

בריאות וסביבה בישראל 2020





משרד הבריאות

מגדלי הבירה, ירמיהו 39, ירושלים 9101002
אתר: www.health.gov.il

הקרן לבריאות וסביבה (ע"ר)

רבקה 11, ירושלים 9346117
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 (2020). בריאות וסביבה בישראל 2020.

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 בִּי־תְחוּמִי, בהשתלמויות מקצועיות, בסדנאות, בכנסים וביצירת קשרים בין מדענים וקובעי מדיניות בישראל לדשת של מומחי בריאות וסביבה בעולם. בשיתוף מדענים ואנשי מקצוע, משרדי ממשלה וגורמים מן המגזר הפרטי, הקרן מקדמת את מעורבות בעלי העניין בהקטנת החשיפה למפגעים ולזיהומים סביבתיים ובשיפור בריאות הציבור.

תצלום השער: אודי קצמן

כותבים ראשיים ד"ר תמר ברמן המחלקה לבריאות הסביבה, משרד הבריאות ד"ר זהר ברנטיצחקי המחלקה לבריאות הסביבה, משרד הבריאות	עורכת ראשית ד"ר שרי רוזן הקרן לבריאות וסביבה עורכת ומפיקה מיה פופר
כותבים נוספים (על פי סדר הופעת הפרקים בדוח) ד"ר איזבלה קרקיס המחלקה לאפידמיולוגיה סביבתית, משרד הבריאות ד"ר זיוה חממא שירות המזון הארצי, משרד הבריאות ד"ר שי רייכר שירות המזון הארצי, משרד הבריאות הדס וגמן מרכז ידע לאומי להשפעת הקרינה הבלתי־מייננת על הבריאות (תנודע), מכון גרמנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות ד"ר מלי ברמן עמיתת ממשק, משרד הבריאות נועם הירש המחלקה לבריאות הסביבה, משרד הבריאות אילנה טלר המחלקה לבריאות הסביבה, משרד הבריאות	ייעוץ ד"ר רות אסטריין הקרן לבריאות וסביבה תחקירנית עינב חורב הקרן לבריאות וסביבה עורכת לשון ורדה בן־יוסף עיצוב גרפי נאוי קצמן

תוכן העניינים

4	פתח דבר ד"ר רות אסטריין
6	הקדמה פרופ' איתמר גרוטמן
	♦
9	פרק 1 איכות האוויר
25	פרק 2 איכות אוויר הפנים
31	פרק 3 עשן טבק סביבתי
39	פרק 4 גורמים כימיים במי השתייה
47	פרק 5 קולחים
53	פרק 6 חומרי הדברה
63	פרק 7 מזהמי מזון כימיים
69	פרק 8 כימיקלים במוצרי צריכה
77	פרק 9 ניטור ביולוגי
85	פרק 10 קרינה בלתי מייננת
93	פרק 11 שינויי אקלים
105	פרק 12 תכנון
113	פרק 13 אוכלוסיות רגישות
121	פרק 14 מדדים ומגמות בבריאות וסביבה
	♦
135	מסקנות והמלצות ד"ר לינדה בירנבאום
	♦
140	נספח 1 התקדמות מ־2017 ואתגרים לעתיד
147	נספח 2 בריאות וסביבה ונגיף הקורונה
	♦
150	תודות

פתח דבר

בכתיבת פתח הדבר למהדורה השלישית של דוח בריאות וסביבה בישראל יש מן הכבוד וגם מן האתגר. דוח זה הוא תוצאה של שיתוף פעולה מתמשך ופורה ביותר, המתפרס על יותר מעשור, בין הקרן לבריאות וסביבה ובין משרד הבריאות. שיתוף פעולה בין עמותה לגוף ממשלתי מצביע על הכבוד והאמון שהשותפים רוחשים זה לזה. עם כל מהדורה הדוח משתפר בצורתו ובתוכנו, ולהכנתן של כל המהדורות נסקר בקפידה מידע הנוגע למחקר ולמדיניות בנושאי בריאות וסביבה. דוח זה מציג תמונת מצב של התחום בשנת 2020, ובד בבד הוא מתאר את האתגרים העומדים לפתחו וממליץ על כיווני פעולה בעתיד. בדוח ארבעה עשר פרקים הסוקרים טווח רחב של גורמים סביבתיים המשפיעים על בריאות האדם. כבוד הוא לי להיות שותפה לפרויקט השאפתני והמקיף הזה, המסרטט חזון לעתיד.

ובכל זאת, בימים אלה אי אפשר לכתוב דבר מה בלי לחוש מידה רבה של חשש. הופעת נגיף הקורונה והמאמצים להתמודד עם המגפה שגרם השיתוף תחושת חוסר ודאות על כל תחומי חיינו. האתגרים הניצבים היום לפני הממשלה והחברה, ובייחוד לפני מערכת הבריאות, לצד פוליטיזציה של קבלת החלטות בתחום הבריאות, דחקו לשוליים מחקר ומתווי מדיניות חיוניים ביותר בנושאי בריאות וסביבה. הסכנות המאיימות על בריאות הציבור בישראל עקב מפגעים סביבתיים לא ייעלמו רק משום שהן אינן בכותרות וכל תשומת הלב הוסטה אל המגפה.

למעשה, ההפך הוא הנכון. החשיפה למזהמים סביבתיים מחמירה את התחלואה בקורונה. הסיכון לתמותה מהנגיף בקרב אנשים המתגוררים באזורים שבהם זיהום סביבתי, גבוה בהרבה מהסיכון לתמותה בקרב אוכלוסייה המתגוררת באזורים נקיים יותר. יש למנף ידע זה וליישמו בעת קבלת החלטות על הקצאת משאבים למאבק במגפה ולוויסות ההקלות לאחר סגר.

אי אפשר לקבוע עדיין כיצד מזהמים סביבתיים משפיעים על רגישות האדם לנגיף. אחת התאוריות גורסת שחשיפה לכימיקלים סביבתיים או למזהמים סביבתיים אחרים מחלישה את מערכת החיסון ופוגעת בתפקוד האיברים המותקפים על ידי הנגיף, בכלל זה דרכי הנשימה, מערכת הלב וכלי הדם והמוח. כמו כן, חשיפה לכימיקלים סביבתיים עלולה להשפיע בעקיפין על תסמיני הקורונה ולהחמירם, משום שהיא מגבירה את הסיכון לחלות במחלות רקע המזוהות עם סיכון גבוה לתמותה מקורונה, בהן אסתמה, סוכרת, השמנת יתר ומחלות לב וכלי דם. מחקרים בבעלי חיים ומחקרים אפידמיולוגיים בבני אדם הצביעו על קשר ברור בין כל אותם מצבים בריאותיים או מחלות ובין חשיפה לכימיקלים סביבתיים ולמזהמים אחרים.

הלקחים שאנו למדים ממגפת הקורונה מחדדים את הצורך באכיפה ואף באכיפה מחמירה של תקנות קיימות בנושא הזיהום הסביבתי. המגפה הדגישה את חשיבות הנגישות לשטחים ירוקים, בייחוד בסביבה עירונית. עוד היא חידדה את הצורך הדחוף לתת את הדעת, כבר בשלבי התכנון, על השלכות הבנייה על בריאות הציבור. כדי לצמצם את החשיפה לכימיקלים ולמזהמים סביבתיים אחרים, הפוגעים בבריאותנו ובעמידותנו לפתוגנים, יש לנקוט מדיניות מתאימה ולהטמיע שינויים בסגנון החיים. אלה יסייעו בהיערכות לנגיף הבא שעלול להופיע.

אני מבקשת להודות לאנשים הרבים שתרמו להכנת הדוח. לפרופ' איתמר גרוטו, המשנה היוצא למנכ"ל משרד הבריאות, אשר היה הדמות הבולטת במשך יותר מעשור בקידום נושאי בריאות וסביבה בממשלת ישראל. תודה לד"ר תמר ברמן, שעבודתה הקשה ומסירותה לפרויקט זה, אחד מני רבים, היו יוצאות דופן. תודה גם לד"ר זהר ברנט-יצחקי על תרומתו לכתיבת הדוח. תודתי שלוחה לד"ר אודי קלינר על סקירת הדוח בשלמותו. ותודה למיה פופר, רכזת הפרויקט והעורכת, שעבדה ללא לאות. רבים מאוד השתתפו בהכנת הדוח – כתבו, ערכו וסקרו את הפרקים, ועל כך נתונה להם תודתנו. פרופ' מארק נויבנהויזן ופרופ' מייק בראוור תרמו רבות לשיפור הדוח. פרופ' נויבנהויזן השתתף בינואר 2020 בסדנה שהשיקה את תהליך כתיבת הדוח, ופרופ' בראוור סקר את הדוח לקראת השלמתו. ד"ר לינדה בירנבאום, ששימשה עד לא מזמן ראשת המכון הלאומי האמריקני למדעי בריאות וסביבה, קראה גם השנה את הדוח, הגיבה והעירה הערות לכל פרק, לכל אתגר, לכל תרשים. גם הפעם היא תרמה לנו מחוכמתה הרבה, והדבר בא לידי ביטוי בין היתר בפרק המסקנות וההמלצות. לבסוף ברצוני להודות לעמיתתי ד"ר שרי רוזן, העורכת הראשית של דוח זה. בתואר הרשמי אין כדי להצביע על הזמן והמאמץ, על תשומת הלב וההקפדה היתרה על כל פרט ופרט, על המחויבות לבהירות ולסטנדרטים בלתי מתפשרים של מצוינות בכל מה שהיא נוגעת. מעורבותה של שרי תרמה לשיפור הדוח בכל ההיבטים.

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

הקדמה

המהדורה השלישית של דוח בריאות וסביבה בישראל נכתבה במהלך 2020, השנה שבה התמקדה מרבית העבודה בתחום בריאות הציבור – בעולם כולו וגם בישראל – במגפת הקורונה. פרסום הדוח הזה בסוף שנת 2020 ראוי: אומנם תשומת הלב הציבורית והפוליטית מופנית אל נושאים אחרים, אך סוגיות דחופות בבריאות וסביבה לא נעלמו, ויש לתת עליהן את הדעת. דוח זה מבקש לעמוד על הנושאים הבוערים ביותר בבריאות וסביבה בישראל ולתאר את ההתפתחויות במחקר ובמדיניות.

למרות השיתוק הפרלמנטרי במהלך 2019 ומשבר הקורונה בשנת 2020, חלה התקדמות מרשימה בכמה היבטים של בריאות וסביבה בישראל, בכללם ירידה ברמות זיהום האוויר, הרחבה של יכולות הניטור הביולוגי וסגירת פערים רגולטוריים הנוגעים להימצאות כימיקלים במוצרי צריכה. נדרשת עוד עבודה מאומצת כדי להבטיח שצעדים אלה, שהם אבני דרך חשובות, מיושמים היטב לטובת בריאות הציבור, ושממצאי הסקרים והמחקרים מיתרגמים למדיניות. לנוכח הממצאים החדשים בדבר הימצאות תרכובות פרפלאורואלקיליות ופולילפלאורואלקיליות במי התהום בקרבת אזורי תעשייה בישראל, יש לגבש בהקדם מדיניות למניעת זיהום סביבתי וחשיפה של הציבור לאותם כימיקלים.

אחת התוצאות של השיתוק הפרלמנטרי ושל משבר הקורונה היא הדחייה בביצוע רפורמות הנוגעות למדיניות בריאות וסביבה. בחלוף משבר הקורונה יהיה על ישראל לקדם מדיניות בנושאים חיוניים אלה, בהם הגבלת המכירה של חומרי הדברה רעילים ביותר והשימוש בהם ועדכון תקנות איכות האוויר ומי השתייה בישראל.

לרבים מן האתגרים שהוזכרו בדוח בריאות וסביבה 2014 ובדוח בריאות וסביבה 2017 טרם נמצאו פתרונות, לדוגמה אכיפת איסור העישון במרחב הציבורי וכן הטיפול בהיעדר מגנזיום במי שתייה מותפלים. עלינו לתת את הדעת גם על מגמות לאומיות מדאגות: צמצום הדרגתי של הגישה לשטחים ירוקים, תכיפות גלי חום ועוצמתם ואירועי מזג אוויר קיצוניים. להיעדר הטיפול במגמות אלה עלולות להיות השלכות של ממש על בריאות הציבור.

ישנן כמה יוזמות ממשלתיות לרפורמות שיכולה להיות להן השפעה משמעותית על בריאות וסביבה בישראל. תזכיר החוק לרישום כימיקלים שהציג המשרד להגנת הסביבה הוא צעד חשוב, שכן בנושא רישום ואישור של כימיקלים ישראל מפגרת אחרי האיחוד האירופי וארצות הברית. ניהול מקיף של השימוש בכימיקלים בישראל הוא עניין דחוף. הצורך עולה בעיקר לנוכח עדויות חדשות על זיהום מסוג תרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות בישראל ועל היעדר הגבלות רגולטוריות בנושא. הצעה נוספת, שהגיש משרד הכלכלה והתעשייה, מבקשת לקדם רפורמה בבדיקות למוצרים מיובאים, שתפחית את הבדיקות הנדרשות על פי התקן. אם רפורמה זו לא תלווה בפיקוח וכן באכיפה ממשלתית רחבה, יישומה עלול להוביל לחשיפה מוגברת של האוכלוסייה בישראל לכימיקלים מסוכנים במוצרי צריכה מיובאים.

על אף הלחץ הכלכלי והפוליטי ההולך וגובר, אין להקל דרישות רגולטוריות בנושאי בריאות וסביבה או לסגת מהן. אסור שקיצוצים עתידיים בתקציב יפגעו בפיקוח הממשלתי או במשאבים ייעודיים לתחום בריאות וסביבה. במאמץ לשקם ולבנות מחדש את החוסן של בריאות הציבור בעקבות מגפת הקורונה, על מדינת ישראל לכלול צעדים להבניית החוסן של בריאות וסביבה – להגביל את חשיפת הציבור לחומרים רעילים באוויר, במים, במוצרי צריכה ובמזון, ולהגדיל את הנגישות למרחבים ירוקים. בד בבד, האיומים על בריאות הציבור בשל שינויי האקלים הולכים וגוברים, ועל ישראל לנצל את הזמן כדי להתכונן למשבר הבא.

תודתי לד"ר רות אסטרין ולד"ר שרי רוזן מהקרן לבריאות וסביבה על עבודתן המאומצת בהכנת הדוח ועל מסירותן הבלתי נלאית לפרויקט מאתגר זה. לד"ר לינדה בירנבאום תפקיד חשוב ומכריע בפרויקט מאז תחילתו. כמו בדוחות הקודמים בשנים 2014 ו-2017, תובנותיה, הערותיה והמלצותיה הן המפתח להצלחת הפרויקט. תודה גם לד"ר תמר ברמן ולד"ר זהר ברנט-יצחקי שהובילו את תהליך כתיבת הדוח.

פרופ' איתמר גרוטו (MD, MPH, PhD)
המשנה למנכ"ל משרד הבריאות



איכות האוויר

זיהום אוויר הוא גורם הסיכון העיקרי בתחום בריאות וסביבה בישראל.¹ איכות האוויר בישראל מושפעת ממקורות זיהום שונים, מהם טבעיים (כגון אבק מדברי) ומהם מעשה ידי אדם (אנתרופוגנים, כגון פליטות מזהמים מתעשייה, מתחבורה ומשרפת ביומסה). חשיפה למזהמי אוויר שונים נקשרת לתוצאי בריאות שליליים, כגון מחלות נשימתיות, מחלות לב, סוכרת מסוג 2 וסרטן, ולהשפעות התפתחותיות כגון משקל לידה נמוך ויילודים קטנים לגיל ההיריון (small for gestational age – SGA). מזהמי אוויר כוללים חומר חלקיקי (particulate matter – PM) בקטרים שונים, למשל אוזון (O_3), תחמוצות חנקן (nitrogen oxides – NOx), תרכובות גופרית, עופרת, פחמן חד-חמצני ותרכובות אורגניות נדיפות (volatile organic compounds – VOCs).

המעקב אחר איכות האוויר בישראל מבוצע על ידי מערך ניטור איכות האוויר במשרד להגנת הסביבה. במערך יותר מ-150 תחנות ניטור נייחות וניידות בתפרוסת גאוגרפית רחבה, ונעשה בהן ניטור רציף של מזהמים קריטריוניים, כגון חלקיקים ואוזון. המשרד להגנת הסביבה מפעיל גם דיגום דו-שבועי ב-19 נקודות דיגום קבועות עבור מזהמים שאינם קריטריוניים, בהם תרכובות אורגניות נדיפות, מתכות ודיוקסינים.

חוק אוויר נקי התשס"ח-2008, אשר נכנס לתוקף בינואר 2011, התווה את הרגולציה של איכות האוויר בישראל. בעקבותיו נקבעו ערכי איכות האוויר של מזהמים שונים, והם מתעדכנים מעת לעת על ידי המשרד להגנת הסביבה בשיתוף משרד הבריאות ובעלי עניין אחרים. העדכון האחרון נעשה בשנת 2016. שני הערכים המרכזיים הם: (א) **ערכי יעד** – ערכים שחריגה מהם מהווה חשש לפגיעה בבריאות האדם או באיכות חיייהם של בני אדם, בנכסים או בסביבה, לרבות בקרקע, במים, בחי ובצומח. אלה ערכים שיש לשאוף להשיגם כיעד, אף כי הם אינם מחייבים על פי החוק; (ב) **ערכי סביבה** – ערכים שחריגה מהם מהווה זיהום אוויר חזק או בלתי סביר. ערכי הסביבה נקבעים על בסיס ערכי היעד והידע הטכנולוגי העדכני ובהתחשב באפשרות המעשית למנוע חריגה מערכי היעד. יש לציין כי עבור מזהמי אוויר רבים יש עדויות להשפעות בריאותיות שליליות גם ברמות נמוכות מערכי היעד. לוח 1 מציג את ערכי הסביבה בעבור כמה מזהמים הנכללים בחוק אוויר נקי בהשוואה לערכי הסביבה באירופה ובארצות הברית ולערכים שארגון הבריאות העולמי (World Health Organization – WHO) קבע כערכים מומלצים.²

ערכי סביבה למזהמים קריטריוניים נבחרים בישראל בהשוואה לערכי סביבה באירופה וארצות הברית ולערכים שארגון הבריאות העולמי קבע כערכים מומלצים

← לוח 1
Negev, 2020²

הערכים המומלצים לפי ארגון הבריאות העולמי (מק"ג/מ"ק)	ארצות הברית (מק"ג/מ"ק)	אירופה (מק"ג/מ"ק)	ישראל (מק"ג/מ"ק)	פרק זמן נתון	
50	150	50	130	24 שעות	PM ₁₀
20	-	40	50	שנה	
25	35	-	37.5	24 שעות	PM _{2.5}
10	12	25	25	שנה	
-	-	-	-	30 דקות	אוזון
100	138	120	140	8 שעות	
200	188	200	200	שעה	חנקן דו-חמצני (NO ₂)
40	98	40	40	שנה	
500	-	-	-	10 דקות	גופרית דו-חמצנית (SO ₂)
-	197	350	350	שעה	
20	-	125	50	24 שעות	
-	-	-	20	שנה	

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום תחום איכות האוויר. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: פיתוח אסטרטגיה לדגימה קבועה של מזהמי אוויר שלא ניתן למטרם כיום באופן רציף

בקצרה: החל משנת 2015 מתבצעים ניטור ודיגום דו-שבועיים של עשרות מזהמי אוויר. בשנת 2018 התווספה נקודת הדיגום ה-19.	אתגר לשנים הבאות: המשך הניטור והרחבתו לאתרים נוספים.
--	---

במסגרת חוק אוויר נקי מנוטרים 28 מזהמי אוויר קריטריוניים, בהם PM₁₀, PM_{2.5}, גופרית דו-חמצנית, אוזון, חנקן דו-חמצני, תחמוצות חנקן, פחמן חד-חמצני ובנזן, וכן מזהמים שאינם קריטריוניים, בהם תרכובות אורגניות נדיפות, פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים (polycyclic aromatic hydrocarbons – PAHs), אלדהידים, מתכות, אמוניה ומימן גופרתי. מזהמים אשר ריכוזיהם מגיעים לכעשירית מערכי היעד או ערכי הסביבה נדגמים לאורך השנה על בסיס דו-שבועי. בשנת 2015 החל הניטור ב-14 אתרים, בשנת 2016 התווספו עוד ארבע נקודות דיגום, ובשנת 2018 התווספה נקודת הדיגום ה-19. בסך הכול נדגמים בישראל מאז שנת 2015 על בסיס דו-שבועי כ-20 מזהמי אוויר, בהם פורמלדהיד, פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים, מתכות כבדות ואמוניה.

מקרא:	התקדמות משמעותית	התקדמות מסוימת	התקדמות מעטה או ללא התקדמות
--------------	------------------	----------------	-----------------------------

האתגר: יישום מלא של התוכנית הלאומית למניעה ולצמצום של זיהום האוויר בישראל

בקצרה: התוכנית הלאומית יושמה כמעט במלואה.	אתגר לשנים הבאות: השלמת יישום התוכנית הלאומית למניעה ולצמצום של זיהום האוויר בישראל ופיתוח תוכנית המשך.
--	--

- בשנת 2013 אושרה התוכנית הלאומית למניעה ולצמצום של זיהום האוויר בישראל (החלטת ממשלה 707), והוצבו יעדים לשנת 2015 ולשנת 2020.³ התוכנית יושמה כמעט במלואה, ודוח על יישומה הועבר לממשלה. החלקים שהיו באחריות המשרד להגנת הסביבה יושמו, ואילו חלקים אחרים טרם יושמו:
- התוכנית לגריטת כלי רכב ישנים משנת 2008 חודשה בשנת 2018 רק עבור רכבי דיזל ישנים. על פי המשרד להגנת הסביבה רכבי דיזל הם האחראים לכ-80% מזיהום האוויר שמקורו בכלי רכב.
 - משרד האוצר, בהתייעצות עם השר להגנת הסביבה ועם שר התחבורה, לא הציע לממשלה כלים וצעדים לצמצום הנסיעה ברכבי ליסינג.
 - שר האוצר, בהתייעצות עם השר להגנת הסביבה, לא קבע שיעור מס דיפרנציאלי על סוגי דלקים שונים.

בימים אלה מפתח המשרד להגנת הסביבה תוכנית המשך להפחתת זיהום האוויר בישראל.

האתגר: צמצום ריכוזי PM₁₀ ואוזון בערים שבהן הריכוזים חורגים מערכי הסביבה

בקצרה: ניכרת ירידה מסוימת בריכוזים של חומר חלקיקי ושל מבשרי אוזון אך לא בריכוזי אוזון.	אתגר לשנים הבאות: המשך הפחתת פליטות של PM _{2.5} (הן PM _{2.5} הן PM ₁₀) ושל מבשרי אוזון.
---	--

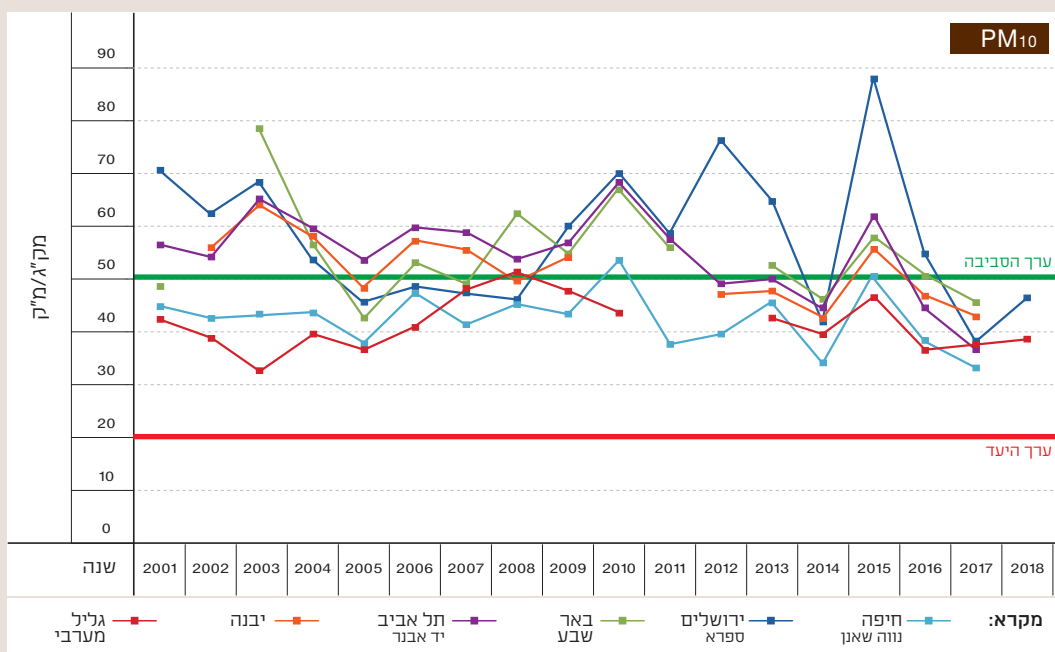
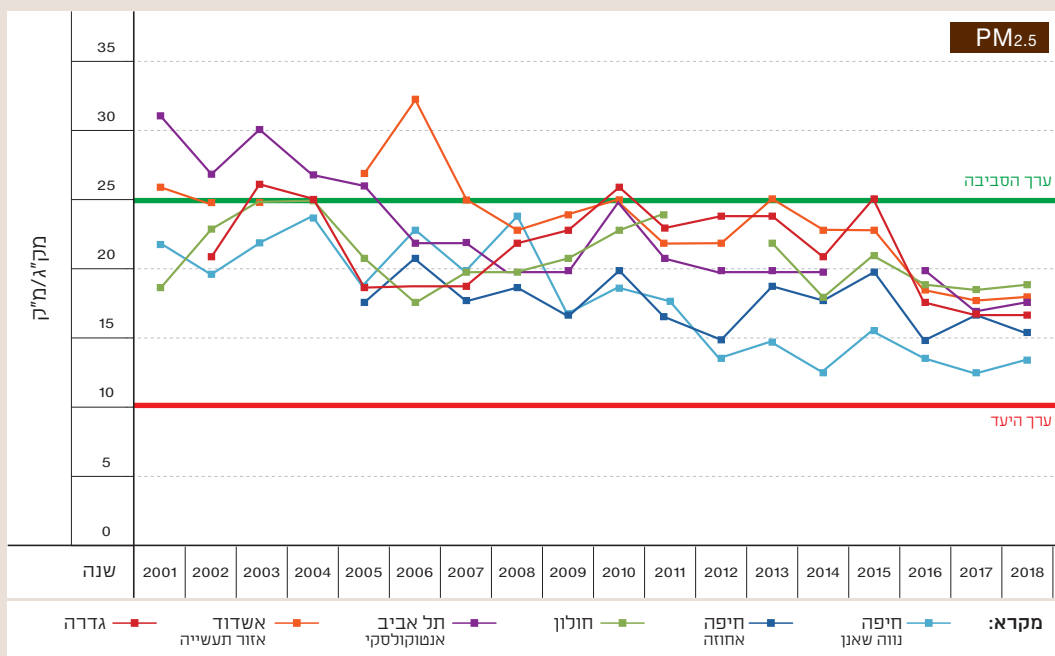
על פי נתונים המדווחים למרשם פליטות לסביבה של המשרד להגנת הסביבה, בשנים 2012–2018 הייתה ירידה של 57% בפליטות PM₁₀ בעקבות הפחתת השימוש בפחם לייצור חשמל ובעקבות דרישות רגולטוריות. המקורות העיקריים של פליטות PM₁₀ בישראל הם מפעלי תעשייה (20%), תחבורה (33%) ושרפת פסולת (20%).⁴

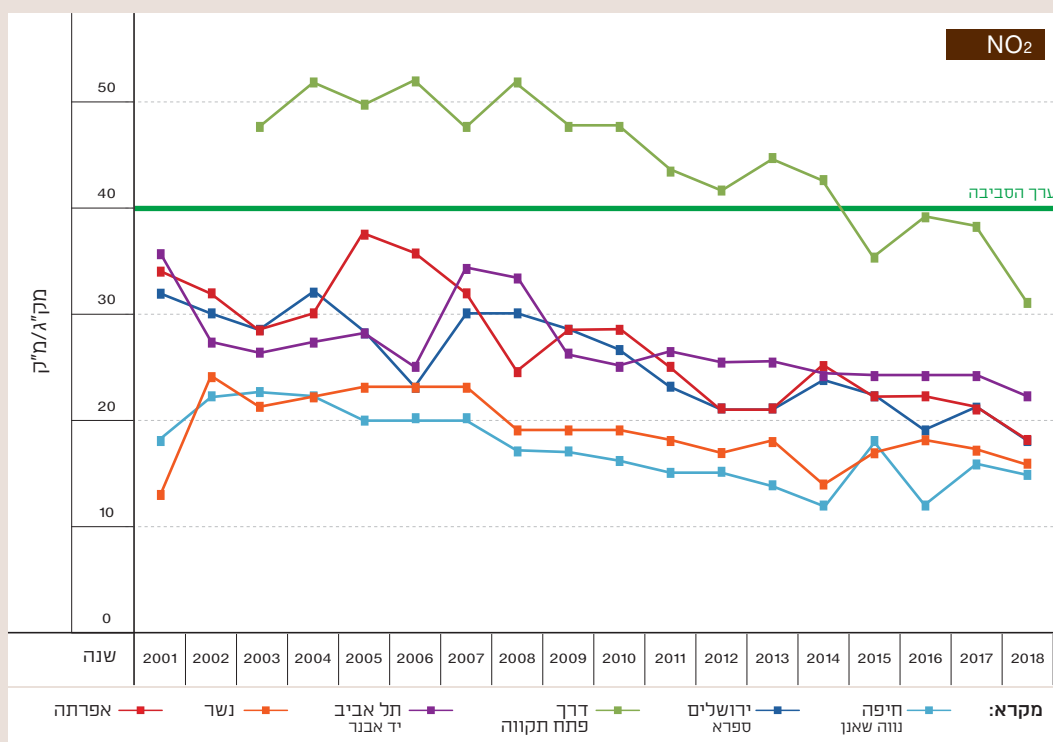
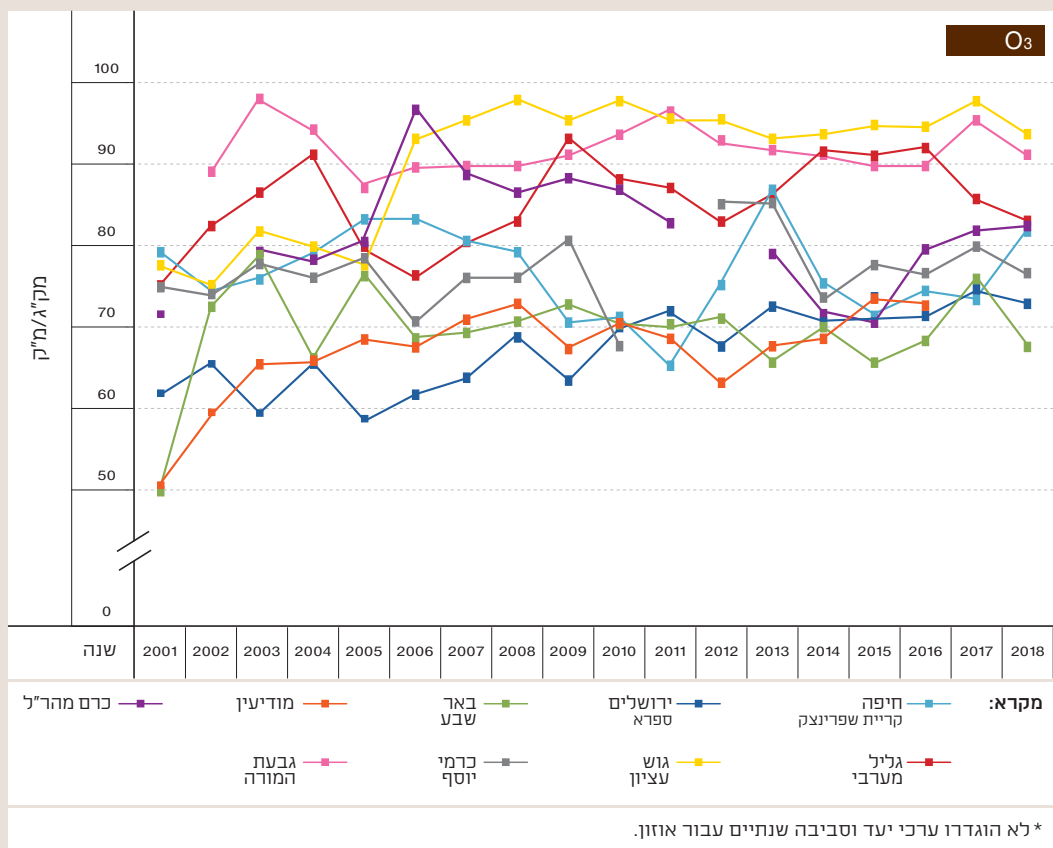
על פי נתונים שנמדדו בתחנות ניטור האוויר בישראל, ניכרת ירידה במבשרי האוזון, בהם תחמוצות חנקן. הממוצעים השנתיים של ריכוזי PM₁₀ ו-PM_{2.5} באזורים שונים חורגים מערכי היעד (20 ו-10 מק"ג/מ"ק בהתאמה), אך הם נמוכים מערכי הסביבה (50 ו-25 מק"ג/מ"ק בהתאמה). שלא כמזהמי אוויר אחרים, שבהם נרשמה מגמת ירידה עם השנים, למשל חנקן דו-חמצני וגופרית דו-חמצנית, אין מגמת ירידה בריכוזי PM₁₀ ואוזון (תרשים 1).⁵ ניכרת גם ירידה במספר החריגות בריכוזי PM_{2.5} בתחנות שונות, ובכלל זה בקרבת כבישים. עם זאת, ריכוזי PM_{2.5} בישראל עדיין גבוהים יחסית לריכוזים שנמדדו במדינות החברות בארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD), וישראל מדורגת במקום ה-37 מתוך 40 בדרגת הזיהום.⁶ יתר על כן, הערכה שפורסמה בשנת 2020 על פי נתוני רמות חשיפה משנת 2016 קובעת שהאוכלוסייה בישראל חשופה כולה לריכוזי PM₁₀ גבוהים מערך היעד אך נמוכים מערך הסביבה.⁷

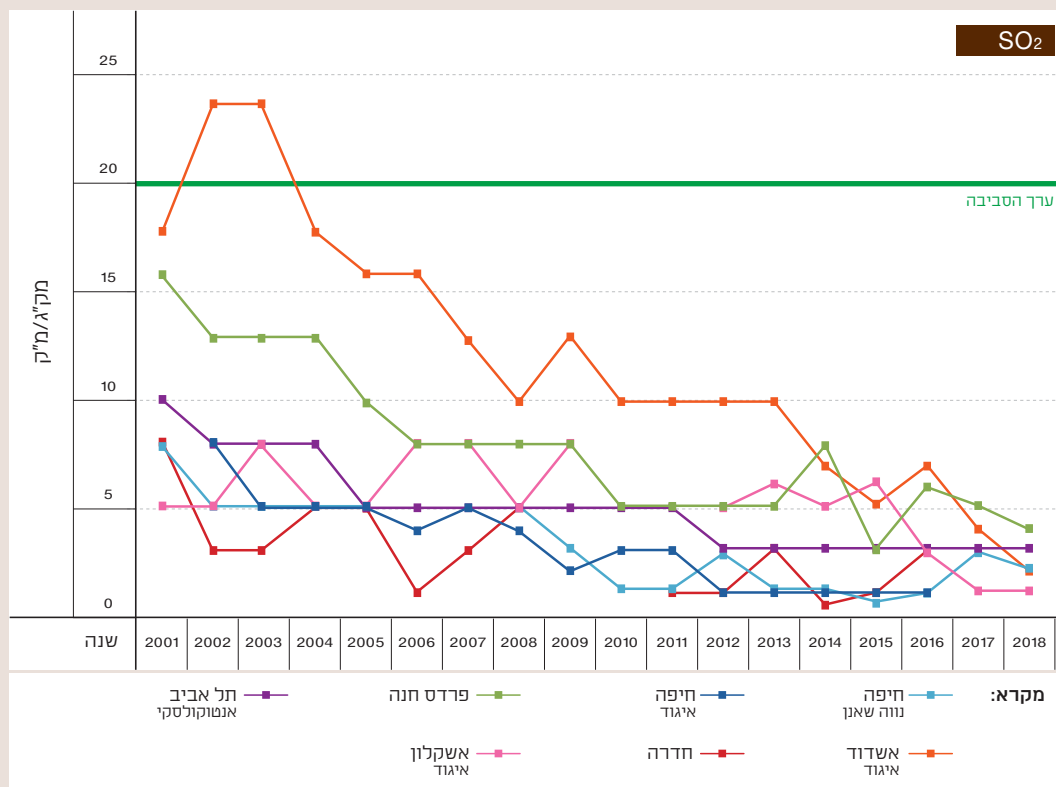
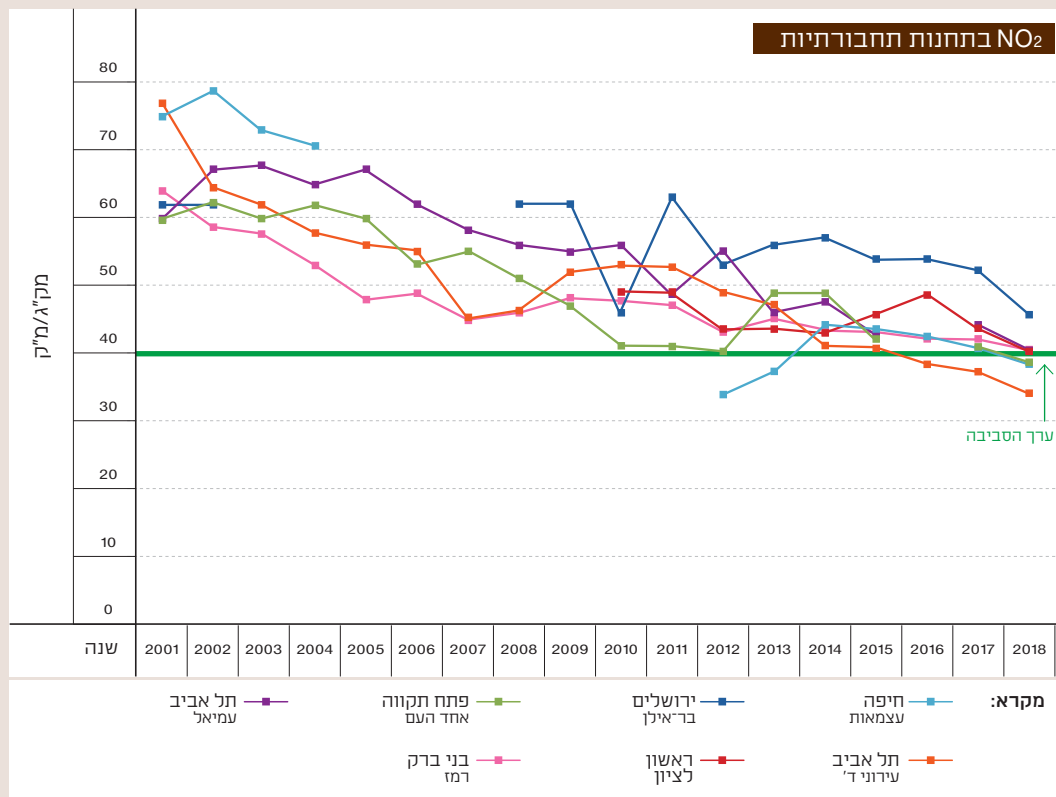
על פי מחקר "נטל התחלואה העולמי" (Global Burden of Disease – GBD), שיעור מקרי המוות המיוחסים לחשיפה לחומר חלקיקי בישראל נותר קבוע בשנים האחרונות (בשנת 2017 השיעור היה 26.4 ל-100,000 נפש).¹ יצוין כי על פי נתוני הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי, שיעור זה עמד בשנת 2017 על 28.41.⁸ מקרי המוות בשנת 2017 אשר יוחסו לחשיפה לחומר חלקיקי התפלגו כך: 35% תמותה ממחלות לב,

22% מסוכרת, 18% ממחלות נשימתיות שאינן סרטן, 12% מסרטן הריאות ו-13% מסיבות אחרות. עם זאת, מאחר שהרכב החומר החלקיקי בישראל שונה מהרכבו באירופה ובארצות הברית (בשל ריכוזי אבק גבוהים) ועשוי להיות פחות רעיל, יש לגבש הערכה מותאמת לישראל של התמותה עקב חשיפה אליו. גם שיעור מקרי המוות ממחלת ריאות חסימתית כרונית המיוחסים לחשיפה לאוזון בישראל נותר קבוע בשנים האחרונות (שלושה מקרי מוות ל-100,000 נפש בשנת 2017).

מגמות בריכוזי מזהמי אוויר (ממוצע שנתי) באתרים נבחרים בישראל, 2001-2018

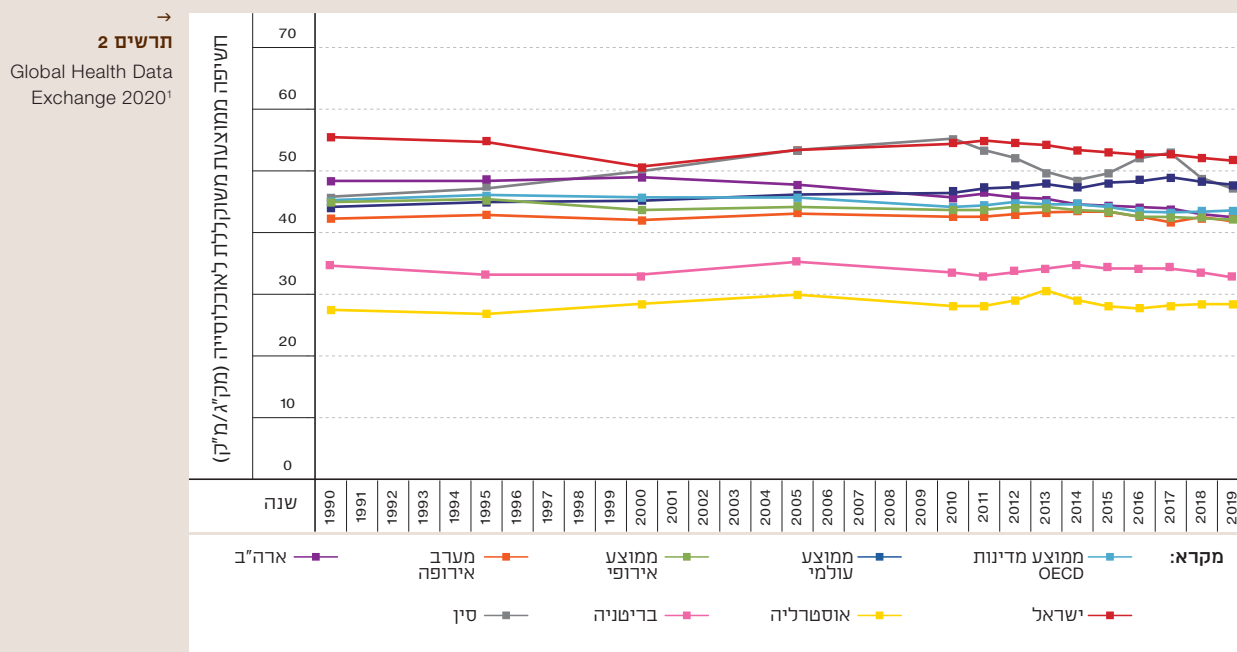






באזורים כפריים, שבהם נמדדים ריכוזים גבוהים של המזהם אוזון, לא נרשמה ירידה בריכוזים. יתרה מזו, החשיפה הממוצעת (המשוקללת לאוכלוסייה) לאוזון בישראל גבוהה במידה ניכרת מהממוצע העולמי, מהממוצע במדינות ה-OECD ומהממוצע האירופי (תרשים 2).¹ לפיכך יש לפעול להפחתת פליטות שמובילות להיווצרות אוזון (פחמימנים ותחמוצות חנקן) ולקדם את השימוש במקורות אנרגיה מתחדשים ובכלי תחבורה ירוקים. כמו כן יש ליישם את תוכנית ההמשך למניעה ולצמצום של זיהום האוויר בישראל.⁹

חשיפה ממוצעת לאוזון, משוקללת לאוכלוסייה במדינות שונות בעולם



האתגר: עדכון ערכי היעד והסביבה

אתגר לשנים הבאות: המשך עדכון עיתי של ערכי היעד והסביבה (עדכון חמש-שנתי).

בקצרה: ערכי היעד והסביבה של כמה מזהמי אוויר נתונים בעיצומו של תהליך עדכון.

ערכי היעד והסביבה של 28 מזהמים נקבעו בעבר ואמורים להתעדכן בכל חמש שנים. המשרד להגנת הסביבה צפוי להגיש את העדכון הקרוב עד לתחילת חודש מרץ 2022. במסגרת העדכון נעשה תעדוף של הכימיקלים שאת ערכי היעד שלהם יש לעדכן, ונבחן מידע חדש שמפרסמים ארגונים רגולטוריים בעולם, כגון ארגון הבריאות העולמי, סוכנות הסביבה האירופית (European Environment Agency – EEA) והסוכנות האמריקנית להגנת הסביבה (U.S. Environmental Protection Agency – EPA). במסגרת תהליך זה מתקיים דיון סביב עדכון ערכי היעד של שבעה מזהמי אוויר: טלואן, סטירן, ניקל, תחמוצות חנקן, חומר חלקיקי עדין מרחף (suspended particulate matter – SPM), סולפאט ואבק שוקע (settling dust). הערכת ערכי הסביבה של תשעה מזהמי אוויר (טלואן, סטירן, ניקל, גופרית דו-חמצנית, 1,2 דיכלורואתאן, טטרהכלורואתילן, מימן גופר, נדיום וארסן) צפויה להסתיים במהלך 2021. עם סיום תהליך העדכון של ערכי היעד והסביבה תוגש הצעה לאישור ועדת הפנים והגנת הסביבה של הכנסת.

האתגר: שיפור הפיזור המרחבי של תחנות ניטור האוויר

אתגר לשנים הבאות: יש להקים תחנות ניטור נוספות ברחבי הארץ, בעיקר בדרומה.	בקצרה: בשנים האחרונות הוקמו כמה תחנות ניטור, גם בצפון הארץ ובדרומה; נעשה שימוש במודלים המאפשרים לקבל תמונת מצב של פיזור מזהמי אוויר גם במקומות המרוחקים מתחנות הניטור.
---	--

לאורך השנים מוקמות בישראל תחנות חדשות לניטור איכות האוויר, ותחנות קיימות משודרגות לניטור מזהמים נוספים. המשרד להגנת הסביבה פועל להקמת תחנות ניטור נוספות על פי שני קריטריונים עיקריים: (א) אזורים שבהם מתגוררת אוכלוסייה גדולה או אוכלוסייה ברמת צפיפות גבוהה; (ב) קרבה למקור הפליטה. בשנים האחרונות הוקמו תחנות ניטור בקטורה, נמל אשדוד, זכרון יעקב, עתלית, קיסריה ותל חי (למפת תחנות ניטור האוויר בישראל ראו באתר המשרד להגנת הסביבה).¹⁰ כמו כן הוקמו תחנות לניטור האוויר ממזרח לאסדת לווייתן, והן משמשות למדידה רציפה של בנזן. בעתיד הקרוב מתוכננת הקמה של עוד תחנת ניטור בנמל חיפה. חשוב לשפר את הפיזור המרחבי של התחנות לניטור אוויר ולהקים תחנות גם במקומות פחות מאוכלסים כדוגמת הנגב. תחנות אלה ישמשו כדי לחקור את האוכלוסיות המתגוררות באזורים אלה במחקרים אפידמיולוגיים, ויוכלו לסייע גם למחקר הגאואקלימי באזורים אלה, מחקר שעשוי לאמת ולשפר את המודלים הארציים המשמשים למחקרי בריאות הציבור בישראל.

ראוי לציין כי ההערכות השנתיות של ריכוזי המזהמים באוויר והתחזיות היומיות מתבססות לא רק על המידע מתחנות הניטור אלא גם על מודלים ממוחשבים לפיזור מזהמים (CHIMERE). מודלים אלה מאפשרים לקבל הערכות על רמת מזהמי האוויר גם באזורים המרוחקים מתחנות הניטור.

האתגר: שיפור בתכנון תחבורה בת־קיימה

אתגר לשנים הבאות: הרחבת המיזמים לערים נוספות, בעיקר באזורים מופחתי פליטות; בחינת ההשפעה של אזור מופחת פליטות על זיהום האוויר ועל בריאות הציבור.	בקצרה: בשנים האחרונות מקודמים כמה מיזמים חשובים התומכים במעבר לתחבורה בת־קיימה.
---	---

- המשרד להגנת הסביבה, בשיתוף משרד התחבורה, מקדם כמה מיזמים לשיפור תחבורה בת־קיימה:
- תמיכה באזורים מופחתי פליטות – מדובר בערים כדוגמת חיפה וירושלים, שבהן יש הגבלה על רכבי הדיזל המזהמים שאינם עומדים בתקן יורו 4 לזיהום אוויר או שלא הותקן בהם מסנן חלקיקים ייעודי להפחתת זיהום האוויר; בירושלים משקיע המשרד להגנת הסביבה 24 מיליון ש"ח בסיוע לעירייה בתפעול המיזם, בסבסוד התקנת מסננים לציבור בעלי הרכב, ובסיוע לחברת אגד ברכישת 10 אוטובוסים חשמליים לעיר;¹¹
 - קידום השימוש באוטובוסים חשמליים – המשרד להגנת הסביבה מציע לחברות התחבורה הציבורית תמיכה ברכישת אוטובוסים חשמליים חדשים (כ־80 אוטובוסים) שיפעלו ברחבי הארץ, בעלות כוללת של 23 מיליון ש"ח;¹²
 - קידום שירותי הסעה (שאטלים) ותחבורה ציבורית בהזמנה אישית כדוגמת bubble;

- קידום מעבר למוניות חשמליות או היברידיות – מיזם זה, בשיתוף הקרן הקימת לישראל (קק"ל), מעניק תמיכה של עד 20,000 ש"ח למוניות שיעברו להנעה היברידית;¹³
- פתיחת מסלולי נסיעה שיתופיים שיפחיתו עומס בכבישים ויביאו להפחתה בזיהום אוויר ממקור תחבורתי;
- תמיכה במעבר של כלי רכב כבדים להנעה בגז טבעי;
- יישום תוכנית להפחתת הפליטות ממשאיות דיזל ישנות (על ידי התקנת מסנני חלקיקים ועל ידי גריטה) בהשקעה כוללת של 260 מיליון ש"ח;¹⁴
- קידום התקנת מסנני חלקיקים ברכבות;
- התקנת מסנני חלקיקים במשאיות אשפה בהשקעה של כ-10 מיליון ש"ח (בשיתוף עם קק"ל).^{15, 16}

האתגר: שילוב נתונים אפידמיולוגיים מתוך מחקרים בישראל באומדן נטל התחלואה מזיהום אוויר ובעלויות הנלוות לו

אתגר לשנים הבאות: פרסום ממצאי המחקרים במסגרת אומדן נטל התחלואה מזיהום אוויר והעלויות הנלוות לו; הרחבת המחקרים לעוד אזורים גאוגרפיים.

בקצרה: המשרד להגנת הסביבה מממן שורה של מחקרים העוסקים בנטל התחלואה בישראל בעקבות חשיפה לזיהום אוויר, בדגש על מפרץ חיפה.

המשרד להגנת הסביבה מימן בשנים האחרונות שמונה מחקרים העוסקים בהיבטים אפידמיולוגיים של חשיפה לזיהום אוויר בישראל. מרבית המחקרים המתבצעים בימים אלה מתמקדים באוכלוסייה המתגוררת במפרץ חיפה ובהשוואתה לאוכלוסיות המתגוררות באזורים אחרים בישראל. המחקרים עוסקים במגוון תחומים: ניטור ביולוגי, בחינת תוצאי היריון, תחלואה נשימתית בתינוקות, היארעות סרטן ומחלות לב, וכן בהערכות כלכליות של נזקי החשיפה למזהמי אוויר.

משרד הבריאות בודק שיעורי אשפוז עקב אסתמה של ילדים ומבוגרים לפי מחוזות שונים בישראל במשך יותר מ-20 שנה (1996–2018). כמו כן, בשיתוף פעולה עם שירותי בריאות כללית (המבטחת כ-60% מכלל אוכלוסיית ישראל) נעשת הערכה של שיעורי היארעות והימצאות של מקרי אסתמה בקרב ילדים (בני 2–18) ובקרב מבוגרים (בני 25–54) לפי מחוזות ונפות בישראל בשנים 1998–2015.

החל משנת 2012 מפרסם המשרד להגנת הסביבה הערכות של עלויות חיצוניות לפליטות מזהמי אוויר וגזי חממה בישראל (עלויות הנזקים הנובעים מזיהום אוויר ומפליטות גזי חממה). הערכות אלה כוללות עלויות משוערות הנובעות מעלייה בשיעורי התחלואה (שיעורי שנות חיים מתוקננות לאי־תפקוד [disability adjusted life years – DALYs]), בשיעורי התמותה ובהשפעות סביבתיות. עוד המשרד עוסק בעדכון ערכים אלה על סמך מחקרים עדכניים, ובעיקר פרסומים עדכניים של ארגון הבריאות העולמי על השפעות זיהום האוויר על בריאות האדם.^{17, 18} בין היתר העדכון כולל: (א) הערכת העלויות החיצוניות על בסיס ערכים שנקבעו לאחרונה במדינות האיחוד האירופי; (ב) הצגת טווח ערכים לזיהום אוויר מתעשייה ומתחבורה; (ג) תחזיות שונות של השפעת שינויי אקלים, כך שישקפו את אי־הוודאות בהערכות מסוג זה; (ד) שקלול התמ"ג לנפש וצפיפות האוכלוסייה בעדכון הערכים; (ה) התאמת הערכים למדד המחירים לצרכן; (ו) הפרדה בין פליטות מארובות הגבוהות מ-100 מ' לארובות הנמוכות מגובה זה; (ז) שימוש בגישה השמרנית להערכת עלות חיצונית של גזי חממה על פי עלות הנזק.

האתגר: איסוף מידע על תרומתם של מקורות שונים לזיהום האוויר בישראל (source apportionment techniques)

אתגר לשנים הבאות: איסוף מידע על תרומתם של מקורות נוספים לזיהום האוויר בישראל; ביצוע סימולציה של מודלים להסעת כימיקלים.

בקצרה: רשימת מקורות הפליטות שהמשרד להגנת הסביבה אוסף ומפרסם הורחבה באופן ניכר.

רשימת מקורות הפליטות שהמשרד להגנת הסביבה אוסף ומפרסם כוללת היום מקורות רבים יותר מבעבר, למשל רכבות, אוניות, שרפת פסולת, גידול בעלי חיים, שרפת ביומסה בחקלאות ושימוש בקמינים.

המשרד להגנת הסביבה בוחן אסטרטגיות להפחתת זיהום האוויר מכלי השיט בנמלי חיפה ואשדוד. סקר היתכנות שהזמין המשרד הראה כי כלי השיט בנמלים אלה אחראים לפליטות ניכרות של מזהמי אוויר, מה שעלול להשפיע על איכות האוויר באזורים מאוכלסים בקרבת הנמלים. יתר על כן, מתברר כי בשנת 2018 הפליטות מכלי השיט בנמלי הים בישראל היו כ-16% מסך פליטות תחמוצות הגופרית, 8% מסך תחמוצות החנקן וכ-7% מסך פליטות ה- $PM_{2.5}$. המשרד גיבש המלצות על אמצעים טכנולוגיים ורגולטוריים שיש לנקוט לצורך הפחתת הפליטות מכלי שיט.¹⁹

מחקרים על איכות האוויר בישראל

חשיפה למזהמי אוויר

- חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאאות בטכניון (TCEEH) פיתחו מודל להערכת רמות החשיפה למזהמי אוויר בקרב מדגם של מבוגרים עובדים ($N \sim 168,000$) אשר מקומות מגוריהם ועבודתם ידועים. החוקרים מצאו שהיו אי־דיוקים בהערכת רמת החשיפה לאורך היום, בעיקר בשל תנועת אנשים ממקום למקום (עבודה, בית ועוד). עוד הראו החוקרים כי לשהייה קצרת טווח באזורים שבהם ריכוזים גבוהים של מזהמי אוויר תרומה קטנה יותר לחשיפה הכוללת למזהמים.²⁰
- חוקרים מהמשרד להגנת הסביבה וממשרד הבריאות השתמשו במודל היברידי להערכת החשיפה של האוכלוסייה בישראל למזהמי אוויר שונים. החוקרים הראו כי כלל אוכלוסיית ישראל חשופה לריכוזים של $PM_{2.5}$ ו- PM_{10} הגבוהים מערכי היעד אך נמוכים מערכי הסביבה וכי למעלה ממיליון וחצי תושבים בישראל חשופים לריכוזים של תחמוצות חנקן הגבוהים מערכי היעד.⁷
- חוקרים מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב ומהמרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה חקרו את דפוס הקשר בין חשיפה לחומר חלקיקי נשימתי לתוצאי בריאות שליליים הנובעים ממקורות שונים (אנתרופוגנים ולא־אנתרופוגנים). החוקרים הראו כי קיים מתאם ליניארי בין חשיפה ל- PM_{10} להחמרה בתסמיני אסתמה בקרב חולים במחלה, ללא קשר למקור הזיהום.²¹
- בימים אלה מתנהלים כמה מחקרים, במימון המשרד להגנת הסביבה, על חשיפה למזהמי אוויר במפרץ חיפה: (א) ניטור ביולוגי של מזהמי אוויר בתורמי דם מקרב אוכלוסייה המתגוררת במפרץ חיפה;²² (ב) מחקר לבדיקת הקשרים בין חשיפה למזהמי אוויר ובין מחלות לב – אי־ספיקת לב ותסמונת כלילית חריפה; (ג) הערכה כלכלית של השלכות החשיפה למזהמי אוויר במפרץ חיפה על הבריאות.
- חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאאות בטכניון החלו לאחרונה במחקר המתמקד במקורות זיהום האוויר (source apportionment) באזור מפרץ חיפה. מטרת המחקר לאפיין ולפתח מודלים של ההרכב הכימי והפיזור של מקורות הפליטה של חלקיקים עדינים. תוצאות המחקר עשויות לסייע בהבנת מקורות הזיהום החלקיקי ובשיפור איכות הנתונים המשמשים לניהול משאבי האוויר באזור ולקביעת מדיניות.

היריון ולידה

- חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, בשיתוף פעולה עם חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים ומבית החולים מאונט-סיני בניו יורק, בדקו אם חשיפת נשים הרות למזהמי אוויר ולטמפרטורות קיצוניות נקשרת למשקל לידה נמוך וללידה מוקדמת בקרב האוכלוסייה בדרום הארץ. במחקר, שסקר יותר מ-56,000 לידות חי, נמצא כי חשיפה לטמפרטורות נמוכות מהממוצע במהלך ההיריון עלולה להגדיל את הסיכוי לתוצאי לידה שליליים, כגון משקל לידה נמוך ולידה מוקדמת, ואילו חשיפה לטמפרטורות גבוהות מהממוצע עשויה להפחית את הסיכוי ללידה מוקדמת.²³
- חוקרים ממכבי שירותי בריאות ומאוניברסיטת תל אביב כימתו את שכיחות הופעת המיקרוצפאליה (היקף ראש קטן) בקרב ילודים במפרץ חיפה בהשוואה לילודים באזורים אחרים בישראל בהסתמך על מאגר נתוני הבריאות של מכבי. החוקרים מצאו כי אין שכיחות גבוהה יותר של מיקרוצפאליה באזור מפרץ חיפה בהשוואה לאזורים אחרים בישראל.²⁴
- חוקרים מאוניברסיטת חיפה בחנו מודל מרחבי לזיהוי מזהמים סביבתיים שלהם קשר אפשרי למשקל לידה נמוך והיקף ראש קטן ביילודים. החוקרים איתרו באזור התעשייה של חיפה אתר מסוים כמקור סיכון משמעותי.²⁵
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב וממשרד הבריאות, בשיתוף עם חוקרים מאוניברסיטת קולומביה ומאוניברסיטת הרווארד, חקרו אם חשיפה של נשים הרות לזיהום אוויר תחבורתי נקשרת להפלות במהלך ההיריון. אוכלוסיות המחקר היו נשים הרות מבוססות ונשים הרות ממחוז תל אביב. בשתי האוכלוסיות נמצא כי חשיפה לריכוזים גבוהים של זיהום אוויר תחבורתי נקשרת להפלות, בעיקר בין השבוע ה-10 לשבוע ה-20 להיריון.²⁶
- חוקר מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב סקר את תרומתן של תשתיות ירוקות להפחתת הסיכון לתוצאי לידה שליליים, בדגש על לידה מוקדמת, בעקבות חשיפה לטמפרטורות גבוהות ולמזהמי אוויר. מהמחקר עלה כי חשיפה לחומר חלקיקי וכן חשיפה לטמפרטורות קיצוניות במהלך ההיריון (בשליש הראשון ובשליש השלישי) נקשרות לעלייה בשיעורי לידות מוקדמות. מנגד, נמצא כי תשתיות ירוקות מביאות להפחתה בחומר חלקיקי ולמניעה של איי חום עירוניים. בכך הן ממתנות את ההשפעות השליליות של החשיפה (הן לחומר חלקיקי הן לטמפרטורות גבוהות) על תוצאי הלידה.²⁷
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, מאוניברסיטת חיפה, מאוניברסיטת תל אביב, מהקריה הרפואית רמב"ם וממכבי שירותי בריאות עורכים מחקר הבוחן מסד נתוני עתק (big data) של הרינונות ולידות באזור מפרץ חיפה מהשנים 1998–2017 (כ-750,000 לידות). המחקר נועד לבדוק את השפעות הסביבה (ובכלל זה זיהום אוויר חוץ-מבני ותוך-מבני) על התפתחות העובר באזור מפרץ חיפה לעומת אזורים אחרים בישראל.²⁸
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון ומבית הספר לבריאות הציבור בהרווארד בדקו את הקשר בין זיהום אוויר ממקור תחבורתי לתסמונת הספקטרום האוטיסטי (ASD). נבדק קשר בין חשיפת האם לחנקן דו-חמצני במהלך ההיריון וחשיפת היילוד למזהם זה לאחר לידתו ובין סיכון ל-ASD בילדים שנולדו בשנים 2005–2009. החוקרים מצאו שחשיפת יילודים ופעוטות, אבל לא נשים הרות, לחנקן דו-חמצני נקשרת לסיכויים גבוהים יותר ללקות ב-ASD.²⁹
- במחקר המשך חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת קולומביה ומאוניברסיטת הרווארד הציעו שני הסברים לממצאיהם בנוגע לקשר ההפוך בין חשיפה למזהמי אוויר בתקופת ההיריון ובין ASD. ההסבר הראשון מייחס עוד גורמי סיכון ל-ASD, נוסף על חשיפת האם למזהמי האוויר; ההסבר השני מתייחס להפלה טבעית של עוברים שלקו ב-ASD במהלך ההיריון בעקבות חשיפה למזהמי האוויר.³⁰

- בימים אלה מתנהלים שלושה מחקרים, במימון המשרד להגנת הסביבה, העוסקים בנושאים אלה: (א) ניטור ביולוגי של מזהמים אורגניים ושל מתכות כבדות בקרב אימהות וילדיהן, כדי לבדוק השפעות של חשיפה למזהמי אוויר במהלך ההיריון על תוצאי ההיריון; (ב) בחינת הקשר בין חשיפה למזהמי אוויר במהלך ההיריון והינקות לתחלואה במערכת הנשימה של תינוקות; (ג) בחינת הקשר בין חשיפה סביבתית למזהמי אוויר ובין גדילת העובר.

