחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים במזון מעושן.

השירות הווטרינרי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר עורך סקרים שנתיים לגילוי מתכות כבדות, חומרי הדברה, תרופות ומזהמים אחרים במוצרים מן החי, כגון ביצים, בשר בקר, הודו ועוף.

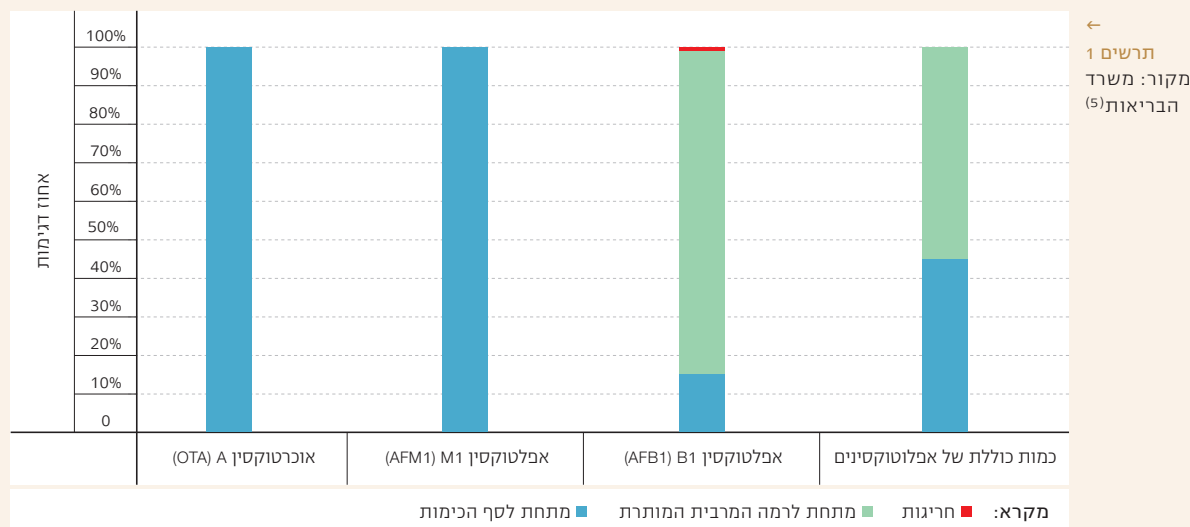
נתונים על מזהמים במזון בישראל

מיקוטוקסינים

שירות המזון הארצי מנטר מיקוטוקסינים במוצרי מזון המשווקים בישראל. הניטור מתבצע על-פי תוכנית דגימה שנתית המכוונת למוצרים הידועים כבעלי סיכון גבוה להימצאות מיקוטוקסינים (תוכנית דגימה ממוקדת). אלה כוללים תירס, אגוזים, פירות יבשים, דגנים ומוצרי חלב.

בשנת 2014 נאספו 535 דגימות מזון והתבצעו 925 בדיקות לזיהוי וכימות של אפלטוקסינים (aflatoxins) (מסוג AFB1, AFM1 וכמות כוללת) ואוכרטוקסין (ochratoxin). שלוש מתוך 535 הדגימות (0.56%) חרגו מה-MLs⁽³⁾. בשנת 2015 בדק שירות המזון הארצי הימצאות מיקוטוקסינים ב-470 דגימות (בעיקר באגוזים, בתבלינים, בפירות יבשים ובחלב). ב-42% מהבדיקות לא זוהו מיקוטוקסינים, וב-4% מהדגימות (0.85%) היו אפלטוקסינים מסוג AFB1 מעל ל-MLs⁽¹⁾ (תרשים 1)⁽⁵⁾.

התפלגות תוצאות ניטור של מיקוטוקסינים בישראל, 2015

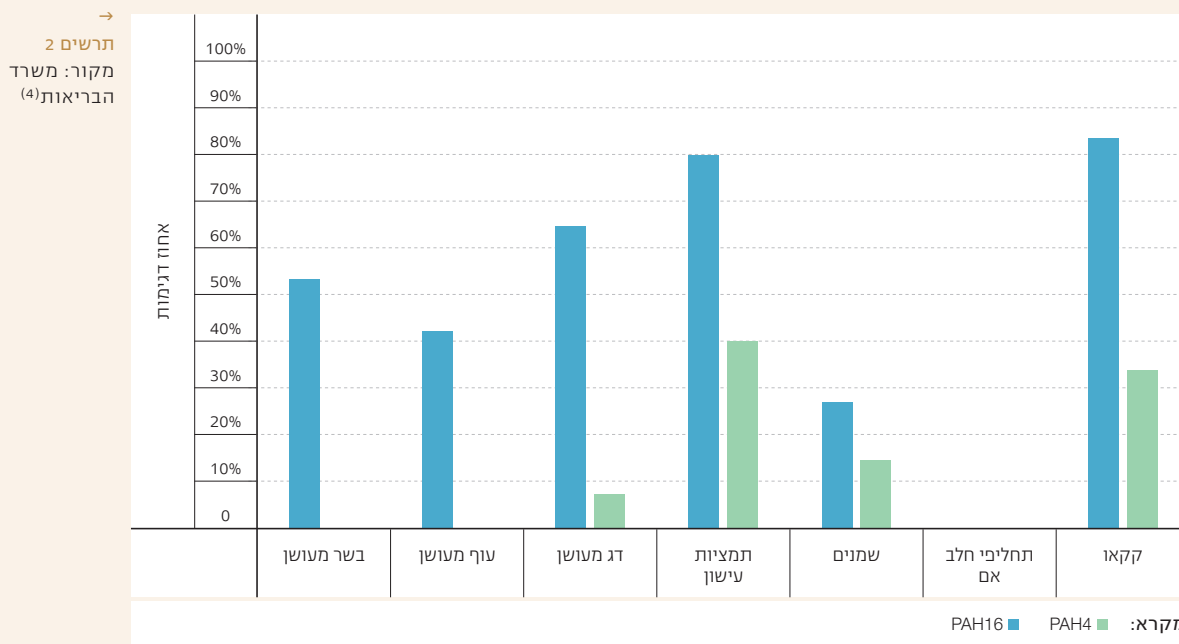


פחמימנים ארומטיים רב־טבעתיים

בשנת 2015 בדק שירות המזון הארצי 132 דגימות מזון להימצאות פחמימנים ארומטיים רב־טבעתיים. אלה כללו מוצרי בשר מעושנים ואחרים, דגים מעושנים, תמציות המשמשות בתהליך העישון, מוצרי קקאו, תחליפי חלב אם ושמינים צמחיים. רשימה מלאה של 16 התרכובות שנבדקו זמינה בדוח משרד הבריאות⁽⁴⁾.

ב־60 מן הדגימות הללו (45.45%) נמצא שכל 16 התרכובות (PAH16) היו מתחת לסף הגילוי. תרשים 2 מציג את שיעור הדגימות של PAH4 (בנזופירין, בנזופלואורנטין [b], קריזן [chrysene], בנזנתרצן [benz[α]anthracene]) ושל PAH16 שעבורן התקבלו תוצאות מעל לסף הגילוי לפי קטגוריות מזון. מתוך 132 דגימות מזון רק מוצר אחד חרג מן ה־MLs עבור PAH4⁽⁴⁾.

שיעור הדגימות מעל לסף הגילוי, על־פי קטגוריות מזון שנבדקו בסקר שירות המזון הארצי, 2015



על בסיס הנתונים לעיל ביצע שירות המזון הארצי הערכת סיכונים לבדיקת החשיפה של מי שצריכתם ממוצעת וגבוהה ולבדיקת הסיכון עבורם בקטגוריות המזון שנדגמו, בעזרת שימוש בנתוני צריכת מזון מסקרי בריאות ותזונה (מב"ת). הערכה זו הראתה כי אין חשש לבריאות הציבור מחשיפה לפחמימנים ארומטיים רב־טבעתיים שמקורם במזון בקטגוריות שנבדקו בסקר.

מתכות כבדות

נתונים על ריכוזים של כספית בדגים מיובאים נאספים דרך קבע על־ידי שירות המזון הארצי. נוסף על כך השירות עורך סקר לזיהוי ארסן במוצרי אורז, והנתונים צפויים להתפרסם ב־2017–2018.

שאריות במוצרים מן החי

הסקרים השנתיים של השירותים הווטרינריים ובריאות המקנה במשרד החקלאות ופיתוח הכפר לשנים 2014/2015 כוללים נתונים על שאריות של מתכות כבדות, חומרי הדברה ותרופות במוצרים מן החי מגידול מקומי. מתוך דגימות בשר הבקר שנבדקו ב־2015, אף אחת לא הכילה ארסן או עופרת. חומרי הדברה אורגנוכלורניים התגלו ב־10 דגימות

בשר בקר (5.1%) בריכוזים מתחת ל-MLs וקדמיום זוהה ב-6 דגימות (2.9%) בריכוזים מתחת ל-MLs. קדמיום זוהה גם ב-170 (76.2%) מהדגימות של בשר הודו, מתוכן 2 דגימות מעל ה-ML, וב-21 (7.5%) מהדגימות שנאספו מעופות. חומרי הדברה אורגנוכלורניים, ביפנילים עתירי כלור ומתכות כבדות (פרט לקדמיום) לא זוהו בבשר הודו, בעופות או בביצים⁽⁶⁾. בעקבות ממצאים משנת 2013, שהצביעו על רמות דיוקסינים גבוהות ב-4 דגימות של ביצים, המשיכו שירות המזון הארצי ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר לבדוק רמות של דיוקסינים בביצים. אף אחת מדגימות הביצים שנאספו בשנים 2014–2016 לא הכילה דיוקסינים מעל ל-MLs – 5 פיקוגרם לקילוגרם שומן. ראוי לציין כי ה-ML בישראל מבוססת על ה-ML האירופי של דיוקסינים בביצים.

התקדמות מאז 2014

האתגרים העיקריים הקשורים למזהמי מזון כימיים שצינו בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014" כללו עריכת סקרים של הימצאות פתלאטים (phthalates), אלומיניום ופחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים, וכן בדיקת רמות של מתכות כבדות ושל קרינה בגידולים שטופלו באפר פחם.

תוצאות הסקר שערך שירות המזון הארצי לבדיקת נוכחות פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים במזון פורסמו בשנת 2017. בשנת 2016 אסף שירות המזון הארצי יותר מ-100 דגימות מזון כדי לערוך סקר של נוכחות אלומיניום. התוצאות עדיין בשלבי עיבוד וניתוח, והדוח המסכם את התוצאות צפוי להתפרסם בתחילת 2018.

התקדמות מסוימת חלה בהערכת הרמות של מתכות כבדות ורדיונוקלידים בגידולים שטופלו באפר פחם. חלה התקדמות מעטה בביצוע סקר של פתלאטים.

אתגרים עיקריים

הערכה טובה של חשיפה היא חלק בלתי נפרד מהערכת הסיכונים. בהערכת הסיכונים של הפחמימנים הארומטיים הרב-טבעתיים השתמש שירות המזון הארצי לראשונה בנתוני צריכת מזון, במקום בנתונים מבוססי-שוק, להערכת החשיפה. נתוני צריכת מזון מסקר "מצב בריאות ותזונה לאומי 2015–2016" (רב-מב"ת), שנערך בקרב ילדים ומבוגרים, אינם זמינים עדיין לצורך הערכת סיכונים. משרד הבריאות מתכנן להשתמש בנתונים מסקר זה לצורך הערכת החשיפה, לרבות עבור תת-אוכלוסיות. יצירת מאגר מידע על צריכת מזון שיתבסס על סקרי בריאות ותזונה תקופתיים יאפשר ביצוע הערכות חשיפה מדויקות יותר לאוכלוסייה הכללית ולתת-אוכלוסיות בתוכה (ילדים, נשים הרות, צמחונים ועוד).

אפשר למדוד ולכמת את חשיפת הציבור למזהמים באמצעות "מבחן כלל המזונות בדיאטה" (Total Diet Study - TDS). סקר כזה יאפשר לבצע הערכה ממשית של חשיפת הציבור למגוון רחב של מזהמים באמצעות מזון, מתוך התחשבות בהשפעת תהליך הכנת המזון על סוג המזהמים ורמתם במזון. הקמת פרויקט TDS בישראל תהיה רכיב חשוב ביכולתו של משרד הבריאות להעריך את חשיפת הציבור למזהמי מזון באמצעות הרגלי תזונה, לרבות מזהמים שלא נמדדו בעבר, כגון מעכבי בעירה ופנולים (phenols).

מנתוני המכון לחקר ימים ואגמים בישראל עולה כי יש עלייה בריכוז הכספית בדגים במפרץ עכו, ככל הנראה עקב זיהום מתמשך ממפעל נטוש שעל החוף. בשל חלוקת האחריות בין משרד הבריאות למשרד החקלאות ופיתוח הכפר, לא הוטל איסור על דיג במפרץ ועדיין לא פורסמה אזהרה לציבור.

- (1) משרד הבריאות – שירות המזון הארצי. המלצות לצמצום החשיפה לארסן – מאורז וממוצריו. <https://www.health.gov.il/UnitsOffice/HD/PH/FCS/contaminants/Pages/Arsen.aspx> (אוחזר ביולי 2017).
- (2) משרד הבריאות – שירות המזון הארצי. חקיקה בתחום המזון. <https://www.health.gov.il/UnitsOffice/HD/PH/FCS/Pages/legislation.aspx> (אוחזר ביולי 2017).
- (3) משרד הבריאות – שירות המזון הארצי (2015). **תוצאות ניטור מיקוטוקסינים במזון בישראל לשנת 2014**. <https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/micotoxins2014.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (4) משרד הבריאות – שירות המזון הארצי (2016). **סיכום סקר לזיהוי ולכימות תרכובות Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) במזון בישראל 2015**. <http://www.health.gov.il/PublicationsFiles/PAH2015.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (5) משרד הבריאות – שירות המזון הארצי (טרם פורסם). **תוצאות ניטור מיקוטוקסינים במזון בישראל לשנת 2015**.
- (6) משרד החקלאות ופיתוח הכפר – השירותים הווטרינריים ובריאות המקנה. דו"ח שנתי השירותים הווטרינריים לשנים 2014-2015. http://www.moag.gov.il/DocLib/shnaton_vet_2014-2015.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (7) European Food Safety Authority (2008). *Polycyclic aromatic hydrocarbons in food, scientific opinion of the EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain*, adopted on 9 June 2008. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/724.pdf (retrieved May 2017).
- (8) International Agency for Research of Cancer (2012). *Review of human carcinogens. Part F: Chemical agents and related occupations, Volume 100*. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-14.pdf> (retrieved May 2017).



כימיקלים במוצרי צריכה

מוצרי צריכה הם מקור חשיפה פוטנציאלי למתכות כבדות, לכימיקלים המשבשים את המערכת האנדוקרינית (endocrine disrupting chemicals – EDCs) ולתרכובות אורגניות נדיפות (volatile organic compounds – VOCs). ריכוזים גבוהים של מתכות כבדות, ובכלל זה עופרת, כספית וארסן, נמצאו בצעצועים, בצבעים, בתכשיטים ובמוצרי טיפוח אישי. מקרים של הרעלה אקוטית מעופרת דווחו לאחר חשיפה לצעצועים ולצבעים המכילים רמות גבוהות של עופרת.

הולכות ומצטברות ראיות לכך שמוצרי צריכה תורמים באופן משמעותי לחשיפה מצטברת לכימיקלים המשבשים את המערכת האנדוקרינית, כגון פתלאטים (phthalates), מעכבי בעירה, תרכובות פרפלוואוריות (perfluorinated compounds) וטריקלזון (triclosan), ושחשיפה כרונית עשויה להיות קשורה לתוצאי בריאות שליליים. לדוגמה, טריפניל פוספט (triphenyl phosphate – TPHP), מעכב בעירה נפוץ מקבוצת הזרחנים האורגניים המשמש במוצרי צריכה, נקשר לשינויים בתפקוד בלוטת התריס. תרכובות פרפלוואוריות המשמשות במוצרי צריכה – למשל, בציפויים עמידים למים ולכתמים במוצרי טקסטיל – נקשרו לסרטן, לשיבושים בפעולת בלוטת התריס, להשפעות על מערכת החיסון ולירידה בפוריות. צבעים, פוליוויניל כלוריד (polyvinyl chloride – PVC) ומוצרים העשויים מעץ עלולים לפלוט תרכובות אורגניות נדיפות, ובכלל זה פורמלדהיד (formaldehyde). חשיפה למוצרי צריכה כאלה נקשרה לסיכון מוגבר לתגובות אלרגיות ולקשיי נשימה אצל ילדים.

מדיניות ורגולציה

שלא כבארצות הברית ובאירופה, בישראל אין מסגרת רגולטורית מקיפה עבור מוצרי צריכה. אין בישראל גם מסגרת רגולטורית לבחינה שיטתית של כימיקלים במוצרי צריכה ולרישומם⁽³⁾. מוצרי הצריכה היחידים העוברים תהליך רישום רשמי, כפי שמחייב החוק, הם חומרי הדברה, תרופות ומוצרי טיפוח.

בשנת 2010, עם הצטרפותה של ישראל לארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (Organization for Economic Co-operation and Development - OECD), היא התחייבה לפתח מנגנון רישום לכימיקלים. במסגרת מחויבות זו הקים לאחרונה המשרד להגנת הסביבה אגף לרישום כימיקלים שתפקידו ליישם אמנות בין-לאומיות כדוגמת אמנות שטוקהולם, רוטרדם ומינמטה, ולהקים מנגנון לרישום כימיקלים.

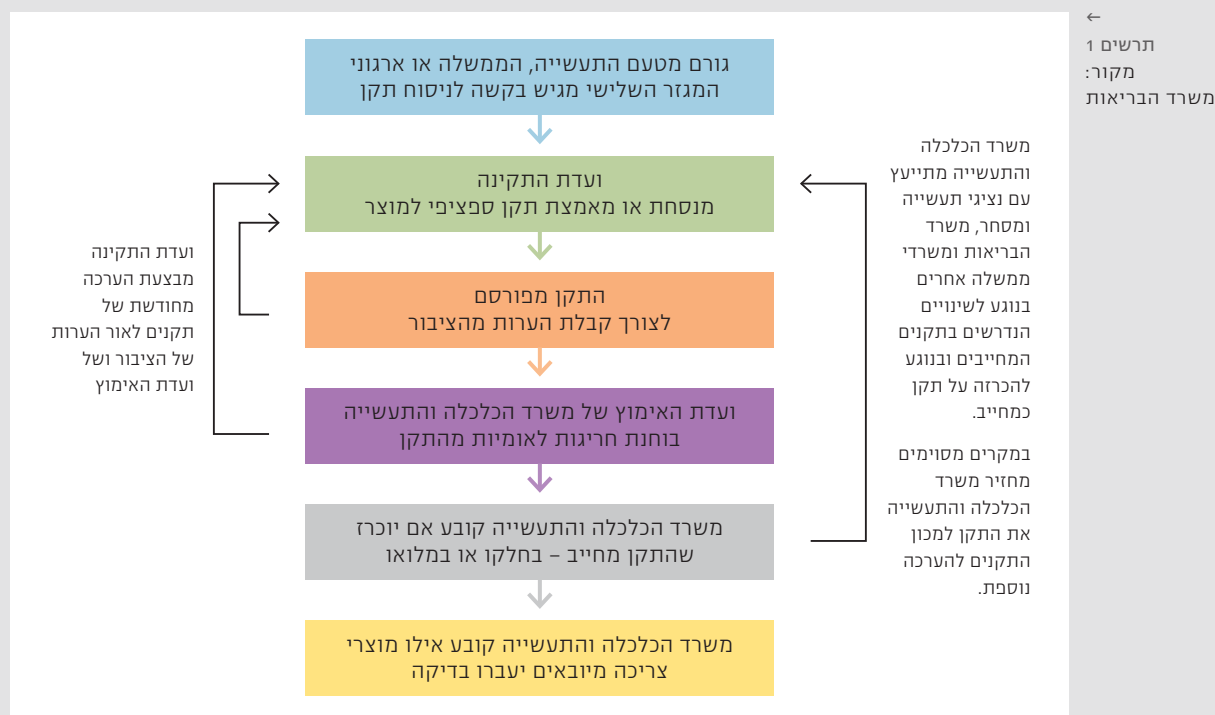
נכון להיום, המסגרת הרגולטורית הישראלית למוצרי צריכה מבוססת על תקנים שאינם מחייבים ועל תקנים מחייבים ייחודיים למוצרים ספציפיים (תרשים 1). תקנים ספציפיים למוצרים אלו מאומצים ומנוסחים על-ידי ועדות של בעלי עניין המנוהלות במסגרת מכון התקנים הישראלי. בוועדות משתתפים עד 12 חברים, 10 מהם מייצגים ארגוני תעשייה ומסחר, את האקדמיה וארגוני צרכנים, ועוד שניים מייצגים את הממשלה או גופים ציבוריים.

תקנים של מוצרי צריכה מבוססים בדרך כלל על תקנים בין-לאומיים. בתקנים הישראליים יכולות להיות חריגות לאומיות ייחודיות לישראל (דרישות שאינן מופיעות בתקן הבין-לאומי שעליו מבוסס התקן הישראלי, national deviations), אך עליהן להיות מנומקות היטב.

על-פי חוק התקנים יכול שר הכלכלה והתעשייה להכריז שתקן הינו מחייב אם התקן נדרש לשם הגנה על בריאות הציבור, על הבטיחות או על הסביבה. אם תקן מחייב חל על מוצר, מוצר זה חייב לעמוד בדרישות התקן בייצור, בשיווק, בייבוא ובייצוא. ועדת אימוץ (בה נציגים ממשרד הכלכלה והתעשייה, ממשרד האוצר, מארגוני מסחר ותעשייה ונציגי ציבור) בוחנת תקנים מחייבים ומחליטה על המלצות בנוגע לחריגות לאומיות מדרישות החובה.

”צו יבוא חופשי” מונה את המוצרים החייבים לעמוד בדרישות תקן כדי שישוחררו על-ידי פקחי המכס. במילים אחרות, גם תקן מחייב, אם אינו נכלל בצו יבוא חופשי אזי המוצר אינו נבדק והייבוא שלו מאושר על סמך הצהרה.

סקירת תהליך פיתוח תקנים ייחודיים למוצר



תקנים ייחודיים למוצרים עוסקים בתכולה הכימית של מוצרי צריכה שונים, לרבות חומרים הבאים במגע עם מזון ומוצרים לתינוקות ולילדים. לוח 1 מרכז את רשימת הכימיקלים המבוקרים במוצרי צריכה המיועדים לתינוקות ולילדים.

תקנים למוצרי צריכה עבור תינוקות וילדים, הכוללים דרישות לבדיקת מזהמים כימיים, נכון לאוקטובר 2017

מוצר / מספר תקן ישראלי	מתכות כבדות (heavy metals)	פתלאטים (phthalates)	ביספנול A (bisphenol A - BPA)	מעכבי בעירה (flame retardants)	פורמלדהיד (formaldehyde) / ניטרוזמינים (nitrosamines)
צעצועים 562	+	+	-	-	-
תכשיטי ילדים 6558/1	ממתין לאישור ולהכרזה על רשמיות	-	-	-	-
מזרני תינוקות, משטחי החתלה 1548	-	ממתין לאישור	-	ממתין לאישור	-
אביזרי האכלה לילדים 14372	ממתין לאישור כתקן מחייב	+	ממתין לאישור כתקן מחייב	-	-
מיטות תינוק 682	+	-	-	-	+
בקבוקי תינוקות 5817	+	-	+	-	-
מוצצים 1157	+	+	-	-	+

+ דרושה בדיקה על-פי התקן המחייב

חומרים הבאים במגע עם מזון

תקן ישראלי 5113 הוא תקן מחייב הדורש בדיקות כימיות של נדידה כללית (total migration), של ביספנול A (bisphenol A - BPA) ושל פורמלדהיד בחומרים, במוצרים וברכיבים פלסטיים הבאים במגע עם מזון או עם משקאות. התקן הותאם ב-2016 כך שיקלוץ את תקנות מנהל המזון והתרופות האמריקני (Food and Drug Administration - FDA) והן את תקנות האיחוד האירופי. בדיקה ספציפית לנדידה נוספה על הדרישות לנדידה כללית. שינויים אלו ממתנים לאישור משרד הכלכלה והתעשייה.

תקן אחר (תקן ישראלי 1003) דורש בדיקה של עופרת ושל קדמיום בכלי מטבח בעלי ציפוי קרמי ובכלים העשויים קרמיקה, זכוכית וחרסינה הבאים במגע עם מזון. עם זאת, על-פי צו יבוא חופשי אין דרישה לבדוק שחרור עופרת וקדמיום מזכוכית, מחרסינה ומכלים בעלי ציפויים קרמיים הבאים במגע עם מזון.

כפי שאפשר לראות בלוח 1, תקן ישראלי 14372 קובע דרישות בנוגע למתכות כבדות, לביספנול A ולפתלאטים בכלי אוכל לילדים. תקן זה עודכן ואושר מחדש ב-2017 על סמך התקן האירופי. התקן כולל דרישות עבור כלי אכילה העשויים מכל חומר שהוא, לאו דווקא עבור אלו העשויים פלסטיק. נוסף על כך, תקן זה מגדיר רמות מרביות מותרות מחמירות יותר לביספנול A בהשוואה לדרישות המוגדרות בתקן 5113. משרד הכלכלה והתעשייה טרם הכריז על תקן זה כמחייב.

תקן ישראלי 900 עוסק בבטיחות כלי בית חשמליים, לרבות קומקומים חשמליים ומכונות קפה. על-פי תקן 900, מכשירים חשמליים הבאים במגע עם מים חייבים לעמוד בדרישות של תקן ישראלי 5452 בנוגע לריכוזי מתכות כבדות העלולים להשתחרר מהמוצר למים. תקן זה הוא תקן מחייב, אולם לא חלה עליו חובת בדיקה על-פי צו יבוא חופשי.

צעצועים ומתקני משחקים

תקן ישראלי 562, חלק 3 (בטיחות צעצועים: נדידת יסודות כימיים מסוימים), הוא תקן מחייב הכולל דרישות לבדוק מתכות כבדות ופתלאטים בצעצועים. התקן עודכן בשנת 2015 בהתאם לגרסה האחרונה של התקן האירופי. הרמות המרביות (Maximum Levels - MLs) של 11 יסודות מתכתיים נוספו לרמות המרביות שהיו מוגדרות כבר ל-8 יסודות מתכתיים בגרסה הקודמת של התקן. לתקן זה נוספה חריגה לאומית המגבילה את הרמה המרבית של פתלאטים, מכיוון שבמערכת התקינה האירופית תכולת הפתלאטים מבוקרת בחקיקה אחרת.

תקן ישראלי 1498 (מתקני משחקים) עוסק בבטיחות מתקני שעשועים המיועדים לילדים במגרשי משחקים ובגינות ציבוריות. משרד הבריאות המליץ להוסיף דרישות לבדוק עופרת וקדמיום בצבעים ובציפויים המשמשים בציוד למגרשי משחקים, מכיוון שאין בישראל דרישות רגולטוריות המגבילות תכולת עופרת וקדמיום בצבעים. דרישה זאת הוכנסה לתקן אשר ממתין לאישור משרד הכלכלה והתעשייה.

מזרנים ושטיחים

התקנים המחייבים למזרנים למבוגרים, למזרני פעוטות ולשטיחים דורשים עמידות בפני הידלקות. עד שנת 2016 כללה דרישת העמידות בפני הידלקות הן את מבחן האש הגלויה ("מבחן הגפרור") והן את מבחן האש הסמויה ("מבחן הסיגריה"). הדרישה לכלול את מבחן האש הגלויה בתקן ישראלי 5418 (עמידות בהידלקות של מזרנים) בוטלה כדי לאפשר שיווק של מזרנים ושטיחים אשר אינם מכילים מעכבי בעירה כימיים. נוספו גם דרישות לסימון בתווית כדי לציין אם המוצר מכיל כימיקלים מעכבי בעירה⁽²⁾. שינויים בתקן ישראלי 1548 (מזרנים ומגיני ראש למיטות ולעגלות של תינוקות ופעוטות) ותקן ישראלי 636 (שטיחי טקסטיל), שמטרתם לאפשר שיווק של המוצרים ללא מעכבי בעירה, ממתנים עתה לאישור משרד הכלכלה והתעשייה.

צבעים

בישראל אין מגבלות מחייבות על עופרת בצבעים, אולם יש תקנים וולונטריים רבים המגדירים ערכים מרביים לתכולת עופרת בצבעים. בנוסף לכך, תקן ישראלי 1343 כולל דרישה מחייבת לסמן צבעים שתכולת העופרת בהם עולה על 0.5%. מכון התקנים הישראלי מספק "תו ירוק" בלתי מחייב למוצרי צבע העומדים בהגבלות עופרת ובעוד דרישות. חברות הצבעים הגדולות בישראל מצהירות כי הן מציינות לדרישות הבלתי מחייבות הללו בצבעים לבתי מגורים. נוסף על כך, מכיוון שיש הגבלות חובה על עופרת ברהיטי ילדים ובצעצועים, צבעים המשמשים במוצרים אלו נדרשים לעמוד בהגבלות מחמירות של עופרת. במסגרת מחקר שנערך ב-2017 על-ידי חוקרים מאוניברסיטת חיפה, משרד הבריאות וממכון התקנים הישראלי, נמצאו ריכוזים חריגים של עופרת בציפויים ובמשטחים צבועים במרחב הציבורי, למשל במתקני שעשועים.

מוצרי טיפוח

כפי שתואר לעיל, מוצרי טיפוח מבוקרים בישראל ומחייבים אישור מיוחד של משרד הבריאות. בשנת 2017 פרסם משרד הבריאות תקנות חדשות בדבר שיווק של מוצרים קוסמטיים. התקנות מאמצות מדיניות אירופית הנוגעת למוצרים קוסמטיים (תקנת האיחוד האירופי EC 1223/2009), ובכלל זה הרשימה האירופית של חומרים אסורים ומוגבלים במוצרי קוסמטיקה. התקנות אוסרות על שימוש בחומרים המסווגים כמסרטנים, כמוספגניים או כמסוכנים למערכת הרבייה. דוגמאות לחומרים אסורים: עופרת ותרכובותיה, ארסן ותרכובותיו, דיבוטיל פתלאט (diethylhexyl phthalate - DEHP). דוגמאות לחומרים מוגבלים: דיכלורומתאן (dichloromethane) ופורמאלדהיד.