תוצאים ביוכימיים ופיזיולוגיים

- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב, ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא – תל השומר פיתחו שיטה לחשיפת תרבויות ראשוניות של תאים אפיתליאליים לחומר חלקיקי בתנאי מעבדה, המדמה נשימה דרך האף. החוקרים מצאו שחשיפה זו גורמת לתגובה פיזיולוגית המתבטאת בהפרשה מוגברת של מולקולות תאיות כגון IL-8.³¹
- חוקרים ממכון ויצמן למדע, בשיתוף פעולה עם חוקרים מאוניברסיטת פקין, חקרו את המנגנון הביוכימי שבו פועל פקטור השעתוק Nrf2. ל-Nrf2 יכולת הגנה על תאי ריאה מפני ההשפעות הרעילות של חשיפה ל-PM_{2.5}, והשתקתו גורמת לרגישות יתר של תאי הריאה לחומר חלקיקי. יתר על כן, נרשמה תמותה מוגברת של תאים שבהם הפקטור מושקע, אשר נחשפו לפחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים. החוקרים הראו כי השתקת הפקטור גורמת לפעילות מואצת של המיטוכונדריה, וכי חשיפה למזהמים שונים הביאה לירידה בפרוטנציהל הממברנאלי של המיטוכונדריה ולהפחתת מספרם של עותקי ה-DNA המיטוכונדריאלי. מסקנת החוקרים הייתה ש-Nrf2 משמש מתווך (mediator) לפעילות מיטוכונדריאליה בעקבות חשיפה ל-PM_{2.5}.³²
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב, מאוניברסיטת בראיילן ומאוניברסיטת חיפה בדקו השפעה של חשיפה לרעש, לטמפרטורות שונות ולריכוזי פחמן דו-חמצני על קצב הלב של נשים יהודיות ומוסלמיות ששהו בסביבות שונות (סביבה ירוקה כגון פארקים, מרכז העיר ואזור מגורים). החוקרים הראו את ההשפעה החיובית של שהייה בסביבה ירוקה, שריכוזי הפחמן הדו-חמצני בה היו אפסיים, על קצב הלב של הנשים.³³

תחלואה נשימתית

- חוקרים מאוניברסיטת חיפה דיווחו על הימצאות אסתמה בקרב גברים צעירים באזורים עירוניים בישראל המשופעים במקורות זיהום אוויר תעשייתית ותחבורתי, כמו תל אביב, חיפה וחדרה. החוקרים מצאו כי שיעורי הימצאות האסתמה עולים עם החשיפה למקורות הזיהום השונים הן התעשייתית הן התחבורתי.³⁴
- חוקרים מאוניברסיטת חיפה פיתחו מודל להפחתת תחלואה הנגרמת מחשיפה למזהמי אוויר. המודל משלב הרחקת מקורות זיהום מאזורים המאוכלסים בצפיפות והחלפתם בסביבה ירוקה. החוקרים הפעילו את המודל באזור מפרץ חיפה והראו כי הרחקת מקורות הזיהום תביא לירידה של כ-70% במקרי האסתמה בקרב ילדים המתגוררים באזור.³⁵
- חוקרים מאוניברסיטת חיפה ומצה"ל חקרו קשרים בין חשיפה למזהמי אוויר שונים (חנקן דו-חמצני וגופרית דו-חמצנית) ובין היארעות אסתמה. הם בדקו נתונים של יותר מ-137,000 מועמדים לשירות ביטחון, בני 17, בשנים 1999–2008, והעריכו את מידת חשיפתם למזהמים אלה על סמך מקום מגוריהם באמצעות כמה מודלים. נמצא קשר ישיר חזק בין חשיפה לחנקן דו-חמצני ובין היארעות אסתמה באוכלוסייה זו וקשר ישיר חלש יותר בין חשיפה לגופרית דו-חמצנית ובין היארעות אסתמה.³⁶

סרטן ומחלות לב

- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב, בשיתוף פעולה עם חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון, מהאוניברסיטה העברית בירושלים ומבתי החולים הדסה, בילינסון והשרון, בדקו את הקשר בין חשיפה כרונית למזהמי אוויר ממקור תחבורתי ובין מקרים חדשים של מחלת הסרטן בקרב אוכלוסייה של 10,000 איש שחלו באוטם שריר הלב בשנים 2004–2015. החוקרים הראו שעלייה של 10 חלקים למיליארד (ppb) בחשיפה לתחמוצות חנקן – סמן לחשיפה לזיהום ממקור תחבורתי – מגבירה את הסיכון לחלות במספר סוגי סרטן, בעיקר סרטן השד, סרטן הריאות, סרטן הכליות, סרטן הערמונית וסרטן שלפוחית השתן.³⁷ במחקר אחר הראו החוקרים כי עלייה של 10 חלקים למיליארד בחשיפה לתחמוצות חנקן נקשרת לעלייה בשיעורי התמותה בקרב חולים במחלות לב כליליות (ביחס סיכון [hazard ratio] של 1.13).³⁸
- במחקר המשך השתמשו החוקרים במודלים שונים להצגת הקשר בין החשיפה למזהמי אוויר תחבורתיים (תחמוצות חנקן) ובין היארעות סרטן. החוקרים הראו שיש קשר מובהק בין חשיפה למזהמים אלה ובין היארעות של סוגי סרטן שידוע הקשר שלהם לחשיפה למזהמים תחבורתיים (סרטן הריאות, השד והערמונית), אך לא נמצא קשר בין חשיפה זו לסוגי סרטן אחרים.³⁹
- בימים אלה מתנהל מחקר, במימון המשרד להגנת הסביבה, לבדיקת הקשר בין חשיפת בני 17 למזהמי אוויר סביבתיים במפרץ חיפה ובין היארעות סרטן בבגרות.

אתגרים לשנים הבאות

בשנים האחרונות הושגה התקדמות בניטור, במחקר ואף בצמצום הפליטות של כמה מזהמי אוויר, אך נושא איכות האוויר בישראל מוסיף להציב אתגרים משמעותיים, בעיקר בתחום של שינויים במשק האנרגיה של ישראל. בשלהי שנת 2019 החלה הזרמה של גז טבעי מאסדת לווייתן, הממוקמת כעשרה ק"מ מערבית לחיפה, מול חוף זכרון יעקב. במסגרת תהליך ההיערכות להזרמת הגז הקים המשרד להגנת הסביבה תחנות ניטור למדידת בנזן, טלואן ואתילבנזן. על פי המשרד השפעת האסדה על איכות האוויר שולית ותתבטא בתוספת של 1% מסך רמת הבנזן בסביבה.⁴⁰ עם זאת, חשוב להמשיך לעקוב אחר פליטות מהאסדה ולנטר עוד מזהמי אוויר בחופי ישראל. הזרמת הגז הטבעי לישראל טומנת בחובה כמה הזדמנויות בתחום האנרגיה. אחת מהן היא הקמתם של מתקנים מבוזרים המייצרים חשמל באמצעות גז טבעי (תחנות טריגנרציה) במסגרת הקמתן של שכונות מגורים חדשות בישראל.⁴¹ למרות הפוטנציאל להפחתה כוללת של מזהמי אוויר בישראל, עקב קרבת המתקנים לריכוזי האוכלוסייה חשוב לבצע תסקיר השפעה על הבריאות (health impact assessment – HIA) לפני הקמתם.

בישראל רוב הפסולת (76%) מוטמנת. שרפת פסולת במטמנות היא מקור פליטה משמעותי של חומרים חשודים או מוכרים כמסרטנים (כ־60% מהפליטות ב־2018),⁴ והרחבת שרפת הפסולת עלולה לגרום לעלייה בפליטת חומרים מסרטנים לאוויר ומכאן להגדלת חשיפת האוכלוסייה אליהם. לאור העובדה כי עתודות הקרקע של ישראל הולכות ומצטמצמות, המשרד להגנת הסביבה מקדם חלופות לשימוש במטמנות. חלופה לטיפול בפסולת היא טיפול תרמי (דהיינו – שרפת פסולת), המאפשר הפקת אנרגיה. החלופה כוללת הקמת שלושה מתקנים תרמיים לשרפת פסולת וייצור אנרגיה סמוך לאזורים המאוכלסים המייצרים את הפסולת, כדי להפחית את העלות והמפגעים הסביבתיים הנגרמים משינוע הפסולת.⁴² לתוכנית יש פוטנציאל אנרגטי, אולם נדרש גם תסקיר השפעה על הבריאות טרם ביצועה.

נוסף על זיהום אוויר ממקורות תעשייתיים, תחבורתיים וטבעיים, משקי חי מהווים גם הם מקור לפליטות של מזהמי אוויר לסביבה, בהם חומר חלקיקי, אמוניה, תחמוצות חנקן ותרכובות אורגניות נדיפות. הן בסוכנות האמריקנית להגנת הסביבה הן בסוכנות הסביבה האירופית הועלו חששות בנוגע למזהמי אוויר שונים הנפלטים ממשקי חי. גם בישראל נדרש לנטר את איכות האוויר בקרבת משקי חי ולערוך מחקרים על השפעתם על פליטות מזהמי אוויר.

מקורות

- (1) Global Health Data Exchange (GHDx). GBD results tool. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool> (retrieved July 2020).
- (2) Negev, M. (2020). Air pollution policy in Israel. *Atmosphere*, 11(10), 1065. <https://doi.org/10.3390/atmos11101065>
- (3) המשרד להגנת הסביבה (2013). **תכנית לאומית למניעה ולצמצום של זיהום אוויר בישראל: הצעה להחלטה**. נספח 148, נוסח מתוקן שני. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/Documents/AirpollutionNationalPlan148.pdf> (אוחזר במרץ 2020).
- (4) המשרד להגנת הסביבה (2020). **הערכת מצב**. יוני 2020.
- (5) המשרד להגנת הסביבה. אתר מערך ניטור אוויר ארצי (מנ"א) – נתוני איכות אוויר בזמן אמת. <https://www.svivaqam.net/Default.rtl.aspx> (אוחזר באפריל 2020).
- (6) OECD Better Life Index. Israel. <http://www.oecdbetterlifeindex.org/countries/israel/> (retrieved October 2020).
- (7) Levy, I., Karakis, I., Berman, T., Amitay, M., & Barnett-Itzhaki, Z. (2020). A hybrid model for evaluating exposure of the general population in Israel to air pollutants. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 4. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7960-8>
- (8) Global Burden of Disease and Organization for Economic Co-operation and Development (2020). Air pollution effects (indicator). <https://data.oecd.org/air/air-pollution-effects.htm#indicator-chart> (retrieved June 2020).
- (9) המשרד להגנת הסביבה. תכנית לאומית לצמצום ולמניעת זיהום אוויר בישראל. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/Pages/NationalPlan.aspx> (אוחזר במרץ 2020).
- (10) המשרד להגנת הסביבה. מפת תחנות ניטור אוויר. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/AirQualityData/NationalAirMonitoring/Pages/MonitoringStationsMap.aspx> (אוחזר באוקטובר 2020).
- (11) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בספטמבר 2019). המשרד להגנת הסביבה ועיריית ירושלים מקדמים אזור מופחת פליטות בירושלים. https://www.gov.il/he/departments/news/low_emission_zone_jerusalem (אוחזר במרץ 2020).
- (12) המשרד להגנת הסביבה (עודכן במאי 2019). אוטובוסים חשמליים. https://www.gov.il/he/departments/general/electric_buses (אוחזר במרץ 2020).
- (13) המשרד להגנת הסביבה (עודכן ביוני 2019). מוניות מופחתות זיהום – מוניות היברידיות. https://www.gov.il/he/Departments/Guides/hybrid_taxis (אוחזר במרץ 2020).

- (14) המשרד להגנת הסביבה (2016). לראשונה: השקעות המדינה בהפחתת זיהום אוויר חוצות את ה-1.4 מיליארד שקל, עם תוכנית חדשה בהובלת המשרד להגנת הסביבה לצמצום זיהום אוויר מתחבורה בהיקף 260 מיליון שקל.
<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Pages/2016/August2016/national-plan-vehicle-pollution.aspx> (אוחזר במרץ 2020).
- (15) המשרד להגנת הסביבה (עודכן במרץ 2020). צמצום זיהום אוויר מרכבי דיזל.
https://www.gov.il/he/departments/guides/heavy_diesel_engines_program?chapterIndex=4 (אוחזר במרץ 2020).
- (16) המשרד להגנת הסביבה (2017). 52 משאיות אשפה כבר הצטרפו למהפכה והותקנו בהן מסנני חלקיקים!
<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Pages/2017/August2017/Installation-of-particle-filters-in-garbage-trucks.aspx> (אוחזר במרץ 2020).
- (17) המשרד להגנת הסביבה (עודכן במרץ 2020). מסמכים להערות הציבור: עלויות חיצוניות של מזהמי אוויר וגזי חממה – טיוטה להערות הציבור.
https://www.gov.il/he/departments/publications/Call_for_bids/pc_external_costs_of_air_pollution (אוחזר במרץ 2020).
- (18) המשרד להגנת הסביבה (2020). **הספר הירוק – הערכה ומדידה של עלויות סביבתיות. עלויות חיצוניות של מזהמי אוויר וגזי חממה – טיוטה להערות.**
https://www.gov.il/BlobFolder/publicsharing/pc_external_costs_of_air_pollution/he/public_comments_2020_External_air_pollution_costs_pc.pdf (אוחזר במרץ 2020).
- (19) המשרד להגנת הסביבה (עודכן בנובמבר 2019). סקר היתכנות שבוצע במימון המשרד להגנת הסביבה: אונות בנמלי אשדוד וחיפה מייצרות זיהום אוויר כבד של תחמוצות חנקן וגופרית.
https://www.gov.il/he/departments/news/air_pollution_haifa_ashdod (אוחזר במרץ 2020).
- (20) Shafran-Nathan, R., Yuval, & Broday, D. M. (2018). Impacts of personal mobility and diurnal concentration variability on exposure misclassification to ambient pollutants. *Environmental Science & Technology*, 52(6), 3520–3526. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05656>
- (21) Novack, L., Shenkar, Y., Shtein, A., Kloog, I., Sarov, B., & Novack, V. (2020). Anthropogenic or non-anthropogenic particulate matter: Which one is more dangerous and how to differentiate between the effects? *Chemosphere*, 240, 124954. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124954>
- (22) Hassan, L., Moser, A., Rorman, E., Groisman, L., Naor, Y., Shinar, E., ... Novack, L. (2020). Human biologic monitoring based on blood donations to the National Blood Services. *BMC Public Health*, 20(1), 469. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08588-7>
- (23) Kloog, I., Novack, L., Erez, O., Just, A. C., & Raz, R. (2018). Associations between ambient air temperature, low birth weight and small for gestational age in term neonates in southern Israel. *Environmental Health*, 17(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0420-z>
- (24) קורן, ג', כץ, ר' ושליו, ר' (2018). היקף הגולגולת של ילודים באזורי זיהום האוויר במפרץ חיפה. **הרפואה**, 157(10), 645–643. https://cdn.doctorsonly.co.il/2018/10/10_gidon-koren_haifa.pdf
- (25) Svehkina, A. & Portnov, B. A. (2019). Spatial identification of environmental health hazards potentially associated with adverse birth outcomes. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 3578–3592. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3800-6>
- (26) Kioumourtoglou, M. A., Raz, R., Wilson, A., Fluss, R., Nirel, R., Broday, D. M., ... Weisskopf, M. G. (2019). Traffic-related air pollution and pregnancy loss. *Epidemiology*, 30(1), 4–10. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000918>
- (27) Kloog, I. (2019). Air pollution, ambient temperature, green space and preterm birth. *Current Opinion in Pediatrics*, 31(2), 237–243. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000736>
- (28) Golan, R., Kloog, I., Almog, R., Gesser-Edelsburg, A., Negev, M., Jolles, M., ... Levine, H. (2018). Environmental exposures and fetal growth: The Haifa pregnancy cohort study. *BMC Public Health*, 18(1), 132. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5030-8>

- (29) Raz, R., Levine, H., Pinto, O., Broday, D. M., Yuval, & Weisskopf, M. G. (2018). Traffic-related air pollution and autism spectrum disorder: A population-based nested case-control study in Israel. *American Journal of Epidemiology*, 187(4), 717–725. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx294>
- (30) Raz, R., Kioumourtzoglou, M. A., & Weisskopf, M. G. (2018). Live-birth bias and observed associations between air pollution and Autism. *American Journal of Epidemiology*, 187(11), 2292–2296. <https://doi.org/10.1093/aje/kwy172>
- (31) Elad, D., Zaretsky, U., Avraham, S., Gotlieb, R., Wolf, M., Katra, I., Sarig, S., & Zaady, E. (2018). In vitro exposure of nasal epithelial cells to atmospheric dust. *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*, 17, 891–901. <https://doi.org/10.1007/s10237-017-0999-y>
- (32) Pardo, M., Xu, F., Shemesh, M., Qiu, X., Barak, Y., Zhu, T., & Rudich, Y. (2019). Nrf2 protects against diverse PM_{2.5} components-induced mitochondrial oxidative damage in lung cells. *Science of the Total Environment*, 669, 303–313. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.436>
- (33) Saadi, D., Agay-Shay, K., Tirosh, E., & Schnell, I. (2018). A comparison of the effects of selected mono-ethnic urban environments on the autonomic functions of Muslim and Jewish women in Israel. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 627. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7000-0>
- (34) Greenberg, N., Carel, R. S., Dubnov, J., Derazne, E., & Portnov, B. A. (2019). Prevalence of asthma among young men residing in urban areas with different sources of air pollution. *Israel Medical Association Journal*, 12(21), 785–789. <https://www.ima.org.il/FilesUploadPublic/IMAJ/0/393/196926.pdf>
- (35) Broitman, D. & Portnov, B. A. (2020). Forecasting health effects potentially associated with the relocation of a major air pollution source. *Environmental Research*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.109088>
- (36) Greenberg, N., Carel, R. S., Derazne, E., Tiktinsky, A., Tzur, D., & Portnov, B. A. (2017). Modeling long-term effects attributed to nitrogen dioxide (NO₂) and sulfur dioxide (SO₂) exposure on asthma morbidity in a nationwide cohort in Israel. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 80(6), 326–337. <https://doi.org/10.1080/15287394.2017.1313800>
- (37) Cohen, G., Levy, I., Yuval, Kark, J. D., Levin, N., Witberg, G., ... Gerber, Y. (2018). Chronic exposure to traffic-related air pollution and cancer incidence among 10,000 patients undergoing percutaneous coronary interventions: A historical prospective study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 25(6), 659–670. <https://doi.org/10.1177/2047487318760892>
- (38) Cohen, G., Steinberg, D. M., Keinan-Boker, L., Yuval, Levy, I., Chen, S., ... Gerber, Y. (2020). Preexisting coronary heart disease and susceptibility to long-term effects of traffic-related air pollution: A matched cohort analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*. <https://doi.org/10.1177/2047487320921987>
- (39) Cohen, G., Steinberg, D. M., Yuval, Levy, I., Chen, S., Kark, J. D., ... Gerber, Y. (2019). Cancer and mortality in relation to traffic-related air pollution among coronary patients: Using an ensemble of exposure estimates to identify high-risk individuals. *Environmental Research*, 176, 108560. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108560>
- (40) המשרד להגנת הסביבה. הפקת גז מאסדת לווייתן – עמדת המשרד להגנת הסביבה. https://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SeaAndShore/GassOilSea/gas_production_from_leviathan_rig/Pages/moep_position_gas_production_from_leviathan.aspx (אוחזר באוגוסט 2020).
- (41) גוטמן, ל' (2017, 9 בדצמבר). בקרוב: תחנות כוח זעירות ייצרו חשמל בשכונות מגורים. **כלכליסט**. <https://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3726966,00.html> (אוחזר בדצמבר 2020).
- (42) המשרד להגנת הסביבה (2018). מסמך מדיניות לקידום הקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת עירונית בישראל. https://www.gov.il/BlobFolder/generalpage/tama_16_4/he/land_public_services_tama_16_4_1.pdf (אוחזר במרץ 2020).

איכות אוויר הפנים

איכות אוויר הפנים היא איכות האוויר בתוך סביבות סגורות, כגון מבנים וסביבתם, לרבות בתים פרטיים, משרדים, מבנים ציבוריים כבתי ספר ובתי חולים וכן מערכות להסעת המונים. איכות ירודה של אוויר הפנים עלולה לפגוע בבריאות הדיירים, העובדים או השוהים במבנה ובסביבותיו. חשיפה לזיהום אוויר תוך-מבני גורמת לסיכון בריאותי, בייחוד מכיוון שרוב הציבור במדינות מפותחות מבלה פרק זמן ניכר בתוך מבנים ובחללים סגורים.

מזהמי אוויר תוך-מבני כוללים סוגים שונים של כימיקלים: גזים רעילים, כגון פחמן דו-חמצני ורדון, תרכובות אורגניות נדיפות (volatile organic compounds – VOCs), כגון בנזן ופורמלדהיד, חלקיקים נשימים, תוצרי בעירה, חומרי הדברה, עשן טבק, וכן מזהמים ביולוגיים מיקרוביאליים הכוללים מאות זנים של חיידקים ופטריות המשגשים בתוך מבנים בתנאים של לחות מספקת.¹

איכות אוויר הפנים מושפעת בעיקר מארבעה גורמים: (א) מקורות תוך-מבניים של זיהום, בהם בעיקר בישול וחימום ביתי בדלק ביולוגי וכן חומרים המשמשים בבנייה ובריהוט או מוצרים הפולטים תרכובות אורגניות נדיפות; (ב) איכות אוויר החוץ הנכנס לבניין; (ג) קצב חילוף האוויר בין פנים המבנה לסביבה החיצונית; (ד) מערכות האוורור עצמן, המכילות לעיתים קרובות גם מזהמים.

שהייה במבנה סגור שאיכות האוויר בו ירודה עשויה להביא לתוצאי בריאות שליליים קצרי טווח, כגון דלקות בדרכי הנשימה העליונות והתחתונות, תגובות אלרגיות, גירוי בעיניים, באף ובגרונן, כאבי ראש, סחרחורת ואף פגיעה בתפקוד הקוגניטיבי.² כאמור, איכות אוויר הפנים מושפעת גם מאיכות אוויר החוץ, והחשיפה לזיהום אוויר החוץ מתרחשת ברובה כשהוא חודר אל תוך המבנה. חדירה זו עשויה לחשוף את השוהים בו למזהמים שונים ולהביא לתוצאי בריאות שליליים ארוכי טווח, כגון מחלות נשימתיות (אסתמה, מחלת ריאות חסימתית כרונית, ברונכיט), מחלות לב, סרטן וסוכרת.³ יש אוכלוסיות הנחשבות רגישות במיוחד לזיהום אוויר תוך-מבני בשל גילן או מצב בריאותן, בהן קשישים ודיירי בתי אבות השוהים כמעט בכל שעות היממה בסביבה תוך-מבנית.

בישראל אין עדיין רגולציה מקיפה להסדרת תחום זיהום האוויר התוך-מבני, אך יש תקנים ותקנות הנוגעים לנושאים שונים בתחום, כמו רדון ודרישות אוורור, וחלקם מפורטים בתקנות התכנון והבנייה.⁴ משרדי הממשלה עוסקים באיכות אוויר הפנים בעיקר בעקיפין, הן באמצעות העיסוק באיכות אוויר החוץ הן באמצעות ועדות לתקינת מוצרי צריכה ורהיטים וכן ועדות לבנייה ירוקה.

למרות האקלים החם, יש בישראל שימוש בקמינים ובאמצעי חימום אחרים הכוללים בעירה פתוחה של דלק ביוגני. מנגד, האקלים החם בישראל מציב אתגרים הנוגעים בעיקר לאוורור הבתים. השימוש במזגנים דירתיים נפוץ מאוד, ועם העלייה ברמת החיים והמשך מגמת ההתחממות יש מעבר מאוורור טבעי באמצעות פתיחת חלונות לשימוש נרחב במזגנים שרובם רק מסחררים אוויר אך אינם מכניסים אוויר צח.

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום תחום איכות אוויר הפנים. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: ביצוע מחקר חלוץ על איכות אוויר הפנים בבתי ספר

בקצרה: חוקרים מהטכניון מבצעים מחקר על חשיפה לתרכובות אורגניות נדיפות במעונות יום באזור מפרץ חיפה.

חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) מבצעים מחקר על חשיפה לתרכובות אורגניות נדיפות במעונות יום באזור מפרץ חיפה. בעבודתם הם חוקרים את הקשר בין איכות אוויר החוץ לאיכות אוויר הפנים. תוצאות ראשוניות של המחקר הראו כי בכל המעונות שנבדקו היו ריכוזי הפנים של יותר מ־20 תרכובות אורגניות נדיפות גבוהים מאלה ששררו באותה עת בסביבה החיצונית. מגמה זו נובעת הן מפליטות ממקורות פנים הן מצמצום תהליכי פירוק של החומרים האורגניים בסביבה המבנית המוגנת לעומת הסביבה החיצונית (לדוגמה, פחות תהליכים של פירוק פוטוכימי וחמצון עקב חסר בקרינת שמש ישירה). המחקר אף הראה כי לקצב תחלופת האוויר השפעה רבה על ריכוז התרכובות האורגניות הנדיפות במעונות – במעונות שהיה בהם שימוש מוגבר באוורור טבעי (גם כאלה הממוקמים קרוב לכבישים) היה ריכוז התרכובות האורגניות הנדיפות נמוך יותר. עם זאת, חשוב לציין שמחקר זה התמקד רק בתרכובות אלה ולא במזהמים אחרים, כגון חומר חלקיקי (particulate matter – PM).

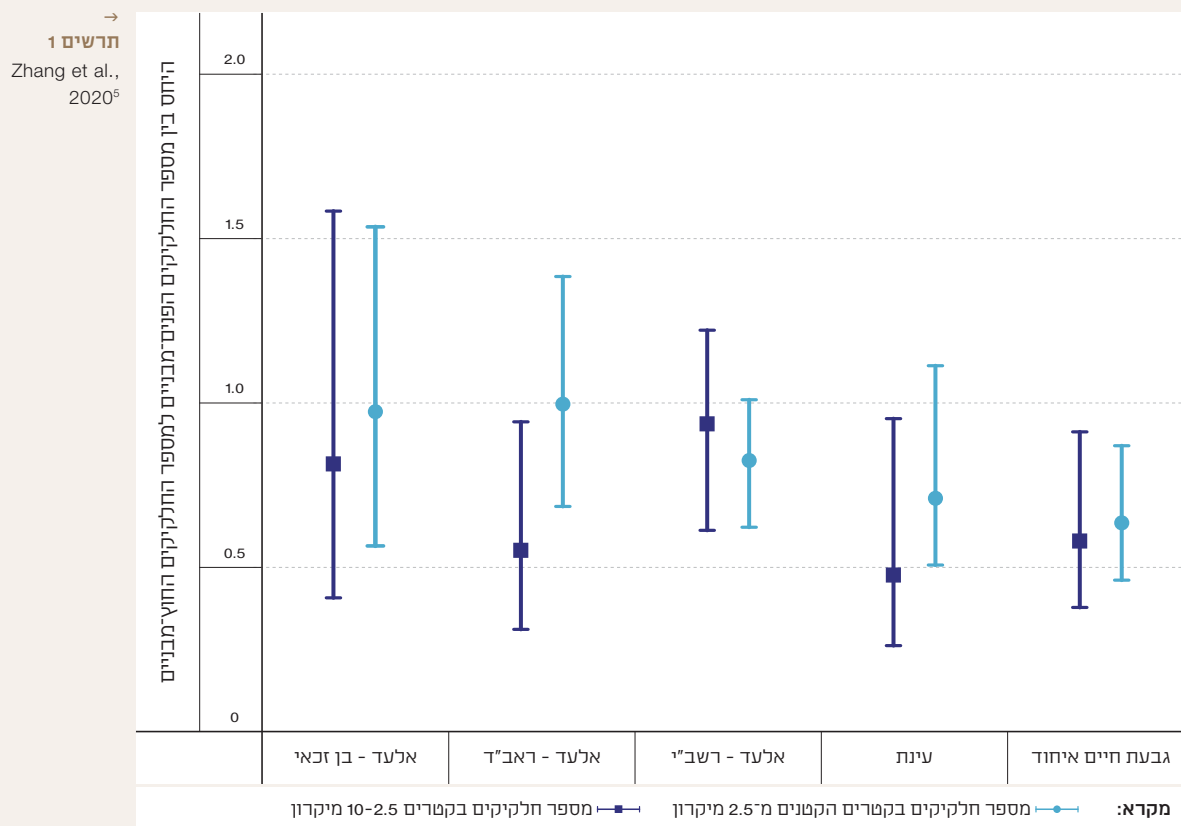
מקרא: ■ התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות

האתגר: ביצוע מחקרים על השפעות בריאותיות של איכות אוויר הפנים והקשר בין זיהום אוויר החוץ לאיכות אוויר הפנים

בקצרה: בוצעו כמה מחקרים בנושא.

בשנים האחרונות נעשו כמה מחקרים על יחסי הגומלין בין אוויר החוץ לאוויר הפנים ועל ההשפעות הבריאותיות של איכות אוויר הפנים. באחד המחקרים הללו בחנו חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים את הקשר בין ריכוזי חלקיקים בתוך מבנים ומחוצה להם ומצאו כי ריכוזי החלקיקים התוך-מבניים (הן בקטרים של פחות מ-2.5 מיקרון הן בקטרים שבין 2.5 ל-10 מיקרון) דומים לאלו החוץ-מבניים באותו האזור. תרשים 1 מציג את היחס בין מספר החלקיקים הפנים-מבניים למספר החלקיקים החוץ-מבניים ($IOR = in/out \text{ ratio}$). ככל שהיחס גבוה יותר, כך רבים יותר החלקיקים שחדרו אל תוך המבנה. היחס מוצג בשלושה מבנים ביישוב אלעד וכן בקיבוצים עינת וגבעת חיים איחוד.⁵

היחס בין מספר החלקיקים הפנים-מבניים למספר החלקיקים החוץ-מבניים של חומרים חלקיקיים בקטרים שונים בכמה אתרים בישראל



מחקרים נוספים בוחנים נושאים כגון עישון מחוץ לפאב והשפעתו על ריכוזי החומר החלקיקי בתוכו, פליטת תרכובות אורגניות נדיפות ממזרני פוליאוריתן בתנאי שינה שונים והשפעת החשיפה לזיהום אוויר (חוץ-מבני ותוך-מבני) במהלך ההיריון ובשנות החיים הראשונות על מחלות נשימתיות.

האתגר: גיבוש ופרסום המלצות לציבור על דרכים לצמצום החשיפה למזהמי אוויר הפנים

אתגר לשנים הבאות: שימוש בפרסומים לשם העלאת מודעות הציבור למזהמי אוויר הפנים.

בקצרה: משרד הבריאות פרסם שני מסמכים: (א) המלצות לציבור על דרכים לצמצם את החשיפה למזהמי פנים; (ב) המלצות לציבור על דרכים לצמצם רטיבות ועובש בתוך מבנים.

משרד הבריאות פרסם דף מידע על מזהמי אוויר הפנים, ובייחוד על סוגי הזיהום ומקורותיו, וכן שורה של המלצות לצמצום החשיפה למזהמים אלה, כגון הימנעות מעישון בתוך הבית, הימנעות משימוש בקמין עצים, הקפדה על אוורור, הימנעות מלחות וצמצום השהייה בחניונים תת־קרקעיים.⁶

המועצה הארצית לתכנון ולבנייה גיבשה בסוף שנת 2019 המלצה לשר האוצר על התקנת תקנות בנושא הגנה מפני רטיבות ("תקנות תכנון ובנייה, תכן הבנייה").⁷

האתגר: הקמת רשות ממשלתית מרכזית לטיפול באיכות אוויר הפנים

בקצרה: לא הושגה התקדמות בנושא זה.

עד כה לא הוקמה רשות ממשלתית מרכזית לטיפול באיכות אוויר הפנים, ולכן הטיפול בתחום זה אינו מתועדף ואינו מתוקצב. ראוי לבחון את הנעשה בעולם: בארצות הברית, למשל, פועלת ועדה פדרלית בנושא, וחברים בה נציגים מסוכנויות ומשרדים שונים: הסוכנות האמריקנית להגנת הסביבה (U.S. Environmental Protection Agency – EPA), מחלקת האנרגיה, המינהל לבטיחות מוצרי צריכה (Consumer Product Safety Commission – CPSC) ואחרים;⁸ בגרמניה הוקמה ועדה לאומית לקביעת ערכים של מזהמי אוויר תוך־מבניים (German Committee on Indoor Guide Values);⁹ בקוריאה הדרומית הממשלה מבצעת רגולציה הדוקה על מגוון רחב של מזהמי אוויר תוך־מבניים.¹⁰

האתגר: ביצוע מחקר בנושא אבק ביתי

בקצרה: לא הושגה התקדמות בנושא זה.

מחקרים על איכות אוויר הפנים בישראל

- חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH), מהאוניברסיטה העברית בירושלים ומאוניברסיטת בן־גוריון בנגב חוקרים קשרים בין חשיפה לזיהום אוויר חוץ־מבני ותוך־מבני במהלך ההיריון ובשנות החיים הראשונות ובין מחלות נשימתיות.
- חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון בדקו פליטות של 18 תרכובות אורגניות נדיפות משמונה סוגים של מזרני פוליאוריתן בתנאים סביבתיים שונים (טמפרטורה, לחות וריכוזים משתנים של פחמן דו־חמצני) ומצאו כי טמפרטורות גבוהות הן הגורם העיקרי לפליטה מוגברת של חומרים אורגניים נדיפים מהמזרנים.¹¹

- חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון עורכים מחקר על חשיפה לתרכובות אורגניות נדיפות במעונות יום באזור מפרץ חיפה ובוחנים את יחסי הגומלין בין איכות אוויר החוץ לאיכות אוויר הפנים.
- חוקרים ממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון בדקו אם עישון מחוץ לפאב משפיע על ריכוזי החומר החלקיקי בתוכו. החוקרים מדדו ריכוזי חלקיקים (particle number concentrations) באמצעות חיישנים ייעודיים על דלת הכניסה של פאב בחיפה, בתוך הפאב ומחוצה לו, באזור שהעישון מותר בו. החוקרים מצאו קשר בין עישון מחוץ לפאב לעלייה בריכוז החלקיקים בתוכו.¹²
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים חקרו את הקשר בין ריכוזי חלקיקים בתוך מבנים ומחוצה להם, הן בבתי ספר הן בבתי מגורים. החוקרים מצאו שריכוזי החומר החלקיקי התוך-מבני (הן בקטרים של פחות מ-2.5 מיקרומטר הן בקטרים שבין 2.5 ל-10 מיקרומטר) דומים לאלו החוץ-מבניים באותו האזור.⁵
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, מאוניברסיטת חיפה, מאוניברסיטת תל אביב, מהקריה הרפואית רמב"ם וממכבי שירותי בריאות בוחנים מסד נתוני עתק (big data) של הריונות ולידות באזור מפרץ חיפה מהשנים 1998–2017 (כ-750,000 לידות). המחקר נועד לבדוק את השפעות הסביבה (ובכלל זה זיהום אוויר חוץ-מבני ותוך-מבני) על התפתחות העובר באזור זה לעומת אזורים אחרים בישראל.¹³

אתגרים לשנים הבאות

למרות ההבנה המתגבשת בישראל בשנים האחרונות בכל הנוגע להשפעתו המזיקה של זיהום אוויר תוך-מבני על בריאות הציבור, לא חלה התקדמות של ממש בהתמודדות עם האתגרים שסומנו בדוח בריאות וסביבה 2017. בסיבות לכך היעדר רשות ממשלתית מרכזית או כוח משימה בין-משרדי משותף לטיפול בנושא והיעדר תמיכה במחקרים בתחום זה. חשוב ביותר לפעול לקידום מחקר החלוץ על זיהום אוויר תוך-מבני במוסדות חינוך, שכן ילדים הם אוכלוסייה רגישה למזהמי אוויר חוץ-מבניים ותוך-מבניים. נוסף על כך, חשוב להרחיב את המחקר, לאתר את המקורות של מזהמי האוויר התוך-מבניים במוסדות חינוך ולהעריך את השפעותיהם על בריאותם של השוהים במבנים. הערכה זו עשויה לתרום לעיצוב המדיניות בתחום זה בישראל ולסייע בהתוויית קווים מנחים לוועדות התכנון למיקומם הבטוח של מוסדות חינוך בהקשר של כבישים ראשיים ומקורות זיהום אחרים, כגון שדות חקלאיים או תעשייה.

אתגר מחקרי אחר נוגע להבנה טובה יותר של מזהמי אוויר תוך-מבניים בישראל: האם ישנם מקורות זיהום אוויר תוך-מבני הייחודיים לישראל? אילו מיקרו-סביבות תוך-מבניות מושפעות ממזהמי אוויר יותר מאחרות? כיצד תנאי האקלים (רוחות, לחות וטמפרטורות) בישראל משפיעים על פיזור המזהמים בתוך מבנים רבי קומות ועל יחסי הגומלין בין איכות האוויר החוץ-מבני לאיכות האוויר התוך-מבני?

תחום הבנייה הירוקה צובר תאוצה בארץ ובעולם, והוא עשוי לתרום לאיכות הסביבה, לחיסכון בחשמל, ובכך גם לבריאות הציבור. עם זאת, בתקנות הבנייה הירוקה אין קריטריונים נפרדים לזיהום אוויר תוך-מבני. יתרה מזו, העקרונות הקיימים בבנייה הירוקה עלולים להביא דווקא לפגיעה באיכות האוויר התוך-מבני (למשל, הדגש על איטום ושימור אנרגייה בא על חשבון אוורור חדרים), ועל כן חשוב לספק מענה הולם להיבטים חשובים אלה ולשלב בתקני הבנייה הירוקה קריטריונים הנוגעים במישרין לזיהום אוויר תוך-מבני. חשוב לציין כי במבנים שאין בהם מערכת אוורור מרכזית, התקינה המיועדת להבטיח רמת אוורור נאותה עוסקת בגודל הפתחים ובמיקומם (כדוגמת חלונות). ואולם עם התרחבות השימוש במזגנים דירתיים, תקינה זו עלולה שלא להשיג את מטרתה, ויש לייחד לה התייחסות מעודכנת.

מקורות

- (1) United States Environmental Protection Agency. Introduction to indoor air quality. <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality> (retrieved May 2020).
- (2) Krishnamoorthy, Y., Sarveswaran, G., Sivaranjini, K., Sakthivel, M., Majella, M. G., & Kumar, S. G. (2018). Association between indoor air pollution and cognitive impairment among adults in Rural Puducherry, South India. *Journal of Neurosciences in Rural Practice*, 9(4), 529–534. https://doi.org/10.4103/jnpr.jnpr_123_18
- (3) World Health Organization. Ambient air pollution: Health impacts. <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/> (retrieved May 2020).
- (4) המשרד להגנת הסביבה (2020). **הערכת מצב. יוני 2020.**
- (5) Zhang, S., Yuval, Broday, D. M., & Raz, R. (2020). Predictors of the indoor-to-outdoor ratio of particle number concentrations in Israel. *Atmosphere*, 11(10), 1074. <https://doi.org/10.3390/atmos11101074>
- (6) משרד הבריאות. איכות אוויר פנים-מבנית. https://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Environmental_contaminants/Pages/intern-structural.aspx (אוחזר באפריל 2020).
- (7) מינהל התכנון – המועצה הארצית לתכנון ולבניה, ישיבה מס' 635, מתאריך ה' כסלו התש"פ, 3.12.19. <https://mpro.co.il/wp-content/uploads/2019/12/pdf.10-תמא-עדכון-2020.pdf> (אוחזר במאי 2020).
- (8) United States Environmental Protection Agency. Federal interagency committee on indoor air quality. <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/federal-interagency-committee-indoor-air-quality> (retrieved April 2020).
- (9) Fromme, H., Debiak, M., Sagunski, H., Röhl, C., Kraft, M., & Kolossa-Gehring, M. (2019). The German approach to regulate indoor air contaminants. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(3), 347–354. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.12.012>
- (10) Yang, J., Seo, J. H., Jeong, N. N., & Sohn, J. R. (2019). Effects of legal regulation on indoor air quality in facilities for sensitive populations: A field study in Seoul, Korea. *Environmental Management*, 64(3), 344–352. <https://doi.org/10.1007/s00267-019-01195-2>
- (11) Kira, O., Bareket, M., Sabach, S., & Dubowski, Y. (2019). Volatile organic compound emissions from polyurethane mattresses under variable environmental conditions. *Environmental Science & Technology*, 53(15), 9171–9180. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01557>
- (12) Drahler, D. & Fishbain, B. (2019). Spatiotemporal distribution of air particulate pollution in a pub. *Environmental Epidemiology*, 3, 105. Abstract presented at the annual conference of the International Society for Environmental Epidemiology (ISEE), Utrecht, The Netherlands. <https://doi.org/10.1097/01.EE9.0000606852.85876.01>
- (13) Golan, R., Kloog, I., Almog, R., Gesser-Edelsburg, A., Negev, M., Jolles, M., ... Levine, H. (2018). Environmental exposures and fetal growth: The Haifa pregnancy cohort study. *BMC Public Health*, 18(1), 132. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5030-8>

עשן טבק סביבתי

חשיפה לעשן טבק סביבתי (המכונה גם עישון כפוי או עישון סביל) מעלה את הסיכון לסרטן ריאות. בקרב מבוגרים, חשיפה לעשן טבק סביבתי מעלה את הסיכון למחלת לב איסכמית ולאסתמה, וכן לירידה בתפקודי הריאות. חשיפה של ילדים ושל עוברים קשורה קשר סיבתי למגוון רחב של נזקים התפתחותיים ונשימתיים, בהם משקל לידה נמוך, תסמונת מוות בעריסה, זיהומים בדרכי הנשימה התחתונות, דלקות של האוזן התיכונה, גירוי בדרכי הנשימה העליונות, ירידה בתפקודי הריאות, אסתמה, וכן להשפעות לכל החיים על הלב וכלי הדם, סוכרת מסוג 2 והשמנת יתר.¹

יש ראיות התומכות בכך שהחשיפה לעשן טבק סביבתי עשויה להגביר את הסיכון לסרטן השד, לסרטן חלל האף והסינוסים ולסרטן האף והלוע אצל מבוגרים, וכן את הסיכון ללוקמיה, ללימפומה ולגידולים במוח אצל ילדים.²

העישון בישראל אסור ברוב המקומות הציבוריים הסגורים, לרבות בתי חולים, בתי ספר והשטחים הגובלים בהם, רכבות ואוטובוסים, מסעדות, פאבים, בתי תפילה, בנייני הממשלה, וכן בחלק מהשטחים הציבוריים הפתוחים, כגון מגרשי משחקים, גני חיות, בריכות שחייה, רציפי תחנות רכבת, אצטדיוני ספורט ו-75% מהשטחים החיצוניים בפאבים, במסעדות ובאולמות אירועים. עדיין מותר לעשן באזורים מוגדרים בפאבים, במסעדות ובאולמות אירועים, וכן בחדרי עישון מיוחדים בכנסת ישראל. האיסור על עישון במקומות ציבוריים חל גם על מוצרי עישון חדשים, כגון סיגריות אלקטרוניות וטבק לחימום ללא בעירה.

למרות החקיקה הנרחבת למניעת החשיפה של האוכלוסייה הלא-מעשנת לעשן טבק סביבתי, מסקרים ומחקרים עולה כי יותר מ-50% מהאוכלוסייה בישראל (ובכלל זה לא-מעשנים וילדים) חשופים לעשן טבק סביבתי.³

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של עשן טבק סביבתי. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: תיקוף שיטות למדידת ריכוזי קוטינין בדגימות דם, שתן ורוק	
בקצרה: במעבדת בריאות הציבור של משרד הבריאות תוקפה שיטה למדידת ריכוזי קוטינין בדגימות שתן, והיא מוטמעת במחקרי ניטור ביולוגי.	אתגר לשנים הבאות: המשך השימוש בשיטה.

בשנים 2018–2019 יישמו אנשי מעבדת בריאות הציבור של משרד הבריאות שיטה אנליטית למדידת ריכוזי קוטינין בדגימות שתן. השיטה עברה תיקוף ברמה בין-לאומית והחלו להשתמש בה במחקרי ניטור ביולוגי בישראל.

האתגר: מדידת ריכוזי קוטינין בדגימות שתן בקרב ילדים	
בקצרה: הושגה התקדמות משמעותית במדידת ריכוזי קוטינין בדגימות שתן של ילדים.	אתגר לשנים הבאות: המשך מעקב במסגרת התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי.

במסגרת סקר רב מב"ת נאספו בשנים 2015–2016 דגימות שתן מ-103 ילדים יהודים וערבים בני 6–11, ונמדדו בהן ריכוזי קוטינין שיש בהם כדי להצביע על חשיפה לעשן טבק סביבתי ב-24 השעות שקדמו למדידה.^{4,5} בקרב 59% מהילדים נמצא קוטינין בשתן, מה שמעיד על חשיפה סביבתית לעשן טבק, וזאת בניגוד לדיווח ההורי שלפיו פחות מ-40% מהילדים נחשפו לעשן טבק סביבתי. מכלל הילדים שנבדקו, ריכוזי הקוטינין אצל ילדים שנחשפו לעשן טבק סביבתי בבית היו גבוהים מהריכוזים אצל ילדים שלא נחשפו לו בבית. כמו כן, ריכוזי הקוטינין היו גבוהים יותר בקרב ילדים במעמד חברתי-כלכלי נמוך (הן במגזר היהודי הן במגזר הערבי).

השוואה בין-לאומית של ריכוזי הקוטינין הממוצעים הצביעה על כך שריכוזי הקוטינין הממוצע שנמדד בקרב ילדים בישראל גבוה מריכוזי הקוטינין הממוצעים שנמדדו בקרב ילדים בקנדה, בגרמניה, באנגליה ובקפריסין (תרשים 1).⁵

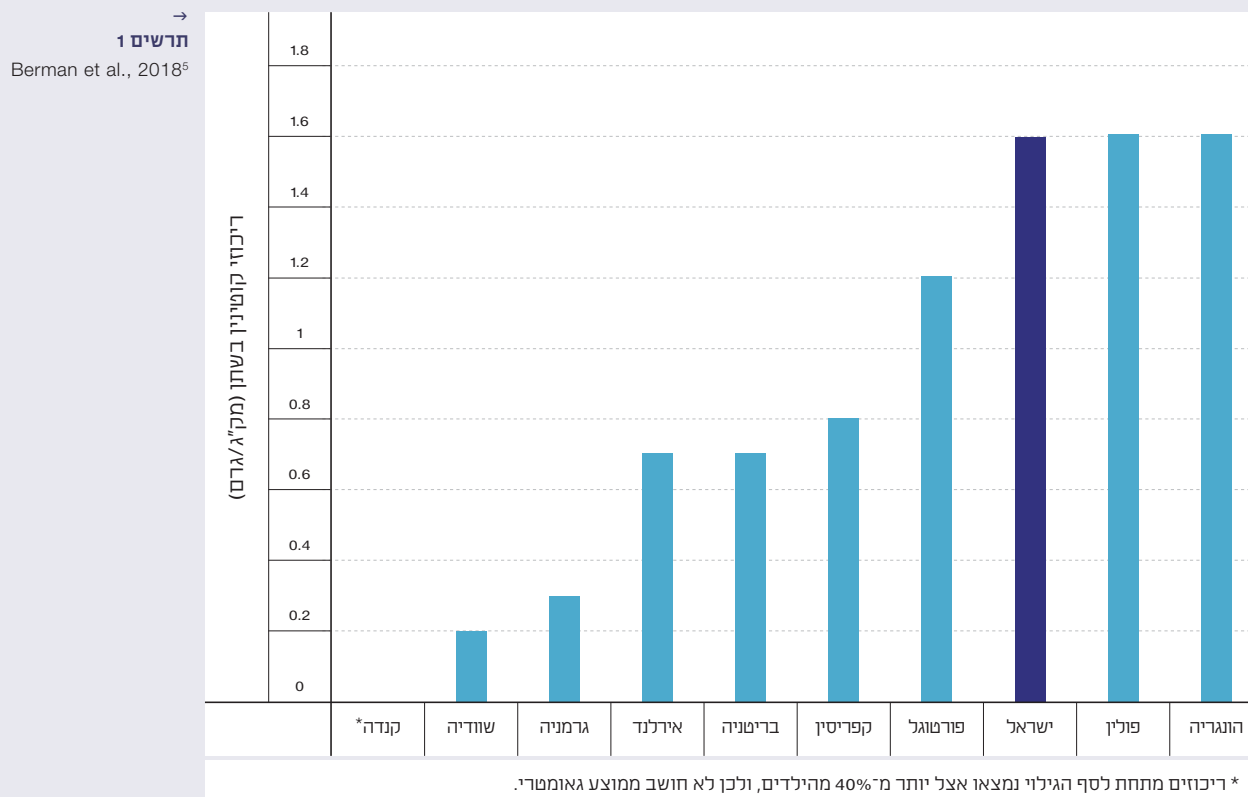
נתונים שפורסמו לאחרונה מסקר רב מב"ת 2015–2016 בקרב יותר מ-1,500 ילדים מראים כי על פי דיווח ההורים 8.2% מהילדים בני 2–11 שנים חשופים לעישון כפוי במידה רבה או רבה מאוד (3.9% מהיהודים ו-22.1% מהערבים), 22.3% חשופים לעישון כפוי במידה מועטה (20.2% מהיהודים ו-29.4% מהערבים) ו-69.4% אינם חשופים כלל (76% מהיהודים ו-48.5% מהערבים).⁶ ייתכן שהבדלים אלו במידת החשיפה לעשן טבק סביבתי בקרב ילדים יהודים וערבים לא השתקפו במדידות ריכוזי הקוטינין בשתן בשל המדגם הקטן ששימש למחקר.

באותו הסקר נמדדו ריכוזי קוטינין ב-200 דגימות שתן של מבוגרים.^{3,7} מחקר שבחן חשיפה לעשן טבק סביבתי התבסס על נתוני הסקר והתמקד בתת-אוכלוסייה של 133 מבוגרים שאינם מעשנים. בקרב כ-60% מהמבוגרים הלא-מעשנים נמצא קוטינין בשתן, מה שמעיד על חשיפה לעשן טבק סביבתי. בהשוואה למחקר דומה שבוצע בישראל בשנת 2011, לא נמצאה ירידה בהיקף או ברמה של החשיפה לעשן טבק סביבתי בקרב לא-מעשנים.

מקרא:	התקדמות משמעותית	התקדמות מסוימת	התקדמות מעטה או ללא התקדמות
--------------	------------------	----------------	-----------------------------

ריכוזי הקוטינין הממוצעים בקרב מבוגרים לא-מעשנים בישראל היו גבוהים באוכלוסייה הערבית מאוכלוסייה היהודית. יתר על כן, שיעור הלא-מעשנים הערבים שדיווחו כי נחשפו לעשן טבק סביבתי בבית היה גבוה משיעור הלא-מעשנים היהודים שדיווחו על חשיפה כזאת.

ממוצעים גאומטריים של ריכוזי קוטינין בדגימות שתן בקרב ילדים בישראל בהשוואה לריכוזם בקרב ילדים במדינות נבחרות



האתגר: מדידת ריכוזי קוטינין בדגימות שתן בקרב נשים הרות

אתגר לשנים הבאות: המשך ניטור של ריכוזי קוטינין בקרב נשים הרות ויילודים מאוכלוסיות שונות בישראל.

בקצרה: במסגרת מחקר במרכז הרפואי הדסה נמדדו ריכוזי קוטינין בקרב נשים הרות ובקרב יילודים.

במחקר שנערך בבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית בירושלים והדסה ע"ש בראון בשיתוף חוקרים ממשרד הבריאות נמדדו ריכוזי קוטינין בדגימות שתן שנאספו מ-265 נשים הרות שאינן מעשנות ומ-97 יילודים. בקרב כ-40% מהנשים וכ-29% מהיילודים נמצא קוטינין בשתן. לא נמצא קשר בין ריכוזי הקוטינין שנמדדו בנשים לריכוזים שנמדדו ביילודים (יש לציין כי דגימות השתן נאספו מהנשים במהלך ההיריון ומהיילודים – מעט לאחר הלידה). ריכוזי קוטינין גבוהים יותר נמצאו בקרב נשים אשר בן זוגן מעשן. נמצא יחס הפוך בין ריכוזי הקוטינין ביילודים ובין משקל גופם והיקף ראשם, דהיינו – יילודים שנחשפו לעשן טבק סביבתי נולדו עם היקף ראש קטן יותר ומשקל גוף נמוך יותר בהשוואה ליילודים שלא נחשפו לעשן טבק סביבתי.⁸

האתגר: אכיפת האיסור על העישון בבתי הספר

אתגר לשנים הבאות: איסוף נתונים על העישון בבתי ספר לשם קביעת מידת הצורך באכיפה.

בקצרה: חקיקה משנת 2016 אוסרת על העישון בבתי הספר, החלה אכיפה אך נדרשת הרחבתה.

לפי תיקון החוק למניעת העישון שנכנס לתוקף ב־2016, העישון אסור לחלוטין בכל שטח מוסד חינוך, הן במבנה הן בחצר. העישון נאסר גם בטווח של עשרה מטרים מהכניסה לבית הספר. חוזר מנכ"ל משרד החינוך, העוסק בהטמעת החוק ובמדיניות האכיפה כלפי התלמידים ואנשי הצוות במערכת החינוך, הופץ באפריל 2018. ב־360 בתי ספר יסודיים החלה בקרה של משרד החינוך שכללה התייחסות לאכיפת החוק, וכן עודכנו ופותחו תוכניות לימודים בנושא מניעת עישון בהתאמה לבני הגילים השונים – יסודי, חטיבה ותיכון.

האתגר: איסוף ופרסום של נתונים לאומיים על שכיחות אסתמה בקרב ילדים ועל שימוש בתרופות לאסתמה

אתגר לשנים הבאות: המשך מעקב אחר שכיחות אסתמה ושיעורי האשפוז בשל אסתמה בקרב ילדים, ומעקב אחר שכיחות השימוש בתרופות לאסתמה וביקורים אצל רופא.

בקצרה: פורסמו נתונים על מגמות אשפוז בשל אסתמה בין השנים 1996-2015. נמצאה ירידה בשיעורי האשפוז של ילדים בשל אסתמה.

מחקר שערך משרד הבריאות בדק שיעורי אשפוז של ילדים (בני 0-14) עקב אסתמה בשנים 1996-2015 ובחלוקה לפות. מהמחקר עלה כי בשיעורי האשפוז בעקבות אסתמה ניכרת מגמת ירידה מובהקת לאורך השנים.⁹ מחקר משותף של משרד הבריאות ושירותי בריאות כללית בודק מגמות בשיעורי היארעות והימצאות של אסתמה בקרב ילדים בני 2-18 בשנים 1998-2015.

האתגר: אכיפת החוק למניעת העישון במקומות ציבוריים

אתגר לשנים הבאות: הגברת האכיפה של איסור העישון במקומות ציבוריים ברמת השלטון המקומי.

בקצרה: היעדר אכיפה מספקת של איסור העישון ברמת השלטון המקומי.

בשנת 2018 אושרו תקנות המרחיבות את האיסור על עישון במקומות ציבוריים לשטחים פתוחים שמתקיימת בהם התקהלות של יותר מ־50 אנשים, לגני משחקים, לגני חיות ולחניונים. האיסור על עישון במקומות ציבוריים הורחב גם לסיגריות אלקטרוניות. למרות הרחבת התקנות האוסרות על עישון ויוזמות שונות, הן בשלטון המקומי הן בצה"ל, האכיפה ברמת השלטון המקומי אינה מספקת, והיא נתקלת במכשולים שונים.

באותה שנה (2018) נתנו פקחי הרשויות המקומיות יותר מ־6,000 קנסות על הפרת החוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון, רובם על עישון במסעדות ובבתי חולים (תרשים 2).¹⁰ בערים רבות (אילת, חיפה, טורעאן, כפר סבא, מבשרת ציון, מעלה אדומים, נס ציונה, עכו, עפולה ורמלה) פקחי הרשות המקומית הוכשרו לאכוף את החוק, אך מעטים מהם אוכפים אותו בפועל.

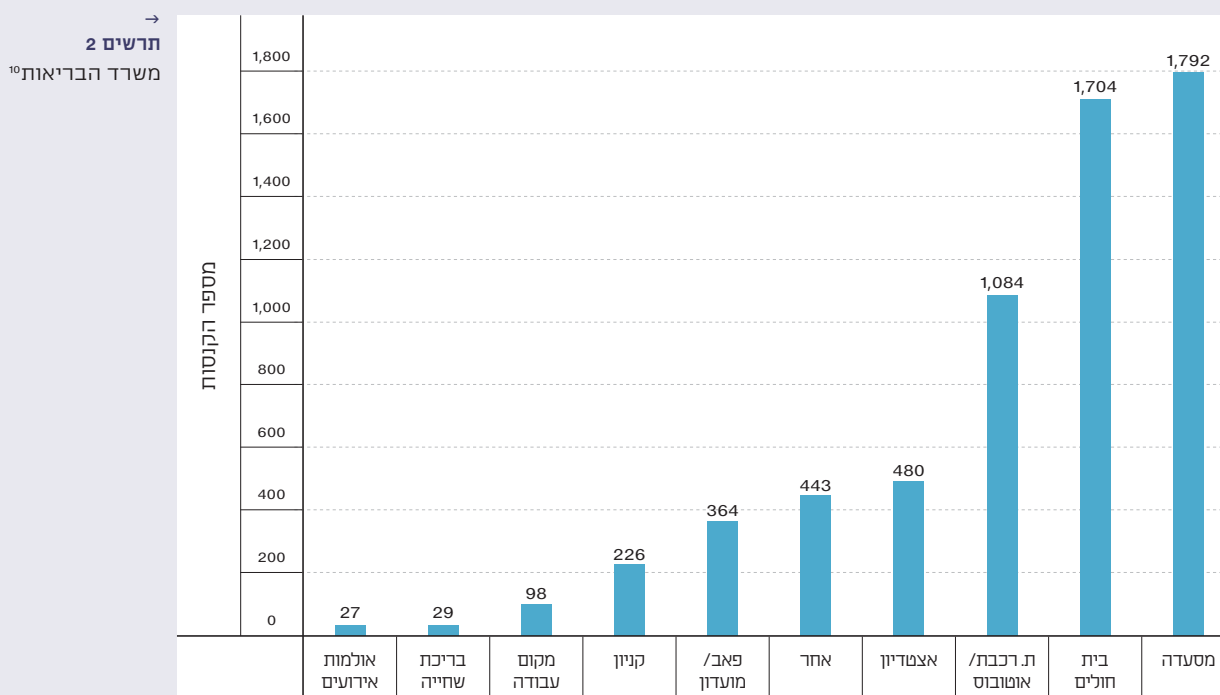
נכון ל־2019, שבע רשויות (הרצליה, קריית גת, אשדוד, אילת, רמלה, כפר סבא ומעלה אדומים) הצטרפו ליוזמה "עיר נקייה מעישון", יוזמה שבמסגרתה עיר קובעת מדיניות לשמירה על סביבות נקיות מעישון

ומיישמת אותה. קיימות יוזמות להגברת האכיפה, כגון מיזם מחו"ש (מקדמים חדשנות ושותפות), שמעורבים בו אנשי השלטון המקומי, השלטון המרכזי וכן הציבור. המיזם הציב לו למטרה לנתח דפוסי חשיפה לעשן טבק סביבתי, לזהות חסמים באכיפה וחולשות בחקיקה, ולקדם יחד את צמצום החשיפה.

בצה"ל מופעלת, החל משנת 2017, תוכנית התערבות שמטרתה לצמצם את העישון בצבא ואת החשיפה לעשן טבק סביבתי. התוכנית כוללת שינויים במדיניות הצבא ובתקנותיו וכן פעולות להעלאת המודעות לנזקי העישון ולקידום הגמילה מעישון. במסגרת התוכנית הוחל איסור הדרגתי של מכירת מוצרי עישון בבסיסי צה"ל; האיסור הוחל בבסיסים פתוחים, ובהדרגה הוא מורחב לבסיסים נוספים ברחבי הארץ.

מספר הקנסות על הפרת החוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון

לפי המקום הציבורי שבו הופר החוק, 2018



מחקרים על חשיפה לעשן טבק סביבתי בישראל

- ♦ חוקרים מאוניברסיטת תל אביב בחנו תפיסות של הורים בנוגע לחשיפת ילדיהם לעשן טבק סביבתי. הם מצאו שמודעות הורים לחשיפת ילדיהם לעשן טבק סביבתי מבוססת על תפיסה חושית בהקשר של הסביבה הפיזית (בין שמדובר בהרחה ובין שבשאיפה).¹¹ אותה קבוצת חוקרים בחנה תוכנית התערבות הכוללת בדיקת ניקוטין בשיער של ילדים, כדי להפחית חשיפת ילדים לעשן טבק סביבתי.^{12,13}
- ♦ חוקרים מאוניברסיטת תל אביב בחנו ידע של ישראלים (מעשנים ולא-מעשנים) על סיגריות ומצאו חוסרים בידע על נזק בריאותי עקב חשיפה לעשן טבק סביבתי. למשל, 20% מהמשתתפים במחקר לא ידעו שחשיפה לעשן טבק סביבתי גורמת לסרטן ריאות.¹⁴

- חוקרים ממשרד הבריאות ומהמרכז הלאומי לבקרת מחלות ניתחו את ריכוזי הקוטנין בדגימות שתן שנאספו מ-103 ילדים ומ-200 מבוגרים (לא מותאמים) שהשתתפו בסקר רב מב"ת 2015–2016. בקרב 59% מהילדים וכ-60% מהמבוגרים הלא-מעשנים נמצא קוטנין בדגימות השתן.^{7,4}
- במחקר משותף של חוקרים מבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית בירושלים והדסה ע"ש בראון ושל חוקרים ממשרד הבריאות נותחו ריכוזי קוטנין בדגימות שתן שנאספו מ-265 נשים הרות שאינן מעשנות ומ-97 ילודים. בקרב כ-40% מהנשים וכ-29% מהילודים נמצא קוטנין בשתן.⁸
- חוקרים מאוניברסיטת חיפה מצאו שבקרב נשים ערביות חשיפה לעשן טבק סביבתי קשורה לעלייה בסיכון לחלות בסרטן שד.¹⁵
- חוקרים ממכון ויצמן למדע, בשיתוף עם חוקרים מארצות הברית ומיפן, חקרו בעכברים מנגנונים תאיים שמסייעים להגנה מפני חשיפה לעשן סיגריות. החוקרים הראו כי מולקולות מסוימות מאפשרות לתאים שנחשפו לעשן סיגריות להימנע ממוות תאי על ידי השראת תהליכי אוטופגיה (דגרדציה מתוכננת של רכיבים תאיים אשר אינם חיוניים לתא).¹⁶
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב ומבית החולים מאונט-סיני בניו יורק מצאו כי חשיפה לעשן טבק סביבתי משפיעה על תחלואה בטרשת העורקים והראו קשרים סיבתיים בין חשיפה זו למחלות לב כליליות.¹⁷

אתגרים לשנים הבאות

מדינות שונות בעולם אימצו צעדי מדיניות חדשים כדי להגביל עוד את העישון ולצמצם חשיפת לא-מעשנים לעשן טבק סביבתי:

- נאסר עישון במכוניות שבהן נמצאים ילדים (ניו זילנד [משנת 2020], פורטוריקו וכמה מדינות בארצות הברית: ארקנסו, לואיזיאנה, קליפורניה, יוטה, אורגון וורמונט).
- בארצות הברית נאסר עישון בבניינים משותפים בדיוור הציבורי (משנת 2018), ובכמה מחוזות של קליפורניה נאסר בהדרגה עישון באזורים משותפים של בניינים משותפים (משנת 2006 ואילך).
- באירלנד, בסקוטלנד, באנגליה ובכמה מדינות בארצות הברית (ניו יורק, מישגן, מינסוטה) נאסר כליל עישון במסעדות ובפאבים (2004–2009).

ראוי לבחון אימוץ של הגבלות דומות בישראל, ולבחון מחדש החרגות בתקנות למניעת עישון במקומות ציבוריים, למשל בחדרי עישון.

חקיקה חדשה של משרד הבריאות בתחום העישון, מדצמבר 2018, כוללת הגבלות על פרסום מוצרי טבק, דרישה לחפיסות אחידות ללא פרסום, וכן הרחבת האיסור על עישון במקומות ציבוריים.¹⁸ החקיקה מחילה את כלל ההגבלות והדרישות שיש על מוצרי טבק גם על סיגריות אלקטרוניות ומגבילה את תכולת הניקוטין שבהן. חשוב לבחון לאורך זמן את השפעות החקיקה החדשה על עישון טבק, על עישון סיגריות אלקטרוניות ועל חשיפה לעשן טבק סביבתי בציבור הלא-מעשנים. כמו כן חשוב לעדכן את התוכנית הלאומית לצמצום העישון ונזקיו משנת 2011, ולכלול התייחסות לנושא של עשן טבק סביבתי מסיגריות רגילות, מסיגריות אלקטרוניות ומטבק לחימום ללא בעירה. שיעור בני הנוער המשתמשים בסיגריות אלקטרוניות הולך וגדל בישראל (26% מכלל המעשנים בשנת 2019), ועל כן חשוב לאכוף את ההגבלה על תכולת הניקוטין בנוזלי הסיגריה האלקטרונית כדי למנוע התמכרות מוקדמת לניקוטין.

כדי להגביר את האכיפה של איסור העישון במקומות ציבוריים, ראוי לבחון הקמת יחידה ייעודית במשרד הבריאות ופיתוח כלים חדשניים לדיווח על עישון במקומות אלה. להגברת מעורבותן של רשויות מקומיות בפקוח על העישון במקומות ציבוריים חשיבות מכרעת.

נוסף על הגברת האכיפה והעלאת המודעות באוכלוסייה הכללית לנזקי העישון והחשיפה לעשן טבק סביבתי, ראוי למקד את ההתערבות באוכלוסיות בסיכון גבוה, כגון האוכלוסייה הערבית בישראל, אוכלוסיות ממעמד חברתי-כלכלי נמוך, נשים הרות, וכן אנשים עם תחלואה נפשית בקהילה (הוסטלים).

מקורות

- (1) Centers for Disease Control and Prevention (updated 2020). Health effects of secondhand smoke. https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/fact_sheets/secondhand_smoke/health_effects/ (retrieved May 2020).
- (2) National Cancer Institute (updated 2018). Secondhand smoke and cancer. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/tobacco/second-hand-smoke-fact-sheet> (retrieved May 2020).
- (3) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Mery, N., Keinan-Boker, L., Shimony, T., Goldsmith, R., ... Rosen, L. (2018). Exposure to environmental tobacco smoke in non-smoking adults in Israel: Results of the second Israel biomonitoring survey. *Israel Journal of Health Policy Research*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13584-018-0229-9>
- (4) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות ושירותי בריאות הציבור (2018). **חשיפת ילדים לעשן טבק סביבתי 2015-2016**. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/Exposing_children_environmental_tobacco_smoke_2015_2016.pdf (אוחזר במרץ 2020).
- (5) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Axelrod, R., Keinan-Boker, L., Shimony, T., Goldsmith, R., ... Rosen, L. (2018). Socioeconomic inequalities in exposure to environmental tobacco smoke in children in Israel. *Environment International*, 121(1), 643–648. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.034>
- (6) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות (2019). **סקר רב מב"ת לילד: סקר לאומי ראשון בנושא מצב הבריאות והתזונה בבני 2-11 שנים, 2015-2016, פרסום מספר 391**. https://www.health.gov.il/publicationsfiles/mabat_kids2_11_2015-2016_full.pdf (אוחזר במאי 2020).
- (7) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות ושירותי בריאות הציבור (2018). **חשיפת מבוגרים לא מעשנים לעישון סביבתי 2015-2016**. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/cotinine2015_2016.pdf (אוחזר במרץ 2020).