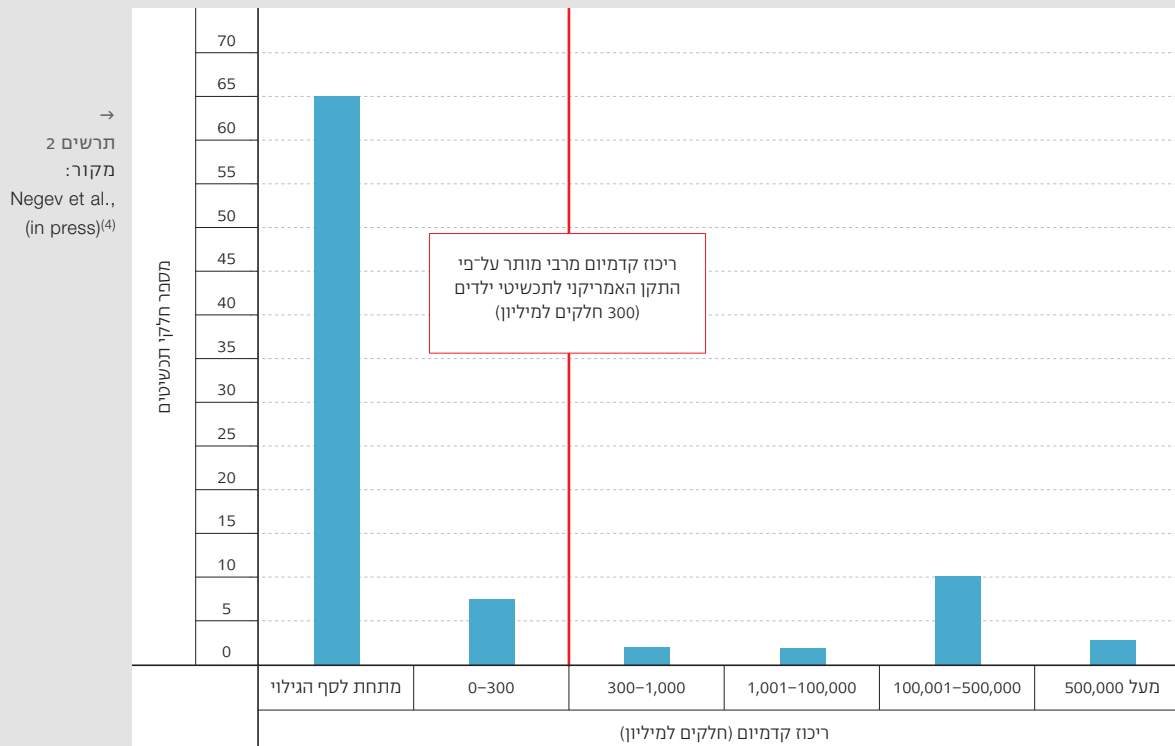
נתונים על כימיקלים במוצרי צריכה בישראל

בשנים 2015–2017 פרסם משרד הכלכלה והתעשייה כמה אזהרות לציבור וקריאות להחזרה (recalls) של מוצרים בגין חריגות שנמצאו בבדיקות כימיות:

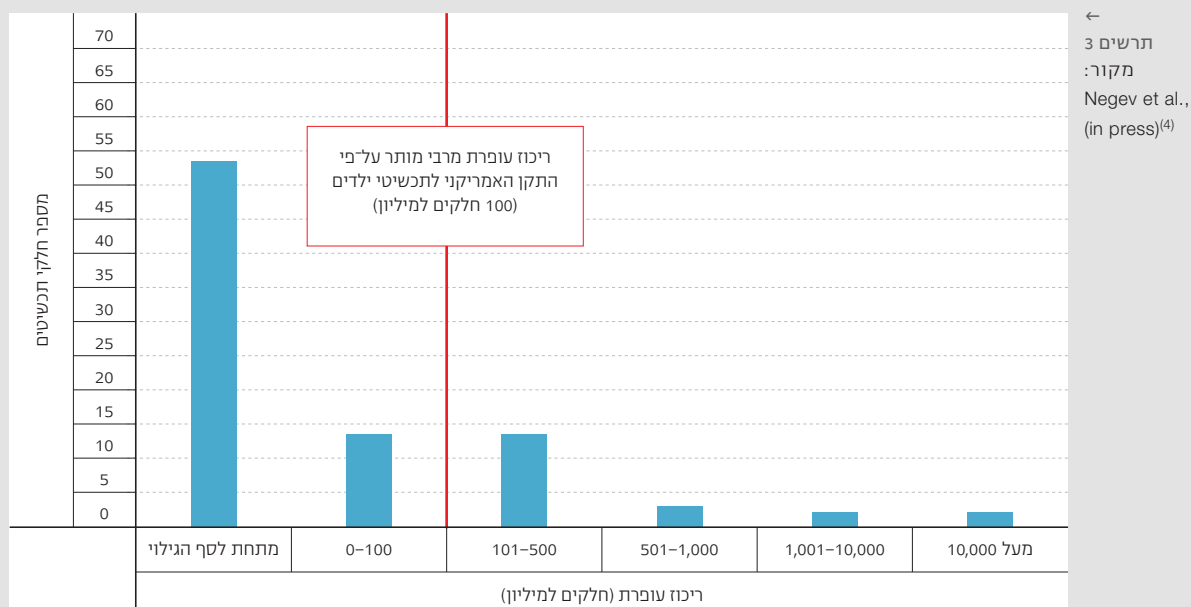
- 2015 – קריאה להחזרה של מוצצים המכילים ניטרוזמינים (nitrosamines) ברמות שמעל לתקן;
- 2016 – קריאה להחזרה של צעצועים המכילים פתלאטים ברמות שמעל לתקן;
- 2017 – אזהרה לציבור בדבר מתכות כבדות במכונות קפה.

ב־2017 פרסם משרד הבריאות אזהרה לציבור בדבר מתכות כבדות בתכשיטי ילדים⁽¹⁾. יצוין שמשרד הכלכלה והתעשייה לא פרסם אזהרה לציבור מפני שאין בישראל תקן מחייב לתכשיטי ילדים ומכיוון שכך, אין למשרד הכלכלה והתעשייה סמכות בכל הנוגע למוצר זה. פרסום ההודעה לציבור על־ידי משרד הבריאות בא בעקבות תוצאות של מחקר שנערך על־ידי חוקרים מאוניברסיטת חיפה, משרד הבריאות וממכון התקנים הישראלי; המחקר נועד להעריך מזהמים סביבתיים ספציפיים – ובכלל זה מתכות כבדות, פתלאטים, ביספנול A ומעכבי בעירה מוברים (brominated flame retardants - BFRs) – במוצרי צריכה לתינוקות, לפעוטות ולילדים צעירים. המחקר העלה שבצעצועים שנבדקו לא היו חריגות של מתכות כבדות מהתקן. ואולם ב־22% מהדוגמאות של חלקי תכשיטים לילדים הייתה חריגה מהתקן האמריקני לעופרת, וב־19% מהן הייתה חריגה מהתקן האמריקני לקדמיום. רמות העופרת המרביות שנמדדו היו מעל ל־10,000 חלקים למיליון (ח"מ) (בהשוואה לתקן של 100 ח"מ), ורמות הקדמיום הגבוהות ביותר שנמדדו היו מעל 500,000 ח"מ (בהשוואה לתקן של 300 ח"מ) (תרשימים 2 ו־3). מכיוון שבעת ביצוע הסקר לא היה תקן למתכות כבדות בתכשיטים לילדים, הושו התוצאות לתקן של ארצות הברית⁽⁴⁾.

ריכוזי קדמיום שנמדדו בחלקי תכשיטים לילדים בישראל, 2016

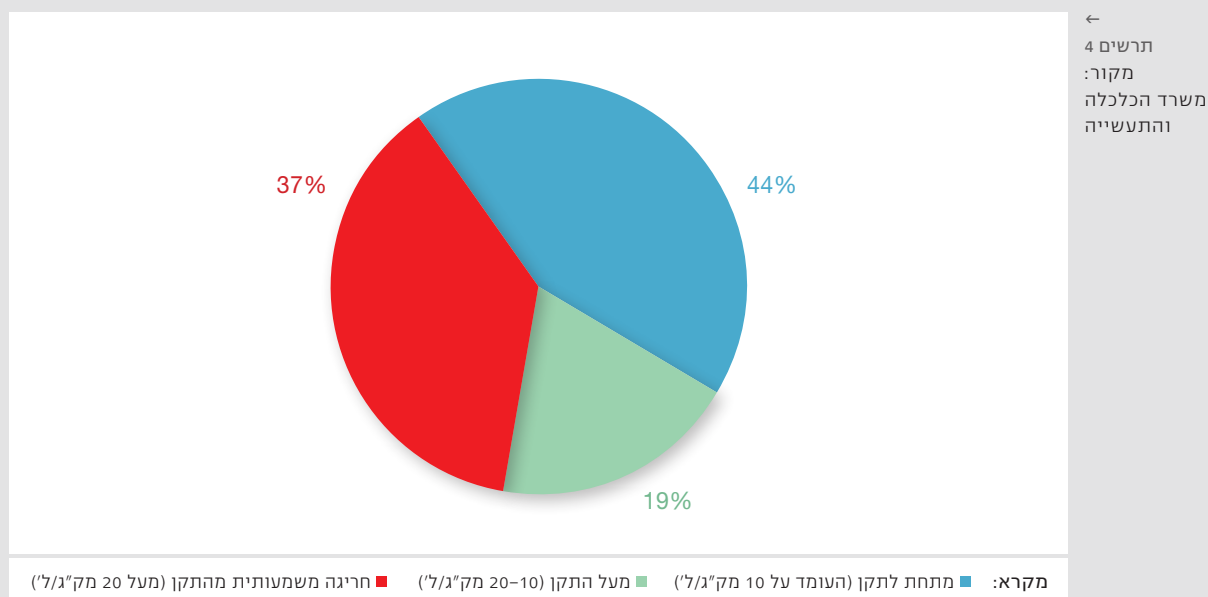


ריכוזי עופרת שנמדדו בחלקי תכשיטים לילדים בישראל, 2016



בעקבות נתונים שנאספו על ידי גוף מסחרי במסגרת בדיקה שגרתית במי ברז, בדק משרד הכלכלה והתעשייה עופרת ומתכות אחרות במכונות קפה. ביותר מ-35% מן המכונות שנבדקו ריכוז העופרת הנמדד במים שהיו במגע עם המכונה היה בין 20 ל-150 מיקרוגרם בליטר (מק"ג/ל), בהשוואה לרמה המותרת שהיא 10 מק"ג/ל וכלולה בתקן ישראלי 900 (תרשים 4).

רמות עופרת שנמדדו במים במכונות קפה תעשייתיות בישראל, 2016-2017



מחקר ישראלי על כימיקלים במוצרי צריכה

- ♦ חוקרים מאוניברסיטת חיפה, ממשד הבריאות וממכון התקנים הישראלי בודקים אם בשוק הישראלי נמכרים היום צבעים המכילים עופרת. המחקר מתמקד בעיקר בצבעים מיובאים, בצבעים המורכבים בישראל על-ידי יצרנים קטנים ובצבעים תעשייתיים.
- ♦ חוקרים במרכז הרפואי אסף הרופא ובמרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי בודקים גורמים המשפיעים על חשיפה לפתלאטים ולמעכבי בעירה מוברים בקרב נשים הרות ובקרב ילודים.
- ♦ חוקרים במרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי ובמשרד הבריאות בודקים האם תינוקות הנזונים מבקבוק חשופים לפתלאטים ולביספנול A יותר מתינוקות יונקים.

התקדמות מאז 2014

התקדמות מסוימת חלה ביעדים שצינו בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014". הושגה התקדמות בשיתוף הפעולה ובשיתוף הנתונים בין משרד הבריאות, משרד הכלכלה והתעשייה ומכון התקנים הישראלי – כדי לקדם תקנים חדשים, להכריז על תקנים כמחייבים ולאכוף דרישות חובה קיימות בנוגע למוצרי צריכה. עם זאת, אין עדיין מנגנון פורמלי להבטחת שיתוף פעולה וזרימת מידע הדדית בין המשרדים.

אתגרים עיקריים

בישראל נדרשת רגולציה מקיפה בנוגע לכימיקלים במוצרי צריכה, נוסף על רישום של כימיקלים אלה. בהיעדר רגולציה מקיפה כזאת, יש צורך במחקר נוסף ובסקרים נוספים של כימיקלים במוצרי צריכה בשוק הישראלי, כדי לזהות פערי רגולציה; עד כה מומנו מחקרים וסקרים אלו על-ידי גורם פרטי, הקרן לבריאות וסביבה. כמו כן יש צורך בסקירה שיטתית של דרישות הנוגעות לכימיקלים במוצרי צריכה המשווקים בחו"ל בהשוואה לדרישות בישראל.

בשנת 2016 התגלו בשוק בישראל ריכוזים גבוהים מאוד של עופרת וקדמיום בתכשיטי ילדים. הגילוי הבלתי פער רגולטורי שעלול להיות בו איום על בריאות הציבור. פער רגולטורי זה נבע ממערכת התקנים הישראלית, שבה מאומצים תקנים ספציפיים למוצר מארצות הברית ומהאיחוד האירופי, ללא אימוץ מקביל של חקיקה מקיפה. בעקבות הגילוי אימץ מכון התקנים הישראלי תקן למוצר זה, אך עד שיוכרז כי התקן מחייב מוסיפים לייבא ולמכור בישראל מוצרים לא מבוקרים.

הגילוי של תכולת עופרת גבוהה במכונות קפה תעשייתיות מצביע גם הוא על פערי רגולציה. אף שהדרישות הנוגעות למכונות קפה מחייבות, על-פי צו יבוא חופשי לא נדרשות בדיקות לעופרת או לכימיקלים אחרים במוצרים אלו. במקום זה, על היבואנים להצהיר שהמוצרים עומדים בתקן. לפי צו יבוא חופשי רק מוצרים ספציפיים דורשים בדיקה כדי שישוחררו על-ידי מפקחי המכס (למשל, צעצועים), ואילו אחרים מחייבים הצהרה בלבד (למשל, מכונות קפה, מתקנים למי שתייה). צו יבוא חופשי דורש בדיקה כימית למוצרים מיובאים אך לא למוצרים מתוצרת ישראל. מוצרים המיוצרים בישראל, כדוגמת חומרים הבאים במגע עם מזון, נבדקים באקראי בשוק. יש צורך בפיקוח בשווקים כדי לגלות מוצרים שאינם עומדים בדרישות.

אתגר חשוב הוא להבטיח שהתקנים מגינים על בריאות הציבור, למרות לחצים פוליטיים והחלטות ממשלה לצמצם מחסומי סחר ולהגביר תחרות בשוק מוצרי הצריכה. על-פי שינויים שנעשו לא מכבר (2017) בחוק התקנים, בתקנים ישראלים יכולות להיות חריגות לאומיות מתקנים בין-לאומיים, אך על החריגות להיות מנומקות היטב ולקבל את אישורה של ועדת האימוץ – ועדה שאין בה נציג של משרד הבריאות. חוק התקנים קובע במפורש שמשרד הכלכלה והתעשייה אינו יכול להכריז על תקן שיש בו חריגה לאומית כתקן מחייב, אלא אם כן הדבר אושר ישירות על-ידי ראש הממשלה ושר האוצר. במקרים מסוימים ביקש משרד הבריאות חריגות לאומיות מתקנים כדי להבטיח שהם מגינים על בריאות הציבור. לדוגמה, בהיעדר דרישות לאומיות הנוגעות למתכות כבדות בצבעים, המליץ משרד הבריאות להוסיף דרישות לבדיקה של מתכות כבדות בצבעים ובציפויים המשמשים במגרשי משחקים ובגני משחקים. לנוכח הקריטריונים החמורים ביותר לקביעת חריגות לאומיות מתקנים בין-לאומיים ובשל הדרישה לאישור של ראש הממשלה ושר האוצר, צפוי לחץ פוליטי גובר והולך לאמץ תקנים בין-לאומיים כפי שהם, גם בהיעדר חקיקה מקיפה בישראל בנוגע לכימיקלים במוצרי צריכה.

צו משנות השמונים של המאה העשרים העניק למשרד הבריאות סמכות לבקר את הנושא של כימיקלים במוצרי צריכה, אך המשרד ממקד היום את מאמציו בהפניית המלצות ובקשות המבוססות על דאגה לבריאות הציבור אל משרד הכלכלה והתעשייה. במקרה של התקן לאביזרי האכלה לילדים (ת"י 14372), משרד הכלכלה והתעשייה עדיין לא הכריז שהתקן מחייב – למרות בקשה רשמית שהגיש משרד הבריאות בשנת 2015. התהליך הבירוקרטי הממושך של הכרזת תקנים כמחייבים הוא המכשול העיקרי בדרך לצמצום סיכונים פוטנציאליים מכימיקלים במוצרי צריכה. מכיוון שחוק התקנים המעודכן שם יותר דגש על צמצום חסמי סחר מאשר על הגנה על בריאות הציבור, יש צורך להעריך מחדש את תפקידו של משרד הבריאות בהבטחת אימוץ תקנים המגינים על בריאות הציבור וביישומם.

מקורות

- (1) משרד הבריאות (עודכן בינואר 2017). ריכוזים חריגים של מתכות כבדות בתכשיטים המיועדים לילדים. http://www.health.gov.il/NewsAndEvents/SpokemanMessegas/Pages/04012017_1.aspx (אוחזר ביולי 2017).
- (2) משרד הבריאות. עמדת שירותי בריאות הציבור בנושא חומרים מעכבי בעירה במזרונים. http://www.health.gov.il/UnitsOffice/HD/PH/Pages/Flame_retardants.aspx (אוחזר ביולי 2017).
- (3) Negev, M., Berman, T., Reicher, S., Balan, S., Soehl, A., Goulden, S., ...Diamond, M. L. Regulation of chemicals in children's products: How U.S. and EU regulations impact smaller markets. *Science of the Total Environment* (in press).
- (4) Negev, M., Berman, T., Reicher, S., Sadeh, M., Ardi, R., & Shammai, Y. Concentrations of trace metals, phthalates, bisphenol A and flame-retardants in toys and childcare products in Israel. *Chemosphere* (in press).

ניטור ביולוגי

ניטור ביולוגי (human biomonitoring - HBM) הוא כלי למדידת החשיפה לכימיקלים סביבתיים באמצעות ניטור של חומרים ושל תוצרי הפירוק שלהם, וכן של סמנים ביולוגיים ברמה התאית או המולקולרית בנוזלי הגוף וברקמותיו, כגון שתן, דם, חלב אם ושיער. אפשר להשתמש בניטור ביולוגי כדי להעריך חשיפות סביבתיות של בני אדם ברמת הפרט, וכן במסגרת רפואה קלינית (למשל, אבחון של הרעלת עופרת).

ברמת האוכלוסייה, ניטור ביולוגי התגלה ככלי רב עוצמה להערכת חשיפות מצטברות לתערובות של כימיקלים. אפשר לשלב נתונים מניטור ביולוגי עם נתונים סביבתיים – כדי לזהות מסלולי חשיפה, ועם נתוני בריאות – כדי למצוא ראיות לקשר בין חשיפה לכימיקלים ובין תוצאים בריאותיים שליליים, לרבות תוצאים תת-קליניים. אפשר להשתמש בניטור ביולוגי כדי לזהות ולהבליט אוכלוסיות רגישות, כדי לתמוך בתכנון מדיניות ממוקדת לצמצום החשיפה למזהמים סביבתיים, וכן לצורך מדידת האפקטיביות של יישום מדיניות המיועדת לצמצום חשיפות אלו.

לנתוני ניטור ביולוגי יש שימושים רבים במחקרי בריאות וסביבה ובהתוויית מדיניות. על כן מדינות רבות, ובכלל זה ארצות הברית, קנדה, גרמניה, צרפת, בלגיה, ספרד, איטליה, צ'כיה ודרום קוריאה, פיתחו תוכניות לאומיות לניטור ביולוגי⁽⁵⁾.

מדיניות ורגולציה

כמו ברוב מדינות אירופה, אין בישראל חקיקה מחייבת הדורשת ניטור ביולוגי באוכלוסייה הכללית. סקרי מצב בריאות ותזונה לאומיים (מב"ת) שימשו בעבר פלטפורמה לניטור ביולוגי, אולם אין מדיניות רשמית לשילוב ניטור ביולוגי בסקרים תקופתיים אלו⁽⁴⁾.

החוק בישראל מחייב ניטור ביולוגי תעסוקתי לעובדים החשופים למתכות כבדות (קדמיום, עופרת, ארסן, כרום, כספית, קובלט וניקל), לחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים (organophosphates) והקרבמטים (carbamates) (ניטור האנזים כולינאסטרזא [cholinesterase] בתאי דם אדומים), לממיסים פחמימניים ארומטיים (hydrocarbon aromatic solvents) (בנזן [benzene], טולואן [toluene], סטירן [styrene] וקסילן [xylene]) ולממיסים הלוגניים (טריכלורואתילן [trichloroethylene], פרכלורואתילן [perchloroethylene] ו-1,1,1-טריכלורואתאן [1,1,1-trichloroethane]). אין דרישה למדוד את החשיפה למעכבי בעירה, לפתלאטים (phthalates), לפנולים (phenols) ולתרכובות פרפלווריות (perfluorinated compounds) באוכלוסיות החשופות לכימיקלים אלו בסביבת העבודה.

בשנת 2016 יזם משרד הבריאות תהליך ראשוני לתעדוף כימיקלים לניטור ביולוגי בישראל. על-פי ממצאי מחקר ניטור ביולוגי של משרד הבריאות משנת 2011, המעידים על חשיפה נרחבת של האוכלוסייה בישראל לכימיקלים, ועל-פי קריטריונים נוספים כגון חומרת הסיכון לבריאות הציבור או שימושים פוטנציאליים בנתוני ניטור ביולוגי לצורך קביעת מדיניות, נבחרו זרחנים אורגניים וקוטינין (cotinine) בעדיפות גבוהה לניטור ביולוגי מתמשך בישראל⁽⁴⁾. סקר "מצב בריאות ותזונה לאומי 2015–2016" (רב-מב"ת) בקרב מבוגרים וילדים כלל איסוף דגימות שתן בתת-מדגם של 200 מבוגרים ו-100 ילדים לצורך מדידה של חומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים וקוטינין.

נתוני ניטור ביולוגי בישראל

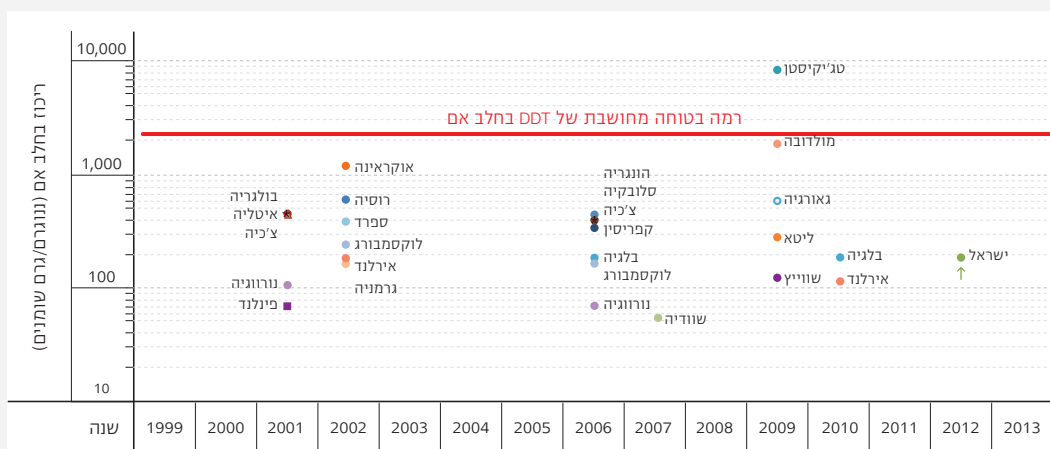
משרד הבריאות ערך שני מחקרי ניטור ביולוגי בשנים 2011–2012 – האחד בדק נוכחות של מזהמים אורגניים בלתי פריקים (persistent organic pollutants - POPs) בחלב אם, והאחר בדק חשיפה לכימיקלים סביבתיים (קוטינין, חומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים, פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים [polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs], ביספנול A [bisphenol A – BPA] ופחמימנים ארומטיים) באוכלוסייה הכללית.

מאז פרסום דוח "בריאות וסביבה בישראל 2014", התפרסמו ממצאים חדשים שעלו ממחקרים אלו:

- הרמות של תוצר הפירוק הספציפי של כלורפיריפוס (chlorpyrifos) בשתן, TCPy, בקרב מבוגרים בישראל ב-2011, היו גבוהות מאוד בהשוואה לרמות בקרב מבוגרים בארצות הברית (ריכוז חציוני מתוקנן לקריאטינין [creatinine] היה 2.34 מיקרוגרם/גרם לעומת 0.87 מיקרוגרם/גרם בקרב מבוגרים בארצות הברית בשנים 2009–2010).
- ניתוח תוצרי פירוק של פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים בשתן הצביע על כך שהאוכלוסייה הכללית בישראל חשופה באופן נרחב לחומרים אלה, עם הבדלים ברמות החשיפה ובמקורותיה בין תת-קבוצות אתניות⁽⁸⁾.
- רמות ה-DDT בחלב אם בישראל נמוכות מאלה שדווחו במדינות רבות באירופה (תרשים 1), אולם רמות PCDD (polychlorinated dibenzo-p-dioxins), PCDF (polychlorinated dibenzofurans), וביפנילים עתירי כלור (polychlorinated biphenyls - PCBs) שנתגלו במדגם בישראל היו גבוהות מהרמות הבטוחות בחלב אם⁽¹¹⁾.

ריכוז DDT בחלב אם במדינות אירופה:

נתונים מסקר על חלב אם של ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization - WHO) ושל התוכנית הסביבתית של האו"ם (United Nations Environment Programme - UNEP), 2000–2012



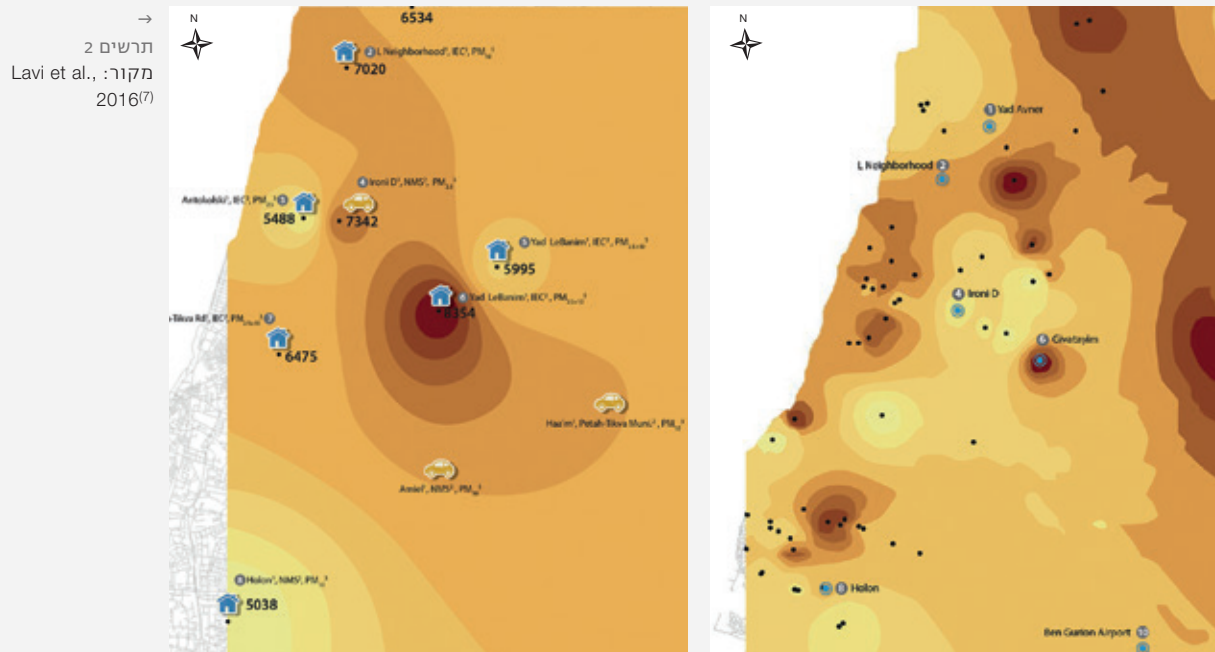
←
תרשים 1
מקור: World Health Organization⁽¹²⁾

מחקרי ניטור ביולוגי בישראל

חוקרים מאוניברסיטת תל אביב מיפו את פיזור החומר החלקיקי (particulate matter – PM) במטרופולין תל אביב באמצעות טכניקות של ניטור ביולוגי, והשתמשו לשם כך בדגימות ליחה של מבוגרים שהופנו לביצוע בדיקות רפואיות לבירור תסמינים נשימתיים. החוקרים הסיקו כי בהשוואה לניטור סביבתי, ניטור ביולוגי סיפק מידע רב יותר ואפשר מיפוי של אזורים רחבים יותר (תרשים 2). צוות החוקרים בדק גם חשיפה אישית לחומר חלקיקי זעיר בילדים עם תסמינים נשימתיים⁽²⁾. נמצא מתאם חיובי בין תכולת החלקיקים הזעירים באדי נשיפה מעובים לתסמינים נשימתיים ודלקת בדרכי הנשימה.

מיפוי זיהום אוויר במטרופולין תל אביב באמצעות ניטור ביולוגי (ימין)

בהשוואה למיפוי המבוסס על תחנות ניטור קבועות (שמאל)



חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב מצאו כי אצל נשים בדואיות הרות בדרום הארץ ריכוזי האלומיניום בשתן היו גבוהים יותר בקרב נשים המתגוררות במרחק של עד 10 קילומטרים מאזור התעשייה נאות חובב, או בקרב נשים שדיווחו על שימוש בתנור עצים ובישול על אש פתוחה. נמצא כי החשיפה לאלומיניום קשורה למומים מולדים, ללידות מוקדמות ולמשקל לידה נמוך⁽⁶⁾.

מחקר משותף של חוקרים ממשד הבריאות ומהאקדמיה ברשות הפלסטינית ובגרמניה הראה כי רמות תוצרי הפירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן (סה"כ דימתיל פוספט [dimethyl phosphates]) בקרב נשים הרות פלסטיניות היו נמוכות מהרמות בקרב נשים הרות יהודיות מאזור ירושלים. החוקרים סברו כי הריכוזים הנמוכים של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בשתן עשויים לנבוע מצריכה נמוכה של פירות וירקות באוכלוסייה הפלסטינית ו/או משימוש מצומצם יותר בחומרי הדברה באוכלוסייה זו⁽¹⁾.

מחקר חלוץ שנערך על-ידי חוקרים מהמרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי וממשד הבריאות בחן את החשיפה לחומרי הדברה ולכימיקלים המשבשים את פעילות המערכת האנדוקרינית (endocrine disrupting chemicals – EDCs)

בקרב טבעונים וצמחונים. המחקר הראה כי טבעונים וצמחונים חשופים יותר לחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים, עם ירידה מתונה בחשיפה לפתאלטים לעומת האוכלוסייה הכללית בישראל⁽³⁾. ריכוזים חציוניים מתקננים לקריאטינין של כלל דיאלקיל פוספטים (dialkyl phosphates - DAPs) ושל תוצר הפירוק TCPy הספציפי לכלורפיריפוס היו גבוהים יותר באופן מובהק סטטיסטית בקרב תושבים טבעונים וצמחונים מהריכוזים בקרב כלל האוכלוסייה היהודית בישראל (0.29 מיקרומול/גרם לעומת 0.16 מיקרומול/גרם לדיאלקיל פוספט ו-4.32 מיקרוגרם/גרם לעומת 2.34 מיקרוגרם/גרם עבור TCPy). עם זאת, ריכוזי פתאלטים בעלי משקל מולקולרי גבוה מתקננים לקריאטינין היו ב-20% נמוכים יותר בקרב טבעונים וצמחונים (88 מיקרוגרם/גרם לעומת 111.0 מיקרוגרם/גרם). המחקר הבליט את תרומתם של תזונה ושל אורח חיים לחשיפות למזהמים סביבתיים ברמת הפרט⁽¹⁰⁾.

חוקרים מהמרכז למצוינות בחקלאות, בריאות וסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים פיתחו שיטה חדשה לגילוי עקבות של התרופה האנטיאפילפטית קרבמזפין (carbamazepine) ושל תוצרי הפירוק שלה בדגימות שתן. בעזרת שיטה זו הודגם כי אנשים בריאים הצורכים תוצרת חקלאית שהושקתה בקולחים הפרישו קרבמזפין ואת תוצרי הפירוק שלו בשתן, ואילו אנשים שצרכו תוצרת חקלאית שהושקתה במים שפירים הפרישו כמויות שמתחת לסף הגילוי או כמויות נמוכות יותר במידה ניכרת של קרבמזפין⁽⁹⁾.

מחקרים פעילים

בישראל נערכים כיום כמה מחקרי עוקבות לידה גדולים. לצורך המחקרים נעשה שימוש בסמני חשיפה ביולוגיים, בייחוד סמני חשיפה ביולוגיים המעידים על חשיפה למעכבי בעירה מוברמים (brominated flame retardants - BFRs), ביפנילים עתירי כלור (polychlorinated biphenyls - PCBs), פתאלטים וחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים. כמה מעוקבות הלידה מקיימות מעקב כדי לבחון השפעות של חשיפות סביבתיות על התפתחות ילדים. מחקרי חלוץ אחדים עבור עוקבות לידה נוספות נמצאים כבר בפיתוח, ומקצתם כבר החלו (לוח 1).