- (8) Ein-Mor, E., Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Göen, T., Ergaz-Shaltiel, Z., Natsheh, J., ... Calderon-Margalit, R. (2019). Newborn infant urinary cotinine and birth outcomes in the Jerusalem Environment Mother and Child Cohort Study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(7), 1054–1058. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.07.006>
- (9) משרד הבריאות (2018). **הבדלים אזוריים בשיעורי אשפוזים עקב אסטמה בילדים ומגמות בין השנים 1996–2015**. <https://www.health.gov.il/NewsAndEvents/SpokemanMesseges/Documents/13122018.pdf> (אוחזר במרץ 2020).
- (10) משרד הבריאות (2020). **דו"ח שר הבריאות על העישון בישראל 2019**. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/smoking_2019.pdf (אוחזר בנובמבר 2020).
- (11) Rosen, L. J., Lev, E., Guttman, N., Tillinger, E., Rosenblat, S., Zucker, D. M., & Myers, V. (2018). Parental perceptions and misconceptions of child tobacco smoke exposure. *Nicotine & Tobacco Research*, 20(11), 1369–1377. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntx169>
- (12) Myers, V., Shiloh, S., & Rosen, L. (2018). Parental perceptions of children's exposure to tobacco smoke: Development and validation of a new measure. *BMC Public Health*, 18(1), 1031. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5928-1>
- (13) Rosen, L., Guttman, N., Myers, V., Brown, N., Ram, A., Hovell, M., ... Zucker, D. (2018). Protecting young children from tobacco smoke exposure: A pilot study of Project Zero Exposure. *Pediatrics*, 141(1), 107–117. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1026N>
- (14) Rosen, L. J., Rier, D. A., Schwartz, R., Talitman, M., & Zwanziger, L. (2019). Knowledge and risk perceptions of Israelis towards combustible cigarettes: The need for immediate remedial action. *Israel Journal of Health Policy Research*, 8(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s13584-018-0276-2>
- (15) Regev-Avraham, Z., Baron-Epel, O., Hammond, S. K., & Keinan-Boker, L. (2018). Passive smoking, NAT2 polymorphism, and breast cancer risk in Israeli Arab women: A case–control study. *Breast Cancer*, 25, 176–184. <https://doi.org/10.1007/s12282-017-0809-5>
- (16) Mizumura, K., Justice, M. J., Schweitzer, K. S., Krishnan, S., Bronova, I., Berdyshev, E. V., ... Petrache, I. (2018). Sphingolipid regulation of lung epithelial cell mitophagy and necroptosis during cigarette smoke exposure. *The FASEB Journal*, 32(4), 1880–1890. <https://doi.org/10.1096/fj.201700571R>
- (17) Yankelevitz, D. F., Cham, M. D., Hecht, H., Yip, R., Shemesh, J., Narula, J., & Henschke, C. I. (2017). The association of secondhand tobacco smoke and CT angiography-verified coronary atherosclerosis. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 10(6), 652–659. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2016.07.003>
- (18) Rosen, L., Kislev, S., Bar-Zeev, Y., & Levine, H. (2020). Historic tobacco legislation in Israel: A moment to celebrate. *Israel Journal of Health Policy Research*, 9(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s13584-020-00384-3>

גורמים כימיים במי השתייה

לחשיפה למזהמים כימיים במי שתייה עלולות להיות השפעות בריאותיות שליליות בבני אדם. לדוגמה, חשיפה לתוצרי לוואי של חומרי חיטוי מסוג טריהלומתנים קשורה לעלייה בסיכון לסרטן שלפוחית השתן, וחשיפה לעופרת במי שתייה קשורה לפגיעה בהתפתחות הקוגניטיבית.

מי שתייה מכילים, בין היתר, מינרלים חיוניים המשמשים יסודות קורט (מיקרונוטריאנטים) בתזונת האדם ובשרשרת המזון. מים מותפלים הם מים דלי מינרלים, בעקבות הרחקת המינרלים בתהליך ההתפלה. לצריכת מי שתייה שבהם ריכוזים נמוכים מדי של מינרלים מסוימים, כדוגמת סידן, מגנזיום, יוד ופלוואריד, עלולות להיות השפעות בריאותיות שליליות. לדוגמה, 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 נירולוגיות מסוימות, ללידות מוקדמות ולמשקל לידה נמוך, ולסוגים מסוימים של סרטן.¹ סוגיה זו רלוונטית במיוחד בישראל בשל השימוש ההולך וגובר במים מותפלים דלי מינרלים במערכות מי השתייה במרבית האזורים.

האיכות הכימית של מי השתייה בישראל מוסדרת בתקנות שפורסמו לראשונה בשנת 1974 ועודכנו בשנת 2013. התקנות כוללות ריכוזים מרביים מותרים עבור יותר מ-90 מזהמים כימיים, ובהם מתכות, חומרי הדברה, רדיונוקלידים ומזהמים אורגניים ממקור תעשייתי. על פי התקנות, ספקי מים נדרשים לבצע בדיקות תקופתיות לאיתור מזהמים אלה במקורות המים (ובכלל זה מים עיליים, מי תהום ומים מותפלים) ולדווח על כך למשרד הבריאות. בתקנות יש דרישה להוסיף סידן למים מותפלים, אך נכון להיום אין דרישה להוסיף להם מגנזיום או יוד, והדרישה להוספת פלוואריד אינה מיושמת. על פי התקנות, יש לנטר במערכות אספקת המים מתכות (ברזל, נחושת ועופרת), חומרי חיטוי (כגון כלור) ותוצרי לוואי של חומרי חיטוי שעלולים להיווצר במים המסופקים לאחר פעולת החיטוי (סך טריהלומתנים, כלורית וכלורט).

ידוע שמערכת אספקת מי השתייה עלולה לפגוע באיכות המים המסופקים לברז הצרכן גם אם מקור המים נקי מזהום. למשל, זליגת מתכות כבדות מהצנרת עלולה לפגוע באיכות מי השתייה בברז הצרכן. על כן, לפי התקנות, כל המוצרים הבאים במגע עם מי השתייה (צינורות, ברזים, אביזרים ומערכות ביתיות של מי שתייה) חייבים לעמוד בדרישות התקן הישראלי 5452, הכוללות מגבלות על זליגה של מתכות כבדות ותכולת עופרת.

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

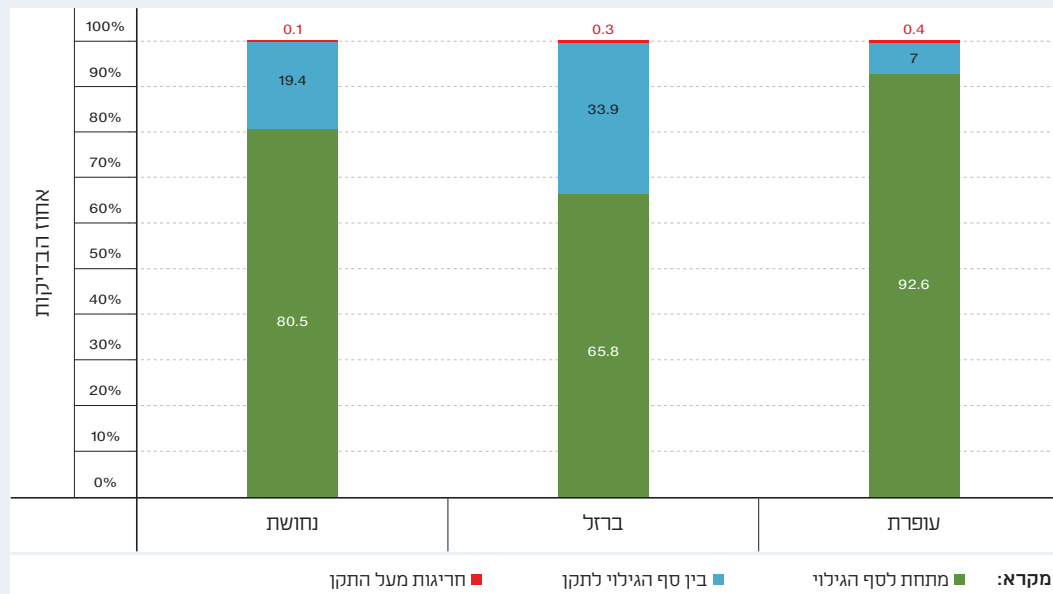
בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של גורמים כימיים במי השתייה. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: ביצוע סקר עדכני לכימות ריכוזי עופרת במי ברז בבתי מגורים ובמוסדות, לרבות בתי ספר

בקצרה: בשנת 2018 ביצע משרד הבריאות סקר לכימות ריכוזי מתכות כבדות (כולל עופרת) ביותר מ-1,300 דגימות מי ברז במוסדות חינוך.

במהלך 2018 יזם משרד הבריאות סקר לכימות ריכוזי מתכות כבדות במי ברז במוסדות חינוך ברחבי הארץ. בסקר נבדקו 1,379 דגימות מי ברז במוסדות חינוך ברחבי הארץ – בערים גדולות וביישובים קטנים, במרכז ובפריפריה. דגימות מי הברז נבדקו למתכות כבדות: עופרת, ברזל ונחושת. בסקר נמצא ש-99.6% מהדגימות היו תקינות מבחינת ריכוזי העופרת, 99.7% מהדגימות היו תקינות מבחינת ריכוזי הברזל, ו-99.9% מהדגימות היו תקינות מבחינת ריכוזי הנחושת (תרשים 1).²

התפלגות ריכוזי מתכות במי ברז במוסדות חינוך ברחבי הארץ ביחס לריכוז המרבי המותר בתקנות



← תרשים 1
משרד הבריאות²

במקרים המעטים שבהם נמצאו חריגות נערכה חקירה, נדרש תיקון הליקויים ובוצע דיגום חוזר עד לקבלת תוצאות תקינות. במים המכילים מי תהום ומים מותפלים לא נמצאו ריכוזי עופרת גבוהים מהריכוזים שנמצאו במי תהום בלבד.³ מהשוואה של תוצאות ריכוזי העופרת בסקר זה לתוצאות סקרים שנערכו במדינות מערביות עולה כי ריכוזי העופרת במי השתייה במוסדות החינוך בישראל נמוך מזה שנמצא במדינות אחרות. אף שלא מתוכננים סקרים לבחינת ריכוזי עופרת במי ברז, הרשויות מחויבות למדידה סדירה של ריכוזי עופרת ומתכות כבדות אחרות במערכת אספקת מי השתייה. תוצאות המדידות מפורסמות לציבור באופן מקוון.

מקרא: ■ התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות

האתגר: פיתוח דרישות להגבלת תכולת עופרת בחומרים הבאים במגע עם מי שתייה

אתגר לשנים הבאות: אכיפה של תקן ישראלי 5452 והעלאת המודעות בקרב ספקי מים, קבלנים והציבור לרכישה והתקנה של מוצרים העומדים בתקן.	בקצרה: תקן ישראלי 5452 עודכן, והוא כולל דרישה שתכולת העופרת לא תעלה על 0.25% במוצרי מתכת ופלסטיק הבאים במגע עם מי שתייה.
---	--

בעקבות עבודה משותפת של משרד הבריאות ומשרד הכלכלה והתעשייה עודכן תקן ישראלי 5452 למוצרי מתכת ופלסטיק הבאים במגע עם מי שתייה, והוספו בו דרישות להגביל בהם את תכולת העופרת כך שלא תעלה על 0.25% מתכולת המוצר. דרישה זו אומצה בהשפעת החוק האמריקני להפחתת עופרת במי שתייה (Reduction of Lead in Drinking Water Act, 2011). הדרישה הנוגעת למוצרי פלסטיק נכנסה לתוקף במרץ 2018, והדרישה הנוגעת למוצרי מתכת נכנסה לתוקף במרץ 2020.

האתגר: ביצוע מחקר על השפעות בריאותיות של צריכת מים מותפלים דלי מינרלים

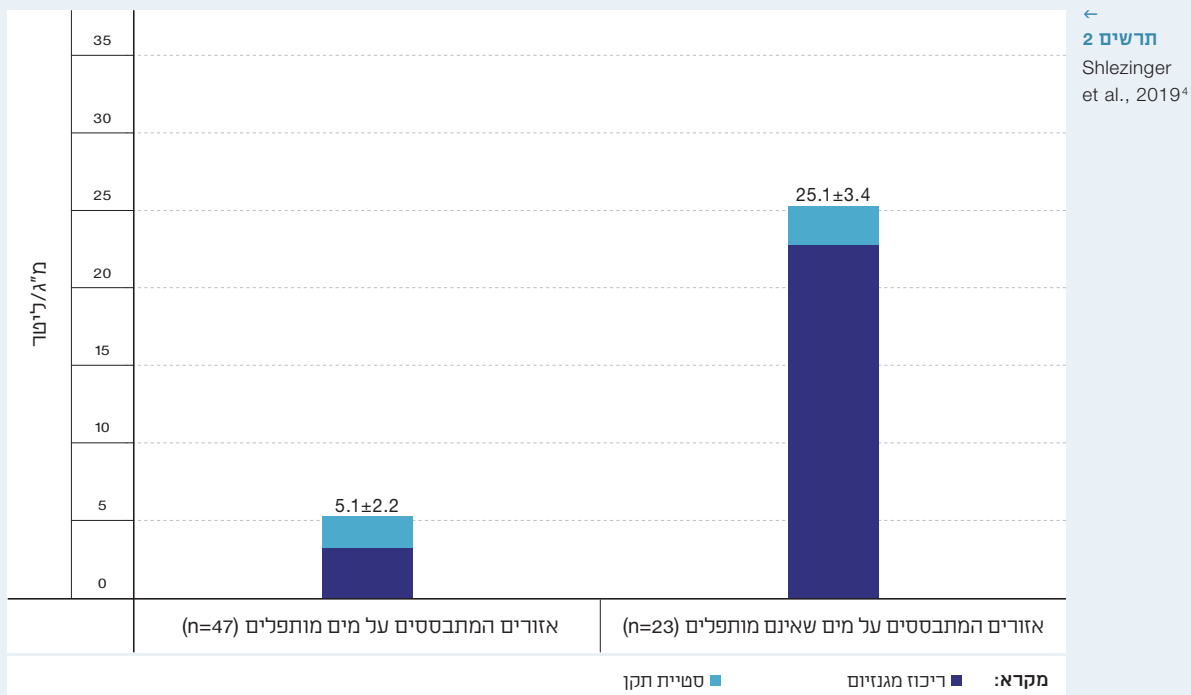
אתגר לשנים הבאות: המשך מחקר על השפעת צריכת מים דלי מינרלים על בריאות הציבור.	בקצרה: כמה מחקרים בחנו את השפעת הצריכה של מים מותפלים דלי מינרלים על מחלות כלי דם ולב וכן על פעילות בלוטת התריס.
--	--

בשנים האחרונות פורסמו כמה מחקרים אשר בדקו את ההשפעה של צריכת מים דלי מינרלים על בריאות הציבור. כמה מהמחקרים בדקו את הקשר בין מגורים באזור גאוגרפי מסוים לתחלואה. חשוב להדגיש כי מחקרים אלו לא התבססו על מדד יחידני של צריכת מינרלים. עוד חשוב לציין שמגורים באזור גאוגרפי מסוים מספקים מידע מוגבל על צריכה של מים מותפלים, משום שרשת המים הארצית מספקת תמהיל דינמי של מים מותפלים, מי מוביל ומי תהום, תמהיל שמקשה לנבא תכולת מינרלים ממוצעת בכל אזור.

חוקרים מאוניברסיטת בר־אילן ומהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא – תל השומר בדקו ריכוזים של מגנזיום במי ברז וכן בדגימות דם של 380 חולים שאושפזו בשל אוטם שריר הלב בשנים 2015–2017, וביצעו מעקב אחר תחלואה ותמותה במשך שנה. באזורים אשר חלק גדול מאספקת המים בהם מבוסס על מים מותפלים נמצאו ריכוזים נמוכים של מגנזיום במי ברז וכן בדמם של חולים, ואילו באזורים המתבססים על מי תהום או על מים עיליים נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של מגנזיום (תרשים 2). בקרב החולים הגרים באזורים שחלק גדול מאספקת המים בהם מבוסס על מים מותפלים נמצאה, לאחר שנת מחקר, עלייה לא מובהקת הן בסיכון לאירועים לבביים משמעותיים הן בתמותה.⁴

חוקרים מאוניברסיטת בר־אילן, מהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא – תל השומר ומשירותי בריאות כללית בדקו אם בד בבד עם העלייה בשימוש במים מותפלים לשתייה הייתה עלייה בתוצאי בריאות שליליים (מחלות לב, סוכרת וכולסטרול גבוה) בקרב מטופלי שירותי בריאות כללית בני 25–76 בשנים 2004–2013. נמצא כי הסיכון למחלות לב גדל בתקופת המחקר, שבה חלה עלייה ניכרת באספקת מים מותפלים בישראל, ואילו הסיכון לסוכרת ולכולסטרול גבוה לא השתנה.⁵

ריכוז מגנזיום במי ברז בביתם של מטופלים שאושפזו בשל אוטם שריר הלב



חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים בחנו השפעה של צריכת מים מותפלים על ריכוזי מגנזיום בדם, על הורמוני בלוטת התריס ועל שימוש בתרופות המיועדות לטיפול במחלות לב-ריאה. הבדיקה נעשתה בקרב תושבים מכפר סבא, נס ציונה ורחובות. לפי החוקרים, המעבר לאספקת מים מותפלים גרם לירידה ברמת המגנזיום בדם וברמת הורמוני בלוטת התריס ולעלייה בשימוש בתרופות המיועדות לטיפול במחלות לב-ריאה.⁶

במסגרת מחקר על השפעת מחסור בIOD, חוקרים ממכבי שירותי בריאות ומאוניברסיטת בר-אילן בדקו ריכוזים של הורמונים הקשורים לפעילות בלוטת התריס בקרב 400,000 מטופלים בשנים 2010–2013 (לפני העלייה בהיקפי ההתפלה) בהשוואה לשנים 2014–2016 (אחרי העלייה בהיקפי ההתפלה). לא נמצאו שינויים בשכיחות תת-פעילות בלוטת התריס באוכלוסיות שונות לפני העלייה בהיקפי ההתפלה ואחריה. לא נמצאו הבדלים בהיקפי תחלואה זו גם בהשוואות בין חולים מאזורים גאוגרפיים המקבלים כמויות גדולות יותר של מים מותפלים (החל מ-2013) ובין חולים מאזורים גאוגרפיים אשר אינם מקבלים מים מותפלים.⁷

חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים ומהמרכז הרפואי האוניברסיטאי ברזילי ביצעו מחקר חתך בקרב 105 נשים הרות המתגוררות באזור הניזון בעיקר ממי שתייה מותפלים, ומצאו שמי שתייה דלי IOD סיפקו רק כ-9% מצריכת הIOD היומית המומלצת. עוד הם מצאו כי שיעור זניח של נשים צרכו מלח מועשר בIOD, 52% בלבד נטלו תוספים שמכילים IOD ו-92% מבין אלו שלא נטלו תוספים לא הגיעו לצריכת IOD נאותה. נמצא קשר מובהק בין צריכה נמוכה של IOD ובין תפקוד בלוטת התריס.⁸

האתגר: יצירת מסד נתונים של מזהמים ההולכים ומתגלים במי שתייה

אתגר לשנים הבאות: איסוף נתונים על הימצאות תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות (per- and polyfluoroalkyl substances – PFAS) ותוצרי לוואי של חומרים לחיטוי מים מסוג חומצות הלואצטיות (haloacetic acids) במי שתייה בישראל.	בקצרה: נאספו נתונים על ריכוזים במי שתייה של מזהמים אשר אינם כלולים בתקנות מי השתייה, למשל קוטל העשבים ברומציל ותרופה בשם קרבמזפין.
--	--

תקנות מי השתייה מ-2013 מתייחסות ליותר מ-90 מזהמים כימיים, בהם מתכות, חומרי הדברה, רדיונוקלידים ומזהמים אורגניים תעשייתיים.⁹

המעבדה הארצית לבריאות הציבור של משרד הבריאות ומעבדות אחרות (למשל, של חברת מקורות) מיישמות טכנולוגיות אנליטיות חדישות לבדיקות מים, המאפשרות לגלות חומרים כימיים שאינם נכללים בתקנות מי השתייה. הנתונים שאוספות המעבדות משמשים את משרד הבריאות ליצירת מסד נתונים על מזהמים במי שתייה. איסוף נתונים על חומרים כימיים שאינם נכללים בתקנות המים כולל איסוף מידע על מיקרומזהמים אורגניים נדיפים ונדיפים למחצה ממקורות זיהום שונים וסריקה של כלל המתכות במערכות האספקה. נתונים אלו משמשים כלי תומך החלטה בפעילויות רגולטוריות.

במסד הנתונים של משרד הבריאות מופיעים, למשל, נתונים שאספה המעבדה לבריאות הציבור של משרד הבריאות בשנים 2017–2018, ולפיהם כ-43% מקידוחי מי השתייה נמצא קוטל העשבים ברומציל בריכוז ממוצע של 0.3 מק"ג/ליטר. נוסף על כך, משרד הבריאות מנחה לבצע ניטור של התרופה קרבמזפין ושל מיקרומזהמים אורגניים אחרים בקידוחים הנתונים בסכנה קבועה של זיהום (באזורי מגורים צפופים). הימצאות חומרים אלה בקידוחים יכולה לשמש סמן לאפשרות של זיהום מי התהום מביוב. מתוך 711 דגימות מים שנאספו בשנים 2012–2020, נמצאו רק כ-160 דגימות ריכוזים מדידים של קרבמזפין (מעל 10 ננוגרם/ליטר), ואילו כ-551 דגימות היו רמות הקרבמזפין נמוכות מכדי לכמתן. משרד הבריאות עוקב גם אחר הרעלנים שאצות כחוליות משחררות בכנרת. הריכוז של רעלן הכחוליות (cylindrospermopsin) מנוטר בקפידה, בייחוד בעונות שבהן הוא גבוה. עם זאת, הריכוז המרבי המותר במי שתייה אינו מוסדר בישראל.

בישראל אין היום נתונים מקיפים על ריכוזים של תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות במי השתייה. בסקר של רשות המים בקידוחים שאינם מספקים מי שתייה ובאתרים שיש בהם חשש לזיהום סביבתי, כגון חוות מכלי דלק, מטמנות וחדות תעופה צבאיים, נמצאו ריכוזים גבוהים של perfluorooctanoic acid (PFOA) – עד 25,000 ננוגרם/ליטר ושל perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) – עד 610,000 ננוגרם/ליטר. נמצאו גם עדויות למזהמים נוספים מקבוצת PFAS – PFNA, PFHpA, PFHxS, PFHxA, PFBS. בסקר נוסף של רשות המים, שכלל גם קידוחי מי שתייה, נמצאו ריכוזים נמוכים יותר של תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות. הערך המרבי שנמצא בסקר של PFOA היה 47 ננוגרם/ליטר, והערך המרבי של PFOS היה 330 ננוגרם/ליטר, זאת לעומת התקן למי שתייה בקנדה – 200 ננוגרם/ליטר ל-PFOA ו-600 ננוגרם/ליטר ל-PFOS. סקרים נוספים מתוכננים על ידי רשות המים ומשרד הבריאות.

האתגר: הערכת ההשפעות של הפסקת ההפלרה על בריאות השן של ילדים, בייחוד בקרב ילדים משכבות חברתיות כלכליות נמוכות

אתגר לשנים הבאות: החזרת חובת ההפלרה של מי שתייה מותפלים בישראל.

בקצרה: נתונים מקופות החולים מעידים על עלייה של 100% במספר טיפולי השיניים בהרדמה בקרב ילדים ועל עלייה בעששת.

מאז שנת 2014 אין הפלרת מי שתייה בישראל. על פי נתונים מקופות החולים, ב-2013, השנה שלפני הפסקת ההפלרה, פחות מ-5,000 ילדים עד גיל חמש עברו טיפולי שיניים בהרדמה במסגרת קופות החולים. לעומת זאת, ב-2018, ארבע שנים אחרי הפסקת ההפלרה, יותר מ-10,000 ילדים עד גיל חמש עברו טיפולי שיניים בהרדמה בקופות החולים. מדובר בגידול של 100% בחמש שנים.

לפי נתונים של משרד הבריאות, במסגרת סקר בגני חובה במחוז דרום ב-2019 נבדקו 283 ילדים – בבאר שבע, במצפה רמון, ברהט ובכסיפה. 33% מהילדים היו ללא עששת ב-2019, לעומת 38% בסקר ארצי ב-2014. נמצאה עלייה בשיעור העששת ביישובים היהודיים אבל לא ביישובים הבדואיים. מכיוון שמים מותפלים הם דלי מינרלים (ובכלל זה פלואוריד), החוקרים הגיעו למסקנה שהילדים ביישובים הבדואיים, השותים מי תהום שמכילים פלואוריד טבעי, לא נפגעו מהפסקת ההפלרה.

לפי נתונים שנאספו בקרב ילדים בני 12 בכל הארץ במסגרת שירותי בריאות השן לתלמיד, יש ירידה במספר הילדים ללא עששת (23% ב-2017 לעומת 26% ב-2015).¹⁰

האתגר: פיתוח מודל להערכה של תכולת מינרלים (יוד ומגנזיום) בצומתי מיהול מרכזיים ובנקודות צריכה

בקצרה: אין התקדמות ביעד זה, בשל היעדר תקציב.

מחקרים על איכות מי השתייה בישראל

- חוקרים מהטכניון ומחברת מקורות פיתחו אלגוריתם לגילוי מהיר של זיהום מי שתייה (כולל ניטריטים וניטראטים) באמצעות ספקטרופוטומטר קרינה על-סגולה (UV spectrophotometer). האלגוריתם נבדק ונמצא בעל שיעורי גילוי גבוהים ושיעורי התרעות שווים נמוכים, הן בנתונים מלאכותיים הן בנתוני אמת.¹¹
- כמה מחקרים, שהוזכרו לעיל, בחנו את ההשפעות של צריכת מי שתייה מותפלים שבהם תכולת מינרלים נמוכה על הבריאות. נבחנה ההשפעה על שיעורי התחלואה במחלות לב, בסוכרת וברמות כולסטרול גבוהות⁵ וכן על תת-פעילות בלוטת התריס.⁷ עוד נבחן הקשר בין צריכת מי שתייה מותפלים לריכוזי יוד, לתפקוד בלוטת התריס,⁸ לרמת המגנזיום בדם, להורמוני בלוטת התריס ולשימוש בתרופות למחלות לב.⁶
- חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב וחוקרים הולנדים ובריטים פיתחו חיישן לניטור תרכובות רעילות במים, המסתמך על חיידקים מהונדסים גנטית (לא פתוגנים) אשר מגיבים לשינויים באיכות המים בפליטת אור. החיישן נוסה בהצלחה בתנאי מעבדה וכן בנהר מז (Meuse) שבהולנד.¹²

- חוקרים מחברת מקורות ומהמכון הגיאולוגי לישראל, בשיתוף חוקרים צרפתיים, פיתחו שיטה למעקב אחר "טביעת אצבע איזוטופית" של מים (ריכוזי איזוטופים של יסודות שונים, כגון בור). השיטה מאפשרת מעקב אחר מים מותפלים ומי קולחים מטופלים (כגון אלה המטופלים בשפד"ן) וכן ניתוח של מחזור המים (אילו מים מגיעים לאילו אזורים), והיא עשויה לסייע בתכנון משק המים בישראל.¹³

אתגרים לשנים הבאות

העבודה התאורטית לקראת עריכת מחקר חלוץ על ישימות הוספת מגנזיום למים מותפלים הושלמה ב־2020, והמחקר היישומי באתר התפלה מתוכנן ל־2021. אתגר לשנים הקרובות הוא מעקב אחרי ממצאי מחקר החלוץ ותרגומם למדיניות – דרישה להוספת מגנזיום בהתאם לרמה המיטבית של מגנזיום במי השתייה. לאור העלייה המהירה בצריכת מים מותפלים דלי מינרלים, יש צורך לבחון צריכה של מיקרונוטריאנטים בציבור בישראל, ובכלל זה יוד, מגנזיום ופלואוריד, באמצעות שימוש בסמנים ביולוגיים תזונתיים. יש צורך לבחון גם את ההשפעה של שימוש במים דלי מינרלים בחקלאות על הערך התזונתי של גידולים חקלאיים.

במהלך השנים 2018–2020 פרסם האיחוד האירופי המלצות לעדכון תקנות מי השתייה, ובכללן הורדת התקן של עופרת במי שתייה ל־5 מק"ג/ליטר. התקן האירופי לריכוזי עופרת ייכנס לתוקף 15 שנה מיום אישורו. בשנים הקרובות יש להחמיר את התקן הישראלי לעופרת במי שתייה. בניטור העופרת ברשת אספקת המים נמצא כי ב־99.6% מהדגימות ריכוז העופרת הוא מתחת לרמה המרבית שנקבעה בתקן. עם זאת, כ־150 יישובים אינם מנטרים את ריכוזי העופרת ברשת האספקה בעקביות הנדרשת. הכרחי שכל היישובים יקפידו לנטרם על פי הדרישות בתקנות מי שתייה. עוד יש להוסיף תקן מי שתייה למזהמים חדשים, ובכלל זה תוצרי לוואי של חומרי חיטוי מסוג חומצות הלאצטיות וכן תרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות. לשם כך יש לאסוף נתונים על הימצאות תוצרי לוואי של חומרי חיטוי מסוג חומצות הלאצטיות ותרכובות פרפלאורואלקיליות. מידע ראשוני מסקרים שערכה רשות המים, מצביע על זיהום ניכר במי תהום באתרים תעשייתיים מסוימים.

טריהלומתנים, תוצרי לוואי של חיטוי, נוצרים במהלך הכלרה של מים שבהם רמות גבוהות של חומר אורגני, מים עיליים למשל. לאור מגוון מקורות מי השתייה בישראל, שבהם רמות שונות של חומר אורגני (מים מותפלים, מי תהום ומים עיליים), קיים שוני גאוגרפי ועונתי בריכוזי הטריהלומתנים. במהלך קיץ 2020 הייתה חריגה של טריהלומתנים מהתקן (100 מק"ג/ליטר) בלמעלה מ־5% מדגימות המים שנלקחו ביישובים בצפון ישראל המקבלים מים עיליים מהכנרת. בגלל תכולה גבוהה של ברומט בכנרת סביר להניח שרוב הטריהלומתנים מוברמים, למרות שברומופורם אינו מנוטר בשגרה בישראל. חברת מקורות הציגה מספר שיטות להפחתת רמות הטריהלומתנים, בהן תחנות אידוי, הפחתת זמן הסטגנציה ומעבר לחיטוי עם כלור דו־חמצני. יש לציין כי שימוש בכלור דו־חמצני יכול לגרום להיווצרות כלורית וכלורט, שגם הם תוצרי לוואי רעילים של חיטוי. יש לעקוב אחר יישום השיטות להפחתת ריכוזי הטריהלומתנים ולהשקיע מאמצים בהפחתת ריכוזי הכלורית והכלורט. עוד יש להעריך מחדש את התקנים לתוצרי לוואי אלו.

לאורך השנים היו אטרזין וסימזין שני חומרי ההדברה העיקריים שתרמו לזיהום מי שתייה בישראל. בעקבות הפחתת השימוש באטרזין והפסקת השימוש בסימזין (2012–2014) ירדו ריכוזי האטרזין, אך לא ריכוזי הסימזין במקורות מי השתייה. חשוב להמשיך ולנטר ריכוזי אטרזין וסימזין וכן חומרי הדברה נוספים שלהם פוטנציאל לזיהום מים עיליים.

מקורות

- (1) 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 2020).
- (2) משרד הבריאות (2018). **סקר מתכות במי שתיה במוסדות חינוך בישראל 2018**. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/Survey_of_Metals_in_Drinking_Water_in_Educational_Institutions_in_Israel_2018.pdf (אוחזר במאי 2020).
- (3) Barnett-Itzhaki, Z., Eaton, J., Hen, I., & Berman, T. (2019). Heavy metal concentrations in drinking water in a country heavily reliant on desalination. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 19991–19996. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05358-w>
- (4) Shlezinger, M., Amitai, Y., Goldenberg, I., Atar, S., & Shechter, M. (2019). Acute myocardial infarction severity, complications, and mortality associated with lack of magnesium intake through consumption of desalinated seawater. *Magnesium Research*, 32(2), 39–50. <https://www.jle.com/10.1684/mrh.2019.0449>
- (5) Shlezinger, M., Amitai, Y., Akviv, A., Gabay, H., Shechter, M., & Leventer-Roberts, M. (2018). Association between exposure to desalinated sea water and ischemic heart disease, diabetes mellitus and colorectal cancer: A population-based study in Israel. *Environmental Research*, 166, 620–627. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.053>
- (6) Siman Tov, O. (2020). *The health consequences of desalinated water consumption* (master's thesis). The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem.
- (7) Koren, G., Amitai, Y., Shlezinger, M., Katz, R., & Shalev, V. (2018). Sea water desalination and removal of iodine: Effect on thyroid function. *Journal of Water and Health*, 16(3), 472–475. <https://doi.org/10.2166/wh.2018.372>
- (8) Rosen, S. R., Ovadia, Y. S., Anteby, E. Y., Fytlovich, S., Aharoni, D., Zamir, D., Gefel, D., & Shenhav, S. (2020). Low intake of iodized salt and iodine containing supplements among pregnant women with apparently insufficient iodine status – time to change policy? *Israel Journal of Health Policy Research*, 9(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s13584-020-00367-4>
- (9) משרד הבריאות (2013). **תקנות בריאות העם (איכותם התברואית של מי־שתיה ומיתקני מי שתיה), התשע"ג-2013**. <http://www.health.gov.il/LegislationLibrary/Briut47.pdf> (אוחזר באוקטובר 2020).
- (10) משרד הבריאות – האגף לבריאות השן (מאי 2020).
- (11) Asheri Arnon, T., Ezra, S., & Fishbain, B. (2019). Water characterization and early contamination detection in highly varying stochastic background water, based on Machine Learning methodology for processing real-time UV-Spectrophotometry. *Water Research*, 155, 333–342. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.027>
- (12) Woutersen, M., van der Gaag, B., Abrafı Boakye, A., Mink, J., Marks, R. S., Wagenvoort, A. J., ... Heringa, M. B. (2017). Development and validation of an on-line water toxicity sensor with immobilized luminescent bacteria for on-line surface water monitoring. *Sensors (Basel)*, 17(11), 2682. <https://doi.org/10.3390/s17112682>
- (13) Kloppmann, W., Negev, I., Guttman, J., Goren, O., Gavrieli, I., Guerrot, C., ... Burg, A. (2018). Massive arrival of desalinated seawater in a regional urban water cycle: A multi-isotope study (B, S, O, H). *Science of the Total Environment*, 619–620, 272–280. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.181>

קולחים

מרבית השפכים בישראל מטופלים במכונים לטיהור שפכים (מט"שים). התהליך כולל מגוון שלבי טיפול שמטרתם להקטין את ריכוז המזהמים. הטיפול מתבצע באמצעות תהליכים ביולוגיים, כימיים ופיזיקליים. המים המתקבלים – קולחים – מנוצלים בעיקר להשקיה חקלאית (כ-85%). יצוין כי קולחים מהווים כמחצית מהמים המיועדים להשקיה בישראל. השקיה בקולחים באיכות הנדרשת בתקינה הישראלית נחשבת בטוחה. עם זאת, קיים מידע על פתוגנים ומזהמים אורגניים, כגון שאריות תרופות או כימיקלים אשר אינם מנוטרים בשגרה, והם עלולים להיקלט בגידולים חקלאיים או לחלחל למי תהום. יש חשש גם מפני כשל זמני במט"ש העלול לגרום לזיהום תוצרת חקלאית, נחלים, מי התהום ומי הים.

הרגולציה בישראל בנושא איכות הקולחים נוגעת לסיכון הבריאותי שעלול להיווצר מהעברת פתוגנים מסוימים ומזהמים אחרים מהקולחים אל הגידולים החקלאיים, אל מי התהום, אל הנחלים ואל מי הים, ומשם אל הציבור הרחב. הרגולציה נוגעת גם לסיכונים האפשריים לבריאות הציבור, לבריאות הסביבה ולחקלאות עקב ריכוזי מתכות בקולחים. משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה קבעו תקנות הנוגעות לאיכות הקולחים המשמשים להשקיה והמוזרמים לנחלים, והנחיות להשקיה בקולחים, המפרטות את החסמים הנדרשים בין הקולחים לגידולים המושקים (לדוגמה, השקיה בטפטוף או קביעת זמן מינימלי בין השקיה לקציר). עם זאת, עד כה לא הוגדרו תקנות לניטור קולחים ולהגבלה של מגוון מזהמים אורגניים ומיקרו־מזהמים, כגון שאריות תרופות.

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום תחום הקולחים. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

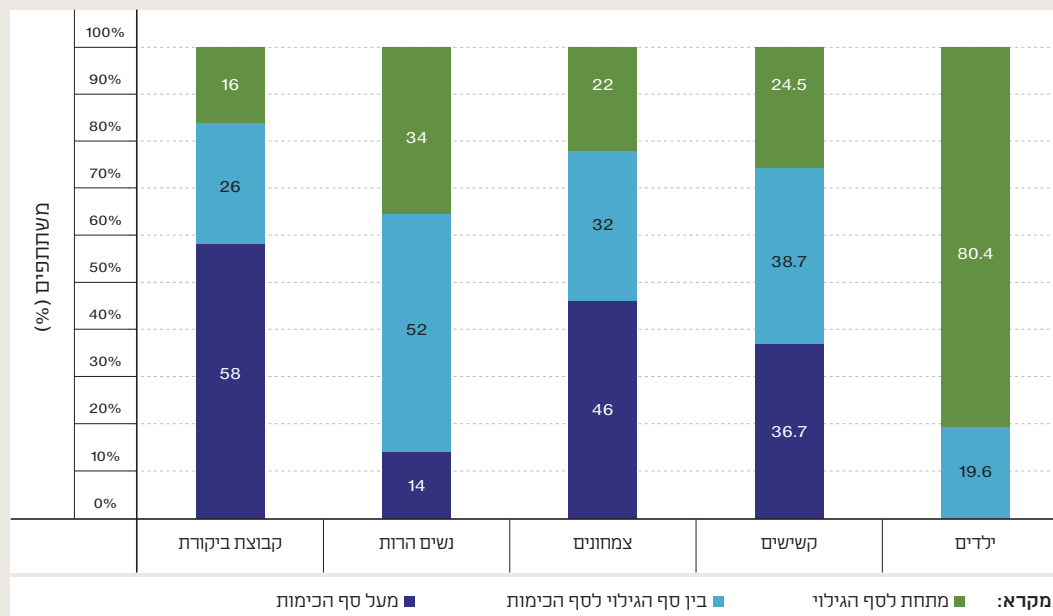
האתגר: ביצוע מחקרים נוספים על החשיפה הפוטנציאלית לתרופות ולמזהמים אחרים בגידולים המושקים בקולחים

אתגר לשנים הבאות: ביצוע מחקרים על חשיפה פוטנציאלית למיקרומזהמים אחרים בגידולים המושקים בקולחים.

בקצרה: מחקר שנערך מצא ריכוזי קרבמזפין גבוהים יותר בדגימות שתן של אוכלוסיות שצרכו כמויות גדולות יותר של ירקות. מחקרים אחרים מעידים על הצטברות של קרבמזפין בצמחים שהושקו בקולחים.

חוקרי מרכז המצוינות למחקר בחקלאות, בריאות וסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים כימתו רמות של קרבמזפין ושל תוצרי הפירוק שלו בדגימות שתן מאוכלוסיות רגישות: ילדים, נשים הרות, קשישים, וכן צמחונים וטבעונים. בהשוואה בין האוכלוסיות נמצאו רמות גבוהות של קרבמזפין בקרב טבעונים וצמחונים וכן בקרב משתתפים שצרכו כמויות גדולות יותר של ירקות (תרשים 1).¹

התפלגות ריכוזי קרבמזפין בקרב תתי-אוכלוסיות בישראל



חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים חקרו קליטה, העברה ומטבוליזם של קרבמזפין בגידולים חקלאיים שונים, בחלקים שונים של הצמח, והשוו בין גידולים שהושקו במים שפירים ודושנו בבוצה (biosolids) לגידולים שהושקו בקולחים. החוקרים הראו כי גידולים שהושקו בקולחים נטו לצבור ריכוזים גבוהים יותר של קרבמזפין.²

מקרא: ■ התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות

האתגר: הקמת מסד נתונים המשלב נתוני ניטור כימי ומיקרוביאלי בשפכים, בקולחים, בשדה ובתוצרת החקלאית

אתגר לשנים הבאות: הרחבת המידע במסד הנתונים על ניטור כימי בשדה ובתוצרת החקלאית; בחינת איסוף נתונים על עמידות לאנטיביוטיקה ממקורות אלה ומבתי חולים.

בקצה: מסד נתונים של ניטור בשפכים ובקולחים הוקם, והוא נמצא בשלבי הרצה מתקדמים.

משרד הבריאות, המשרד להגנת הסביבה ורשות המים הקימו מסד נתונים משולב הכולל נתוני ניטור של מזהמים שונים בשפכים, בקולחים ובבוצה. מסד הנתונים נמצא היום בשלבי הרצה מתקדמים, והוא מאפשר הזנה ישירה של נתונים ממעבדות מוכרות. במסד גם פורטל להזנת מידע מהבקרה הנעשית במט"ש (online) על ידי מפעילי המט"שים וכן מערכת המאפשרת ניתוח של הנתונים. מסד הנתונים מכיל היום עשרות אלפי רשומות שמקורן בכ-400 מט"שים הפרוסים ברחבי הארץ.

נוסף על הנתונים הנאספים במסד הנתונים, כדאי לבחון איסוף נתונים על חיידקים וגנים עמידים לאנטיביוטיקה בשפכים, בקולחים, בשדה ובתוצרת החקלאית ולהצליבם עם נתוני עמידות מבתי חולים.

האתגר: ביצוע הערכת סיכונים של מזהמים כימיים בקולחים

בקצה: לא התבצעה הערכת סיכונים של מזהמים כימיים בקולחים, למעט קרבמזפין.

מחקרים שונים שנערכו עד כה בתחום התמקדו בקרבמזפין. מחקרים שבדקו ריכוזי קרבמזפין בצמחים המושקים בקולחים לא הראו שהריכוזים שנמצאו מהווים סיכון לבריאות הציבור. מנגד, אפשר לשער כי יש עוד כימיקלים רבים (מיקרומזהמים ושאריות תרופות) שעשויים להימצא בקולחים, ונוכחותם בצמחים אינה נבדקת בשגרה. על אף ההשקיה הנרחבת של גידולים חקלאיים בקולחים, לא התבצעה עד כה הערכת סיכונים כוללת של השפעות המזהמים האלה. התקנות לאיכות הקולחים להשקיה חקלאית בישראל מתואמות עם הערכת הסיכונים מהשקיה בקולחים שביצע ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization – WHO) בשנת 2006. הערכה זו עסקה בעיקר במתכות כבדות ובפתוגנים, עם זאת הערכות הסיכונים העוסקות במיקרומזהמים כימיים מועטות ביותר.

מחקרים על קולחים בישראל

- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים חשפו ביצי תרנגולות לריכוזים סביבתיים נמוכים של קרבמזפין (0.02–0.2 פיקוגרם/מ"ג), ריכוזים המתאימים לאלה הנמדדים בקולחים. החוקרים גילו שגם חשיפה לריכוזים סביבתיים נמוכים גורמת לתמותה מוגברת של עוברים ולאפקטים טרטוגניים.³
- חוקרי מרכז המצוינות למחקר בחקלאות, בריאות וסביבה באוניברסיטה העברית בירושלים כימתו רמות של קרבמזפין ושל תוצרי הפירוק שלהם בדגימות שתן בקרב ילדים, נשים הרות, קשישים, וכן בקרב צמחונים וטבעונים. רמות גבוהות של קרבמזפין נמצאו בקרב צמחונים וטבעונים וכן בקרב משתתפים שצרכו כמויות גדולות יותר של ירקות.¹

- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים חקרו קליטה, העברה ומטבוליזם של קרבמזפין בגידולים חקלאיים שונים ובחלקים שונים של הצמח, והשוו בין גידולים שהושקו במים שפירים ודוּשנו בבוצה לגידולים שהושקו בקולחים. החוקרים הראו כי גידולים שהושקו בקולחים נטו לצבור ריכוזים גבוהים יותר של קרבמזפין.²
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, בשיתוף פעולה עם חוקרים מאוניברסיטת לידס וחוקרים מאוניברסיטת אל-קודס במזרח ירושלים, ביצעו ניתוח הוליסטי הכולל הערכה ובחינה של מסלולי המעבר של חומרים פרמצבטיים הנמצאים בקולחים המשמשים להשקיה חקלאית. מטרת המחקר הייתה להעריך את השפעותיהם של חומרים אלה על בריאות האדם ועל מערכות אקולוגיות. החוקרים הגיעו למסקנה כי נדרש מחקר נרחב בתחום זה כדי להצליח להבין את ההשפעות הללו.⁴
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב ניתחו רגולציה לניטור ולסילוק של חומרים פרמצבטיים ממקורות מים שונים במדינות שונות בעולם, רגולציה אשר אינה קיימת בישראל. המחקר התמקד בשווייץ, אוסטרליה, סינגפור וארצות הברית, שבהן קולחים משמשים גם מקור למי שתייה. החוקרים העלו שורה של הצעות לתקנים לניטור ולטיפול בחומרים אלה במערכות המים בישראל, בדגש על קולחים, כדי להקטין את החשיפה הפוטנציאלית של הציבור למזהמים אלה.⁵ ראוי לציין כי אין בעולם תקנה לניטור וסילוק של חומרים פרמצבטיים בקולחים המשמשים להשקיה חקלאית.
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב הראו כי שימוש באירוג'ל גרנולרי המאוקטב באתנול נמצא יעיל בסיפוח מזהמים אורגניים בלתי פריקים (persistent organic pollutants – POPs) בשפכים של בתי חולים.⁶
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים בשיתוף עם חוקרים מאוניברסיטת שיקגו, אילינוי, חקרו השפעה של השקיה בקולחים על אוכלוסיית המיקרוביום בקרקע ובשורשים ועל צמיחת גידולים חקלאיים (עגבנייה וחסה). נמצא כי בהשוואה להשקיה במים שפירים, השקיה בקולחים הגדילה את רמת החומציות (pH) של האדמה, וכן הגדילה את ריכוזיהם של יסודות שונים, כגון אשלגן ונתרן, באדמה. עם זאת, השקיה בקולחים הביאה להפחתה במשקל הפירות והשריגים. עוד נמצא כי השקיה בקולחים משנה את אוכלוסיית המיקרוביום בקרקע ובשורשי הצמח.⁷
- חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי ומהאוניברסיטה העברית בירושלים הראו כי אין מתאם בין הימצאות גנים מסוימים לעמידות לאנטיביוטיקה (intl1) בקולחים ובין הימצאותם בקרקע שהושקתה באותם קולחים, למעט בקרקעות חוליות. נוסף על כך, לא נמצא כי גנים לעמידות לאנטיביוטיקה הועברו מהקולחים אל הקרקע או אל הצמח.⁸
- חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, בשיתוף עם חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי, מנווה יער ומהמכון למחקר ולהגנת הסביבה בעזה, חקרו את מידת היעילות של מחסומים פיזיקליים (השקיה בטפטוף או יריעות פלסטיק) במניעת מעבר חיידקים ממי ההשקיה (בדגש על קולחים) אל הגידולים החקלאיים. במחקרם הם כימתו ריכוזי חיידקים צואתיים בצמחי מלפפון ומלון שהושקו בקולחים או במים שפירים עם מחסומים אלה ובלעדיהם. לא נמצא קשר בין סוג המחסום ומקור המים לריכוזי החיידקים הצואתיים בקרקע או בגידול.⁹

השפכים בישראל מטופלים על פי רוב ביעילות, אך התשתיות הקיימות לטיפול בהם אינן מספקות מענה לעומסים הגדלים ולאירועים שבהם כמויות גבוהות במיוחד של שפכים מגיעות למט"שים, כגון בעת גשם חזק. באירועים כאלה מבוצעת הגלשה של שפכים מהמט"שים לסביבה, מה שעלול לחשוף את האוכלוסייה למגוון רחב של מזהמים. נוסף על כך, נפח האגירה של מערכות אגירת הקולחים אינו מספק (בייחוד בימי החורף, שבהם אין צריכת קולחים בחקלאות), ובמקרים אלה קולחים מוזרמים לנחלים, פעולה שעלולה לסכן את בריאות הציבור. לפיכך נדרש לשפר את תשתיות הטיפול בשפכים ואת תשתיות אגירת הקולחים ולהתאימן לנפחי השפכים והקולחים העולים מדי שנה.

רשות המים, באמצעות חברת מקורות ובתיאום עם משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה, השמישה במהלך 2020 מתקן פיילוט לטיפול מתקדם בקולחים בשפד"ן – שלב מקדים להקמת מתקן תעשייתי שיטפל בחלק הקולחים (5,000 מק"ש) שלא יטופל בהחדרה לאקוויפר (SAT). במתקן ייעשה שימוש בטכנולוגיות מתקדמות, כגון MBR, אוזוניה, סינון בפחם פעיל ביולוגי ו-UV, כדי להרחיק מגוון גדול של מיקרומזהמים מקבוצת CECs (contaminants of emerging concern), ובכלל זה חומרים פרמצבטיים, תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות (per- and polyfluoroalkyl substances – PFAS) ומזהמים תעשייתיים אחרים. המתקן צפוי לטפל בכרבע מהשפכים המטוהרים בטיפול שניוני בשפד"ן ולהסיר יותר מ-80% מאותם מזהמים. משרד הבריאות, המשרד להגנת הסביבה ורשות המים מקדמים בקרה על ריכוזי מיקרומזהמים בשפכים תעשייתיים, בדגש על שפכים של התעשייה הפרמצבטית.

נדרש ביצוע של הערכות סיכונים וניתוח בראייה הוליסטית אשר ישלבו נתונים שייאספו במסד הנתונים החדש, נתוני ניטור מהשדה (קרקע ותוצרת חקלאית) ונתוני ניטור ביולוגי (לדוגמה, קרבמזפין בדגימות שתן). חשוב שהערכות הסיכונים יעסקו בחשיפה למספר רב של כימיקלים וחומרים פרמצבטיים דרך קולחים (לדוגמה, מודלים אדיטיביים או סינרגיסטיים). לאור העדויות ההולכות ומתרבות כי שפכים עירוניים הם מקור לתרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות¹⁰ ולמזהמים אורגניים בלתי פריקים, כולל מעכבי בעירה וחומרי הדברה, ראוי לבחון ניטור של מזהמים אלה בקולחים ובבוצה.

מקורות

- (1) Schapira, M., Manor, O., Golan, N., Kalo, D., Mordehay, V., Kirshenbaum, N., ... Paltiel, O. (2020). Involuntary human exposure to carbamazepine: A cross-sectional study of correlates across the lifespan and dietary spectrum. *Environment International*, 143, 105951. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105951>
- (2) Ben Mordehay, E., Tarchitzky, J., Chen, Y., Shenker, M., & Chefetz, B. (2018). Composted biosolids and treated wastewater as sources of pharmaceuticals and personal care products for plant uptake: A case study with carbamazepine. *Environmental Pollution*, 232, 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.09.029>
- (3) Kohl, A., Golan, N., Cinnamon, Y., Genin, O., Chefetz, B., & Sela-Donenfeld, D. (2019). A proof of concept study demonstrating that environmental levels of carbamazepine impair early stages of chick embryonic development. *Environment International*, 129, 583–594. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.064>
- (4) Carter, L. J., Chefetz, B., Abdeen, Z., & Boxall, A. B. A. (2019). Emerging investigator series: Towards a framework for establishing the impacts of pharmaceuticals in wastewater irrigation systems on agro-ecosystems and human health. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 21(4), 605–622. <https://doi.org/10.1039/c9em00020h>
- (5) Miarov, O., Tal, A., & Avisar, D. (2020). A critical evaluation of comparative regulatory strategies for monitoring pharmaceuticals in recycled wastewater. *Journal of Environmental Management*, 254, 109794. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109794>
- (6) Prasanna, V. L., Mamane, H., Vadivel, V. K., & Avisar, D. (2020). Ethanol-activated granular aerogel as efficient adsorbent for persistent organic pollutants from real leachate and hospital wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 384, 121396. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121396>
- (7) Zolti, A., Green, S. J., Ben Mordehay, E., Hadar, Y., & Minz, D. (2019). Root microbiome response to treated wastewater irrigation. *Science of the Total Environment*, 655, 899–907. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.251>
- (8) Marano, R. B. M., Zolti, A., Jurkevitch, E., & Cytryn, E. (2019). Antibiotic resistance and class 1 integron gene dynamics along effluent, reclaimed wastewater irrigated soil, crop continua: Elucidating potential risks and ecological constraints. *Water Research*, 164, 114906. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114906>
- (9) Obayomi, O., Ghazaryan, L., Ben-Hur, M., Edelstein, M., Vonshak, A., Safi, J., Bernstein, N., & Gillor, O. (2019). The fate of pathogens in treated wastewater-soil-crops continuum and the effect of physical barriers. *Science of the Total Environment*, 681, 339–349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.378>
- (10) Coggan, T. L., Moodie, D., Kolobaric, A., Szabo, D., Shimeta, J., Crosbie, N. D., ... Clarke, B. O. (2019). An investigation into per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in nineteen Australian wastewater treatment plants (WWTPs). *Heliyon*, 5(8), e02316. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02316>

חומרי הדברה

חומרי הדברה הם חומר או תערובות של חומרים המיועדים למניעה, חיסול, הרחקה או הפחתה של מזיקים. חומרי הדברה משמשים בחקלאות כדי להגן על צמחים מפני נגעים ועל בעלי חיים מפני מזיקים ומחלות. בסביבות עירוניות ובאזורים כפריים הם משמשים כדי להדביר עשבים וכדי להגן על בני האדם ממזיקים וממחלות הנשאות על ידי וקטורים.

לחשיפה אקוטית למינונים גבוהים של חומרי הדברה מסוימים, בין שבחשיפה תעסוקתית ובין שבמקרה של הרעלה, עלולות להיות השפעות בריאותיות חמורות, ובכלל זה השפעות נירולוגיות ואף מוות. חשיפה כרונית למינונים נמוכים של חומרי הדברה עלולה גם היא לגרום להשפעות נירולוגיות, 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 או פטריות וכן של חומרי הדברה כימיים כדוגמת פירתרואידים ונאוניקוטינואידים מחליפים עוד ועוד חומרי הדברה שרעילותם לבני אדם ידועה, למשל קרבמטים וזרחנים אורגניים. עם זאת, מתגלות עדויות לרעילותם של סוגים חדשים אלו של חומרי הדברה כימיים.^{1,2}

ארבעה גופים ממשלתיים אחראים לרישום חומרי הדברה בישראל:

- ♦ השירותים להגנת הצומח ולביקורת במשרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראים לרישום חומרי הדברה להגנת הצומח.
- ♦ השירותים הווטרינריים במשרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראים לרישום חומרי הדברה וחומרי חיטוי המיועדים לשימוש על בעלי חיים ובמשקים לגידולם.
- ♦ המשרד להגנת הסביבה אחראי לרישום חומרי הדברה לשימושים תברואתיים, כלומר להדברה של יתושים, מכרסמים ומזיקים אחרים לאדם ולרכושו בתוך מבנים, בסביבתם ובשטחים פתוחים.
- ♦ משרד הבריאות אחראי לרישום חומרי הדברה הבאים במגע עם גוף האדם, למשל חומרים לטיפול בכינים או חומרים לדחיית יתושים המיושמים על הגוף.

מבחינת כמות חומרי ההדברה הנמכרים בישראל – הרוב משמשים להגנת הצומח, יותר מ־6 טון חומר פעיל ב־2016; 135,000 ק"ג חומר פעיל משמשים לתברואה ו־33,780 ק"ג חומר פעיל – לשימוש וטרינרי.³

האחריות לפיקוח על יישום חומרי הדברה מחולקת בין הגופים הרושמים את תכשירי ההדברה. משרד החקלאות ופיתוח הכפר ומשרד הבריאות אחראים לפיקוח על שאריות חומרי הדברה במזון (משרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראי לפיקוח על התוצרת המקומית אצל החקלאים, ומשרד הבריאות אחראי לפיקוח על התוצרת בשווקים ועל המזון המיובא לארץ).⁴ המשרד להגנת הסביבה אחראי לפיקוח על שימוש תברואי בחומרי הדברה ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראי לפיקוח על השימוש הווטרינרי ועל השימוש להגנת הצומח. מכיוון שמשרד החקלאות ופיתוח הכפר הוא הגוף הרושם חומרי הדברה נגד עשבייה, קרי קוטלי עשבים, אחריות הפיקוח על השימוש בקוטלי עשבים מוטלת עליו, גם אם השימוש נעשה בשטחים שאינם חקלאיים, בתוך יישובים למשל.

המשרד להגנת הסביבה ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר אחראים יחדיו לשתי תקנות המגדירות מרחקי ריסוס ממבנים, שיש להקפיד עליהם בעת יישום של חומרי הדברה מן הקרקע. המשרד להגנת הסביבה אחראי לפיקוח על מרחקי הריסוס האווירי ועל מרחקי הריסוס ממאגרי מים ונחלים, משרד העבודה והרווחה אחראי לבטיחות העובדים בחקלאות.

עמותת אדם טבע ודין מקדמת חקיקה אשר תחייב את הממשלה להכין תוכנית לאומית להפחתת השימוש בחומרי הדברה, אולם בהיעדר דיונים סדורים של ועדות הכנסת בשנת 2019 בשל השיתוק הפרלמנטרי, הרפורמה לא קודמה. גם בהיעדר תוכנית לאומית, משרד החקלאות ופיתוח הכפר מקדם מיזמים להפחתת השימוש בחומרי הדברה, כגון המיזם להדברת זבוב הפירות היס־תיכוני, הכולל הדברה באמצעים שאינם כימיים.⁴

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של חומרי הדברה. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: הערכה תקופתית מחודשת של כל החומרים הפעילים להגנת הצומח

אתגר לשנים הבאות: כחלק מתהליך הוצאת חומרים פעילים משימוש על הוועדה הבין־משרדית המייעצת לרישום תכשירי הדברה להגנת הצומח לבחון תחליפים לחומרי הדברה. כמו כן עליה לבצע בחינה מחדש של חומרי הדברה הרשומים בישראל שנים רבות ולא עברו בחינה במסגרת הרוויזיות.

בקצרה: משרד החקלאות ופיתוח הכפר והוועדה הבין־משרדית המייעצת לרישום תכשירי הדברה להגנת הצומח ביצעו בחינה מחדש של 46 חומרים פעילים המשמשים ב־130 תכשירי הדברה שונים. החומרים רשומים בישראל אך אינם רשומים באירופה.

בשנים 2017–2019 משרד החקלאות ופיתוח הכפר והוועדה הבין־משרדית המייעצת לרישום תכשירי הדברה להגנת הצומח ביצעו בחינה מחדש של 46 חומרים פעילים רשומים בישראל אשר אינם רשומים באירופה.⁵

מקרא: התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות ■

גיבוש רשימת החומרים לא נעשה בהכרח על סמך בחינת רעילותם והסכנות הנשקפות מהם, אלא על סמך העובדה שהחומרים אינם רשומים באירופה. כשליש מהחומרים הפעילים הללו הם קוטלי עשבים וכשליש – קוטלי חרקים ואקריות. משרד החקלאות ופיתוח הכפר פרסם את ההחלטות הנוגעות ל-32 חומרים, ועבור 5 חומרים נוספים נדרשת השלמת המסמכים על ידי חברות ההדברה ונדרשים עוד דיונים בוועדה הבין-משרדית. מתוך כל אותם החומרים הפעילים הרשומים בישראל אך לא באירופה, המליצה הוועדה לבטל את השימוש ב-17 חומרים פעילים. בעקבות המלצות הוועדה, נכון למרץ 2020, החליט משרד החקלאות ופיתוח הכפר לבטל את השימוש ב-8 חומרים פעילים (לוח 1). תהליך פרסום ההחלטות הנוגעות לשאר החומרים עתיד להסתיים במהלך שנת 2020.

חומרי הדברה להגנת הצומח אשר הוצאו משימוש בישראל

חומר פעיל	נימוק עיקרי להוצאת החומר משימוש	תאריך הפסקת שיווק התכשירים המכילים את החומר
קרבנדיזים (Carbendazim)	רעילות כרונית (מסווג כמוטגן, פוגע בפוריות)	יוני 2020
פראקואט (Paraquat)	רעילות אקוטית גבוהה מאוד, רעילות כרונית (מחלת פרקינסון)	יוני 2020
מנב (Maneb)	פוגע בעובר המתפתח	נובמבר 2018
פרופרגיט (Propargite)	מסרטן	יוני 2019
איפרודיון (Iprodione)	מסרטן ופוגע בפוריות	דצמבר 2020
גואטזין (Guatazine)	היעדר רישוי באירופה ובארצות הברית; רעילות אקוטית	דצמבר 2019
טטראדיפון (Tetradifon)	היעדר צורך חקלאי	נובמבר 2019
אלאכלור (Alachlor)	מסרטן	ספטמבר 2020

→
לוח 1
משרד החקלאות
ופיתוח הכפר⁵

לתהליך הבחינה מחדש בשנים 2017–2019 קדמו סבבים נוספים של הערכות, ובכללן בחינה של חומרים פעילים מקבוצת הטריאזולים שנעשתה בשנים 2016–2017. בעקבות בחינה מחדש של 11 חומרים פעילים מקבוצה זאת, הוחלט לצמצם את השימוש בארבעה חומרים פעילים ולבטל את השימוש בחומר הפעיל דיניקונזול (diniconazole-M).

בחינה מחדש נעשתה גם בנושא קוטלי עשבים בשטחים שאינם חקלאיים, למשל בתוך יישובים, בצידי דרכים וסביב מאגרי מים, ובעקבותיה פורסמה רשימה של קוטלי עשבים לשימוש בשטחים שאינם חקלאיים, עם ציון המקומות שבהם השימוש מותר או אסור.⁶ בדיון חוזר על גלייפוסט הוחלט לאשר המשך שימוש בחומר זה בישראל, גם בשטחים שאינם חקלאיים.

האתגר: ניטור ביולוגי של זרחנים אורגניים

אתגר לשנים הבאות: הרחבת הניטור הביולוגי לקבוצות נוספות של חומרי הדברה.

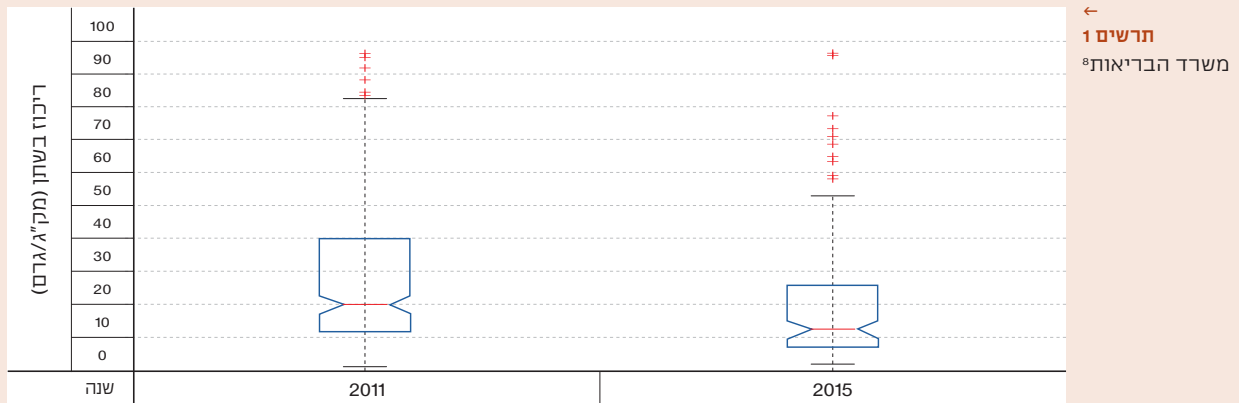
בקצרה: בשנים האחרונות פורסמו נתונים על היקף החשיפה של מבוגרים ושל תת־אוכלוסיות (ילדים, נשים הרות וילודים) בישראל לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים.

בשנים האחרונות פורסמו נתונים על היקף החשיפה של הציבור בישראל לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים.

חוקרים מבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית בירושלים והדסה ע"ש בראון אספו בשנים 2012–2016 דגימות שתן מ־273 נשים הרות ומ־107 ילודים ומדדו תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים. במהלך תקופת המחקר נמצאה ירידה של כ־35% בריכוז סך כל תוצרי הפירוק של זרחנים אורגניים בשתן של הנשים והילודים. לא נצפתה ירידה בריכוז תוצרי פירוק מסוג דיאתיל פוספט (diethyl phosphate – DEP)⁷. ממצאים דומים דווחו במחקר של משרד הבריאות, שבו נמדדו ריכוזים של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן של 200 מבוגרים ו־103 ילדים במסגרת סקר רב־מב"ת 2015–2016. החוקרים מצאו כי בקרב מבוגרים חלה ירידה מובהקת סטטיסטית בריכוזים של רוב תוצרי הפירוק של זרחנים אורגניים בשתן, בהשוואה למחקר שנערך בשנת 2011 (תרשים 1)⁸. כפי שהראו הממצאים בקרב נשים הרות וילודים, גם כאן לא נצפתה ירידה בריכוז תוצרי פירוק מסוג דיאתיל פוספט. הירידה נובעת ככל הנראה מהגבלות שהוטלו על שימושים חקלאיים בזרחנים אורגניים מסוימים בשנים 2012–2014. מנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה עולה כי חלה ירידה בכמויות של זרחנים אורגניים שנמכרו לשימוש בחקלאות בישראל, מכ־164 טון בממוצע בשנים 2008–2010 לכ־103 טון בממוצע בשנים 2012–2016⁹. עם זאת, העובדה שאין ירידה בריכוז תוצרי פירוק מסוג דיאתיל פוספט מעלה חשש שלא הייתה ירידה בשימוש בחומרים פעילים מסוימים, לדוגמה כלורפיריפוס ודימטואט.

ריכוזים של סך תוצרי פירוק לא ספציפיים של זרחנים אורגניים בדגימות שתן בקרב מבוגרים בישראל,

2015 לעומת 2011



תוצאות של ניטור ביולוגי בישראל בשנים האחרונות מעידות על הקשר בין צריכת פירות ובין חשיפה לזרחנים אורגניים. בקרב נשים הרות אשר דיווחו על צריכת פירות ב־24 השעות שקדמו לאיסוף דגימות השתן, הריכוז בשתן של תוצר פירוק ספציפי של כלורפיריפוס (TCPy) היה גבוה פי שניים מהריכוז בקרב נשים שלא דיווחו על צריכת פירות טרם איסוף השתן (3.0 מק"ג/ליטר לעומת 1.5 מק"ג/ליטר)⁹. בקרב ילדים שצורכים כמות רבה של פירות, הריכוזים של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים היו גבוהים מבקרב ילדים שצורכים כמות קטנה יותר של פירות.¹⁰

במסגרת התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי התחיל בשנת 2020 סקר נוסף לניטור חשיפת הציבור לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים ומסוג פירתרואידים.

האתגר: ביצוע הערכת סיכונים הנובעים מחומרי הדברה על בסיס דיאטה של ילדים

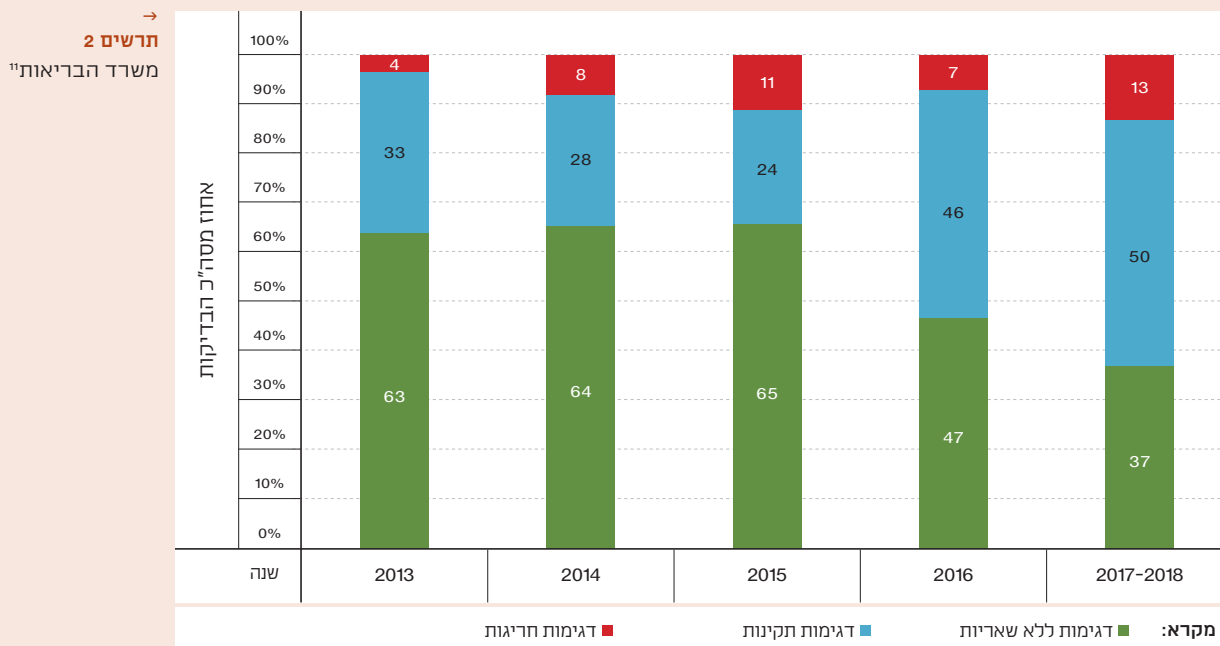
אתגר לשנים הבאות: המשך ביצוע הערכת סיכונים של קבוצות נוספות של חומרי הדברה באוכלוסיות רגישות שונות, כגון ילדים ונשים בגיל הפוריות.

בקצה: משרד הבריאות ביצע הערכת סיכונים הנובעים מחשיפה לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים על בסיס דיאטה של ילדים.

משרד הבריאות ביצע הערכת סיכונים הנובעים מחשיפה לחומרי הדברה בקרב ילדים על בסיס נתוני דיאטה מסקר רב מב"ת שנערך בשנים 2015–2016. ערכי הערכת החשיפה הושוו לערכי ייחוס בריאותיים שפורסמו על ידי הסוכנות האירופית לבטיחות המזון (EFSA – European Food Safety Authority). נמצא כי חשיפת הילדים לחומרי הדברה כלורפירפוס ודימטואט הייתה גבוהה מערך הייחוס הבריאותי (acceptable daily intake – ADI). תוצאות של הערכת הסיכונים הוצגו למשרד החקלאות ופיתוח הכפר והופיעו בנייר עמדה של משרד הבריאות בנושא כלורפירפוס.

ראוי להדגיש כי הערכת החשיפה מתבססת, בין השאר, על תוצאות ניטור של שאריות חומרי הדברה בתוצרת חקלאית טרייה המוצעת בשווקים בישראל. בניטור שערך משרד הבריאות ברשתות השיווק בשנים 2017–2018 נדגמו כ-2,000 דגימות – ב-12.7% דגימות נמצאו חריגות, וב-36.7% דגימות לא נמצאו שאריות חומרי הדברה.¹¹ השוואה רב-שנתית (2013–2018) מעלה כי בשנים 2017–2018 חלה עלייה יחסית ברמת החריגות ובד בבד ירידה בשיעור הדגימות שבהן לא נמצאו שאריות חומרי הדברה (תרשים 2).

שאריות חומרי הדברה במזון – סיכום תוצאות הניטור שערך משרד הבריאות בשנים 2013–2018



על פי נתונים שפורסמו בדוח של משרד החקלאות ופיתוח הכפר בשנת 2017, נמצאו ב-11% מהדגימות רמות חריגות של שאריות חומרי הדברה; מחצית מהחריגות שנמצאו על פי התקן בישראל אינן נחשבות חריגות לפי תקני שאריות במדינות האיחוד האירופי.¹²

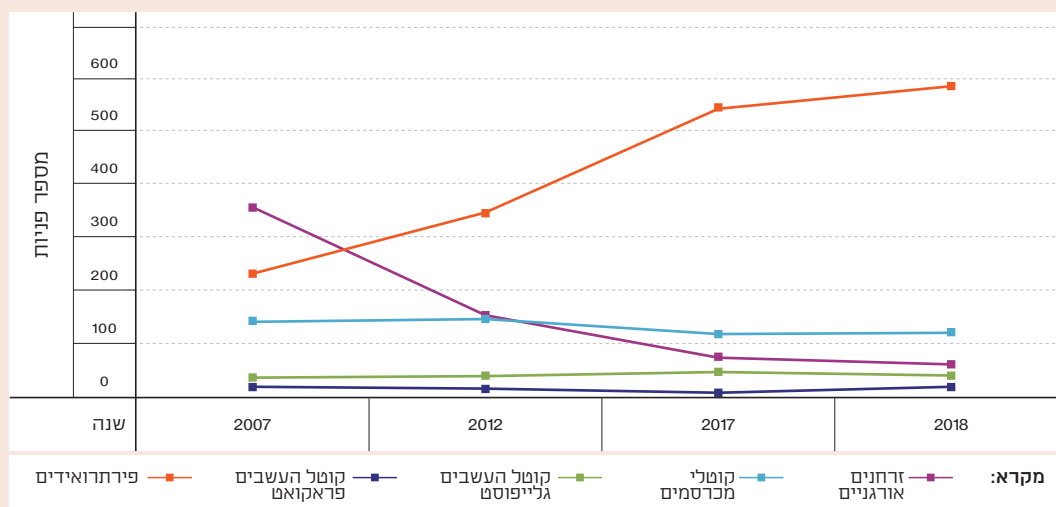
האתגר: יצירת מאגר נתונים לאומי על הרעלות מחומרי הדברה

בקצרה: בישראל אין איסוף שיטתי של נתונים על כלל מקרי ההרעלה מחומרי הדברה.

בישראל אין איסוף שיטתי של נתונים על כלל מקרי ההרעלה מחומרי הדברה. עם זאת, המכון הארצי למידע בהרעלות בקריה הרפואית רמב"ם אוסף נתונים על פניות מהציבור ומרופאים ומפרסמם. חשוב לציין שבנתונים של המכון אין הבחנה בין מקרי הרעלה מתכשירי הדברה חקלאיים למקרי הרעלה מתכשירי הדברה תברואיים.

על פי נתונים מ-2018, היו יותר מ-1,200 פניות בעקבות הרעלות מקוטלי חרקים, כ-80 פניות בעקבות הרעלות מקוטלי עשבים ויותר מ-100 פניות בעקבות הרעלות מקוטלי מכרסמים. מתוך 77 פניות בעקבות הרעלות מזרחנים אורגניים, 11 מקרים היו הרעלות מדרגת רעילות חמורה. היו שני מקרים של הרעלות מדרגת רעילות חמורה לאחר חשיפה לפראקואט. עוד דווחו 589 הרעלות מקוטלי חרקים מסוג פירתרואידים, 33 הרעלות מתכשירי גלייפוסט ו-14 הרעלות מתכשירי פראקואט. למרות העלייה במספר הפניות אל המכון הארצי בשנים האחרונות, נראית ירידה במספר הפניות בעקבות הרעלות מחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים (תרשים 3).¹³

הרעלות מחומרי הדברה בישראל, לפי סוג חומר ההדברה, 2018-2007



←
תרשים 3
בנואר, 2019¹³

האתגר: שיפור האכיפה הנוגעת למכירה של חומרי הדברה חקלאיים ולשימוש בהם

בקצרה: לצורך שיפור הפיקוח בנושא זה נדרשת חקיקה. אין התקדמות משמעותית בקידום חקיקה להגבלת המכירה של חומרי הדברה רעילים והשימוש בהם.

על פי הצעת תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בתכשירי הדברה) התשע"ח-2018, רק אדם שעבר הכשרה יוכל ליישם או לרכוש תכשירי הדברה (למעט תכשירי הדברה המיועדים לפי התווית לציבור הרחב). בהיעדר דיונים סדורים של ועדות הכנסת בשנת 2019, התקנות לא קודמו. הצעת חוק של עמותת אדם טבע ודין, "חוק הגנה על בריאות הציבור: הפחתת הסיכון מחומרי הדברה", עוסקת בין השאר בצורך להכשיר עובדי הדברה העוסקים בחומרי הדברה מסוכנים במיוחד. החוק הוגש לכנסת בסוף שנת 2017, אך בשל השיתוק הפרלמנטרי הוא לא קודם.

האתגר: ניטור חומרי הדברה באוויר בקרבת בתי ספר ובתי מגורים

בקצה: אין בישראל תוכנית ממשלתית לניטור חומרי הדברה בקרבת בתי ספר ובתי מגורים, ואין מחקרים אקדמיים בנושא.

במחקר שבוצע ביוזמת מרכז המועצות האזוריות בעמק חפר נמדדו ריכוזים של חומרי הדברה באוויר סמוך לשלושה יישובים בעמק חפר: קיבוץ מעברות, היישוב הקהילתי בת חפר והמועצה המקומית אליכין. בבדיקה של ספיחת חומרי הדברה על פילטרים נמצא כי יש עלייה בריכוז חומרי ההדברה פנדימטלין וספירוטטרמט באוויר לאורך כ־8 שעות לאחר ביצוע הריסוס, בהשוואה לריכוז החומרים טרם ביצוע הריסוס. 24 שעות לאחר הריסוס חלה ירידה בריכוזי החומרים באוויר לרמה שעדיין הייתה גבוהה מרמת הריכוזים במועד הריסוס עצמו.¹⁴

באוגוסט 2017 התפרסמו הנחיות מקצועיות להדברה במוסדות חינוך ובסביבתם.¹⁵ על פי ההנחיות, לא יתבצע כל ריסוס של חומר הדברה בעת שילדים נוכחים במוסד החינוך ולא יהיה שימוש בתכשירים להדברת עשבייה. נוסף על כך, יישום חומר הדברה במוסד יתאפשר רק באישור הגורם האחראי ברשות המקומית ובתיאום עם מנהל המוסד. עם זאת, אין נתונים זמינים על היקף היישום של ההנחיות החדשות על ידי מוסדות ורשויות מקומיות.

האתגר: קידום חקיקה אחידה ומקיפה שתעסוק ברישום של כלל סוגי חומרי ההדברה והשימוש בהם (אתגר זה כולל הקמת ועדת־על לרישום חומרי הדברה / איחוד ועדות רישום)

בקצה: הנושא נדון במסגרת ועדת היגוי בין־משרדית עליונה לרישוי תכשירי הדברה, אך ללא תוצאה.

עמותת אדם טבע ודין מקדמת רפורמה אשר תאפשר האחדה של תנאי הרישום ושיטות העבודה של כלל החומרים הפעילים ותכשירי ההדברה ותחייב ביצוע רוויזיות אחת לכמה שנים על פי קריטריונים ברורים, כגון מסוכנות החומר.

מחקרים על חשיפה לחומרי הדברה בישראל

- חוקרים מאוניברסיטת בן־גוריון בנגב בחנו את ההשפעות של חשיפה תוך־רחמית לזרחן האורגני כלורפיריפוס בקרב עכברים, ומצאו כי החשיפה גורמת לפגיעה בכישורים חברתיים. הפגיעה שונה בזכרים ובנקבות.¹⁶ החוקרים גילו שחשיפה תוך־רחמית לכלורפיריפוס גורמת להשפעות התנהגותיות הדומות לאוטיזם.¹⁷
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב וממרכז המצוינות לחשיפה סביבתית ובריאות בטכניון (TCEEH) בחנו את ההתנהגות הסביבתית של כלורפיריפוס לאחר ריסוס על עלים. הם גילו שזמן מחצית החיים הסביבתי של כלורפיריפוס על עלים הוא 0.9–6.9 שעות.¹⁸
- חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי ומהמכון הווטרינרי ע"ש קמרון בדקו שאריות חומרי הדברה בעגבניות שרי ביחס למליחות מי ההשקיה, שטיפה ביתית ואחסון. הם מצאו ששטיפת העגבניות במים זורמים במשך 30 שניות לא הייתה יעילה בהסרת שאריות חומרי ההדברה מהקליפה.¹⁹

- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר וממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי בדקו את ההשפעות של קוטל העשבים אטרזין על איכות הזרע של עיזים ובחנו אם חשיפה מוקדמת לתוספי תזונה תורמת להפחתת ההשפעה. נמצא כי חשיפה לאטרזין פוגעת באיכות הזרע. חשיפה מוקדמת לתוסף המופק מאלת המסטיק (*Pistacia lentiscus*) הפחיתה במידה מסוימת את ההשפעה הרעילה של אטרזין בעיזים.²⁰ חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים בחנו את ההשפעה של חשיפה לאטרזין על תאי זרע של שוורים ומצאו שהם רגישים לו במיוחד.²¹
- חוקרים ממשרד הבריאות מדדו ריכוזים של תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן של 200 מבוגרים ו-103 ילדים במסגרת סקר רב מב"ת 2015–2016.^{8, 10}
- חוקרים מבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית בירושלים והדסה ע"ש בראון אספו בשנים 2012–2016 דגימות שתן מ-273 נשים הרות ומ-107 ילודים ומדדו תוצרי פירוק ספציפיים ולא ספציפיים של זרחנים אורגניים בשתן.⁷
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מבית החולים היהודי במונטריאול, מאוניברסיטת אל-קודס במזרח ירושלים, מבית החולים בית ג'אלה ומבית החולים אוגוסטה ויקטוריה בדקו חשיפה לחומרי הדברה מסוג אורגנוכלורונים בקרב האוכלוסייה היהודית ובקרב האוכלוסייה הערבית. החוקרים מצאו קשר בין לימפומה שאינה הודג'קין ובין חשיפה לחומר ההדברה Dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) בקרב האוכלוסייה הערבית פלסטינית בלבד.²²

אתגרים לשנים הבאות

בדצמבר 2019 הוחלט באיחוד האירופי לאסור את השימוש בזרחן האורגני כלורפיריפוס לשם הגנה על הצומח. גם לאחר צמצום רשימת הגידולים שבהם מותר השימוש בכלורפיריפוס בישראל, השימוש בו עדיין מותר, בעיקר במטעים ובכרמים, ועדיין מתגלות שאריות חריגות שלו בתוצרת חקלאית. לאור המאפיינים הטוקסיקולוגיים של כלורפיריפוס, הוועדה הבין-משרדית המייעצת לרישום תכשירי הדברה להגנת הצומח המליצה לבטל את הרישום של תכשירי כלורפיריפוס בישראל. על משרד החקלאות ופיתוח הכפר לשקול את ביטול השימוש בכלורפיריפוס.

מבדיקות שונות שנעשו – ניטור שאריות חומרי הדברה במזון, ניטור ביולוגי של זרחנים אורגניים בדגימות שתן של ילדים והערכת החשיפה לזרחנים אורגניים על בסיס דיאטה של ילדים – עלה כי יש להגביר את הפיקוח על שימוש בחומרי הדברה בישראל ולנקוט אמצעי אכיפה. עוד יש להרחיב את פעולות ההסברה כדי לצמצם את השימוש בחומרי הדברה ולהפחית את חשיפת הציבור לחומרים אלה. לשם כך יידרש שיתוף פעולה של כל הגורמים הרלוונטיים, ובייחוד של משרד הבריאות ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר.

לנוכח העובדה שכמה חומרים פעילים רעילים במיוחד, ובאותה עת יעילים מאוד, עתידים לצאת משימוש בשנים הקרובות (ובכלל זה פראקואט וקרבנדיזם), יש צורך לעודד פיתוח של תחליפים, הן באמצעים לכליית הן באמצעים רגולטוריים. עמדת משרד החקלאות ופיתוח הכפר היא שיש לקדם תהליכי רישוי מזורזים לתכשירים חלופיים או פחות רעילים, שהושלם תהליך רישומם במדינות מפותחות (בעיקר באירופה ובארצות הברית). התהליך כולל גם הכרה ברגולציה הבין-לאומית של ערכי השאריות המרביים המותרים. המשרד תומך בביטול הדרגתי של השימושים הקריטיים בתכשירים כדי שלא תיווצר פגיעה ישירה ומיידית בענפי חקלאות מסוימים.

על פי תקנות הגנה על בריאות הציבור (מזון) (שאריות חומרי הדברה) התשנ"א-1991, אפשר לייבא לארץ מזון אשר שאריות חומרי ההדברה בו עומדות בתקן הישראלי או בקודקס הבין-לאומי. המשמעות היא שאפשר להכניס לישראל תוצרת שטופלה בחומרי הדברה אשר הוצאו משימוש עקב הערכת הסיכונים שבוצעה על ידי הוועדה הבין-משרדית (כדוגמת חומרים מסוימים מקבוצת הזרחנים האורגניים). נדרש פתרון רגולטורי לסוגיה זאת.

כדי לאסור על שיווק חומרי הדברה רעילים במיוחד לציבור הרחב ועל השימוש בהם, נדרשת מסגרת רגולטורית המסדירה דרישה זו. פתרון רגולטורי הוצע הן על ידי משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים הן על ידי עמותת אדם טבע ודין, אך בשל השיתוק הפרלמנטרי בישראל בשנת 2019 התקנות לא קודמו.

במסגרת בחינה מחדש בנוגע לכלורפיריפוס, חומר הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים, הציג משרד הבריאות נתונים ממחקרי ניטור ביולוגי ומהערכת סיכונים על בסיס דיאטה של ילדים. האתגר בשנים הקרובות הוא להרחיב את השימוש בכלים אלו לעוד קבוצות של חומרי הדברה, ובכלל זה פירתרואידים ונאוניקוטינואידים, ולקבוצות נוספות של אוכלוסיות רגישות, נשים בגיל הפוריות למשל.

מקורות

- (1) Eskenazi, B., An, S., Rauch, S. A., Coker, E. S., Maphula, A., Obida, M., ... Chevrier, J. (2018). Prenatal exposure to DDT and pyrethroids for malaria control and child neurodevelopment: The VHEMBE Cohort, South Africa. *Environmental Health Perspectives*, 126(4), 047004. <https://doi.org/10.1289/EHP2129>
- (2) Caron-Beaudoin, É., Viau, R., & Sanderson, J. T. (2018). Effects of neonicotinoid pesticides on promoter-specific aromatase (CYP19) expression in Hs578t breast cancer cells and the role of the VEGF pathway. *Environmental Health Perspectives*, 126(4), 047014. <https://doi.org/10.1289/EHP2698>
- (3) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2019). לוח 3 - חומרי הדברה שנמכרו לשימוש בחקלאות - חומר פעיל, לפי מטרות שימוש ומשפחה כימית 2008-2016. <https://old.cbs.gov.il/publications/19/1744/pdf/t03.pdf>. (אוחזר במרץ 2020).
- (4) משרד החקלאות ופיתוח הכפר - השירותים להגנת הצומח ולביקורת (2019). סיכום כנס 'חומרי הדברה בתוצרת חקלאית - לא מה שחשבתם' שהתקיים ב-6.11.19. https://www.moag.gov.il/ppis/Yechidot/chemistry/rishum_rishuy/pirsumim/2019/Documents/sikum_kenes_hadbara_27%2011%2019.pdf. (אוחזר במרץ 2020).
- (5) משרד החקלאות ופיתוח הכפר (2018). בחינה מחדש (רוויזיה) של חומרי הדברה. https://www.moag.gov.il/ppis/Yechidot/chemistry/rishum_rishuy/pirsumim/2018/Pages/behina_mehadash_hadbara.aspx. (אוחזר אוגוסט 2020).
- (6) משרד החקלאות ופיתוח הכפר - השירותים להגנת הצומח ולביקורת (2018). הגדרה מחדש למונח "שטחי בור" המופיע בתוויות של קוטלי עשבים. https://www.moag.gov.il/ppis/Yechidot/chemistry/rishum_rishuy/Documents/shithei_bor_michtav.pdf. (אוחזר במרץ 2020).
- (7) Ein-Mor, E., Ergaz-Shaltiel, Z., Berman, T., Gönen, T., Natsheh, J., Ben-Chetrit, A., Haimov-Kochman, R., & Calderon-Margalit, R. (2018). Decreasing urinary organophosphate pesticide metabolites among pregnant women and their offspring in Jerusalem: Impact of regulatory restrictions on agricultural organophosphate pesticides use? *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 221(5), 775-781. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.03.013>

- (8) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות ושירותי בריאות הציבור (2018). **חשיפה לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים בקרב מבוגרים בישראל 2015-2016. חלק א': מגמות והשוואה בינלאומית.**
https://www.health.gov.il/publicationsfiles/organic_phosphates_2015_2016.pdf (אוחזר במרץ 2020).
- (9) Calderon, R. (February, 2020), personal communication.
- (10) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Göen, T., Hamama, Z., Axelrod, R., Keinan-Boker, L., Shimony, T., & Goldsmith, R. (2020). Organophosphate pesticide exposure in children in Israel: Dietary associations and implications for risk assessment. *Environmental Research*, 182, 108739. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108739>
- (11) משרד הבריאות – שרות המזון הארצי (2020). **סיכום תוצאות ניטור חומרי הדברה במזון בישראל לשנים 2017-2018.**
https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/pest_findings2017-2018.pdf (אוחזר במרץ 2020).
- (12) משרד החקלאות ופיתוח הכפר – השירותים להגנת הצומח ולביקורת (2019). **סקר שאריות חומרי הדברה בתוצרת חקלאית מקומית לשנת 2017.**
https://www.moag.gov.il/ppis/Yechidot/chemistry/rishum_rishuy/pirsumim/2019/Documents/seker_hadbara_totzeret_tria_2017.pdf (אוחזר במרץ 2020).
- (13) בנטור, י' (2019). **חשיפות והרעלות מחומרי הדברה: נתוני המרכז הארצי למידע בהרעלות.** הרצאה בכנס של משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 'חומרי הדברה בתוצרת חקלאית – לא מה שחשבתם', בית דגן, ישראל.
- (14) נקודת ח"ן (טרם פורסם). **ניטור חומרי הדברה באוויר כבסיס להסכמות בממשק חקלאות קהילה.**
- (15) המשרד להגנת הסביבה (2017). **יישום עשרה עקרונות בנושא יישום תכשירי הדברה במוסדות חינוך ובסביבתם.**
https://www.gov.il/BlobFolder/generalpage/safe_extermination_in_schools/he/PestControl_PestControl_principles_application_pesticide_educational_institutions.pdf (אוחזר במרץ 2020).
- (16) Lan, A., Stein, D., Portillo, M., Toiber, D., & Kofman, O. (2019). Impaired innate and conditioned social behavior in adult C57Bl6/J mice prenatally exposed to chlorpyrifos. *Behavioral and Brain Functions*, 15, 2. <https://doi.org/10.1186/s12993-019-0153-3>
- (17) Lan, A., Kalimian, M., Amram, B., & Kofman, O. (2017). Prenatal chlorpyrifos leads to autism-like deficits in C57Bl6/J mice. *Environmental Health*, 16, 43. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0251-3>
- (18) Lester, Y., Sabach, S., Zivan, O., & Dubowski, Y. (2017). Key environmental processes affecting the fate of the insecticide chlorpyrifos applied to leaves. *Chemosphere*, 171, 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.12.013>
- (19) Shimshoni, J. A., Bommuraj, V., Chena, Y., Sperling, R., Barel, S., Kaye, Y., & Fallick, E. (2019). Residual distribution kinetics of pesticides in cherry tomato peel, pulp, and fruit as a function of irrigation water salinity, household rinsing, and storage regimen. *Agronomy*, 9(12), 800. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120800>
- (20) Komsky-Elbaz, A., Saksier, M., Biran, D., Argov-Argaman, N., Azaizeh, H., Landau, Y. S., & Roth, Z. (2019). Atrazine-induced toxicity in goat spermatozoa is alleviated to some extent by polyphenol-enriched feed. *Chemosphere*, 236, 124858. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124858>
- (21) Komsky-Elbaz, A., Zubov, A., & Roth, Z. (2019). Effect of the herbicide atrazine and its major metabolite, DACT, on bovine sperm cryotolerance. *Theriogenology*, 140, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.08.026>
- (22) Klil-Drori, A. J., Kleinstern, G., Abu Seir, R., Choshen-Cohen, L., Abdeen, Z., Hussein, E., ... Paltiel, O. (2018). Serum organochlorines and non-Hodgkin lymphoma: A case-control study in Israeli Jews and Palestinians. *Chemosphere*, 213, 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.09.069>

מזהמי מזון כימיים

מזהמי מזון הם חומרים שאינם מוספים למזון במכוון, אך הם עלולים להימצא בו. יש בהם חומרים אי-אורגניים ואורגניים שמגיעים לשרשרת המזון ממגוון מקורות, כגון זיהום סביבתי, שיטות גידול, תהליכי ייצור ועיבוד, תנאי אחסון ואריזה. יש הנוצרים באופן טבעי – באדמה, במים או באוויר, ויש שהם תוצר לוואי של תהליך העיבוד והייצור עצמו.

חומרים רעילים כדוגמת דיוקסינים, תרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות (per- and polyfluoroalkyl substances – PFAS) ביפנילים עתירי כלור (polychlorinated biphenyls – PCBs) וביפנילים עתירי ברום (polybrominated biphenyls – PBBs), מיקוטוקסינים, אלקלואידים, מתכות כבדות ופחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים (polycyclic aromatic hydrocarbons – PAHs) נמצאים כמעט בכל מקום בסביבה. אפשר למוצאם בחומרי הזנה לבעלי חיים ולפיכך גם במזון מן החי. נוסף על כך, בגידול חיות משק נעשה שימוש בתרופות וטרינריות וחומרי הדברה, ולכן הם עלולים להימצא במוצרי מזון מן החי.

עבור רבים ממזהמי מזון כימיים אלה אין ערך סף בטוח. עם זאת, ערכי חשיפה מקובלים חושבו לרבים מהם על ידי ארגונים בין-לאומיים כדוגמת ועדת המומחים המשותפת לתוספי מזון ותרופות של ארגון הבריאות העולמי ושל ארגון המזון והחקלאות (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECFA) ועל ידי ארגונים אזוריים כדוגמת הרשות האירופית לבטיחות המזון (European Food Safety Authority – EFSA). חשיפה למזהמים אלה מעל רמה מסוימת עלולה לגרום לפגיעה בבריאות האדם. הפגיעה תלויה בסוג המזהם, ברמת החשיפה, במשך החשיפה ובמאפייני האדם הנחשף.

בישראל, כבמקומות רבים בעולם המערבי, האחריות לנקיטת האמצעים הנדרשים לצמצום רמות מזהמי מזון כימיים לרמה המינימלית האפשרית מוטלת על כל עסק מזון. האחריות לייצר, לייבא ולשווק מזון בטוח קבועה בחוק הגנת בריאות הציבור (המזון) התשע"ו–2015. כמו כן, משרד הבריאות קבע רמות מרביות מותרות של מזהמי מזון, כגון מתכות כבדות, דיוקסינים, ביפנילים עתירי כלור, פחמימנים ארומטיים רב-טבעתיים ומיקוטוקסינים.

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של מזהמי מזון כימיים. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: ביצוע סקר אלומיניום במזון לתינוקות

בקצרה: הסקר בוצע. רמות אלומיניום מעל סף הכימות נמצאו בכל הדגימות שנלקחו מפורמולות צמחיות של מזון לתינוקות ובכ־60% מהדגימות של פורמולות מבוססות חלב.

עיקר החשיפה של האוכלוסייה לאלומיניום נעשית דרך המזון. מחקרים טוקסיקולוגיים בבעלי חיים הראו כי לכמה תרכובות אלומיניום יש פוטנציאל לגרום לרעילות עצבית ולהשפיע על מערכת הרבייה הגברית. במחקרים שנעשו בבני אדם, בקרב חולים שעברו דיאליזה, נצפו השפעות עצביות בחשיפה מתמשכת לריכוזים גבוהים של תרכובות אלומיניום. מחקרים מספר הראו קשר בין חשיפה לאלומיניום ובין מחלות ניווניות, אך מחקרים אלה אינם מבוססים די הצורך כדי לקשור בין חשיפה לאלומיניום למחלות אלה.

תינוקות הם אוכלוסייה רגישה שצריכת המזון שלה אינה מגוונת. לכן החליט שירות המזון הארצי במשרד הבריאות לקיים סקר לזיהוי וכימות של אלומיניום בתרכובות מזון לתינוקות. במסגרת הסקר נדגמו תרכובות מזון לתינוקות, הנפוצות בשוק הישראלי ובבתי חולים, הן אבקות להכנה ביתית הן תרכובות מוכנות לצריכה. במסגרת הסקר נעשתה הערכת חשיפה שהשוותה בין רמות האלומיניום לערך הסף שנקבע על ידי JECFA והרשות האירופית לבריאות המזון. בסקר נמצא כי בכל דגימות המזון הצמחי לתינוקות היה אלומיניום ברמה הניתנת לכימות (מעל ה-LOQ – limit of quantification), ואילו בפורמולות המבוססות על חלב לא נמצא אלומיניום בכ־40% מהדגימות. רמות האלומיניום שנמצאו במזון צמחי לתינוקות גבוהות בממוצע מאלה שנמצאו במזון מבוסס חלב. מקור האלומיניום יכול להיות באריזה או בפולי סויה הצוברים אלומיניום באופן טבעי. גם שאריות אלומיניום ברכיבים אחרים של הפורמולות הצמחיות המבוססות על סויה וכן זיהום במהלך העיבוד יכולים להיות בגורמים להימצאות אלומיניום בתרכובות מזון לתינוקות.

האתגר: ביצוע סקר פתלאטים במזון לתינוקות

בקצרה: בדיקות שנעשו לאריזות פורמולה לתינוקות בעת הייבוא העלו שהן עומדות בתקן הישראלי. על כן התייתר הצורך בעריכת הסקר.

פתלאטים הם קבוצת כימיקלים המשמשים בתהליכים תעשייתיים כדי לחזק את הפלסטיק ולהגמישו. חשיפה לכימיקלים אלה קיימת במקרים של נדירות מאריזות המזון למזון או למשקה.

תקן 5113 הוא תקן ישראלי רשמי ומחייב, והוא נוגע לאריזות פלסטיק של מזון. תקן זה חל גם על אריזות אלומיניום עם ציפוי פלסטיק, המאפיינות מזון לתינוקות. התקן עבר כמה עדכונים מאז 2017, ונקבעו בו רמות מרביות מותרות של פתלאטים, בהתאמה לרגולציה האירופית. אריזות מזון לתינוקות מיובאות לישראל, ועל פי צו ייבוא חופשי נבדק אם הן עומדות בתקן 5113. במסגרת בדיקות אלה לא נמצאו חריגות ברמות הפתלאטים. לאור הממצאים, ומאחר שרוב מזון התינוקות מיובא, התייתר הצורך בביצוע הסקר לזיהוי וכימות של פתלאטים במזון לתינוקות.

מקרא: ■ התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות

האתגר: הקמת מאגר מידע על צריכת מזון בישראל, המבוסס על סקרי בריאות ותזונה תקופתיים ועל ביצוע של הערכות חשיפה מדויקות יותר למזהמים שמקורם במזון בקרב האוכלוסייה הכללית ותת־אוכלוסיות כגון ילדים ונשים הרות

בקצרה: נעשה שימוש במידע מסקרי רב מב"ת לצורך הערכות חשיפה לחומרי הדברה. אושר תקציב לעבודת ההכנה הנדרשת ליצירת בסיס נתונים על צריכת מזון מנתוני סקרים אלה. המכרז לביצוע עבודה זאת יפורסם בעתיד.

במסגרת סקרי רב מב"ת נאספו נתוני צריכת מזון ממדגם מייצג של האוכלוסייה בישראל. כדי שיהיה אפשר להשתמש בנתונים שנאספו להערכת חשיפה של האוכלוסייה הכללית ושל תת־אוכלוסיות בישראל למזהמים שמקורם במזון, יש צורך בפירוק המזונות שדווחו על ידי המשתתפים למרכיביהם על פי מתכונים. נוסף על כך הנתונים מסקרי רב מב"ת משמשים להערכות חשיפה ראשוניות של קבוצות גיל שונות של ילדים לחומרי הדברה.

האתגר: הקמת פרויקט TDS (Total Diet Study) בישראל

בקצרה: לנוכח מגבלות תקציביות ולוגיסטיות, לא הוחלט בשלב זה על הקמת הפרויקט בישראל.

פרויקט TDS בוחן את כלל המזונות שהאדם צורך באופן שהוא צורך אותם, והוא כולל איסוף דגימות מזון הנצרך על ידי האוכלוסייה הכללית ותת־אוכלוסיות מהשווקים השונים, הכנת האוכל באופן המקובל של צריכתו וערבוב המזונות לכמה דגימות כוללות (composite samples). דגימות מעורבות אלה של מזון נבחנות לזיהוי וכימות של מזהמים שמקורם במזון, ובהם חומרי הדברה, מזהמים סביבתיים אחרים, רעלנים טבעיים וחומרים שנדדו מארזות מזון. מטרת פרויקט כזה היא הערכה כמותית של כימיקלים שהציבור נחשף אליהם ממזון, מתוך הבחנה בין תת־קבוצות באוכלוסייה. לנתונים אלה תרומה של ממש להערכת ההשפעות הבריאותיות האפשריות של חשיפה למזהמים ממזון. היתרון בגישה זו של TDS הוא שהמזון נבחן כפי שהוא נצרך (לדוגמה, לאחר שטיפה, קילוף או בישול), ולפיכך התמונה המתקבלת מדויקת יותר. לכן כמה מדינות ברחבי העולם הקימו פרויקטים לאומיים מסוג זה.

הקמת פרויקט TDS מצריכה פעולות שונות, בהן בניית תוכנית דיגום המייצגת את צריכת המזון בישראל, תעדוף החומרים שחשוב לבדוק, כתיבת פרוטוקולים ברורים הן לדיגום הן להכנת המזון, הקמת מערך להכנת המזון באופן שהוא נצרך, ופיתוח יכולות לוגיסטיות לשינוע המזון ואחסונו וכן יכולות מעבדתיות לבדיקת החומרים הנדרשים על פי התעדוף. כל אלה דורשים השקעת משאבים גדולים הן בכוח אדם הן בתקציבים. לא חלה התקדמות בהקמת הפרויקט המדובר בשל מגבלות תקציב.

מחקרים על מזהמי מזון כימיים בישראל

- חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי בחנו את ההשפעות של שימוש בחומר ההדברה פוספין על גרעיני חיטה במהלך אחסונם ועל המיקרוביום של החיטה, ובכלל זה פטריות יוצרות מיקוטוקסינים. השימוש בפוספין גרם לשינויים בהרכב אוכלוסיית החיידקים, וככל שרבו הטיפולים בפוספין כך חלה ירידה בגיוון הרכב אוכלוסיית החיידקים בחיטה המאוחסנת, אולם לא היה אפקט דומה על אוכלוסיית הפטריות. בחינת מיקוטוקסינים בחיטה המטופלת העלתה הימצאות של רעלני פוזריום, ובעיקר deoxynivalenol¹.

- בעקבות זיהוי מחלת ארגוט בשדות סורגום, בפעם הראשונה בישראל, היה הכרח להשמיד תוצרת רבה משדות אלה. חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי בחנו וזיהו את פרופיל האלקלואידים של הארגוט בשדות הנגועים. הרכיב דיהידרוליזרגול זוהה בפעם הראשונה כאלקלואיד מרכזי של ארגוט. הערכת בטיחות של תחמיצי הסורגום הנגוע, בהתחשב בפרופיל האלקלואידים, העלתה כי תחמיץ הסורגום בטוח לצריכה עבור בעלי חיים.²
- במחקר שערכו חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי ומהמכון הווטרינרי ע"ש קמרון פותחה שיטה לזיהוי מגוון פטריות טוקסיגניות ומיקוטוקסינים בחיטה.³
- חוקרים במרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי בחנו דגימות חלב פרה וחלב עיזים הנמכרים בשווקים בישראל וזיהו בהם חומרי הדברה ושאריות תרופות. בכ-50% מדגימות החלב שנבדקו נמצאו כמה חומרי הדברה באותה דגימה.⁴

אתגרים לשנים הבאות

הערכת החשיפה למזהמים שמקורם במזון היא שלב חשוב בתהליך הערכת הסיכונים ממזהמים אלה, והשימוש בנתוני צריכת מזון חשוב לביצוע הערכות חשיפה ייחודיות לאוכלוסייה בארץ. נתונים מקיפים על צריכת מזון של האוכלוסייה בישראל נאספים במסגרת סקרים תזונתיים, דוגמת סקרי רב מב"ת, אך הנתונים כמעט ואינם מנוצלים לצורך הערכות סיכונים של מזהמים במזון. ביצוע הערכות חשיפה למזהמים, כגון מתכות כבדות, בהסתמך על נתונים מסקרי רב מב"ת ונתוני ניטור ביולוגי, הם אתגר מתמשך.

שירות המזון הארצי מבצע סקרים תקופתיים של מזהמים במזון (כולל מיקוטוקסינים במזון, ארסן באורז ובמוצרי אורז ואלומיניום במזון לתינוקות). חלק מתוצאות הסקרים האלה לא פורסמו. במסגרת המאמץ להגביר את השקיפות כלפי הציבור, שירות המזון הארצי מתכנן לפרסם נתונים שנאספו בסקרים אלה.

שינויי אקלים משפיעים על התרבות פטריות טוקסיקוגניות, ובמקומות שונים בעולם כבר נצפית מגמת עלייה ברמות מיקוטוקסינים בגידולים אכילים. החקיקה בישראל קובעת רמות מרביות מותרות של מיקוטוקסינים עיקריים בכמה קטגוריות מזון, כגון אגוזים, חלב, דגנים וקטניות. בעקבות הרחבת הידע בנושא והתקדמות ביכולות האנליטיות לזיהוי וכימות של מיקוטוקסינים, שירות המזון הארצי מתכוון לעדכן את החקיקה הקיימת ולהרחיבה במידה ניכרת – הן בסוגי המיקוטוקסינים שעבורם ייקבעו רמות מרביות הן בקטגוריות המזון.

שירות המזון הארצי מתכנן גם להפוך לתקנות את הקווים המנחים לכמות מרבית של מתכות כבדות במזון. לצורך קידום תקנות כאלה, נדרשת העמקת שיתוף הפעולה עם השירותים הווטרינריים במשרד החקלאות ופיתוח הכפר. תוצאות סקר שערכו השירותים הווטרינריים לזיהוי וכימות של מתכות כבדות במזון מן החי, מלמדות שצריכת מזון מן החי עלולה להיות מקור חשיפה למתכות כבדות. בשנת 2018 נמצאו שאריות של ארסן מתחת לרמה המותרת בכ-65% מדגימות דגי הבריקה, וב-49% מדגימות דגי הבריקה היו שאריות כספית, אף הן מתחת לרמה המותרת. בדגימות מדגי ים נמצאו חריגות רבות של ארסן, ושאריות של קדמיום וכספית מתחת לרמה המותרת נמצאו בכ-50% מהדגימות. כמו כן נמצאו שאריות של קדמיום מתחת לרמה המותרת ב-98% מדגימות עוף הודו וביותר מ-40% מדגימות הפטם.⁵ יש צורך בהערכת סיכונים על סמך נתונים שנאספים על ידי גורמי רגולציה שונים (משרד הבריאות ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר) כדי להביא בחשבון את החשיפה הפוטנציאלית למתכות כבדות הן ממזון מן החי הן ממזון מן הצומח.

דיוקסינים הם תוצרי לוואי של בעירה בלתי מבוקרת וכן בעירה המתרחשת בתהליכים תעשייתיים. דיוקסינים נמצאו בכל מקום – באוויר, קרקע, מים, משקעים ומזון. חשיפה ממושכת לדיוקסינים נקשרת להחלשה של מערכת החיסון, להשפעה על התפתחות מערכת העצבים, לפגיעה במערכת ההורמונלית ובתפקודי פוריות, וכן לתחלואה בסרטן. סקר הדיוקסינים האחרון בישראל פורסם בשנת 2013. במסגרתו נדגמו במקומות שונים בישראל מוצרי מזון בעלי פוטנציאל גבוה להימצאות דיוקסינים, ועל פיהם חושבה החשיפה הממוצעת של אדם בוגר – לדיוקסינים, לפורנים ולביפנילים עתירי כלור דמויי דיוקסין. יש צורך בסקר חדש לזיהוי וכימות של דיוקסינים במזון בישראל ולחישוב מידת החשיפה של הציבור לתרכובות אלה.

אתגר נוסף הוא הגשת נתוני סקרים של מזהמים במזון בישראל למאגרי מידע בין-לאומיים. ארגון הבריאות העולמי מפעיל מאגר נתונים הכולל מידע מניטור של מזהמי מזון. מערכת זו מספקת מידע – לממשלות, לוועדת הקודקס אלימנטריוס (Codex Alimentarius) ולמוסדות רלוונטיים אחרים, וכן לכלל הציבור – על רמות ומגמות של מזהמים במזון, על תרומתם לחשיפה של בני אדם ועל משמעותם בכל הקשור לבריאות הציבור ולסחר הבין-לאומי. שירות המזון הארצי החל בהמרת נתוני מזהמים במזון שנדגם בישראל לפורמט של מאגר הנתונים של ארגון הבריאות העולמי, ויש בכוונתו להגיש נתונים למאגר בין-לאומי זה בקבוצות.

תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות הן קבוצה של כימיקלים מעשה ידי אדם המשמשים במגוון רחב של תעשיות בעולם זה שנים רבות. חשיפה ממושכת לתרכובות אלה עלולה להוביל להשפעות בריאותיות שליליות הכוללות כולסטרול גבוה, מחלות של בלוטת התריס, החלשה של מערכת החיסון וסוגים שונים של סרטן. תרכובות אלה עלולות להימצא במזון שאנו צורכים, ומקורן באדמה מזהמת, במי שתייה של בעלי חיים או במי השקיה, באריזות מזון או בציוד לעיבודו. בעוד שנתונים ראשוניים על זיהום מתרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות במי שתייה בישראל נאספים, אין נתונים זמינים על הימצאות תרכובות אלו במזון. מתוכנן סקר לבחינת הרמות של תרכובות אלה במזון בישראל.

מקורות

- (1) Solanki, M. K., Abdelfattah, A., Britzi, M., Zakin, V., Wisniewski, M., Droby, S., & Sionov, E. (2019). Shifts in the composition of the microbiota of stored wheat grains in response to fumigation. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1098. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01098>
- (2) Shimshoni, J. A., Cuneah, O., Sulyok, M., Krska, R., Sionov, E., Barel, S., & Meller Harel, Y. (2017). Newly discovered ergot alkaloids in Sorghum ergot *Claviceps africana* occurring for the first time in Israel. *Food Chemistry*, 219, 459–467. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.182>
- (3) Sadhasivam, S., Britzi, M., Zakin, V., Kostyukovsky, M., Trostanetsky, A., Quinn, E., & Sionov, E. (2017). Rapid detection and identification of mycotoxigenic fungi and mycotoxins in stored wheat grain. *Toxins*, 9(10), 302. <https://doi.org/10.3390/toxins9100302>
- (4) Bommuraj, V., Chen, Y., Gal, O., Ben Ari, J., Kertsus-Banchik, E., Barel, S., & Shimshoni, J. A. (2020). Human pharmaceutical and pesticide residues in Israeli dairy milk in association with dietary risk assessment. *Food Additives & Contaminants. Part B, Surveillance*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/19393210.2020.1764114>
- (5) משרד החקלאות ופיתוח הכפר – השירותים הווטרינריים ובריאות המקנה (2019). דו"ח לשנים 2016–2018. https://www.moag.gov.il/vet/dochot-shnatiim/Documents/doch_shnati_2016-2018.pdf (אוחזר ביוני 2020).



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).¹

מתכות כבדות, ובכלל זה עופרת, כספית וארסן, עלולות להימצא בצעצועים, בצבעים, בתכשיטים ובמוצרי טיפוח אישי. מקרים של הרעלה אקוטית מעופרת דווחו עקב חשיפה לצעצועים ולצבעים המכילים רמות גבוהות של מתכת זו.²

הולכות ונאספות ראיות לכך שמוצרי צריכה תורמים במידה רבה לחשיפה מצטברת לכימיקלים המשבשים את המערכת האנדוקרינית, כגון פתלאטים, מעכבי בעירה, תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות (per- and polyfluoroalkyl substances – PFAS) וטריקלוזן, ושחשיפה כרונית עלולה להיות קשורה לתוצאי בריאות שליליים.¹ לדוגמה, טריפניל פוספט (triphenyl phosphate – TPHP), מעכב בעירה נפוץ מקבוצת הזרחנים האורגניים המשמש במוצרי צריכה, נקשר לשינויים בתפקוד בלוטת התריס. תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות, המשמשות למשל בציפויים עמידים למים ולכתמים במוצרי טקסטיל, נקשרו לסרטן, לשיבושים בפעולת בלוטת התריס, להשפעות על מערכת החיסון ולירידה בפוריות.³

צבעים, פוליוויניל כלוריד (polyvinyl chloride – PVC) ומוצרים העשויים מעץ עלולים לפלוט תרכובות אורגניות נדיפות, ובכלל זה פורמלדהיד. חשיפה למוצרי צריכה כאלה נקשרה לסיכון מוגבר לתגובות אלרגיות ולקשיי נשימה אצל ילדים.⁴

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של כימיקלים במוצרי צריכה. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: דרישה לתיוג מוצרי צריכה נבחרים העומדים בתקן

אתגר לשנים הבאות: קביעת תקן סימון אחיד לכימיקלים מסוימים במוצרי צריכה, בדגש על מוצרים המיועדים לתינוקות, לפעוטות ולילדים.

בקצה: הוספת תווית על מוצרים מסוימים הוגדרה דרישת תקן מחייבת. כמון כן, נוספה החובה לסמן על גבי תווית של מזרנים ושל שטיחי טקסטיל את השימוש או היעדר השימוש בכימיקלים מעכבי בעירה.

בעקבות פרויקט רוחב שיזם משרד הבריאות, נבחן מחדש הצורך להוסיף מעכבי בעירה למוצרי צריכה שונים. לאחר שנמצא כי הנזק הבריאותי העלול לנבוע משימוש בכימיקלים מעכבי בעירה עולה על היתרון הבטיחותי של השימוש בהם, הדרישה להוסיף למוצר הושמטה או שהרשמיות מדרישה זו הוסרה. במוצרים אשר יש אפשרות (אך לא חובה) להוסיף להם מעכבי בעירה כימיים בתהליך הייצור, נוספה דרישה לסמן על גבי תווית המוצר אם נוספו לו חומרים אלה. סימון התווית נועד לאפשר לצרכן רכישה מושכלת של מוצרי צריכה לפי העדפותיו האישיות, כנהוג ברוב המכריע של המדינות המפותחות. כך למשל נקבעה החובה לסמן על גבי תווית את הימצאותם של כימיקלים מעכבי בעירה במזרני מבוגרים, במזרני תינוקות ובשטיחי טקסטיל.

המגמה להפחית את השימוש במעכבי בעירה כימיים במוצרי צריכה צפויה להתרחב למוצרים נוספים, כדוגמת רהיטים ומכשירי אלקטרוניקה ביתיים. נכון להיום אין חובה לציין נוכחות או היעדר של כימיקלים מעכבי בעירה במוצרי צריכה רבים לתינוקות וילדים כולל עגלות, מושבי רכב וכריות הנקה. כמו כן, עדיין אין חובה גורפת לסימון אחיד של כימיקלים מסוימים בכלל מוצרי הצריכה המשווקים בישראל.

האתגר: שיפור האכיפה בנוגע למוצרי צריכה (אכיפה בשוק ולא רק בייבוא)

אתגר לשנים הבאות: כינון רשות מתכללת (ועדה בין-משרדית) לצורך שיפור והידוק של הפיקוח והאכיפה על מוצרי צריכה המשווקים בישראל.

בקצה: הפיקוח והאכיפה על מוצרי צריכה בשווקים בישראל שופרו בזכות חיזוק שיתוף הפעולה בין גורמי הרגולציה הרלוונטיים. מאמצי הפיקוח והאכיפה הורחבו לקבוצות מוצרים שסקרי שוק העידו על פוטנציאל הסיכון שלהם לבריאות הציבור.

משרד הכלכלה והתעשייה הוא המשרד האמון על הפיקוח ועל האכיפה של מוצרי הצריכה המשווקים בישראל – עמידתם בדרישות התקנים הרשמיים. בשנים האחרונות התרחב שיתוף הפעולה המקצועי בין משרד הבריאות למשרד הכלכלה והתעשייה. חוקרים מאוניברסיטת חיפה, ממכון התקנים וממשרד הבריאות, בשיתוף הקרן לבריאות וסביבה, יזמו כמה מחקרים על נוכחות כימיקלים במוצרי צריכה והעבירו את הממצאים הראשוניים למשרד הכלכלה והתעשייה להמשך טיפול ואכיפה. המשרד נעזר בממצאים אלה לצורך אכיפה מכוונת וממוקדת יותר. עם זאת, אין רגולציה או מנגנון שמטרתם להבטיח שיתוף פעולה בין המשרדים הרלוונטיים, קרי – משרד הכלכלה והתעשייה, משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה.

מקרא: התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות ■

הקמת ועדה בין-משרדית אשר תקבע תוכניות עבודה שנתיות ויעדים תוכל לטייב את הפיקוח ואת האכיפה ולהפנות את המשאבים המוגבלים למוצרים שפוטנציאל הסיכון שלהם לבריאות הציבור גבוה יותר.

משרד הכלכלה והתעשייה השיק אתר אינטרנט ("הפורטל הישראלי לבטיחות מוצרי צריכה"), ובו מידע על מוצרי צריכה אשר הגיעו לשווקים בישראל, נמצאו לא מתאימים והוסרו מהמדפים ("ריקול").⁵ למרות השיפור עדיין לא מתפרסמים נתונים תקופתיים על היקף הבדיקות המבוצעות ותוצאותיהן.

האתגר: בחינה מחדש של תפקיד משרד הבריאות בהתקנת תקנים המגינים על בריאות הציבור

אתגר לשנים הבאות: המשך העמקת המעורבות של משרד הבריאות באימוץ תקנים זרים מתקדמים ומחמירים לעומת התקנים הנהוגים היום.

בקצרה: משרד הבריאות פועל באופן יזום להעמיק את מעורבותו באימוץ תקנים חדשים ובעריכת רוויזיות בתקנים קיימים כדי לשפר את רמת הבטיחות של מוצרי צריכה.

משרד הבריאות הרחיב את מעורבותו בדיוני ועדות מכון התקנים העוסקות בדרישות תקן עבור מוצרי צריכה. המשרד קידם, על סמך ממצאי מחקרים שאנשיו מעורבים בהם, אימוץ של תקנים חדשים וכן עריכה של רוויזיות בתקנים קיימים. למשל, אימוץ תקן למתכות כבדות בתכשיטי ילדים ותקן-גג לעופרת בצבעים ועריכת רוויזיות במגוון מוצרי צריכה ייעודיים לתינוקות, לפעוטות ולילדים, בהם עריסות, עגלות, כיסאות האכלה, שידות החתלה ומגרשי משחקים.

האתגר: קידום רגולציה מקיפה בנוגע לכימיקלים במוצרי צריכה

אתגר לשנים הבאות: קידום חקיקת המסגרת.

בקצרה: המועצה לשלום הילד מקדמת חקיקת מסגרת למוצרי צריכה, אשר תאגם את דרישות התקנים הרלוונטיים ותיצור אחידות בדרישות, בדגש על מוצרי צריכה המיועדים לפעוטות ולילדים.

בישראל אין עדיין מסגרת רגולטורית לבחינה שיטתית של כימיקלים ורישוםם אף שמסגרת כזאת קיימת בכל מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) למעט טורקיה. נוסף על כך, שלא כבארצות הברית ובאירופה, בישראל אין מסגרת רגולטורית מקיפה עבור מוצרי צריכה.⁶

נכון להיום, המסגרת הרגולטורית למוצרי צריכה בישראל מבוססת על תקנים שאינם מחייבים ועל תקנים מחייבים ייחודיים למוצרים ספציפיים. חקיקת מסגרת אחידה ומקיפה עשויה לתת מענה לפערים רגולטוריים אשר ייתכן כי אינם מטופלים במסגרת הקיימת כיום. באוקטובר 2020 פרסם המשרד להגנת הסביבה תזכיר חוק לרישום כימיקלים תעשייתיים בישראל. החוק המוצע ישאיר את הסמכות הרגולטורית למוצרי צריכה בידי משרד הכלכלה והתעשייה, אך יאציל למשרד להגנת הסביבה סמכות לקבוע תקנים במקרה שיתגלו פערים רגולטוריים.

לנוכח הרגישות המיוחדת של אוכלוסיות מסוימות לכימיקלים, הוחלט במועצה לשלום הילד ובקרב לבריאות וסביבה למקד את המאמצים במוצרי צריכה המיועדים לתינוקות, לפעוטות ולילדים. גופים אלו ניסחו חקיקת מסגרת להגבלת כימיקלים במוצרי צריכה המיועדים לאוכלוסייה זו.

האתגר: ביצוע סקרים נוספים של כימיקלים במוצרי צריכה בשוק הישראלי; סקירה שיטתית של דרישות הנוגעות לכימיקלים במוצרי צריכה בחו"ל בהשוואה לדרישות בישראל

אתגר לשנים הבאות: זיהוי פערים רגולטוריים עבור מוצרי צריכה מסוימים ובחינה השוואתית של דרישות הרגולציה בישראל לעומת הדרישות במדינות מפותחות אחרות.

בקצרה: נערכו כמה מחקרים אשר על בסיסם קודמה רגולציה רלוונטית לצורך צמצום החשיפה של הציבור לכימיקלים במוצרי צריכה.

קבוצת מחקר של משרד הבריאות, אוניברסיטת חיפה ומכון התקנים, בשיתוף הקרן לבריאות וסביבה, ערכה כמה מחקרים לבדיקת נוכחות של כימיקלים במוצרי צריכה. בין השאר, נערך סקר לבחינת תכולת מתכות כבדות (בעיקר עופרת) בצעצועים, בתכשיטי ילדים⁷ ובצבעים, ובכלל זה בצבעים המשמשים לצביעה ולתחזוקה של מתקני שעשועים.⁸ במהלך 2019–2020 נערך מחקר שבדק נוכחות של כימיקלים במשטחים המיועדים למשחק ילדים, בפרקטים ובדשא סינתטי. ממצאי מחקרים אלה מסייעים לאפיין פערים רגולטוריים ולתת להם מענה בדמות אימוץ תקנים חדשים, עריכת רויזיה בתקנים קיימים או קידום בקשה לשינוי המעמד של תקנים לא־מחייבים לתקנים רשמיים. זיהוי פערים בדרישות בין הרגולציה הישראלית לזו הקיימת במדינות מפותחות אחרות ישמש בסיס לקידום תקינה מחייבת עבור מוצרי צריכה מסוימים.

האתגר: קיצור התהליך הבירוקרטי של הכרזת רשמיות על תקנים חדשים ועל תקנים שעברו רויזיה

אתגר לשנים הבאות: קביעת משך הזמן המרבי בין פרסום התקן ובין הכרזת רשמיות בנהלים או בחקיקה.

בקצרה: משרד הבריאות פועל בשיתוף משרד הכלכלה והתעשייה לקיצור הזמן שנדרש להשלמת התהליך.

חודשים רבים (ובמקרים קיצוניים אף שנים) עלולים לחלוף בין מועד עריכת רויזיה בתקן על ידי מכון התקנים ובין פרסומו, וגם משהושלמה ההכרזה על היתו תקן רשמי, נדרש זמן עד לאזכורו בצו ייבוא חופשי. עיכוב זה נובע בין היתר מהיעדר פרק זמן מוגדר אשר במהלכו נדרשים השרים הממונים להעביר את התייחסות משרדם (אישור או התנגדות) לקידום התקן. כאשר ההתייחסות נדרשת מכמה שרים, משך הזמן עלול להתארך מאוד. בשנים האחרונות הוכרזו כמה תקנים בהליך מזורז (לדוגמה, תכולת עופרת בצבעים ותכולת מתכות כבדות בתכשיטי ילדים). עם זאת, נדרשת הגדרה של זמן קצוב וסביר להשלמת כל אחד משלבי התהליך, כך שהתקנים העדכניים יכנסו לתוקפם סמוך ככל האפשר למועד עדכונם על ידי ועדות התקינה שבמכון התקנים.

מחקרים על כימיקלים במוצרי צריכה בישראל

- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב והמרכז הרפואי שמיר (אסף הרופא) בחנו את ההשפעה של שימוש בדאודורנט מבוסס אלומיניום על ריכוז אלומיניום בחלב אם. במחקר השתתפו 58 נשים. לא נמצא קשר מובהק בין השימוש בדאודורנט מבוסס אלומיניום ובין ריכוז אלומיניום בחלב אם.⁹

- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב, מהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא – תל השומר וממשרד הבריאות, בשיתוף פעולה עם חוקרים מאוניברסיטת קולומביה, מאוניברסיטת הרווארד ומהמרכזים לבקרת מחלות ולמניעתן בארצות הברית (Centers for Disease Control and Prevention – CDC), מדדו ריכוזים של 31 כימיקלים (המכילים בין היתר פתלאטים ופנולים) בדגימות שתן של 50 נשים הרות. 14 כימיקלים, בהם ביספנול A (bisphenol A – BPA), פרבנים שונים ובנזופנון-3, נמצאו בשתן של יותר מ-90% מהנשים שהשתתפו במחקר. כימיקלים נוספים, בהם ביספנול S (bisphenol S – BPS) ותחליפי פתלאטים (DINCH), נמצאו בקרב 30%-63% מהמשתתפות.¹⁰ אותה קבוצת חוקרים מודדת ריכוזים של פתלאטים ושל תחליפי פתלאטים בדגימות שתן של 136 נשים שעברו תהליכי הפריה חוץ-גופית (IVF).
- צוות מחקר משותף למשרד הבריאות, לאוניברסיטת חיפה ולמכון התקנים בחן נוכחות של עופרת בתרסיסי צבע ובצבע לצביעת משטחים המשמש במגרשי משחקים ובאזורים ציבוריים בישראל. בבחינת ריכוזי העופרת בצבע של מתקני משחק בגני משחקים נמצאה ב-88% מן המקרים חריגה מהרמות המרביות שנקבעו ברגולציה האמריקנית (90 חלקים למיליון). בעקבות הממצאים עודכן התקן הישראלי הרשמי 1343 – צבעים ולכות, ונאסר השימוש בעופרת בצבעים, ובכלל זה צבעים תעשייתיים.⁸ העדכון ייכנס לתוקף בינואר 2021.
- חוקרים ישראלים, בשיתוף עם חוקרים מקנדה ומארצות הברית, בחנו את הרגולציה על כימיקלים במוצרי צריכה לילדים ובדקו איך הרגולציות האמריקניות והאירופיות משפיעות על שוק קטן כדוגמת ישראל. הודגש המחסור בחקיקת מסגרת מקיפה עבור כלל המוצרים לתינוקות, פעוטות וילדים. כמו כן הוצגה הבעייתיות שבאימוץ תקינה אמריקנית ותקינה אירופית בשל השונות בגישותיהן ובדרישותיהן.¹¹
- חוקרים מאוניברסיטת חיפה וממשרד הבריאות סקרו את ההשפעה של תקנים בישראל על קידום מדיניות סביבתית. התקנים למוצרי צריכה המיועדים לתינוקות, לפעוטות ולילדים שימשו מקרה בוחן. ממסקנות המחקר עלה ניגוד העניינים המובנה בין סוגיות של בטיחות ושל בריאות ובין האינטרסים הכלכליים-מסחריים, והוצעו פתרונות לטיוב תהליך קבלת ההחלטות באופן שיטה את הכף לטובת שיקולים בריאותיים וסביבתיים.¹²

אתגרים לשנים הבאות

אחד האתגרים העיקריים המשפיעים על הרגולציה של מוצרי צריכה בעולם, וגם בישראל, הוא רכישה פרטית באינטרנט. בשנת 2016 הוגדרה ישראל המדינה שבה גדל היקף הסחר המקוון במידה הרבה ביותר מבין מדינות ה-OECD ביחס לגודל האוכלוסייה. הפער בין היקף הזמנת חבילות לישראל עבור צריכה פרטית שאינה מפוקחת ובין הייבוא המסחרי המפוקח הוא פער ניכר – בשנת 2018 50% ממנו ויותר היו הזמנות מהאתר "עלי אקספרס".¹³

ייבוא מסחרי מסודר ורשמי של מוצרי צריכה מאפשר לרגולטור רמה מסוימת של פיקוח על בטיחות המוצרים המשווקים לצרכן בישראל ושעליהם חל תקן רשמי, ואילו ייבוא אישי של מוצרים ברכישה מקוונת מציב לפני הרגולטור אתגר משמעותי בהקשר זה. זאת ועוד, בשנת 2019 נכנס לתוקפו צו ייבוא אישי הפוטר הלכה למעשה את כלל מוצרי הצריכה (למעט מוצרים מוגדרים מעטים) מעמידה בדרישות התקנים הרשמיים

והמחייבים בישראל. צו זה מקנה פטור מובנה וגורף מפיקוח על מוצרי צריכה הנרכשים באינטרנט או מיובאים לארץ בייבוא אישי במשלוח שערכו עד 1,000 דולר – עד 30 יחידות של טובין מאותו סוג במשלוח, וכן במשלוח שערכו עולה על 1,000 דולר – עד 5 יחידות של טובין מאותו סוג במשלוח.¹⁴ ראוי לקדם פעולות הסברה כדי לצמצם את הסיכון הפוטנציאלי לבטיחותו של הצרכן ולבריאותו עקב רכישה מקוונת של מוצרים. פרסום הנחיות והמלצות של הרגולטור לציבור יוכל לתת בידי הצרכן כלי לרכישה מושכלת של מוצרי צריכה באתרים מקוונים.

רפורמת התמרוקים בישראל נועדה להפחית את יוקר המחיה ואת הנטל הרגולטורי. הרפורמה מבוססת על העברת האחריות לבטיחות התמרוקים, לאיכותם וליעילותם אל היצרנים והיבואנים, ותפקיד משרד הבריאות יהיה אכיפה ופיקוח ולא רישום התמרוקים.¹⁵ צריך לבחון את ההשלכות הפוטנציאליות של הרפורמה על חשיפת הציבור לכימיקלים בתמרוקים. נוסף על כך, הפחתת סיכונים מננוטכנולוגיה וננו־חומרים מציבה אתגר רגולטורי בהקשר של מוצרי צריכה בכלל ושל תמרוקים בפרט.⁶

ב־2020 פרסם משרד הכלכלה והתעשייה רפורמה מתוכננת בצו ייבוא חופשי שתפחית את הבדיקות הנדרשות למוצרי צריכה מיובאים מסוימים. על פי משרד הכלכלה והתעשייה הרפורמה תלווה בעלייה בהיקף האכיפה ובבדיקות בשווקים בישראל. לאחר כניסתה לתוקף של הרפורמה חשוב לעקוב אחר שינויים באיכות המוצרים המיובאים מתוך שימת דגש על הימצאותם של כימיקלים רעילים.