מחקרי עוקבות לידה בישראל העושים שימוש בסמני חשיפה ביולוגיים

עוקבת הלידה	גודל המדגם	מזהמים נמדדים	רקמה או נוזל גוף
המרכז הרפואי אסף הרופא / המרכז הרפואי ת"א ע"ש סוראסקי	320	מעכבי בעירה מוברמים (brominated flame retardants - BFRs), ביפנילים עתירי כלור (polychlorinated biphenyls - PCBs), פתאלטים (phthalates)	דם ושתן של האם, דם ושתן של האב, דם טבורי, מקונויום, חלב אם
מרכז רפואי בית חולים הדסה	280	חומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים (organophosphate pesticides), פתאלטים (phthalates)	שתן אם ושתן של היילוד
אוניברסיטת בן-גוריון בנגב / המרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה	140	מתכות כבדות	שתן אם
אוניברסיטת בן-גוריון בנגב / המרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה (מחקר חלוץ)	130	טרם הוחלט	דם ושתן של האם, דם ושתן של האב, דם טבורי, שליה, מקונויום
עוקבת תאומים, המרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא	65	פתאלטים (phthalates)	דם ושתן של האם, דם טבורי, שליה
המרכז הרפואי ת"א ע"ש סוראסקי (מחקר חלוץ)	50	ביספנול A (BPA - bisphenol A), פתאלטים (phthalates)	שתן אם ושתן של היילוד, מקונויום, חלב אם
עוקבת לידה לאחר הפרייה חוץ-גופית במכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות (מחקר חלוץ)	30	טרם הוחלט	דם ושתן של האם, דם ושתן של האב, דם טבורי

←
לוח 1
מקור: הקרן
לבריאות וסביבה

- ♦ מחקרי ניטור ביולוגי נוספים ומחקרים אפידמיולוגיים סביבתיים העושים שימוש בסמנים ביולוגיים להערכת חשיפה:
 - ♦ דגימות שתן מ-200 מבוגרים ומ-100 ילדים נאספו בסקר "מצב בריאות ותזונה לאומי 2015–2016" (רב־מב"ת). יימדדו בהן רמות של קוטינין ותוצרי פירוק של חומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים.
 - ♦ המשרד להגנת הסביבה מממן מחקרי הערכה של חשיפה באמצעות ניטור ביולוגי במסגרת תוכנית הפעולה הלאומית למפרץ חיפה. מזהמים שייבדקו בניטור ביולוגי כוללים מתכות כבדות ותרכובות אורגניות נדיפות כגון בנזן וקסילן.
 - ♦ חוקרי המרכז למצוינות בחקלאות, בריאות וסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים בודקים את הקשר בין סמנים ביולוגיים המעידים על חשיפה לחומרי הדברה ובין פוריות הגבר.
 - ♦ חוקרים באוניברסיטה העברית – הדסה ובשירותי בריאות כללית בודקים את הקשר בין סמנים ביולוגיים לחשיפה לעשן טבק סביבתי ולפתאלטים ובין תפקוד נשימתי בקרב ילדים.
 - ♦ חוקרים באוניברסיטה העברית – הדסה משתמשים בסמני חשיפה ביולוגיים למזהמים אורגניים בלתי פריקים בדם כדי לחקור גורמי סיכון ללימפומה שאינה הודג'קין (non-Hodgkin lymphoma) בקרב מבוגרים פלסטינים וישראלים.

התקדמות מאז 2014

האתגרים העיקריים בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014" בתחום הניטור הביולוגי כללו היעדר הרמוניזציה אזורית או בין־לאומית, היעדר תוכנית ארוכת טווח לניטור ביולוגי בישראל והיעדר מעבדות עם יכולת מוכחת למדידת חשיפה למינונים נמוכים של מזהמים סביבתיים בדגימות ביולוגיות.

חלה התקדמות משמעותית בהצטרפות למאמץ הרמוניזציה אזורי. משרד הבריאות משתתף בפרויקט ניטור ביולוגי אירופי (HBM4EU), מאגד (קונסורציום) של 28 מדינות אירופיות המקדם שימוש בניטור ביולוגי ככלי לקביעת מדיניות ולהערכת סיכונים. תפקידיו העיקריים של משרד הבריאות במאגד יהיו בחינת השימוש בסקרי בריאות כפלטפורמה לניטור ביולוגי והשתתפות בפרויקט העוסק בחשיפה לתערובות של כימיקלים – עם מיקוד בחומרי הדברה. במסגרת פרויקט זה ישולבו נתוני הניטור הביולוגי מישראל בפלטפורמת המידע האירופית לניטור כימי.

התקדמות מסוימת חלה בפיתוח יכולת מעבדתית לניטור ביולוגי בישראל. המעבדה הארצית לבריאות הציבור במשרד הבריאות קיבלה בשנת 2017 מענק מהקרן לבריאות וסביבה, כדי לפתח יכולת מעבדתית לניטור ביולוגי.

התקדמות מעטה חלה בפיתוח תוכנית אסטרטגית ארוכת טווח לניטור ביולוגי בישראל.

אתגרים עיקריים

בשנת 2015–2016 שימש הסקר הלאומי של מצב בריאות ותזונה (רב־מב"ת) פלטפורמה לאיסוף דגימות שתן לניטור ביולוגי. בשימוש בסקר כפלטפורמה לניטור ביולוגי יש יתרונות רבים, אך עד כה ניטור ביולוגי היה חלק נלווה לסקר. כדי למצות את המרב מסקרי מב"ת התקופתיים כפלטפורמה לסקרי ניטור ביולוגי, יש להביא בחשבון את מרכיבי הניטור הביולוגי ולשלבם בשלב מוקדם של תהליך התכנון של הסקר, והניטור הביולוגי עצמו צריך להיות לחלק רשמי של סקרי מב"ת. כדי לקבוע אילו חומרים ייבדקו בניטור הביולוגי, יש להרחיב את תהליך התעדוף הראשוני לכימיקלים לניטור ביולוגי בישראל בעזרת נציגים נוספים – מהאקדמיה, מהמשלה ומהציבור.

בישראל יש שפע של נתוני ניטור ביולוגי, הן ממחקרי עוקבות לידה והן ממחקרים פעילים אחרים בתחום האפידמיולוגיה הסביבתית. יש צורך בפיתוח מסגרת לשימוש בנתונים ממחקרי העוקבה וממחקרים אחרים לצורך הערכת סיכונים וקביעת מדיניות. עד כה לא שולבו בישראל נתוני הניטור הביולוגי בהערכות סיכונים כמותיות של כימיקלים סביבתיים.

מדינות רבות הקימו תוכניות לאומיות לניטור ביולוגי. היעדר תוכנית אסטרטגית רשמית לניטור ביולוגי בישראל אמנם אפשר עד כה גמישות בקביעת יעדים ובמציאת מקורות מימון, וכן שיתוף פעולה עם קהילת החוקרים, אולם תוכנית ממשלתית רשמית תבטיח את הקיימות של הניטור הביולוגי בישראל לטווח ארוך.

מקורות

- (1) Abdeen, Z., Berman, T., Azmi, K., Abu Seir, R., Agha, H., Ein-Mor, E., ...Calderon-Margalit, R. (2016). Urinary organophosphate metabolite levels in Palestinian pregnant women: Results of the Middle East Regional Cooperation Project. *International Journal of Environmental Health Research*, 23(3), 254–266. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26578062#>
- (2) Benor, S., Alcalay, Y., Domany, K. A., Gut, G., Soferman, R., Kivity, S., & Fireman, E. (2015). Ultrafine particle content in exhaled breath condensate in airways of asthmatic children. *Journal of Breath Research*, 9(2). doi: 10.1088/1752-7155/9/2/026001
- (3) Berman, T., Göen, T., Novack, L., Beacher, L., Grinshpan, L., Segev, D., & Tordjman, K. (2016). Urinary concentrations of organophosphate and carbamate pesticides in residents of a vegetarian community. *Environment International*, 96, 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.08.027>
- (4) Berman, T., Goldsmith, R., Levine, H., & Grotto, I. (2016). Human biomonitoring in Israel: Recent results and lessons learned. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(2A), 6–12. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.09.008>
- (5) Choi, J., Mørck, T. A., Joas, A., & Knudsen, L. E. (2015). Major national human biomonitoring programs in chemical exposure assessment. *AIMS Environmental Science*, 2(3), 782–802. doi: 10.3934/environsci.2015.3.782
- (6) Karakis, I., Landau, D., Yitshak-Sade, M., HersHKovitz, R., Rotenberg, M., Sarov, B., ...Novack, L. (2015). Exposure to metals and congenital anomalies: A biomonitoring study of pregnant Bedouin-Arab women. *Science of the Total Environment*, 517, 106–112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.056>
- (7) Lavi, A., Potchter, O., Omer, I., & Fireman, E. (2016). Mapping air pollution by biological monitoring in the metropolitan Tel Aviv area. *International Journal of Environmental Health Research*, 26(3), 346–360. doi: 10.1080/09603123.2015.1111313
- (8) Levine, H., Berman, T., Goldsmith, R., Göen, T., Spungen, J., Novack, L., ...Grotto, I. (2015). Urinary concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in Israeli adults: Demographic and life-style predictors. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(1), 123–131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.09.004>
- (9) Paltiel, O., Fedorova, G., Tadmor, G., Kleinstern, G., Maor, Y., & Chefetz, B. (2016). Human exposure to wastewater-derived pharmaceuticals in fresh produce: A randomized controlled trial focusing on carbamazepine. *Environmental Science and Technology*, 50(8), 4476–4482. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06256>
- (10) Tordjman, K., Grinshpan, L., Novack, L., Göen, T., Segev, D., Beacher, L., ...Berman, T. (2016). Exposure to endocrine disrupting chemicals among residents of a rural vegetarian/vegan community. *Environment International*, 97, 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.018>
- (11) Wasser, J., Berman, T., Lerner-Geva, L., Grotto, I., & Rubin, L. (2015). Biological monitoring of Persistent Organic Pollutants in human milk in Israel. *Chemosphere*, 137, 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.07.038>
- (12) World Health Organization Regional Office for Europe (2015). *Human biomonitoring: Facts and figures*. <http://www.euro.who.int/en/media-centre/events/events/2015/04/ehp-mid-term-review/publications/human-biomonitoring-facts-and-figures> (retrieved September 2017).

קרינה בלתי מייננת

המונח "קרינה בלתי מייננת" (non-ionizing radiation - NIR) מתייחס לקרינה אלקטרומגנטית בעלת אנרגיה שאינה מספיקה כדי ליינן אטומים או מולקולות. הספקטרום של קרינה בלתי מייננת כולל את האור האולטרה-סגול (ultraviolet – UV), את האור הנראה (visible light) ואת הקרינה התת-אדומה (infrared – IR), גלי מיקרו (microwave – MW), תדרי רדיו (radio frequency – RF) וקרינה בתדרים נמוכים מאוד (extremely low frequency – ELF). הקרינה ממתקני תקשורת אלחוטיים, ובכלל זה טלפונים סלולריים ורשתות סלולריות, היא חלק מתדרי הרדיו⁽¹⁴⁾.

מחקרים רבים בדקו תוצאי בריאות פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת. חשיפה לגלי רדיו יכולה לגרום לחימום מקומי של רקמות, אולם הדאגה העיקרית הנוגעת לסיכונים בריאותיים פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת מתמקדת באפשרות שלקרינה זו תוצאים שאינם קשורים בחום.

הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (International Agency for Research on Cancer - IARC) סיווגה שדות מגנטיים בתחום ה-ELF ושדות אלקטרומגנטיים בתחום ה-RF כמחוללי סרטן אפשריים לאדם (קטגוריה 2B). מחקרים מצביעים על סיכון מוגבר להתפתחות לוקמיה (ב-1.5–2 סדרי גודל) בעקבות חשיפה ממושכת באזור המגורים לשדות מגנטיים (בעוצמה של יותר מ-0.3–0.4 מיקרוטסלה, שהיא שוות ערך ל-3–4 מיליגאוס). לפי הערכה של הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן בשנת 2011, יש ראיות מוגבלות לקיומו של סיכון מוגבר להתפתחות גידולי מוח ממאירים (גליומה) וגידולים שפירים של עצב השמיעה (נוירומה אקוסטית) בקרב המשתמשים בטלפונים סלולריים.

מספר מוגבל של מחקרים בחנו את הקשר האפשרי בין חשיפה ל-RF ובין תוצאים בריאותיים שליליים, כגון בעיות פוריות, פגיעה בתפקודי המוח, שיבושים בתפקוד הלב ומחזור הדם, אובדן שמיעה, שינויים בהפרשת הרוק, בהרכבו ובזרימתו, וכן מחלות ניווניות של מערכת העצבים. תוצאות המחקרים שבחנו את השפעת ה-RF על מדדים שונים של איכות הזרע לא היו חד-משמעיות.

מדיניות ורגולציה

המשרד להגנת הסביבה אחראי לקביעת תקנים סביבתיים לקרינה בלתי מייננת. משרד הבריאות, משרד החינוך, משרד התקשורת, משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, משרד הפנים ומשרד הכלכלה והתעשייה מעורבים גם הם בפיתוח מדיניות בנוגע לקרינה בלתי מייננת וליישומה. מכון התקנים הישראלי הוא האחראי להענקת תו תקן ישראלי למתקנים פולטי קרינה בלתי מייננת.

חוק הקרינה הבלתי מייננת משנת 2006 כולל דרישות הנוגעות להתקנה של מקורות פולטי אנרגיה ולהפעלתם, וכן דרישות לניטור מקורות קרינה בלתי מייננת ולהבאת התוצאות לידיעת הציבור. החוק מעניק למשרד להגנת הסביבה סמכות להגדיר רמות חשיפה מרביות מותרות⁽¹⁾. בשנת 2011 המליצו משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה על קווים מנחים לרמות מרביות מותרות של חשיפה לקרינה ממתקני חשמל (10% מהספים שנקבעו על-ידי המועצה הבין-לאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת [International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP]). ההמלצות הללו לא תורגמו לתקנות בשל התנגדות משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים ומשרד האוצר. בשנת 2015 הוגשה לבית המשפט העליון עתירה בתביעה שהמשרד להגנת הסביבה יקבע תקנות בדבר חשיפה לקרינה בתדרים נמוכים מאוד. עדיין לא הושגה התקדמות בנושא והמחסום העיקרי הוא מחלוקת על העלויות של יישום התקנות.

בשנת 2013, בעקבות החלטת ממשלה, הקימו המשרד להגנת הסביבה ומשרד המדע והטכנולוגיה את מרכז הידע "תנודע" – מרכז ידע לאומי בנושא קרינה בלתי מייננת והשפעותיה על בריאות הציבור. מרכז תנודע אוסף ומעבד ידע מדעי על קרינה בלתי מייננת, מנתח אותו ומנגיש אותו למגוון קהלי יעד (הציבור הרחב, הממשלה, חוקרים וגופים מסחריים). המרכז ממליץ על צעדים לצמצום של חשיפה ושל סיכונים בריאות פוטנציאליים. המרכז פועל לשם הרחבת הידע בתחום זה ומנחה את הציבור בקבלת החלטות מושכלות בנוגע לשימוש בטכנולוגיות שבהן מעורבת קרינה בלתי מייננת⁽⁵⁾.

בשנת 2016 פרסם המשרד להגנת הסביבה הנחיות לצמצום חשיפה לשדות אלקטרומגנטיים הסובבים מתקני חשמל. ההנחיות כוללות המלצות לתכנון מתקנים להפקת אנרגיה ולבנייתם תוך שימת דגש על שימוש בטכנולוגיות מיגון פסיבי ומיגון אקטיבי לשם צמצום חשיפה לקרינה, כגון יצירת אזורי חיץ בין השדות המגנטיים ובין השטחים שרוצים למגן, או יצירת שדות מגנטיים מנוגדים לשדות הקיימים בשטח הממוגן⁽²⁾.

בשנים האחרונות הוצעו חוקים אחדים המגבילים את השימוש בטלפונים סלולריים בקרב ילדים. הצעות אלה כללו איסור מכירה, שיווק ופרסום של טלפונים סלולריים לילדים מתחת לגיל 16. אף אחד מן החוקים הללו לא התקבל.

מדיניות בנושא חשיפה לקרינה בלתי מייננת בבתי ספר

הנחיית משרד החינוך מ-2013 קובעת כי בשימוש באינטרנט בכיתה יש להעדיף תקשורת קווית. אם התקנת רשת קווית אינה ישימה, אפשר להתקין רשת אלחוטית, במגבלות האלה:

- הגבלות גיל – ניתן להתקין רשת אלחוטית החל מכיתה א' אך לא בגני ילדים. בכיתות א' עד ג' השימוש היומי מוגבל: בכיתות א'–ב' – עד שעה ביום ולא יותר משלושה ימים בשבוע, בכיתה ג' – עד שעתיים ביום ולא יותר מארבעה ימים בשבוע.
- בכל כיתה תותקן נקודת חיבור קווית בעמדת המורה.
- יש לבצע מדידות קרינה (RF, ELF) של ציוד תקשורת ואמצעי קצה בית ספריים. המדידות יבוצעו על-ידי אדם מוסמך, לפני ההתקנה ואחריה, כדי להבטיח שרמות הקרינה עומדות בדרישת המשרד להגנת הסביבה.
- בתי הספר יפעילו תוכניות לימוד על קרינה אלקטרומגנטית וקרינת RF.

חוזר שפורסם ב-2016 על-ידי משרד החינוך מגביל את פרק הזמן של לימוד דיגיטלי וקובע כי מחשב או מחשב לוח ישמשו לפעילויות פדגוגיות בלבד. החוזר גם מגביל את פרק הזמן של לימוד אלקטרוני; למשל, בכיתות א'-ג' – לא יותר מ-20% מזמן השיעור ובכיתות ד'-ו' – לא יותר מ-30% מזמן השיעור^(6,7).

נתונים על חשיפה לקרינה בלתי מייננת בישראל

על-פי נתונים שפורסמו על-ידי המשרד להגנת הסביבה, ב-2014 נערכו בבתי ספר 1,005 מדידות של ELF, וב-561 מתוכם נמצאו רמות קרינה גבוהות מהרמות המומלצות. ב-2015 נערכו 617 מדידות בבתי ספר, וב-346 מהן נמצאו חריגות (לוח 1)⁽³⁾.

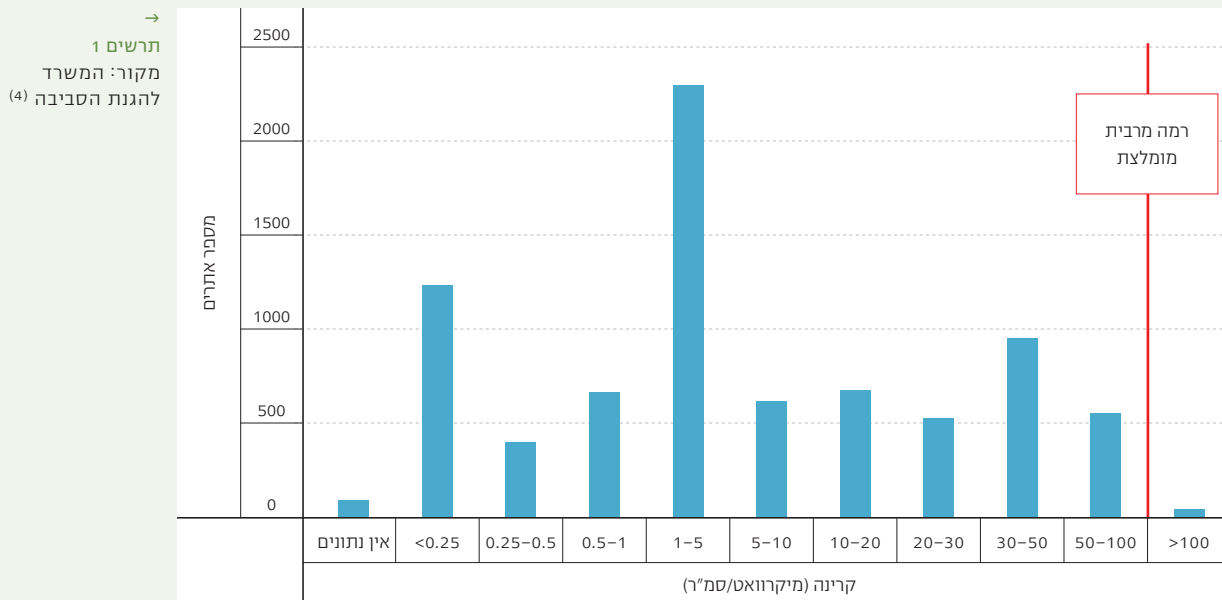
מדידות קרינה בתדרים נמוכים מאוד (ELF) בבתי ספר בישראל, 2014-2015

→ לוח 1
מקור: המשרד להגנת הסביבה (3)

שנה	מספר המדידות הכולל	מספר המדידות שתוצאותיהן חורגות מרמת הקרינה המומלצת	שיעור המדידות שתוצאותיהן חורגות מרמת הקרינה המומלצת
2014	1,005	561	55.8%
2015	617	346	56.1%

המשרד להגנת הסביבה מפרסם את מיקום מערכות הניטור לקרינת RF ואת תוצאות מדידותיהן באתר אינטרנט יעודי (מערכת ניטור RF)⁽⁴⁾, וכן עוקב אחר שידורי אנטנות סלולריות בישראל ומנטר אותם. דוח מתחילת 2017 מונה 7,950 אתרים פעילים של שידור סלולרי בישראל, ומספק נתונים על רמות הקרינה שלהם (תרשים 1). יצוין כי רמות הקרינה של 33 מתוך 7,398 אנטנות שנבחנו היו גבוהות מן הסף המומלץ של 100 מיקרוואט/סמ"ר, ואולם החריגות נמדדו באזורים בלתי נגישים לציבור הרחב.

רמות קרינה בלתי מייננת באתרי שידור סלולריים פעילים בישראל, 2017



מכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות יישם תוכנית התערבות חינוכית וערך סקר בשנים 2012–2014 במרכז הארץ, בהשתתפות שמונה בתי ספר שבהם שמונים כיתות ז' ו'ט'. הממצאים הראו שימוש רב בטלפונים סלולריים בקרב מתבגרים בישראל. לדוגמה, רוב התלמידים (96.1%) השתמשו בטלפון סלולרי בקביעות, 27.8% בילו יותר משעה ביום בשיחות קוליות, ו-11% מהתלמידים – יותר משעתיים ביום אופייני. כ-28% מהתלמידים דיווחו על קבלה ושליחה של יותר מ-50 מסרונים ביום, ו-7.4% דיווחו על יותר מ-300 מסרונים ביום. מרבית משתמשי הטלפון הסלולרי (95.6%) התחילו להשתמש בו לפני גיל 12 (8.4% – לפני גיל 6), 30% דיווחו שהם עונים לשיחות טלפון בתוך מעליות וכ-80% אינם משתמשים כלל בהתקנים (כגון דיבורית או אוזניות) כאשר הם מדברים בטלפון הסלולרי.

בסקר שנערך על-ידי אחד מהמפעילים העיקריים של רשתות סלולריות בישראל נמצא כי ל-25% מהילדים בני 6–8 היו טלפונים סלולריים. השיעור גדל ל-66% בקרב ילדים בני 9–11.

מחקרים על חשיפה לקרינה בלתי מייננת בישראל

חשיפה לתדרי רדיו ולשדות מגנטיים

בשנת 2015 בחנו חוקרים מהמשרד להגנת הסביבה ומהמכללה האקדמית הדסה את השפעת המעבר ל-LTE (Long Term Evolution – תקן לתקשורת אלחוטית מהירה מאוד עבור טלפונים סלולריים ומסופי נתונים) על חשיפה ל-RF, ומצאו שהמעבר ל-LTE הפחית את החשיפה למרות הגדלת הנפח של הנתונים המועברים. כן נמצא ששיתוף אתרים בין מפעילים יכול להביא להפחתה של 40% במספר האתרים בד בבד עם הקטנת החשיפה ל-RF.

חוקרים מהמרכז למחקר גרעיני שורק ערכו סקר ארצי של קרינה ממקורות שונים. במחקר שפורסם בשנת 2015 מדדו החוקרים שדות מגנטיים בעלי קרינה נמוכה מאוד בעשרה דגמים של מכוניות בנזין, דיזל והיברידיות. הם מצאו שהשדה המגנטי במכוניות ההיברידיות היה החזק ביותר, והשדה המגנטי במכוניות דיזל היה החלש ביותר. לפי סקר זה, המרכב המתכתי של המכוניות ("שאסי") עלול להיות מקור של שדה מגנטי⁽¹⁰⁾.

במחקר נוסף, שהחל בשנת 2015, כימתו החוקרים מהמשרד להגנת הסביבה ומהמכללה האקדמית הדסה את החשיפה לשדות מגנטיים בעלי תדרים נמוכים (low frequency - LF) בקרונות של רכבת המונעת בדיזל (במקום בחשמל). ברכבות אלה מיוצר הזרם על-ידי גנרטור דיזל שממוקם בקטר ומספק חשמל למנועים המפעילים את גלגלי הקרון. החוקרים מדדו את הקרינה במושבי הנוסעים ומצאו שרמתה עולה על 6 מיקרוטסלה.

תוצאי הבריאות של חשיפה לקרינה בלתי מייננת

פרויקט TransExpo (מחקר בין-לאומי על השפעות בריאותיות של תחנות טרנספורמציה פנימיות המשולבות בבתי מגורים), שהחל בשנת 2009, מבקש להעריך את הקשר בין חשיפה לשדות מגנטיים בתחום תדרי ה-ELF באזורי מגורים ובין היארעות של לוקמיה בקרב ילדים. שבע מדינות, ובכלל זה ישראל, משתתפות בפרויקט.

חוקרים ממכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות בודקים את תוצאי הבריאות ארוכי הטווח האפשריים של דימות MRI. MRI הוא מכשיר רפואי המשמש לאבחון של מגוון מחלות. בעת דימות MRI הנבדק מוכנס לתוך שדה מגנטי חזק ומופעלים גם גלי רדיו. תוצאי הבריאות נבדקו בשני מחקרים שונים: האחד מבקש להעריך את ההשפעות האפשריות של חשיפת עובר ל-MRI על התפתחות מערכת העצבים ועל דפוסי התנהגות עתידיים, וכן על לקויות שמיעה; המחקר השני מעריך את הקשר בין חשיפה לקרינה בלתי מייננת בילדות ובין סרטן, תוך שימוש בעוקבה גדולה בת 260,000 משתתפים בני 0–17. מחקר זה מבוצע בשיתוף מכון כללית למחקר של שירותי בריאות כללית.

מחקר GERoNIMO (מחקר על קרינת שדות אלקטרומגנטיים, המשתמש בשיטות הערכה חדשניות) הוא מחקר בין-לאומי שמעורבים בו 19 מכוני מחקר מ-13 מדינות, ובהן ישראל. המחקר, שהחל בשנת 2014, נועד לסגור פערי ידע בנושא תוצאים בריאותיים של שדות אלקטרומגנטיים וזיהוי דרכים לצמצום חשיפה. מחקר זה מרחיב את מטרות המחקר האפידמיולוגי הבין-לאומי Mobi-Kids (מחקר הבוחן את הקשר בין שימוש בטלפון סלולרי ובין הסיכון לגידולי מוח בילדים ובמתבגרים), מרחיב את האוכלוסייה הנבדקת ואת הערכת החשיפה כך שתכלול גם חשיפה לתדרי ביניים (נוסף על RF, ELF וגורמים סביבתיים אחרים שכבר כלולים בהערכה), וזאת באמצעות שימוש בשאלונים אישיים⁽⁸⁾.

תוצאי בריאות של חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית מטלפונים סלולריים

מחקר שפורסם ב-2016 על-ידי חוקרים מאוניברסיטת תל אביב ומהמרכז הרפואי רבין שם לו למטרה להעריך את התוצאים המסרטנים הפוטנציאליים של אנרגיית RF הנפלטת מטלפונים סלולריים בתאים פרימריים של בלוטת התריס בגוף האדם. נבחנו תאים של בלוטת התריס שהוקרנו בתנאים שונים שדימו אנרגיית RF של טלפון סלולרי. החוקרים לא מצאו השפעה מסרטנת על תאי בלוטת התריס האנושית או קשר בין אנרגיית RF של טלפון סלולרי ובין סרטן של בלוטת התריס⁽¹³⁾.

מחקר אינטרפון (INTERPHONE) הבין-לאומי נערך ב-14 מדינות (ובהן ישראל) בשנים 2000–2007. המחקר שם לו למטרה לקבוע אם השימוש בטלפונים סלולריים מגביר את הסיכון ללקות בארבעה סוגים של גידולים (גליומה, מנינגיומה, גידולים בבלוטות מיצד האוזן וגידולים על עצב השמיעה)⁽¹¹⁾. תוצאות אשר פורסמו ב-2016 מעלות את ההשערה שמיקום הגידולים קשור לאופן השימוש בטלפון סלולרי, כלומר – גידולים רבים יותר מסוג גליומה מופיעים קרוב יותר לאוזן באותו צד של הראש שבו נעשה, לפי הדיווח, השימוש המרבי בטלפון הסלולרי.

MOBI-Kids הוא מחקר מקרה-ביקורת בין-לאומי הבוחן את הקשר בין השימוש בטלפון סלולרי ובין הסיכון להתפתחות גידולי מוח בקרב ילדים ומתבגרים (16 ארצות משתתפות, ובכלל זה ישראל שבה גויסו 293 משתתפים). מחקר MOBI-Kids משתמש בשאלונים אישיים ובוחן חשיפה לשדות בעלי תדרי ביניים, נוסף על RF, ELF וגורמים סביבתיים אחרים⁽¹²⁾.

התקדמות מאז 2014

האתגרים העיקריים שנמנו בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014" בנוגע לקרינה בלתי מייננת כללו פרסום או חידוש של המלצות על רמות מרביות של קרינה בלתי מייננת, וניטור סדיר של מתקנים במרחב הציבורי (כגון שנאים וקווי חשמל). בשני היעדים הללו הושגה התקדמות מסוימת.

אתגרים עיקריים

אף שחלה התקדמות מסוימת, עדיין אין בישראל תקנות מחייבות הנוגעות לרמות מותרות של קרינה בלתי מייננת. בישראל מתנהל מחקר בהיקף ראוי לציון על חשיפה לקרינה בלתי מייננת ותוצאים שליליים שלה, אולם נדרש מחקר נוסף בתחום זה, בייחוד מחקר רב-תחומי שיכלול ביולוגיה, רפואה, פיזיקה, הנדסה, אפידמיולוגיה ובריאות הציבור. האתגר יהיה שימוש בנתונים שיופקו מן המחקר כדי לשפר את ההערכות של סיכונים בריאות ומהעביר את הידע לציבור ולקובעי המדיניות.

חלקים ניכרים בציבור מתעלמים מהמלצות משרד הבריאות בנושא הפחתת החשיפה לקרינה בלתי מייננת (למשל, שימוש בדיבורית או באוזניות). אתגר משמעותי הוא הגברת מודעות הציבור לתוצאי בריאות שליליים פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת, לצמצום החשיפה ולסיכונים האפשריים על-פי המלצות המשרד.

נוסף על חשיפה לקרינה בלתי מייננת, גובר החשש שהשימוש בטלפונים סלולריים, במחשבי לוח ובהתקני תקשורת אחרים יביא לתוצאי בריאות שליליים אחרים, לא ישירים, בייחוד בקרב ילדים⁽⁹⁾. תוצאים אלו, שאינם קשורים לקרינה, כוללים התמכרות, בעיות חברתיות, השפעות פסיכולוגיות, הפרעות בשינה, השמנת יתר ועוד. מרכז תנועת עוסק בסוגיות הללו בתוכנית המחקר שלו, אולם יש צורך בהמלצות ובהנחיות ממשלתיות רשמיות, בייחוד בקשר לילדים.

מנהלת ערים חכמות במשרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים חותרת לשלב טכנולוגיות מידע ותקשורת ברשויות המקומיות כדי לשפר היבטים אדמיניסטרטיביים, ניהוליים, רגולטוריים וכלכליים. הרחבת הכיסוי של רשתות אינטרנט אלחוטי בערים ושימוש מוגבר בתקשורת RF עלולים להגביר את חשיפת הציבור לשדות אלקטרומגנטיים. בנוסף לכך הוצעו תוכניות להמיר מים ומוני גז ביתיים במכשירי מדידה אלחוטיים חכמים, פעולה שעלולה לחשוף את הציבור עוד יותר לשדות של RF. ההשפעות הפוטנציאליות של טכנולוגיית העיר החכמה ושל מכשירי מדידה חכמים על חשיפת הציבור לקרינה בלתי מייננת טרם הוערכו.