היום אין בישראל נתונים על ריכוזים של תרכובות פרפלאורואלקליות ופוליפלאורואלקליות במוצרי צריכה. תרכובות אלה מקנות עמידות מפני ספיגה של נוזלים והן משמשות במוצרים רבים, ובכלל זה טקסטיל, אריזות מזון וכלי מטבח. בשנים האחרונות מצטברות עדויות להשפעה בריאותית שלילית עקב חשיפה אליהן. האתגר לשנים הקרובות הוא המשך בחינת הפוטנציאל של חשיפה לתרכובות אלה באמצעות מוצרי צריכה בישראל ובחינת אימוץ צעדים רגולטוריים.

- (1) Li, D. & Suh, S. (2019). Health risks of chemicals in consumer products: A review. *Environment International*, 123, 580–587. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.12.033>
- (2) Hauptman, M., Bruccoleri, R., & Woolf, A. D. (2017). An update on childhood lead poisoning. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 18(3), 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.cpem.2017.07.010>
- (3) Rappazzo, K. M., Coffman, E., & Hines, E. P. (2017). Exposure to perfluorinated alkyl substances and health outcomes in children: A systematic review of the epidemiologic literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(7), 691. <https://doi.org/10.3390/ijerph14070691>
- (4) Tagiyeva, N. & Sheikh, A. (2014). Domestic exposure to volatile organic compounds in relation to asthma and allergy in children and adults. *Expert Review of Clinical Immunology*, 10(12), 1611–1639. <https://doi.org/10.1586/1744666X.2014.972943>
- (5) משרד הכלכלה והתעשייה. הפורטל הישראלי לבטיחות מוצרי צריכה. <https://www.gov.il/he/Departments/Units/consumer-products-safety> (אוחזר במרץ 2020).
- (6) המשרד להגנת הסביבה (2020). **הערכת מצב. יוני 2020**.
- (7) Negev, M., Berman, T., Reicher, S., Sadeh, M., Ardi, R., & Shammai, Y. (2018). Concentrations of trace metals, phthalates, bisphenol A and flame-retardants in toys and other children's products in Israel. *Chemosphere*, 192, 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.132>
- (8) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Reicher, S., Ardi, R., Shammai, Y., Aruas, L., & Negev, M. (2018). Lead in spray paint and painted surfaces in playgrounds and public areas in Israel: Results of a pilot study. *Science of the Total Environment*, 637–638, 455–459. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.005>
- (9) Rochman, M., Mandel, D., Berkovitch, M., Kohn, E., Abu Hamad, R., Mangel, L., & Lubetzky, R. (2019). *Aluminum content of human breast milk in breastfeeding mothers using regular deodorant versus breastfeeding mothers using aluminum-free deodorant*. Poster presented at Environment and Health Fund annual conference, Environment and Health: Complex Interactions, Tel Aviv, Israel.
- (10) Machtinger, R., Berman, T., Adir, M., Mansur, A., Baccarelli, A. A., Racowsky, C., ... Nahum, R. (2018). Urinary concentrations of phthalate metabolites, bisphenols and personal care product chemical biomarkers in pregnant women in Israel. *Environment International*, 116, 319–325. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.022>
- (11) Negev, M., Berman, T., Reicher, S., Balan, S., Soehl, A., Goulden, S., ... Diamond, M. L. (2018). Regulation of chemicals in children's products: How US and EU regulation impacts small markets. *Science of the Total Environment*, 616–617, 462–471. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.198>
- (12) Goulden, S., Negev, M., Reicher, S., Berman, T. (2019). Implications of standards in setting environmental policy. *Environmental Science & Policy*, 98, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.05.002>
- (13) דואר ישראל (2019). הודעת דוברות מספר 949. הלילה בחצות: יום הרווקים הסיני. סקר חדש של 'Shiluv I2R' עבור דואר ישראל: 78% מהנוהגים לקנות מאתרים בחו"ל יקנו בחגי הקניות.
- (14) משרד הכלכלה והתעשייה (עודכן בדצמבר 2019). צו יבוא אישי, התשע"ט–2019. https://www.gov.il/he/departments/legalInfo/order_personal_import (אוחזר במרץ 2020).
- (15) משרד הבריאות (2019). רפורמת התמרוקים ממשיכה: החל הליך היועצות עם הציבור. https://www.health.gov.il/NewsAndEvents/SpokemanMessegas/Pages/09122019_3.aspx (אוחזר במרץ 2020).



ניטור ביולוגי

ניטור ביולוגי הוא כלי למדידת חשיפה לכימיקלים סביבתיים באמצעות מדידת ריכוזים של חומרים ושל תוצרי הפירוק שלהם, וכן של סמנים ביולוגיים ברמה התאית או המולקולרית בנוזלי הגוף וברקמותיו, כגון שתן, דם, חלב אם ושיער. ניטור ביולוגי התגלה ככלי רב עוצמה להערכת חשיפות מצטברות לתערובות של כימיקלים. אפשר להשתמש בו כדי להעריך חשיפות סביבתיות של יחידים ושל קבוצות אוכלוסייה. אפשר לשלב נתונים מניטור ביולוגי עם נתונים סביבתיים כדי לזהות מסלולי חשיפה, ועם נתונים קליניים כדי למצוא ראיות לקשר בין חשיפה לכימיקלים ובין תוצאים בריאותיים.

ניטור ביולוגי יכול לשמש לאיתור אוכלוסיות החשופות יותר למזהמים סביבתיים, לתמיכה בגיבוש מדיניות ממוקדת לצמצום החשיפה, וכן למדידת האפקטיביות של יישום מדיניות כזאת. לנתוני ניטור ביולוגי יש שימושים רבים במחקרי בריאות וסביבה ובהתוויית מדיניות. על כן מדינות רבות, ובכללן ארצות הברית, קנדה, גרמניה, צרפת, בלגיה, ספרד, איטליה, צ'כיה וקוריאה הדרומית, פיתחו תוכניות לאומיות לניטור ביולוגי. נוסף על כך, 28 מדינות, בהן ישראל, משתפות פעולה בקונסורציום HBM4EU, פרויקט שהציב לו למטרה לקדם את השימוש בניטור הביולוגי ולשלב את תוצאיו בגיבוש מדיניות באירופה.

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום תחום הניטור הביולוגי. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: הצטרפות לפרויקט ניטור ביולוגי אזורי או בין-לאומי

אתגר לשנים הבאות: קידום המשך השתתפותה של ישראל במיזמים אזוריים ובין-לאומיים לניטור ביולוגי.	בקצרה: ישראל הצטרפה לקונסורציום HBM4EU, תוכנית אירופית לניטור ביולוגי. במסגרת התוכנית ישראל מעבירה מידע על מחקרים ונתונים בתחום הניטור הביולוגי אל הפורטל האירופי לנתוני ניטור כימי (IPCHEM).
---	---

במסגרת פעילותה של ישראל בקונסורציום HBM4EU מתקיים שיתוף מידע על מחקרים שנערכים ועל נתונים שנאספים בניטור ביולוגי בישראל. בין היתר הועברו נתונים על חשיפה של נשים לביספנול A (bisphenol A) – BPA). הנתונים שימשו למטא-אנליזה על גורמי חשיפה לביספנולים בקרב נשים באירופה. כמו כן, מידע על שישה מחקרי ניטור ביולוגי מישראל הועלה אל הפורטל האירופי לנתוני ניטור כימי (International Platform for Chemical Monitoring – IPCHEM), בהם סקרים של משרד הבריאות ומחקרי עוקבות לידה¹. ישראל שותפה גם בדיונים על קידום קיימות של ניטור ביולוגי באירופה, ובכלל זה דיונים על שימוש בנתוני ניטור ביולוגי בהערכות סיכונים וקידום מדיניות בתחום בריאות וסביבה.

פעילות הקונסורציום תוכננה ותוקצבה לחמש שנים בלבד (2017–2021). לקראת סיום הפעילות בוחנים משתתפי הקמה של תוכניות המשך או הצטרפות לתוכניות מקבילות. חשוב שישראל תמשיך להשתתף במיזמים בין-לאומיים מסוג זה גם בעתיד.

האתגר: פיתוח יכולת מעבדתית לניטור ביולוגי

אתגר לשנים הבאות: שימוש בכלים שפותחו למחקר ופיתוח והמשך תיקוף שיטות למדידת מזהמים נוספים.	בקצרה: צוות המעבדה הלאומית לניטור ביולוגי במשרד הבריאות תיקף פרוטוקולים למדידת קוטינין, חומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים, חומרי הדברה מסוג פירותרואידים ומתכות כבדות בדגימות שתן ובדגימות דם מלא.
---	---

צוות המעבדה הלאומית לניטור ביולוגי במשרד הבריאות תיקף פרוטוקולים למדידת מגוון מזהמים סביבתיים בדגימות מבני אדם (לוח 1). יש גם תוכנית לתקף שיטות אנליטיות למדידת ריכוזי מעכבי בעירה ותרכובות פרפלואורואלקיליות ופוליפלואורואלקיליות (per- and polyfluoroalkyl substances – PFAS).

בשנים 2019 ו-2020 עברה המעבדה בהצלחה בדיקות איכות של תוכנית בין-לאומית בתחום הניטור הביולוגי. במהלך 2019 ביצעה המעבדה בדיקות למדידת מזהמים סביבתיים ביותר מ-400 דגימות ביולוגיות.

מקרא: ■ התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות

היכולת האנליטית במעבדה הלאומית לניטור ביולוגי*

→ לוח 1 משרד הבריאות	קטגוריית מזהם	אנליט (מדיה ביולוגית)
	חומרי הדברה	תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים - דיאלקילפוספטים (שתן) תוצר פירוק של כלורפירפוס - TCPy (שתן) תוצרי פירוק של פירתרואידים (שתן)
	מתכות כבדות	ארסן, קדמיום, עופרת, כספית, כרומום, ניקל, סלניום ותאליום (שתן) עופרת, כספית, קדמיום וניקל (דם מלא)
	עשן טבק סביבתי	קופינין (שתן)
	אחר (סמנים ביולוגיים תזונתיים)	יוד (שתן)
* נכון לדצמבר 2020		

האתגר: הקמה ותקצוב של תוכנית לאומית לניטור ביולוגי

אתגר לשנים הבאות: א. יישום מלא של התוכנית הלאומית ב. שימוש בתוכנית הלאומית כפלטפורמה לניטור סמנים ביולוגיים תזונתיים ג. שילוב ניתוח דגימות דם בתוכנית הלאומית	בקצרה: התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי החלה לפעול ב־2020, ויש התחייבות לתקצבה עד 2030.
--	---

התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי, שהוקמה בתמיכת הקרן לבריאות וסביבה, מגבשת מתווה לעשור הקרוב, ובו שלושה מחזורי איסוף של דגימות ביולוגיות ומדידה של מזהמים סביבתיים. המזהמים שינוטרו נבחרו בתהליך תעדוף ראשוני, שבו מומחים דירגו 35 כימיקלים וקבוצות כימיות על פי חמישה קריטריונים, בהם אינדיקציה לחשיפת האוכלוסייה בישראל ושימוש אפשרי בנתונים לצרכים רגולטוריים. אוכלוסיות היעד והמזהמים מוצגים בלוח 2. במסגרת התוכנית יגויסו ילדים (בני 4–11) ומבוגרים (בני 18–65), יהודים וערבים, מקרב האוכלוסייה הכללית במדגם נוחות, בפריסה ארצית. המטרות העיקריות של התוכנית הן לספק נתונים על מגמות בחשיפה למזהמים סביבתיים, על מקורות חשיפה וכן על תת־אוכלוסיות בסיכון לחשיפה גבוהה. התוכנית תספק גם נתוני חשיפה שימשו בהערכת סיכונים כמותית ובהערכה של מדיניות בתחום בריאות וסביבה.

מתווה התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי בישראל, 2020–2030

→ לוח 2 משרד הבריאות	המזהמים	שנה אוכלוסיית היעד	2021-2020 200 ילדים, 200 מבוגרים	2025-2024 400 מבוגרים (נשים הרות?)	2030-2029
	קופינין		+	+	
	חומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים		+		
	חומרי הדברה מסוג פירתרואידים		+		טרם הוחלט
	מתכות כבדות		+	+	
				+	
			בנזופנונים, מעכבי בעירה ותרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות		

האתגר: פיתוח מסגרת לשימוש בנתוני ניטור ביולוגי לצורך הערכת סיכונים

אתגר לשנים הבאות: הרחבת השימוש בנתונים מניטור ביולוגי לביצוע הערכת סיכונים של חשיפה למתכות וחומרי הדברה נוספים, למשל מסוג פירתרואידים.

בקצרה: נעשה שימוש בנתונים על ריכוזי תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן של ילדים לצורך הערכת סיכונים כמותית.

בהתבסס על נתונים של ריכוזי תוצרי הפירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן של 103 ילדים, שנאספו במסגרת סקר רב מב"ת 2015–2016, חישבו חוקרים ממשרד הבריאות את טווח הצריכה היומית המשווערת (estimated daily intake – EDI) של חומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים בקרב הילדים. הם השוו את ערך הצריכה המשווערת לערך הצריכה המקובלת (acceptable daily intake – ADI) – ערך המבטא את רמת החשיפה אשר מתחתיה לא צפויה השפעה שלילית על הבריאות, כפי שקבעה הרשות האירופית לבטיחות המזון (European Food Safety Authority – EFSA). לפי חישוב זה אפשר לראות שכ־15% מהילדים נחשפו לחומר ההדברה כלורפיריפוס במינון העולה על המינון הנסבל (לוח 3).²

צריכה יומית מקובלת, טווח צריכה יומית משוערת ושיעור הילדים עם צריכה יומית מעל למינון הנסבל – עבור שישה חומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים

חומר ההדברה	צריכה יומית מקובלת על פי הרשות האירופית לבטיחות המזון (מק"ג/ק"ג משקל גוף ליום)	שיעור הילדים עם צריכה יומית מעל המינון הנסבל	טווח הצריכה היומית המשווערת (מק"ג/ק"ג משקל גוף ליום)
דיאזינון (Diazinon)	0.2	79.4%	10.73-0.02
כלורפיריפוס (Chlorpyrifos)	1	14.7%	9.06-0.01
פוסמט (Phosmet)	10	2.9%	50.08-0.09
מלתיון (Malathion)	30	4.9%	173.79-0.32
דימטואט (Dimethoate)	1	22.5%	28.14-0.05
פוראט (Phorate)	0.7	17.6%	7.87-0.01

←
לוח 3
Berman et al., 2020²

האתגר: הרחבת תהליך הבחירה והתעדוף של כימיקלים לניטור ביולוגי בעזרת נציגים מהאקדמיה, מהממשלה ומהציבור

בקצרה: ישראל הייתה שותפה לתהליך זה ברמה האירופית במסגרת הקונסורציום HBM4EU; לא נעשה תהליך דומה ברמה המקומית בישראל.

במסגרת התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי בישראל גובשה תוכנית להצגת הבחירה והתעדוף של כימיקלים לניטור ביולוגי לנציגים מהאקדמיה, מהממשלה ומהציבור, כדי לשפר את שקיפות התהליך. עם זאת, יש צורך לבצע הערכה תקופתית של התעדוף ולבחון הכללה של מזהמים נוספים, כגון מעכבי בעירה מסוג זרחנים אורגניים וכן תרכובות פרפלאורואלקליות ופוליפלאורואלקליות.

- במחקר חלוץ כימתו חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב מזהמים סביבתיים במאגדים של דגימות שתן (pooled urine samples) של נשים הרות מהנגב. החוקרים מצאו מתכות כבדות בכל דגימות השתן ובכמה מהדגימות גם תוצרי פירוק של חומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים ושל מעכבי בעירה מסוג זרחנים אורגניים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין נשים בדואיות לנשים יהודיות.³
- חוקרים מהמרכז הרפואי שמיר (אסף הרופא), מאוניברסיטת תל אביב, מבית החולים דנה-דואק לילדים, מהמכון הווטרינרי ע"ש קמרון ומאוניברסיטת קולומביה בחנו קשר בין חשיפה תוך-רחמית לביפינלים עתירי כלור (polychlorinated biphenyls – PCBs) ובין (1) הורמון בלוטת התריס (TSH) בקרב נשים הרות וילודים, (2) מרחק אנוגניטלי (anogenital distance) ביילודים. הריכוזים הממוצעים של ביפינלים עתירי כלור בדגימות הדם מהאימהות היו 2.95 ננוגרם/גרם, 4.62 ננוגרם/גרם, 7.67 ננוגרם/גרם ו-5.10 ננוגרם/גרם עבור הסוגים: 118, 138, 153 ו-180, בהתאמה. החוקרים לא מצאו קשר בין חשיפה לביפינלים עתירי כלור ובין רמות ההורמון בנשים הרות. עם זאת, בקרב נשים הרות עם יחס משקל-גובה נמוך נמצא קשר מובהק בין חשיפה לביפינלים עתירי כלור ובין הורמון בלוטת התריס.⁴ החוקרים מצאו קשר בין רמות גבוהות של ביפינלים עתירי כלור בקרב האימהות ובין ירידה במרחק האנוגניטלי בקרב היילודים ממין זכר.⁵
- המשרד להגנת הסביבה מממן כמה מחקרים, העוסקים בהיבטים אפידמיולוגיים של חשיפה לזיהום אוויר בישראל באוכלוסייה המתגוררת באזור מפרץ חיפה, בהם מחקרים עם דגש על ניטור ביולוגי (ניטור ביולוגי של מזהמים אורגניים ומתכות כבדות וניטור ביולוגי של מתכות כבדות בתורמי דם).⁶

חשיפה לכימיקלים במוצרי צריכה

- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב, מהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא – תל השומר וממשרד הבריאות, בשיתוף פעולה עם חוקרים מאוניברסיטת קולומביה, מאוניברסיטת הרווארד ומהמרכזים לבקרת מחלות ומניעתן בארצות הברית (Centers for Disease Control and Prevention – CDC) מדדו ריכוזים של 31 כימיקלים, בהם פתלאטים ופנולים בדגימות שתן של 50 נשים הרות. 14 כימיקלים, בהם ביספנול A, פרבנים שונים ובנזופנון-3, נמצאו בשתן של יותר מ-90% מהנשים שהשתתפו במחקר. עוד כימיקלים, ובהם ביספנול S (bisphenol S – BPS) ותחליפי פתלאטים (DINCH), נמצאו בקרב 30%-63% מהמשתתפות. הריכוזים של בנזופנון-3, רכיב במסנני קרינה, היו נמוכים יחסית לאוכלוסיות במדינות אחרות, אף שרוב האוכלוסייה הבוגרת בישראל מדווחת על שימוש במסנני קרינה.⁷
- חוקרים מהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא – תל השומר, בשיתוף פעולה עם חוקרים מאוניברסיטת הרווארד, מאוניברסיטת קולומביה ומאוניברסיטת מילאנו, מדדו ריכוזים של פנולים ופתלאטים בדגימות שתן של 130 נשים שעברו טיפולי הפריה חוץ-גופית (IVF), נוסף על אפיון מולקולות miRNA שנמצאו בנוזל הזיקי של הנשים. החוקרים מצאו קשר בין ריכוזים של שמונה מולקולות miRNA, שיש להן תפקיד בהתפתחות זקיקים וביציות בשחלה, ובין ריכוזים של פנולים ופתלאטים שונים. הם הסיקו כי חשיפה לכימיקלים ממוצרי צריכה עשויה לשנות ריכוזים של מולקולות רגולטוריות תאיות שיש להן תפקיד בפוריות האישה.⁸
- מחקר נוסף נערך באותה קבוצת נשים שעברו טיפולי פוריות. חוקרים מהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא – תל השומר, בשיתוף פעולה עם חוקרים מאוניברסיטת הרווארד, מאוניברסיטת קולומביה ומהמרכזים לבקרת מחלות ומניעתן בארצות הברית מדדו ריכוזים של פתלאטים ושל תחליפי פתלאטים (DINCH) בדגימות שתן. החוקרים מצאו כמה פתלאטים אשר עליהם בריכוזם נקשרה לירידה במספר תוצאי IVF: המספר הכולל של הביציות שנשאבו, מספר הביציות הבשלות, מספר הביציות המופרות ומספר העוברים האיכותיים. לעומת זאת, לא נמצא קשר בין ריכוזי תחליפי הפתלאטים לתוצאי ה-IVF.⁹

חשיפה לחומרי הדברה

- חוקרים ממשרד הבריאות מדדו ריכוזי תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן של ילדים בשנים 2015–2016. החוקרים מצאו כי ריכוזיהם של כמה תוצרי פירוק היו גבוהים בקרב ילדים בישראל בהשוואה לריכוזים אלה בקרב ילדים במדינות מערביות אחרות. עוד נמצאו קשרים בין צריכת פירות לריכוזיהם של כמה תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים – DETP, DMTP, DMP – וכן בין צריכת מלפפונים לריכוזים של DEP ו-DETP.²
- חוקרים ממשרד הבריאות מדדו ריכוזי תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן של מבוגרים בישראל בשנים 2015–2016. החוקרים מצאו כי חלה ירידה מובהקת סטטיסטית בריכוזים של רוב תוצרי הפירוק של זרחנים אורגניים בשתן, בהשוואה לסקר שנערך בשנת 2011. עם זאת, הריכוזים הממוצעים שנמדדו עדיין גבוהים יחסית לריכוזים שנמדדו באוכלוסיות בארצות הברית, בדנמרק ובקנדה.^{10, 11}
- חוקרים מבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית בירושלים והדסה ע"ש בראון מדדו ריכוזי תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בדגימות שתן של 273 נשים הרות ושל 107 יילודים. הדגימות נאספו במשך ארבע שנים (2012–2016) שבהן חלה החמרה ברגולציה של השימוש בזרחנים אורגניים בישראל. החוקרים מצאו כי ממוצעי ריכוזי הדיאלקיל פוספטים (dialkyl phosphates – DAPs) בקרב הנשים ירדו במשך השנים בכ-40% (מרמות של 248 ננומולר/ליטר ל-148 ננומולר/ליטר). מגמה דומה נצפתה גם בקרב היילודים.¹²

חשיפה לעשן טבק סביבתי

- חוקרים ממשרד הבריאות מדדו ריכוזי קוטינין בדגימות שתן שנאספו מילדים בשנים 2015–2016. החוקרים מצאו קוטינין בשתן של יותר מ-60% מהילדים, אף שרק 40% מההורים דיווחו כי ילדיהם חשופים לעשן טבק סביבתי. ריכוזים אלה גבוהים בהרבה מריכוזי הקוטינין בשתן של ילדים במדינות מערביות שונות.¹³
- חוקרים מבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית בירושלים והדסה ע"ש בראון וממשרד הבריאות מדדו רמות קוטינין בדגימות שתן של 265 נשים הרות שאינן מעשנות ושל 97 יילודים. רוב המשתתפות היו במעמד חברתי-כלכלי גבוה. החוקרים מצאו קוטינין בשתן של 37.7% מהנשים ושל 29% מהיילודים. לא נמצא קשר בין רמות הקוטינין של האם לאלה של היילוד. נמצא יחס הפוך בין רמות הקוטינין ביילוד למשקלו.¹⁴
- חוקרים ממשרד הבריאות מדדו ריכוזי קוטינין בדגימות שתן שנאספו ממבוגרים בשנים 2015–2016. החוקרים מצאו קוטינין בשתן של יותר מ-60% מהמבוגרים הלא-מעשנים שהשתתפו במחקר. רמות הקוטינין בשתן של משתתפים ערבים היו גבוהות משל משתתפים יהודים. כמו כן, בקרב משתתפים לא-מעשנים, שדיווחו כי נחשפו לעשן טבק סביבתי בבית, היו רמות גבוהות יותר של קוטינין בהשוואה למשתתפים לא-מעשנים שדיווחו כי לא נחשפו לעשן טבק סביבתי בבית.¹⁵
- חוקרים מהמרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא – תל השומר, מהאוניברסיטה העברית בירושלים וממשרד הבריאות בדקו את הקשר בין דיווח עצמי של 125 מטופלות פוריות על עישון ובין רמות הקוטינין בדגימות שתן שלהן. אוכלוסיית המחקר שנבדקה כללה 83 נשים שדיווחו שאינן מעשנות ו-42 נשים שדיווחו כי הן מעשנות. חשוב לציין כי לא מדובר במדגם המייצג את שיעור המעשנות בקרב נשים מטופלות פוריות בשיבא (שהוא 18%, לפי תשאול). מתוך 83 נשים שהגדירו את עצמן לא-מעשנות נמצאו ערכי קוטינין גבוהים בשתן (מעל 150 מק"ג לליטר) אצל 4.8%.

הקמת המעבדה הלאומית לניטור ביולוגי וגיבוש התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי בישראל הן אבני דרך חשובות בקידום תחום זה בישראל. יישום מלא של התוכנית, ובכלל זה איסוף תקופתי של דגימות ביולוגיות, אנליזה של הדגימות במעבדה הלאומית, פרסום הנתונים ושימוש בהם לעיצוב המדיניות בישראל, הם האתגרים העיקריים בשנים הקרובות. במסגרת התוכנית חשוב גם להגביר את שיתוף הפעולה בין חוקרים באקדמיה ובממשלה שאוספים נתוני ניטור ביולוגי ומשתמשים בהם מתוך תכנון, ניהול ותקצוב מתאימים.

אף שהתוכנית הלאומית לניטור ביולוגי מתמקדת בחשיפה לכימיקלים סביבתיים מזיקים, חשוב לציין את התפקיד המרכזי של ניטור ביולוגי מקביל לחשיפות תזונתיות-מטבוליות מועילות (למשל פולאט, ויטמינים, יוד ומגנזיום). בישראל אין היום מערך לאומי לניטור ביולוגי קבוע של הסטטוס התזונתי של האוכלוסייה, ואין תיאום בין מערך הניטור של חשיפות כימיות ובין מערך הניטור של חשיפות תזונתיות. מומלץ לקיים ניטור ביולוגי תזונתי, בתיאום עם התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי.

בשנים האחרונות יש עלייה מסוימת בתשומת הלב הציבורית לממצאי מחקרים בתחום הניטור הביולוגי. בשנת 2019 ערך משרד הבריאות כנס בנושא חשיפה לעשן טבק סביבתי, ובו נידונו נתוני ניטור ביולוגי ושיטות אנליטיות למדידת חשיפה לעשן טבק סביבתי. חשוב להמשיך לעניין את הציבור בממצאים של מחקרים בתחום הניטור הביולוגי ולפרסם את הנתונים בצורה נגישה לציבור. לצורך זה ראוי לפתח אסטרטגיה לדיווח על נתונים מהתוכנית הלאומית לניטור ביולוגי – לציבור הרחב ולמקבלי החלטות. כמו כן חשוב לפתח אסטרטגיה של גישה אל הנתונים ושימוש בהם לקידום מדיניות בתחום של בריאות וסביבה.

מעבר לשימוש על ידי מקבלי החלטות, ייתכן כי לנתונים מניטור ביולוגי יש פוטנציאל השפעה על ההתנהגות של הפרטים באוכלוסייה, למשל בהקשר של הפחתת החשיפה של ילדים לעשן טבק סביבתי. חשוב לבחון את השימוש הקליני בניטור ביולוגי במרפאות אסתמה או טיפות חלב למשל, וליישמו ככלי לאיתור פעוטות או ילדים החשופים לעשן טבק סביבתי.

הסוגיה של חשיפה אפשרית של הציבור לתרכובות פרפלוורואלקיליות ופוליפלוורואלקיליות – במים, במוצרי צריכה וכן במזון – מעלה את הצורך בשילוב בדיקות של מזהמים אלו במסגרת התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי. שילוב של בדיקות סביבתיות ושל ניטור ביולוגי יאפשר בחינה של מקורות החשיפה העיקריים למזהמים אלו באוכלוסייה בישראל.

מקורות

- (1) European Commission (updated March 2019). Information Platform for Chemical Monitoring (IPCHEM). <https://ipchem.jrc.ec.europa.eu/RDSIdiscovery/ipchem/index.html> (retrieved March 2020).
- (2) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Göen, T., Hamama, Z., Axelrod, R., Keinan-Boker, L., Shimony, T., & Goldsmith, R. (2020). Organophosphate pesticide exposure in children in Israel: Dietary associations and implications for risk assessment. *Environmental Research*, 182, 108739. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108739>
- (3) Wainstock, T. & Sheiner, E. (2019). *Selected environmental chemicals level among pregnant women in the Negev: Preliminary results from the Negev Pregnancy Cohort*. Poster presented at Environment and Health Fund annual conference, Environment and Health: Complex Interactions, Tel Aviv, Israel.
- (4) Berlin, M., Barchel, D., Brik, A., Kohn, E., Keidar, R., Livne, A., ... Berkovitch, M. (2019). *Intrauterine exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs) and thyroid hormones in Israeli women: Data from EHF-Assaf Harofeh-Ichilov birth cohort*. Poster presented at Environment and Health Fund annual conference, Environment and Health: Complex Interactions, Tel Aviv, Israel.
- (5) Sheinberg, R., Siegel, E. L., Keidar, R., Mandel, D., Lubetzky, R., Kohn, E., ... Levy, A. (2020). Associations between intrauterine exposure to polychlorinated biphenyls on neonatal ano-genital distance. *Reproductive Toxicology*, 96, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2020.06.005>
- (6) Hassan, L., Moser, A., Rorman, E., Groisman, L., Naor, Y., Shinar, E., ... Novack, L. (2020). Human biologic monitoring based on blood donations to the National Blood Services. *BMC Public Health*, 20(1), 469. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08588-7>
- (7) Machtinger, R., Berman, T., Adir, M., Mansur, A., Baccarelli, A. A., Racowsky, C., ... Nahum, R. (2018). Urinary concentrations of phthalate metabolites, bisphenols and personal care product chemical biomarkers in pregnant women in Israel. *Environment International*, 116, 319–325. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.022>
- (8) Martinez, R. M., Hauser, R., Liang, L., Mansur, A., Adir, M., Dioni, L., ... Machtinger, R. (2019). Urinary concentrations of phenols and phthalate metabolites reflect extracellular vesicle microRNA expression in follicular fluid. *Environment International*, 123, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.11.043>
- (9) Machtinger, R., Gaskins, A. J., Racowsky, C., Mansur, A., Adir, M., Baccarelli, A. A., Calafat, A. M., & Hauser, R. (2018). Urinary concentrations of biomarkers of phthalates and phthalate alternatives and IVF outcomes. *Environment International*, 111, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.11.011>
- (10) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות ושירותי בריאות הציבור (2018). **חשיפה לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים בקרב מבוגרים בישראל 2015–2016. חלק א': מגמות והשוואה בינלאומית.** https://www.health.gov.il/publicationsfiles/organic_phosphates_2015_2016.pdf (אוחזר במרץ 2020).
- (11) משרד הבריאות – המרכז הלאומי לבקרת מחלות ושירותי בריאות הציבור (2019). **חשיפה לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים בקרב מבוגרים בישראל 2015–2016. חלק ב': גורמים דמוגרפיים ותזונתיים.** https://www.health.gov.il/publicationsfiles/organic_phosphates_2015_2016b.pdf (אוחזר במרץ 2020).
- (12) Ein-Mor, E., Ergaz-Shaltiel, Z., Berman, T., Göen, T., Natsheh, J., Ben-Chetrit, A., Haimov-Kochman, R., & Calderon-Margalit, R. (2018). Decreasing urinary organophosphate pesticide metabolites among pregnant women and their offspring in Jerusalem: Impact of regulatory restrictions on agricultural organophosphate pesticides use? *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 221(5), 775–781. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.03.013>
- (13) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Axelrod, R., Keinan-Boker, L., Shimony, T., Goldsmith, R., ... Rosen, L. (2018). Socioeconomic inequalities in exposure to environmental tobacco smoke in children in Israel. *Environment International*, 121(1), 643–648. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.034>
- (14) Ein-Mor, E., Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Göen, T., Ergaz-Shaltiel, Z., Natsheh, J., ... Calderon-Margalit, R. (2019). Newborn infant urinary cotinine and birth outcomes in the Jerusalem Environment Mother and Child Cohort Study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(7), 1054–1058. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.07.006>
- (15) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Mery, N., Keinan-Boker, L., Shimony, T., Goldsmith, R., ... Rosen, L. (2018). Exposure to environmental tobacco smoke in non-smoking adults in Israel: Results of the second Israel biomonitoring survey. *Israel Journal of Health Policy Research*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13584-018-0229-9>

קרינה בלתי מייננת

קרינה בלתי מייננת מתייחסת לשדות אלקטרומגנטיים מתחום התדרים הנמוכים עד תחום תדרי האור האולטרה-סגול. לקרינה זו אין יכולת לגרום לשינוי במבנה האטומים או המולקולות באמצעות יינון.

עם זאת, תיתכן השפעה ביולוגית במנגנונים אחרים. ההשפעה הידועה ביותר והמוכחת ביותר של קרינה בלתי מייננת, בעיקר בתחום תדרי הרדיו, היא חימום הרקמה. ואולם ברוב המכשירים שבשימוש אישי, הפולטים קרינה בלתי מייננת, אפקט החימום אינו מהווה סכנה ממשית, זאת בשל ההספקים הנמוכים, כמו בטלפונים ניידים, Wi-Fi או Bluetooth, או בשל הגנה מספקת ממקור הקרינה, כמו בתנורי מיקרוגל. עיקר הדיון הציבורי מתמקד בהשפעות שאינן קשורות לחימום אלא למנגנון אחר שבו פועל השדה המגנטי או החשמלי או לתכונה אחרת של הקרינה המשפיעה על הגוף החי.

על אף המחקרים הבוחנים את השלכות החשיפה לקרינה בלתי מייננת על בריאות האדם בכלל ועל התפתחות סרטן בפרט, טרם הוכרע אם חשיפה לקרינה בלתי מייננת גורמת לנזק בריאותי שלא על ידי חימום. בשנת 2001 קבע ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization – WHO) כי קרינה בלתי מייננת בתדרים נמוכים ביותר היא גורם מסרטן אפשרי¹ ובשנת 2011 הוסיף לקביעה זו את תדרי הרדיו². תחת הסיווג האמור אימצו מדינות רבות, ובהן ישראל, את עקרון הזהירות המונעת הקובע כי יש לנקוט אמצעי זהירות במקרה של סיכון אפשרי, גם אם יחסי סיבה ותוצאה טרם הוכחו מדעית. ואכן, סיפי החשיפה בישראל מחמירים פי 10 מהסיפים שקבע ארגון הבריאות העולמי.

מחקרים בחנו קשר אפשרי בין חשיפה לקרינה בלתי מייננת במגוון תדרים ובין תוצאים בריאותיים. בתחום תדרי הרדיו נבחנו השפעות החשיפה על פוריות (פגיעה באיכות הזרע), על תפקוד קוגניטיבי, על מערכת הדם והלב וכן על השמיעה והרכב הרוק. בתחום התדרים הנמוכים נבחנו השפעות החשיפה על תוצאי לידה (הפלות ומשקל לידה נמוך), על תפקודים קוגניטיביים, על מחלות לב ועל מחלות ניווניות של מערכת העצבים. תוצאות המחקרים האלו אינן חד-משמעיות.

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של קרינה בלתי מייננת. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: ניטור סדיר של מתקנים הפולטים קרינה בלתי מייננת (כגון שנאים וקווי חשמל) במרחב הציבורי

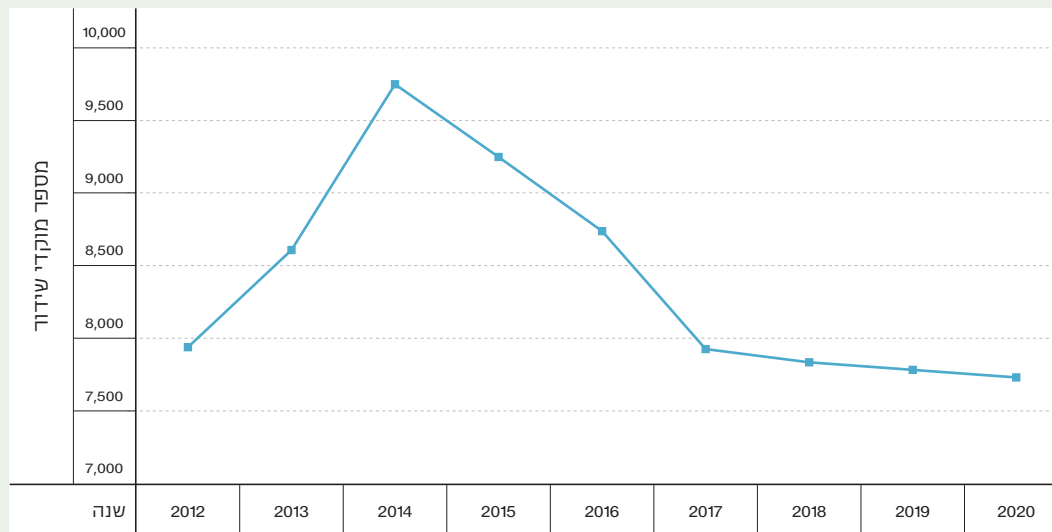
אתגר לשנים הבאות: נקיטת צעדים להפחתת החשיפה לקרינה, כגון קידום השימוש בתקשורת קווית ופיתוח והטמעה של כלים טכנולוגיים להעברה יעילה יותר של נתונים.

בקצרה: הורחב הפיקוח הרציף על קרינה ממוקדי שידור סלולריים מדור 4.

המשרד להגנת הסביבה מוסמך, מתוקף חוק הקרינה הבלתי מייננת התשס"ו-2006, לנפק רישיונות, לפקח ולאכוף את ההגבלות בנוגע למתקנים העושים שימוש בקרינה בלתי מייננת, ובהם מתקני השידור של החברות הסלולריות. במסגרת זו המשרד מנטר בקביעות את רמת הקרינה המופקת על ידי מוקדי שידור סלולריים. למשרד מערכת ניטור העוקבת אחר פעילותן של כ-60,000 אנטנות ובוחנת עמידה בהספקי השידור שנקבעו בהיתרים. נכון להיום, המערכת שבחנה אנטנות מסוג דור 3 הורחבה, והיא מפקחת גם על מוקדי שידור מדור 4 (טכנולוגיית LTE – long term evolution).

בעקבות מדיניות המתירה שיתוף אתרים סלולריים, ביוזמת המשרד להגנת הסביבה ובתמיכת משרד התקשורת, חלה ירידה של 20% במספר מוקדי השידור הפעילים בארץ במהלך השנים 2014-2020. לצד זאת חל שיפור בכיסוי הסלולרי וביכולת של האתרים לספק שירות למספר רב של משתמשים בעת ובעונה אחת (תרשים 1).³ נוסף על כך, רמת החשיפה לקרינה סביב אתרים אלו עלתה רק בכ-50%, למרות עלייה של פי 14.5 בכמות הנתונים שעברו ברשתות הסלולריות בשנים 2013-2019 (תרשים 2).

מוקדי השידור הסלולריים בישראל, 2012-2020

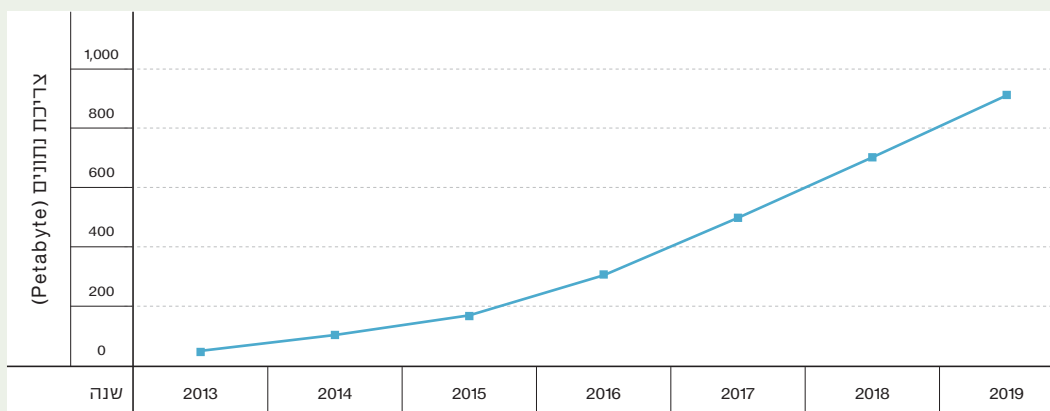


←
תרשים 1
הכנסת, מרכז
המחקר והמידע;³
המשרד להגנת
הסביבה

מקרא: התקדמות משמעותית התקדמות מסוימת התקדמות מעטה או ללא התקדמות

צריכת נתונים ברשתות הסלולריות בישראל, 2013-2019

→
תרשים 2
המשרד להגנת
הסביבה



האתגר: ביצוע הערכה מחודשת של תקנות על פי ממצאים חדשים בנושא תוצאי בריאות של קרינה בלתי מייננת

אתגר לשנים הבאות: ביצוע מחקר רב־תחומי בישראל והמשך מעורבות במחקרים בין־לאומיים שימשו תשתית להערכת סיכונים.

בקצרה: מחקרים עדכניים ברחבי העולם ובישראל טרם הצליחו לבסס את הקשר בין חשיפה לקרינה בלתי מייננת ובין תוצאים בריאותיים שליליים. לפיכך, נכון להיום, אין הצדקה לשינוי המדיניות הקיימת.

הקשר האפשרי בין חשיפה לקרינה בלתי מייננת ובין תוצאים בריאותיים שליליים נחקר זה שנים רבות, אולם ממחקרים שפורסמו בספרות עולה כי לקשר כזה טרם נמצא ביסוס.

במרץ 2020 עדכנה המועצה הבין־לאומית להגנה מפני קרינה בלתי מייננת (The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP) את ההנחיות בנושא מגבלות חשיפה לשדות אלקטרומגנטיים בתחום תדרי הרדיו 100 קילוהרץ עד 300 גיגה־הרץ. ערכי הסיפים עבור תדרי הסלולר וה־Wi-Fi לא השתנו. ראוי להדגיש כי ההמלצות למגבלות החשיפה נוגעות להשפעות תרמיות בלבד (שהן השפעות מוכחות). עמדת המועצה היא שבהיעדר ידע מדעי מבוסס אי אפשר לקבוע סיפים. לפיכך, השפעות א־תרמיות ארוכות טווח אינן מובאות בחשבון.

כמו כן, המכון הבין־לאומי למהנדסי חשמל ואלקטרוניקה (The Institute of Electrical & Electronics Engineers – IEEE) פרסם באוקטובר 2019 עדכון לתקן הבין־לאומי לבטיחות חשיפת הציבור לקרינה בלתי מייננת בתחום התדרים 0 הרץ עד 300 גיגה־הרץ. רמות החשיפה בתקן החדש עודכנו על פי מודלים פיזיקליים עדכניים אשר הציגו הערכה מדויקת יותר של השפעת חשיפה סביבתית לשדות אלקטרומגנטיים על גוף האדם. גם בעדכון זה לא חל שינוי בתקן במגבלות החשיפה לשדות בתדר 50 הרץ (רשת החשמל), בתדרי הסלולר של הדורות הנוכחיים ובתדרי Wi-Fi.

יש לציין כי בעניין החשיפה של הציבור הרחב, המשרד להגנת הסביבה מאמץ את מגבלות החשיפה לקרינה בלתי מייננת של המועצה הבין־לאומית ואף מוסיף עליהן החמרות. לדוגמה, באזורים שבהם אנשים מבלים פרקי זמן ממושכים, כמו אזורים מגורים ומשרדים, לא יעלה סף החשיפה לקרינה מאתרי שידור על 10% מרמת החשיפה שנקבעה בהמלצות המועצה. באזורים שבהם אנשים מבלים פרקי זמן קצרים, כמו מדרכות וכבישים, לא יעלה סף החשיפה על 30% מרמת החשיפה שנקבעה בהמלצות המועצה.

האתגר: הגברת מודעות הציבור לתוצאי בריאות שליליים פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת, לצורך בהקטנת החשיפה ולסיכונים האפשריים

אתגר לשנים הבאות: המשך פעילות להגברת מודעות הציבור לתוצאי בריאות שליליים אפשריים, והכוונת הציבור לשימוש מושכל בטכנולוגיה הכרוכה בקרינה בלתי מייננת.

בקצרה: מרכז הידע הלאומי להשפעת הקרינה הבלתי־מייננת על הבריאות (תנודע) פרסם המלצות עדכניות לשימוש מושכל בטלפונים סלולריים, לרבות השימוש בידי פעוטות וילדים.

בשנת 2019 עדכן מרכז תנודע והרחיב את ההמלצות לשימוש מושכל בטלפונים סלולריים, לרבות השימוש בידי פעוטות וילדים.⁴ עדכון ההמלצות נדרש עקב הזמן הרב שחלף מאז פרסם משרד הבריאות את המלצותיו (2008), ובשל העלייה שחלה בשימוש במכשירים פולטי קרינה בתדרי רדיו בציבור הרחב והשינוי שחל בטכנולוגיה ובדפוסי השימוש. לצורך זה ערך המרכז סקירה נרחבת של ההמלצות העדכניות לשימוש מושכל בטלפונים סלולריים במדינות בעולם. ההמלצות המעודכנות כוללות עדכון ההנחיות הקיימות וכן הנחיות חדשות, כגון העדפה של שליחת מסרון על פני שיחה והרחקת הטלפון הסלולרי מהגוף בזמן שידור ממושך. ההמלצות הנוגעות לצמצום החשיפה לקרינה מאורגנות על פי שלושה עקרונות מנחים: מרחק מהגוף, זמן החשיפה ועוצמת השידור. המטרה היא להנגיש את ההמלצות לציבור הרחב בצורה הפשוטה ביותר כדי שיובנו ויוטמעו היטב. ההמלצות נוגעות גם להסחת הדעת בעת נהיגה וכן להיגיינת השינה (הרגלים ודפוסי שינה בריאה, אשר משפיעים באופן חיובי על הכניסה לשינה והשמירה עליה וכן על איכות השינה, כמותה וסביבתה באופן כללי, ובפרט בקרב ילדים).

האתגר: התקנת תקנות מחייבות בנוגע לרמות מותרות של קרינה בלתי מייננת

אתגר לשנים הבאות: הסכמה של כל הגורמים המעורבים על רמות מרביות מותרות של קרינה בלתי מייננת ועיגוןן בחוק.

בקצרה: טרם גובשו הסכמות בין הצדדים המעורבים ולא נקבעו תקנות בחוק.

חוק הקרינה הבלתי מייננת התשס"ו–2006 קובע הוראות הנוגעות להקמה או הפעלה של מקורות פולטי קרינה, והוא נועד להגן על הציבור מפני השפעות החשיפה. בשנת 2011 גיבשו המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות המלצות משותפות הקובעות רמה מרבית של 2,000 מיליגאוס בחשיפה רגעית ו־4 מיליגאוס בחשיפה רציפה וממושכת, אולם המלצות אלו לא תורגמו לתקנות קבועות בחוק. ב־2015 הוגשה עתירה של העמותה למניעת רעש וזיהום אוויר בישראל (מלר"ז), ובה נדרש המשרד להגנת הסביבה להתקין תקנות קבועות בחוק, אך נכון לאוגוסט 2020 לא הסתיים הדיון בבית משפט.

מחקרים על קרינה בלתי מייננת בישראל

• במחקר ה־INTEROCC הבינ־לאומי נבחן הקשר בין חשיפה תעסוקתית לשדות אלקטרומגנטיים להתפתחות תוצאים בריאותיים, ובהם התפתחות גידולי מוח. שבע מדינות, ובהן ישראל, השתתפו במחקר. לא נמצא סיכון עודף לפתח גידולי מוח בעקבות חשיפה לשדות אלקטרומגנטיים במקום התעסוקה. עם זאת, נצפתה אינדיקציה לסיכון מוגבר להתפתחות סרטן מוח ממאיר מסוג גליומה ברמת החשיפה הגבוהה ביותר לתדרי רדיו (RF), אם החשיפה התרחשה בארבע השנים שקדמו למחלה. ראוי לציין כי עוצמת המחקר מוגבלת שכן גם במחקר גדול זה (3,978 חולים עם גידולי מוח ו־5,601 אנשים בריאים ששימשו קבוצת ביקורת), מספר האנשים שנחשפו לגורם הנבדק היה קטן – רק כ־10% מהמשתתפים נחשפו במקום עבודתם לשדות אלקטרומגנטיים בתחום תדרי הרדיו, וכ־1% בלבד לשדות מסוג תדרי ביניים (intermediate frequency).⁵

- מחקר ה-MOBI-Kids הבינ-לאומי, שהושק בשנת 2009 בהשתתפות 16 מרכזי מחקר, ובהם צוות מחקר ישראלי, בחן את הקשר בין שימוש בטלפון סלולרי ובין הסיכון להתפתחות גידולי מוח בקרב ילדים ומתבגרים. נכון להיום, עיבוד הנתונים הושלם והחל שלב כתיבת הדוח המסכם למחקר ופרסום ממצאיו. במסגרת המחקר הוחלט גם כי צוות המחקר הישראלי יבדוק אם יש קשר בין חשיפת האם לקרינה בלתי מייננת במהלך ההיריון והלידה (ובכלל זה חשיפה לקרינה בתדרים נמוכים מאוד בזמן ההיריון, כגון שימוש בשמיכה חשמלית) ובין סיכויי היילוד לפתח גידולי מוח בילדות ובעת ההתבגרות.
- חוקרים במכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות בוחנים השפעה אפשרית של חשיפת עוברים לבדיקת MRI על הסיכון להתפתחות ליקויי שמיעה והפרעות התפתחותיות והתנהגותיות בגיל הילדות. מחקר חדשני זה מתבצע באמצעות השוואה של תוצאות מבחנים הבודקים הפרעות התפתחותיות והתנהגותיות, כגון קשב וריכוז, בין ילדים לנשים שעברו בדיקת MRI במהלך ההיריון ובין ילדים לנשים שלא עברו את הבדיקה. תוצאות המחקר יתרמו לידע הדל הקיים על בטיחות בדיקת ה-MRI ויסייעו לבסס קווים מנחים לשימוש בטוח ב-MRI ככלי אבחון.
- עוד מחקר שמתבצע במכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות, העוסק גם הוא בתוצאי בריאות ארוכי טווח של MRI, בוחן השפעה אפשרית של חשיפת ילדים ומתבגרים ל-MRI על התפתחות סרטן. מחקר זה, המתבסס על נתוני שירותי בריאות כללית, בוחן קשר אפשרי בין חשיפת ילדים עד גיל 17 ל-MRI ובין התפתחות סרטן באופן כללי, ובפרט גידולים סרטניים במוח, במערכת הדם ובמערכת הלימפה. במחקר זה, שהוא מסוג מקרה-ביקורת, מתבצעת השוואה של הארעות הסרטן בקרב ילדים שעברו בדיקת MRI לעומת ההיארעות בקבוצת הביקורת (ילדים שלא עברו בדיקת MRI וזווגו למשתתפים באופן יחידי, לפי גיל ומין).
- במחקר שערכו חוקרים מהמרכז למחקר גרעיני שורק נעשו מדידות מפורטות של השדות המגנטיים בתדר רשת החשמל בקרבת 222 מחשבים ב-12 כיתות מחשב בשלושה בתי ספר. רמות הרקע לפני הפעלת המחשבים בתשע מהכיתות היו נמוכות מאוד (חציון וממוצע קטנים מ-0.25 מיליגאוס), ובשלוש האחרות – גבוהות מעט יותר (0.7–1.2 מיליגאוס). השפעת חיבור המחשבים לרשת והפעלתם הייתה זניחה בעשר מהכיתות (פחות מ-0.1 מיליגאוס), באחת מהן חיבור המחשבים לרשת הגדיל את הרמה החציונית ב-0.2 מיליגאוס, ובאחת – ב-0.7 מיליגאוס. ברובן המכריע של המדידות היו עוצמות השדה הומוגניות לכל אורך הגוף (רגליים, חזה, ידיים וראש).
- במחקר אחר שערכו חוקרים מהמרכז למחקר גרעיני שורק נמדדו רמות החשיפה של בני נוער לשדות מגנטיים בתדר רשת החשמל. 84 בני נוער בכיתות ו-1 נשאו על גופם במשך 24 שעות רכיב ניטור שמדד את השדה מדי 1.5 שניות, והם ניהלו יומן שתיעד את מקומות שהייתם. המחקר מציג נתונים סטטיסטיים רבים על חשיפת המשתתפים: נמצא, בין היתר, כי הממוצע הגאומטרי של החשיפות היומיות הממוצעות היה 0.59 מיליגאוס, והממוצע האריתמטי שלהן 0.73 מיליגאוס. זמן שהייה ברמות העולות על 4 מיליגאוס נע בטווח של 1–15 דקות. אצל שלושה מהמשתתפים (3.6%) נמדדה חשיפה יומית ממוצעת העולה על 2 מיליגאוס. החשיפות הנמוכות ביותר נמדדו בזמן שהייה בבית הספר (ממוצע גאומטרי 0.3 מיליגאוס). ממצאי המחקר דומים לממצאי סקרים דומים שנערכו בעולם.⁶
- מחקר שערכו חוקרים מהפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון עסק בהבנה ובתפיסות הסיכון של הציבור בנושא קרינה בלתי מייננת, ובפרט – בתפיסות של הורים בנושא קרינה מ-Wi-Fi בבתי הספר. המחקר כלל חקר השיח בתקשורת, חקר השיח ברשתות החברתיות וראיונות עומק עם 67 הורים לילדים בבתי ספר יסודיים. במחקר נמצא כי ב-70% מהכתבות והידיעות שהתפרסמו הובעה עמדה שלפיה קרינה בלתי מייננת מסוכנת. בחקר השיח ברשתות החברתיות נמצא ש-52% מהמגיבים הביעו עמדה שלפיה קרינה מסוכנת, לעומת 27% שהביעו עמדה הפוכה. ההורים שראיינו הסכימו להכניס Wi-Fi לבית הספר משיקולים שונים, אף שהיו בהם שהביעו חשש מפני סיכויי הקרינה. ההורים חשבו שאין טעם להתנגד לחשיפה ל-Wi-Fi, שכן ממילא הילד חשוף לקרינה במקומות אחרים.⁷

אתגרים לשנים הבאות

הדור הבא של התקשורת הסלולרית, דור 5 (5G), נקבע במדינות רבות, ובהן ישראל, כיעד לקידום הטכנולוגיה ולהטמעתה. נפח צריכת הנתונים בתקשורת הסלולרית עולה בהתמדה ומגביר את רמת החשיפה לקרינה. להערכת המשרד להגנת הסביבה, צפויה עלייה של כ-50% בהיקף צריכת הנתונים בכל שנה. שתי דרכים עיקריות להפחתה או למניעה של עליית החשיפה לקרינה: (א) הגדלת מספר אתרי השידור; (ב) שימוש בטכנולוגיות חדשות המאפשרות העברת מידע בקצב גבוה יותר וביעילות רבה יותר. על פי הערכת המשרד להגנת הסביבה, כניסת טכנולוגיות חדשות אלה ופריסתן המלאה תאפשר חשיפה אחידה יותר לקרינה בלתי מייננת מהאתרים הסלולריים. בעקבות הגדלת מספר האתרים ופריסה תוך-מבנית רחבה יותר תפחת החשיפה לקרינה מהמכשיר הסלולרי האישי, משום שעוצמת השידור שלו תפחת בעת יצירת הקשר עם מקור השידור. עם זאת, הגדלת השימוש במכשירים סלולריים עלולה להגדיל את עוצמת השידור. כמו כן, עקב יעילותה של הטכנולוגיה תתאפשר העברת מידע בקצב גבוה יותר ובניצול טוב יותר של הספקי השידור, ובכך יקטנו משך הזמן ועוצמת החשיפה לקרינה בלתי מייננת. בדור 5 ייעשה שימוש באנטנות מסוג massive MIMO antennas, המאפשרות שידור באלומה צרה ומדויקת ומיקוד של אלומת השידור לכיוון מכשירי הקצה. האנטנות המשמשות בטכנולוגיות הקודמות משדרות באלומה רחבה וחושפות אזורים נרחבים יותר לקרינה – שלא לצורך. לאנטנות אלה יעילות אנרגטית גבוהה המפחיתה את החשיפה לקרינה במידה ניכרת.

- כמה סיבות מקשות על הערכת ההשפעות הבריאותיות של החשיפה לקרינה מדור 5:
- הידע המדעי על ההשלכות הבריאותיות של חשיפה לקרינה בתחום תדרי הרדיו אינו חד-משמעי, ויש מחלוקת בשאלת הנזק הבריאותי העלול להיגרם שלא על ידי חימום.
- טכנולוגיה מדור 5 תפעל בקרבת התדרים של הדורות הקיימים, וכן בתדרים גבוהים פי עשרה ויותר (תחום הגלים המילימטריים). טכנולוגיה זו עדיין אינה בשימוש, ולכן אין חשיפה של הציבור הרחב לקרינה בתחום תדרים זה. לפיכך מעטים המחקרים שבחנו את ההשלכות הבריאותיות של חשיפה לגלים מילימטריים, ונחוצים מחקרים נוספים בתחום זה הן בתנאי מעבדה הן בקרב האוכלוסייה.

יש צורך באיסוף נתונים ובמעקב אחר הידע שנאסף על הערכת החשיפה למספר מקורות קרינה ואחר פרסום מחקרים בריאותיים, לצורך עדכון התקנים הנוגעים ליישום הטכנולוגיה.

השימוש בתאורת לד (light-emitting diode – LED) בישראל ובעולם מתרחב בעקבות יתרונותיה של תאורה זו, ובהם חיסכון באנרגיה והפחתה בזיהום האוויר. בשנים האחרונות עלה חשש כי השימוש בתאורת לד, ובעיקר החשיפה לרכיב האור הכחול, עלולים לגרום לאדם נזק בריאותי, כגון שיבוש במטבוליזם, נזקים לעור ולעיניים ושיבושים בפעילות השעון הצירקדי. העמקת הידע המדעי על נזקים אפשריים אלה תשמש תשתית לקבלת החלטות בקרב קובעי מדיניות.

נוסף על החשש מפני חשיפה לקרינה בלתי מייננת, חוששים הורים, אנשי חינוך, מומחי בריאות וחוקרים בישראל ובעולם, שהעלייה בשימוש של ילדים ובני נוער במדיה הדיגיטלית תביא לתוצאי בריאות שליליים, כגון פגיעה בהרגלי התזונה והשמנה, כאבי ראש וגב, פגיעה בראייה ומחלות עיניים, הפרעות שינה, הפרעות קשב, דיכאון וחרדה. סקירת הספרות המדעית בנושא ההשלכות הבריאותיות הנקשרות עם ריבוי זמן מסך מעלה כי הידע המדעי עדיין אינו מבוסס דיו.⁸ כדרך להתמודדות עם חשש זה המליצו כמה מדינות, בהן ישראל, וכן ארגוני בריאות⁹⁻¹² להגביל את זמן החשיפה של ילדים קטנים למסכים, אך לא קבעו מגבלת שעות בשל אי-הוודאות המדעית.^{13,14} נוכח העלייה בשימוש והחשש הבריאותי הגובר, יש צורך בהמשך מחקר שישימש תשתית מבוססת מדע, לקביעת המלצות.

- (1) World Health Organization, International Agency for Research on Cancer (2002). *Non-ionizing radiation, part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) electric and magnetic fields. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 80.* <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Non-ionizing-Radiation-Part-1-Static-And-Extremely-Low-frequency-ELF-Electric-And-Magnetic-Fields-2002> (retrieved April 2020).
- (2) World Health Organization, International Agency for Research on Cancer (2011). *Press release no. 208: IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans.* https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208_E.pdf (retrieved April 2020).
- (3) הכנסת – מרכז המחקר והמידע (2018). *תשתיות אנטנות הסלולר בישראל – מסמך עדכון.* https://fs.knesset.gov.il/globaldocs/MMM/f9cb6b39-4ac6-e811-80e1-00155d0a98a9/2_f9cb6b39-4ac6-e811-80e1-00155d0a98a9_11_10798.pdf (אוחזר באפריל 2020).
- (4) תנוע (עודכן במאי 2019). *ההמלצות המלאות לשימוש מושכל בטלפונים סלולריים.* <https://www.tnuda.org.il/המלצות-ופרוסומים/המלצות-לשימוש-מושכל-בטלפונים-סלולריים/ההמלצות-המלאות-לשימוש-מושכל-בטלפונים-סלולריים> (אוחזר באפריל 2020).
- (5) McElvenny, D. M., van Tongeren, M., Turner, M. C., Benke, G., Figuerola, J., Fleming, S., ... Cardis, E. (2018). The INTEROCC case-control study: Risk of meningioma and occupational exposure to selected combustion products, dusts and other chemical agents. *Occupational and Environmental Medicine*, 75(1), 12–22. <http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2016-104280>
- (6) Eliyahu, I., Hareuveny, R., Riven, M., Kandel, S., & Kheifets, L. (2017). 24-h personal monitoring of exposure to Power Frequency Magnetic Fields in adolescents – Results of a National Survey. *Environmental Research*, 158, 295–300. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.027>
- (7) Dalyot, K., Sharon, A. J., Orr, D., Barel Ben-David, Y., & Baram-Tsabari, A. (2019). Public engagement with science in everyday life: Perceptions of Wi-Fi radiation risks in schools. *Research in Science Education*, 135. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09894-w>
- (8) Organisation for Economic Co-operation and Development (2019). *OECD education working papers, no. 195. Impacts of technology use on children: Exploring literature on the brain, cognition and well-being.* <https://doi.org/10.1787/8296464e-en> (retrieved April 2020).
- (9) American Academy of Pediatrics, Council on Communications and Media (2016). Media and young minds. *Pediatrics*, 138(5), e20162591. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2591>
- (10) Canadian Paediatric Society, Digital Health Task Force (2019). Digital media: Promoting healthy screen use in school-aged children and adolescents. *Paediatrics & Child Health*, 24(6), 402–408. <https://doi.org/10.1093/pch/pxz095>
- (11) World Health Organization (2019). *Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age.* <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/311664/9789241550536-%20eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (retrieved April 2020).
- (12) ההסתדרות הרפואית בישראל – המכון לאיכות ברפואה (2020). *נייר עמדה – חשיפה למסכים ובריאות ילדים.* https://www.ima.org.il/userfiles/image/Ne144_kidsAndScreens.pdf (אוחזר באפריל 2020).
- (13) Royal College of Paediatrics and Child Health (2019). *The health impacts of screen time: A guide for clinicians and parents.* https://www.rcpch.ac.uk/sites/default/files/2018-12/rcpch_screen_time_guide_-_final.pdf (retrieved April 2020).
- (14) United Kingdom Department of Health and Social Care, Office of the Chief Medical Officer (2019). *United Kingdom Chief Medical Officers' commentary on 'Screen-based activities and children and young people's mental health and psychosocial wellbeing: A systematic map of reviews'.* https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/777026/UK_CMO_commentary_on_screentime_and_social_media_map_of_reviews.pdf (retrieved April 2020).