- (1) המשרד להגנת הסביבה (2009). טווחי בטיחות ורמות חשיפה מרביות מותרות לעניין קרינה בתדרי רדיו. <http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/radiation/radiation/non-ionising/documents/radiation%20exposure%20levels%20chart.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (2) המשרד להגנת הסביבה (2016). מדריך להפחתת החשיפה לשדה מגנטי סביב מתקני חשמל. http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/radiation/electrical_facilities/documents/guide-reducing-exposure-to-magnetic-fields-2016.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (3) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בנובמבר 2015). תוצאות מדידות קרינה בלתי מייננת במוסדות חינוך. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Radiation/Non-Ionizing-Measurements/Pages/schoolradiationprevention.aspx#GovXParagraphTitle5> (אוחזר ביולי 2017).
- (4) המשרד להגנת הסביבה. מערכת ניטור קרינה בלתי מייננת. <http://www.monitem.co.il/gmap/index.html> (אוחזר ביולי 2017).
- (5) מרכז ידע לאומי להשפעת הקרינה הבלתי מייננת על הבריאות. <http://www.tnuda.org.il> (אוחזר ביולי 2017).
- (6) משרד החינוך – חוזר מנכ"ל תשע"ג (2013) (עודכן ב-2016). שילוב ציוד תקשורת והתקני קצה בבתי הספר – השלכות בריאותיות ובטיחותיות. <http://cms.education.gov.il/educationcms/applications/mankal/etsmedorim/3/3-6/horaotkeva/k-2013-3-3-6-11.html> (אוחזר ביולי 2017).
- (7) משרד החינוך – חוזר מנכ"ל תשע"ז (2016). שימוש תלמידים באמצעי קצה לצורכי למידה. <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Applications/Mankal/EtsMedorim/3/3-6/HoraotKeva/K-2016-1-1-3-6-12.html> (אוחזר ביולי 2017).
- (8) Generalized EMF research using novel methods, GERoNIMO Project, CREAL. <http://www.crealradiation.com/index.php/geronimo-home> (retrieved May 2017).
- (9) Hadar, A., Hadas, I., Lazarovits, A., Alyagon, U., Eliraz, D., & Zangen, A. (2017). Answering the missed call: Initial exploration of cognitive and electrophysiological changes associated with smartphone use and abuse. *PLoS One*, 12(7), e0180094. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180094>
- (10) Hareuveny, R., Sudan, M., Halgamuge, M. N., Yaffe, Y., Tzabari, Y., Namir, D., & Kheifets, L. (2015). Characterization of extremely low frequency magnetic fields from diesel, gasoline and hybrid cars under controlled conditions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(2), 1651-1666. <https://doi.org/10.3390/ijerph120201651>
- (11) International Agency for Research on Cancer, World Health Organization (2011). *IARC Report to the Union for International Cancer Control (UICC) on the Interphone Study*. http://interphone.iarc.fr/UICC_Report_Final_03102011.pdf (retrieved May 2017).
- (12) Sadetzki, S., Langer, C. E., Bruchim, R., Kundi, M., Merletti, F., Vermeulen, R., ...Cardis, E. (2014). The MOBI-Kids study protocol: Challenges in assessing childhood and adolescent exposure to electromagnetic fields from wireless telecommunication technologies and possible association with brain tumor risk. *Frontiers in Public Health*, 2, 124. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00124>
- (13) Silva, V., Hilly, O., Strenov, Y., Tzabari, C., Hauptman, Y., & Feinmesser, R. (2016). Effect of cell phone-like electromagnetic radiation on primary human thyroid cells. *International Journal of Radiation Biology*, 92(2), 107-115. <http://dx.doi.org/10.3109/09553002.2016.1117678>
- (14) World Health Organization. What are electromagnetic fields? <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index1.html> (retrieved May 2017).



שינויי אקלים

שינויי אקלים עלולים להוות איום ממשי על בריאות הציבור. חום קיצוני גורם למוות ממחלות לב וכלי דם ומחלות בדרכי הנשימה, ועלייה במספר הימים החמים באופן קיצוני עלולה להוביל לעלייה בשיעור הלידות המוקדמות. טמפרטורות גבוהות מעלות את רמות האוזון ומזהמים אחרים באוויר, רמות המחריפות מחלות לב וכלי דם ומחלות נשימה, ובכלל זה אסתמה בקרב ילדים. תדירות מוגברת של סופות אבק עלולה להגדיל את הסיכון למחלות בדרכי הנשימה ולאובדן ימי עבודה או לימודים. אירועי מזג אוויר קיצוני ואסונות טבע כגון שיטפונות עלולים להוביל לסיכון מוגבר למחלות המועברות באמצעות מים. טמפרטורות גבוהות עלולות להביא לפגיעה בתנאי התברואה ולהגברת הסיכון לקלקול מזון עקב שגשוג חיידקים או פטריות. בנוסף, שינויי האקלים צפויים להשפיע על היארעות של מחלות הנישאות על ידי וקטורים כגון חרקים (לדוגמה, קדחת מערב הנילוס, מלריה, ולישמניאזיס עורי), וכן על השימוש בחומרי הדברה כדי להילחם במזיקים. על-פי אומדנים מ-2014 של תחלואה ותמותה בעולם עקב שינויי אקלים, שפרסם ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization – WHO), בשנת 2030 יהיו 38,000 מקרי מוות של קשישים עקב חשיפה לחום, 48,000 מקרי מוות ממחלות בדרכי העיכול עקב צריכת מזון או מים מזהמים בחיידקים או בפטריות, 60,000 מקרי מוות ממלריה ו-95,000 מקרי מוות עקב תת-תזונה בקרב ילדים⁽¹⁶⁾.

מדיניות ורגולציה

הפחתת פליטות גזי חממה (mitigation)

לפני הוועידה לשינויי אקלים בפריז בשנת 2015, הכריזה ישראל על יעד רוחבי בלתי מותנה לצמצום פליטת גזי החממה לנפש ב-26% מרמות הפליטה שנמדדו בשנת 2005. הכרזה זו מתורגמת ליעדי מדיניות מוגדרים במגזרים שונים במשק, שיש לפעול להשגתם עד 2030: ירידה של 17% בצריכת החשמל ביחס לתרחיש "עסקים כרגיל" – 17% מהחשמל הנצרך ייווצר ממקורות אנרגיה מתחדשים, וירידה של 20% בפליטות מתחבורה. בשנת 2016 אישרה ממשלת ישראל תוכנית לאומית להפחתת פליטות גזי חממה ולהתייעלות אנרגטית.

היערכות לשינויי האקלים (adaptation)

בעקבות החלטת ממשלה מחייבת משנת 2009, גובשה תוכנית לאומית להיערכות לשינויי האקלים, הכוללת תוכניות פעולה ספציפיות עבור משרדי הממשלה השונים. תוכנית זו, הממתינה כעת לאישור הממשלה, מצביעה על פערי ידע בנושא שינויי האקלים בישראל ומציעה תוכנית מחקר מקיפה כדי לצמצם פערים אלו. כמו כן, בעקבות תהליך היועצות ממשלתי, בוחנת התוכנית את השפעת שינויי האקלים ואירועי מזג אוויר קיצוניים על מגזרים שונים במשק, ומציעה תוכניות פעולה מגזריות הכוללות פיתוח והטמעה של כלים וטכנולוגיות להתמודדות עם שינויי האקלים⁽¹⁾.

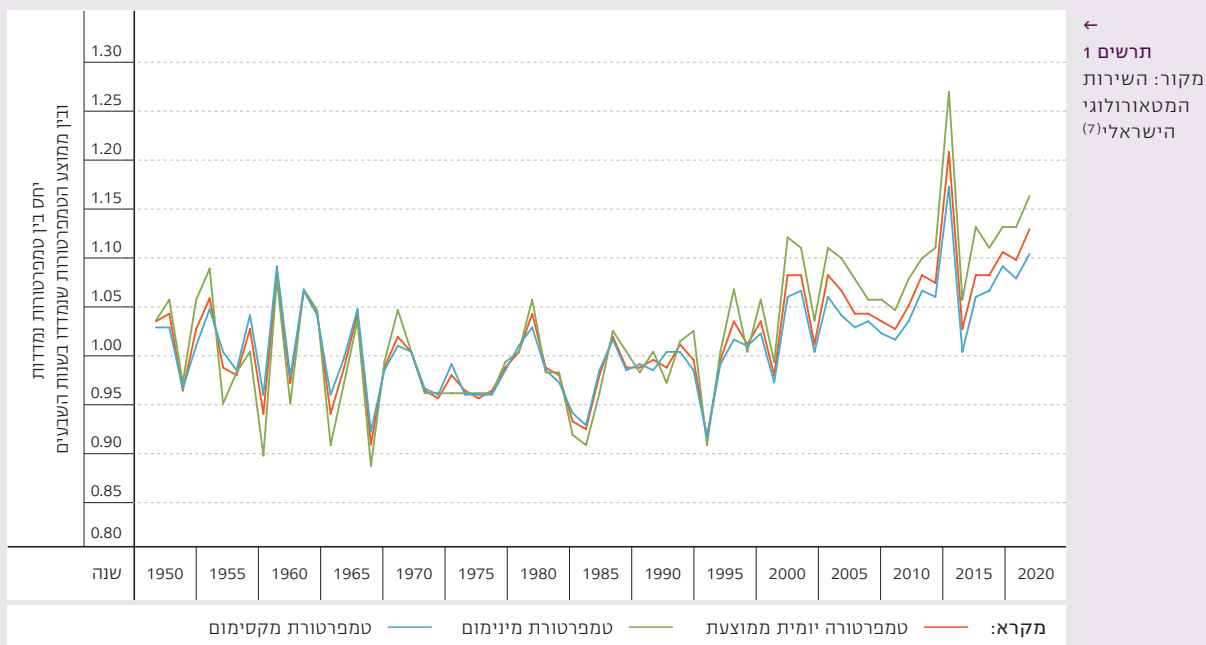
בשנת 2015 ערך המשרד להגנת הסביבה כנס לאומי בנושא שינויי אקלים. באירוע השתתפו נציגים של 12 משרדי ממשלה, מוסדות אקדמיים, ארגונים לא ממשלתיים, השירות המטאורולוגי הישראלי והשירות ההידרולוגי. הכנס התמקד בתוכניות ובאסטרטגיות להסתגלות לשינויי האקלים⁽²⁾.

היערכות משרד הבריאות לשינויי אקלים מתמקדת במתן מענה קצר טווח לאירועי אקלים קיצוניים (למשל, גלי חום, גלי קור, שיטפונות). מענה זה כולל תוכנית לשדרוג ההתאמה של בתי החולים והשירותים הרפואיים להיות חלק ממערך החירום. משרד הבריאות פרסם כרזת הסברה על נושא שינויי אקלים, הכוללת המלצות להתמודדות עם גלי חום קיצוניים, בדגש על קשישים⁽⁶⁾. משרד הבריאות מפרסם אזהרות לציבור על גלי חום ועל אירועי קור קיצוניים קרבים, עם המלצות לקהל הרחב ולאוכלוסיות רגישות, לרבות קשישים ואנשים עם מחלות כרוניות. עם זאת, טרם הושגה היערכות ארוכת טווח לשינויי אקלים, הכוללת קידום המחקר (תוך התמקדות בהשלכות שינויי האקלים על בריאות הציבור), שיפור הנגישות למידע רלוונטי לציבור ואיסוף נתונים קליניים רלוונטיים, כגון הימצאות והיארעות של מחלות עקב שינויי אקלים.

נתונים על שינויי אקלים ותוצאיהם הבריאותיים בישראל

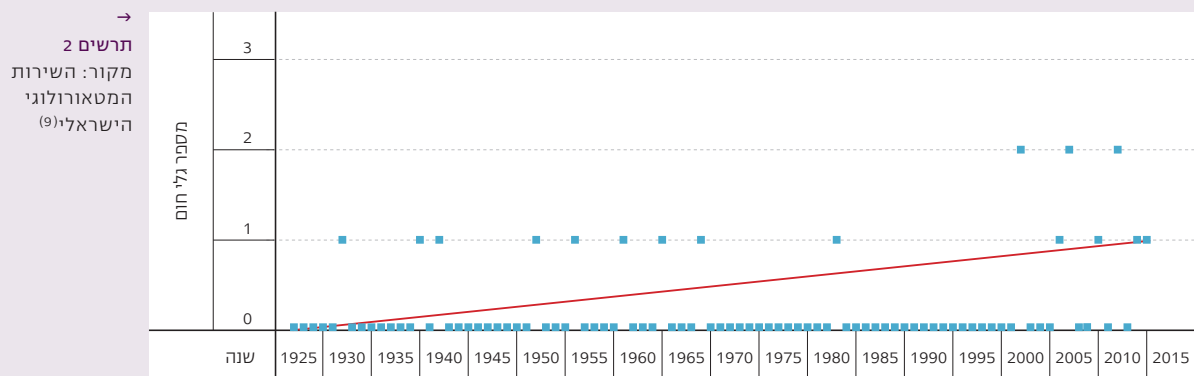
סדרת מחקרים שנעשו על-ידי השירות המטאורולוגי הישראלי מראים כי הטמפרטורות הממוצעות מאז שנת 2000 גבוהות בהרבה מהטמפרטורות הממוצעות שנמדדו בשנות החמישים, השישים והשבעים של המאה העשרים (תרשים 1). הבדלי טמפרטורה אלה משמעותיים אף יותר כאשר בוחנים את הטמפרטורות המינימליות שנמדדו בקיץ (בחודשים יוני, יולי ואוגוסט). על-פי מדידות אלה, יוני 2016 היה החודש החם ביותר שנמדד, עם טמפרטורה מקסימלית יומית גבוהה יותר מהטמפרטורה המקסימלית היומית הממוצעת שנמדדה בשנים 1995–2009 ב-2.5 עד 3.5 מעלות^(7, 9).

היחס בין הטמפרטורות שנמדדו בישראל בשנים 1951–2016 - מינימום, ממוצע ומקסימום - ובין הטמפרטורות הממוצעות שנמדדו בשנות השבעים



על-פי דוח השירות המטאורולוגי הישראלי משנת 2016, חלה בשני העשורים האחרונים עלייה מובהקת סטטיסטית בתדירות גלי החום שבהם הטמפרטורה היומית הממוצעת גבוהה מהממוצע ב- 6°C או יותר, במשך שלושה ימים רצופים (תרשים 2). נוסף על כך נצפתה ירידה מובהקת סטטיסטית בפרקי הזמן שבין גלי חום⁽⁹⁾.

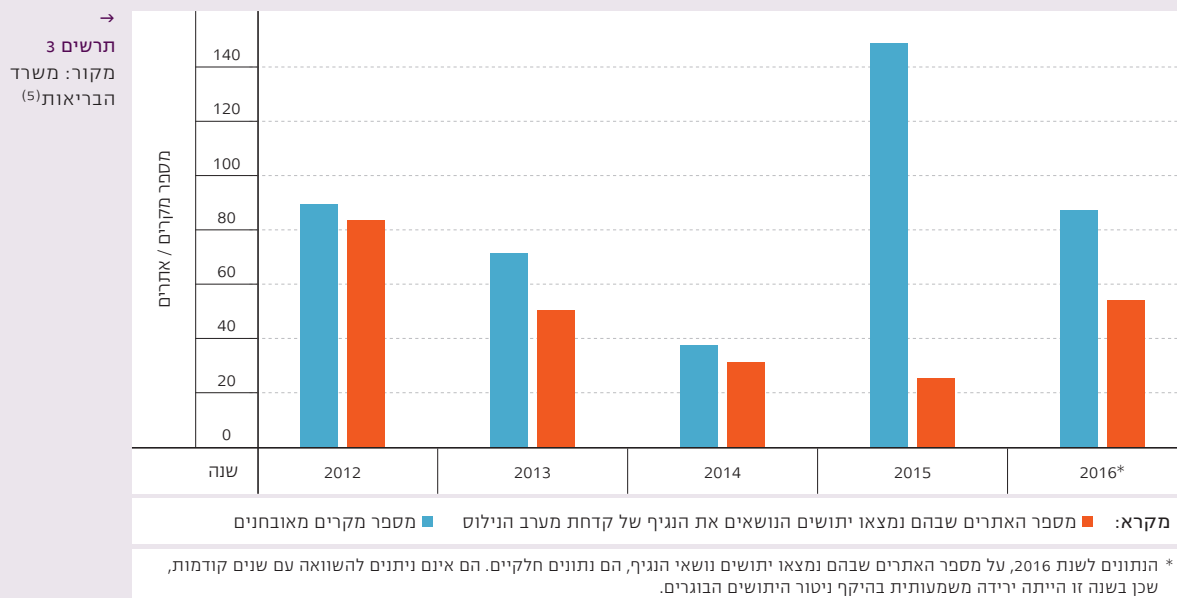
מספר גלי החום השנתיים בירושלים, 2015–1927



החורפים של 2013/14 ושל 2015/16 נמדדו כחורפים היבשים ביותר בצפון הארץ, מבין אלה שנרשמו עד כה. בשנים האחרונות היו כמה אירועי מזג אוויר קיצוניים שבהם, לאחר חודשים יבשים, נשבו רוחות מזרחיות חזקות אשר גרמו לירידה דרמטית בלחות. אירועים כאלה יוצרים תנאי אקלים המגבירים את הסיכון לשריפות רחבות היקף, כפי שקרה בחורף 2010 ובחורף 2016⁽⁸⁾.

על-פי נתוני משרד הבריאות, בשנים 2012–2014 חלה ירידה הדרגתית במספר המקרים של קדחת מערב הנילוס (מספר האנשים שנדבקו במחלה), וכן באתרים שבהם נמצאו יתושים שנשאו את הנגיף. עלייה ניכרת במספר הנדבקים במחלה חלה בשנת 2015 (תרשים 3)⁽⁵⁾.

קדחת מערב הנילוס בישראל, 2016–2012



מאז 2002 חלה עלייה דרמטית בשיעור מקרי הלישמניאזיס העורי: ממקרה אחד ל-100,000 נפש בשנת 2002 ל-4.5 מקרים ל-100,000 נפש בשנת 2012. משנת 2012 חלה ירידה בשיעורי ההיארעות (2.7 מקרים ל-100,000 נפש בשנת 2015). מרבית המקרים שהתגלו בישראל עד אמצע שנות התשעים נגרמו על-ידי הטפיל *Leishmania major*, אולם ב-15 השנים האחרונות חלה עלייה במספר המקרים שנגרמו על-ידי *Leishmania tropica*⁽⁴⁾.

מחקר על שינויי אקלים ותוצאיהם הבריאותיים בישראל

מחקר ישראלי-פלסטיני שפורסם בשנת 2016 ניתח זנים של *L. tropica* בישראל וברשות הפלסטינית. החוקרים מצאו 96 זנים שונים של *L. tropica* בישראל וברשות הפלסטינית. בצפון הארץ מצאו החוקרים גם קבוצה חדשה של זני *L. tropica*, הקרובים מבחינה אבולוציונית לזנים מאפריקה, וכן זנים חדשים אחרים הקרובים מאוד מבחינה אבולוציונית לזנים אסיאתיים. זנים אלה נמצאו הן בישראל והן ברשות הפלסטינית. יש חשד שהדבר נובע משינויים אקלימיים וסביבתיים, נוסף על השפעות ישירות של פעילות אנושית, כגון הגירה ומעבר אוכלוסיות בין מדינות ויבשות⁽¹¹⁾.

מחקר שפורסם בשנת 2016 על-ידי חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים הראה כי שינויי האקלים וההתחממות הגלובלית עלולים להגביר את הסיכון להתפתחות עשבים העמידים לחומרי הדברה עקב סילוק רעלים (detoxification) מוגבר. החוקרים בחנו את התגובה של עשבים שונים לחומרי הדברה בטמפרטורות שונות, ומצאו כי טמפרטורה גבוהה גורמת לשינויים אבולוציוניים בחילוף החומרים של עשבים, ושינויים אלה מגבירים את העמידות המטבולית שלהם לקוטלי עשבים. עמידות מוגברת לקוטלי עשבים עשויה להשפיע על בריאות האדם, הן על-ידי ירידה ביבולים, שעלולה לגרום להתייקרות מחירי הפירות והירקות ובכך להשפיע על התזונה, והן על-ידי הגברת השימוש בחומרי ההדברה אשר תתרום לחשיפה גבוהה יותר של הציבור לשאריות חומרי הדברה⁽¹⁴⁾.

מחקר משותף של אוניברסיטת חיפה והמשרד להגנת הסביבה, שפורסם ב-2015, בחן כיצד מדינות ים-תיכוניות שונות נערכות לשינויי האקלים, במיוחד בתחום ההסתגלות וההיערכות להתמודדות עם מחלות הנישאות על-ידי וקטור, אשר הוכח כי הן מושפעות משינויי אקלים. החוקרים התמקדו בשש מדינות ים-תיכוניות מייצגות (ישראל, מצרים, טורקיה, מלטה, איטליה וספרד) ומצאו כי כל שש המדינות החלו להיערך להתמודדות עם איום זה. עם זאת, יישום המדיניות במדינות אלה עדיין מוגבל ובסיסי. עוד ציינו החוקרים כי שיתוף הפעולה בין המדינות, החיוני להתמודדות עם אתגר זה, אינו יציב והוא תלוי במסגרות בין-לאומיות⁽¹⁵⁾.

תוצאות ראשוניות של מחקר הנערך באוניברסיטת בן-גוריון בנגב בשיתוף משרד הבריאות מצביעות על כך שגורמים מטאורולוגיים אחראים לשונות גיאוגרפית בתחלואה הנגרמת על-ידי החידק קמפילובקטר (*Campylobacter*).

התקדמות מאז 2014

האתגרים העיקריים הקשורים לשינויי האקלים בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2014" כללו גיבוש תוכנית פעולה לאומית להתמודדות עם שינויי האקלים. אתגרים אחרים כללו את יישום התוכנית הלאומית למלחמה במחלת הלישמניאזיס העורי, חיזוק שיתוף הפעולה בין השירות המטאורולוגי הישראלי למשרד הבריאות, ויצירת מאגר נתונים ארצי המאגד את ההשלכות הבריאותיות של שינויי האקלים. אמנם הושגה התקדמות משמעותית בפיתוח אסטרטגיה לאומית להתמודדות עם שינויי האקלים (ההמלצות צפויות להיות מוגשות לממשלה בסוף שנת 2017), והושגה התקדמות משמעותית ביישום התוכנית הלאומית למלחמה במחלת הלישמניאזיס העורי⁽³⁾, אך בנושאים אחרים לא הושגה התקדמות עד כה או שהושגה התקדמות מעטה בלבד. משרד הבריאות, בשיתוף עם מומחים למחלת הלישמניאזיס העורי והאיגוד הישראלי לרפואת עור ומין, פרסם בפברואר 2016 נייר עמדה כדי להעלות את המודעות לאבחון המחלה וליצור אחידות בטיפול בחולים המאובחנים⁽⁴⁾.

אתגרים עיקריים

יצירת מאגר נתונים ארצי המאגד את ההשלכות הבריאותיות הקשורות לשינויי האקלים הוא עדיין אתגר מרכזי. יש צורך בנתונים על תחלואה ותמותה הקשורים לחום, וכן בניית תוכן ההיארעות של אסתמה ושל אלרגיות ומחלות אחרות הקשורות לשינויי אקלים. יש צורך בביצוע הערכה של ההסתגלות הלאומית לשינויי האקלים, ובייחוד בהבנת ההשפעה על בריאות הציבור של גורמים כגון מדבור, שריפות והצפות, והגברת התלות במי שתייה מותפלים. ככל שרמת המשקעים מוסיפה לרדת, ומקורות מי השתייה הטבעיים מוסיפים להתייבש, תגבר ההסתמכות על מי שתייה מותפלים, ובכלל זה בצפון הארץ. ההשפעות השליליות על בריאות הציבור עקב ירידה בצריכת מגנזיום, פלואוריד ויוד עשויות להיגרם בעקיפין על ידי שינויי האקלים.

אחד האתגרים הקשורים לשינויי אקלים הוא היעדר מדדים מוגדרים. בשנת 2015 אירח המשרד להגנת הסביבה שתי סדנאות לקביעת מדדי הסתגלות לשינויי אקלים, לרבות מדדים בריאותיים. הסדנאות התמקדו בגישות ובניסיון של מספר מדינות באירופה בנוגע למדדי ההסתגלות לשינויי האקלים^(12,13).

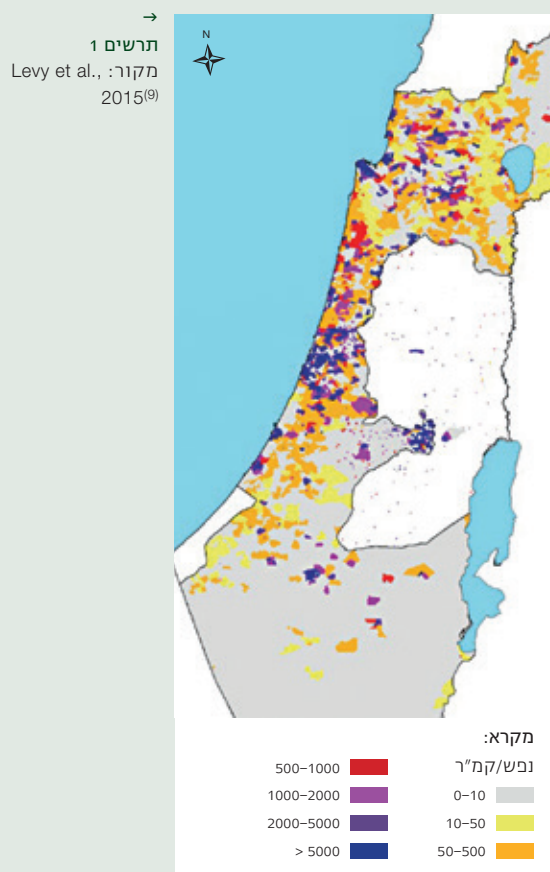
הסתגלות ארוכת טווח לשינויי אקלים נותרה אתגר המחייב תמיכה פוליטית, שיתוף פעולה בין-משרדי ומשאבים רבים. בהתייחסות להתמודדות עם שינויי האקלים הכריזה ישראל על יעד הפחתת פליטות עד 2030, הכולל ירידה של 20% בשימוש בתחבורה פרטית. זהו המשך למגמה של שימוש מוגבר בתחבורה הציבורית שחל בשנים 2010–2015⁽¹⁰⁾. עם זאת, נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה שפורסמו ב־2017 מצביעים על עלייה חדה – 5.6% – במספר המכוניות הפרטיות שנרכשו בשנת 2016 בישראל.

מקורות

- (1) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בספטמבר 2015). היערכות לשינוי אקלים. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/AdaptationKnowledgeCenter/Pages/default.aspx> (אוחזר ביולי 2017).
- (2) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בנובמבר 2015). כנס היערכות ישראל לשינוי אקלים – 7/9/2015. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/ConferencesCC/Pages/ccadaptation-conf.aspx> (אוחזר ביולי 2017).
- (3) המשרד להגנת הסביבה (עודכן במאי 2017). זבוב החול ומחלת הלישמניאזיס. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/PestControl/Pests/SandFly/Pages/default.aspx> (אוחזר ביולי 2017).
- (4) משרד הבריאות – האגף לאפידמיולוגיה (2016). נייר עמדה להגדרת מקרה, אבחון וטיפול בלישמניאזיס של העור. <https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/17647316A.pdf> (אוחזר באוגוסט 2017).
- (5) משרד הבריאות (2016). עדכון מצב קדחת מערב הנילוס (קמ"ה), נכון לתאריך 28/11/2016. http://www.health.gov.il/publicationsfiles/wnf_dk2016.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (6) משרד הבריאות. שינויי אקלים וחום קיצוני – מידע חזותי. http://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Environmental_contaminants/Pages/Heat.aspx (אוחזר ביולי 2017).
- (7) משרד התחבורה – השירות המטאורולוגי הישראלי (2015). שינויים אקלימיים בישראל, ממצאי השירות המטאורולוגי. <https://goo.gl/WjPxBM> (אוחזר ביולי 2017).
- (8) משרד התחבורה – השירות המטאורולוגי (2016). חיזוי סכנת שריפות יער וחורש. <http://www.ims.gov.il/NR/rdonlyres/C2CEC1E3-97D1-4865-9FEA-97133C67473F/0/%D7%97%D7%99%D7%96%D7%95%D7%99%D7%A1%D7%9B%D7%A0%D7%AA%D7%A9%D7%A8%D7%99%D7%A4%D7%95%D7%AA%D7%A1%D7%A7%D7%99%D7%A8%D7%94%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%97%D7%93%D7%AA%D7%A0%D7%95%D7%91%D7%9E%D7%91%D7%A82016.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (9) משרד התחבורה – השירות המטאורולוגי הישראלי (2016). מגמות באירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל. דו"ח מחקר מס' 21921416. <http://www.ims.gov.il/NR/rdonlyres/E3BA0152-5635-4D12-A3D1-1C3B83DFFF63/0/ExtremetrendsoverIsrael.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (10) משרד התחבורה (עודכן במאי 2016). התחבורה הציבורית בישראל. http://he.mot.gov.il/index.php?option=com_content&view=article&id=3410:tahaz&catid=108:pub-memshal-c&Itemid=153 (אוחזר ביולי 2017).
- (11) Azmi, K., Krayter, L., Nasereddin, A., Ereqat, S., Schnur, L. F., Al-Jawabreh, A., ...Schönian, G. (2016). Increased prevalence of human cutaneous leishmaniasis in Israel and the Palestinian Authority caused by the recent emergence of a population of genetically similar strains of *Leishmania tropica*. *Infection, Genetics and Evolution*, 50, 102-109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meegid.2016.07.035>
- (12) Israel Ministry of Environmental Protection (2015). *Second workshop on climate change adaptation indicators. Report*. October 28-29, 2015, Jerusalem, Israel. http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/climatechange/adaptationknowledgecenter/documents/workshop2-indicators/cc_indicators_v06_israel_october_2015report.pdf (retrieved April 2017).
- (13) Israel Ministry of Environmental Protection (2015). *Workshop on climate change adaptation indicators*. March 24-26, 2015, Jerusalem, Israel. <http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/climatechange/adaptationknowledgecenter/documents/workshop-cc-adaptation-indicators/agenda-cc-adaptation23032015.pdf> (retrieved April 2017).
- (14) Matzrafi, M., Seiwert, B., Reemtsma, T., Rubin, B., & Peleg, Z. (2016). Climate change increases the risk of herbicide-resistant weeds due to enhanced detoxification. *Planta*, 244(6), 1217-1227. doi: 10.1007/s00425-016-2577-4
- (15) Negev, M., Paz, S., Clermont, A., Pri-Or, N. G., Shalom, U., Yeger, T., & Green, M. S. (2015). Impacts of climate change on vector borne diseases in the Mediterranean Basin – Implications for preparedness and adaptation policy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6745-6770. doi: 10.3390/ijerph120606745
- (16) World Health Organization (2014). *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. <http://www.who.int/globalchange/publications/quantitative-risk-assessment/en/> (retrieved April 2017).

תכנון

צפיפות אוכלוסין בישראל, 2008



תהליכי פיתוח מואץ, תיעוש ועיור, הגורמים לעלייה בזיהום האוויר ובצפיפות האוכלוסין, הם בעלי השפעה פוטנציאלית על בריאות הציבור. יש עדויות לכך שמגורים ליד אזורי תעשייה וכבישים ראשיים מגדילים את החשיפה לזיהום אוויר ולרעש, ומגבירים את הסיכון לתחלואה ולתמותה מוקדמת. מחקרים שנעשו בשנים האחרונות מראים שמגורים בקרבת שטחים ירוקים תורמים לבריאות הנפשית, לתוצאי לידה תקינים, להפחתת התחלואה במחלות לב וכלי דם, ומפחיתים את שיעור התמותה המוקדמת.

תכנון של שטחים ציבוריים פתוחים ושל המיקרו־אקלים שלהם, אשר מביא בחשבון היבטי בריאות, חיוני להקטנת החשיפה לקרינה אולטרה־סגולה (ultraviolet – UV) ולקידום אורח חיים פעיל. לתכנון התחבורה, ובייחוד לתכנון נכון של רשתות תחבורה ציבורית, עשויה להיות השפעה משמעותית על בריאות הציבור, על־ידי עידוד רכיבה על אופניים, עידוד הליכה וצמצום החשיפה לזיהום אוויר. לתכנון מקורות אנרגיה יש השפעה אפשרית על בריאות הציבור, בייחוד במדינה צפופה כישראל, שבה ייצור האנרגיה עדיין מסתמך בעיקר על דלקים פוסיליים (בשנת 2016, 36% מהאנרגיה שהופקה בתחנות כוח התבססה על פחם מיובא).