צילום: משה מילר - לע"מ

שינויי אקלים

שינויי האקלים מציבים בפני האנושות אתגר גדול, שלו השפעה של ממש על בריאות הציבור. ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization – WHO) אף מגדיר אותו "האתגר הגדול ביותר לבריאות במאה הנוכחית". לשינויי האקלים עשויות להיות השפעות ישירות ועקיפות על בריאות הציבור. בהשפעות הישירות עקב חשיפה לטמפרטורות קיצוניות פגיעות פיזיולוגיות (בהן מכת חום והתייבשות, פגיעה בתפקוד הלב, במערכת העצבים ובכליות, עלייה בשיעור הלידות המוקדמות ושינויים קוגניטיביים) והחמרה של מחלות כרוניות, כגון מחלות קרדיווסקולריות ומחלות של דרכי הנשימה. פגיעות פיזיות ואף מוות עלולים להיגרם עקב אירועי אקלים קיצוניים, כגון בצורות, שיטפונות, גלי חום, סופות חול ושרפות.^{1,2}

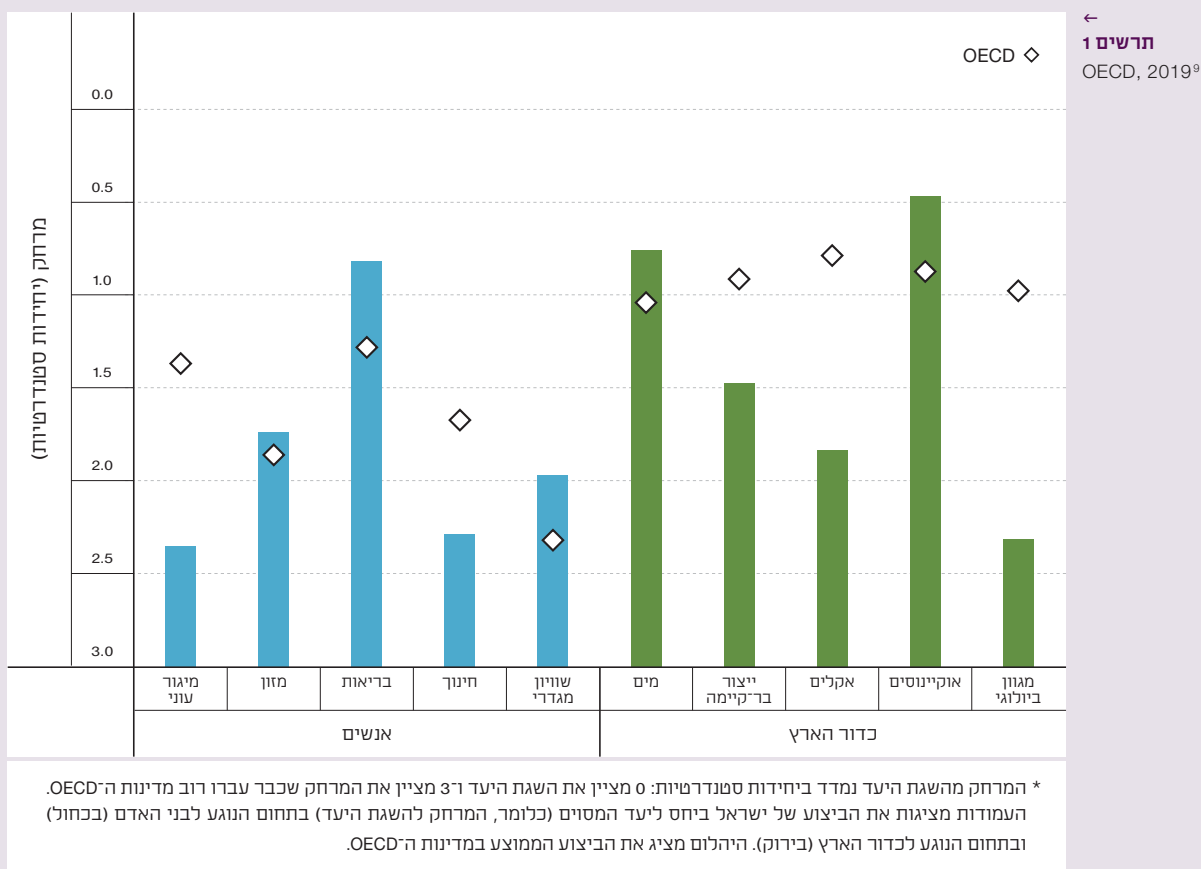
נוסף על ההשפעות הישירות על בריאות האדם, השינויים הסביבתיים הנגרמים בעקבות שינויי אקלים משפיעים בעקיפין על בריאותו, החל בהתפשטות חרקים מעבירי מחלות (כדוגמת יתוש הטיגריס האסייתי, העלול להעביר את נגיפי הדנגה והצ'יקונגוניה), דרך שינויים בזמינות המים, בכמויות המזון והרכבו וכלה בשינויים באיכות האוויר.^{1,2} כך, למשל, שינויים במשטר המשקעים או אירועי חום וקור קיצוניים עלולים לגרום לפגיעה חמורה בתוצרת החקלאית (חי וצומח), ואף להגביר את הסיכון לקלקול מזון עקב שגשוג חיידקים ופטריית. כמו כן, פריחה מוקדמת ועונת פריחה ארוכה יותר הנובעות מטמפרטורות גבוהות יגרמו להחמרה במצבם של אנשים הסובלים מאלרגיה.³ לבסוף, שינויים בדפוסי מזג האוויר עשויים להשפיע על היווצרות מזהמים ועל תנועתם ולשנות את חשיפת האוכלוסייה אליהם.

שינויי אקלים אינם משפיעים במידה שווה על הציבור כולו, ויש אוכלוסיות החשופות יותר מאחרות לסכנות הטמונות בהם: ילדים, קשישים, אוכלוסיות במעמד חברתי-כלכלי נמוך ואנשים העובדים בחוץ. על פי ארגון הבריאות העולמי, בשנים 2030 עד 2050 צפויים מדי שנה 250,000 מקרי מוות נוספים בעולם בשל השפעות של שינויי האקלים.⁴ הדוח האחרון של מיזם הספירה לאחור של כתב העת לאנסט (Lancet Countdown), שפורסם בשנת 2019, מדגיש את רגישותם של ילדים לשינויי האקלים וקובע כי אם לא יצומצמו פליטות גזי החממה בשיעור ניכר, העולם שבו יחיה ילד שנולד היום יהיה חם בארבע מעלות ויותר בהשוואה לתקופה שקדמה למהפכה התעשייתית, מה שישפיע על בריאותו מינקות ועד זקנה.²

ההשפעות של שינויי האקלים ומידת חומרתן תלויות במקום הגאוגרפי של האוכלוסייה, בהרכבה הדמוגרפי, במעמדה החברתי-כלכלי ובמידת היערכותה לתופעות אקלימיות שונות.¹ אוכלוסיות החיות באזורים המושפעים מאוד משינויי האקלים עלולות לעזוב את מקום מגוריהן ולהגר לאזורים אחרים (הגירת אקלים). כך למשל, מגמת ההתחממות בחלקים הדרומיים של אפריקה, בצירוף תנאים בריאותיים וסביבתיים ירודים, עלולה להוביל להגירת פליטים לישראל, שתצטרך להעניק להם טיפול רפואי במסגרת מערכת הבריאות שלה.^{5,6}

בספטמבר 2015 אימצו מדינות החברות באו"ם, ובהן ישראל, את "אג'נדה 2030 – יעדי האו"ם לפיתוח בר-קיימא" (Sustainable Development Goals – SDGs). מחויבותה של ישראל לאג'נדה זו אף באה לידי ביטוי בהחלטת ממשלה 4631, שהתקבלה בשנת 2019 וקובעת כי יש לפעול לשילוב יעדי הפיתוח של האו"ם ולשיפור המשילות ותהליכי התכנון האסטרטגי בממשלה.⁷ אחד מהיעדים המרכזיים הוא יעד מספר 13 – "נקיטת צעדים משמעותיים ופעולה למלחמה בשינויי האקלים ובהשלכותיו". יעד זה כולל פיתוח אסטרטגיות לאומיות להתמודדות עם שינויי אקלים, העלאת המודעות לשינויים אלה וקידום מנגנונים להתמודדות עימם. בשנת 2019 פרסמה ממשלת ישראל דוח על התקדמותה בהשגת יעדים אלו.⁸ באותה שנה פרסם גם הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) דוח בנושא, ועל פיו ישראל רחוקה מרחק רב מיישום יעדי הפיתוח של האו"ם בנושא האקלים (תרשים 1). עוד עלה מדוח זה כי המרחק מיישום היעד בישראל גדול מהמוצע במדינות ה-OECD.⁹

מרחק מהשגת יעדי פיתוח נבחרים של האו"ם, ישראל לעומת הממוצע במדינות ה-OECD



תגובת הממשלה לשינויי אקלים מתמקדת בשני נושאים: הפחתת פליטות של גזי חממה (mitigation) וכן היערכות לשינויי אקלים (adaptation).

הפחתת פליטות של גזי חממה

בהסכם פריז, שנחתם בוועידת האקלים של האו"ם בשנת 2015, הכריזה ממשלת ישראל על יעד לאומי של הפחתת גזי חממה בשיעור של 8.8 טון לנפש לשנת 2025 ו-7.7 טון לנפש לשנת 2030. בסוף 2018 הציג שר האנרגיה תוכנית ליעדי משק האנרגיה לשנת 2030, ועיקרה הפסקת השימוש בפחם לייצור חשמל ומעבר לתחבורה מונעת בחשמל ובגז טבעי. בתגובה לעמדת משרד האנרגיה, שיישום צעדים אלו יביא להפחתה ניכרת של פליטות גזי החממה בישראל ולעמידה ביעדי הפליטה, יצאה הקהילה המדעית בישראל בקריאה לשקול מחדש את הרחבת השימוש בגז טבעי במשק האנרגיה ולעודד מעבר לשימוש במקורות אנרגיה מתחדשים.^{10, 11} יש לציין כי על פי דוח של ה-OECD, שהתפרסם בשנת 2020, פליטות גזי החממה בישראל עלו בשנים האחרונות, ועד שנת 2030 הן צפויות לעלות ב-23.6% אם ישראל תמשיך בדרך שהיא נוקטת כיום.¹² כמה מהצעדים הקשורים להפחתת הפליטות יכולים להביא תועלת משותפת (co-benefit) גם מבחינת שינויי האקלים וגם מבחינת בריאות הציבור, בהם מעבר לאנרגיה מתחדשת, מעבר לתחבורה נקיה והפחתה בצריכת בשר (למידע נוסף על תכנון בנושאי תחבורה ואנרגיה ראו בפרק "תכנון").

היערכות לשינויי אקלים

בשנת 2018 עברה החלטת ממשלה מספר 4079 "היערכות ישראל להסתגלות לשינויי אקלים: יישום ההמלצות לממשלה לאסטרטגיה ותכנית פעולה לאומית".¹³ בכך קבעה מדינת ישראל כי היא מכירה בצורך להיערך לשינויי האקלים באמצעות יישום תוכניות פעולה וצעדי מדיניות שיקטינו את הסיכון הבריאותי, הסביבתי והכלכלי. האסטרטגיה כוללת שלושה נדבכים: (א) הרחבת המחקר וצמצום פערי הידע; (ב) הטמעת ההיערכות לשינויי האקלים בפעולות השוטפות הנעשות במשק; (ג) נקיטת צעדי "מדיניות ללא חרטות" (no regret policy).

במסגרת החלטת הממשלה הוקמה "מינהלת היערכות לשינויי אקלים" בראשות המשרד להגנת הסביבה. המינהלת מופקדת על תיאום בין-משרדי, על מעקב אחר ביצוע האסטרטגיה הלאומית להיערכות, על יישום התוכניות ועדכוןן מעת לעת. מספר משרדי הממשלה והגופים החברים במינהלת – 35, והם מאיישים שבע ועדות העוסקות בהמלצות העיקריות לאסטרטגיה ולתוכנית פעולה לאומית לשינויי אקלים (תרשים 2).

ועדות במינהלת היערכות לשינויי אקלים



הוועדה המתכללת דירגה את ההשפעות של שינויי האקלים ואת השלכותיהן על סקטורים שונים במשק על פי מידת הקריטיות שלהן. הדירוג נועד לשמש בסיס לתעדוף פרויקטים ולקבלת החלטות על כיווני פעולה מרכזיים. הדירוג, שבקביעתו השתתפו 30 מומחים מתחומים שונים, קבע שההשפעות הקריטיות ביותר הן

עלייה בתדירות של גלי חום קיצוניים, בצורות, ימים חמים רבים יותר בשנה, התייבשות נחלים ובתי גידול לחים, מדבור וירידה במילוי חוזר של מקורות מים טבעיים. בכל הנוגע להשלכות על בטיחות חיי התושבים ובריאותם, ההשלכות שדורגו במקום גבוה הן עלייה בתדירות שרפות, פגיעה באוכלוסיות חלשות ואיי חום עירוניים.

בשנת 2020 פרסם השירות המטאורולוגי הישראלי דוח, ובו תרחישים אפשריים בנוגע לשינויי האקלים בישראל. על פי התרחיש המחמיר, עד סוף המאה העשרים ואחת תעלה הטמפרטורה הממוצעת בישראל ב־4 מעלות צלזיוס. על פי התרחיש המתון, משנת 2040 עד אמצע המאה תעלה הטמפרטורה הממוצעת ב־1.5 מעלות צלזיוס. לאחר מכן תיעצר העלייה.¹⁴

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של שינויי אקלים. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: יישום התוכנית הלאומית למיגור מחלת הלישמניאזיס העורי	
בקצרה: התוכנית הלאומית למלחמה בלישמניאזיס העורי החלה בשנת 2012, ובסוף 2018 העמיד המשרד להגנת הסביבה 30 מיליוני שקלים נוספים לתמיכה בתוכנית.	אתגר לשנים הבאות: העלאת המודעות בקרב הציבור.

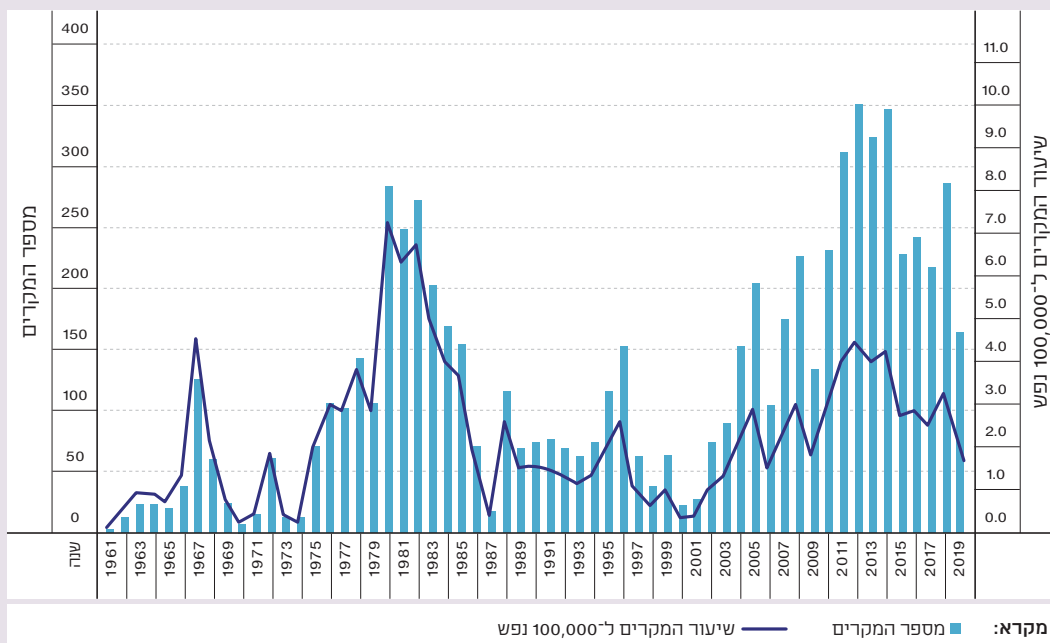
לישמניאזיס (מחלת שושנת יריחו) נגרמת על ידי הטפיל לישמניה, המועבר לאדם על ידי נקבת זבוב החול, הנדבקת בו לאחר שעקצה בעל חיים נגוע. פעילותו של וקטור זה עלולה להיות מושפעת מהתחממות האקלים מאחר שהטמפרטורה משפיעה על דפוסי הפעילות של זבובי חול בזמן ובמרחב.¹⁵ בארץ יש שני טפילים עיקריים: *Leishmania tropica*, שהחיה המאכסנת שלו בישראל היא שפן הסלע, ו־*Leishmania major*, שהחיות המאכסנות שלו הן מכרסמים שונים, בהם פסמון, מריון וגרביל.¹⁶ נתוני משרד הבריאות מצביעים על ירידה בשיעור המקרים של לישמניאזיס בישראל משנת 2014 (תרשים 3). מספר המקרים שדווחו למשרד הבריאות משנת 2018 ועד יולי 2019 עומד על 432. עם זאת, יש להביא בחשבון כי יש תת־דיווח ניכר, והיקף התחלואה האמיתי אינו ידוע.¹⁷

התוכנית הלאומית למלחמה בלישמניאזיס העורי יצאה לפועל בשנת 2012. בסוף 2018 העמיד המשרד להגנת הסביבה עוד 30 מיליוני שקלים לתמיכה בתוכנית (סכום זה מצטרף לכ־30 מיליוני שקלים שהוקצו בעבר).¹⁷ התוכנית כוללת מתן עזרה מקצועית לרשויות המקומיות ומימון מחקרים. בין היתר, מתבצעת הערכה אפידמיולוגית בזמן ובמרחב של טפיל הלישמניה בעשור האחרון בדרום הארץ ומקודם פיתוח של אבחון מולקולרי מהיר ונגיש למינים שונים. דוח מבקר המדינה משנת 2020 חשף כי המשרד להגנת הסביבה העביר לרשויות המקומיות תקציב עבור פינוי מסלעות המשמשות בתי גידול לשפני סלע, אך מכיוון שמטעמי סודיות רפואית המשרד אינו מקבל דיווחים מדויקים על מקום החולים אלא רק על שם היישוב, אי אפשר למקד את פעולות ההריסה של בתי הגידול. לאור זאת, משרד הבריאות מגבש נהלים לדיווח למשרד להגנת הסביבה.¹⁸

מקרא:	התקדמות משמעותית	התקדמות מסוימת	התקדמות מעטה או ללא התקדמות
-------	------------------	----------------	-----------------------------

→
תרשים 3
משרד הבריאות

לישמניאזיס עורי בישראל - מקרים ושיעורים, 1961-2019



האתגר: גיבוש תוכנית פעולה לאומית להתמודדות עם שינויי האקלים

אתגר לשנים הבאות: בתוכנית הפעולה הלאומית להתמודדות עם שינויי האקלים נקבעו עקרונות בסיסיים להיערכות ולהתמודדות. עם זאת, טרם נקבעו האמצעים האופרטיביים הנדרשים ליישום מטרות התוכנית (גם לא בתחום הבריאות), והתוכנית טרם תוקצבה.

בקצרה: ביולי 2018 אישרה ממשלת ישראל את תוכנית הפעולה הלאומית להתמודדות עם שינויי האקלים (ללא תקצוב למשרדי הממשלה).

כפי שצוין לעיל, ביולי 2018 אישרה ממשלת ישראל את תוכנית הפעולה הלאומית להיערכות ישראל להסתגלות עם שינויי האקלים (החלטת ממשלה מספר 4079), והוקמה מינהלת ההיערכות לשינויי אקלים בראשות המשרד להגנת הסביבה.¹³ התוכנית נועדה לצמצם את ההשפעות השליליות הנובעות משינויי אקלים, ובהן מחסור במים, בצורות ועלייה באירועי אקלים קיצוניים. התוכנית כוללת הערכת סיכונים ומודלים מתודולוגיים לתעדוף הפעולות והאתגרים הרלוונטיים לישראל, ניטור תחלואה ותמותה (בדגש על אוכלוסיות רגישות), שילוב היערכות לשינויי אקלים בתהליכי קבלת החלטות וקידום יוזמות משותפות בתחום זה.

ראוי להדגיש כי בשלב זה התוכנית הלאומית להיערכות לשינויי אקלים אושרה בממשלה אך טרם תוקצבה, ועל כן המשאבים העומדים לרשות משרדי הממשלה לשם קידומה מוגבלים, הן מבחינת כוח אדם הן מבחינת תקציב. המינהלת פועלת כגוף מתכלל, ללא סמכות בפועל מול משרדי הממשלה השותפים.

במסגרת ההיערכות הוטלה על משרד הבריאות המשימה לפתח תוכנית פעולה אופרטיבית שמטרתה להכין את מערכת הבריאות לתרחישים העלולים לנבוע משינויי אקלים. עוד עליו לגבש אסטרטגיה לאיסוף נתונים בזמן אמת, לפתח תחזיות להיארעות של תחלואה בתרחישי מזג אוויר שונים ולקבוע נהלי עבודה להתמודדות עימם. היערכות משרד הבריאות לשינויי אקלים מתמקדת במתן מענה להשפעות בריאותיות

מיידיות בעת אירועי אקלים קיצוניים (גלי חום, גלי קור, שיטפונות ועוד), ובכלל זה תוכנית לשדרוג בתי החולים והשירותים הרפואיים כחלק ממערך החירום. משרד הבריאות פרסם מידע בנושא שינויי אקלים, ובו המלצות להתמודדות עם גלי חום ועם אירועי קור קיצוניים, בדגש על המלצות לקהל הרחב ולאוכלוסיות רגישות, לרבות קשישים וחולים במחלות כרוניות.²¹⁻¹⁹

הוועדה לחירום ובריאות שהוקמה במסגרת המינהלת החלה את עבודתה. בהמשך תקבע הוועדה את המלצותיה בנוגע לדרכים אופרטיביות להיערכות מערכת הבריאות לשינויי האקלים, הן בטווח הקצר הן בטווח הארוך. במסגרת עבודת הוועדה משרד הבריאות מבצע סקירה מקיפה של ההשלכות הבריאותיות הנובעות משינויי האקלים וכן של דרכי הפעולה לטיפול בהן בעולם. מתוך סקירה זו, האיומים הגדולים ביותר על בריאות האדם הם תחלואה עקב עומס חום, החמרה של מחלות כרוניות, פגיעה בביטחון התזונתי והפצת מחלות זיהומיות על ידי וקטורים.²²

האתגר: פיתוח מדדים מוגדרים לשינויי אקלים

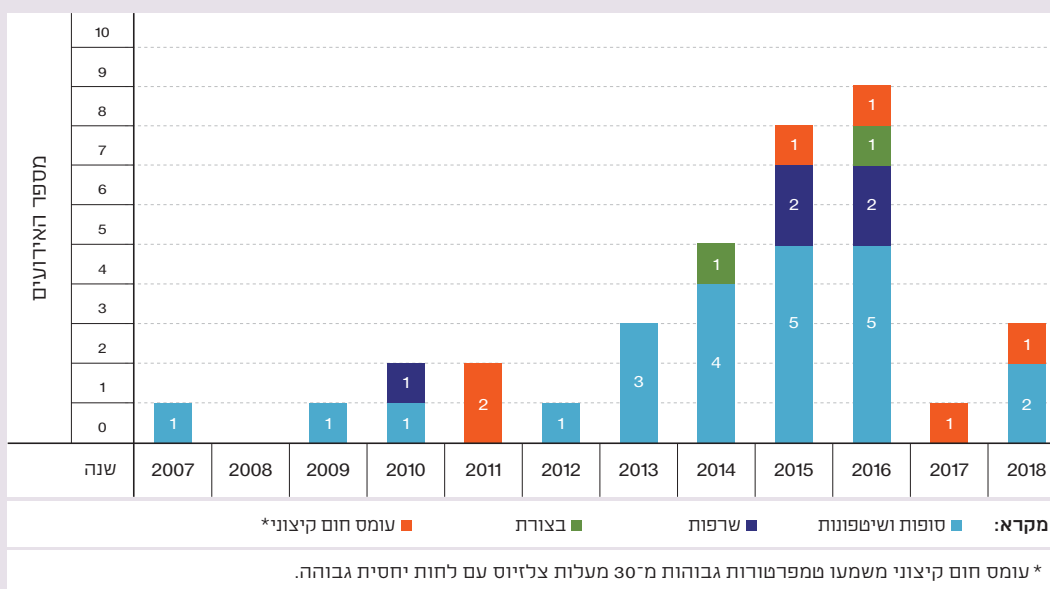
בקצרה: פותחה רשימה ראשונית של מדדים ספציפיים לשינויי אקלים.

משרד הבריאות נמצא בשלבים ראשוניים של הגדרת מדדים ספציפיים לשינויי אקלים, הכוללים בין היתר:

- אשפוז בחדרי מיון בשל בעיות נשימתיות ושכב במהלך גלי חום;
- התפרצות מחלות שמקורן במזון או במים;
- התפרצות מחלות המועברות על ידי וקטורים;
- פגיעות פיזיות הנובעות מתנאי אקלים קיצוני.

מרכז המידע לחקר אסונות טבע בישראל מפרסם נתונים על אירועי אקלים קיצוניים בישראל. על פי הנתונים, בשנת 2018 היו בישראל שלושה אירועי אקלים קיצוניים (תרשים 4).²³

אירועי אקלים קיצוניים בישראל, 2018-2007



האתגר: חיזוק שיתוף הפעולה בין השירות המטאורולוגי הישראלי ובין משרד הבריאות לשם היערכות לאירועי אקלים קיצוניים

בקצרה: בשנת 2019 התקיימו כמה פגישות בין משרד הבריאות לשירות המטאורולוגי, אך טרם הושגה התקדמות משמעותית באתגר זה.

האתגר: יצירת מאגר נתונים לאומי המכיל מדדי חשיפה ותוצאי בריאות המושפעים משינויי אקלים

בקצרה: לא הושגה התקדמות באתגר זה.

מחקרים על שינויי אקלים בישראל

- חוקרים ממכון שמיר למחקר ומאוניברסיטת חיפה בחנו כיצד שינויים בטמפרטורה משפיעים על פעילות וקטורים של *Leishmania tropica* (זבובי החול *Phlebotomus sergenti* ו-*Phlebotomus arabicus*). נמצא קשר חיובי בין טמפרטורת האוויר בתחילת הלילה ובין כמות זבובי החול הבוגרים הפעילים. ככל שהטמפרטורות בשעות אלה היו גבוהות יותר, כך היו זבובי החול הבוגרים הפעילים רבים יותר, מה שמעלה את הסיכון להדבקה של בני אדם.¹⁵
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב, מאוניברסיטת חיפה וממשרד הבריאות חקרו תחלואה הנגרמת מחיידק הקמפילובקטר (חיידק המועבר במזון וגורם למחלות מעיים) בישראל בשנים 1999–2010. החוקרים מצאו כי טמפרטורות גבוהות יותר במהלך השנה (מעל טמפרטורת סף של 27 מעלות צלזיוס) מעלות את הסיכון לתחלואה בקרב כלל האוכלוסייה, ובפרט בקרב ילדים צעירים.²⁴
- חוקרים מאוניברסיטת תל אביב, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, מאוניברסיטת חיפה וממשרד הבריאות חקרו את דפוסי התחלואה הנגרמים מחיידק הקמפילובקטר בישראל. החוקרים מצאו כי הסיכון לחלות בקמפילובקטר בעונת האביב גבוה יותר מבעונת החורף. עם זאת נמצא כי הסיכון לחלות מושפע ממשתנים שונים, בהם צפיפות אוכלוסין וטמפרטורה. החוקרים סיכמו כי יש השפעה מרחבית-זמנית (spatio-temporal) ביחס לטמפרטורה על תחלואה בקמפילובקטר.²⁵
- חוקרים ממשרד הבריאות, ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר, משירותי בריאות כללית, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב, מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מהמכון למחקר ביולוגי בישראל, מרשות הטבע והגנים, מצה"ל ומחברת מקורות ניתחו את התפרצות מחלת העכברת (לפטוספירוזיס) שאירעה באוגוסט 2018 בנחלי צפון-מזרח ישראל. מחלת העכברת נגרמת מחשיפה לחיידקי לפטוספירה המופרשים בשתן של בעלי חיים חולים. החוקרים דיווחו כי להתפרצות זו תרמו ירידת מפלס הנחלים והפגיעה באיכות מימיהם בשל הבצורת בשנת 2018 ובשנים שקדמו לה.^{26, 27}
- חוקרים ממשרד הבריאות ומהמרכז האקדמי לב ניתחו דפוסי תחלואה בשיגלויזיס בישראל בשנים 2002–2015. שיגלויזיס נגרמת עקב מגע עם חיידקי שיגלה במזון או במים או עקב מגע אנושי. החוקרים הראו כי ניכרת מגמה של ירידה בתחלואה בישראל, בעיקר משנת 2010. עוד נמצא כי עיקר התחלואה נרשמה בחודשי השנה החמים, ולפיכך שינויי אקלים ועלייה בטמפרטורות בישראל עלולים להגדיל את התחלואה במחלה.²⁸

- חוקרים ממשרד הבריאות, מאוניברסיטת תל אביב, מהמרכזים הרפואיים אסף הרופא, ברזילי, מאיר, קפלן, העמק, רמב"ם, לניאדו ושיבא מצאו קשר בין התפרצות מחלת קדחת הנילוס המערבי בשנת 2015 ובין גלי חום קיצוניים שהתרחשו באותה השנה.²⁹
- חוקרים מאוניברסיטת חיפה, מהקריה הרפואית רמב"ם ומהמרכז לבקרת מחלות בישראל בחנו את הקשר בין טמפרטורות סביבה גבוהות בקיץ ובין הסיכון לשבץ מוחי על סמך הרישום הלאומי לשבץ מוחי. הם מצאו כי ימים חמים בקיץ עלולים להעלות את הסיכון לשבץ בימים העוקבים. עם זאת, כאשר הפער בין הטמפרטורה ביום לטמפרטורה בלילה גדל, הסיכון לשבץ מוחי ירד.³⁰
- חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומהמרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה בחנו את הקשר בין טמפרטורות קיצוניות ובין לידה מוקדמת בקרב נשים הרות בדרום הארץ. הם מצאו כי חשיפה לטמפרטורות גבוהות בשבועות 32–39 להיריון קשורה לסיכון גבוה יותר ללידה מוקדמת בתקופה זו, בעיקר בעופרים ממין נקבה.³¹
- קבוצת חוקרים מהמרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה, מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ומאוניברסיטת הרווארד מצאה שטמפרטורה ממוצעת גבוהה במהלך השליש הראשון או השלישי להיריון מגדילה את הסיכון להתפתחות רעלת היריון. רעלת היריון עלולה להתרחש בטמפרטורות גבוהות עקב הפרעות בהומאוסטזיס של החום האימהי, הגורמות להקצאה מחדש של משאבי האנרגיה הזמינים לעובר.³²
- חוקרים מאוניברסיטת חיפה, מקופת חולים מאוחדת, מאוניברסיטת טולסה ומאוניברסיטת קורדובה השוו את ריכוזי גרגירי האבקה בימי שרב (טמפרטורה גבוהה ולחות נמוכה), בימים חמים (טמפרטורה ולחות גבוהות) ובימים קרים (טמפרטורה נמוכה), ומצאו כי בימי השרב היו ריכוזים גבוהים יותר של גרגירי אבקה באוויר. אנשים הסובלים מאלרגיה חושים תסמינים חזקים יותר בימי שרב, והם עלולים להחריף עם העלייה במספר ימי השרב שיפקדו את ישראל ואת אזור המזרח התיכון עקב שינויי האקלים.³³
- חוקרים מאוניברסיטת חיפה ומבית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית של האוניברסיטה העברית בירושלים והדסה ע"ש בראון בוחנים את החוסן העירוני לאירועי אקלים קיצוניים בעיר חיפה. ממצאים ראשוניים מראים שהעיר חיפה וכן מערכת הבריאות בחיפה ערוכות למצבי חירום כגון מלחמה או רעידת אדמה, אך אין היערכות ייעודית למזג אוויר קיצוני.
- מחקר משותף למרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה ולאוניברסיטת הרווארד מצא קשר בין טמפרטורות גבוהות ולחות נמוכה ובין מספר מקרי ההכשה על ידי נחשים בישראל בשנים 2008–2015. כן נמצא כי גלי חום הובילו לעלייה בתדירות ההכשות בעונות הקרות והחמות.³⁴
- במחקר שערכו חוקרים מהמרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה ומאוניברסיטת הרווארד בקרב 2,338 תושבים באזור באר שבע, נמצא קשר בין עלייה בטמפרטורות (עלייה של 5 מעלות צלזיוס) לניסיונות התאבדות ביומיים שאחרי היום החם. החוקרים הסיקו כי לעלייה תלולה בטמפרטורות יש השפעה רבה על הסיכוי להתנהגות אובדנית, בייחוד בקרב מטופלים עם אבחון פסיכיאטרי או עם ניסיונות התאבדות קודמים.³⁵

אתגרים לשנים הבאות

בשנים האחרונות הושגה התקדמות מסוימת בהיערכות ישראל להסתגלות לשינויי אקלים. הוקמה מינהלת ההיערכות לשינויי אקלים, הוקמו ועדות ודורגה מידת הקריטיות של השפעות שינויי האקלים כבסיס לתעודף פרויקטים וקבלת החלטות על כיווני פעולה מרכזיים. ניכר כי הדגש העיקרי על בריאות במסגרת המינהלת הוא על השפעות קצרות טווח שמקורן בגלי חום וקור ושיטפונות למשל.

חשוב להיערך גם להשפעות ארוכות טווח של שינויי האקלים על בריאות הציבור, לדוגמה, צפויה עלייה בהתפשטות של מזיקים במזון ובתפוצתם של יתושים ושל וקטורים אחרים. לכן יש להתמודד ביעילות רבה יותר עם עלייה בתפוצה של מזיקים העלולים לגרום למחלות זיהומיות, כגון לישמניה, זיקה, דנגי, קדחת מערב הנילוס וכלבת. יש גם צורך להיערך לאיומים לא־ידועים שמציבים נגיפים, חיידקים וטפילים שייתכן שמקורם בשינויי אקלים. בהיערכות להשפעות ארוכות הטווח של שינויי האקלים חשוב להבטיח שמירה על ערכים תזונתיים של מזון, ולהתמודד עם השפעות שינויי האקלים על בריאות הנפש.

אף ששינויי האקלים עשויים להשפיע במידה ניכרת על בריאות הציבור, המחקר האפידמיולוגי בישראל בתחום זה עודו מתפתח. מורגש במיוחד היעדר מחקר בין־תחומי המתמקד בהשפעות שינויי האקלים על הבריאות, בדגש על תחלואה ותמותה באוכלוסיות שונות בישראל. יש לבחון למשל את הקשר בין טמפרטורת הסביבה ובין אשפוזים על רקע מחלות כרוניות באוכלוסייה הבוגרת בישראל. כמו כן נדרשים מחקרים בתחומי הכלכלה, מדעי החברה וניהול מערכות בריאות בהקשר של שינויי האקלים. למשל, מומלץ לבחון השפעות בריאותיות של שינויי אקלים באמצעות מודלים של תועלות בריאותיות (co-benefits), הן בהקשרים של הפחתת פליטות הן בהקשרים של הסתגלות. כדי לקדם עוד את המחקר בתחום זה, יש צורך באיסוף שיטתי של הנתונים הרלוונטיים. לשם כך חשוב להקים מערכת ממוחשבת שתוכל לאסוף את הנתונים בזמן אמת.

כדי להתמודד טוב יותר עם שינויי האקלים והשפעותיהם הבריאותיות, ומתוך הסתכלות מערכתית, יש לפעול גם במישור החקיקתי. לשם כך המשרד להגנת הסביבה מקדם את "חוק האקלים" – חוק אשר לראשונה יעגן יעדי פליטה בישראל.³⁶ נוסף על כך יש לשלב מדידות והערכות של שינויי אקלים בתהליכי קבלת החלטות, למשל בתהליכי תכנון. כמו כן יש לגייס שותפים להתמודדות עם ההשלכות של שינויי האקלים על הבריאות, למשל קופות חולים ובתי חולים – לאיסוף נתונים ולהעלאת המודעות בקרב הצוותים הרפואיים לנושא ולדרכי טיפול ומניעה; ומשרדי ממשלה – לקידום תוכנית היערכות לגלי חום.

לשלטון המקומי תפקיד מרכזי בהיערכות לשינויי אקלים. במסגרת תוכנית Clima Med של האיחוד האירופי השתתפו בשנת 2019 נציגים של 40 רשויות מקומיות בישראל בסדנה בנושא היערכות והתמודדות עם העלייה המתמדת בצריכת משאבי אנרגיה. במסגרת עבודת הוועדה לשלטון מקומי במינהלת, הוכנה תוכנית פעולה לקידום ההיערכות ברשויות המקומיות, ובכלל זה זיהוי סיכונים בהתאמה לאזורי אקלים. אחד האתגרים לשנים הקרובות הוא העלאת המעורבות של רשויות מקומיות ב"מיטיגציה" והיערכות לשינויי אקלים.

מקורות

- (1) פז, ש', נגב, מ' ודוידוביץ, נ' (2019). השפעות שינויי האקלים על בריאות הציבור בישראל – מדע ומדיניות. **אקולוגיה וסביבה**, 10(4), 78–72. <http://www.magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=903> (אוחזר ביוני 2020).
- (2) Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., ... Montgomery, H. (2019). The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: Ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *Lancet*, 394(10211), 1836–1878. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32596-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32596-6)
- (3) הלפמן-הרצוג, א' (2019). שינויי האקלים יחמיר את מצבם של אנשים הסובלים מאלרגיה. **אקולוגיה וסביבה**, 10(4), 81–83. <http://www.magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=905> (אוחזר ביוני 2020).

- (4) World Health Organization (2018). Climate change and health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> (retrieved June 2020).
- (5) Hermesh, B., Maya, M., & Davidovitch, N. (2019). *Health risks assessment for the Israeli population following the sanitary crisis in Gaza*. https://old.ecopeaceme.org/wp-content/uploads/2019/05/Gaza-Health-Report_ENG.pdf (retrieved November 2020).
- (6) Negev, M., Teschner, N., Rosenthal, A., Levine, H., Lew-Levy, C., & Davidovitch, N. (2019). Adaptation of health systems to climate-related migration in Sub-Saharan Africa: Closing the gap. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(2), 311–314. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.10.004>
- (7) משרד ראש הממשלה (2019). שילוב יעדי הפיתוח של האו"ם לשיפור המשילות ותהליכי תכנון אסטרטגי בממשלה. החלטה מספר 4631 של הממשלה מיום 14.07.2019. https://www.gov.il/he/departments/policies/dec4631_2019. (אוחזר ביוני 2020).
- (8) Israel Ministry of Foreign Affairs (2019). *Implementation of the sustainable development goals. National review. Israel 2019*. <https://mfa.gov.il/MFA/PressRoom/2019/Documents/Israel%20SDG%20national%20review.pdf> (retrieved June 2020).
- (9) Organisation for Economic Co-operation and Development (2019). *Measuring distance to the SDG Targets 2019: An assessment of where OECD countries stand*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/a8caf3fa-en> (retrieved June 2020).
- (10) טל, א', אומן, י', שכטמן, ד', קריבוס, א', יקיר, ד', דגן, ג', ...בן ישי, פ' (2019). קריאה של הקהילה המדעית לשקול מחדש את הרחבת השימוש בגז הטבעי במשק האנרגיה. https://www.haaretz.co.il/embeds/pdf_upload/2019/20191119-124637.pdf. (אוחזר ביולי 2020).
- (11) Tal, A. (2020). Unkept promises: Israel's implementation of its international climate change commitments. *Israel Journal of Foreign Affairs*, 14(1), 21–51. <https://doi.org/10.1080/23739770.2020.1749965>
- (12) Organisation for Economic Co-operation and Development (2020). *Accelerating climate action in Israel: Refocusing mitigation policies for the electricity, residential and transport sectors*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/fb32aabd-en> (retrieved October 2020).
- (13) משרד ראש הממשלה (2018). היערכות ישראל להסתגלות לשינויי אקלים: יישום ההמלצות לממשלה לאסטרטגיה ותכנית פעולה לאומית. החלטה מספר 4079 של הממשלה מיום 29.07.2018. https://www.gov.il/he/departments/policies/dec4079_2018. (אוחזר ביוני 2020).
- (14) משרד התחבורה והבטיחות בדרכים – השירות המטאורולוגי (2020). מגמות השינוי בטמפרטורה בישראל, תחזיות עד 2100. <https://ims.gov.il/sites/default/files/%D7%9E%D7%92%D7%9E%D7%95%D7%AA%20%D7%94%D7%98%D7%9E%D7%A4%D7%A8%D7%98%D7%95%D7%A8%D7%94%20%D7%A2%D7%93%202100.pdf>. (אוחזר באוקטובר 2020).
- (15) Waitz, Y., Paz, S., Meir, D., & Malkinson, D. (2018). Temperature effects on the activity of vectors for *Leishmania tropica* along rocky habitat gradients in the Eastern Mediterranean. *Journal of Vector Ecology*, 43(2), 205–214. <https://doi.org/10.1111/jvec.12304>
- (16) משרד הבריאות (עודכן ביולי 2017). לישמניאזיס (שושנת ירחו). <https://www.health.gov.il/Subjects/disease/Pages/Leishmaniasis.aspx>. (אוחזר ביוני 2020).
- (17) משרד מבקר המדינה ונציב תלונות הציבור (2020). טיפול מערכת הבריאות במחלות מתפרצות ומתחדשות. דוח שנתי 70א. <https://www.mevaker.gov.il/sites/DigitalLibrary/Pages/Reports/3246-6.aspx>. (אוחזר ביוני 2020).
- (18) משרד ראש הממשלה (עודכן בספטמבר 2017). תכנית סיוע לרשויות המקומיות בהפחתת מפגעי הלישמניאזיס ("שושנת ירחו"). החלטה מספר 1973 של הממשלה מיום 27.09.2016. https://www.gov.il/he/Departments/policies/2016_dec1973. (אוחזר ביוני 2020).
- (19) משרד הבריאות. המלצות להתמודדות עם מזג אוויר חם. https://www.health.gov.il/Subjects/Geriatrics/HealthPromot/ionAndPreventiveMedicine/Pages/heat_injuries.aspx. (אוחזר ביוני 2020).
- (20) משרד הבריאות (2018). המלצות על פעולות שיש לנקוט בקרב קשישים ותינוקות על מנת למנוע סכנות ופגיעות קור. <https://www.health.gov.il/NewsAndEvents/SpokemanMessegas/Pages/03012018-2.aspx>. (אוחזר ביוני 2020).

- (21) משרד הבריאות. שינויי אקלים וחום קיצוני – מידע חזותי. https://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Environmental_contaminants/Pages/Heat.aspx (אוחזר ביוני 2020).
- (22) משרד הבריאות, המשרד להגנת הסביבה והאגודה הישראלית לאקולוגיה ומדעי הסביבה (2020). שינוי אקלים ובריאות הציבור: סקירת ספרות, מיפוי מדדי בריאות והמלצות לפעולה לקראת תוכנית עבודה של משרד הבריאות. https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/climate_change_and_public_health_2020 (אוחזר בנובמבר 2020).
- (23) Israel Ministry of Construction and Housing (2019). *Sustainable development goal 11: Sustainable cities and communities. Implementation of SDG11 in Israel: Challenges and future prospects*. https://www.gov.il/BlobFolder/reports/sdg11_israel_report_2019/he/documents_tichnun_ironi_sdg11_israel_report_2019.pdf (retrieved December 2020).
- (24) Rosenberg, A., Weinberger, M., Paz, S., Valinsky, L., Agmon, V., & Peretz, C. (2018). Ambient temperature and age-related notified *Campylobacter* infection in Israel: A 12-year time series study. *Environmental Research*, 164, 539–545. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.017>
- (25) Rosenberg, A., Weinberger, M., Paz, S., Valinsky, L., Rokney, A., Kloog, I., & Peretz, C. (2019). Spatio-temporal analysis of *Campylobacter* incidence in Israel, 1999–2010. *Environmental Epidemiology*, 3, 309–310. <https://doi.org/10.1097/01.EE9.0000609372.12933.d2>
- (26) Dadon, Y., Haas, E. J., Kaliner, E., Anis, E., Singer, S. R., Atiya-Nasagi, Y., ... Moran-Gilad, J. (2018). Outbreak of human leptospirosis linked to contaminated water bodies in Northern Israel, June to August 2018. *Eurosurveillance*, 23(38), 1800486. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2018.23.38.1800486>
- (27) משרד הבריאות. עכברת (לפטוספירוזיס). <https://www.health.gov.il/Subjects/disease/Pages/Leptospirosis.aspx> (אוחזר ביוני 2020).
- (28) Adamker, G., Holzer, T., Karakis, I., Amitay, M., Anis, E., Singer, S. R., & Barnett-Itzhaki, Z. (2018). Prediction of Shigellosis outcomes in Israel using machine learning classifiers. *Epidemiology and Infection*, 146(11), 1445–1451. <https://doi.org/10.1017/S0950268818001498>
- (29) Salama, M., Amitai, Z., Lustig, Y., Mor, Z., Weiberger, M., Chowers, M., ... Leshem, E. (2019). Outbreak of West Nile Virus disease in Israel (2015): A retrospective analysis of notified cases. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 28, 41–45. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2018.07.008>
- (30) Vered, S., Paz, S., Negev, M., Tanne, D., Zucker, I., & Weinstein, G. (2020). High ambient temperature in summer and risk of stroke or transient ischemic attack: A national study in Israel. *Environmental Research*, 187, 109678. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109678>
- (31) Kloog, I., Novack, L., Erez, O., Just, A. C., & Raz, R. (2018). Associations between ambient air temperature, low birth weight and small for gestational age in term neonates in southern Israel. *Environmental Health*, 17(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0420-z>
- (32) Shashar, S., Kloog, I., Erez, O., Shtein, A., Yitshak-Sade, M., Sarov, B., & Novack, L. (2020). Temperature and preeclampsia: Epidemiological evidence that perturbation in maternal heat homeostasis affects pregnancy outcome. *PloS One*, 15(5), e0232877. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232877>
- (33) Helfman-Hertzog, I., Kutiel, H., Levetin, E., Galán, C., & Hefer, T. (2018). The impact of Sharav weather conditions on airborne pollen in Jerusalem and Tel Aviv (Israel). *Aerobiologia*, 34, 497–511. <https://doi.org/10.1007/s10453-018-9526-6>
- (34) Shashar, S., Yitshak-Sade, M., Sonkin, R., Novack, V., & Jaffe, E. (2018). The association between heat waves and other meteorological parameters and snakebites: Israel National Study. *The Journal of Emergency Medicine*, 54(6), 819–826. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.02.002>
- (35) Yarza, S., Vodonos, A., Hassan, L., Shalev, H., Novack, V., & Novack, L. (2020). Suicide behavior and meteorological characteristics in hot and arid climate. *Environmental Research*, 184, 109314. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109314>
- (36) המשרד להגנת הסביבה (2020). **הערכת מצב. יוני 2020**.



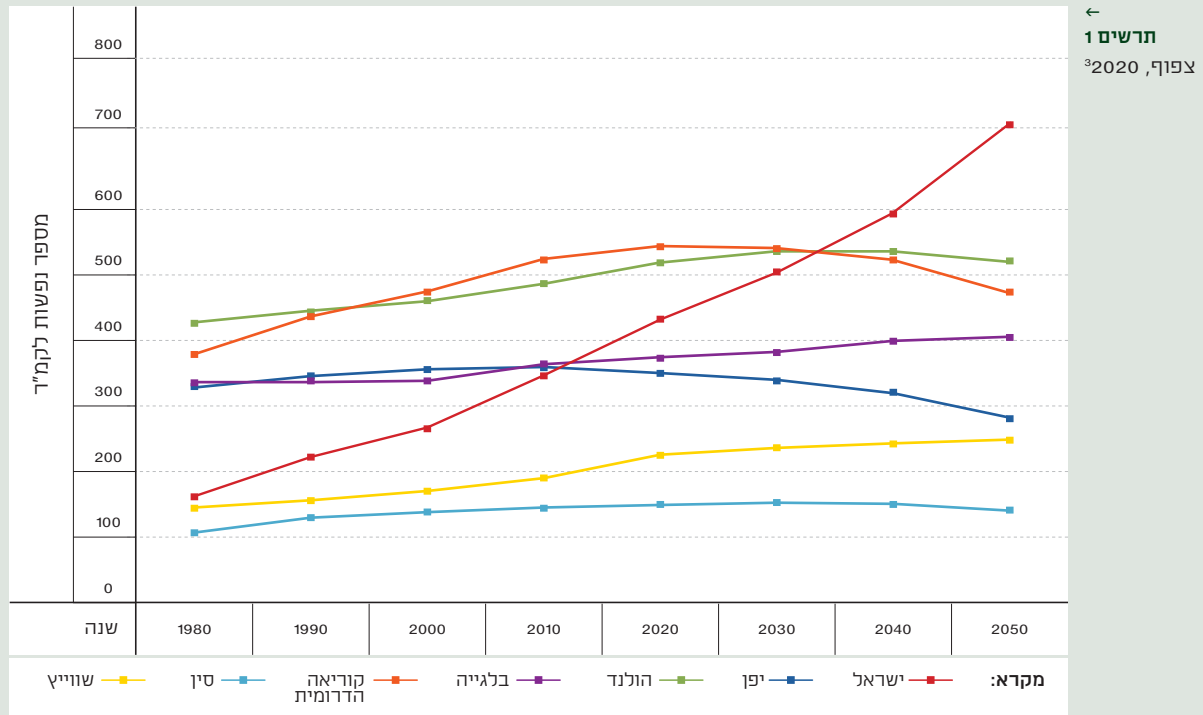
תכנון

בין בריאות לתכנון עירוני ולתכנון תחבורתי מתקיים קשר הדוק. לתכנון תפקיד חשוב במניעת מפגעים בריאותיים ובעיות תברואה במרחב העירוני וכן בהבטחת מי שתייה באיכות טובה, ביוב זורם, שטחים פתוחים וירוקים בערים וכן בטיפול בפסולת. בשנת 1946 הגדיר ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization – WHO) את המונח "בריאות" לא רק היעדר מחלה אלא "מצב של רווחה גופנית, נפשית וחברתית". לתכנון המרחב העירוני יש אפוא השפעה מכרעת על בריאות הציבור, מכיוון שסביבה בריאה משמעה לא רק סביבה נטולת זיהום אוויר, זיהום מים, רעש ומפגעים אחרים המסכנים ישירות את בריאות הציבור – היא גם סביבה שמעודדת פעילות גופנית, קהילתית וחברתית.¹

מחקרים מראים כי הסביבה העירונית, ובה תשתיות תחבורה, שכונות, בניינים, פארקים ושטחים ציבוריים פתוחים, משפיעה על בריאות האדם. המידה שבה הוא נחשף לזיהום אוויר, לרעש, לטמפרטורה וכן לשטחים ירוקים מאפשרת, מעודדת או חוסמת פעילות גופנית יום-יומית.² יש עדויות לכך שמגורים ליד אזורי תעשייה וכבישים ראשיים מגדילים את החשיפה לזיהום אוויר ולרעש, ומגבירים את הסיכון לתחלואה ולתמותה מוקדמת. מחקרים מראים כי מגורים בסמיכות לשטחים ירוקים תורמים לבריאות הנפש ולתוצאי לידה חיוביים, מפחיתים את התחלואה במחלות לב וכלי דם ומורידים את שיעור התמותה המוקדמת. נמצא כי משתנים שונים, בהם צפיפות בנייה, עירוב שימושים המאפשר ניצול משאבי הסביבה לאורך רוב שעות היממה, ונגישות וזמינות לתחבורה ציבורית בתדירות טובה ובלוח זמנים אמין, מעודדים יציאה למרחב העירוני, הליכה ברגל ורכיבה על אופניים. משתנים אלו יוצרים תשתית של שכונה המאפשרת "הליכות" (walkability) ו"רכיבות" (bikeability), תשתית המעודדת אורח חיים בריא ופעיל במרחב העירוני.

ישראל היא מהמדינות הצפופות בעולם. קצב גידול האוכלוסייה בה הוא הגבוה ביותר בקרב המדינות המפותחות בעולם המערבי, ולפי קצב הגידול העכשווי, אוכלוסיית ישראל צפויה להכפיל את עצמה עד אמצע המאה הזו (תרשים 1).³ עם זאת, הגידול המהיר אינו מתחלק באופן שווה על פני האוכלוסייה. בד בבד עם העלייה בקצב גידול האוכלוסייה, ניכרת מגמה מדאיגה של צמצום היקף השטחים הפתוחים. בשנים 2014–2017 קצב ההתמרה משטחים פתוחים לשטחים מבונים היה המהיר ביותר ב־20 השנים האחרונות.⁴ המשך מגמה זו צפוי להביא לירידה כוללת בגישה לשטחים פתוחים איכותיים בישראל.

מגמות צפיפות בישראל ובמדינות נבחרות ותחזית לשנים הבאות



בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום תחום התכנון. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: קידום תוכניות תכנון וסלילה של שבילי אופניים	
בקצרה: שבילים לאופניים ולאמצעי תחבורה חלופיים אחרים מתוכננים ומבוצעים על פי הנחיות התכנון של משרד התחבורה.	אתגר לשנים הבאות: המשך הרצף של שבילי האופניים בצמתים עירוניים ואכיפה של רכיבה בשבילים ייעודיים לכך או בכביש.

תכנון עירוני נכון הוא תכנון שיש בו רשת צפופה של רחובות, מדרכות והצללה, שמאפשר הליכה ורכיבה על אופניים ומביא לשיפור איכות החיים העירונית.

באפריל 2020 פרסם מינהל התכנון במשרד האוצר מסמך מדיניות העוסק בבחינת מידת ההתאמה של תכנון המרחב העירוני לשימוש בתחבורה ציבורית.⁵ המסמך נועד לסייע הן למתכננים הן ללשכות התכנון לבחון איך אפשר לממש את פוטנציאל השימוש העירוני בתחבורה ציבורית.

התקדמות משמעותית	התקדמות מסוימת	התקדמות מעטה או ללא התקדמות
------------------	----------------	-----------------------------

מקרא:

הוועדה המחוזית לתכנון ולבנייה – מחוז מרכז מקדמת תוכנית להקמת רשת שבילים לאופניים ולאמצעי תחבורה חלופיים אחרים (אופניים חשמליים, גלגליים [קורקינטים] חשמליים ורכינע [סגווי]), בנפרד מכלי רכב ומהולכי רגל, למניעת קונפליקטים בין משתמשי הדרך. הרשת תקשר בין כל יישובי המחוז במטרה לחבר באופן יעיל רוכבי אופניים אל תחנות הרכבת המרכזיות, אזורי התעסוקה ומוקדי ההשכלה. מדובר בחלק ממהלך כולל של לשכת התכנון המחוזית ומשרד התחבורה לעידוד השימוש בתחבורה ציבורית. המהלך כולל הקמת נתיבי תחבורה ציבורית, חניוני חנה וסע וכן חיזוק הקשר בין תחנות הרכבת לאזורי התעסוקה. התוכנית מציגה שלוש רשתות רכיבה – מטרופולינית, משנית ומקומית – הנפרסות לאורך 1,351 ק"מ בתחום המחוז.

כמו כן, תוכנית מתאר ארצית חדשה לתשתיות התחבורה היבשתית, תמ"א 42, כוללת אזורים שבהם תוכננו תוכניות מפורטות לשבילי אופניים. במרץ 2020 החליטה המועצה הארצית להמליץ על העברת התוכנית לאישור הממשלה.

האתגר: קידום הצללה בשטחים ציבוריים פתוחים

אתגר לשנים הבאות: הגברת המודעות לחשיבות ההצללה והמשך יישום התקנה להצבת אמצעי הצללה במרחב הציבורי ככלי ליצירת נוחות אקלימית בשטחים ציבוריים.	בקצרה: תקנות התכנון והבנייה (הצללה בגן שעשועים) נכנסו לתוקפן ב־2019; תיקון תקנות התכנון והבנייה (חישוב שטחים ואחוזי בנייה בתוכניות ובהיתרים) נכנס לתוקפו ב־2020.
--	---

תקנות התכנון והבנייה (הצללה בגן שעשועים) התשע"ט נכנסו לתוקף בספטמבר 2019, והן מחייבות הצללה של 70% מהמרחב החופשי של מתקן בגן שעשועים. בשנת 2020 נכנס לתוקפו שינוי לתקנות התכנון והבנייה (חישוב שטחים ואחוזי בנייה בתוכניות ובהיתרים) התשנ"ב–1992. השינוי נועד לעודד הצבת אמצעי הצללה במרחב הציבורי הפתוח במקומות כגון גן ציבורי, דרך, חוף רחצה, טיילת, כיכר עירונית, מתקני ספורט ונופש, פארק, שביל, שדרה עירונית, שטח ציבורי פתוח או שטח פרטי פתוח שבתוכנית נקבעה בו זכות מעבר לטובת הציבור. ראוי לציין שהתקנה קובעת כי אמצעי ההצללה לא יובאו בחשבון אחוזי הבנייה.

המסמך "ניתוח עלות תועלת של הצללה בישראל", שהוכן בשיתוף משרד הבריאות, המכללה האקדמית תל-חי ומשרד הבינוי והשיכון, מצא כי ההצללה תורמת לירידה בריכוז מזהמים, להפחתת סיכון לסרטן העור ולעלייה בפעילות גופנית, ואלה מביאים לתועלות בריאותיות וכלכליות (לוח 1).⁶

תועלת שנתית לאדם מפעילות גופנית עקב הצללה*

→ לוח 1	ממוצע משוקלל	65+	64-45	44-16	קבוצת גיל
משרד הבינוי והשיכון ואחרים ⁶	721	2,971	1,221	137	שנות חיים מתואמות מתווספות (ש"ח)
	172	172	172	172	חסכון למערכת הבריאות (ש"ח)
	290	290	290	260	תוספת פרודוקטיבית (ש"ח)
	1,178	3,433	1,684	600	סה"כ תועלת בשנה (ש"ח)

* תועלת מפעילות גופנית נעה בין 600 ל־3,433 ש"ח בשנה. תועלת זו היא מרבית עבור אדם העובר ממצב "לא פעיל" ל"פעיל" באופן קבוע (כ־150 דקות בשבוע).

האתגר: ביצוע תסקירי השפעה על הבריאות בפרויקטים רחבי היקף

אתגר לשנים הבאות: קבלת החלטה על מתודולוגיה מוסכמת לבחינת ההשלכות של תוכניות הבנייה על בריאות הציבור כחלק מגיבוש מדיניות לאומית.

בקצרה: על פי החלטת הממשלה הוקם צוות בין-משרדי והחלה העבודה לגיבוש ולהטמעה של מתודולוגיה מוסכמת בתוכניות לכרייה וחציבה.

חוק התכנון והבנייה מחייב לבצע תסקיר השפעה על הסביבה (environmental impact assessment – EIA) במסגרת הליכי התכנון והבנייה בתוכניות שיש בהן כדי להשפיע במידה ניכרת על הסביבה. תסקיר השפעה על הסביבה אינו נוגע בהשפעות ובהשלכות הבריאותיות הצפויות מיישום התוכניות השונות, ולפיכך אי אפשר לדעת מהן. משרד הבריאות רואה חשיבת רבה בהכללת השיקול הבריאותי בהליכי התכנון בישראל באמצעות שילוב תסקיר השפעה על הבריאות (health impact assessment – HIA) בתכנון פרויקטים עתידיים. המשרד פועל זה כמה שנים כדי לקדם דרישה לביצוע תסקיר השפעה על הבריאות, אך לעת עתה ללא הצלחה.

מטרת ביצוע התסקיר היא למנוע, או למזער ככל האפשר, פגיעה בבריאות הציבור העלולה להיגרם עקב ביצוע תוכנית הבנייה. יתרונותיו של תסקיר ההשפעה על הבריאות רבים, והם כוללים תפיסה רחבה של בריאות (רווחה פיזית, נפשית וחברתית), בדיקה מקיפה ומעמיקה של ההשלכות הישירות והעקיפות של מיזמי בנייה ופיתוח על הבריאות, שיתוף הציבור בהחלטות שישפיעו בראש ובראשונה על חייו ועל בריאותו, בחינה של כמה חלופות, וכן המלצות שכוללות הפקת מרב ההשפעות החיוביות על הבריאות, מזעור ההשפעות השליליות וצמצום פגמים בבריאות.⁷

במאי 2018 החליטה הממשלה על הקמת צוות בין-משרדי הכולל את משרד הבריאות, משרד האוצר (מינהל התכנון), המשרד להגנת הסביבה, משרד האנרגיה ומשרד התחבורה. מטרת הצוות לגבש ולהטמיע מתודולוגיה לבחינת היבטים בריאותיים בתוכניות לכרייה וחציבה.⁸ עמדת משרד הבריאות היא שבכל תוכנית להקמת מיזמי תשתית לאומיים, כגון תחנות כוח, שדות תעופה ומחצבות, תחול על מוסד התכנון החובה לבצע תסקיר השפעה על הבריאות.

האתגר: הרחבת סמכויותיהם של נציגי משרד הבריאות בוועדות התכנון בישראל

אתגר לשנים הבאות: הוספת תקנים ונציגים בוועדות התכנון כדי להבטיח את השפעתו של משרד הבריאות על הליכי התכנון במדינה.

בקצרה: מספר אנשי משרד הבריאות המשתתפים בוועדות גדל, ובד בבד גדל מספר התקנים ואנשי המקצוע במשרד הבריאות.

מאז 2017 נוספו במשרד הבריאות שני תקנים מקצועיים בנושא תכנון, ותרומת המשרד להליכי התכנון בכל המישורים התרחבה גם היא. עם זאת, בכמה ממוסדות התכנון הארציים, נציגי משרד הבריאות משמשים ממלאי מקום או משקיפים, והם אינם בעלי זכות הצבעה. על כן יכולתם להוביל ולהשפיע בתחום מדיניות התכנון מוגבלת.

האתגר: פיתוח מדיניות לצמצום פליטת חום, קרינה וגזי חממה

אתגר לשנים הבאות: הגדלת שיעור הייצור של אנרגייה ממקורות מתחדשים והקטנת הייצור ממקורות מזהמים. גיבוש מדיניות ממשלתית סדורה בנושא זה וקביעת יעד ברור לצמצום השימוש בדלקים עד לגמילה מוחלטת מדלקים מזהמים.

בקצרה: ניכר מעבר מייצור אנרגייה לחשמל מפחם ומדלקים מזהמים לשימוש בגז טבעי ובאנרגיות מתחדשות.

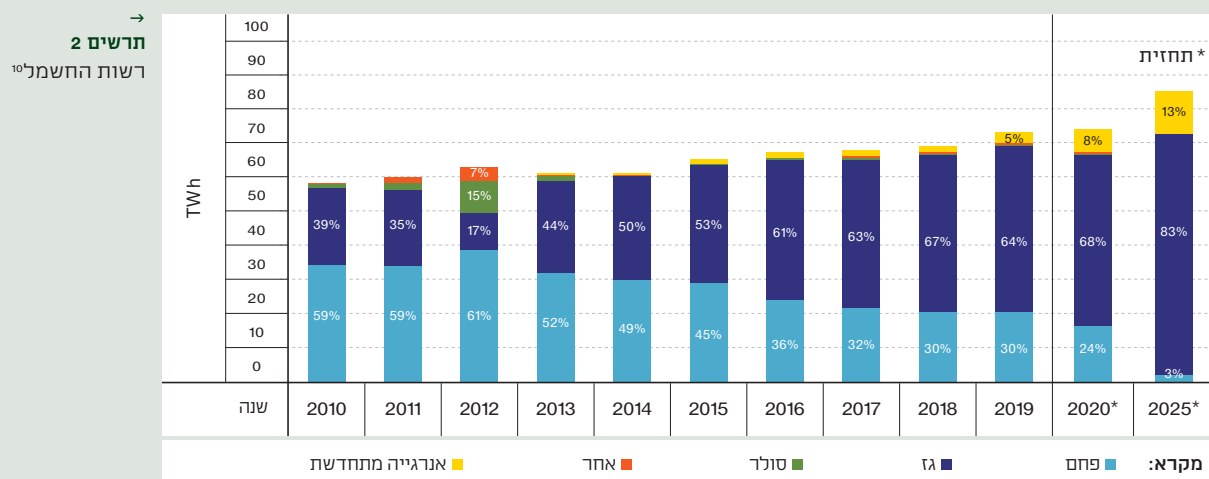
מינהל התכנון מקדם תוכנית מתאר ארצית אסטרטגית למשק האנרגייה, תמ"א 41. מטרת התוכנית לקבוע הוראות ועקרונות תכנון הנוגעים לאנרגייה: הקמת תשתיות ומתקנים לייצור אנרגייה, שמירה עליהם וטיפול באנרגייה וכן יצירת מסגרת לתכנון בראייה מתכללת, מקיימת וארוכת טווח. בה בעת התוכנית שמה דגש על צמצום ההשפעות של מתקני האנרגייה על הסביבה ועל בריאות הציבור.⁹ לתוכניות למשק האנרגייה, כדוגמת תמ"א 41, השפעה מכרעת על בריאות הציבור, מכיוון שמתקני אנרגייה יכולים לגרום לזיהום אוויר, מים וקרקע, ולהשפיע בצורות שונות על אוכלוסיות שונות, בעיקר על אוכלוסיות מוחלשות.

במהלך שנת 2018 הכריז שר האנרגייה על חזון הפסקת השימוש בפחם במשק בתוך עשור, ובמשרד האנרגייה נעשתה עבודת מטה לגיבוש חלופות. על פי חוק משק החשמל פנה השר לרשות החשמל להיוועצות מקצועית לקראת קביעת מדיניות לסגירת התחנות הפחמיות או להסבתן מפחם לגז טבעי. בשנת 2020 החליט שר האנרגייה על הפסקת השימוש בפחם לשם ייצור חשמל, על שימורו רק לשעות חירום ועל הסבת התחנות לשימוש בגז טבעי. מהלך זה עתיד להיות מיושם לקראת אמצע העשור הבא.

בשנים האחרונות עבר ייצור החשמל בישראל משימוש בפחם ובדלקים מזהמים לשימוש בגז טבעי ובאנרגיות מתחדשות (תרשים 2).¹⁰ שינוי התמהיל הביא לירידה דרמטית בפליטות המזהמים המקומיים ואף לירידה בפליטות הפחמן.

עם זאת, חשוב לציין כי הגז הטבעי הוא מקור אנרגייה פוסילי המזהם את האוויר ותורם לפליטות של גזי חממה, ויש לשאוף לצמצום את השימוש בו. בד בבד עם ההחלטה על הפסקת השימוש בפחם לייצור חשמל, נבחנת הגדלת שיעור ייצור החשמל מאנרגייה מתחדשת מיעד של 17% ליעד של 25%-30% בשנת 2030. צעדים אלה צפויים להביא להפחתה ניכרת של הפליטות ושל זיהום האוויר.

שינוי תמהיל הדלקים המשקי בשנים 2010-2019 והצפי ל-2025



האתגר: שיפור ביעילות התחבורה הציבורית

אתגר לשנים הבאות: פיתוח ממשק בין מערכות תחבורה ציבורית שונות, פיתוח מערכות תחבורה אמינות ובתדירות גבוהה והגדלת כמות האוטובוסים.

בקצרה: הושגה התקדמות מסוימת בקידום תוכניות למערכות תחבורה עתירות נוסעים - רכבות קלות במטרופולין תל אביב וירושלים ומטרו בגוש דן.