ישראל היא מדינה קטנה במיוחד (כ־20,000 קמ"ר), ורוב שטחה אינו זמין לפיתוח (למשל בשל אזורי אימונים צבאיים נרחבים). ישראל היא אחת המדינות הצפופות בעולם (ממוצע של 394 נפש לקמ"ר, תרשים 1), ומרכז הארץ הוא האזור שבו הצפיפות הגבוהה ביותר.

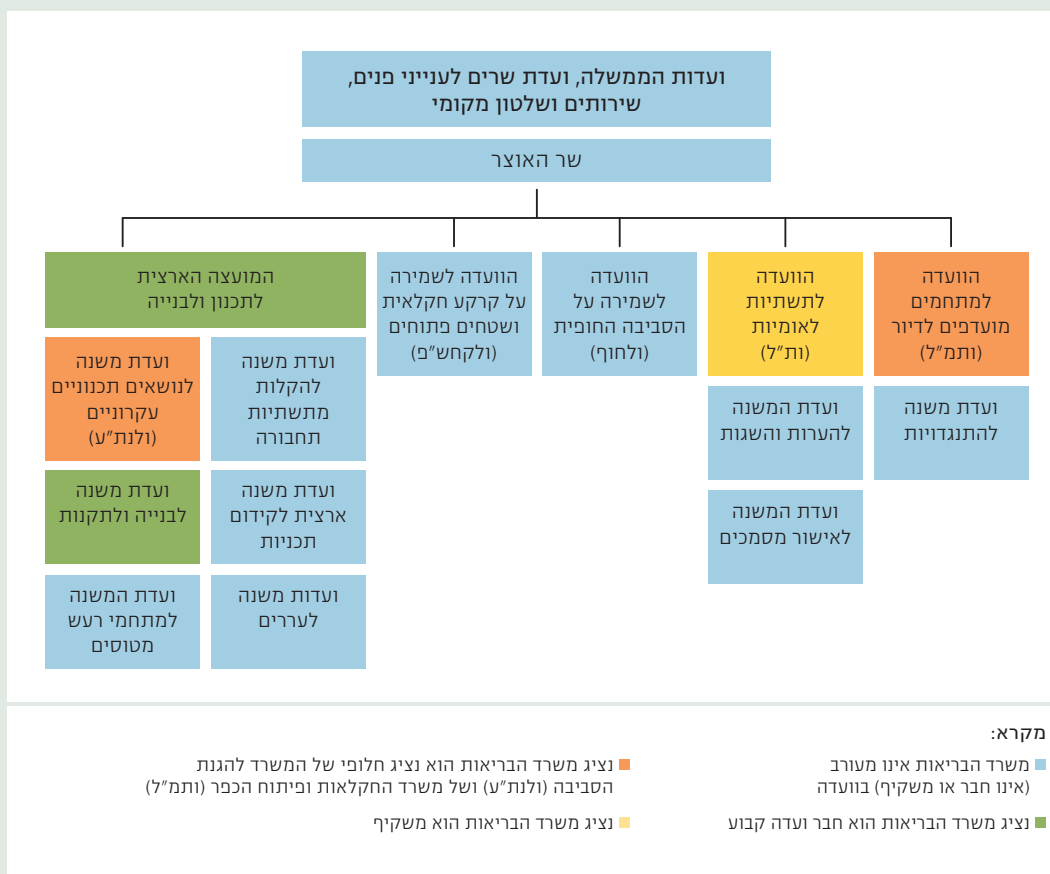
מדיניות ורגולציה

מינהל התכנון הוא גוף ממשלתי היררכי אשר מקדם, מסדיר ומנהל תוכניות לפיתוח קרקעות למגורים, תשתיות, תעשייה ושימוש במשאבים טבעיים. אגפי מינהל התכנון ולשכות התכנון המחוזיות מנחים את ועדות התכנון הארציות, המחוזיות והמקומיות, שמורכבות מנציגי ציבור וממשלה, ומפקחים על עבודתן. תוכניות המתאר הארציות נקבעות בדרך כלל על-ידי המועצה הארצית לתכנון ולבנייה, בהתאם לחוק התכנון והבנייה משנת 1965. נושאים תכנוניים פרטניים יותר מטופלים בוועדות ייעודיות, כגון הוועדה לתשתיות לאומיות (ות"ל) או הוועדה לנושאים תכנוניים עקרוניים (ולנת"ע) (תרשים 2).

בשנת 2015 הועבר מינהל התכנון מתחום אחריותו של משרד הפנים לזה של משרד האוצר. משרד האוצר מתאם את פעילות המועצה הארצית לתכנון ולבנייה בשיתוף עם נציגים מכמה משרדי ממשלה ונציגי ציבור. לשינוי מבני זה קדמה חקיקה משנת 2014 שנועדה לקדם פיתוח מהיר בתחום הדיור (חוק קידום הבנייה במתחמים מועדפים לדיור).

יצוין כי משרד הבריאות קיבל מעמד של ממלא מקום בוועדה לתכנון ולבנייה של מתחמים מועדפים לדיור (ותמ"ל) שהוקמה על-פי חוק זה. לפיכך אין לנציג משרד הבריאות זכות הצבעה בנושא תוכניות במתחמים מועדפים לדיור, אלא כממלא מקום של נציג משרד החקלאות ופיתוח הכפר. נוסף על כך, הנחיות לאומיות חדשות לחלוקה למתחמים הוותו באופן עצמאי על-ידי "קבינט הדיור", גוף ארעי שאינו כולל את משרד הבריאות או נציגי בריאות אחרים.

ועדות תכנון בישראל ותפקידם של נציגי משרד הבריאות בוועדות



השפעות על הבריאות והערכת סיכונים

חוק התכנון והבנייה – 1982 והתקנות של המשרד להגנת הסביבה משנת 2003 מחייבים ביצוע תסקיר השפעה על הסביבה (Environmental Impact Assessment – EIA) עבור תוכניות שצפויות להשפיע השפעה משמעותית על הסביבה, כגון הקמת תחנות כוח, שדות תעופה ונמלים, כרייה ופיתוח תעשייתי. תסקיר השפעה על הסביבה הוא דוח מקיף המעריך את ההשפעות הסביבתיות של מיזמי פיתוח. אם ההשפעות הסביבתיות הצפויות אינן סבירות, יש לנקוט אמצעים תכנוניים או אמצעי מניעה רלוונטיים אחרים כדי להפחית השפעות אלה או למנוע אותן. לאחר ביצוע תסקיר ההשפעה על הסביבה, המשרד להגנת הסביבה מעביר המלצות למיזם. תקנות תסקיר ההשפעה על הסביבה של המשרד להגנת הסביבה אינן מחייבות במפורש לבצע הערכה של ההשלכות הבריאותיות הקשורות ביוזמות תכנון, אך הן דורשות לבצע הערכה בנוגע לכמה נושאים קשורים, כגון זיהום אוויר וחשיפה לחומרים מסוכנים. בשנת 2015 ניסו מספר חברי כנסת לקדם חקיקה הדורשת תסקיר השפעה על הבריאות (Health Impact Assessment – HIA) – הערכה מקיפה של ההשפעות הבריאותיות של קווי מדיניות, תוכניות ופרויקטים – בתוך תהליכי התכנון. עדיין לא חלה התקדמות בנושא.

בשנת 2011 העביר משרד הבריאות למינהל התכנון טיוטה של הנחיות לביצוע הערכת סיכונים בריאותיים (Health Risk Assessment – HRA) – הערכה כמותית של הסיכון מכימיקלים או מזיהום אוויר, אולם אלה לא יושמו. ללא קשר למעמדן המשפטי של ההנחיות, במקרים נבחרים נציגי משרד הבריאות, ועדות ציבוריות או ועדות פרלמנטריות מבקשים ביצוע של הערכת סיכונים בריאותיים ומתן המלצות (לוח 1). אחת הדוגמאות המשמעותיות לכך היא שדה בריר, אזור ליד ערד וכסייפה, שמתוכנן בו מכרה פוספטים חדש. בשנת 2014 בוצעה הערכת השפעות בריאותיות של יוזמה תכנונית זו על-ידי מומחה בין-לאומי. על-פי ההערכה, צפויה עלייה בריכוזי חלקיקים מסוג PM_{2.5}, וזו עלולה לגרום לעלייה משמעותית בנטל התחלואה והתמותה באוכלוסייה המתגוררת סמוך למכרה המוצע. בהתבסס על ממצא זה המליץ משרד הבריאות לשקול הפסקה או הגבלה ניכרת של תוכניות הכרייה בשל קרבתן לאזורי מגורים. יצוין כי עדיין לא התקבלה החלטה סופית בדבר כריית פוספטים בשדה בריר.

מקרים נבחרים של הערכות סיכונים בריאותיים ביוזמות תכנון משמעותיות בישראל

→ לוח 1	יזמת תכנון	מיקום	סוג הערכה	תוצאה
	כריית פוספטים	שדה בריר – ערד	הערכת סיכונים בריאותיים בוצעה על-ידי מומחה בין-לאומי	- עלייה משוערת בנטל התחלואה והתמותה המיוחס לחשיפה ל-PM_{2.5} - תוכנית הכרייה אושרה על-ידי מינהל התכנון ב־2017 - עתירה נגד תוכנית הכרייה הוגשה לבג"ץ
	התפשטות העיר והרחבת מחצבה	אלעד	הערכת היארעות מחלות נשימה	- נמצא כי ההרחבה תוביל לשיעורי אסתמה גבוהים יותר - תוכנית ההרחבה בוטלה
	הגדלת כושר הייצור של תחנות הכוח	חיפה	הערכה מורכבת של היבטים סביבתיים והיבטים בבריאות הציבור	ההערכה עדיין לא הושלמה
	מטמנה לפסולת בנייה ועפר	ירושלים	הערכת היארעות מחלות נשימה	על-פי דרישת משרד הבריאות הוקמה תחנה מקומית לניטור זיהום אוויר, ומתבצעת מדידה של ריכוזי PM ומדדי איכות אוויר אחרים באזור המיועד. לאחר קבלת הנתונים יתבצע תהליך קבלת החלטות בנוגע למטמנה.

בשנת 2015 פרסם המשרד להגנת הסביבה את "המדריך לתכנון סביבתי", ובו התייחסות לנושאים מרכזיים בתחום בריאות וסביבה, לרבות זיהום אוויר, רעש, קרינה, בנייה ירוקה ותכנון מבוסס-אקלים. לדוגמה, המסמך מפרט את הצעדים התכנוניים הדרושים להקמת כבישים חדשים, ובכלל זה מיפוי אוכלוסיות קיימות וצרכים שוטפים, בדיקת היבטים סביבתיים כגון גנים לאומיים, שטחים פתוחים, מסדרונות אקולוגיים וזיהום אור והתייחסות אליהם, ובחינת חלופות תכנוניות⁽²⁾. בשנת 2013 פרסמו המשרד להגנת הסביבה ומשרד החינוך טיוטה של מסמך הנחיות לשיקולים תכנוניים בנוגע למיקום בתי ספר בהתייחס לשטחים חקלאיים.

בשנים האחרונות בוצעו שינויים רגולטוריים רבים כדי לאפשר פיתוח אזורי מגורים בעלי צפיפות גבוהה, שרובם תוכננו ללא ביצוע תסקיר השפעה על הבריאות. שני שינויים בעלי השפעה שלילית אפשרית על בריאות הציבור:

- על-פי החלטת הוועדה הארצית לתכנון ולבנייה, המרחק המינימלי בין תחנות תדלוק לאזורי מגורים צומצם ל-20 מטרים.
- ההנחיה התכנונית לשטח פתוח לאדם השתנתה מ-25 מ"ר ל-10-5 מ"ר, והיום היא כוללת פינות רחוב, מדרכות רחבות מהרגיל ושמורות טבע הסמוכות לעיר – כל אלה מחושבות כחלק מהשטחים הציבוריים הפתוחים. שינויים דומים כבר נעשו בשטחים פתוחים ייעודיים בתוך תחומי בתי ספר ומעונות⁽⁴⁾.

תכנון עירוני

יש הנחיות להצלת מגרשי משחקים בגני ילדים (25% מהשטח, על-פי משרד הכלכלה והתעשייה), מגרשי משחקים בבתי ספר (15% מאזור החצר, על-פי הנחיות משותפות של משרד החינוך ומשרד הבריאות) ובריכות שחייה (25% משטח הבריכה). עם זאת, אין תקנות או הנחיות מחייבות להצלה ברמת הרחוב ולהצלה של שטחים ציבוריים פתוחים, ובכלל זה מגרשי משחקים ציבוריים. מינהל התכנון עושה בימים אלה מאמצים לשתף פעולה עם משרד הבריאות, עם משרד החקלאות ופיתוח הכפר ועם כמה רשויות מקומיות בגיבוש טיוטה של הנחיות הצלה.

חברות "פורום ה-15", ארגון גג של 15 רשויות מקומיות עצמאיות מובילות, אימצו את התקן לבנייה ירוקה לכל יוזמות התכנון המקומיות, לרבות מבני מגורים, שטחי מסחר ומבני ציבור. תקן ישראלי 5281 לבנייה ירוקה הוא תקן לא מחייב לבנייה ולדיור בני-קיימה. התקן מורכב מכללי דירוג מפורטים שעל פיהם מתבצעת הערכת קיימות של תוכניות בנייה או הערכה עד כמה הן "ירוקות" במגוון רחב של נושאים, כגון אנרגיה, קרקע, מים, חומרים, פסולת, תחבורה, בריאות ורווחה⁽³⁾.

אנרגיות מתחדשות

בשנת 2015 הגישה ממשלת ישראל למזכירות אמנת מסגרת האו"ם בדבר שינוי האקלים (The UN Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) את היעדים שלה לצמצום פליטות של גזי חממה. בין היעדים התחייבה ישראל לגידול בשיעור האנרגיה המתחדשת – מהשיעור הנוכחי של 2% ל-17% מסך ייצור האנרגיה עד שנת 2030.

מאמצים גדולים מופנים להתפתחויות בתחום האנרגיה הסולרית ואנרגיית הרוח, וכן לנקיטת אמצעים להתייעלות אנרגטית, לדוגמה התוכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית שנכתבה במשרד לתשתיות לאומיות, אנרגיה ומים בשנת 2016 ופורסמה להתייחסות הציבור⁽⁶⁾. עם זאת, עד כה אין בישראל חקיקה בנושא אנרגיה מתחדשת. משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה פרסמו המלצות למרחק הפרדה של 500 מטרים בין אזורי מגורים לטורבינות רוח גדולות, וכן דרישה לביצוע הדמיות רעש.

נתונים על סוגיות תכנון בישראל

שיקום קרקעות מזהמות

בשנים 2005–2017 נמצא מספר גדל והולך של אתרים שהקרקע בהם זוהמה בנפט, בחומרים מסוכנים ובפסולת.

המשרד להגנת הסביבה הורה לבצע סקר כדי להעריך את היקף הקרקעות המזוהמות ואת עלות שיקומן. בסקר זוהו 700 אתרים שהוכח בהם זיהום קרקע, ועוד 23,100 אתרים שיש חשש שזוהמו בעבר או שיש בהם זיהום היום. רוב האתרים המזוהמים היו בעבר בתי זיקוק ושטחי אחסון לנפט, תחנות דלק, בסיסים צבאיים או אתרי תעשייה ביטחונית. עלויות השיקום המשוערות הוערכו ב-8.8 מיליארד ש"ח, ו-20% מתוכם אמורים להיות מופנים לשיקום קרקע ששימשה לאחסון נפט ולטיפול בו. עד כה אין בישראל חקיקה מקיפה המחייבת ביצוע תסקיר השפעה על הסביבה ושיקום טרם אישור הבנייה על קרקעות מזוהמות⁽⁷⁾.

שטחים ירוקים

על-פי סקר שנערך בשנת 2014 על-ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 56% מהישראלים מרוצים מכמות השטחים הירוקים (כגון פארקים וגנים ציבוריים) באזור מגוריהם שלהם. ואולם רק 27% מתושבי ירושלים היהודים ופחות ממחצית התושבים במחוז הצפון היו מרוצים מכמות השטחים הירוקים באזור מגוריהם⁽¹⁾.

בראות וסביבה בהקשר תחבורתי

בעיה משמעותית בתכנון התחבורה הציבורית היא היעדר תכנון לתחבורה יעילה לשם הרחבת השכונות הקיימות ובמסגרת מיזמי התחדשות עירונית. ב-2014, ושוב ב-2016, ניסו כמה ח"כים בשיתוף עמותת "אדם, טבע ודין" להעביר הצעת חוק שלפיה לפני כל הוצאה לפועל של יוזמת תכנון דיור יתבצעו הערכה ותכנון של אמצעי תחבורה ציבורית רלוונטיים. הצעת חוק זו ואחרות הנוגעות לתחבורה ציבורית לא עברו, בעיקר בשל הלחץ הגובר להפחית עלויות של תהליכי פיתוח דיור.

התקציב השנתי של משרד התחבורה לסלילת מסלולי אופניים הוא רק 19 מיליון ש"ח (תקציב המאפשר סלילת 4 ק"מ בלבד), אך ניכרת עלייה במודעות לתכנון וסלילה של מסלולים כאלו, בעיקר בערים גדולות שהדירוג הכלכלי-חברתי שלהן גבוה. בשנת 2017 הכריז משרד התחבורה על תוכנית אב בהיקף של 620 מיליון ש"ח לסלילת מסלולי אופניים בין-עירוניים המחברים בין ערים במרכז הארץ. סקר שנערך ברשויות "פורום ה-15" בשנים 2014–2015 הראה כי ברוב הערים החברות בפורום יש תוכניות אב לסלילת מסלולי אופניים. עם זאת, על-פי הסקר – למעט בתל אביב שיש בה היום 120 ק"מ של שבילי אופניים – בכל הערים האחרות יש פחות מ-50 ק"מ של שבילי אופניים. יתר על כן, רציפותם של המסלולים ומידת יעילותם כאמצעי תחבורה לא נמדדו ישירות בסקר, ולכן מסלולי רכיבה בטבע מחוץ לעיר עשויים לנפח את הנתון באופן מלאכותי.

מחקר על היבטים בריאותיים של תכנון בישראל

♦ חוקרים מאוניברסיטת חיפה בחנו את הקשר בין היארעות מקרי סרטן למגורים בקרבת אזור התעשייה בקרית חיים, והשתמשו לשם כך בטכניקות אנליטיות שונות ותקנון לכמה משתנים, כגון קרבה לכביש, צפיפות אוכלוסייה, שיעורי עישון ומאפיינים סוציו-דמוגרפיים. החוקרים מצאו כי מגורים ליד אתרי אחסון נפט עלולים להגביר במידה ניכרת את הסיכון לחלות בסרטן⁽¹⁰⁾.

♦ בשנת 2014 פורסם מחקר שבחן את הקשר בין קרבה לשטחים ירוקים ובין תוצאי לידה בישראל. המחקר, שנערך על-ידי חוקרים מאוניברסיטת חיפה, מאוניברסיטת תל אביב, מאוניברסיטת בר-אילן ומאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, בשיתוף פעולה עם המכון לבריאות גלובלית, ברצלונה (Barcelona Institute for Global Health – ISGLOBAL), בחן את היקף השטח הירוק ואת כמות הצמחייה סביב מקום מגוריהן של כ-40,000 נשים הרות באזור תל אביב, ומצא עלייה מובהקת סטטיסטית במשקל היילוד בהתאמה לקרבת האם לשטחים הירוקים. נמצאו קשרים חזקים יותר בקרב נשים שהיו ממעמד חברתי-כלכלי נמוך יותר⁽⁸⁾.

- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב ומכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות, בשיתוף עם חוקרים מגרמניה וקנדה, בוחנים את הקשר בין חשיפה לסביבת מגורים ירוקה ובין תמותה במשך עשר שנים לאחר ניתוח מעקפים לעורקים הכליליים של שריר הלב בקרב חולי לב בישראל. כמו כן נבדק הקשר בין חשיפה לסביבת מגורים ירוקה ובין תסמיני דיכאון וחרדה שנה לאחר ניתוח מעקפים.

התקדמות ואתגרים

תהליכי התכנון מחייבים איזון מורכב בין הרחבת אזורי מגורים ואזורי תעשייה ובין שימור השטחים הפתוחים. הסדרת השימוש בקרקע והסדרת התכנון והפיתוח מנוהלות על-ידי כמה גופים המייצגים אינטרסים ציבוריים מנוגדים, ולכן נעשות פשרות בסוגיות של בריאות וסביבה. המחאה הציבורית על מחירי הדירות העולים בעשור האחרון דחפה את הממשלות להקל את המגבלות הרגולטוריות על בנייה ופיתוח. עקב שינויים אלה בנוף התכנוני, מתקשה משרד הבריאות להטמיע שיקולי בריאות וסביבה בתהליכי התכנון הארצי והמקומי. חלה התקדמות מסוימת בדרישה לכלול הערכת סיכונים בריאותיים בסוגיות קיימות הנוגעות לבריאות וסביבה ולחייב ביצוע תסקיר השפעה על הבריאות במדיניות התכנון העתידית.

התכנון בישראל טומן בחובו שורה של אתגרים בהיבטים בריאותיים:

- אתגר חשוב שישראל ניצבת לפניו בשנים הקרובות הוא התמודדות עם הלחץ הפוליטי לפיתוח מהיר בד בבד עם צמצום הסיכונים בתחום בריאות וסביבה, וקידום מידה מסוימת של תכנון המביא בחשבון את בריאות הציבור. בהקשר זה חשוב מאוד שמשרד הבריאות יקבל זכות הצבעה בוועדות התכנון בישראל.
- ההנחיות של משרד הבריאות לביצוע תסקיר השפעה על הבריאות טרם התקבלו על-ידי מינהל התכנון. משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה אינם משתפים פעולה באופן מספק בנוגע להפיכת תסקיר השפעה על הבריאות לחלק מתסקיר ההשפעה על הסביבה בפרויקטים רחבי היקף שיש להם השפעות בריאותיות פוטנציאליות. מיזמי תכנון נבחנים בנפרד, ואין הערכה משולבת הבודקת חשיפות מרובות.
- חלה עלייה בדרישות משרד הבריאות לביצוע תסקיר השפעה על הבריאות והערכת סיכונים בריאותיים ביוזמות תכנון לאומיות. עם זאת, מידת יישום ההמלצות הנובעות מהם בתהליכי תכנון תלויה בגורמים חברתיים-פוליטיים מרובים.
- התכנון העירוני להולכי רגל ולרוכבי אופניים צובר תאוצה בעיקר בתל אביב, אך פחות מכך בערים אחרות שבהן עדיין שולטים תכנון מכוון-רכב ואורח חיים בלתי-פעיל הנובע ממנו. מעורבות מוגברת של המשרד להגנת הסביבה ושל משרד התחבורה בקידום תכנון וסלילה של שבילי אופניים, ובמתן תמריצים לרשויות המקומיות, עשויה להביא להתקדמות משמעותית יותר. כמו כן, יש צורך בתחבורה ציבורית יעילה יותר בישראל.
- הדאגה הציבורית הגוברת בגין הצבת טורבינות רוח בקרבת אזורי מגורים עלולה להוות מכשול בפני המאמצים הממשלתיים לפתח מקורות אנרגיה מתחדשים. משרד הבריאות פועל עם המשרד להגנת הסביבה להרגעת הציבור מפני חששות נטולי ביסוס מדעי לסיכונים בריאותיים, ולצד זה – להכנסת תקנות מחמירות להתמודדות עם תוצאי בריאות פוטנציאליים.
- יש לייחד תשומת לב דחופה להיעדר מדיניות כוללת לצמצום פליטת חום, קרינה וגזי חממה במדינה עם ריכוזים עירוניים גדולים הסובלת מאקלים שהופך לצחיח יותר.
- היעדר טיפול בבעיות כגון חשיפה לקרינת UV בשטחים ציבוריים עלול להשפיע לטווח ארוך על נטל התחלואה הלאומי, ובכלל זה סרטן. למרות ההתקדמות של מינהל התכנון בפיתוח הנחיות הצללה, יישום ההנחיות יהיה תלוי בשיתוף פעולה בין משרדי הממשלה השונים לרשויות המקומיות. עד כה לא הייתה דרישה לכלול הצללה בתכנון שטחים ציבוריים פתוחים, והתוצאה היא שטחים פתוחים רבים, לרבות מגרשי משחקים וגינות משחקים, שאין בהם הצללה מספקת.

- (1) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2016). לקט נתונים חדש מתוך הסקר החברתי 2014 בנושא: ביקורים של ישראלים בשטחים פתוחים ועמדות לגבי שימורם.
http://www.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa_template.html?hodaa=201619018 (אוחזר בספטמבר 2017).
- (2) המשרד להגנת הסביבה (2015). מדריך לתכנון סביבתי - הטמעת היבטים סביבתיים בהליכי תכנון.
http://il1.activepoint.com/Sviva_2015 (אוחזר ביולי 2017).
- (3) המשרד להגנת הסביבה, מכון התקנים הישראלי, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה (2011). ת"י 5281 - חלק 2: בנייה בת-קיימה ("בנייה ירוקה"), דרישות לבנייני מגורים. מדריך כללי.
http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/GreenBuilding/Documents/Guide/general_guide_living_2.pdf (אוחזר בספטמבר 2017).
- (4) משרד האוצר - מינהל התכנון (2016). מדריך להקצאת שטחים לצרכי ציבור, ספטמבר 2016.
<http://iplan.gov.il/SiteAssets/Pages/Professional%20Tools/PublicLand/AllocationsDirectory12.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (5) משרד האוצר - מינהל התכנון (2016). שנתון התכנון 2015.
http://mof.gov.il/ReportsAndReviews/Documents/MinalTichnon_report_2015.pdf (אוחזר בספטמבר 2017).
- (6) משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים. התכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית להתייחסות עמדות הציבור, צמצום צריכת החשמל 2030-2016.
<http://energy.gov.il/abouttheoffice/newsandupdates/documents/energyefficiency20162030.pdf> (אוחזר בספטמבר 2017).
- (7) שכטר, מ' וטנא, ב' (2014). הערכת עלויות ארצית של סקירה וטיפול בקרקעות מזהמות - דו"ח סופי חברת LDD.
<http://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib2/publications/p0701-p0800/p0763.pdf> (אוחזר בספטמבר 2017).
- (8) Agay-Shay, K., Peled, A., Crespo, A. V., Peretz, C., Amitai, Y., Linn, S., ...Nieuwenhuijsen, M. J. (2014). Green spaces and adverse pregnancy outcomes. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(8), 562-569.
<http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2013-101961>
- (9) Levy, I., Levin, N., Yuval, Schwartz, J. D., & Kark, J. D. (2015). Back-extrapolating a land use regression model for estimating past exposures to traffic-related air pollution. *Environmental Science and Technology*, 49(6), 3603-3610.
<https://doi.org/10.1021/es505707e>
- (10) Zusman, M., Dubnov, J., Barchana, M., & Portnov, B. A. (2015). Residential proximity to petroleum storage tanks and associated cancer risks: Double Kernel Density approach vs. zonal estimates. *Science of the Total Environment*, 441, 265-276. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.09.054>



אוכלוסיות רגישות

המושג "אוכלוסיות רגישות" ניתן להגדרה רחבה וגמישה בהקשר של בריאות וסביבה. המושג כולל תת־אוכלוסיות שפוטנציאל רגישותן לתוצאי הבריאות השליליים עקב חשיפות סביבתיות גבוהה מזה של האוכלוסייה הכללית. רגישות מוגברת עשויה להיות תוצאה של גורמים ביולוגיים פנימיים (אינטרינזיים), או של גורמים חיצוניים הקשורים לחשיפה. גורמי רגישות פנימיים כוללים גיל, שלב בחיים (כגון היריון), מגדר, מוצא אתני ושונות גנטית. גורמי רגישות חיצוניים כוללים מעמד חברתי־כלכלי, מצב בריאותי, מצב תזונתי, קרבה גיאוגרפית למקורות חשיפה ובחירות שונות באורח החיים.

העורך המתפתח, לדוגמה, רגיש במיוחד להשפעות של חשיפות סביבתיות בשל גורמים ביולוגיים פנימיים. דוגמה אחרת לאוכלוסיות רגישות היא פרטים או תת־קבוצות עם שונות גנטית, בגלל הבדלים באופן ההצטברות של מזהמים סביבתיים בגוף, באופן התפשטותם בגוף ובאופן שהגוף מסלק אותם.

פרטים ממעמד חברתי־כלכלי נמוך רגישים יותר לתוצאי הבריאות השליליים של חשיפה סביבתית בשל גורמים חיצוניים הקשורים לחשיפה, למשל – שיעור עישון גבוה יותר מבקרב האוכלוסייה כולה, וכן סבירות גבוהה יותר למגורים בקרבת אתרי פסולת מסוכנת, מתקנים תעשייתיים וכבישים ראשיים. חוסר במידע, במשאבים וביכולת בחירה עשוי להחמיר את הרגישות של המשתתפים למעמד זה. פרטים שתזונתם לקויה (לדוגמה, כאלה שתזונתם דלה בנוגדי חמצון ובנוגדי דלקות) עלולים להיות רגישים יותר לכימיקלים מסוכנים במהלך כל חייהם. פליטים עלולים להיות רגישים יותר בשל מחסור בגישה למים בטוחים, בשל תנאי תברואה ירודים.

הולכות ומצטברות ראיות שאוכלוסיות חלשות נושאות בחלק גדול מאוד – שאינו תואם את חלקן היחסי באוכלוסייה – של נטל התחלואה הנקשר לחשיפות סביבתיות. פרק זה מתאר מדיניות, נתונים ומחקר בישראל הנוגעים לאוכלוסיות שעשויות להיות רגישות במיוחד למזהמים סביבתיים.

מדיניות ורגולציה

מדיניות הבריאות וסביבה בישראל שואפת בדרך כלל לגונן על אוכלוסיות רגישות. תקני איכות האוויר ותקנות מי השתייה נקבעו כך שישנו על הפרטים הרגישים ביותר, בעיקר על ילדים ונשים בהיריון. תוויות על חומרי הדברה כוללות לעיתים קרובות אזהרות או הוראות ספציפיות הנוגעות לילדים, לנשים בהיריון ולאוכלוסיות רגישות אחרות כגון

קשישים והלוקים באלרגיה או באסתמה. רוב התקנים המחייבים של מוצרי צריכה בישראל נוגעים למוצרים המיועדים לתינוקות ולילדים, ובכלל זה צעצועים, בקבוקי תינוקות, מיטות ומזרני תינוק, וכן ציוד של מגרשי משחקים. עוד תקני חובה הנתונים בתהליך של ניסוח ואשרור נוגעים לאביזרי האכלה של ילדים ולתכשיטי ילדים (ראו פרק "כימיקלים במוצרי צריכה"). עם זאת, למרות פירוט התקנים העוסקים במוצרים לילדים, אין בישראל מסגרת רגולציה מקיפה וייעודית לתקנים למוצרי ילדים. מסגרות דומות של רגולציה קיימות במדינות מפותחות אחרות בעולם.

האזהרות לציבור שמפרסמים המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות בדבר החשיפה לזיהום אוויר נוגעות בעיקר לאוכלוסיות רגישות, ובכלל זה אנשים עם מחלות לב או מחלות ריאה, קשישים, נשים בהיריון וילדים. בעוד ההמלצה לאוכלוסייה הכללית היא להימנע מעיסוק בפעילות גופנית מאומצת בחוץ בזמן זיהום אוויר חריג, ההמלצה לקבוצות רגישות היא להימנע משהייה ממושכת מדי בחוץ (לוח 1)^(4,5). משרד הבריאות, בשיתוף משרדי ממשלה אחרים, פועל כעת להעלות מודעות לאירועי זיהום אוויר חריג ולתוצאי הבריאות שלהם בקרב מנהלי בתי ספר, גני ילדים ומוסדות באחריות משרד הרווחה, ולשפר את זרימת המידע אל מערכת החינוך ובתוכה במהלך אירועי זיהום אוויר חמור.

המלצות המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות: דרכי התנהגות בעת התרעה על זיהום אוויר חריג

קטגוריה לפי מדד זיהום אוויר	המלצות לאוכלוסייה הכללית	המלצות לסובלים ממחלת לב או ריאה, לקשישים, לנשים בהיריון ולילדים
טוב	אין	אין
בינוני	אין	אין
גבוה	צמצום פעילות גופנית מאומצת* בחוץ	הימנעות מפעילות גופנית מאומצת* בחוץ
גבוה מאוד	הימנעות מפעילות גופנית מאומצת* בחוץ	הימנעות משהייה ממושכת בחוץ, לרבות הליכה, עיסוק בספורט, רכיבה על אופניים, עריכת קניות בשווקים פתוחים וגינון

←
לוח 1
מקור: המשרד
להגנת הסביבה⁽⁴⁾

* דוגמאות לפעילות גופנית מאומצת: רכיבה מאומצת על אופניים, הליכה ממושכת בעלייה, ריצה, משחקי כדור.

מרכז הידע הישראלי להיערכות לשינויי אקלים, המפרסם המלצות הקשורות להיבטי בריאות של שינויי אקלים, שם דגש על אוכלוסיות רגישות כגון קשישים. משרד הבריאות מפרסם דרך קבע עלוני הסברה והמלצות לקשישים בנוגע לגלי חום ולגלי קור^(8,9).

יש תהליכי תכנון ובנייה המביאים בחשבון את רגישותן המיוחדת של קבוצות אוכלוסייה שונות העלולות להיות מושפעות מהיבטים מסוימים של הבנייה. לדוגמה, כאשר רכבת ישראל הציעה לקבור פסולת ליד מושב מסילת ציון בהרי ירושלים, אשר בקרב תושביו יש היארעות גבוהה של אסתמה, דרש משרד הבריאות לבצע תסקיר השפעה על הבריאות (Health Impact Assessment – HIA). היארעות הרקע הגבוהה של אסתמה ואלרגיה במושב זה קשורה, ככל הנראה, לרגישות גנטית של יהודי קוצ'ין. בדומה לכך, משרד הבריאות, בבואו לנסח מדיניות הנוגעת לשדה בריר, אזור סמוך לערד ולכסיפה שבו מתוכנן מכרה פוספטים חדש, הביא בחשבון היארעות רקע גבוהה של בעיות נשימה בקרב אוכלוסיית ערד.

להלן מספר פרסומים של משרד הבריאות בשנים האחרונות, בהם הושם דגש על אוכלוסיות רגישות:

- המלצות על צריכת ארסן בהקשר של תזונת תינוקות ונשים בהיריון
- המלצות על צריכת יוד, עם דגש על נשים בהיריון, נשים מיניקות, נשים בגיל הפריור, פרטים שניזונים מדיאטה ללא גרעינים ומוצרי חלב
- המלצות בדבר השימוש באמלגם דנטלי (המכיל כספית) בסתימות שיניים של ילדים, נשים בהיריון ונשים מיניקות

האוכלוסיות הרגישות העיקריות בישראל – מחקרים ונתונים שפורסמו

האוכלוסיות העיקריות בישראל, שיש להן פוטנציאל לרגישות מוגברת לחשיפות סביבתיות, הן ילדים ונשים בהריון; אוכלוסיות ערביות ובכלל זה בדואים; חולים כרוניים וקשישים⁽²⁾.

ילדים ונשים בהריון

עוברים רגישים ביותר למזהמים סביבתיים: מערכות חיוניות בגוף העובר, כגון מערכת העצבים והנשימה וכן מסלולים מטבוליים בגופו, עדיין בתהליך התפתחות. חשיפה סביבתית בשלב כה מוקדם בחיים מאריכה את פרק הזמן שבו עלולה להתפתח מחלה כרונית בעקבות החשיפה.

ילדים נוטים לבלות זמן רב יותר ממבוגרים מחוץ למבנים, ויש להם צורות התנהגות אופייניות (למשל, הכנסת עצמים לפה) העלולות להגביר חשיפה למזהמים סביבתיים. ראוי לציין כי האוכלוסייה בישראל צעירה יחסית, וילדים מהווים בה יותר מ-30%. שיעור הפרייה בישראל גבוה יחסית (3.13 ילדים בממוצע לנשים יהודיות וערביות)⁽³⁾.

מחקרים אחדים שעסקו בתוצאי בריאות שליליים של זיהום אוויר התמקדו בילדים ובנשים בהריון (ראו פרק "איכות האוויר"). עוד מחקרים שהתמקדו בנשים בהריון הם, למשל, המחקר שפורסם בשנת 2017 על מחסור ביד בקרב נשים הרות בישראל⁽²³⁾ והמחקר שעסק בהשפעת הקרבה לשטחים ירוקים על תוצאי לידה⁽¹⁰⁾.

מחקר שנערך על-ידי חוקרים ממרכז המצוינות בחקלאות, בריאות וסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים וממשרד הבריאות הראה שהחשיפה הפוטנציאלית של ילדים גבוהה מזו של האוכלוסייה הכללית לסוגים שונים של חומרי הדברה, ושחשיפת ילדים בפועל עולה על מנת הצריכה היומית המרבית (Acceptable Daily Intake - ADI) של עשרה חומרי הדברה.

האוכלוסייה הערבית

האוכלוסייה הערבית בישראל, המהווה 20.8% מן האוכלוסייה הכללית, עשויה להיות חשופה יותר לעשן טבק. יותר מ-40% מן הגברים הערבים בישראל מעשנים. לפי דיווח עצמי, החשיפה לעשן טבק סביבתי בקרב הערבים גבוהה מבקרב היהודים בישראל. לפי נתונים שפורסמו על-ידי משרד הבריאות ב-2014, יותר מ-50% מהפעוטות הערבים חשופים לעשן טבק סביבתי, בהתבסס על דיווחי אִמותיהם⁽⁶⁾.

הבדואים בדרום הארץ נחשבים לאוכלוסייה רגישה בשל מעמדם החברתי-כלכלי הנמוך, שיעור המעשנים הגבוה, היבטים של אורחות חייהם המסורתיים והמחסור בתשתיות ביישובים לא מוכרים. נוסף על כך, החברה הבדואית מאופיינת בשיעורי פרייה גבוהים, ואלה מעלים את שיעור היחסי של אוכלוסיות רגישות כגון פעוטות, ילדים ונשים בהריון. לפי פרסום משנת 2014 על בריאות ותחלואה בקרב אוכלוסיית הילדים הבדואים, 39% מן הבדואים בדרום הארץ חיים ביישובים לא מוכרים. תושביהם מתגוררים במבנים טרומיים, בצריפים או באוהלים, בלא אספקה מוסדרת של מים וחשמל; בישול וחימום נעשים באמצעות כירות גז או על אש פתוחה. בשל תנאי המגורים האלה הבדואים בדרום חשופים במיוחד לזיהום אוויר תוך מבני ולהשפעות מזג אוויר קיצוני כגון גלי חום⁽²⁴⁾.

חוקרים מאוניברסיטת חיפה ומהמרכז הרפואי ע"ש ברוך פדה בפוריה פרסמו ב-2016 מחקר על הקשר בין חשיפה לעשן טבק סביבתי למחלת לב כללית בקרב נשים ערביות בישראל. החוקרים מצביעים על כך שחשיפה לעשן טבק סביבתי בבית קשורה קשר בלתי תלוי למחלת לב כללית בקרב נשים ערביות – קשר מנה-תגובה חזק⁽¹¹⁾.

על-פי מחקר שפורסם ב-2011 על-ידי חוקרים ממשרד הבריאות, מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת בראילן ומאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, נמצאו פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים (polycyclic aromatic

hydrocarbons - PAHs) אחדים בדגימות שתן של ערבים ודרוזים ברמה גבוהה באופן מובהק סטטיסטית מבקרב יהודים. אצל ערבים ודרוזים שאינם מעשנים נמצאו PAHs אחדים ברמה גבוהה בקרב הצורכים מזון שבושל על גריל לפחות אחת לחודש. עם זאת, רמות ביספנול A (bisphenol A - BPA) בשתן בקרב משתתפים ערבים ודרוזים היו נמוכות מבקרב יהודים⁽²⁰⁾.

במחקר שפורסם ב־2017 על־ידי חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים ומאוניברסיטת אל־קודס במזרח ירושלים נמצאו גורמי סיכון שונים ללימפומה שאינה הודג'קין של תאי B (B-cell non-Hodgkin lymphoma) – אלה שנמצאו בקרב ערבים פלסטינים שונים מאלה שנמצאו בקרב יהודים. החוקרים הסיקו ששוני בתוצאים עקב מוצא אתני מצביע על יחסי גומלין בין גנים לסביבה, אך הוא עשוי גם לשקף הבדלים בתזונה, במנהגים תרבותיים, במעמד חברתי־כלכלי, בתנאי דיור, בשירותי בריאות, בחשיפה לזיהומים בגיל צעיר או בגורמים אחרים⁽¹⁷⁾.

חוקרים באוניברסיטת בן־גוריון בנגב, במרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא ובמשרד הבריאות בדקו נשים בדואיות הרות מן הדרום ומצאו ריכוז גבוה של אלומיניום בשתן בקרב נשים שגרו בטווח 10 קילומטרים מאזור התעשייה נאות חובב או בקרב אלו שדיווחו על בישול או חימום על גבי כיריים מוסקות בעץ או על אש פתוחה⁽¹⁶⁾.

חוקרים באוניברסיטת בן־גוריון בנגב בדקו אם חשיפתן של נשים בדואיות הרות לזיהום אוויר, לטמפרטורות גבוהות ולסיכונים בסביבה הביתית משפיעה על משקל לידה. החוקרים מצאו שחשיפה לאוזון בשליש השלישי של ההיריון, חשיפה לטמפרטורות גבוהות בשליש השלישי, וחשיפה לאשפה בסביבות הבית היו קשורות למשקל לידה נמוך בקרב אוכלוסייה זו. יצוין כי בעוד חשיפה לטמפרטורה גבוהה ולאוזון נמצאה קשורה למשקל לידה נמוך, התרומה של חשיפה לאשפה בסביבת הבית למשקל לידה נמוך הייתה גבוהה יותר במידה ניכרת⁽²⁶⁾.

חוקרים מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב, ממשרד הבריאות ומהמרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה בדקו את הקשר בין חשיפה לחנקן דו־חמצני (nitrogen dioxide) למומים מולדים בקרב 1,024 נשים בדואיות הרות בדרום הארץ. חשיפת האם לחנקן דו־חמצני בשליש הראשון של ההיריון (ברכוז גבוה מ־8.6 חלקים למיליארד) נמצאה קשורה במידה מובהקת סטטיסטית למומים מולדים מינוריים. מומים מולדים חמורים היו קשורים קשר בלתי תלוי לשימוש באש פתוחה לחימום⁽¹⁸⁾.

חוקרים מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב ומהמרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה מצאו שחשיפת האם לחומר חלקיקי עדין, PM_{2.5} (particulate matter – PM), היא גורם סיכון לזיהום בדרכי הנשימה התחתונות אצל תינוקות בדואים בשנת חייהם הראשונה⁽¹⁴⁾.

לפי דוח של ארגון "בטרם" מ־2013, על הרעלות ילדים מחומרי הדברה בשנים 2008–2013, מרבית ההרעלות התרחשו בקרב ילדים ערבים, בעיקר בדואים. הנתונים מצביעים על כך שרוב האירועים קרו בבית או סמוך לו⁽¹⁾.

חולים כרוניים וקשישים

חולים במחלות רקע, כגון אסתמה וסוכרת, עשויים להיות רגישים יותר להשפעותיהם של מזהמים סביבתיים. רגישותם של קשישים למזהמים סביבתיים יכולה לנבוע מהידרדרות במדדיהם הפיזיולוגיים, הביוכימיים והחיסוניים. עקה חמצונית מוגברת מחלישה את ההגנה של נוגדי החמצון. יצוין כי קשישים רגישים במיוחד לגלי חום, לאירועי מזג אוויר קיצוניים ולהשפעות אחרות של שינויי אקלים.

במחקרים שנערכו בישראל בשנים האחרונות נבחנה השפעת מזהמים סביבתיים על אוכלוסיות עם ליקויים בריאותיים שונים. במחקר שפורסם ב־2010 על־ידי חוקרים מאוניברסיטת חיפה נמדדו השפעות של חשיפה לתחמוצות חנקן

(nitrogen oxides) ולגופרית דו-חמצנית (sulfur dioxide) על התפתחות תפקודי הריאות של ילדים בשלוש קבוצות: (א) ילדים בריאים; (ב) ילדים עם תסמינים נשימתיים (צפצופים ושיעולים); (ג) ילדים הלוקים באסתמה ובברונכיט ספסטית. נראה שהחשיפה לזיהום אוויר, הן בבית והן מחוץ לו, השפיעה במידה הרבה ביותר על ילדים עם תסמינים נשימתיים⁽²⁸⁾.

מחקר שפורסם ב־2013 על־ידי חוקרים מאוניברסיטת תל אביב התמקד בקשר בין חשיפה כרונית ל־PM_{2.5} לתסמונת השריריות (frailty). החוקרים מצאו קשר בין חשיפה ל־PM_{2.5} להיארעות של שבריריות, קשר המצביע על מתווך פוטנציאלי בין חשיפה לזיהום אוויר ובין תוצאים של תסמונת לאחר אוטם שריר הלב (post-myocardial infarction syndrome)⁽²¹⁾.

מחקר על גורמי רגישות נוספים

נוסף על האוכלוסיות הרגישות שפורטו, יש עדויות לכך שבעלי רגישות גנטית, קבוצות במעמד חברתי-כלכלי נמוך, פליטים וקהילות החיות בקרבת מקורות זיהום עלולים להיות רגישים יותר מאחרים לאיומים סביבתיים.

רגישות גנטית

מחקר שפורסם ב־2009 בדק את ההשפעה של סביבות חיים שונות על הימצאות אסתמה ואלרגיה באוכלוסייה הומוגנית מבחינה גנטית שהיגרה לישראל מקוצ'ין שבהודו לפני חמישים שנה. על־פי המחקר שיעור ההימצאות של אסתמה בקרב יהודי קוצ'ין היה 23.7%, וההימצאות של אלרגיה – 29.5%. שיעור האסתמה ו/או האלרגיה בקרב יהודי קוצ'ין החיים בהרי ירושלים היה גבוה באופן מובהק סטטיסטית מבקרב קבוצת הביקורת של יהודים שאינם מקוצ'ין שהתגוררו באותו אזור. שיעורי האסתמה והאלרגיה בקרב יהודי קוצ'ין החיים בהרים היו גבוהים באופן מובהק סטטיסטית מהשיעורים הללו בקרב יהודי קוצ'ין החיים בדרום הארץ⁽²⁵⁾.

מחקר שפורסם ב־2015 הראה כי הפעילות של האנזים paraxonase (PON1) lactonase נמוכה במידה מובהקת סטטיסטית אצל פלסטינים בהשוואה ליהודים החיים בירושלים, ואילו התפלגות הגנוטיפ הפונקציונלי PON1 דומה באופן כללי. התוצאות מצביעות על כך שפעילות ה־PON1 lactonase עשויה להסביר חלק מהסיכון המוגבר למחלות לב וכלי דם המאובחן אצל פלסטינים. לא ידוע כיצד עשויים הבדלים אלה להשפיע על הרגישות למזהמים סביבתיים, ובכלל זה חומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים (organophosphates)⁽¹⁵⁾.

מעמד חברתי-כלכלי

מעמד חברתי-כלכלי נמוך (המאופיין בשיעורים גבוהים של אבטלה, בהכנסות נמוכות יותר וברמת השכלה נמוכה מזו של כלל האוכלוסייה) קשור באופן מובהק סטטיסטית לשיעור המעשנים הנוכחי בקרב גברים אך לא בקרב נשים בישראל. בהסתמך על ממצאים שפורסמו ב־2013 על־ידי חוקרים מהמרכז הרפואי הדסה וממשרד הבריאות, חשיפה לעשן טבק סביבתי הייתה גבוהה יותר בקרב מי שרמת השכלתם נמוכה יותר. עם זאת, חשיפה לביספנול A ולחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים נמצאה גבוהה יותר בקרב פרטים ממעמד חברתי-כלכלי גבוה יותר וכאלה שרמת השכלתם גבוהה יותר^(12, 13, 19).

מחקר על תוצאי לידה וקרבה לשטחים ירוקים, שנערך על־ידי חוקרים מאוניברסיטת חיפה, מאוניברסיטת תל אביב, מאוניברסיטת בר־אילן ומאוניברסיטת בן־גוריון בנגב ובשיתוף פעולה עם המכון לבריאות גלובלית, ברצלונה (Barcelona Institute for Global Health – ISGLOBAL), מצא קשרים חזקים יותר בין קרבה לשטחים ירוקים ובין משקל לידה נמוך בקרב נשים ממעמד חברתי-כלכלי נמוך⁽¹⁰⁾.

מגורים בקרבת שדות חקלאיים, אזורי תעשייה ומפרץ חיפה

במחקר שנערך ב־2015 על־ידי חוקרים מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב, מאוניברסיטת תל אביב נמצאה היארעות גבוהה יותר של מחלת פרקינסון בקרב אוכלוסיות יהודיות המתגוררות בקרבה לשדות חקלאיים מעובדים גדולים בנגב, וזאת על בסיס נתונים שנאספו בין השנים 2000 ל־2012. החוקרים מצאו כי הקרבה לשדה וגודלו תרמו לסיכון ללקות בפרקינסון. יש הערכה שלפיה 33% מן האוכלוסייה בישראל חיים במרחק של עד 200 מטרים משדות חקלאיים או ממטעים, ומכאן שזוהי קבוצה גדולה בעלת רגישות פוטנציאלית⁽²⁷⁾.

חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב, מאוניברסיטת תל אביב, משירותי בריאות כללית ומהמרכז הרפואי רבין פרסמו ב־2015 מחקר שבו בדקו אם מגורים בקרבת אזורי תעשייה מסוכנים עלולים להגביר את הסיכון לאשפוז ילדים בשל מחלות נשימה. תינוקות בני פחות משנה, שחיו בתחום של 10 קילומטרים מאזור התעשייה נאות חובב, נמצאו בסיכון מוגבר לאשפוז בשל בעיות נשימה בהשוואה לילדים שחיו במרחק העולה על 20 קילומטרים מאזור התעשייה⁽²²⁾.

מחקרים שנערכו באזור מפרץ חיפה הצביעו על סיכון מוגבר לסרטן ריאות וללימפומה שאינה הודג'קין, וכן למחלות לב, כלי הדם ומערכת הנשימה, בהשוואה לאזורים גיאוגרפיים אחרים בישראל⁽⁷⁾.

מחקרים פעילים

היום מתנהלים בישראל כמה מחקרי עוקבות לידה המתמקדים בתוצאים השליליים של חשיפה למזהמים סביבתיים בקרב נשים בהיריון ועוֹבְרֵיהֶן המתפתחים (ראו פרק "ניטור ביולוגי").

במסגרת הסקר "מצב בריאות ותזונה לאומי 2015–2016" (רב־מב"ת) נאספו 100 דגימות שתן של ילדים בני 4 עד 12, 49% מהם זכרים ו־51% נקבות. המדגם כלל 59% ילדים יהודים ו־41% ערבים ודרוזים. בשתי הקבוצות נדגמו ילדים הן מאזורים עירוניים והן מאזורים כפריים. במסגרת המחקר נבדקת נוכחות קוטינין (cotinine) (תוצר פירוק של ניקוטין) וחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים. דגימת הילדים הערבים הייתה במתכוון דגימת־יתר, כדי לבחון את ההנחה שילדים ערבים חשופים יותר לעשן טבק סביבתי, עקב שיעורי העישון הגבוהים בקרב גברים ערבים בישראל.

התקדמות ואתגרים

ב־2016 החליטה הממשלה על פיתוח תוכנית לאומית לבריאות וסביבה. התוכנית שמה דגש מיוחד על אוכלוסיות רגישות, בעיקר ילדים, נשים בהיריון, קשישים וחולים כרוניים. אחד האתגרים בפיתוח התוכנית הלאומית יהיה זיהוי אוכלוסיות רגישות נוספות בישראל והתאמת יעדים ומטרות ייחודיות לקבוצות הרגישות השונות.

המדיניות והחקיקה בנושאי בריאות וסביבה בישראל ישימות בתוך גבולותיה הגיאוגרפיים של המדינה. ואולם ישראל מוקפת מדינות ושטחים שבהם יש פיקוח רגולטורי מופחת על זיהום תעשייתי, על שימוש בחומרי הדברה ועל הרכב מוצרי צריכה. מחקר שפורסם ב־2014 הראה ש־42% מצעצועי הפלסטיק שנמכרו בשוק הפלסטיני הכילו ריכוזי עופרת גבוהים מהריכוזים המותרים במדינות רבות בעולם. ייתכן שמעבר סחורות לישראל משטחים הגובלים בה, כמו השטחים מעבר לקו הירוק ומזרח ירושלים, מגדיל את הסיכון לאוכלוסיות רגישות בישראל.

לא ידוע אילו אוכלוסיות בישראל הן הרגישות ביותר לסוגיות המהוות אתגרי בריאות וסביבה חדשים. לדוגמה, לא ברור כיצד משפיעים תזונה שונה וגורמי רגישות אחרים על ספיגת מגנזיום ויוד ממי שתייה. יש עדויות ששונות גנטית משפיעה על הרגישות למתכות כבדות, לטריהאלומתאנים (trihalomethanes), לחומרי הדברה מקבוצת

הזרחנים האורגניים ולמזהמים סביבתיים אחרים, אולם יש נתונים מעטים על שכיחותה של שונות גנטית כזאת באוכלוסיית ישראל. מחקר נוסף על שונות גנטית וסמנים מנבאי רגישות נוספים יסייע לזיהוי של אוכלוסיות רגישות אלו.

משרדי ממשלה (ובהם משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה) מפרסמים המלצות מיוחדות לאוכלוסיות רגישות, אך לא ברור באיזו מידה ההמלצות הללו נגישות לאוכלוסיות הרגישות עצמן, מבחינת שפה ואמצעי תקשורת. שיתוף פעולה בין משרדי ממשלה וארגוני החברה האזרחית הפועלים למען אוכלוסיות רגישות עשוי לשפר את זרימת המידע בנוגע לסיכונים סביבתיים ומניעתם, ועשוי לקדם מנגנונים לשיתוף הציבור.

מקורות

- (1) ארגון בטרם לבטיחות ילדים (2013). **נתוני היפגעות של ילדים מחומרי הדברה**. <http://www.beterem.org/download/files/00021261.pdf> (אוחזר בספטמבר 2017).
- (2) האגודה לצדק סביבתי בישראל (2012). **פרויקט סיכונים סביבתיים ואוכלוסייה בישראל**. http://www.aeji.org.il/sites/default/files/2012_story_files/aeji_environmental_risks_policy_outline_2012.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (3) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2016). **לקט נתונים לרגל יום הילד הבין-לאומי, 2016**. http://www.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa_template.html?hodaa=201611345 (אוחזר באוגוסט 2017).
- (4) המשרד להגנת הסביבה – אגף איכות אוויר ושינוי אקלים (2013). **נוהל לעניין התרעה לציבור על זיהום אוויר חריג ודרכי התנהגות לפי חוק אוויר נקי, התשס"ח - 2008**. <http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/svivaair/pollutanthhealth/documents/nohalairpollution2013.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (5) המשרד להגנת הסביבה. **הנחיות להתנהגות במצבים של זיהום אוויר חריג**. http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/svivaair/pollutanthhealth/documents/air_pollution_directions.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (6) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות (2014). **מב"ת לרך: סקר מצב בריאות ותזונה לאומי, מלידה עד גיל שנתיים, 2009-2012, פרסום 352**. <https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/mabat-infant.pdf> (אוחזר בספטמבר 2017).
- (7) משרד הבריאות (2015). **נייר עמדה, משרד הבריאות בנושא תחלואה במפרץ חיפה**. http://www.health.gov.il/PublicationsFiles/Haifa_2804556316.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (8) משרד הבריאות. המלצות להתמודדות עם מזג אוויר חם בגיל המבוגר. https://www.health.gov.il/Subjects/Geriatrics/HealthPromotionAndPreventiveMedicine/Pages/heat_injuries.aspx (אוחזר ביולי 2017).
- (9) משרד הבריאות. סכנות הקור בגיל המבוגר. <https://www.health.gov.il/Subjects/Geriatrics/HealthPromotionAndPreventiveMedicine/Pages/coldness.aspx> (אוחזר ביולי 2017).
- (10) Agay-Shay, K., Peled, A., Crespo, A. V., Peretz, C., Amitai, Y., Linn, S., ...Nieuwenhuijsen, M. J. (2014). Green spaces and adverse pregnancy outcomes. *Occupational & Environmental Medicine*, 71(8), 562-569. <http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2013-101961>
- (11) Awawdi, K., Steiner, H., Green, M. S., & Zelber-Sagi, S. (2016). Association between second-hand smoking and acute coronary heart disease among Arab women with multiple risk factors. *European Journal of Public Health*, 26(1), 141-145. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv143>
- (12) Berman, T., Goldsmith, R., Göen, T., Spungen, J., Novack, L., Levine, H., ...Grotto, I. (2013). Urinary concentrations of organophosphate pesticide metabolites in adults in Israel: Demographic and dietary predictors. *Environment International*, 60, 183-189. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.08.008>
- (13) Berman, T., Goldsmith, R., Göen, T., Spungen, J., Novack, L., Levine, H., ...Grotto, I. (2014). Demographic and dietary predictors of urinary bisphenol A concentrations in adults in Israel. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217(6), 638-644. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.11.004>

- (14) Goshen, S., Shany, E., Yitshak-Sade, M., Kloog, I., Erez, O., Greenberg, D., & Novack, L. (June 2017). *The effect of exposure to particulate matter on lower respiratory tract infections during the first year of life*. Abstract of the 2017 Annual Conference of Public Health Physicians and Schools of Public Health, Ramat-Gan, Israel. <http://www.4u2clive.com/briuth17/ABSPROGRAM/index.html#p=31> (retrieved June 2017).
- (15) Gugliucci, A., Caccavello, R., Nassar, H., Abu Ahmad, W., Sinnreich, R., & Kark, J. D. (2015). Low protective PON1 lactonase activity in an Arab population with high rates of coronary heart disease and diabetes. *Clinica Chimica Acta*, 445, 41-47. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2015.03.012>
- (16) Karakis, I., Landau, D., Yitshak-Sade, M., Hershkovitz, R., Rotenberg, M., Sarov, B., ...Novack, L. (2015). Exposure to metals and congenital anomalies: A biomonitoring study of pregnant Bedouin-Arab women. *Science of the Total Environment*, 517, 106-112. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.056>
- (17) Kleinstern, G., Abu Seir, R., Perlman, R., Khatib, A., Abdeen, Z., Elyan, H., ...Paltiel, O. (2017). Ethnic variation in medical and lifestyle risk factors for B cell non-Hodgkin lymphoma: A case-control study among Israelis and Palestinians. *PLoS One*, 12(2), e0171709. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171709>
- (18) Landau, D., Novack, L., Yitshak-Sade, M., Sarov, B., Kloog, I., Hershkovitz, R., ...Karakis, I. (2015). Nitrogen Dioxide pollution and hazardous household environment: What impacts more congenital malformations. *Chemosphere*, 139, 340-348. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.06.091>
- (19) Levine, H., Berman, T., Goldsmith, R., Göen, T., Spungen, J., Novack, L., ...Grotto, I. (2013). Exposure to tobacco smoke based on urinary cotinine levels among Israeli smoking and nonsmoking adults: A cross-sectional analysis of the first Israeli human biomonitoring study. *BMC Public Health*, 13, 1241. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1241>
- (20) Levine, H., Berman, T., Goldsmith, R., Göen, T., Spungen, J., Novack, L., ...Grotto, I. (2015). Urinary concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in Israeli adults: Demographic and life-style predictors. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(1), 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.09.004>
- (21) Myers, V., Broday, D. M., Steinberg, D. M., Yuval, Drory, Y., & Gerber, Y. (2013). Exposure to particulate air pollution and long-term incidence of frailty after myocardial infarction. *Annals of Epidemiology*, 23(7), 395-400. <http://dx.doi.org/10.1016/j.annepidem.2013.05.001>
- (22) Nirel, R., Maimon, N., Fireman, E., Agami, S., Eyal, A., & Peretz, A. (2015). Respiratory hospitalizations of children living near a hazardous industrial site adjusted for prevalent dust: A case-control study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 218(2), 273-279. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.12.003>
- (23) Ovadia, Y. S., Arbelle, J. E., Gefel, D., Brik, H., Wolf, T., Nadler, V., ...Troen, A. M. (2017). First Israeli national iodine survey demonstrates iodine deficiency among school-aged children and pregnant women. *Thyroid*, 27(8), 1083-1091. <https://doi.org/10.1089/thy.2017.0251>
- (24) Treister-Goltzman, Y., & Peleg, R. (2015). What is known about health and morbidity in the pediatric population of Muslim Bedouins in southern Israel: A descriptive review of the literature from the past two decades. *Journal of Immigrant and Minority Health*, 17(3), 940-946. <https://doi.org/10.1007/s10903-014-0001-3>
- (25) Yaari, E., Susser, Z., Lahad, A., Nesher, Y., Kachalsky, S., Tal, A., & Kerem, E. (2009). Genetic-environmental interactions in asthma and allergy: A study in a closed population exposed to different environments. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 102(3), 233-237. [http://dx.doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)60086-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1081-1206(10)60086-5)
- (26) Yitshak-Sade, M., Novack, L., Landau, D., Kloog, I., Sarov, B., Hershkovitz, R., & Karakis, I. (2016). Relationship of ambient air pollutants and hazardous household factors with birth weight among Bedouin-Arabs. *Chemosphere*, 160, 314-322. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.06.104>
- (27) Yitshak-Sade, M., Zlotnik, Y., Kloog, I., Novack, V., Peretz, C., & Ifergane, G. (2015). Parkinson's disease prevalence and proximity to agricultural cultivated fields. *Parkinson's Disease*, 2015, 576564. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/576564>
- (28) Yogev-Baggio, T., Bibi, H., Dubnov, J., Or-Hen, K., Carel, R., & Portnov, B. A. (2010). Who is affected more by air pollution – sick or healthy? Some evidence from a health survey of schoolchildren living in the vicinity of a coal-fired power plant in Northern Israel. *Health & Place*, 16(2), 399-408. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.11.013>

מדדים ומגמות בבריאות וסביבה

יש ראיות מדעיות ברורות לכך שגורמי סיכון סביבתיים משפיעים על בריאות האדם ולכך שלגורמים סביבתיים יש תרומה משמעותית לנטל התחלואה העולמי (Global Burden of Disease - GBD). בהתבסס על הערכות עולמיות, גורמי הסיכון הסביבתיים העיקריים כוללים זיהום אוויר מחומר חלקיקי (particulate matter - PM), זיהום אוויר תוך-מבני, ועשן טבק סביבתי (environmental tobacco smoke - ETS)⁽⁸⁾. ההשפעה הכוללת של זיהום אוויר סביבתי ותוך-מבני מוערכת ב-7 מיליון מקרי מוות בטרם עת ברחבי העולם מדי שנה – יותר מ-10% ממקרי המוות בעולם. חשיפה לזיהום אוויר סביבתי תורמת לנטל העולמי הגובר של מחלת ריאה חסימתית כרונית ומחלות אחרות של מערכת הנשימה, הלב וכלי הדם. על-פי האומדנים, בשנת 2004 גרמה החשיפה לעשן טבק סביבתי ל-603,000 מקרי מוות ברחבי העולם – 1% מהתמונה העולמית, וכן לזיהומים בדרכי הנשימה התחתונות ולאסתמה בקרב ילדים⁽¹⁵⁾. נטל התחלואה העולמי בשנת 2004 עקב חשיפה לעופרת היה 143,000 מקרי מוות, וכן 600,000 מקרים חדשים של ילדים עם מוגבלות שכלית מדי שנה⁽¹⁹⁾. חשיפות סביבתיות נוספות לחומרים כמו מתיל כספית (methylmercury), ארסן וחומרי הדברה תורמות גם הן לנטל התחלואה העולמי. מניתוח נתונים של 6 מדינות אירופיות, שפורסם בשנת 2014, עולה כי כ-3%-7% מנטל התחלואה השנתי במדינות אלה היו קשורים לגורמי סיכון סביבתיים – בעיקר עשן טבק סביבתי, זיהום חלקיקי עדין (PM_{2.5}), זיהום מתחבורה, רעש ורדון⁽¹¹⁾. גם חשיפה לכימיקלים המשבשים את המערכת האנדוקרינית (endocrine disrupting chemicals - EDCs) – פתאלטים (phthalates), ביספנול A (bisphenol A - BPA), דיפניל אתרים רב-מוברים (polybrominated diphenyl ethers - PBDEs), חומרים אורגנוכלורניים (organochlorines) וחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים (organophosphates) – תורמת לנטל התחלואה העולמי. היא קשורה לירידה במנת המשכל (IQ), לירידה בפוריות, לאוטזם, להפרעת קשב והיפראקטיביות, להשמנה, לסוכרת ולסרטן האשכים⁽⁶⁾.