לפי אומדן של המשרד להגנת הסביבה, העלות החיצונית השנתית של השפעות זיהום האוויר מתחבורה על הבריאות היא מעל 12 מיליארד ש"ח.¹¹

בשנים האחרונות ניכרת עלייה בשימוש ברכב פרטי, כולל במספר כלי הרכב ההיברידיים. להלן תמונת מצב של נושא התחבורה בישראל נכון לסוף שנת 2019:¹¹⁻¹³

- בישראל כ-3,600,600 כלי רכב מנועיים, מתוכם 3,085,300 כלי רכב פרטיים.
- בין 2018 ל-2019 גדל מספר כלי הרכב ב-3%; במספר כלי הרכב הפרטיים חל גידול של 3.6%.
- 14.2% מכלל כלי הרכב המנועיים ו-5.4% מכלל הרכב הפרטיים מונעים בסולר.
- בישראל כ-175,200 כלי רכב פרטיים היברידיים ועוד 1,642 מוניות היברידיות. זו עלייה של 45% במספר כלי הרכב ההיברידיים לעומת שנת 2018.
- רמת המינוע בישראל עלתה ב-2019: 394 כלי רכב לכל 1,000 תושבים לעומת 390 בשנת 2018, והיא נמוכה יחסית למדינות המפותחות בעולם.
- בישראל פועלים 84 אוטובוסים חשמליים בלבד, פחות מ-1% מכלל האוטובוסים. בשנת 2019 חלה עלייה חדה במספר המכוניות החשמליות הפרטיות (1,196 לעומת 655 בשנת 2018).
- על פי נתוני המשרד להגנת הסביבה, אוטובוס דיזל עירוני גורם לעלויות חיצוניות מצטברות בסך 86,000,000 ש"ח בשנה (נזקים בריאותיים בשל זיהום אוויר) לעומת 30,000,000 ש"ח בשנה מאוטובוס חשמלי.

מניתוח דרגת הזיהום על פי דיווח היצרן בעת רכישת רכב פרטי, נראה כי עם השנים חלה ירידה בשיעור כלי הרכב שדרגת הזיהום שלהם גבוהה, ועלייה בשיעור כלי הרכב שדרגת הזיהום שלהם נמוכה.

על פי הנתונים המוצגים לעיל, מתחדד הצורך בשיפור יעילות התחבורה הציבורית ובפיתוח הממשק בין מערכות התחבורה הציבורית. בשנים האחרונות מקודם תכנונם של קווי רכבת קלה נוספים בירושלים ובמטרופולין תל אביב. כמו כן מקודמת תעבורת אוטובוסים מהירה (BRT – bus rapid transit), ומוקצים נתיבים ייעודיים לכלי רכב רבי קיבולת ולכלי רכב שבהם שני נוסעים לפחות. לצד שיפור ביעילות בתחבורה הציבורית, יש צורך באגרות גודש ובצמצום תקני חנייה.⁴

אתגרים לשנים הבאות

מאחר שלתכנון עירוני יש השפעה ניכרת על בריאות האוכלוסייה בכל שלבי החיים החל בילדות המוקדמת, יש לתת את הדעת, בין היתר, לגיבוש קווים מנחים למיקום מוסדות חינוך בסמוך לכבישים ראשיים. בשל מיעוט השטחים הניתנים לפיתוח, יש מקרים שבהם מוסדות חינוך ימוקמו בקרבת דרכים ראשיות. במקרים אלה, בתכנון המפורט לביצוע יש למקם צמחייה או שטח ציבורי פתוח כך שהם יהיו צמודים לדרך, וחדרי הכיתות רחוקים ממנה.

על התכנון על כל היבטיו להתייחס להגדלת כמות השטחים הציבוריים הפתוחים הירוקים והאיכותיים בתוך ערים ולאפשר שימוש כפול בשטחים אלו, למשל – שימוש בשטחים בתוך בתי ספר על ידי הציבור הרחב ולהפך. בהקשר זה חשוב לציין את המונח "עיר בריאה". בעיר בריאה מושם דגש על שיפור מתמיד של הסביבה הפיזית והחברתית כדי לצמצם אי־שוויון בבריאות ולהציב את הבריאות כערך וכיעד עליון בכל מישורי הפעולה של הרשות. התפיסה של "עיר בריאה" קשורה קשר הדוק ל"עיר מקיימת"¹⁴, והיא עשויה לקדם את המדיניות לצמצום פליטות חום, קרינה וגזי חממה. יש צורך לפתח מתודולוגיה ולקבוע מדדים בישראל להגדרת "עיר בריאה".

נוכח האתגרים הגדולים הנובעים משינויי האקלים, יש חשיבות רבה להטמעה של שיקולי בריאות בתכנון העירוני בכל המישורים. לדוגמה, בינוי המשלב מסלולי הליכה במרחבים ציבוריים פתוחים ומוצלים, תכנון המותאם להימצאות אנשים רבים יותר בבתים, מסחר במקומות מוצלים או חזיתות מסחריות הכוללות אכסדרות (קולונדות), פיזור ופיצול של פעילות המסחר לשעות נוחות יותר מבחינה אקלימית. עוד יש לתכנן את תשתיות המים והביוב כך שיימנעו הצפות, להפחית את צריכת האנרגיה ולמצוא פתרונות של אנרגיה מתחדשת. סגירה סופית של התחנות הפחמיות בחדרה ובאשקלון היא פעולה מבורכת וחשובה, אולם החלופה הכוללת שימוש בגז טבעי צריכה להיבחן בזירות כדי לא לקבע את השימוש בגז טבעי בישראל, שאומנם מזהם פחות מפחם אך בכל זאת מזהם. על משרד האנרגיה ורשות החשמל לקדם תוכנית שתסדיר את המעבר להפקת אנרגיה ממקורות מתחדשים ולשימוש במתקנים לאגירת אנרגיה.

בחודש מרץ 2020 המליצה המועצה הארצית לתכנון ולבנייה לשר האוצר להתקין תקנות תכנון ובנייה המאמצות את התקן הישראלי 5281 לבנייה בת־קיימה (בנייה ירוקה). על כל בנייה חדשה – מגורים, משרדים, מסחר, מוסדות בריאות, מוסדות חינוך, מוסדות ציבור ועוד – תחול חובה לעמוד בתקנות החל מתאריך יעד שייקבע. התקן מעודד בנייה סמוך למרכזי תחבורה ציבורית, אך אינו נותן מענה מספק לעידוד הליכות במרחב הציבורי, במבנים ובמרחב הפתוח. בשנים הקרובות יש להתייחס להיבטים שאינם חלק מהתקן אך יש להם תרומה של ממש לבנייה בת־קיימה ולסביבה בת־קיימה: הנגשת מתקני מים צוננים ותאי שירותים לשימוש הציבור הרחב, מעבר למה שמחויב בדין היום, גינון חי חסכוני במים ובפסולת (הקטנת כמויות הגזם), עידוד התקנת מתקנים להפקת אנרגיה סולרית על גגות ועוד.

אתגר נוסף הוא קידום תכנון מוטה תחבורה ציבורית (transit oriented development) לשם השגת קישוריות בין אמצעי תחבורה שונים. היכולת לייצר קישוריות בין אמצעי תחבורה ציבורית תלויה ביכולת להכניס תחבורה ציבורית לקרבה של עד 500 מטרים ממקומות שבהם אנשים גרים, עובדים או מקיימים פעילויות פנאי. פורסמו הנחיות לייצור שלביות – בין הפיתוח הפיזי להקמת תשתיות לתחבורה ציבורית והכנסתן למתחמי הפיתוח. מינהל התכנון בוחן אפשרות להפוך את ההנחיות הללו למחייבות, כך שוועדה מחוזית או הוועדה הארצית לתכנון ולבנייה של מתחמים מועדפים לדיור (הוותמ"ל) לא יאשרו תוכניות ללא התחייבות של היזם לייצר את אותן שלביות, כלומר – תכנון מוטה תחבורה ציבורית.

המועצה הארצית לתכנון ולבנייה הורתה בתחילת שנת 2018 על הכנת תמ"א 49 – תוכנית מתאר ארצית למערכת הבריאות. התוכנית נועדה להתוות מדיניות עדכנית למבנה מערכת הבריאות ולפריסה המרחבית של מערך שירותי הבריאות לשנת 2040. האתגר לשנים הקרובות הוא הכנה ואישור של התוכנית כך שהיא תתווה את צורכי פיתוח המערכת, לא רק בשטח הנדרש להקמת מוסדות הבריאות אלא גם בקידום עקרונות אסטרטגיים חברתיים כדוגמת צמצום אי־שוויון בנגישות לשירותי בריאות. נוסף על כך קיימת חשיבות רבה בעיצוב מתחם בית החולים כך שיכלול טבע עירוני כאמצעי לקיצור זמני החלמה וליצירת סביבת עבודה נעימה.

מקורות

- (1) World Health Organization (1986). *Ottawa Charter for Health Promotion*, First International Conference on Health Promotion, Ontario, Canada, 1986.
<http://www.who.int/healthpromotion/conferences/previous/ottawa/en/> (retrieved June 2020).
- (2) Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Urban and transport planning, environmental exposures and health-new concepts, methods and tools to improve health in cities. *Environmental Health*, 15(1), 38.
<https://doi.org/10.1186/s12940-016-0108-1>
- (3) צפוף – הפורום לאוכלוסייה, סביבה וחברה, שחר, א' (שיחה אישית, יולי 2020).
- (4) המשרד להגנת הסביבה (2020). **הערכת מצב. יוני 2020.**
- (5) משרד האוצר – מינהל התכנון (עודכן בספטמבר 2019). תכנון מוטת תחבורה ציבורית ותנועה בת-קיימא.
https://www.gov.il/he/departments/general/planning_public_transp_sustainable_mov (אוחזר ביוני 2020).
- (6) משרד הבינוי והשיכון, משרד הבריאות והמכללה האקדמית תל-חי (2019). **ניתוח עלות-תועלת של הצללה בישראל.**
https://www.gov.il/BlobFolder/reports/research_1079/he/documents_r1079.pdf (אוחזר ביוני 2020).
- (7) נגב, מ' (2019). ההשפעה של מדיניות ציבורית על בריאות הציבור: תסקיר השפעה על הבריאות ככלי להטמעת שיקולי בריאות בקבלת החלטות. **אקולוגיה וסביבה**, 10(3), 16-23. <http://www.magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=866>. (אוחזר ביוני 2020).
- (8) משרד ראש הממשלה (2018). **סיכום בעניין בחינת היבטים בריאותיים בתוכניות - תמ"א 14/ב תכנית מתאר ארצית לכרייה וחציבה. החלטת ממשלה מס' 3627 (דר/184), מתאריך 3.5.2018.**
https://www.gov.il/BlobFolder/pmopolity/dec3627_2018/he/3627.png (אוחזר ביוני 2020).
- (9) משרד האוצר – מינהל התכנון (עודכן בנובמבר 2018). תמ"א 41 – תכנית מתאר ארצית כוללנית לתשתיות משק האנרגיה.
https://www.gov.il/he/Departments/General/tama_41 (אוחזר ביוני 2020).
- (10) רשות החשמל (2020). **דו"ח מצב משק החשמל לשנת 2019.**
https://www.gov.il/BlobFolder/generalpage/dochmeshek/he/Files_doch_meshek_hashmal_doch_meshek_2019.pdf (אוחזר בדצמבר 2020).
- (11) המשרד להגנת הסביבה (2019). **זיהום אוויר מתחבורה. סקירת המשרד להגנת הסביבה לשיבת הממשלה.**
<https://infospot.co.il/Content/UserFiles/Upload/%D7%96%D7%99%D7%94%D7%95%D7%9D%20%D7%90%D7%95%D7%95%D7%99%D7%A8%20%D7%9E%D7%AA%D7%97%D7%91%D7%95%D7%A8%D7%94%20-%20%D7%A1%D7%A7%D7%99%D7%A8%D7%AA%20%D7%94%D7%9E%D7%A9%D7%A8%D7%93%20%D7%9C%D7%94%D7%92%D7%A0%D7%AA%20%D7%94%D7%A1%D7%91%D7%99%D7%91%D7%94%20%D7%9C%D7%9E%D7%9E%D7%A9%D7%9C%D7%94.pdf> (אוחזר באוגוסט 2020).
- (12) המשרד להגנת הסביבה (2019). **פעילות המשרד להגנת הסביבה למעבר לאוטובוסים חשמליים.**
http://transportation.org.il/sites/default/files/pirsum/rpl_plyshmn_-_pylvt_hmshrd_lhgns_lmbr_lvtvbvsym_khshmllym.pdf (אוחזר באוגוסט 2020).
- (13) הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2020). **כלי רכב מנועיים בישראל בשנת 2019.**
https://www.cbs.gov.il/he/mediarelease/DocLib/2020/129/27_20_129b.pdf (אוחזר באוקטובר 2020).
- (14) מרכז השל לקיימות מקומית, המשרד להגנת הסביבה ורשת ערים בריאות בישראל (2010). **עיר בריאה ומקיימת, עקרונות וקווים מנחים ליישום.**
http://www.healthycities.co.il/upload/infocenter/info_images/25122010192704@ir%20briaumeкаиemet.pdf (אוחזר ביוני 2020).

אוכלוסיות רגישות

אוכלוסיות רגישות בהקשר של בריאות וסביבה הן קבוצות שונות באוכלוסייה שמצויות בסיכון גבוה יותר מהאוכלוסייה הכללית לפתח בעיות בריאותיות בעקבות חשיפה למזהמים סביבתיים. הגורמים לרגישות של אוכלוסיות אלה נחלקים לשני סוגים עיקריים: (א) גורמים פנימיים שבדרך כלל אינם ניתנים לשינוי, כגון גיל, היריון, מגדר, מוצא אתני או שונות גנטית; (ב) גורמים חיצוניים שבדרך כלל ניתנים לשינוי, כגון מעמד חברתי-כלכלי, מצב בריאותי, הרגלי אכילה, קרבה גאוגרפית למקורות חשיפה ואורח חיים.

קבוצות האוכלוסייה המושפעות מהגורמים הפנימיים הן בעיקר עוברים, פעוטות, ילדים, נשים הרות, קשישים, קבוצות עם שונות גנטית מסוימת ואנשים החולים במחלות כרוניות, כגון מחלות לב או ריאה. בקבוצות האוכלוסייה המושפעות מהגורמים החיצוניים אנשים במעמד חברתי-כלכלי נמוך (בדרך כלל בקבוצה זו שיעורי עישון גבוהים יותר, נגישות נמוכה יותר לשירותי בריאות איכותיים ותנאי עבודה מסכני בריאות), אנשים שתזונתם לקויה, אנשים המתגוררים ליד מקורות חשיפה למזהמים פוטנציאליים, כגון שדות חקלאיים, צירי תנועה ראשיים, מפעלי תעשייה או אתרים מזוהמים, וכן עובדי תעשיות עתירות כימיקלים ואנשים שאינם מתגוררים במבני קבע.

מדיניות בריאות וסביבה בישראל שואפת להגן על אוכלוסיות רגישות, ועל כן היא מתחשבת בהן בעת קביעת תקני איכות האוויר, תקנות מי השתייה ותקני איכות המזון. יתר על כן, במקרים של זיהום אוויר חריג מפרסמים המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות הן אזהרות והמלצות לציבור הרחב הן המלצות ספציפיות לאוכלוסיות רגישות. רבים מהתקנים המחייבים של מוצרי צריכה בישראל נוגעים למוצרים המיועדים לתינוקות ולילדים (צעצועים, בקבוקי תינוקות, מיטות, מזרנים, אביזרי האכלה ותכשיטי ילדים).

בתחומי בריאות וסביבה רבים בישראל הושגה התקדמות הרלוונטית לאוכלוסיות רגישות. הוכרזה רשמיות של תקנים המגבילים תכולת מתכות כבדות בתכשיטי ילדים ותכולת עופרת בצבע, ובכלל זה צבע המשמש במתקני שעשועים, ויש התקדמות ניכרת במחקרים בתחום הניטור הביולוגי המתייחסים גם לאוכלוסיות רגישות, למשל ילדים ונשים הרות (ראו בפרקים "ניטור ביולוגי" ו"כימיקלים במוצרי צריכה"). בשנת 2018 נערך במוסדות חינוך בישראל סקר לבחינת ריכוזי עופרת ומתכות כבדות במי שתייה (ראו בפרק "גורמים כימיים במי השתייה").

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של אוכלוסיות רגישות. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: שיתוף פעולה בין משרדי ממשלה ובין ארגוני החברה האזרחית הפועלים למען אוכלוסיות רגישות לשיפור זרימת מידע על סיכונים סביבתיים; קידום מנגנונים לשיתוף הציבור

אתגר לשנים הבאות: העמקת שיתוף הפעולה, ובכלל זה מימון משותף של מחקרים ופרויקטים.

בקצרה: מתקיימים שיתופי פעולה בין משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה ובין ארגוני החברה האזרחית.

שיתוף הפעולה בין משרד הבריאות לקרן לבריאות וסביבה בא לידי ביטוי בפרויקטים מחקרניים משותפים הרלוונטיים, בין היתר, לאוכלוסיות רגישות, לדוגמה מימון משותף של התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי, העוסקת גם בחשיפות של ילדים, בעקבות זכיית משרד הבריאות בקול קורא מטעם הקרן לבריאות וסביבה (ראו בפרק "ניטור ביולוגי"). שיתוף פעולה אחר של הקרן לבריאות וסביבה עם המועצה לשלום הילד מתמקד בקידום הצעת חקיקה להגנה על תינוקות, פעוטות וילדים מפני כימיקלים במוצרי צריכה (ראו בפרק "כימיקלים במוצרי צריכה").

שיתופי פעולה בנושאים סביבתיים הרלוונטיים לאוכלוסיות רגישות מתקיימים גם בין המשרד להגנת הסביבה ובין ארגוני החברה האזרחית. למשל, מאז שנת 2017 קיים שיתוף פעולה עם הקרן הקימת לישראל בתוכנית הלאומית "קק"ל לנשום", הפועלת להפחתת זיהומים וסיכונים סביבתיים ולשיפור איכות האוויר בישראל. התוכנית כוללת תמיכה של 390 מיליון ש"ח בארבעה מיזמים בתחומי התחבורה הירוקה, בהם השקעה בתחבורה ציבורית חשמלית, בכלי רכב היברידיים ובמסנני חלקיקים במשאיות אשפה. התוכנית עוסקת גם בתחום האנרגיה הירוקה (התייעלות אנרגטית) ובתחום התכנון (שיפוץ בתים והתקנת תשתיות לניצול אנרגייה סולרית).

האתגר: זיהוי אוכלוסיות רגישות והגדרת מטרות ויעדים ייחודיים להן במסגרת התוכנית הלאומית לבריאות וסביבה

אתגר לשנים הבאות: תרגום ממצאי המחקרים ליעדים מוגדרים בפעולות משרדי הממשלה.

בקצרה: כמה מחקרים מהשנים האחרונות תרמו לזיהוי אוכלוסיות רגישות. עם זאת, לא הוגדרו מטרות ויעדים ייחודיים לקבוצות הרגישות השונות במסגרת תוכניות הממשלה.

פירוט המחקרים שנערכו בשנים האחרונות ותרמו לזיהוי אוכלוסיות רגישות מופיע בלוח 1.

האתגר: ביצוע מחקר על שונות גנטית וסמנים מנבאי רגישות אחרים לזיהוי אוכלוסיות רגישות

בקצרה: פורסם מחקר אחד בנושא זה.

בשנים האחרונות נערכו מעט מחקרים על שונות גנטית ואוכלוסיות רגישות. חוקרים מאוניברסיטת חיפה בדקו את הקשר בין חשיפה לעשן טבק סביבתי ושונות גנטית (פולימורפיזם של האנזים N-אצטיל טרנספראז-2) ובין הסיכון לחלות בסרטן שד בקרב נשים ערביות בישראל.¹

התקדמות מעטה או ללא התקדמות

התקדמות מסוימת

התקדמות משמעותית

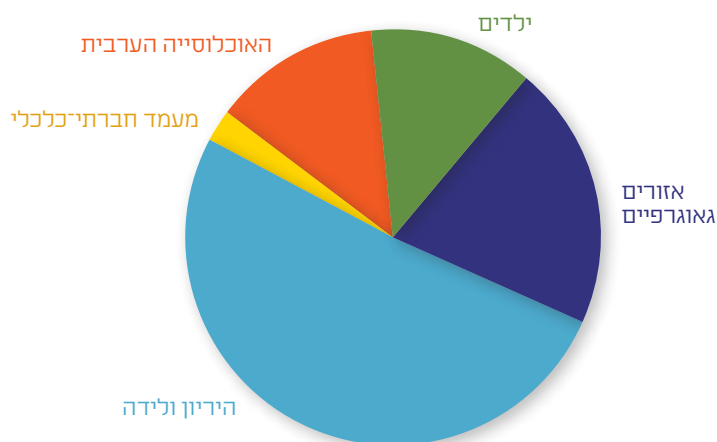
מקרא:

מחקרים על אוכלוסיות רגישות בישראל

רבים מהמחקרים בתחום של בריאות וסביבה עוסקים באוכלוסיות רגישות. מרביתם מתמקדים בנשים הרות וביילודים, בילדים ובתושבים המתגוררים באזורים גאוגרפיים שונים. מקצתם עוסקים באוכלוסיות רגישות אחרות, כגון האוכלוסייה הערבית וקבוצות במעמד חברתי-כלכלי נמוך (תרשים 1 ולוח 1).

פילוח המחקרים על אוכלוסיות רגישות בישראל בתחום בריאות וסביבה, 2017-2020

→
תרשים 1
משרד הבריאות



פירוט המחקרים על אוכלוסיות רגישות בישראל בתחום בריאות וסביבה, 2017-2020

→
לוח 1
משרד הבריאות

אוכלוסייה	נושא המחקר	פרק רלוונטי בדוח
נשים הרות, נשים מיניקות ויילודים	השפעת מזהמים תחבורתיים על הסיכון להפלות ²	איכות האוויר
	השפעת זיהום האוויר על התפתחות העובר ³	איכות האוויר
	הקשר בין חשיפה לחומר חלקיקי במהלך ההיריון ולאחר הלידה ובין תסמונת הספקטרום האוטיסטי ⁴	איכות האוויר
	השפעת זיהום האוויר על היקפי ראש של יילודים באזור מפרץ חיפה ⁵	איכות האוויר
	הקשר בין חשיפה של נשים הרות ושל תינוקות עד גיל תשעה חודשים למזהמי אוויר ובין תסמונת הספקטרום האוטיסטי ^{6,7}	איכות האוויר
	תרומתן של תשתיות ירוקות להפחתת הסיכון לתוצאי לידה שליליים ⁸	איכות האוויר
	הקשר בין חשיפה של נשים הרות לחומר חלקיקי ובין סיכויי היילוד להיוולד עם תת-פעילות מולדת קשה של בלוטת התריס (CTH) ⁹	איכות האוויר
	השפעת החשיפה לזיהום אוויר חוץ-מבני ותוך-מבני במהלך ההיריון ובשנות החיים הראשונות על תחלואה נשימתית	איכות אוויר הפנים

←
לוח 1 - המשך
משרד הבריאות

אוכלוסייה	נושא המחקר	פרק רלוונטי בדוח
נשים הרות, נשים מיניקות ויילודים	השפעת זיהום אוויר חוץ־מבני ותוך־מבני על התפתחות העובר, בדגש על אזור מפרץ חיפה	איכות אוויר הפנים
	השפעת השימוש בדאודורנט מבוסס אלומיניום על ריכוז אלומיניום בחלב אם ¹⁰	כימיקלים במוצרי צריכה
	מדידת ריכוזי פתלאטים ופנולים בדגימות שתן של נשים הרות ¹¹	ניטור ביולוגי
	השפעת החשיפה לפתלאטים על תוצאי טיפולי פוריות ¹²	ניטור ביולוגי
	הקשר בין ביטוי מולקולות miRNA בנוזל הזקיבי ובין ריכוזים של פנולים ופתלאטים בדגימות שתן של נשים בגיל הפוריות ¹³	ניטור ביולוגי
	חשיפת נשים הרות ויילודים לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים ¹⁴	ניטור ביולוגי
	חשיפת נשים הרות ויילודים לעשן טבק סביבתי ¹⁵	ניטור ביולוגי
	בחינת החשיפה של נשים הרות מהנגב למתכות כבדות, לחומרי הדברה ולמעכבי בעירה ¹⁶	ניטור ביולוגי
	המתאם בין חשיפה תוך־רחמית לביפנילים עתירי כלור ובין (1) רמות הורמוני בלוטת התריס בקרב נשים הרות ויילודים ¹⁷ (2) מרחק אנוגניטלי בקרב יילודים ¹⁸	ניטור ביולוגי
	ניטור ביולוגי של מתכות כבדות (עופרת, כספית וקדמיום) ושל מזהמים אורגניים (BTEX) בקרב נשים הרות, היילודים והאבות	ניטור ביולוגי
	השפעת הטמפרטורה על התפתחות העובר ¹⁹	שינויי אקלים
	השפעת הטמפרטורה על הסיכון לחלות ביתר לחץ דם בהיריון ²⁰	שינויי אקלים
ילדים	הערכת החשיפה לתרכובות אורגניות נדיפות במעונות יום באזור מפרץ חיפה ובחינת יחסי הגומלין בין מזהמי אוויר חוץ־מבניים למזהמי אוויר תוך־מבניים	איכות אוויר הפנים
	תפיסות הורים בקשר לחשיפת ילדיהם לעשן טבק סביבתי ²¹	עשן טבק סביבתי
	חשיפה לעשן טבק סביבתי ומעמד חברתי־כלכלי ²²	ניטור ביולוגי
	הערכת החשיפה של ילדים לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים ²³	ניטור ביולוגי
	השפעת העלייה של טמפרטורת הסביבה על תחלואה בקמפילובקטר בקרב ילדים צעירים ²⁴	שינויי אקלים
מעמד חברתי־כלכלי	השפעת מעמד חברתי־כלכלי וטמפרטורה חיצונית על התחלואה בסלמונלה ובקמפילובקטר ²⁵	שינויי אקלים

→
לוח 1 - המשך
משרד הבריאות

אוכלוסייה	נושא המחקר	פרק רלוונטי בדוח
האוכלוסייה הערבית	השפעת ההימצאות בסביבה ירוקה שריכוזי הפחמן הד"ר חמצני בה אפסיים על קצב הלב של נשים יהודיות וערביות ²⁶	איכות האוויר ותכנון
	השפעת החשיפה לעשן טבק סביבתי ורגישות גנטית (האנזים N-אצטיל טרנספראז-2) על הסיכון לחלות בסרטן השד ²⁷	עשן טבק סביבתי
	חשיפה לעשן טבק סביבתי בקרב ערבים בהשוואה ליהודים ²⁷	עשן טבק סביבתי
	השפעת החשיפה לחומרי הדברה מסוג אורגנוכלורנים על תחלואה בלימפומה שאינה הודג'קין באוכלוסיות יהודיות וערביות ²⁸	חומרי הדברה
	השפעת ההימצאות בשטחים ירוקים עירוניים על מדדים פסיכולוגיים, פיזיולוגיים וקוגניטיביים בנשים יהודיות וערביות ²⁹	תכנון
אזורים גאוגרפיים	השפעת החשיפה בגיל 17 למזהמי אוויר באזור מפרץ חיפה על תחלואה בסרטן בבגרות	איכות האוויר
	הערכה כלכלית של נזקי חשיפה למזהמי אוויר באזור מפרץ חיפה	איכות האוויר
	ניטור ביולוגי של מזהמי אוויר בתורמי דם מקרב אוכלוסייה המתגוררת באזור מפרץ חיפה	איכות האוויר וניטור ביולוגי
	הערכת החשיפה למזהמים סביבתיים בקרב ילדים יהודים וערבים המתגוררים באזור מפרץ חיפה	איכות האוויר וניטור ביולוגי

אתגרים לשנים הבאות

באוכלוסייה בישראל ניכרת מגמת גידול של ממש, למרות משאבי הקרקע המצומצמים, ובשנים 2035–2100 צפויה האוכלוסייה לגדול ב-³⁰ 48%. לפיכך נבנות שכונות מגורים חדשות באתרים חדשים, הן בסמיכות לשדות חקלאיים הן בסמיכות לשדות תעופה. התושבים שיתגוררו בשכונות אלה עלולים להפוך לאוכלוסיות רגישות בהקשרי בריאות וסביבה: בנייה בקרבת שדות חקלאיים עלולה להביא לחשיפה מוגברת לחומרי הדברה המרוססים מהאוויר ומהקרקע, ובנייה בקרבת שדות תעופה עלולה להביא לחשיפה מוגברת לרעש וייתכן שאף לזיהום אוויר.

לצד הגידול באוכלוסייה הכללית צפויה בשנים אלה עלייה דרמטית בשיעור האוכלוסייה הקשישה (117%). לנוכח המגמה הצפויה, ולנוכח מיעוט המחקרים בישראל על השפעות של מזהמים סביבתיים על בריאות האוכלוסייה הקשישה, נדרש איסוף נתונים על נטל התחלואה באוכלוסייה זו בעקבות זיהום סביבתי, ונדרשים צעדים להפחתת הנטל.³⁰

מערך ניטור איכות האוויר בישראל התרחב, והוא מכסה היום אזורים גאוגרפיים נרחבים משכיסה בעבר. עם זאת, עדיין יש אזורים מיושבים, בעיקר בפריפריה, אשר אינם מנוטרים דרך קבע. עם אזורים אלה נמנים אזורי המגורים של הפזורה הבדואית בדרום הארץ. ראוי לבחון הרחבה של מערך הניטור גם לאזורים אלה.

אוכלוסיות רגישות נוספות הן קבוצות המהגרים והפליטים בישראל. אוכלוסיות אלה מאופיינות בדרך כלל במעמד חברתי-כלכלי נמוך יחסית, והן עלולות להיות חשופות יותר למזהמים סביבתיים שונים. כמו כן, יש להן נגישות נמוכה לשירותי רפואה. ראוי לשלב התייחסות לאוכלוסיות אלה בתוכניות הנוגעות לבריאות וסביבה ולצמצום חשיפה למזהמים סביבתיים.

מומלץ לשקול את הקמתה של קבוצת עבודה בין-משרדית, בין-ארגונית ובין-מקצועית כדי לבנות תוכנית התערבות לאומית על סמך הנלמד מהפרסומים בשנים האחרונות על אוכלוסיות רגישות, הן בישראל הן בעולם.

- (1) Regev-Avraham, Z., Baron-Epel, O., Hammond, S. K., & Keinan-Boker, L. (2018). Passive smoking, NAT2 polymorphism, and breast cancer risk in Israeli Arab women: A case-control study. *Breast Cancer*, 25(2), 176–184. <https://doi.org/10.1007/s12282-017-0809-5>
- (2) Kioumourtoglou, M. A., Raz, R., Wilson, A., Fluss, R., Nirel, R., Broday, D. M., ... Weisskopf, M. G. (2019). Traffic-related air pollution and pregnancy loss. *Epidemiology*, 30(1), 4–10. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000918>
- (3) Svehkina, A. & Portnov, B. A. (2019). Spatial identification of environmental health hazards potentially associated with adverse birth outcomes. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 3578–3592. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3800-6>
- (4) Magen-Molho, H., Pinto, O., Broday, D. M., Kloog, I., Shtein, A., Weisskopf, M. G., Levine, H., & Raz, R. (2019). *Prenatal and postnatal exposure to particulate matter and autism spectrum disorder in Israel: A nationwide nested case-control study*. Poster presented at Environment and Health Fund annual conference, Environment and Health: Complex Interactions, Tel Aviv, Israel.
- (5) קורן, ג', כץ, ר' ושלו, ר' (2018). היקף הגולגולת של ילודים באזורי זיהום האוויר במפרץ חיפה. **הרפואה**, 157(10), 645–643. https://cdn.doctorsonly.co.il/2018/10/10_gidon-koren_haifa.pdf
- (6) Raz, R., Levine, H., Pinto, O., Broday, D. M., Yuval, & Weisskopf, M. G. (2018). Traffic-related air pollution and Autism Spectrum Disorder: A population-based nested case-control study in Israel. *American Journal of Epidemiology*, 187(4), 717–725. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx294>
- (7) Raz, R., Kioumourtoglou, M. A., & Weisskopf, M. G. (2018). Live-birth bias and observed associations between air pollution and Autism. *American Journal of Epidemiology*, 187(11), 2292–2296. <https://doi.org/10.1093/aje/kwy172>
- (8) Kloog, I. (2019). Air pollution, ambient temperature, green space and preterm birth. *Current Opinion in Pediatrics*, 31(2), 237–243. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000736>
- (9) Harari-Kremer, R., Broday, D. M., Kloog, I., Calderon-Margalit, R., Grotto, I., Karakis, I., Shtein, A., & Raz, R. (2019). *Associations between exposure to air pollution and thyroid hormones at birth*. Poster presented at Environment and Health Fund annual conference, Environment and Health: Complex Interactions, Tel Aviv, Israel.
- (10) Rochman, M., Mandel, D., Berkovitch, M., Kohn, E., Abu Hamad, R., Mangel, L., & Lubetzky, R. (2019). *Aluminum content of human breast milk in breastfeeding mothers using regular deodorant versus breastfeeding mothers using aluminum-free deodorant*. Poster presented at Environment and Health Fund annual conference, Environment and Health: Complex Interactions, Tel Aviv, Israel.
- (11) Machtinger, R., Berman, T., Adir, M., Mansur, A., Baccarelli, A. A., Racowsky, C., ... Nahum, R. (2018). Urinary concentrations of phthalate metabolites, bisphenols and personal care product chemical biomarkers in pregnant women in Israel. *Environment International*, 116, 319–325. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.022>
- (12) Machtinger, R., Gaskins, A. J., Racowsky, C., Mansur, A., Adir, M., Baccarelli, A. A., Calafat, A. M., & Hauser, R. (2018). Urinary concentrations of biomarkers of phthalates and phthalate alternatives and IVF outcomes. *Environment International*, 111, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.11.011>
- (13) Martinez, R. M., Hauser, R., Liang, L., Mansur, A., Adir, M., Dioni, L., ... Machtinger, R. (2019). Urinary concentrations of phenols and phthalate metabolites reflect extracellular vesicle microRNA expression in follicular fluid. *Environment International*, 123, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.11.043>
- (14) Ein-Mor, E., Ergaz-Shaltiel, Z., Berman, T., Göen, T., Natsheh, J., Ben-Chetrit, A., Haimov-Kochman, R., & Calderon-Margalit, R. (2018). Decreasing urinary organophosphate pesticide metabolites among pregnant women and their offspring in Jerusalem: Impact of regulatory restrictions on agricultural organophosphate pesticides use? *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 221(5), 775–781. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.03.013>
- (15) Ein-Mor, E., Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Göen, T., Ergaz-Shaltiel, Z., Natsheh, J., ... Calderon-Margalit, R. (2019). Newborn infant urinary cotinine and birth outcomes in the Jerusalem Environment Mother and Child Cohort Study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(7), 1054–1058. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.07.006>

- (16) Wainstock, T. & Sheiner, E. (2019). *Selected environmental chemicals level among pregnant women in the Negev: Preliminary results from the Negev Pregnancy Cohort*. Poster presented at Environment and Health Fund annual conference, Environment and Health: Complex Interactions, Tel Aviv, Israel.
- (17) Berlin, M., Barchel, D., Brik, A., Kohn, E., Keidar, R., Livne, A., ... Berkovitch, M. (2019). *Intrauterine exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs) and thyroid hormones in Israeli women: Data from EHF-Assaf Harofeh-Ichilov birth cohort*. Poster presented at Environment and Health Fund annual conference, Environment and Health: Complex Interactions, Tel Aviv, Israel.
- (18) Sheinberg, R., Siegel, E. L., Keidar, R., Mandel, D., Lubetzky, R., Kohn, E., ... Levy, A. (2020). Associations between intrauterine exposure to polychlorinated biphenyls on neonatal ano-genital distance. *Reproductive Toxicology*, 96, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2020.06.005>
- (19) Kloog, I., Novack, L., Erez, O., Just, A. C., & Raz, R. (2018). Associations between ambient air temperature, low birth weight and small for gestational age in term neonates in southern Israel. *Environmental Health*, 17(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0420-z>
- (20) Shashar, S., Kloog, I., Erez, O., Shtein, A., Yitshak-Sade, M., Sarov, B., & Novack, L. (2020). Temperature and preeclampsia: Epidemiological evidence that perturbation in maternal heat homeostasis affects pregnancy outcome. *PLoS One*, 15(5), e0232877. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232877>
- (21) Rosen, L. J., Lev, E., Guttman, N., Tillinger, E., Rosenblat, S., Zucker, D. M., & Myers, V. (2018). Parental perceptions and misconceptions of child tobacco smoke exposure. *Nicotine & Tobacco Research*, 20(11), 1369–1377. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntx169>
- (22) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Axelrod, R., Keinan-Boker, L., Shimony, T., Goldsmith, R., ... Rosen, L. (2018). Socioeconomic inequalities in exposure to environmental tobacco smoke in children in Israel. *Environment International*, 121, 643–648. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.034>
- (23) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Gönen, T., Hamama, Z., Axelrod, R., Keinan-Boker, L., Shimony, T., & Goldsmith, R. (2020). Organophosphate pesticide exposure in children in Israel: Dietary associations and implications for risk assessment. *Environmental Research*, 182, 108739. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108739>
- (24) Rosenberg, A., Weinberger, M., Paz, S., Valinsky, L., Agmon, V., & Peretz, C. (2018). Ambient temperature and age-related notified *Campylobacter* infection in Israel: A 12-year time series study. *Environmental Research*, 164, 539–545. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.017>
- (25) פרץ, ח' (2019). תחלואה בקמפילובקטר ובסלמונלה בישראל, והקשר החיובי בינה לבין טמפרטורת הסביבה. **אקולוגיה וסביבה**, 10(4), 80–79. www.magazine.isees.org.il/ArticlePage.aspx?ArticleId=904 (אוחזר במאי 2020).
- (26) Saadi, D., Agay-Shay, K., Tirosh, E., & Schnell, I. A. (2018). A comparison of the effects of selected mono-ethnic urban environments on the autonomic functions of Muslim and Jewish women in Israel. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(11), 627. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7000-0>
- (27) Berman, T., Barnett-Itzhaki, Z., Mery, N., Keinan-Boker, L., Shimony, T., Goldsmith, R., ... Rosen, L. (2018). Exposure to environmental tobacco smoke in non-smoking adults in Israel: Results of the second Israel biomonitoring survey. *Israel Journal of Health Policy Research*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13584-018-0229-9>
- (28) Klil-Drori, A. J., Kleinstern, G., Abu Seir, R., Choshen-Cohen, L., Abdeen, Z., Hussein, E., ... Paltiel O. (2018). Serum organochlorines and non-Hodgkin lymphoma: A case-control study in Israeli Jews and Palestinians. *Chemosphere*, 213, 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.09.069>
- (29) Saadi, D., Schnell, I., Tirosh, E., Basagana, X., & Agay-Shay, K. (2020). There's no place like home? The psychological, physiological, and cognitive effects of short visits to outdoor urban environments compared to staying in the indoor home environment, a field experiment on women from two ethnic groups. *Environmental Research*, 187, 109687. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109687>
- (30) המשרד להגנת הסביבה (2020). **הערכת מצב. יוני 2020**.

מדדים ומגמות בבריאות וסביבה

חשיפה למזהמים סביבתיים עשויה לפגוע באיכות החיים ואף לגרום לתחלואה ולתמותה. גורמי סיכון סביבתיים אלה כוללים מזהמי אוויר חוץ-מבניים ותוך-מבניים, מזהמי קרקע ומי שתייה, עשן טבק סביבתי, מתכות כבדות, חומרי הדברה וכן כימיקלים שונים המשבשים את פעילות המערכת האנדוקרינית (endocrine disrupting chemicals – EDCs).

קביעת מדדים לבריאות וסביבה מהווה כלי חשוב למעקב אחר סיכונים אפשריים לבריאות האדם עקב זיהום סביבתי ולהתוויית מדיניות. מדדי בריאות וסביבה משקפים את הקשר בין גורמים סביבתיים לתוצאים בריאותיים, והם כוללים מדדי חשיפה (למשל, ריכוז מזהם בסביבה או שיעור האוכלוסייה החשוף למזהם) ומדדי בריאות (למשל, היארעות של תחלואה, אשפוזים ונטילת תרופות). המדדים הנבחרים קשורים בדרך כלל לסוגיה בבריאות וסביבה, שלה השפעה ממשית על בריאות כלל האוכלוסייה או על בריאותה של תת-אוכלוסייה מסוימת. על המדדים לבריאות וסביבה להתבסס על נתונים זמינים שמתפרסמים בפרקי זמן קבועים ובתדירות גבוהה, להיות רגישים די הצורך, לשקף שינויים במגמות וכן להיות עקביים כדי לאפשר השוואות בין-לאומיות ובחינה של מגמות לאורך זמן.¹ מדדים לבריאות וסביבה חשובים אפוא עד מאוד לצורך מעקב אחר מגמות בחשיפות סביבתיות ובתוצאי בריאות הקשורים לסיכונים סביבתיים ולחשיפות סביבתיות, להשוואת מצב בריאות וסביבה בין מדינות ובין תת-אוכלוסיות בתוך המדינה, למעקב אחר יעילותם של צעדי מדיניות ותוכניות התערבות אחרות בתחום הבריאות והסביבה, וכן להעלאת המודעות לנושאי בריאות וסביבה.²

גופים מקצועיים רבים – בהם 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 – ENHIS Information System) – גיבשו רשימות של מדדים נבחרים לבריאות וסביבה. כמה מדינות, בהן ארצות הברית וניו זילנד, הקימו מערך מדדי בריאות וסביבה הכולל מאגרי נתונים זמינים לציבור ולמקבלי ההחלטות.^{1,2} המערך מאפשר, למשל, לזהות אוכלוסיות הנמצאות בסיכון לחלות במחלות הקשורות לזיהום סביבתי וכן מגמות בתחלואה או בחשיפה לזיהום סביבתי.

בישראל נאספים שפע של נתונים סביבתיים ובריאותיים. הנתונים הסביבתיים נאספים בניטור רציף, בניטור תקופתי ובסקרים על ריכוז של מזהמים באוויר, במי שתייה ובמזון. הנתונים הבריאותיים מצויים במאגרי מידע וברישומים ארציים הכוללים רישום מחלות נבחרות ומעקב אחריהן (סרטן, שבץ מוחי, סוכרת, דיאליזה והשתלות כליה, מומים מולדים ומחלות זיהומיות), רישום סב-לידתי (perinatal), ובו נתונים על משקל לידה נמוך מאוד (פחות מ-1,500 גרם), ומידע על ביקורים בחדרי מיון ועל אשפוזים. בישראל יש נתונים גם על מצב בריאותם של מתבגרים (בני 17) המועמדים לגיוס צבאי. נוסף על כך, שפע של נתונים נאספים במאגרי המידע האלקטרוניים של ארבע קופות החולים. התוכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל מפרסמת נתונים על 28 מדדי איכות, ובהם נתונים על שיעורי אסתמה, בדיקות אבחון למחלת הסרטן, בריאות הלב וכלי הדם, בריאות הילד, סוכרת וחיסונים באוכלוסייה המבוגרת.³

עם זאת, למרות שפע הנתונים הנאספים בישראל הן בתחום הבריאות הן בתחום הסביבה, אין מאגרי מידע המשלבים מידע סביבתי במידע בריאותי ומאפשרים זיהוי של קשרים סיבתיים אפשריים. כמו כן, מעטות ההערכות המתפרסמות בישראל על נטל התחלואה מחשיפה לזיהום סביבתי. ישנם פרויקטים גלובליים שונים, בהם מחקר "נטל התחלואה העולמי" (Global Burden of Disease – GBD), מחקר "מצב האוויר העולמי" (State of Global Air), הברית העולמית לבריאות וזיהום (Global Alliance on Health and Pollution), ותוכנית המעקב המשותפת של ארגון הבריאות העולמי ושל קרן החירום הבינלאומית של האומות המאוחדות לילדים, לאספקת מים, תברואה והיגיינה (The WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme). כל אלה מספקים נתונים היכולים לסייע בתכנון והערכה של צעדים להפחתת נטל התחלואה בישראל.

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום הנושא של מדדים ומגמות בבריאות וסביבה. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגרים: (1) גיבוש מדדי בריאות וסביבה (מדדים משולבים) (2) איסוף ופרסום נתונים על מדדי בריאות וסביבה שונים	
אתגר לשנים הבאות: גיבוש רשימה סופית של מדדי בריאות וסביבה והמשך איסוף הנתונים.	בקצרה: לא גובשה רשימה סופית של מדדי בריאות וסביבה בישראל. הושגה התקדמות באיסוף ובפרסום של נתונים בכמה מדדים נבחרים.

בדוח בריאות וסביבה 2017 הוגדרו מדדים נבחרים לבריאות וסביבה בישראל על פי המדדים שהגדירו ארגון הבריאות העולמי, המרכזים לבקרת מחלות ולמניעתן בארצות הברית וכן מערכת המידע של המחלקה האירופית של ארגון הבריאות העולמי. המדדים נחלקים לכמה קטגוריות: מדדי חשיפה למזהמים, מדדים לתחלואה כרונית, מדדים הקשורים לשינויי אקלים, וכן מדדים הקשורים לילודים, תינוקות וילדים. בשנים האחרונות עובדו ופורסמו נתונים עבור רבים מהמדדים, בהם בעיקר מדדי חשיפה לעופרת במי שתייה, חשיפת ילדים לעשן טבק סיבתי וחשיפת מבוגרים לחומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים. ואולם עבור מדדים אחרים, כגון שכירות אסתמה ואלרגיה בקרב ילדים, לא עובדו בשנים האחרונות נתונים, בין היתר בשל היעדר איסוף סדיר ותקופתי של נתונים הקשורים למדדי בריאות וסביבה. לוח 1 מציג את המדדים הללו, את שנת העדכון האחרונה של הנתונים הרלוונטיים עבור כל מדד, ואת הממצאים העיקריים מהשנים האחרונות.

מקרא:	■ התקדמות משמעותית	■ התקדמות מסוימת	■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות
--------------	---	--	--

→
לוח 1
משרד הבריאות

מדדי בריאות וסביבה נבחרים בישראל, סטטוס נתונים

	המדד	שנת האיסוף של הנתונים המעודכנים ביותר שפורסמו	ממצאים עיקריים	תוכניות לאיסוף עתידי של נתונים
מדדי חשיפה	עופרת במי שתייה (ברז)	2018 - מוסדות חינוך (ראו בפרק "גורמים כימיים במי שתייה")	99.6% מדגימות המים במוסדות החינוך תקינים מבחינת ריכוזי העופרת.	-
	חשיפה למזהמי אוויר תוך-מבניים בבתי ספר	-	-	-
	שיעור הפעוּטות והילדים החשופים לעשן טבק סביבתי	2016-2015 (ראו בפרק "עשן טבק סביבתי")	כ־60% מהילדים במדגם חשופים לעשן טבק סביבתי.	2020
	צריכת מתכות כבדות במזון בקרב מבוגרים	-	-	-
	רמות עופרת בדם בקרוב ילדים	2000-1998	-	2020 (מידת ריכוזי עופרת בדגימות שתן של ילדים ומבוגרים)
	שיעור אוכלוסייה עם תוצרי פירוק של זרחנים אורגניים בשתן בריכוז הגבוה מסך הכימות	2016-2015 (ראו בפרק "ניטור ביולוגי")	חלה ירידה מובהקת סטטיסטית בריכוזים של רוב תוצרי הפירוק של זרחנים אורגניים בשתן בקרב מבוגרים.	2020
מדדים לתחלואה כרונית	היארעות של סוגי סרטן מסוימים, לרבות היארעות של לוקמיה בקרב ילדים	2018	-	איסוף מתמשך
	אשפוזים בשל אסתמה בילדים ומבוגרים	2018	-	איסוף מתמשך
מדדים הקשורים לשינויי אקלים	מקרי מוות עקב מחלות המועברות באמצעות וקטורים	2018	-	איסוף מתמשך
	אשפוזים עקב עקת חום	2019	בשנת 2019 היו למעלה מ־3,500 ביקורים בחדר מיון עקב עקת חום והתייבשות, ובחודשים יולי ואוגוסט נרשמו מספרי שיא.	איסוף מתמשך
מדדי בריאות בילדות מוקדמת	שכיחות מומים מולדים מסוימים	2014	-	איסוף מתמשך
	מספר ההרעלות בקרוב ילדים עד גיל 5	2018	-	איסוף מתמשך
	שכיחות אסתמה ואלרגייה בקרב ילדים	2015	-	שיתוף פעולה בין משרד הבריאות לשירותי בריאות כללית לעיבוד נתונים קיימים

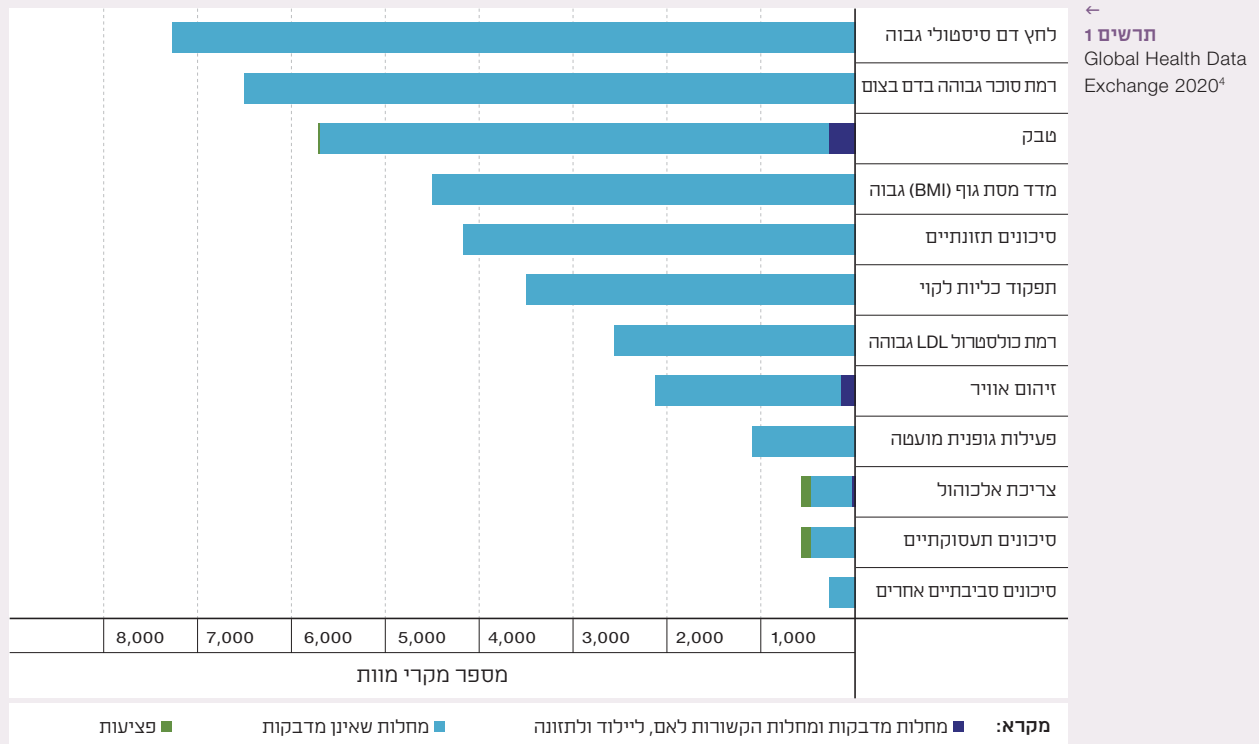
האתגר: פרסום והנגשה של נתונים הנאספים על ידי הרשויות על מזהמים
סביבתיים ועל תוצאים בריאותיים - לחוקרים, לקובעי מדיניות ולציבור הרחב -
בתוך פרקי זמן סבירים

בקצרה: החובה הרגולטורית קובעת כי יש לפרסם חלק מהנתונים הסביבתיים הנאספים על ידי הרשויות,
למשל על איכות האוויר ועל איכות מי השתייה. יש נתונים סביבתיים ובריאותיים רבים שאין חובה לפרסמם,
והם אינם זמינים לציבור ולחוקרים.

נתונים על גורמי סיכון ומגמות

כאמור, אף על פי שנתונים עדכניים הנאספים לאורך זמן חיוניים לבחינת מדדי בריאות וסביבה, לא הוקם בישראל מערך נתונים המאפשר לבחון את כל המדדים המופיעים בלוח 1. עם זאת, יש נתונים זמינים על מדדי חשיפה מסוימים, על מדדי תחלואה כרונית (היארעות סרטן ואשפוז בשל אסתמה) ועל מחלות הנישאות על ידי וקטורים, נתונים המאפשרים בחינה של מגמות לאורך זמן. נוסף על כך, מחקר "נטל התחלואה העולמי" מאפשר בחינה של גורמי סיכון עיקריים לתחלואה ולתמותה במדינות שונות, וכן בדיקה של מגמות בנטל התחלואה והתמותה ממחלות רבות. ב"נטל התחלואה העולמי" מתפרסמים נתונים על מדדים לתחלואה כרונית, סיכונים בריאותיים הקשורים לתברואה והיגיינה, ומחלות הנישאות על ידי וקטורים בישראל. מהנתונים עולה כי חשיפה לזיהום אוויר חלקיקי היא אחד מעשרת גורמי הסיכון העיקריים לתמותה בישראל (תרשים 1).⁴

גורמי סיכון עיקריים לתמותה בישראל, 2019

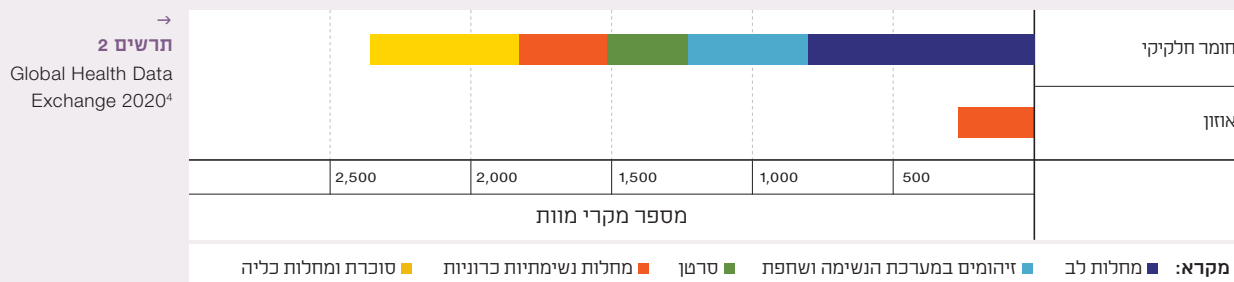


חשיפה לזיהום אוויר בישראל

חשיפה לזיהום אוויר קשורה לתחלואה נשימתית, כגון אסתמה ומחלת ריאות חסימתית כרונית, למחלות לב וכלי דם, לסוגים מסוימים של סרטן, להשפעות שליליות על התפתחות מערכת העצבים, לתוצאי לידה שליליים, לסוכרת מסוג 2, להשמנת יתר ולליקויים קוגניטיביים.

על פי נתונים מ"נטל התחלואה העולמי", עיקר נטל התחלואה מזיהום אוויר חלקיקי בישראל מתבטא במחלות לב, ועיקר נטל התחלואה מאוזן מתבטא במחלות נשימתיות (תרשים 2).⁴

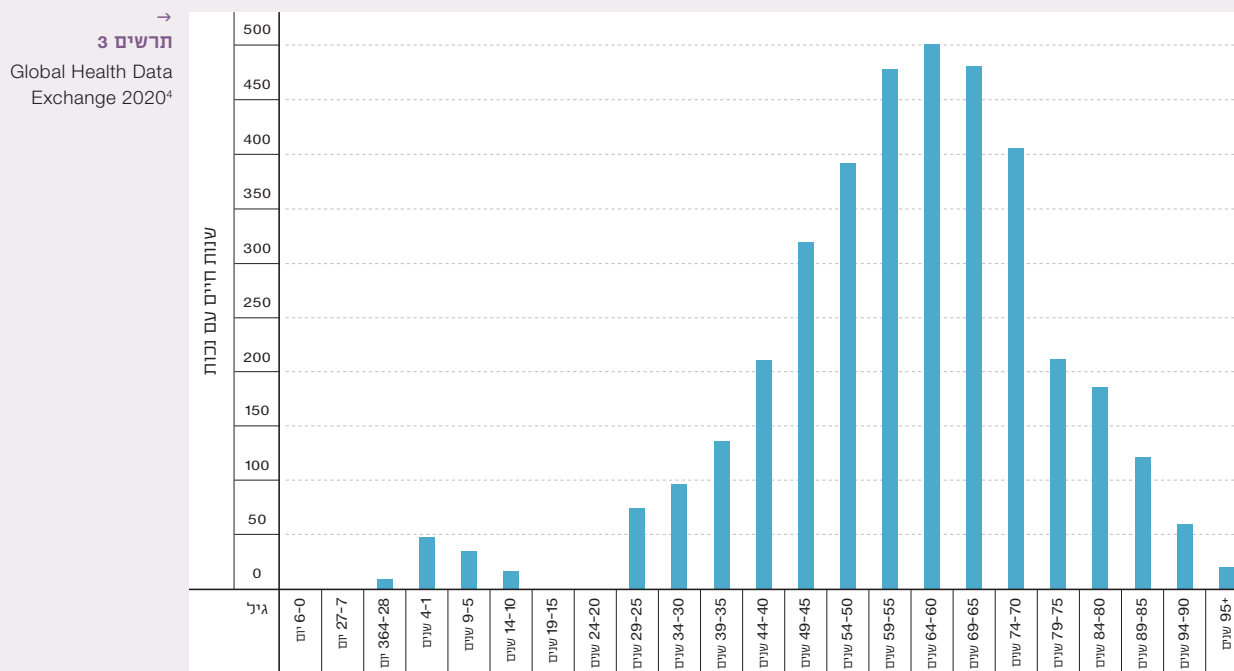
תמותה שמקורה בתחלואה עקב חשיפה לזיהום אוויר חלקיקי ולאוזון בישראל



חשיפה לעשן טבק סביבתי

על פי נתונים מ"נטל התחלואה העולמי", יש בישראל כ-500 מקרי מוות בשנה עקב חשיפה לעשן טבק סביבתי, ואובדן של כ-14,500 שנות חיים מתוקננות לאי-תפקוד (disability adjusted life years – DALYs). אפשר לראות שחלק מנטל התחלואה עקב חשיפה לעשן טבק סביבתי נופל על ילדים (תרשים 3).⁴

שנות חיים עם נכות עקב חשיפה לעשן טבק סביבתי, לפי גיל

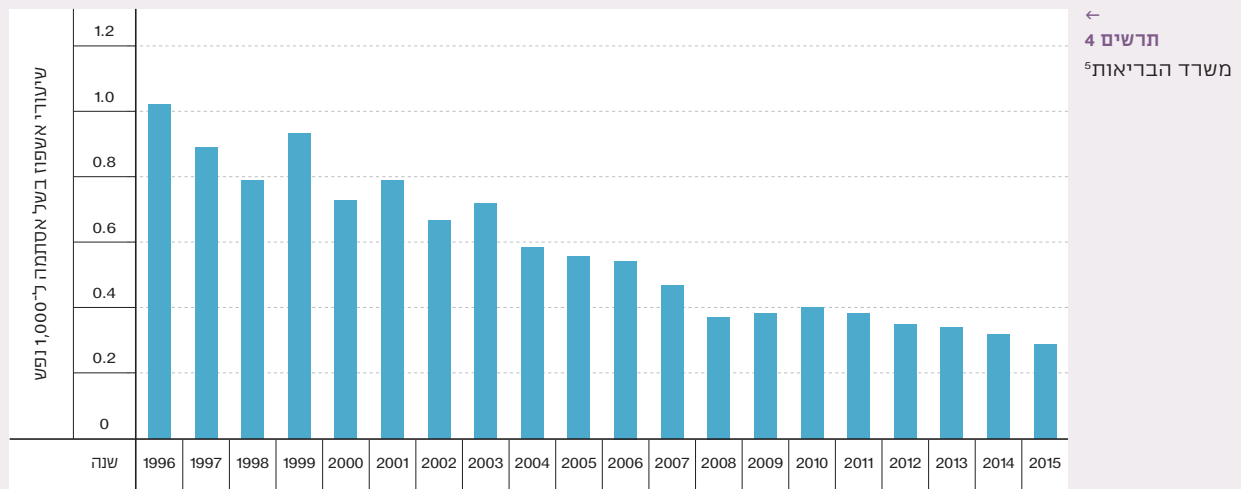


תחלואה באסתמה

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

בשנת 2018 פרסם משרד הבריאות נתונים על מגמות אשפוז ילדים בשל אסתמה בשנים 1996–2015. מהנתונים עולה שחלה ירידה בשיעור האשפוזים בשל אסתמה בקרב תינוקות, פעוטות וכן ילדים עד גיל 15 (תרשים 4). שיעורים גבוהים יותר של אשפוז נמצאו רק בנפוח חפה, כנרת וגולן. מחברי הדוח שיערו כי ההסבר לשיעורי האשפוז הגבוהים בחיפה טמון בחשיפות סביבתיות, ואילו במחוזות כנרת וגולן ייתכן שמקורו בהיעדר מומחי ריאה לטיפול ראשוני.⁵

מגמות בשיעורי אשפוז בשל אסתמה בישראל בקרב ילדים בני 5-14 בשנים 1996-2015



בשנת 2019 פורסם דוח של התוכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל לשנים 2016–2018. על פי הדוח, שיעור הימצאות אסתמה מתמשכת בקרב בני 5–45 נותר קבוע בשנים אלה (0.8%–0.9%). השיעור היה נמוך פי שניים בשכבה החברתית-כלכלית החלשה (0.5%) בהשוואה לשכבה החברתית-כלכלית החזקה (1.0%).⁶

חוקרים מאוניברסיטת חיפה ומצה"ל בדקו את שיעור ההימצאות של אסתמה ביחס למקום מגורים בקרב כ־13,800 בנים בני 16–19. בקרב כלל אוכלוסיית המחקר היה שיעור ההימצאות של אסתמה 7.1%, ואצל 3.8% נמצאה אסתמה בינונית או חמורה. שיעור ההימצאות של אסתמה היה 8.76% בתל אביב, לעומת 6.96% בחיפה ו־6.09% בחדרה. מסקנת החוקרים הייתה שחשיפה לזיהום אוויר תעשייתי ותחבורתי קשורה לשכיחות אסתמה.⁷ הפער בין האומדן שדווח במחקר ובין האומדן של התוכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל נובע, ככל הנראה, מההבדלים במתודולוגיית איסוף הנתונים ומהבדלים בסוג האסתמה שנכלל באומדן.

חוקרים מהמרכז הרפואי שערי צדק ומצה"ל בחנו הימצאות אסתמה בקרב בני נוער בישראל שנולדו בשנים 1976–1990. החוקרים הראו עלייה בשיעורי אסתמה קלה בקרב אלה שנולדו בשנים 1976–1980, אך בקרב בני נוער שנולדו בשנים 1980–1990 ניכרה ירידה בשיעורים אלה. עם זאת, הימצאות אסתמה בינונית-חמורה הייתה נמוכה בקרב בני נוער שנולדו בשנים 1976–1980, אך גבוהה מאוד בקרב אלה שנולדו בשנים 1986–1990. במחקר נמצא קשר בין אסתמה בינונית עד חמורה ובין השמנה בקרב בנים ובנות. עוד נמצא קשר בין תת-משקל בבנים ובין אסתמה קלה וכן קשר בין מגורים בסביבה כפרית ובין אסתמה קלה.⁸

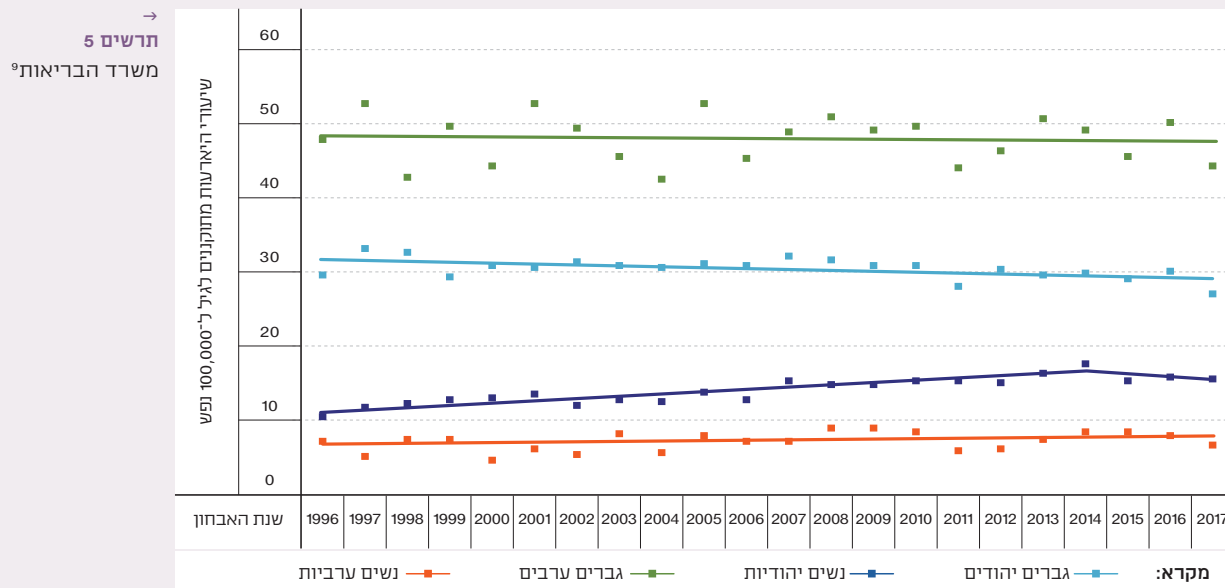
תחלואה בסרטן

גורמי סיכון סביבתיים ותעסוקתיים קשורים לסוגים מסוימים של סרטן, ובראשם סרטן הריאות, לימפומה שאינה הודג'קין, לוקמיה ומזותליומה.