החשיפה לזיהום אוויר בישראל דורגה בין עשרת התורמים העיקריים לנטל התחלואה בשנת 2015, במחקר "נטל התחלואה העולמי" (Global Burden of Disease). בישראל 2,500 מקרי מוות מוקדם בכל שנה מיוחסים לחשיפה לזיהום אוויר⁽⁹⁾, ו-780 מקרי מוות מיוחסים לחשיפה לעשן טבק סביבתי⁽¹⁰⁾. עד כה לא נבדקה בישראל ההשפעה על נטל התחלואה של חשיפה לחומרי הדברה, לכימיקלים המשבשים את המערכת האנדוקרינית, למתכות כבדות ושל חשיפות סביבתיות אחרות.

מדדים לבריאות וסביבה, המבוססים על יחסים מוכחים של סיבה-תוצאה, משמשים כלים חשובים לזיהוי סיכונים אפשריים לבריאות האדם ולהתוויית מדיניות. למדדים לבריאות וסביבה יש חשיבות מיוחדת לצורך:

- מעקב אחר מגמות בחשיפות סביבתיות;
- מעקב אחר מגמות בתוצאי בריאות הקשורים לחשיפות ולסיכונים סביבתיים;
- השוואה בין מדינות במונחים של מצב בריאות וסביבה, כדי למקד פעולות ולהקצות משאבים;
- מעקב אחר היעילות של מדיניות ושל התערבויות אחרות בתחום הבריאות והסביבה;
- העלאת המודעות לנושאי בריאות וסביבה.

מקורות מידע וזמינות

בישראל יש שפע של נתונים זמינים בפרוטנציה לפיתוח מדדים לבריאות וסביבה. ישראל ייחודית בכך שלכל אזרח יש מספר זהות שאפשר להשתמש בו כדי לחבר בין רישומים שונים, ולכל אזרח יש ביטוח בריאות ממלכתי ורשומות רפואיות שנשמרות בצורה אלקטרונית בידי קופות החולים שנים רבות. כמו כן יש בישראל כמה מאגרי מידע ורישומים לאומיים:

- פקודת בריאות העם משנת 1940 מחייבת דיווח על מחלות נבחרות ועל תוצאים בריאותיים, ובהם סרטן, מומים מולדים ומחלות זיהומיות. נוסף על כך, יש רישום סב־לידתי (perinatal) הכולל נתונים על משקל לידה נמוך. רישום הסרטן הלאומי במשרד הבריאות נחשב מהימן ב-97% בכל הקשור לרישום של כל הגידולים המוצקים, והוא מקפיד בעקביות על רמה גבוהה של עדכון מאז הקמתו.
- המרכז הלאומי לבקרת מחלות מנהל רישומים על תחלואות סוכרת מסוג 1 בקרב ילדים בני 0–17, המבוססים על נתוני מרפאות חוץ, וכן על תחלואות סוכרת בכל קבוצות הגיל, בהתבסס על נתוני קופות החולים. ישנם רישומים נוספים על אי ספיקת כליות סופנית והשתלות כליה, וניתוחי לב. נתוני הרישום הלאומי של משרד הבריאות על שבץ מוחי ועל אירועים איסכמיים חולפים מבוססים על נתוני אשפוז. נתונים סטטיסטיים על טיפולי פוריות בישראל נאספים החל משנת 1990.
- משרד הבריאות הקים מאגר מידע המאגד סיבות למקרי מוות ומנהל מאגרי מידע על ביקורים בחדרי מיון ועל אשפוזים. מאגר המידע הנוגע לאשפוזים כולל מידע על יותר מ-90% מכלל האשפוזים בכל רחבי הארץ – מידע דמוגרפי, תאריכי אשפוז ושחרור בבתי חולים, וכן כל המידע על אבחוני החולים.
- נתונים על מחלות כרוניות שונות בישראל, ובכלל זה אסתמה, סוכרת מסוג 2, שבץ ומחלות לב וכלי דם, זמינים מסקרים ארציים (סקר ידע, עמדות והתנהגות [Knowledge, Attitudes, Practices – KAP], סקר הבריאות הלאומי בישראל [Israeli National Health Interview Survey – INHIS], סקר תחלואה בחולים מאושפדים עקב תסמונת כלילית חדה [Acute Coronary Syndrome Israeli Survey – ACSIS] והסקר הלאומי בנושא שבץ בישראל [National Acute Stroke Israeli Survey – NASIS]). בסקרים אלו נאספים גם נתונים על חשיפה לעשן טבק סביבתי.
- יש נתונים זמינים על המצב הבריאותי של מתבגרים (בני 17), המתבססים על בדיקות חובה של מועמדים לגיוס צבאי מאז 1967. נתונים אלו כוללים אבחון והערכה של חומרת מקרי אסתמה על בסיס הערכה רפואית מקיפה. בסיס נתונים זה אינו כולל פלחים מסוימים של האוכלוסייה, כגון תת־קבוצות שאינן מגויסות לשירות צבאי.
- המוסד לביטוח לאומי אוסף נתונים על אוטיזם ועל הפרעות התפתחותיות קוגניטיביות אחרות.
- התוכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל (National Program for Quality Indicators in Community Healthcare – QICH) הושקה בשנת 2004 כדי לספק מידע על איכות שירותי הבריאות בקהילה בישראל לקובעי המדיניות ולצרכני מידע. התוכנית מפרסמת נתונים על 28 מדדי איכות, ובהם אסתמה, בדיקות אבחון למחלת הסרטן, בריאות הלב וכלי הדם, בריאות הילד, סוכרת וחיסונים באוכלוסייה המבוגרת. נתונים אלה ניתנים לניתוח לפי גיל, מין ומצב חברתי-כלכלי לשם זיהוי אוכלוסיות בסיכון.

מדדים נבחרים לבריאות וסביבה בישראל

בשנת 2015 גיבש משרד הבריאות רשימה של מדדים נבחרים לבריאות וסביבה בישראל. רשימה זו מבוססת בעיקר על מדדים שנקבעו על-ידי ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization - WHO), המרכזים לבקרת מחלות ולמניעתן בארצות הברית (Centers for Disease Control and Prevention - CDC) ומערכת המידע של המחלקה האירופית של ארגון הבריאות העולמי (Environment and Health Information System - ENHIS). לוח 1 מציג מדדים נבחרים שיש להם רלוונטיות ייחודית לבריאות וסביבה בישראל, וכן את זמינות הנתונים. מדדים אלה כוללים מדדי חשיפה, מדדים למחלות כרוניות, מדדים לשינויי אקלים ומדדי בריאות בילדות המוקדמת.

מדדים נבחרים לבריאות וסביבה וזמינות המידע בישראל

מדד	זמינות המידע בישראל	המידע הזמין העדכני ביותר
מדדי חשיפה	עופרת במי שתייה (ברז)	סקר משרד הבריאות 2011 מתוכנן סקר נוסף
	חשיפה למזהמי אוויר פנים בבתי ספר	לא זמין מתוכנן סקר
	שיעור הפעוטות / הילדים החשופים לעשן טבק סביבתי	סקר משרד הבריאות 2014
	צריכת מתכות כבדות במזון בקרב מבוגרים	לא זמין -
	רמות עופרת בדם של ילדים	מחקר אקדמי 2000-1998
	שיעור אוכלוסיית המבוגרים עם ריכוז דיאלקיל פוספט (dialkyl phosphate -) (DAPs) בשתן הגבוה מסף הכימות	מחקר משרד הבריאות 2011
מדדים למחלות כרוניות	היארעות של סוגי סרטן מסוימים, לרבות היארעות של לוקמיה בקרב ילדים	הרישום הלאומי לסרטן במשרד הבריאות 2014
	אשפוזים בשל אסתמה	נתוני משרד הבריאות על אשפוזים המידע נאסף באופן מתמשך מידע עדכני פורסם לאחרונה ב־2008
מדדים לשינויי אקלים	מקרי מוות עקב מחלות הנישאות על-ידי וקטורים	משרד הבריאות (חלה חובת דיווח על רופאים ועל מעבדות) 2016
	אשפוזים עקב עקת חום	לא זמין -
מדדי בריאות בילדות המוקדמת	שכיחות מומים מולדים מסוימים	משרד הבריאות, רישום מומים מולדים 2014
	מספר ההרעלות המדווחות בשנה בקרב ילדים שטרם מלאו להם חמש שנים	משרד הבריאות, ביקורים בחדרי מיון (תת - דיווח) 2015
	שכיחות אסתמה ואלרגיות בקרב ילדים	סקר משרד הבריאות (שכיחות אסתמה בקרב ילדים בגילאי 13-15) 2008

→
לוח 1
מקור: משרד
הבריאות

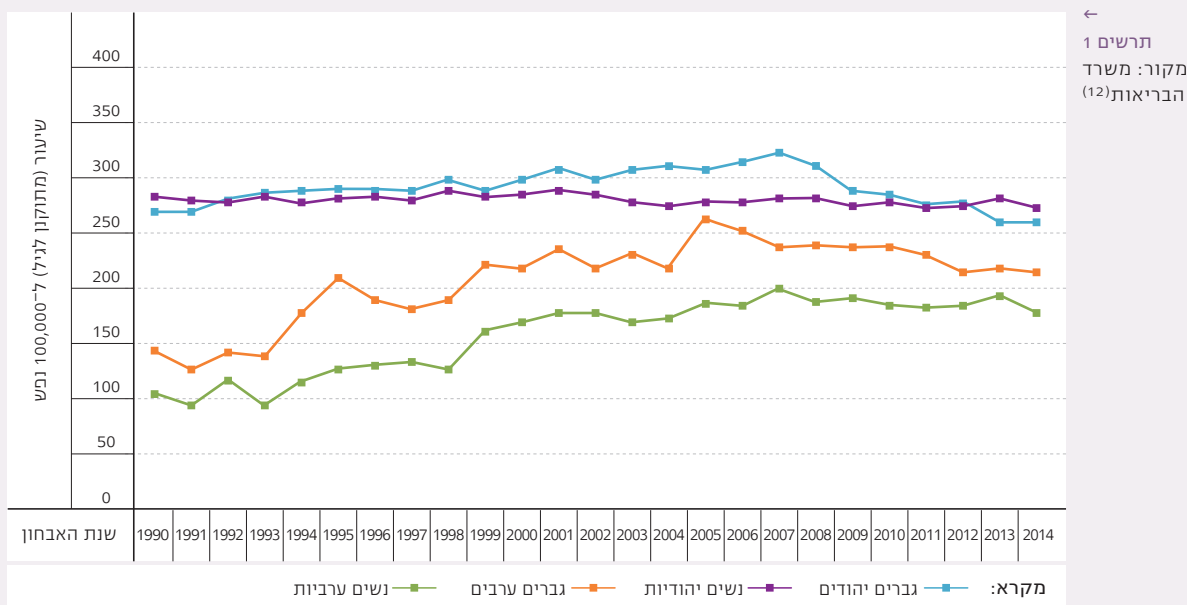
נתונים זמינים על מחלות כרוניות בישראל

סרטן

גורמי סיכון סביבתיים ותעסוקתיים קשורים לסוגים רבים של סרטן, ובראשם סרטן הריאה, לוקמיה, מזותליומה (mesothelioma) ומלנומה. ממצאים חדשים ממחקר על מצבם של עולים חדשים ועל גורמי סיכון למחלת הודג'קין (Hodgkin lymphoma) מלמדים שייתכן כי יש מרכיב סביבתי באטיולוגיה של המחלה, אולי בשל חשיפה לפני ההתעברות, חשיפה תוך-רחמית או חשיפה בשלבים מוקדמים של החיים לשינויים באורח החיים ובסביבה ולפעולות גומלין של חשיפה זו עם גנים הגורמים לפגיעות⁽¹⁴⁾.

סוג הסרטן השכיח ביותר בקרב גברים ישראלים בשנת 2014 היה סרטן הערמונית (בקרב יהודים) וסרטן הריאה (בקרב ערבים). בקרב נשים היה סרטן השד הנפוץ ביותר – יהודיות וערביות כאחת⁽⁵⁾. באוכלוסייה היהודית חלה ירידה משמעותית בהיארעות סרטן חודרני (כלל האתרים) בקרב גברים מאז 2008, ובנשים מאז 1990 (תרשים 1). באוכלוסייה הערבית חלה ירידה בהיארעות הסרטן בקרב גברים מאז שנת 2006, ובקרב נשים, השיעור יציב מאז 2006. בהשוואה למדינות אחרות בארגון לשיתוף פעולה ופיתוח כלכלי (Organization for Economic Co-operation and Development – OECD), בישראל יש שיעורים גבוהים מהממוצע של היארעות סרטן, ואילו שיעורי התמותה מסרטן נמוכים מהממוצע ב-OECD.

שיעורי סרטן בישראל מתוקננים לגיל, לפי קבוצות אוכלוסייה ומגדר, 2014-1990



אסתמה

התפתחות והחריפה של אסתמה יכולות להיגרם מחשיפה למגוון גורמים סביבתיים בתוך הבית ומחוצה לו, לרבות חומר חלקיקי, אוזון, עשן טבק סביבתי, קרדית האבק, עובש ואלרגנים.

בהתבסס על נתוני התוכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל, שיעור ההימצאות של אסתמה כרונית בשנת 2015 בקרב בני 5–44 היה 0.8%⁽¹⁾. על-פי נתונים שפורסמו ב-2017, מניתוח מאגר מידע ממוחשב של שירותי בריאות כללית, שכיחות האסתמה בקרב מבוגרים ב-2014 הייתה 5.7%⁽¹⁸⁾. על-פי נתוני סקר הבריאות הלאומי בישראל

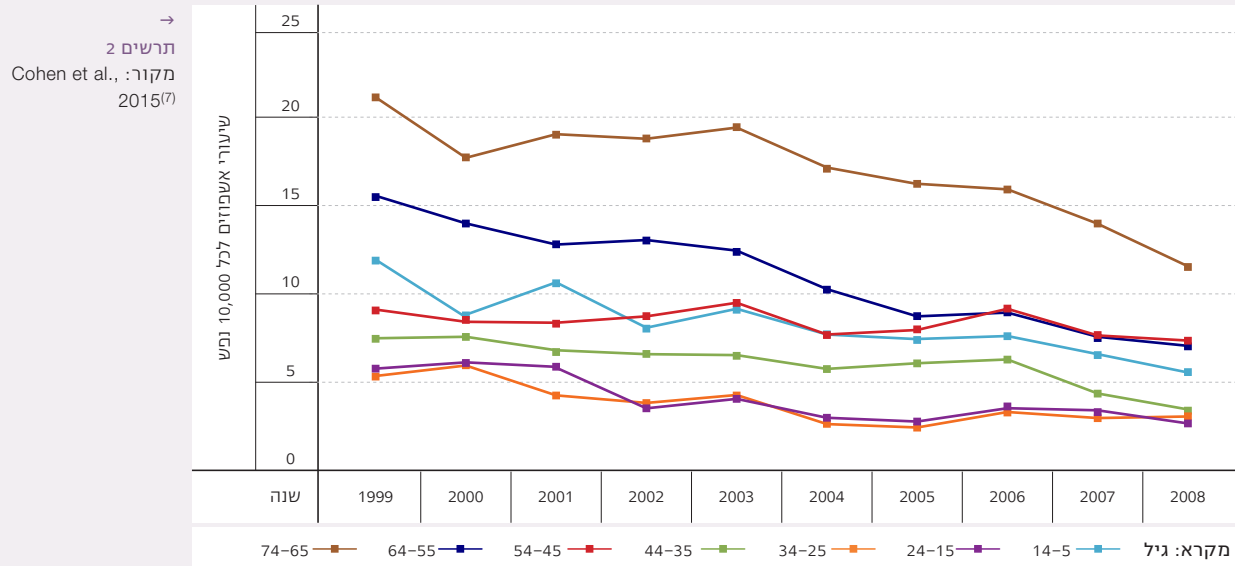
בשנים 2013–2015 (INHIS-3), 7.4% מהאוכלוסייה הבוגרת דיווחו על אסתמה (עלייה מ-5.8% שדווחו בסקר הקודם, בשנים 2007–2010)⁽⁴⁾. הפער באומדנים נובע, כפי הנראה, מההבדלים במתודולוגיית איסוף הנתונים (דיווח עצמי לעומת נתונים מרשומות רפואיות) ומהבדלים בסוג האסתמה שנכלל באומדן.

הנתונים העדכניים ביותר על אסתמה בקרב ילדים מקורם בסקר שנערך על-ידי המרכז הלאומי לבקרת מחלות ב-2008. על-פי סקר זה, הימצאות האסתמה בקרב נערים בני 13–15 (על סמך דיווח עצמי) הייתה 7.2% בקרב נערים יהודים ו-7.0% בקרב נערים ערבים. שיעורי האסתמה בקרב תלמידים יהודים נותרו יציבים מאז 1997. בקרב אוכלוסיות הערבים, הבדואים והדרוזים נצפתה עליה חדה בשיעורי הימצאות אסתמה⁽³⁾.

במחקר על הימצאות אסתמה בקרב נערים בני 17 המיועדים לשירות צבאי חלה ירידה עקבית בהימצאות אסתמה – מ-9.7% ב-1999 ל-8.1% ב-2008. הירידה הגדולה ביותר בקבוצת גיל זו הייתה באסתמה כרונית מתונה עד חמורה (ירידה מ-0.9% ב-1999 ל-0.4% ב-2008)⁽⁷⁾.

שיעור האשפוז עקב אסתמה בקרב בני 5–74 בשנים 1999–2008 ירד בהתמדה, מ-13.02 ל-7.59 לכל 10,000 נפש, ירידה של 42%. ירידה משמעותית חלה בשיעור האשפוז בכל קבוצות הגיל (תרשים 2). ירידה זו נובעת, ככל הנראה, מהירידה בהימצאות האסתמה, ומשיפור הטיפול באסתמה ברפואה בקהילה.

שיעורי אשפוז שנתיים בשל אסתמה (לכל 10,000 נפש) בקרב בני 5–74, לפי קבוצות גיל, 1999–2008



שיעור התמותה ממחלת האסתמה בישראל ירד בתקופה זו (1999–2008) ב-41%, מ-2.1 ל-1.4 לכל 100,000 נפש. החוקרים משערים שייתכן כי ההפחתה נובעת מהפחתת החשיפה לעשן טבק (עישון פעיל ועשן טבק סביבתי במקומות ציבוריים עקב חקיקה ומסעות הסברה), שימוש מוגבר בקורטיקוסטרואידים, וכן ירידה בפליטות חנקן דו-חמצני (nitrogen dioxide), תחמוצות חנקן (nitrogen oxides) וגופרית דו-חמצנית (sulfur dioxide) ובספירת אבקנים.

בשנת 2016 החל משרד הבריאות בפרויקט משותף עם שירותי בריאות כללית, שבה רשומים יותר מ-50% מהציבור הישראלי. הפרויקט כולל איסוף נתונים על היארעות מחלת האסתמה בקרב מבוגרים וילדים, לפי מחוזות ובהתייחס לסיכונים סביבתיים שונים.

מחלות לב וכלי דם

מחלות לב וכלי דם קשורות לחשיפה לזיהום אוויר, לחשיפה למתכות כבדות כגון עופרת ולחשיפה לעשן טבק סביבתי. על-פי נתוני סקר הבריאות הלאומי בישראל 2013–2015, 4.7% מהאוכלוסייה הבוגרת דיווחו על מחלות לב, ובכלל זה אוטם שריר הלב, לחץ בחזה ואי ספיקת לב.

השמנה

השמנה מוגדרת כמדד מסת גוף (היחס שבין המשקל [ק"ג] לריבוע הגובה במטרים) של 30 ומעלה. גורמי הסיכון העיקריים להשמנה נחשבים בדרך כלל לגורמים התנהגותיים (דיאטות עתירות קלוריות משולבות באורח חיים לא פעיל), אולם הסיכון להשמנה קשור גם לגורמים גנטיים וסביבתיים. יש ראיות מצטברות לכך שלחשיפה לכימיקלים סביבתיים בשלבי החיים המוקדמים תפקיד משמעותי במגפת ההשמנה העולמית.

על-פי נתוני סקר הבריאות הלאומי בישראל 2013–2015, 37.6% מהאוכלוסייה הבוגרת סובלים מעודף משקל (מדד מסת גוף שבין 25.0 ו-29.9) ו-17.8% סובלים מהשמנה. נתונים דומים פורסמו בדוח סקר "ידע, עמדות והתנהגויות בריאות בישראל 2013" ובנתוני התוכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל משנת 2015. נתוני משרד הבריאות מהשנים 2015–2016 מצביעים על כך שאחד מתוך ארבעה ילדים בכיתות ז'–י"ב סובל מעודף משקל או מהשמנה, והשיעורים בקרב בנים ערבים הם הגבוהים ביותר⁽¹⁷⁾.

סוכרת

חשיפה לכימיקלים משבשי המערכת האנדוקרינית נקשרה לסוכרת מסוג 2 ולתופעות טרום-סוכרתיות. למשל, נמצא שחשיפה לרמות גבוהות של דיוקסינים (dioxins) קשורה לסיכון מוגבר לסוכרת הנובעת מהפרעות מטבוליות או לשינויים במטבוליזם של גלוקוז. ישנן עדויות לכך ששכיחות ההפרעות האוטו-אימוניות, ובכלל זה סוכרת מסוג 1, עולה, ושגורמים סביבתיים עשויים למלא תפקיד בעלייה זו.

על-פי נתוני סקר הבריאות הלאומי בישראל 2013–2015, 8.4% מהאוכלוסייה הבוגרת דיווחו על סוכרת⁽⁴⁾. מנתונים שפורסמו בשנת 2014 על-ידי שירותי בריאות כללית עולה כי בין השנים 2004 ל-2012 הייתה מגמה עקבית של עלייה, ששיעורה הלך ופחת בהדרגה, בהימצאות הסוכרת, עם עלייה מצטברת של 34.3% בתוך תשע שנים. בשנת 2012 נרשמו 343,554 מקרי סוכרת (14.4%) בקרב 2,379,712 חברי הקופה בני 26 ומעלה⁽¹³⁾.

מדוח של המרכז הלאומי לבקרת מחלות על סוכרת עולה כי בקרב ילדים בני 0–17 שיעור מקרי הסוכרת מסוג 1 בשנת 2015 היה 13.8 ל-100,000 נפש. בין השנים 1997–2015 חלה עלייה של 43.6% בשיעורי ההיראות של סוכרת מסוג 1⁽²⁾.

אוטיזם

מספר מחקרים מצאו קשר בין הסיכון להפרעה המוגדרת על הרצף האוטיסטי (autism spectrum disorder - ASD) ובין חשיפות סביבתיות, ובכלל זה חשיפה לזיהום אוויר, לחומרי הדברה ולמתכות כבדות במהלך ההיריון, אך יש צורך במחקר נוסף כדי להבין את הגורמים לאוטיזם. בשנת 2011 הייתה השכיחות המצטברת של ASD בקרב כלל אוכלוסיית הילדים בני 8 שנולדו בישראל 0.49% (1 מתוך 203 ילדים). שכיחות מקרי ASD עלתה פי 10 (מ-0.049% ל-0.49%) בשנים 2000–2011⁽¹⁶⁾. שינויים בשיטות האבחון יכולים להסביר חלק מהעלייה אך לא את כולה.

אתגרים עיקריים

שפע של נתונים נאספים ממאגרי מידע ומסקרים לאומיים, ממועמדים לגיוס צבאי, ונתונים רבים נאספים במאגרי המידע האלקטרוניים של ארבע קופות החולים, ועם זאת יש חסרים משמעותיים בנתוני מדדים נבחרים בישראל. עבור מדדי בריאות מסוימים (למשל, שכיחות אסתמה בקרב ילדים בני 0-5 ואשפוזים עקב עקת חום) הנתונים אינם זמינים, ואילו למדדי בריאות נוספים הנתונים זמינים אך משקפים דיווח חסר (למשל, הרעלות בקרב ילדים). עבור כמה מדדי חשיפה (למשל, איכות אוויר הפנים בבתי ספר, צריכת מתכות כבדות במזון בקרב מבוגרים) הנתונים אינם זמינים. עבור מדדים רבים הנתונים הזמינים אינם סדירים או שאינם מעודכנים (למשל, אשפוזים בשל אסתמה). מכשול נוסף הוא עיכובים בנייתו ובדיווח של נתונים ממערכות הרישום.

למרות הדיווחים על עלייה בשכיחות מחלות ומצבים הקשורים לגורמים סביבתיים, כגון סוכרת מסוג 1, אוטיזם, הפרעות קשב וריכוז והיפראקטיביות, וכן השמנה, פורסמו רק מחקרים מעטים המבוססים על ניתוח ארצי של הקשר בין חשיפות סביבתיות לתוצאים בריאותיים בישראל. מאגרי המידע של קופות החולים הם משאב פוטנציאלי חשוב לנתוני בריאות וסביבה ולמחקר; הם כוללים נתונים על ביקורי רופא, אבחנות, בדיקות מעבדה, מרשמי תרופות ותרופות שנרכשו בפועל. אוכלוסיית המטופלים בקופות החולים יציבה בגודלה, ויש דיווח אחיד של נתונים ברשומות רפואיות ממוחשבות המשמשות את כל מסגרות הטיפול בקופות. הדבר מאפשר עקביות ושלמות הנתונים, וכן יכולת לעקוב אחר מגמות המחלה. כמה מקופות החולים ערכו מחקרים גדולים על מגמות לאומיות במחלות (כגון אסתמה וסוכרת) ופיתחו שיטות לחקר ההשפעות ארוכות הטווח של חשיפות לאמצעי בדיקה רפואיים (כגון MRI). שיטות אלו טרם יושמו לצורך מחקר של מגמות בבריאות וסביבה ושל גורמי סיכון. בעיות משפטיות ואתיות מכשילות את השימוש במאגרי מידע ממוחשבים אלו של קופות החולים לצורך בדיקה וניתוח של קשרים בין בריאות וסביבה. היעדר גישה של חוקרים למאגרי מידע רפואיים מסוג זה ולמערכות רישום מהווה קושי ואתגר מתמשך.

בדיקות הבריאות המחייבות שעוברים רוב הישראלים בהיותם בני 17 הן מקור פוטנציאלי עשיר של נתונים לזיהוי מגמות בבריאות וסביבה (לדוגמה, אסתמה) ולחקר הקשרים בין חשיפות בשלבי חיים מוקדמים ובין מחלות בשלבי חיים מאוחרים יותר. בשנים האחרונות מקור נתונים זה משמש לבדיקת הקשר בין זיהום אוויר לתוצאי בריאות שליליים, ובכלל זה סרטן ואסתמה. עם זאת, יש מכשולים רבים – ואתגרים גדולים – הקשורים לעבודה עם מסד נתונים זה, בעיקר בסוגיות של פרטיות ואתיקה.

יש צורך ברור בשיתוף פעולה מוגבר בין הגופים הממשלתיים השונים שאוספים נתוני בריאות וסביבה ובין קופות החולים. הנגשת הנתונים הנאספים על גורמים סביבתיים ועל תוצאים בריאותיים – לחוקרים, לקובעי מדיניות ולציבור הרחב, בתוך פרקי זמן סבירים – היא עדיין בחזקת אתגר מרכזי.

משרד הבריאות השיק את תוכנית "פסיפס" לצורך איסוף נתונים בריאותיים ממתנדבים. התוכנית כוללת איסוף שאלונים, מידע גנטי ונתונים מחיישנים ביולוגיים והקמת מאגר מידע לצורכי מחקר. מסד נתונים זה עשוי לשמש גם למחקר על בריאות וסביבה, כולל על פעולות גומלין בין גנים וסביבה.

מקורות

- (1) משרד הבריאות – המכון הלאומי לחקר שירותי הבריאות ומדיניות הבריאות בישראל, משרד הבריאות (2016). **התכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל, דוח לשנים 2013-2015**.
<http://healthindicators.org.il/wp-content/uploads/2017/03/2013-2015.pdf> (אוחזר ביולי 2017).
- (2) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות (2017). **ממצאי הרישום לסוכרת בגילאי 0-17 שנים, 2015**.
https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/diabetes_0-17_2015.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (3) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות. ניטור התחלואה באסתמה בבני נוער.
https://www.health.gov.il/UnitsOffice/ICDC/Chronic_Diseases/asthma/Pages/AsthmaInTeens.aspx (אוחזר בספטמבר 2017).
- (4) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות. **סקר בריאות לאומי בישראל, INHIS-3, 2013-2015**.
http://www.health.gov.il/publicationsfiles/inhis_3main_findings.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (5) משרד הבריאות (2014). **עדכון נתוני היארעות סרטן ותמותה מסרטן לשנת 2014**.
http://www.health.gov.il/PublicationsFiles/cancer2014_01022017.pdf (אוחזר ביולי 2017).
- (6) Attina, T. M., Hauser, R., Sathyanarayana, S., Hunt, P. A., Bourguignon, J. P., Myers, J. P., ...Trasande, L. (2016). Exposure to endocrine-disrupting chemicals in the USA: A population-based disease burden and cost analysis. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 4(12), 996-1003. [http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587\(16\)30275-3](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-8587(16)30275-3)
- (7) Cohen, S., Berkman, N., Avital, A., Springer, C., Kordoba, L., Haklai, Z., ...Picard, E. (2015). Decline in asthma prevalence and severity in Israel over a 10-year period. *Respiration*, 89(1), 27-32. <https://doi.org/10.1159/000368613>
- (8) GBD 2015 Risk Factors Collaborators (2016). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioral, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*, 388(10053), 1659–1724. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31679-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31679-8)
- (9) Ginsberg, G. M., Kaliner, E., & Grotto, I. (2016). Mortality, hospital days and expenditures attributable to ambient air pollution from particulate matter in Israel. *Israel Journal of Health Policy Research*, 5, 51. <https://doi.org/10.1186/s13584-016-0110-7>
- (10) Ginsberg, G. M., & Geva, H. (2014). The burden of smoking in Israel - attributable mortality and costs (2014). *Israel Journal of Health Policy Research*, 3, 28. <https://doi.org/10.1186/2045-4015-3-28>
- (11) Hänninen, O., Knol, A. B., Jantunen, M., Lim, T. A., Conrad, A., Rappolder, M., ...EBoDE Working Group (2014). Environmental burden of disease in Europe: Assessing nine risk factors in six countries. *Environmental Health Perspectives*, 122(5), 439-446. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206154>
- (12) Israel Center for Disease Control, Israel Ministry of Health (2017). *Highlights of health in Israel 2016*. Publication 371. <http://online.fliphtml5.com/ginu/djej/#p=52> (retrieved September 2017).
- (13) Karpai, T., Cohen-Stavi, C. J., Leibowitz, M., Hoshen, M., Feldman, B. S., & Balicer, R. D. (2014). Towards a subsiding diabetes epidemic: Trends from a large population-based study in Israel. *Population Health Metrics*, 12, 32. <https://doi.org/10.1186/s12963-014-0032-y>
- (14) Levine, H., Leiba, M., Bar Zeev, Y., Keinan-Boker, L., Derazne, E., Leiba, A., & Kark, J. D. (2017). Risk of Hodgkin lymphoma according to immigration status and origin: A migrant cohort study of 2.3 million Jewish Israelis. *Leukemia and Lymphoma*, 58(4), 959-968. <http://dx.doi.org/10.1080/10428194.2016.1220552>

- (15) Oberg, M., Jaakkola, M. S., Woodward, A., Peruga, A., & Prüss-Ustün, A. (2011). Worldwide burden of disease from exposure to second-hand smoke: A retrospective analysis of data from 192 countries. *The Lancet*, 377(9760), 139-146. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61388-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61388-8)
- (16) Raz, R., Weisskopf, M. G., Davidovitch, M., Pinto, O., & Levine, H. (2015). Differences in autism spectrum disorders incidence by sub-populations in Israel 1992-2009: A total population study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(4), 1062-1069. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2262-z>
- (17) Rubin, L., Belmaker, I., Somekh, E., Urkin, J., Rudolf, M., Honovich, M., ...Grossman, Z. (2017). Maternal and child health in Israel: Building lives. *The Lancet*, 389(10088), 2514-2530. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30929-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30929-7)
- (18) Varsano, S., Segev, D., & Shitrit, D. (2017). Severe and non-severe asthma in the community: A large electronic database analysis. *Respiratory Medicine*, 123, 131-139. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2016.12.017>
- (19) World Health Organization (2009). *Global health risks: Mortality and burden of diseases attributable to selected major risks*.
http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/global_health_risks/en/index.html
(retrieved September 2017).



סיכום ומסקנות

ד"ר לינדה בירנבאום (PhD, D.A.B.T., A.T.S)

ראש המכון הלאומי האמריקני למדעי בריאות וסביבה, ראש התוכנית הלאומית לטוקסיקולוגיה בארצות הברית

דוח "בריאות וסביבה בישראל 2017" מציג לא רק את ההתפתחויות החיוביות שחלו בבריאות וסביבה בישראל בעקבות קביעת מדיניות, חקיקה ומחקר, אלא מצביע גם על ההתקדמות שהושגה מאז הדוח של 2014 ועל הזדמנויות לשיפורים נוספים. בתחומים רבים הושגה התקדמות מרשימה מאז 2014, אם כי כל ההמלצות הספציפיות שנכללו בדוח זה עדיין רלוונטיות. התפתחות מרשימה במיוחד היא המחויבות הממשלתית הגוברת, החוצה משרדי ממשלה שונים, לעבוד בשיתוף פעולה לקידום נושאי בריאות וסביבה, דוגמת פיתוח תוכנית לאומית לבריאות וסביבה. התפתחות מרשימה אחרת היא הקמתן של כמה עוקבות לידה אשר תאפשרנה מעקב ארוך טווח הן אחר האמהות והן אחר ילדיהן בשנים הבאות. נקבעה מדיניות שמטרתה למגר את החשיפה לעשן טבק סביבתי בבתי ספר ולהוציא משימוש, בהדרגה, חומרי הדברה מקבוצות הזרחנים האורגניים והקרובים. יש לקוות שאכיפת מדיניות זו תממש את הפוטנציאל לשיפור בבריאות הציבור בזכות צמצום החשיפה והסיכון.

באווירה הבין-לאומית השוררת היום, גם בישראל, הבנת ההשלכות הכלכליות של תוצאי בריאות שליליים עקב חשיפה למזהמים סביבתיים היא הכרח, וזאת לצורך חישובי עלות-תועלת וסיכון-תועלת. מחקרים שנעשו, הן באיחוד האירופי והן בארצות הברית, הראו בבירור את התועלת הכלכלית הגדולה של הפחתת זיהום האוויר, ומנגד – את עלויות הבריאות העצומות עקב חשיפה למתכות כגון עופרת, לחומרי הדברה כגון כלורפיריפוס, ולמשבשי המערכת האנדוקרינית כדוגמת ביספנול A ופאלאטים. יש לקדם תחום זה של כלכלת בריאות וסביבה בישראל, כמו גם בשאר העולם המפותח.

חלק גדול מתשומת הלב בנושא זיהום אוויר בישראל ממשיך להיות מופנה לזיהום אוויר החוץ. זיהום האוויר מוסיף להיות גבוה מהרצוי, אולם עדיין מייחדים תשומת לב מעטה מדי לזיהום אוויר הפנים. הדבר בעייתי מכיוון שמרבית בני האדם, גם בישראל, מבלים את רוב שעות הערות שלהם, וכן את שעות השינה, בתוך מבנים. הבעיה חמורה עוד יותר כאשר מדובר בקשישים, בשל היותם אוכלוסייה רגישה במיוחד. רמות זיהום אוויר הפנים גבוהות מאלו של אוויר החוץ, ויש עוד מזהמים שיש להתחשב בהם, כגון רדון, חומרים נדיפים ממוצרי ניקיון ביתיים ומוצרים לטיפול אישי וכן מזהמים המשתחררים לאבק ועלולים להוביל לחשיפה נשימתית, דרך העור ודרך הפה. חשיפה לאבק מדאיגה בעיקר כשמדובר בתינוקות ובפעוטות המבלים את מרבית זמנם על הרצפה או סמוך לה ומכניסים כל דבר לפיהם. אנו ערים זה עשרות שנים לבעיה של נוכחות עופרת מצבעים באבק הביתי, אך כיום אנחנו יודעים שגם מעכבי בעירה, משבשי המערכת האנדוקרינית ואפילו חומרי הדברה לשימוש ביתי נמצאים באבק והם מקור חשיפה משמעותי.

איכות האוויר היא עדיין מקור לדאגה בישראל. איכות האוויר הכללית בישראל טובה ללא ספק מבכמה ארצות מתפתחות, אולם רמות האוזון, $PM_{2.5}$, PM_{10} , גופרית דו-חמצנית ותחמוצות חנקן עדיין גבוהות מדי, ויש בהן סיכון בייחוד לאוכלוסיות רגישות כגון ילדים וקשישים. אף שרמות ה- $PM_{2.5}$ ירדו בהתחשב בגידול האוכלוסייה, עומס התחלואה הכללי מוסיף לעלות. כאשר קובעים את מיקומם של בתי ספר, בתי אבות ובנייני מגורים, חשוב להביא בחשבון את הקרבה לדרכים ראשיות ולאזורים עם עומסי תנועה, כדי להפחית השפעות בריאותיות שליליות על האוכלוסייה. לכן, בעוד תחבורה היא מקור ידוע לזיהום אוויר, חשוב להבין היכן יש מקורות זיהום אחרים – כדי לצמצם את הזיהום ואת השפעותיו השליליות על האוכלוסייה.

מקור חדש יחסית לזיהום האוויר הוא פליטות מסיגריות אלקטרוניות. נידוף הממס והניקוטין עשויים לגרום לחשיפה לעשן סביבתי בהיקף משמעותי. חשוב להבין כי סיגריות אלקטרוניות הן מתקן להנגשת סם (drug delivery device), וכי ניקוטין, שהוא חומר ממכר ביותר, הוא בעל השפעה רעילה על ההתפתחות, וחומר מסרטן אפשרי. יש לפתח מדיניות להגבלת השימוש בסיגריות האלקטרוניות ולצמצום החשיפה אליהן.

מים הם משאב יקר ערך וחיוני בארץ מדברית כישראל, המובילה בעולם את השימוש במים מותפלים לשתייה ובקולחים לחקלאות. עם זאת, לא נעשה די לחקור תכולתם של המים המותפלים והמושבים ולבחון מה בהם עלול לגרום לתוצאי בריאות שליליים. כאשר דנים במים מותפלים, מדובר לא רק במה שנמצא במים אלא גם במה שהוצא מהם במהלך סילוק המלח, למשל מינרלים חיוניים. תרופות ומוצרים לטיפול אישי מכילים כימיקלים שרבים מהם אינם מסולקים בעזרת סינון בפחם, ונוכחותם בקולחים מדאיגה. הדבר נכון גם למזהמים בלתי מפוקחים, כגון חומרים פרפלוואורואלקיליים ופוליופלוואורואלקיליים, שהדוגמאות הידועות ביותר שלהם הן PFOS ו-PFOA. קבוצת כימיקלים רחבה זו משמשת במוצרים דוחי מים ודוחי כתמים, במעכבי בעירה, במחבתות ובכלי מטבח אחרים בעלי ציפויים המונעים הידבקות מזון ובעוד שימושים רבים. בעולם, כימיקלים אלו נמצאו במקורות מי שתייה, במכלי מזון ובגופם של בני אדם. עד כה ידוע רק מעט על היקף הימצאותם ומקורותיהם בישראל, אולם בתור מדינה מפותחת סביר להניח שיש זיהום במי השתייה. בהיות ישראל מדינה מובילה בשימוש בקולחים, נדרשת בחינה מקיפה יותר של נוכחות תרופות בקולחים ושל ההשפעות הבריאותיות האפשריות של נוכחות זו. יש להקפיד על רמות נאותות של מינרלים ויסודות חיוניים הנמצאים במי השתייה. הנתונים המצביעים על מחסור ביד בקרב נשים הרות מדאיגים מאוד, והם מבססים את המלצת משרד הבריאות להוסיף יוד למלח שולחן. נוסף על כך, יש ראיות לכך שרמות המגנזיום במי השתייה עלולות להיות נמוכות מדי.

מאז 2014 עלה שיעור התוצרת החקלאית שלא זוהו בה שאריות של חומרי הדברה. בשנת 2016 המגמה השתנתה, אך יש לקוות כי תתחדש ב-2017. עדיין יש הזדמנויות רבות לשיפור, מכיוון שברבות מהדגימות של תפוח ומלון נמצאו חומרי הדברה ברמות שמעבר לרמת השאריות המרבית המותרת. הדבר מדאיג מאוד בהתחשב בכך שהערכות הסיכון הנוגעות לחומרי הדברה בישראל מבוססות עדיין על האומדנים החציוניים של חשיפה ולא על האחוזון ה-95 העליון. הערכת סיכון

(risk assessment), המבוססת הן על חשיפה והן על סכנה (hazard), צריכה להביא בחשבון לא רק את האוכלוסיות החשופות ביותר, אלא גם את הרגישות ביותר, כגון קשישים, תינוקות ונשים הרות. ישראל זקוקה לחקיקה מקיפה לרישום חומרי הדברה באופן שמתחשב בהבדלים ברגישות.

מזהמי המזון השונים כוללים שאריות של חומרי הדברה, כימיקלים במוצרי צריכה, רעלנים טבעיים וכימיקלים בלתי מפוקחים. משרד הבריאות ממליץ שנשים הרות ותינוקות יצרכו מגוון של דגני בוקר. זו המלצה ראויה, והיא מבוססת על שכל ישר. יש צורך בסקר מקיף של מזהמי המזון בישראל. כיום אין מדידות של מעכבי בעירה או של פנולים כדוגמת ביספנול A. צריכת דגים, הראויה לעידוד נמרץ, עשויה להיות בעייתית באזורים שיש בהם רמות גבוהות של זיהום כספית, כפי שנמצאו בעכו. אזהרות דיג חיוניות במצבים כאלה, ויש לשקול אותן במקרים של מציאת רמות גבוהות של מזהמים אורגניים בלתי פריקים, כגון חומרי הדברה אורגנוכלורניים, ביפנילים עתירי כלור או דיוקסינים. גם אם הזיהום נמוך יחסית, הקמת בסיס נתונים המספק אומדן של דפוסי צריכת מזון הוא כלי חיוני להערכת חשיפה וסיכון בקרב אוכלוסיות רגישות כדוגמת ילדים ונשים הרות. למשרד הבריאות יש תוכנית לעשות זאת, אך הוא עדיין לא יישם אותה.

כימיקלים במוצרי צריכה נודדים אל האבק, אל האוויר, אל המזון ואל המים. אם התרכובות אינן קשורות באופן פיזי למטריצה כלשהי, הן תשתחררנה עם הזמן ותזהמנה את הסביבה. הדבר נחקר באופן מקיף בהקשר של נדידת עופרת מצבעים. אין "רמה בטוחה" של עופרת, ולכן יש צורך לאסור נוכחות עופרת בצבעים, וכן במוצרים אחרים שתינוקות וילדים באים עימם במגע. על משרד הכלכלה והתעשייה לייחד תשומת לב רבה יותר להגנה על בריאות הציבור, לתמוך במשרד הבריאות בפיתוח תקנים המגינים על הבריאות שיחולו על כל הכימיקלים המהווים מקור לדאגה, ולאמץ תקנים אלו בתוך זמן סביר.

חיוני להבין מהם מקורות הזיהום הסביבתי וגם לטפל בהם, אולם הדאגה האמיתית היא להבין כיצד והיכן חודר הזיהום אל גוף האדם. מדי שנתיים-שלוש יש לבדוק מדגם מייצג של אוכלוסיית ישראל ולמדוד כימיקלים בנזולי גוף כגון דם, שתן וחלב אם. מחקר ניטור ביולוגי שנערך בישראל הראה רמות גבוהות של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בשתן, מה שמצביע על חשיפה לחומרי הדברה רעילים אלו בקרב האוכלוסייה הכללית. נמצא כי הרמות של כימיקלים דמויי דיוקסין ושל ביפנילים עתירי כלור בחלב אם חרגו אף הן מהרמה הבטוחה. עם זאת, חיוני שתהיה תוכנית ממשלתית רשמית שתאפשר איסוף סוג זה של מידע על האוכלוסייה כולה, כדי לאפשר נקיטת אמצעים להגנתה. יש להקים עוקבת לידה לאומית, או עוקבה גדולה באוכלוסייה הכללית, ולעקוב אחריה במשך 20 שנה לפחות – כדי להבין את המגמות בבריאות האוכלוסייה, לרבות סוגיות כגון ירידה באיכות הזרע ובכמותו, עיתוי תחילת ההתבגרות המינית והיארעות של אנדומטריוזיס ושל תסמונת השחלות הפוליציסטיות. תוכנית כזאת תאפשר גם לדעת בזמן אמת אם רגולציה מסוימת בתחום בריאות וסביבה אכן אפקטיבית.

האיום הגדול ביותר על הבריאות העולמית במאה ה-21 הוא שינויי אקלים. כבר היום אנו עדים לאירועים רבים יותר של מזג אוויר קיצוני, לשינויים בתפוצת וקטורים נשאי מחלות, ולעלייה בחוסר ביטחון תזונתי. כל אלו יוסיפו ויתגברו מכיוון שהטמפרטורה הגלובלית מוסיפה לעלות. גלי חום גורמים למוות, ויש להיערך במרץ ולהסתגל לתופעות הללו כדי להגן על בריאות האוכלוסייה כולה, ובכלל זה אוכלוסיות רגישות. ישראל היא מדינה קטנה, וכדי לצמצם את זיהום האוויר הגורם להתחממות הגלובלית נדרש פיתוח של תחבורה ציבורית יעילה יותר ושל מקורות אנרגיה נקיים יותר. בשימוש בפחם כדלק אין שום דבר "נקי". תוכנית אב לתשתיות לאומיות צריכה להיות מבוססת על אנרגיה מתחדשת.

חיוני שכל משרדי הממשלה הרלוונטיים – המשרד להגנת הסביבה, משרד הבריאות, משרד התחבורה ואחרים – ישתפו פעולה כדי להפיק את הנתונים הדרושים לשיפור הבריאות והסביבה גם יחד בשנים הבאות. בני אדם משפיעים על הסביבה בצורה המשמעותית ביותר, וללא סביבה נקיה לא נוכל ליהנות מבריאות ומרווחה מיטבית.

נספח 1

התקדמות מ-2014 ואתגרים לעתיד

פרק 1

איכות האוויר

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
עדכון ערכי היעד והסביבה	
צמצום ריכוזי PM10 ואוזון בערים בהן הריכוזים חורגים מערכי סביבה	
פיתוח אסטרטגיה לדגימה קבועה של מזהמי אוויר שלא ניתן לנטרם באופן רציף	
שיפור הפיזור המרחבי של תחנות ניטור האוויר	
שיפור בתכנון תחבורה בת-קיימה	
אתגרים לעתיד	
שילוב נתונים אפידמיולוגיים מתוך מחקרים בישראל באומדן נטל התחלואה מזיהום אוויר והעלויות הנלוות לו	
איסוף מידע על תרומתם של מקורות שונים לזיהום האוויר בישראל (source apportionment techniques)	
יישום מלא של התוכנית הלאומית למניעה ולצמצום של זיהום האוויר בישראל	

פרק 2

איכות אוויר הפנים

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
ביצוע מחקר חלוץ על איכות אוויר הפנים בבתי ספר	
ביצוע מחקר בנושא אבק ביתי	
אתגרים לעתיד	
הקמת רשות ממשלתית מרכזית לטיפול באיכות אוויר הפנים	
ביצוע מחקרים על השפעות בריאותיות של איכות אוויר הפנים והקשר בין זיהום אוויר החוץ לאיכות אוויר הפנים	
* הרחבתם של האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
גיבוש ופרסום המלצות לציבור על דרכים לצמצום החשיפה למזהמי פנים	

מקרא:  התקדמות משמעותית  התקדמות מסוימת  התקדמות מעטה או ללא התקדמות

פרק 3 עשן טבק סביבתי

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
חקיקה לאיסור העישון בבתי ספר	
מדידת רמות קוטינין (cotinine) בשתן בקרב ילדים	
איסוף ופרסום של נתונים לאומיים על שכיחות אסתמה בקרב ילדים ועל שימוש בתרופות לאסתמה	
פיתוח טכניקות בישראל למדידת רמות קוטינין בדם, בשתן וברוק	
מדידת רמות קוטינין (cotinine) בשתן בקרב נשים הרות	
אכיפת חקיקה בנוגע לעישון במקומות ציבוריים	

פרק 4 גורמים כימיים במי השתייה

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
הערכת ההשפעות של הפסקת ההפלה על בריאות השן של ילדים, בייחוד בקרב ילדים משכבות חברתיות-כלכליות נמוכות	
ביצוע מחקר על השפעות בריאותיות של צריכת מים מותפלים דלי מינרלים	
פיתוח דרישות להגבלה של תכולת עופרת בחומרים הבאים במגע עם מי שתייה	
יצירת מסד נתונים של מזהמים ההולכים ומתגלים במי שתייה	
אתגרים לעתיד	
ביצוע סקר עדכני לבדיקת עופרת במי ברז בבתי מגורים ובמוסדות, לרבות בתי ספר	
פיתוח מודל להערכה של תכולת מינרלים (יוד ומגנזיום) בצומתי מיהול מרכזיים ובנקודות צריכה	

מקרא:  התקדמות משמעותית  התקדמות מסוימת  התקדמות מעטה או ללא התקדמות

פרק 5
קולחים

פרק חדש, לא נכלל בדוח בריאות וסביבה 2014

אתגרים לעתיד	
אתגר	התקדמות
ביצוע מחקרים נוספים על החשיפה הפוטנציאלית לתרופות ולמזהמים אחרים בגידולים המושקים בקולחים	
ביצוע הערכות סיכונים הנובעים מהימצאות של מזהמים כימיים בקולחים	
הקמת מסד נתונים המשלב נתוני ניטור כימי ומיקרוביאלי בשפכים, בקולחים, בשדה ובתוצרת החקלאית	

פרק 6
חומרי הדברה

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
גיבוש רשימה של חומרים לא פעילים אסורים ומוגבלים בחומרי הדברה	
ניטור ביולוגי של זרחנים אורגניים (organophosphates)	
ניטור חומרי הדברה באוויר בקרבת בתי ספר ובתי מגורים	
שיפור באכיפה הנוגעת למכירה של חומרי הדברה חקלאיים ולשימוש בהם	
הקמת ועדת־על לרישום חומרי הדברה / איחוד ועדות רישום	
יצירת מאגר נתונים לאומי על הרעלות מחומרי הדברה	
אתגרים לעתיד	
קידום חקיקה אחידה ומקיפה שתעסוק ברישום כלל הסוגים של חומרי הדברה ובשימוש בהם	
ביצוע הערכת סיכונים הנובעים מחומרי הדברה, על בסיס דיאטה של ילדים	
הערכה תקופתית מחודשת של כל החומרים הפעילים להגנת הצומח	

מקרא:  התקדמות משמעותית  התקדמות מסוימת  התקדמות מעטה או ללא התקדמות

פרק 7 מזהמי מזון כימיים

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
ביצוע סקר אלומיניום, בייחוד במזון לתינוקות	
ביצוע סקר פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים (polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs)	
הערכת הרמות של מתכות כבדות וקרינה בגידולים על קרקע שטופלה באפר פחם	
ביצוע סקר פתלאטים (phthalates) במזון לתינוקות	
אתגרים לעתיד	
הקמת מאגר מידע על צריכת מזון שיתבסס על סקרי בריאות ותזונה תקופתיים וביצוע הערכות חשיפה מדויקות יותר של האוכלוסייה הכללית ושל תת-אוכלוסיות כגון ילדים ונשים הרות	
הקמת פרויקט כלל המזונות בדיאטה (Total Diet Study - TDS)	

פרק 8 כימיקלים במוצרי צריכה

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
דרישה לתיג של מוצרי צריכה נבחרים העומדים בתקן	
שיפור אכיפה בנוגע למוצרי צריכה (אכיפה בשוק ולא רק בייבוא)	
בחינה מחדש של תפקיד משרד הבריאות בהתקנת תקנים המגינים על בריאות הציבור	
אתגרים לעתיד	
קידום רגולציה מקיפה בנוגע לכימיקלים במוצרי צריכה	
ביצוע סקרים נוספים של כימיקלים במוצרי צריכה בשוק הישראלי; סקירה שיטתית של דרישות הנוגעות לכימיקלים במוצרי צריכה המשווקים בחו"ל בהשוואה לדרישות בישראל	
קיצור התהליך הבירוקרטי הממושך של הכרזת תקנים כמחייבים	

מקרא:  התקדמות משמעותית  התקדמות מסוימת  התקדמות מעטה או ללא התקדמות

פרק 9
ניטור ביולוגי

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
הצטרפות לפרויקט ניטור ביולוגי אזורי או בין-לאומי	
פיתוח יכולת מעבדתית לניטור ביולוגי	
פיתוח תוכנית אסטרטגית ארוכת טווח לניטור ביולוגי	
אתגרים לעתיד	
הרחבת תהליך בחירה ותעדוף של הכימיקלים לניטור ביולוגי בעזרת נציגים מהאקדמיה, מהמשלה ומהציבור	
הקמה ותקצוב של תוכנית ממשלתית לניטור ביולוגי ו/או שילוב הניטור הביולוגי במסגרת הרשמית של סקרי מב"ת	
פיתוח מסגרת לשימוש בנתוני ניטור ביולוגי לצורך הערכת סיכונים	

פרק 10
קרינה בלתי מייננת

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
ביצוע הערכה מחודשת של תקנות על-פי ממצאים חדשים בנושא תוצאי הבריאות של קרינה בלתי מייננת	
ניטור סדיר של מתקנים הפולטים קרינה בלתי מייננת (כגון שנאים וקווי חשמל) במרחב הציבורי	
אתגרים לעתיד	
התקנות תקנות מחייבות בנוגע לרמות מותרות של קרינה בלתי מייננת	
הגברת מודעות הציבור לתוצאי בריאות שליליים פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת, לצורך בהקטנת החשיפה ולסיכונים האפשריים	
ביצוע הערכה של ההשפעות הפוטנציאליות של טכנולוגיות המשמשות בערים חכמות ושל מכשירי מדידה חכמים על חשיפת הציבור לקרינה בלתי מייננת	

מקרא:  התקדמות משמעותית  התקדמות מסוימת  התקדמות מעטה או ללא התקדמות

פרק 11 שינויי אקלים

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
גיבוש תוכנית פעולה לאומית להתמודדות עם שינויי האקלים	
יישום התוכנית הלאומית למיגור מחלת הלישמניאזיס העורי	
יצירת מאגר נתונים לאומי המכיל מדדי חשיפה ותוצאי בריאות המושפעים משינויי אקלים	
חיזוק שיתוף הפעולה בין השירות המטאורולוגי הישראלי ובין משרד הבריאות לשם היערכות לאירועי אקלים קיצוניים	
אתגרים לעתיד	
פיתוח מדדים מוגדרים לשינויי אקלים	

פרק 12 תכנון

פרק חדש, לא נכלל בדוח בריאות וסביבה 2014

אתגרים לעתיד	
אתגר	התקדמות
ביצוע תסקירי השפעה על הבריאות בפרויקטים רחבי היקף	
הרחבת סמכויותיהם של נציגי משרד הבריאות בוועדות התכנון בישראל	
קידום תוכניות תכנון וסלילה של שבילי אופניים * מתקשרים לאתגרים בתחום איכות האוויר	
שיפור ביעילות התחבורה הציבורית * מתקשרים לאתגרים בתחום איכות האוויר	
קידום הצללה בשטחים ציבוריים פתוחים	
פיתוח מדיניות לצמצום פליטת חום, קרינה וגזי חממה	

מקרא:  התקדמות משמעותית  התקדמות מסוימת  התקדמות מעטה או ללא התקדמות

פרק 13
אוכלוסיות רגישות

פרק חדש, לא נכלל בדוח בריאות וסביבה 2014

אתגרים לעתיד	
אתגר	התקדמות
זיהוי אוכלוסיות רגישות בישראל והתאמת יעדים ומטרות ייחודיות לקבוצות הרגישות השונות במסגרת התוכנית הלאומית לבריאות וסביבה	
ביצוע מחקר על שונות גנטית וסמנים מנבאי רגישות אחרים לזיהוי אוכלוסיות רגישות	
שיתוף פעולה בין משרדי ממשלה ובין ארגוני החברה האזרחית הפועלים למען אוכלוסיות רגישות לשיפור זרימת מידע על סיכונים סביבתיים; קידום מנגנונים לשיתוף הציבור	

פרק 14
מדדים ומגמות

התקדמות בהתמודדות עם האתגרים שעלו בדוח בריאות וסביבה 2014	
אתגר	התקדמות
גיבוש מדדי בריאות וסביבה	
אתגרים לעתיד	
איסוף ופרסום נתונים על מדדי בריאות וסביבה שונים	
פרסום והנגשה של נתונים הנאספים על-ידי הרשויות על מזהמים סביבתיים ועל תוצאים בריאותיים – לחוקרים, לקובעי מדיניות ולציבור הרחב – בתוך פרקי זמן סבירים	

מקרא:  התקדמות משמעותית  התקדמות מסוימת  התקדמות מעטה או ללא התקדמות

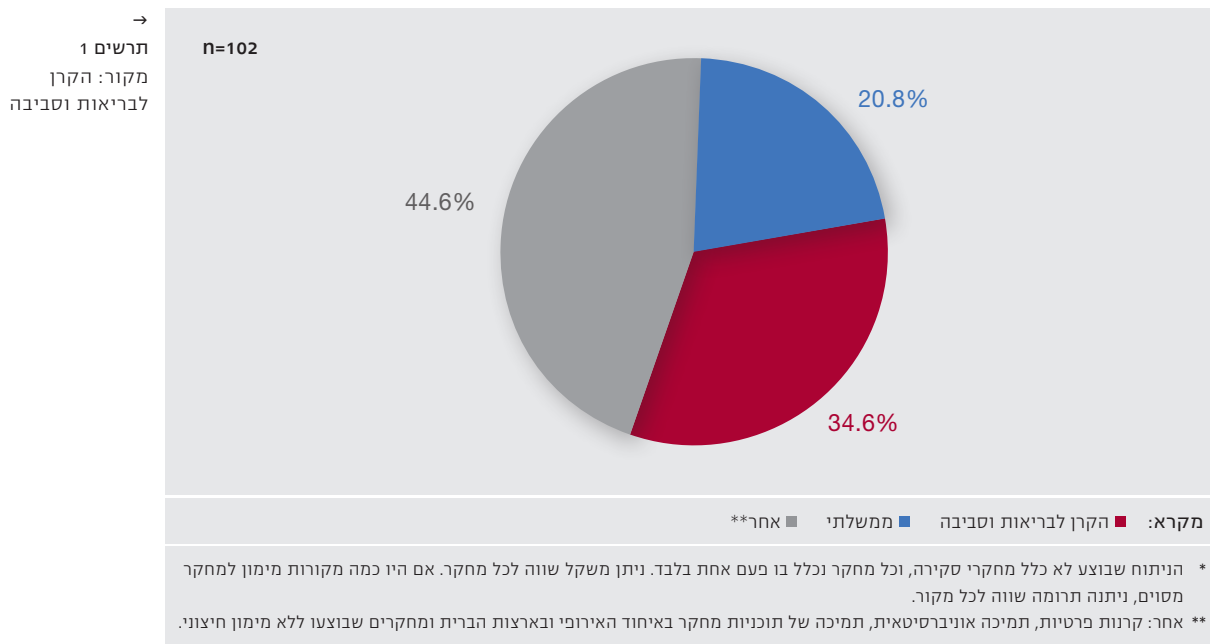
האתגר במימון של מחקרי בריאות וסביבה בישראל

כל פרק בדוח "בריאות וסביבה בישראל 2017" כולל התייחסות למחקרים המתנהלים בתחום שהפרק עוסק בו ולמחקרים שממצאיהם פורסמו בשלוש השנים האחרונות. בדוח כולו מוזכרים מעל ל-100 מחקרים שונים. בתרשים 1 מתוארת חלוקת מקורות המימון של מחקרים אלו (פרט לשלושה מחקרים שמקור מימונם אינו ידוע). מקורות המימון חולקו לשלוש קבוצות:

1. מענקי מחקר ממשלתיים
2. מענקי מחקר של הקרן לבריאות וסביבה
3. מקורות מימון אחרים: קרנות פרטיות, תמיכה אוניברסיטאית, תמיכה של תוכניות מחקר באיחוד האירופי ובארצות הברית ומחקרים שבוצעו ללא מימון חיצוני.

הרחבת התרומה הממשלתית במימון מחקרים בתחום זה היא אתגר חשוב.

מקורות המימון של מחקרי בריאות וסביבה בישראל הנזכרים בדוח *



תודות

ברצוננו להודות לסוקרים הבאים על תרומתם לדוח:

פרק 1 איכות האוויר	ד"ר לבנה קורדובה־ביז'נר, המשרד להגנת הסביבה ד"ר אילן לוי, המשרד להגנת הסביבה פרופ' דוד ברודאי, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
פרק 2 איכות אוויר הפנים	ד"ר רענן רז, האוניברסיטה העברית בירושלים ד"ר צור גליל, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
פרק 3 עשן טבק סביבתי	ד"ר חגי לוין, בית הספר לבריאות הציבור, האוניברסיטה העברית – הדסה ד"ר לאה רוזן, בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת תל אביב
פרק 4 גורמים כימיים במי השתייה	גב' עירית הן, משרד הבריאות ד"ר שי עזרא, מקורות חברת מים בע"מ
פרק 5 קולחים	מר דוד ויינברג, משרד הבריאות פרופ' בני חפץ, האוניברסיטה העברית בירושלים
פרק 6 חומרי הדברה	ד"ר שגיא גבריאל, המשרד להגנת הסביבה פרופ' עבד גרה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר ד"ר ארנה מצנר, המשרד להגנת הסביבה
פרק 7 מזהמי מזון כימיים	גב' שרית כספי־אורון, אדם טבע ודין ד"ר שירה פרימן, עיריית חיפה ואוניברסיטת חיפה
פרק 8 כימיקלים במוצרי צריכה	ד"ר רותי ארדי, מכון התקנים הישראלי ד"ר מיה נגב, אוניברסיטת חיפה
פרק 9 ניטור ביולוגי	פרופ' קרן תורג'מן, המרכז הרפואי תל־אביב ע"ש סוראסקי ד"ר אלקנה כהן, המרכז הרפואי אסף הרופא
פרק 10 קרינה בלתי מייננת	פרופ' סטיליאן גלברג, המשרד להגנת הסביבה פרופ' סיגל סדצקי, מרכז ידע לאומי להשפעת הקרינה הבלתי־מייננת על הבריאות (תנודע), מכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות אינג' גיל כהן, המשרד להגנת הסביבה
פרק 11 שינויי אקלים	ד"ר סיניה נתניהו, המשרד להגנת הסביבה פרופ' נדב דוידוביץ', אוניברסיטת בן־גוריון בנגב
פרק 12 תכנון	עו"ד עמית ברכה, אדם טבע ודין מר דוד ויינברג, משרד הבריאות ד"ר אהוד קלינר, משרד הבריאות
פרק 13 אוכלוסיות רגישות	פרופ' אילנה שהם־ורדי, אוניברסיטת בן־גוריון בנגב גב' כרמית לובנוב, האגודה לצדק סביבתי בישראל
פרק 14 מדדים ומגמות בבריאות וסביבה	פרופ' ליטל קינן־בוקר, המרכז הלאומי לבקרת מחלות, משרד הבריאות; ביה"ס לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה פרופ' אורלי מנור, בית הספר לבריאות הציבור, האוניברסיטה העברית – הדסה