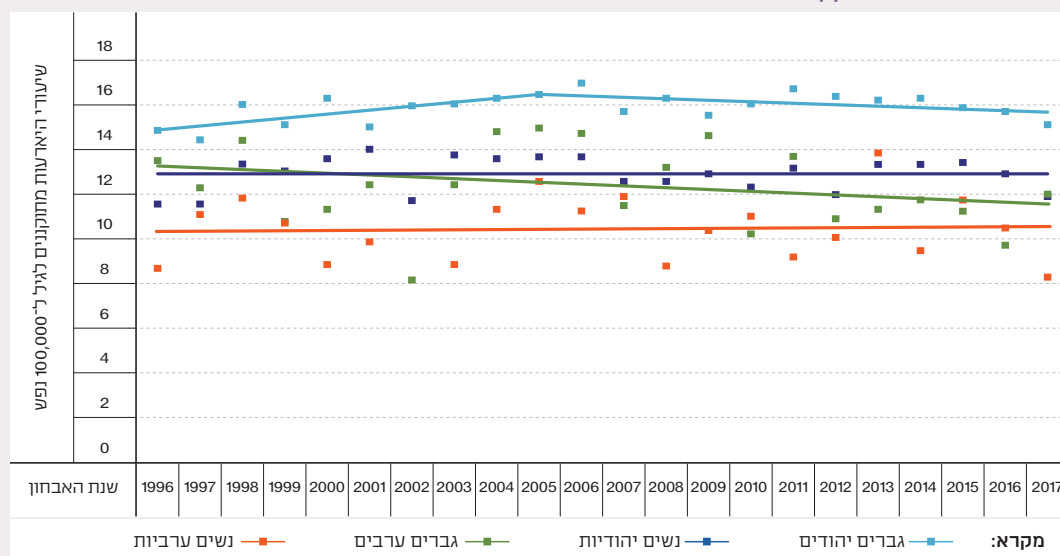
בהשוואה בין-לאומית, שיעור היארעות הסרטן בישראל גבוה מהשיעור הממוצע בעולם, אך ישראל נמנית במקום האחרון בין חמישים המדינות עם השיעורים הגבוהים ביותר בעולם. על פי נתוני משרד הבריאות ניכרת מגמת ירידה בהיארעות לוקמיה (בכל הקבוצות) ומזותליומה (בקרב גברים) בישראל בשנים 1996–2017 (תרשים 5).⁹

מגמות בשיעורי היארעות של סוגי סרטן נבחרים לפי מין וקבוצת אוכלוסייה, ישראל, 1996–2017

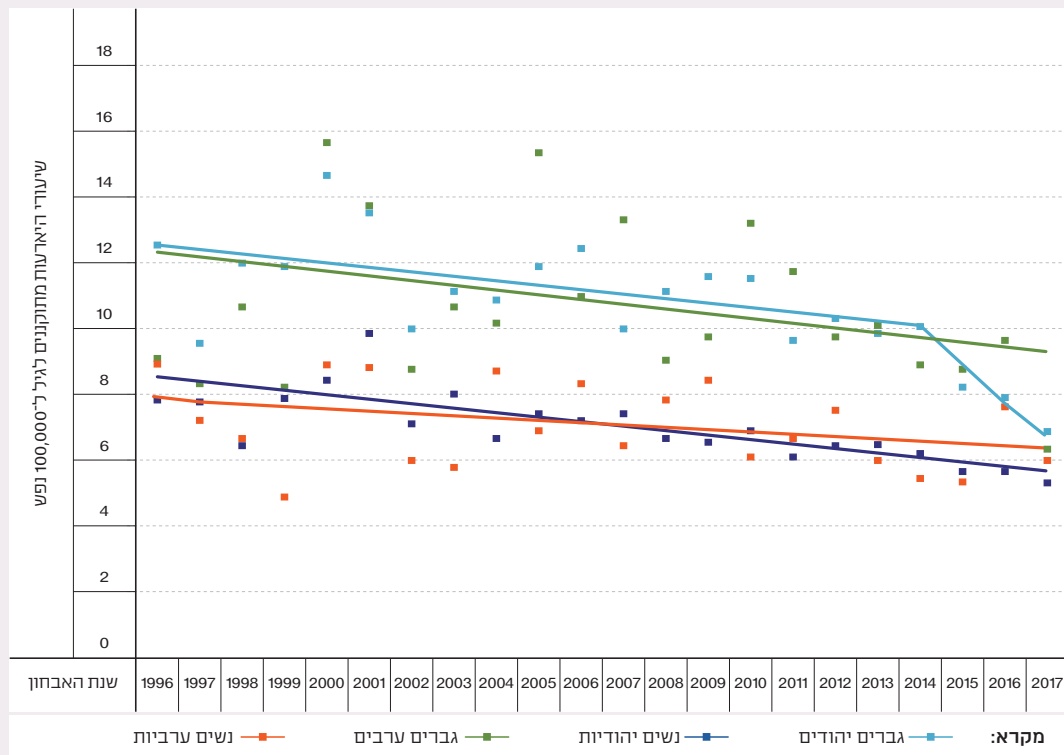
סרטן ריאות



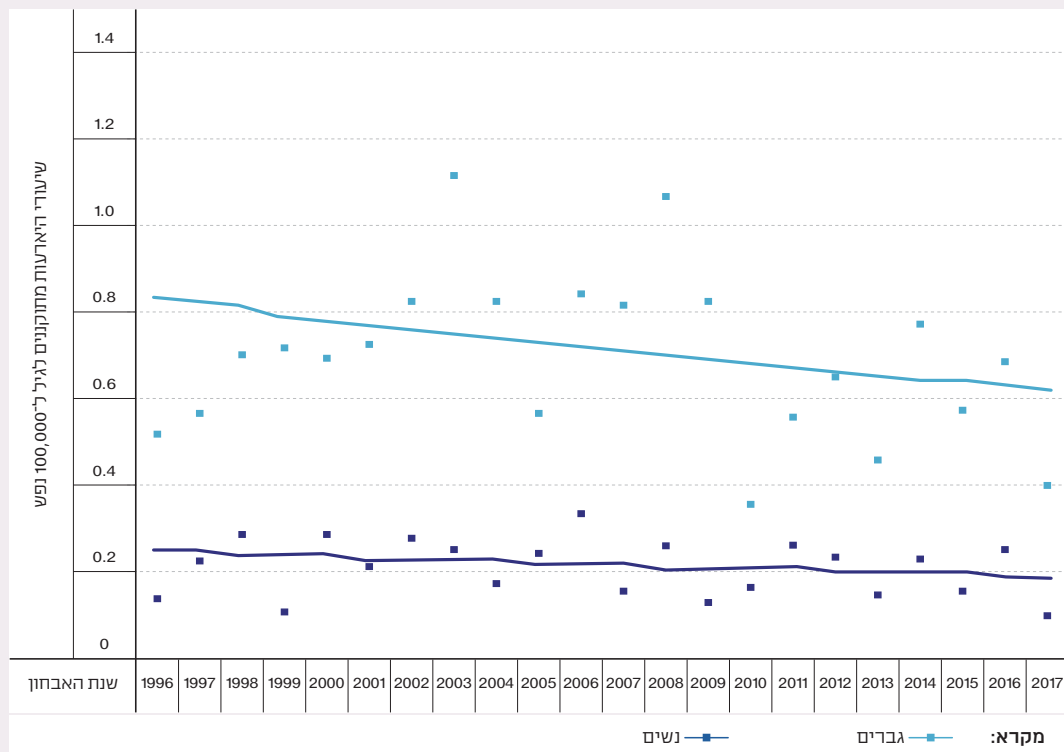
לימפומה שאינה הודג'קין



לוקמיה



מזתליומה



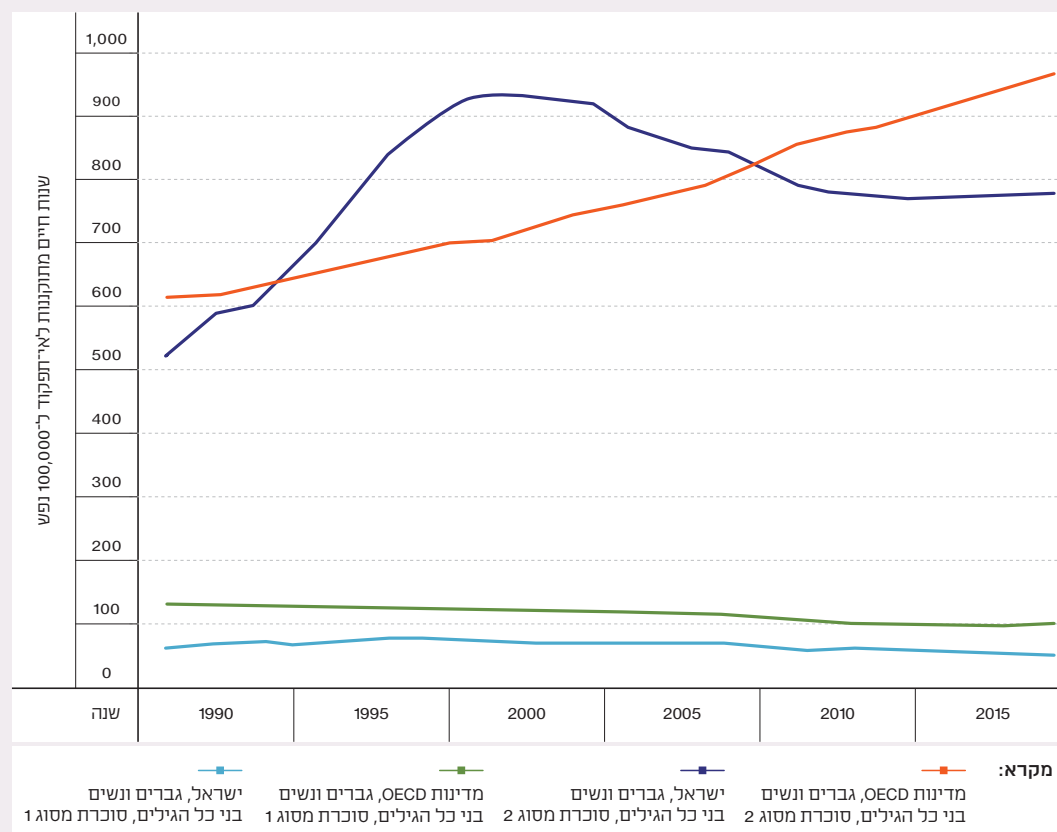
סוכרת

חשיפה לזיהום אוויר ($PM_{2.5}$) היא גורם סיכון ידוע לסוכרת. גם חשיפה לכימיקלים משבשי המערכת האנדוקרינית נקשרת לסוכרת מסוג 2 ולתופעות טרום סוכרתיות. למשל, נמצא שחשיפה לרמות גבוהות של דיוקסנים קשורה לסיכון מוגבר לחלות בסוכרת הנובעת מהפרעות מטבוליות או משינויים במטבוליזם של גלוקוז. יש עדויות לכך ששכיחות ההפרעות האוטו־אימוניות, ובכלל זה סוכרת מסוג 1, עולה בעולם, ושגורמים סביבתיים עשויים למלא תפקיד בעלייה זו.

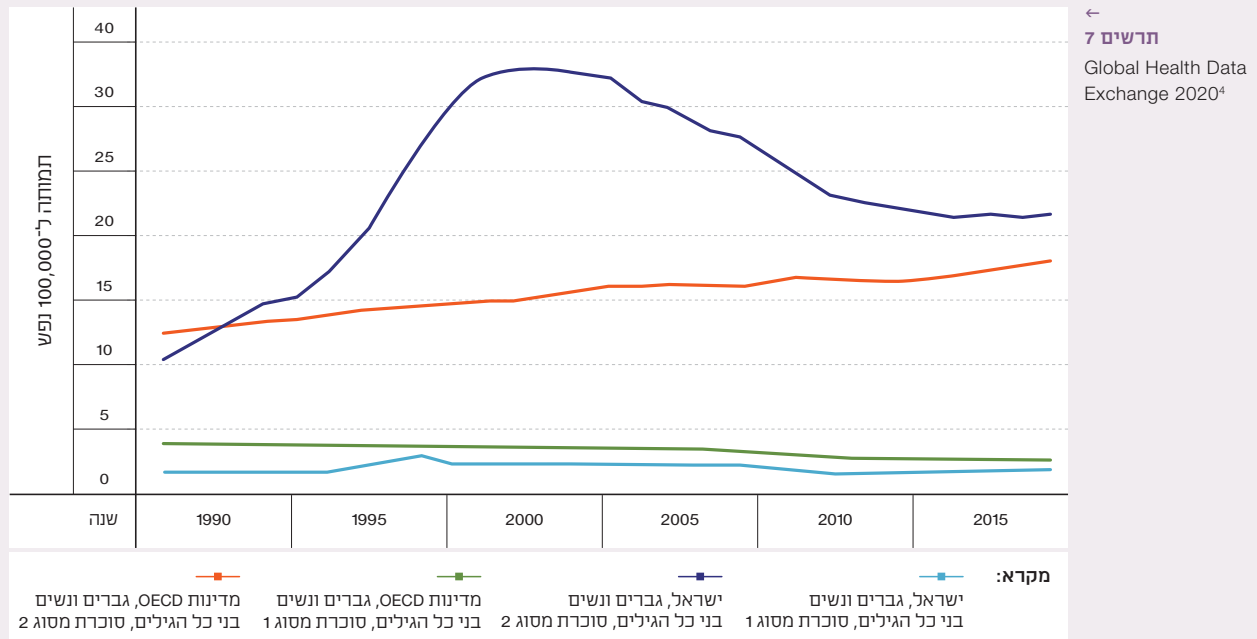
על פי דוח התוכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל, בשנים 2014–2018 שיעור הימצאות סוכרת בקרב בני 2–17 נמצא יציב (0.1%).⁶ אשר לנתוני תחלואה ותמותה בסוכרת בשנים 1990–2017, נמצא כי יש מגמה של ירידה בתחלואה ובתמותה עקב סוכרת מסוג 1, הן בישראל הן במדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development), ואילו בשיעורי התחלואה והתמותה עקב סוכרת מסוג 2 נרשמה במדינות ה־OECD מגמת עלייה. בישראל, למרות עלייה ניכרת לקראת שנת 2000 בשיעורים אלה, חלה לאחר מכן ירידה הן בתחלואה הן בתמותה (ייתכן שבעקבות שיפור בטיפול). יודגש עם זאת כי שיעורי התמותה ל־100,000 נפש בישראל עקב סוכרת מסוג 2 גבוהים מאלה שבמדינות ה־OECD (תרשימים 6 ו־7).⁴ חשוב לציין שבין מדינות יש שוני בכללי הקידוד של סוכרת כסיבת מוות, וייתכן שהשוני בשיעורי התמותה בין ישראל ובין מדינות אחרות נובע מהבדלים בקידוד.

שיעורי שנות חיים מתוקנות לאי־תפקוד (DALYs) מסוכרת בישראל בהשוואה למדינות ה־OECD בשנים 1990–2015

→
תרשים 6
Global Health Data
Exchange 2020⁴



שיעורי תמותה מסוכרת בישראל בהשוואה למדינות ה-OECD בשנים 1990-2015



מדדי בריאות בילדות המוקדמת

כמה מחקרים מצאו קשר בין מדדי בריאות בילדות המוקדמת, ובכלל זה מומים מולדים ואוטיזם, ובין חשיפות סביבתיות, עם דגש על חשיפה לזיהום אוויר.^{10, 11}

חוקרים ממשרד הבריאות פרסמו דוח על מומים מולדים בהתבסס על נתונים שנאספו בשנים 2000-2014 בישראל. מהדוח עולה מגמה של ירידה בשיעור המומים המולדים המדווחים – מ-14.8 ל-1,000 לידות חי בשנת 2000 ל-1.11 ל-1,000 לידות חי בשנת 2014. יש להדגיש כי בישראל מבוצעים אבחונים טרום לידתיים רבים המובילים להפסקות היריון, וייתכן שהירידה קשורה להפסקות של הריונות שהתגלה בהם עובר עם מום. במחצית הראשונה של שנות האלפיים נצפתה עלייה בשיעור סך המומים, אך משנת 2006 נצפתה ירידה. עלייה נצפתה בשיעור המומים בלב, בכלי הדם, באיברי המין, במערכת השתן ובדופן הבטן, בעיניים וכן בשיעורי האנומליות הגנטיות. ירידה נצפתה בשיעורי המומים במערכת העצבים, בשרירים, בשלד, במערכת הנשימה, במערכת העיכול וכן בשיעורי האנומליות הכרומוזומליות.¹²

חוקרים ממשרד הבריאות, מאוניברסיטת בר-אילן, מאוניברסיטת חיפה ומאוניברסיטת בן-גוריון בנגב בחנו נתונים של יותר מ-2 מיליון לידות יחיד בשנים 2000-2014 וחקרו מגמות בתוצאי לידה לאורך שנים אלה. החוקרים מצאו מגמה של עלייה במשקל היילודים ומגמה של ירידה בלידות של יילודים בתת-משקל.¹³

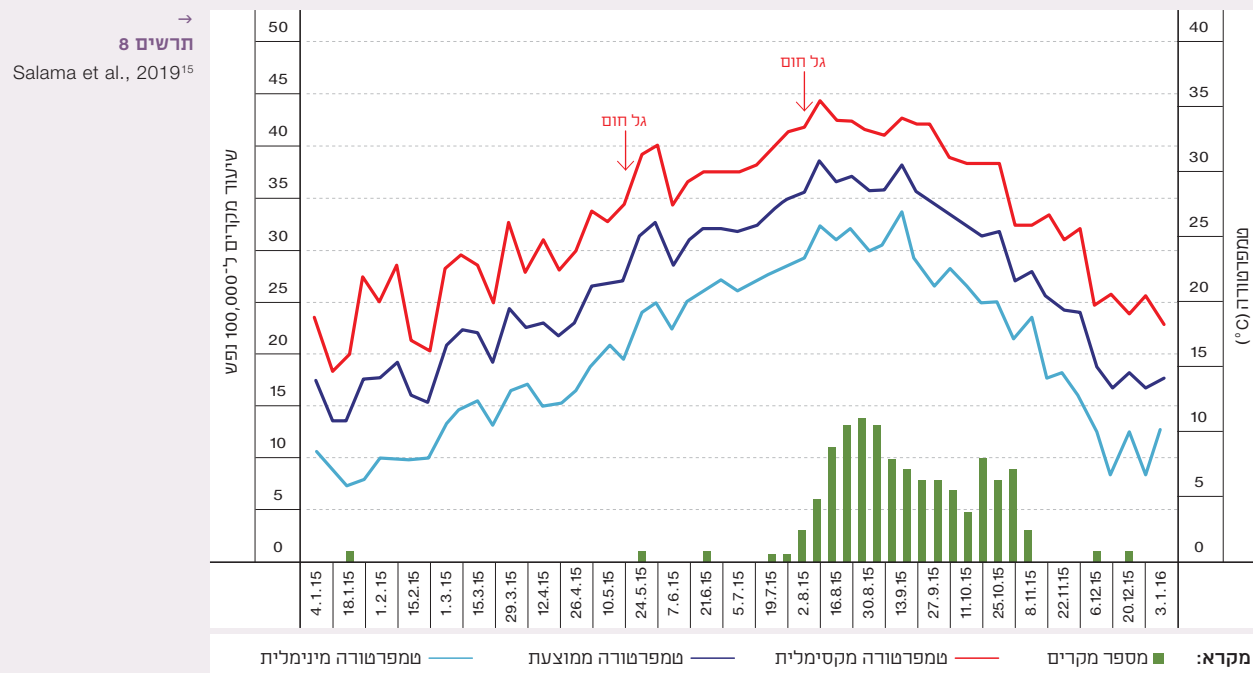
חוקרים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, מהמוסד לביטוח לאומי ומאוניברסיטת הרווארד חקרו שכיחות של ילדים הלוקים בתסמונת הספקטרום האוטיסטי על סמך ניתוח נתונים מהמוסד לביטוח לאומי. החוקרים מצאו שכיחות של 0.64% של הלוקים בתסמונת בקרב ילדים בני 8. נמצאה עלייה בשכיחות התסמונת בקרב הנולדים עד שנת 2009, ואחר כך – התייצבות. עוד נמצא כי יש אבחונים רבים יותר של התסמונת בקרב משפחות ממעמד חברתי-כלכלי גבוה יותר.¹⁴

מחלות הנישאות על ידי וקטורים

גורמים סביבתיים כגון שינויי אקלים וכן בעיות תשתית במערכות המים עלולים להעלות את הסיכון למחלות הנישאות על ידי וקטורים.

חוקרים ממשרד הבריאות, מאוניברסיטת תל אביב ומהמרכזים הרפואיים אסף הרופא, ברזילי, מאיר, קפלן, העמק, רמב"ם, לניאדו ושיבא ניתחו את התפרצות קדחת מערב הנילוס שאירעה בשנת 2015 והצביעו על קשר בין התפרצות המחלה ובין גלי חום קיצוניים באותה השנה (תרשים 8).¹⁵

מספר מקרי תחלואה בקדחת מערב הנילוס בישראל ביחס לטמפרטורות שבועיות מקסימליות, מינימליות וממוצעות בשנת 2015



אתגרים לשנים הבאות

תהליכי העיור המואצים והעלייה בצפיפות האוכלוסייה בישראל מתבטאים בין היתר בבנייה מואצת, בעומסי תנועה ובצמצום השטחים הירוקים. כל אלה טומנים בחובם סיכונים בריאותיים שונים. חשוב אפוא להגדיר מדדי בריאות וסביבה נוספים, בהם מרחק המגורים משטחים ירוקים ומצירי תנועה ראשיים, חשיפה לרעש ומשך הזמן שתושבי ישראל מבלים בדרכים. בד בבד מומלץ לבחון הוספת מדדים קוגניטיביים, כגון מגמות בתסמונת הספקטרום האוטיסטי בישראל ומגמות בהפרעות קשב וריכוז.

מרבית המדדים לבריאות וסביבה מתבססים על ניתוחים של מסדי נתונים בריאותיים ישירים (נתוני לידה, אשפוז, תחלואה ותמותה). אפשר ללמוד על מגמות בריאות וסביבה בישראל גם על סמך ניתוח מסדי נתונים עקיפים, כגון נתונים על ביקורים אצל רופא, על רישום תרופות למטופלים או על תעבורה ברשתות חברתיות. אי לכך יש לנסח מדדים נוספים אשר ייקבעו על סמך מסדי נתונים עקיפים.

בישראל סיבות המוות נרשמות בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אולם כמו במדינות אחרות בעולם, הרישום אינו רגיש דיו לניטור תמותה הנגרמת מחשיפה סביבתית או משינויי אקלים. הקושי בניטור הקשר הסיבתי לתמותה נובע מכך שבדרך כלל חשיפות סביבתיות גורמות לתחלואה ולא במישרין לתמותה, וכן משום שלא תמיד אפשר לקשור תמותה (המתרחשת כעבור זמן) לחשיפה הסביבתית, כגון זיהום אוויר קיצוני וטמפרטורות קיצוניות. נוסף על כך, ברישום נסיבות המוות נרשמת רק הסיבה הישירה, למעט באירועים קיצוניים, כדוגמת העלייה המשמעותית בתמותה בשל טמפרטורות נמוכות בחורף 1992. לפיכך נדרש מחקר אפידמיולוגי המצליב נתוני חשיפה עם נתוני תמותה באופן שישקף נאמנה את הקשר בין שני משתנים אלה.

מחקר "נטל התחלואה העולמי" מפרסם נתונים על נטל התחלואה בישראל בעקבות חשיפה למזהמים סביבתיים, ובכלל זה זיהום אוויר ועשן טבק סביבתי. יש צורך בהערכות נטל התחלואה בישראל מחשיפה לחומרי הדברה, לכימיקלים המשבשים את המערכת האנדוקרינית וכן למתכות כבדות, אם כי זו משימה מאתגרת בהתחשב בכך שהספרות המדעית מוגבלת, והנושא עודו נחקר. בשל הרגישות המיוחדת של ילדים למזהמים סביבתיים, ראוי כי מידע על נטל התחלואה וכן על מדדי בריאות וסביבה יתמקד באוכלוסייה זו.

- (1) Environmental Health Indicators New Zealand, Massey University. What are environmental health indicators? <https://www.ehinz.ac.nz/indicators/overview/about-the-indicators/> (retrieved July 2020).
- (2) Centers for Disease Control and Prevention (updated April 2019). National environmental public health tracking. Indicators and data. <https://ephtracking.cdc.gov/searchMetadata> (retrieved July 2020).
- (3) התכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל. תחומי מדידה. <https://www.israelhealthindicators.org/measures> (אוחזר ביולי 2020).
- (4) Global Health Data Exchange (GHDx). GBD results tool. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool> (retrieved October 2020).
- (5) משרד הבריאות (2018). **הבדלים אזוריים בשיעורי אשפוזים עקב אסטמה בילדים ומגמות בין השנים 1996-2015**. <https://www.health.gov.il/NewsAndEvents/SpokemanMessegas/Documents/13122018.pdf> (אוחזר ביולי 2020).
- (6) משרד הבריאות – המכון הלאומי לחקר שירותי הבריאות ומדיניות הבריאות בישראל (2019). **התכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל, דוח לשנים 2016-2018**. https://48fc89f4-e14d-48de-bdc0-ec96de79873e.filesusr.com/ugd/ebbef0_f04ca22668b14cd7bfe8051fd13716cb.pdf (אוחזר ביולי 2020).
- (7) Greenberg, N., Carel, R. S., Dubnov, J., Derazne, E., & Portnov, B. A. (2019). Prevalence of asthma among young men residing in urban areas with different sources of air pollution. *The Israel Medical Association Journal*, 12(21), 785–789. <https://www.ima.org.il/FilesUploadPublic/IMAJ/0/393/196926.pdf>
- (8) Machluf, Y., Farkash, R., Fink, D., & Chaitey, Y. (2018). Asthma severity and heterogeneity: Insights from prevalence trends and associated demographic variables and anthropometric indices among Israeli adolescents. *The Journal of Asthma*, 55(8), 826–836. <https://doi.org/10.1080/02770903.2017.1373809>
- (9) משרד הבריאות – הרישום הלאומי לסרטן והמרכז הלאומי לבקרת מחלות. **עדכון נתונים לגבי היארעות סרטן ותמותה מסרטן לשנת 2017, לקראת יום הסרטן הבינלאומי, 2020**. https://www.health.gov.il/PublicationsFiles/ICR_2020.pdf (אוחזר ביולי 2020).
- (10) Raz, R., Levine, H., Pinto, O., Broday, D. M., Yuval, & Weisskopf, M. G. (2018). Traffic-related air pollution and autism spectrum disorder: A population-based nested case-control study in Israel. *American Journal of Epidemiology*, 187(4), 717–725. <https://doi.org/10.1093/aje/kwx294>
- (11) Farhi, A., Boyko, V., Almagor, J., Benenson, I., Segre, E., Rudich, Y., Stern, E., & 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>
- (12) משרד הבריאות – המחלקה לאם ולילד אגף המידע (2017). **מומים מולדים בישראל 2000-2014. מבדק איכות ומגמות עם הזמן**. https://www.health.gov.il/publicationsfiles/birth_defects2000_2014.pdf (אוחזר ביולי 2020).
- (13) Agay-Shay, K., Rudolf, M., Rubin, L., Haklai, Z., & Grotto, I. (2018). Trends in fetal growth between 2000 to 2014 in singleton live births from Israel. *Scientific Reports*, 8(1), 1089. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19396-w>
- (14) Segev, A., Weisskopf, M. G., Levine, H., Pinto, O., & Raz, R. (2019). Incidence time trends and socioeconomic factors in the observed incidence of autism spectrum disorder in Israel: A nationwide nested case-control study. *Autism Research*, 12(12), 1870–1879. <https://doi.org/10.1002/aur.2185>
- (15) Salama, M., Amitai, Z., Lustig, Y., Mor, Z., Weiberger, M., Chowders, M., ... Leshem, E. (2019). Outbreak of West Nile Virus disease in Israel (2015): A retrospective analysis of notified cases. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 28, 41–45. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2018.07.008>



מסקנות והמלצות

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

לשעבר ראשת המכון הלאומי האמריקני למדעי בריאות וסביבה וראשת התוכנית הלאומית לטוקסיקולוגיה בארצות הברית
בית ספר ניקולס לסביבה, אוניברסיטת דיוק

דוח בריאות וסביבה בישראל 2020 מציג בבירור את ההתקדמות שחלה בתחומי בריאות וסביבה בישראל, לא רק מאז פרסום הדוח של שנת 2017 אלא אפילו ביתר שאת מאז פרסום הדוח הראשון בשנת 2014. המחקר המדעי הוביל לגילוי ממצאים חשובים רבים. עוקבות לידה ארוכות טווח שהוקמו היו הצעד הראשון בהבנת מצב בריאות הציבור בישראל וההשלכות ארוכות הטווח של חשיפות סביבתיות. ברבים מהמחקרים המבוססים על עוקבות אלה מעורבים כמה מוסדות ישראליים, אקדמיים וממשלתיים, ויש בהם הכרוכים בשיתופי פעולה בין-לאומיים. ישראל נחשבת למעצמה במחקר מדעי זה שנים רבות, אך כעת גם חקר בריאות וסביבה זוכה להכרה. הרצאות ומפגשים בין-לאומיים ופרסום בכתבי-עת מובילים מבטאים הכרה זו.

בשלוש השנים האחרונות חלה התקדמות רבה הן ביישום התוכנית הלאומית למניעה ולצמצום של זיהום האוויר בישראל הן בעלייה במספר אתרי הניטור הנייחים. בד בבד התברר כי יש צורך באתרים נוספים, בייחוד בצפון הארץ. היום מנטרים בישראל את רמות האוזון, תחמוצות החנקן וגם חלקיקים מסוג PM_{10} ו- $PM_{2.5}$, אך יש לנטר עוד מזהמי אוויר סביבתיים כגון עופרת ופחמן חד-חמצני. יש לציין לחיוב את הצמצום בריכוזי תחמוצות גופרית, הנובע ככל הנראה מצמצום השימוש בפחמן המזוהם מסין. את ערכי הסביבה של ישראל יש לקבוע על פי היעדים שקבעו ארגונים בין-לאומיים, כגון ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization – WHO) והאיחוד האירופי. בכמה מקרים, כגון במקרה של חלקיקים מסוג PM_{10} , שרמתם עלולה לעלות בשל אבק, יש להתייחס ליעדים של מדינות אחרות שיש בהן מדבריות. החדשות הטובות הן שהריכוזים של חלקיקי $PM_{2.5}$ יורדים, אך לצד זאת רמות תחמוצת החנקן עדיין גבוהות מדי, ונראה שאין כל שיפור במצב האוזון. ניטור ומחקרים אפידמיולוגיים צריכים להיעשות במקומות רבים בישראל, לא רק בחיפה, שבה בעיית זיהום האוויר קשורה לריכוזם של אתרים תעשייתיים בקרבת הנמל ולטופוגרפיה של האזור. זיהום אוויר נקשר להשפעות בריאותיות שליליות רבות כמעט על כל מערכות הגוף, ועל כן ראוי לייחד תשומת לב רבה יותר להשפעות זיהום האוויר על ההתפתחות ועל השמנת יתר. נוסף על כך, יש לתת את הדעת לייחוס מקורות הזיהום ולהשפעותיו הכלכליות.

מאז 2017 חל שיפור מסוים בהתייחסות לתחום זיהום אוויר הפנים בישראל. אלה חדשות טובות, לא רק משום שרוב האנשים, גם בישראל, מבלים חלק ניכר מזמנם בתוך מבנים, אלא משום שזיהום אוויר הפנים הוא מקור חשוב לזיהום אוויר החוץ. מדידת הריכוזים של תרכובות אורגניות נדיפות (volatile organic compounds – VOCs) במוסדות חינוך היא צעד בכיוון הנכון, אך יש לבחון את זיהום האוויר בסביבות פנים מגוונות, ובכלל זה מעונות יום, בתי אבות ומוסדות בריאות הציבור. אוויר הפנים תורם גם לנוכחותם של מזהמים באבק, שהם מקור חשוב לחשיפה אורלית, עורית ונשימתית, ויש לחקור אותם. בתחום זה לא ניכרת כל התקדמות. תרומתו של אוויר הפנים להעברת נגיף הקורונה (SARS-CoV-2) זוכה להכרה גדלה והולכת ברחבי העולם, והיא משפיעה גם על חשיפה תוך-מבנית לפתוגנים מיקרוביאליים אחרים. למרבה האכזבה לא חלה כל התקדמות בהפיכת איכות אוויר הפנים לנושא הזוכה לעדיפות בקרב הגורמים המוסדיים השונים בישראל.

כל עוד אנשים יעשנו, יהיה עשן טבק סביבתי מקור לדאגה. ילדים ונשים הרות רגישים לו במיוחד. לפיכך חיוני לאכוף את איסור העישון בבתי ספר ובמקומות ציבוריים. לאנשי המקצוע במשרד הבריאות יש היכולת לנטר את רמות הקוטינין בשתן כסמן ביולוגי לחשיפה לעישון, ולכן ראוי להרחיב פעילות זו. יש לערוך מסעות פרסום רבים ונרחבים נגד עישון ולייחד תשומת לב לאוכלוסיות רגישות. מהירידה בשיעורי עישון סיגריות אפשר להסיק שצעירים עברו לעשן סיגריות אלקטרוניות. יש להעניק לנושא הסיגריות האלקטרוניות תשומת לב מיוחדת נוכח ההשלכות הבריאותיות החמורות של השימוש בהן.

ישראל מובילה בהתפלת מים למי שתייה ראויים. ההכרה, שבתהליך ההתפלה מוצאים כמה מינרלים חשובים, הובילה למאמצים ניכרים בחקר ההשלכות הבריאותיות של שתיית מים שאין בהם מגנזיום, סידן ויוד בריכוז הנדרש. יש הוכחות לתופעות לוואי שליליות של היעדר המינרלים במים, וחשוב להמשיך לחקור את הנושא וכן את השפעתו על פעילות בלוטת התריס בנשים הרות. ראוי לשקול מסע פרסום המעודד את השימוש במלח מועשר ביוד. עוד יש לחקור את השפעות השימוש במים מותפלים על החקלאות. כימיקלים רבים, נוסף על עופרת ומתכות כבדות אחרות, מזהמים את מי השתייה, ויש לבדוק אותם. הם כוללים מוצרי חיתוי, כגון טריהלומתנים (הן כלוריים הן ברומיים), כימיקלים במוצרי טיפוח אישי, בתרופות, בחומרי הדברה וכן תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות (per- and polyfluoroalkyl substances – PFAS). יש אלפי סוגי תרכובות, ולכן חשוב למדוד לא רק perfluorooctanoic acid (PFOA) ו-perfluorooctane sulfonic acid (PFOS). אם מי השתייה באים מאזור הקרוב לאתר צבאי, סביר להניח שהם יהיו מזוהמים יותר.

ישראל מובילה גם בשימוש בקולחים, אולם נדרשת מעטפת רגולטורית. ישראל עשויה להיות המדינה הראשונה בעולם שתפתח תקנות כאלה וכן שיטות לטיהור קולחים ממזהמים, כימיים ומיקרוביאליים כאחד. מחקרים רבים מלמדים שמזהמים מסוימים נקלטים בצמחים ויכולים אפוא לשמש מקור חשיפה לבני אדם. התופעה אינה מוגבלת לתרופות אלא נכונה לכימיקלים רבים, בהם תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות, מעכבי בעירה מוברמים ומזהמים אורגניים בלתי פריקים (persistent organic pollutants – POPs). בוצה שנוצרת בעת טיפול בשפכים (biosolids) יכולה גם היא לשמש מקור למזהמים בחקלאות, ויש לבדוק אותה. ראוי לפתח מאגר מידע נגיש של מזהמים שנמצאים בקולחים.

בישראל נעשה שימוש נרחב בחומרי הדברה. הערכה מחודשת של רישומם היא רעיון טוב, אך רבים מחומרי ההדברה המשמשים בישראל אינם רשומים באיחוד האירופי, וזו סיבה לדאגה. חומרי הדברה מסוג זרחנים אורגניים עדיין בשימוש, וחשיפת נשים הרות לחומרים אלה מעוררת דאגה רבה ומצדיקה מחקר. ישראל היא מדינה קטנה, וכל עוד נעשה שימוש בכלורפיריפוס בחקלאות, ילדים הגרים בקרבת שדות חקלאיים יהיו חשופים לחומר זה. השימוש בכלורפיריפוס בוודאי מטריד, וכך גם השימוש בחומרי הדברה אחרים.

רבות מתופעות הלוואי השליליות המתגלות בילדים מיוחסות לחשיפה תוך-רחמית. נראה שהדאגה העיקרית בקרב גופי הממשלה נובעת מחשיפה אקוטית של עובדים לחומרי הדברה, אך יש גם תופעות ארוכות טווח הנקשרות לחשיפה לריכוזים נמוכים של חומרים אלה בחלונות זמן של רגישות מוגברת. ישראל צריכה אולי לשקול מחדש את השימוש בגלייפוסט. יש לערוך מחקרים נוספים שיבדקו את החשיפה לחומרי הדברה מכמה מקורות (לדוגמה, מי שתייה, אבק ביתי ותזונה), את השפעת החשיפה לחומרי הדברה שונים ורבים המשמשים בישראל, וכן את השפעת החשיפה לחומרי ההדברה החדשים יחסית כגון פירתרואידים ונאוניקוטניואידים. ניטור מתמשך של שאריות חומרי הדברה במזון, וכן ניטור ביולוגי של ילדים המתגוררים באזורים חקלאיים הם צעד חיוני. כמו כן יש להקים מאגר מידע על הרעלות מחומרי הדברה בישראל. היעדר התקדמות באכיפת ההגבלות על מכירת חומרי הדברה חקלאיים ועל השימוש בהם הוא בעייתי, וכן גם היעדר תוכנית לניטור חומרי הדברה בקרבת בתי ספר ובתי מגורים.

כימיקלים רבים עלולים לזהם מזון, וזיהום יכול להתרחש בכל שלב של ייצור המזון. ראוי לערוך סקרים תקופתיים לאיתור מזהמי מזון, בהם מזהמים מיקרוביאליים, מתכות, חומרי הדברה, מזהמים אורגניים בלתי פריקים ותרופות. נראה כי המזהמים המדאיגים במיוחד הם מיקוטוקסינים, אלומיניום, ארסן, חומרי הדברה ודיוקסינים. כמו כן יש לייחד תשומת לב לכימיקלים המשמשים באריזות מזון, כגון פתלאטים ותרכובות פרפולואורואלקיליות ופולילפואורואלקיליות, שכן הם יכולים לנדוד אל תוך מוצרי המזון. עד היום התמקד המחקר בתרכובות מזון (פורמולה) לתינוקות. יש להרחיבו לכל סוגי המזון לתינוקות, ובכלל זה חלב אם וכן פירות וירקות, דגים, בשר ומוצרי חלב לילדים ולמבוגרים. חיוני לערוך סקר תזונה כללי (Total Diet Study - TDS), וחבל שסקר כזה טרם נעשה.

כמה מאותם כימיקלים העלולים לזהם מזון נמצאים במוצרי צריכה – מתכות, פתלאטים, פנולים, תרכובות פרפולואורואלקיליות ופולילפואורואלקיליות, מעכבי בעירה ואחרים. הצרכנים זכאים לדעת אילו כימיקלים נמצאים במוצרים שהם רוכשים. אומנם חל שיפור כלשהו בתחום זה, אך יש צורך בהגברת השקיפות. אף שנוספו כמה תקנים הנוגעים למוצרי צריכה, ראוי לקצר את פרק הזמן הנדרש ליישומם. שיתוף פעולה הדוק יותר בין משרדי הממשלה, ובייחוד עם משרד הבריאות, יביא לשיפור נוסף. ראוי לבחון היטב מוצרים מיובאים כדי לוודא שהם עומדים בדרישות התקן בישראל או, לחלופין, חורגים ממנו.

במשך שלוש השנים שחלפו הושגו כמה הישגים בולטים בתחום הניטור הביולוגי. הישג אחד הוא המעורבות של ישראל בקונסורציום HBM4EU, תוכנית אירופית לניטור ביולוגי; האחר הוא הקמת התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי. הדבר התאפשר בזכות הקמתה של מעבדה לאומית לניטור ביולוגי. יש להמשיך ולפתח את המעבדה כדי להגדיל את מספר הבדיקות ולהשיג יכולות מדידה משופרות. ראוי להוסיף ניטור סמנים ביולוגיים תזונתיים לצד ניטור מזהמים כימיים. חשוב שהמעבדה תוכל לנטר מגוון רחב של תרכובות בדם, בשתן ובחלב אם. המחויבות הלאומית למשאב זה צריכה להיות מתמשכת, שכן הצורך לא ייעלם בתוך עשור. עוד ראוי להעמיק את מעורבות הציבור, האקדמיה והממשלה בהגדרת אוכלוסיית היעד והחומרים שניטרו. חיוני להגדיל את מספר האנשים המנטרים ולהבטיח ייצוג מגוון לפי גיל, מין, אתניות ומצב חברתי-כלכלי. יש לפתח ערוצי תקשורת ישירים בין המדענים העוסקים במלאכה, המחקרים ואזרחי ישראל.

ישראל מובילה גם בחקר קרינה בלתי מייננת. הניטור הנרחב הולם, אך יש להרחיבו עם כניסתה של רשת 5G לישראל. אף שממצאי המחקר הנוגע להשפעות א־תרמיות של קרינה בלתי מייננת על הבריאות אינם חד-משמעיים, יש לנקוט גישה זהירה. שימוש יתר בציוד דיגיטלי על ידי ילדים ורגולציה בנושא הם סוגיה חברתית.

שינויי האקלים הם האיום הקיומי של המאה ה-21. הפחתת השפעתם מחייבת יותר מהפחתת פליטות של גזי חממה, וההיערכות לשינויי האקלים אינה טכנולוגית בלבד. על ישראל להשקיע מאמץ גדול יותר בהשגת היעדים שהגדיר האו"ם לפיתוח בר-קיימה. אין כל סיבה לכך שישראל אינה מרחיבה מהר יותר את השימוש באנרגייה מתחדשת, בהתחשב באקלימה ובשעות השמש השנתיות בה. ככל שכדור הארץ מתחמם, יימצאו עוד וקטורים נושאי מחלות באתרים שונים, ויש לשים לב לבטיחות המזון מאחר שערכם התזונתי של יבולים צפוי לרדת עם העלייה בריכוזי פחמן דו-חמצני. יש לבחון שיטות עבודה אחרות בתחום החקלאות כדי שלא להגביר את השימוש בחומרי הדברה. גלי חום נעשים תכופים יותר וכך גם אירועי מזג אוויר קיצוניים, בהם שיטפונות ובצורות. ישראל חוותה את שניהם לאחרונה. אף שקיים מחקר נרחב על שינויי האקלים בישראל, יש ליידד במסגרתו תשומת לב לנושא הבריאות. מאגר מידע לאומי של מדדי חשיפה ומדדי בריאות יאפשר זאת.

חיוני לגלות הבנה והערכה רבות יותר לסביבה הבנויה. יש לעודד את הרכיבה על אופניים ואת השימוש בתחבורה מרובת נוסעים הן בעזרת תמריצים כלכליים הן בהנגשת הזדמנויות השימוש בה. הבריאות צריכה להיות מרכיב מרכזי בתסקירי השפעה על הסביבה ובתכנון מבנים וכבישים חדשים. מחקרים מהשנים האחרונות מלמדים בבירור על חשיבותה של סביבה ירוקה בקרבת אזורי עבודה ומגורים לבריאות הגוף והנפש.

משתנים שונים עלולים לגרום לפגיעות – גיל, מין, מעמד חברתי-כלכלי, אתניות, דת, גנטיקה ועוד. לחשיפות סביבתיות דומות עשויות להיות השפעות מגוונות על אוכלוסיות שונות. ישראל צריכה לקבוע מה מידת ההגנה שהיא רוצה להבטיח ולמי. בהתחשב בקבוצות האתניות המרכיבות את האוכלוסייה הישראלית, יש לבחון משתנים ביולוגיים רבים. שונות גנטית יכולה למלא תפקיד חשוב במידת הפגיעות של קבוצות שונות. תינוקות, ילדים וזקנים הם לעיתים קרובות הפגיעים ביותר בחברה. נראה כי בישראל יש מחקר מקיף על זיהום אוויר וניטור ביולוגי בהקשר של אוכלוסיות רגישות. ישנן עוד הזדמנויות ליזום מחקר שיעמיק את ההבנה של השפעות איכות אוויר הפנים, שינויי אקלים וחומרי הדברה על אוכלוסיות אלה בישראל. פעולות הסברה ייעודיות בהשתתפות רבה יותר של ארגוני המגזר השלישי, של מדענים ושל פקידי ממשל עשויות לקדם תוכניות הנוגעות לאוכלוסיות הרגישות בישראל.

הציבור זכאי לקבל מידע הנוגע למגמות בבריאות וסביבה. מאגרי מידע נגישים יועילו לכול, ובכלל זה לחוקרים שיזכו לתמיכה גדולה יותר. כדי לקדם סוגיות הנוגעות לבריאות וסביבה נדרשים אוויר נקי, מים נקיים ואדמה נקייה. ישראל חייבת לנסח רשימה של מדדים לבריאות וסביבה. יש לאמוד את נטל התחלואה הנובע מהבעיות הסביבתיות ולהציגו לציבור הרחב.

מגפת הקורונה גרמה לרוב העולם לעצור, וישראל אינה יוצאת דופן בכך. כמה מחקרים מראים בבירור שזיהום האוויר מגביר את הרגישות לנגיף ואת חומרת פגיעתו. ומה בדבר סוגים אחרים של זיהום סביבתי או שימוש יתר באנטיביוטיקה לטיפול בדלקות הריאות הנובעות מהמחלה? האם הם יובילו לעלייה במספר החיידקים העמידים לאנטיביוטיקה? מה בדבר השימוש בחומרי חיטוי אנטי-מיקרוביאליים הרעילים בעצמם? ומה בקשר לשימוש הגובר בפלסטיק, המזהם עתה את העולם ואת כולנו? עלינו ללמוד עוד רבות ככל שאנו מתקדמים בהבנת הקשר בין בריאותנו לבריאות הסביבה.

נספחים

התקדמות מ-2017 ואתגרים לעתיד

פרק 1 איכות האוויר

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
פיתוח אסטרטגיה לדגימה קבועה של מזהמי אוויר שלא ניתן לנטרם כיום באופן רציף	■
יישום מלא של התוכנית הלאומית למניעה ולצמצום של זיהום האוויר בישראל	■
צמצום ריכוזי PM ₁₀ ואוזון בערים שבהן הריכוזים חורגים מערכי הסביבה	■
עדכון ערכי היעד והסביבה	■
שיפור הפיזור המרחבי של תחנות ניטור האוויר	■
שיפור בתכנון תחבורה בתיקימה	■
שילוב נתונים אפידמיולוגיים מתוך מחקרים בישראל באומדן נטל התחלואה מזיהום אוויר ובעלויות הנלוות לו	■
איסוף מידע על תרומתם של מקורות שונים לזיהום האוויר בישראל (source apportionment techniques)	■
אתגרים נוספים לעתיד	
המשך ניטור הפליטות מאסדת הגז לזיויתן לצד מזהמי אוויר אחרים לאורך קו החוף	
ביצוע תסקירי השפעה על הבריאות של פליטות ממתקנים תרמיים לשרפת פסולת ושל פליטות מתחנות טריגנרציה בשל קרבתם לריכוזי אוכלוסייה	
ניטור איכות האוויר וביצוע מחקרים על השפעות משקי חי על פליטות מזהמי אוויר	

מקרא: ■ התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות

פרק 2
איכות אוויר הפנים

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
ביצוע מחקר חלוץ על איכות אוויר הפנים בבתי ספר	
ביצוע מחקרים על השפעות בריאותיות של איכות אוויר הפנים והקשר בין זיהום אוויר החוץ לאיכות אוויר הפנים	
גיבוש ופרסום המלצות לציבור על דרכים לצמצום החשיפה למזהמי אוויר הפנים	
הקמת רשות ממשלתית מרכזית לטיפול באיכות אוויר הפנים	
ביצוע מחקר בנושא אבק ביתי	
אתגרים נוספים לעתיד	
שילוב קריטריונים הנוגעים במישרין לזיהום אוויר תוך־מבני בתקני הבנייה הירוקה	

פרק 3
עשן טבק סביבתי

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
תיקוף שיטות למדידת ריכוזי קוטינין בדגימות דם, שתן ורוק	
מדידת ריכוזי קוטינין בדגימות שתן בקרב ילדים	
מדידת ריכוזי קוטינין בדגימות שתן בקרב נשים הרות	
אכיפת האיסור על העישון בבתי הספר	
איסוף ופרסום של נתונים לאומיים על שכיחות אסתמה בקרב ילדים ועל שימוש בתרופות לאסתמה	
אכיפת החוק למניעת העישון במקומות ציבוריים	
אתגרים נוספים לעתיד	
לבחון לאורך זמן את השפעות החקיקה החדשה מדצמבר 2018 על איסור העישון	
לעדכן את התוכנית הלאומית לצמצום העישון ונזקיו משנת 2011, ולכלול התייחסות לנושא של עשן טבק סביבתי מסיגריות רגילות, מסיגריות אלקטרוניות ומטבק לחימום ללא בעירה	
תכנון התערבויות להפחתת החשיפה לעשן טבק סביבתי הממוקדות באוכלוסיות בסיכון גבוה	

פרק 4

גורמים כימיים במי השתייה

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
ביצוע סקר עדכני לכימות ריכוזי עופרת במי ברז בבתי מגורים ובמוסדות, לרבות בתי ספר	■
פיתוח דרישות להגבלת תכולת עופרת בחומרים הבאים במגע עם מי שתייה	■
ביצוע מחקר על השפעות בריאותיות של צריכת מים מותפלים דלי מינרלים	■
יצירת מסד נתונים של מזהמים ההולכים ומתגלים במי שתייה	■
הערכת ההשפעות של הפסקת ההפלרה על בריאות השן של ילדים, בייחוד בקרב ילדים משכבות חברתיות-כלכליות נמוכות	■
פיתוח מודל להערכה של תכולת מינרלים (יוד ומגנזיום) בצומתי מיהול מרכזיים ובנקודות צריכה	■
אתגרים נוספים לעתיד	
השלמת מחקר החלוץ על הוספת מגנזיום למים מותפלים ותרגום הממצאים למדיניות	
קביעת תקן מחמיר לתכולת עופרת במי השתייה ווידוא שכל היישובים מנטרים את ריכוזי העופרת ברשת האספקה	
איסוף נתונים על הימצאות תוצרי לוואי של חומרי חיטוי מסוג חומצות הלואצמיות ותרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות במי השתייה ושקילת אימוץ תקן חדש למזהמים אלה	
הפחתת ריכוזי טריהלומתנים וריכוזי כלוריד וכלורט במי השתייה והערכה מחודשת של התקנים לתוצרי לוואי אלו	

פרק 5

קולחים

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
ביצוע מחקרים נוספים על החשיפה הפוטנציאלית לתרופות ולמזהמים אחרים בגידולים המושקים בקולחים	■
הקמת מסד נתונים המשלב נתוני ניטור כימי ומיקרוביאלים בשפכים, בקולחים, בשדה ובתוצרת החקלאית	■
ביצוע הערכת סיכונים של מזהמים כימיים בקולחים	■
אתגרים נוספים לעתיד	
שיפור תשתיות הטיפול בשפכים ואגירת הקולחים והתאמתן לנפחים הגדלים של שפכים וקולחים	
שיפור הבקרה על ריכוזי מיקרומזהמים בשפכים תעשייתיים, בדגש על שפכים של התעשייה הפרמצבטית	
ביצוע הערכות סיכונים שישלבו חשיפה למספר רב של כימיקלים וחומרים פרמצבטיים דרך קולחים	
ניטור תרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות ומזהמים אורגניים בלתי פריקים אחרים בקולחים ובבוצה	

פרק 6 חומרי הדברה

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
הערכה תקופתית מחודשת של כל החומרים הפעילים להגנת הצומח	
ניטור ביולוגי של זרחנים אורגניים	
ביצוע הערכת סיכונים הנובעים מחומרי הדברה על בסיס דיאטה של ילדים	
יצירת מאגר נתונים לאומי על הרעלות מחומרי הדברה	
שיפור האכיפה הנוגעת למכירה של חומרי הדברה חקלאיים ולשימוש בהם	
ניטור חומרי הדברה באוויר בקרבת בתי ספר ובתי מגורים	
קידום חקיקה אחידה ומקיפה שתעסוק ברישום של כלל סוגי חומרי ההדברה והשימוש בהם (אתגר זה כולל הקמת ועדת על לרישום חומרי הדברה / איחוד ועדות רישום)	
אתגרים נוספים לעתיד	
ביטול השימוש בכלורפיריפוס	
קידום תהליכי רישוי מזרזים לתכשירים חלופיים או פחות רעילים, שהושלם תהליך רישום במדינות מפותחות (בעיקר באירופה ובארצות הברית)	
הרחבת השימוש בכלים של ניטור ביולוגי והערכת סיכונים לעוד קבוצות של חומרי הדברה, ובכלל זה פירתרואידים ונאוניקוטינאידים, ולקבוצות נוספות של אוכלוסיות רגישות	

פרק 7 מזהמי מזון כימיים

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
ביצוע סקר אלומיניום במזון לתינוקות	
ביצוע סקר פתלאמים במזון לתינוקות	
הקמת מאגר מידע על צריכת מזון בישראל, המבוסס על סקרי בריאות ותזונה תקופתיים ועל ביצוע של הערכות חשיפה מדויקות יותר למזהמים שמקורם במזון בקרב האוכלוסייה הכללית ותת-אוכלוסיות כגון ילדים ונשים הרות	
הקמת פרויקט TDS (Total Diet Study) בישראל	
אתגרים נוספים לעתיד	
ביצוע הערכות חשיפה למזהמים שמקורם במזון, כגון מתכות כבדות, בהסתמך על נתוני צריכת מזון, נתונים מסקרי רב מב"ת ונתוני ניטור ביולוגי	
הגברת השקיפות ופרסום תוצאות סקרים תקופתיים על מזהמי מזון כימיים	
עדכון החקיקה הקיימת למיקוטוקסינים והרחבתה במידה ניכרת	
עריכת סקרים חדשים לזיהוי וכימות של דיוקסינים ותרכובות פרפלאורואלקליות ופולפלאורואלקליות במזון בישראל וחישוב מידת החשיפה של הציבור	

פרק 8

כימיקלים במוצרי צריכה

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
דרישה לתיוג מוצרי צריכה נבחרים העומדים בתקן	■
שיפור האכיפה בנוגע למוצרי צריכה (אכיפה בשוק ולא רק בייבוא)	■
בחינה מחדש של תפקיד משרד הבריאות בהתקנת תקנים המגינים על בריאות הציבור	■
קידום רגולציה מקיפה בנוגע לכימיקלים במוצרי צריכה	■
ביצוע סקרים נוספים של כימיקלים במוצרי צריכה בשוק הישראלי; סקירה שיטתית של דרישות הנוגעות לכימיקלים במוצרי צריכה בחו"ל בהשוואה לדרישות בישראל	■
קיצור התהליך הבירוקרטי של הכרזת רשמיות על תקנים חדשים ועל תקנים שעברו רוויזיה	■
אתגרים נוספים לעתיד	
קידום פעולות הסברה כדי לצמצם את הסיכון הפוטנציאלי לבטיחותו של הצרכן ולבריאותו עקב רכישה מקוונת של מוצרים	
בחינת ההשלכות הפוטנציאליות של הרפורמה בתמרוקים על חשיפת הציבור לכימיקלים במוצרים אלו	
בחינת הפוטנציאל של חשיפה לתרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות במוצרי צריכה ובחינת אימוץ צעדים רגולטוריים	

פרק 9

ניטור ביולוגי

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
הצטרפות לפרויקט ניטור ביולוגי אזורי או בין-לאומי	■
פיתוח יכולת מעבדתית לניטור ביולוגי	■
הקמה ותקצוב של תוכנית לאומית לניטור ביולוגי	■
פיתוח מסגרת לשימוש בנתוני ניטור ביולוגי לצורך הערכת סיכונים	■
הרחבת תהליך הבחירה והתעדוף של כימיקלים לניטור ביולוגי בעזרת נציגים מהאקדמיה, מהממשלה ומהציבור	■
אתגרים נוספים לעתיד	
יישום מלא של התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי	
ביצוע ניטור ביולוגי תזונתי בתיאום עם התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי	
בחינת השימוש הקליני בניטור ביולוגי (למשל, במרפאות אסתמה או טיפות חלב) ויישומו ככלי לאיתור פעוּטות או ילדים החשופים לעשן טבק סביבתי	
ניטור חשיפה לתרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות במסגרת התוכנית הלאומית לניטור ביולוגי	

פרק 10 קרינה בלתי מייננת

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
ניטור סדיר של מתקנים הפולטים קרינה בלתי מייננת (כגון שנאים וקווי חשמל) במרחב הציבורי	■
ביצוע הערכה מחודשת של תקנות על פי ממצאים חדשים בנושא תוצאי בריאות של קרינה בלתי מייננת	■
הגברת מודעות הציבור לתוצאי בריאות שליליים פוטנציאליים של קרינה בלתי מייננת, לצורך בהקטנת החשיפה ולסיכונים האפשריים	■
התקנת תקנות מחייבות בנוגע לרמות מותרות של קרינה בלתי מייננת	■
אתגרים נוספים לעתיד	
פיקוח על החשיפה הגוברת לקרינה בלתי מייננת כתוצאה מהנפח הגדל של צריכת נתונים באמצעות תקשורת סלולרית	
העמקת הידע המדעי על הנזקים האפשריים של השימוש בתאורת לד ותרגום הממצאים למדיניות	
הרחבת המחקר על השימוש של ילדים ובני נוער במדיה הדיגיטלית ויישומי לקביעת המלצות להגבלת השימוש וצמצום החשיפה	

פרק 11 שינויי אקלים

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
יישום התוכנית הלאומית למיגור מחלת הלישמניאזיס העורי	■
גיבוש תוכנית פעולה לאומית להתמודדות עם שינויי האקלים	■
פיתוח מדדים מוגדרים לשינויי אקלים	■
חיזוק שיתוף הפעולה בין השירות המטאורולוגי הישראלי ובין משרד הבריאות לשם היערכות לאירועי אקלים קיצוניים	■
יצירת מאגר נתונים לאומי המכיל מדדי חשיפה ותוצאי בריאות המושפעים משינויי אקלים	■
אתגרים נוספים לעתיד	
הרחבת המחקר האפידמיולוגי בישראל בתחום האקלים וכן בתחומי הכלכלה, מדעי החברה וניהול מערכות בריאות בהקשר של שינויי האקלים	
העברת "חוק האקלים"	

פרק 12

תכנון

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
קידום תוכניות תכנון וסלילה של שבילי אופניים	■
קידום הצללה בשטחים ציבוריים פתוחים	■
ביצוע תסקירי השפעה על הבריאות בפרויקטים רחבי היקף	■
הרחבת סמכויותיהם של נציגי משרד הבריאות בוועדות התכנון בישראל	■
פיתוח מדיניות לצמצום פליטת חום, קרינה וגזי חממה	■
שיפור ביעילות התחבורה הציבורית	■
אתגרים נוספים לעתיד	
גיבוש קווים מנחים למיקום מוסדות חינוך בקרבת כבישים ראשיים	
פיתוח מתודולוגיה וקביעת מדדים להגדרת "עיר בריאה"	
שיפור התכנון של תשתיות המים והביוב כך שיימנעו הצפות	

פרק 13

אוכלוסיות רגישות

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
שיתוף פעולה בין משרדי ממשלה ובין ארגוני החברה האזרחית הפועלים למען אוכלוסיות רגישות לשיפור זרימת מידע על סיכונים סביבתיים; קידום מנגנונים לשיתוף הציבור	■
זיהוי אוכלוסיות רגישות והגדרת מטרות ויעדים ייחודיים להן במסגרת התוכנית הלאומית לבריאות וסביבה	■
ביצוע מחקר על שונות גנטית וסמנים מנבאי רגישות אחרים לזיהוי אוכלוסיות רגישות	■
אתגרים נוספים לעתיד	
איסוף נתונים על נטל התחלואה באוכלוסייה הקשישה בעקבות זיהום סביבתי	
הרחבת מערך ניטור האוויר לאזורים מיושבים, בעיקר בפריפריה, אשר אינם מנוטרים דרך קבע כולל אזורי המגורים של הפזורה הבדואית בדרום הארץ	

פרק 14

מדדים ומגמות בבריאות וסביבה

ההתקדמות שהושגה באתגרים מאז דוח בריאות וסביבה 2017	
אתגר	התקדמות
1. גיבוש מדדי בריאות וסביבה (מדדים משולבים) 2. 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	■

בריאות וסביבה ונגיף הקורונה

דוח בריאות וסביבה בישראל 2020 נכתב במחצית הראשונה של שנת 2020, בתחילת משבר הקורונה העולמי (COVID-19). יש הסוברים שמקור המגפה במעשי ידי אדם אשר הביאו לעלייה בסיכון להתפשטות מחלה זואונוטית על ידי בעלי חיים. המגפה מתוארת על ידי ארגון הבריאות העולמי (World Health Organization – WHO) כזעזוע העולמי הגדול ביותר זה עשרות שנים, המשפיע על היבטים רבים של חיינו, לרבות בריאות וסביבה.

בדוח נידונים נושאים הנכללים בתחום בריאות וסביבה, נושאים שבמשך שנים הם חלק מסדר היום המדעי והרגולטורי בישראל ובמדינות אחרות. מגפת הקורונה, לעומת זאת, נכנסה לחיינו רק לאחרונה, ונכון לזמן כתיבת שורות אלו המשבר עדיין בעיצומו. המידע על השפעות הנגיף על בריאות האדם וכן על הקשר האפשרי לסביבה ולזיהום סביבתי הולך ונאסף, והוא מתעדכן כל העת.

בחודשים הראשונים להתפשטות המגפה דווח על השפעותיה הראשוניות על סוגיות בבריאות וסביבה, השפעות שנבעו מהסגר שהוטל ברחבי העולם ומהשינויים שנגרמו באורחות החיים. לדוגמה, הריחוק החברתי והגבלת התנועה הדגישו את חשיבות קיומם של שטחים ירוקים בערים ואת הצורך בתכנון עירוני הכולל שטחים פתוחים ומסלולים להולכי רגל ולרוכבי אופניים, בייחוד בערים המאוכלסות בצפיפות.¹ אי לכך, ערים רבות ברחבי העולם פועלות להפוך כבישים וחניונים לשטחים ירוקים ולמדרחובים ומקדמות תשתיות לרוכבי אופניים ולהולכי רגל.² גם בתל אביב נוספו מדרחובים בעקבות המגפה.³ אומנם השינויים שנעשו במרחב העירוני טומנים בחובם פוטנציאל להגברת הפעילות הגופנית, ועם זאת, המשבר הוביל לירידה ניכרת ומתמשכת בשימוש בתחבורה ציבורית ועל כן – להסתמכות על כלי רכב פרטיים.

משבר הקורונה, המחייב שימוש נרחב בתכשירי חיטוי בשטחים ציבוריים סגורים, ובכלל זה בבתי ספר ובגני ילדים, חידד בישראל פערים ברגולציה. שלא כבארצות הברית ובאירופה, בישראל אין מסגרת רגולטורית לאישור תכשירי חיטוי המיועדים לשימוש בשטחים אלה. בכניסה לכמה מבני ציבור בארץ הותקנו מנהרות חיטוי. אומנם משרד הבריאות מתנגד לשימוש מסוכן כזה בתכשירי חיטוי, אך בשל היעדר מסגרת רגולטורית אין למשרד סמכות לאסור זאת.

שמונה חודשים לאחר פרוץ המגפה עודנו לומדים את מכלול יחסי הגומלין בין המגפה ובין תחומים בבריאות וסביבה. למשל, השפעת זיהום האוויר או החשיפה לכימיקלים סביבתיים הפוגעים במערכת החיסונית על הפגיעות לנגיף, חומרת המחלה והסיכון לתמותה; התרומה הפוטנציאלית של המגפה לעמידות לאנטיביוטיקה עקב השימוש בכימיקלים אנטי־מיקרוביאליים מיותרים ומזיקים; ההשפעה לאורך זמן של העבודה והלמידה מרחוק על היוממות וזיהום אוויר מתחבורה, והשפעת המשבר על תשומת הלב הפוליטית ועל פעולה בנוגע לשינויי אקלים.

בנייר עמדה שפרסם ארגון הבריאות העולמי מובא מתווה להתאוששות בריאה וירוקה מהמגפה:⁴

- הגנה ושמירה על הטבע, שכן הוא מקור לבריאות האדם – יש לפעול להפחתת פליטות גזי חממה ולצמצום ההשפעות של שינויי האקלים, למניעת זיהום אוויר וליישום שיטות לניהול כימיקלים.
- השקעה בשירותים חיוניים, החל במים ותברואה וכלה באנרגייה ירוקה במוסדות בריאות
- קידום מעבר בריא ומהיר למקורות אנרגייה מתחדשת
- קידום מערכות מזון בריאות ובנות קיימה
- בניית ערים בריאות שראוי לחיות בהן
- הפסקת השימוש בכספי משלם המיסים למימון זיהום

דוח של המשרד להגנת הסביבה תמך במתווה זה וציין את ההזדמנות, עם היציאה ממשבר הקורונה ומהמשבר הכלכלי, לחיזוק המערכת האקולוגית על ידי הימנעות מפרויקטים שפוגעים בטבע.⁵

האיחוד האירופי כבר פרסם הצעת תוכנית להבראה מהמשבר, המנצלת את ההזדמנות לשיפור מערכות הבריאות ולחיזוק הקיימות הסביבתית.⁶ סימנים מוקדמים מעידים שהמגפה והמשבר הכלכלי שנגרם בעקבותיה עשויים להביא בישראל להקלות ברגולציה הסביבתית בטענה שהקלות אלו יסייעו לעסקים שנפגעו מהמשבר.⁷ מגמה זו מצערת לנוכח העובדה שהמגפה הדגישה את ההשלכות הכלכליות של בריאות ציבור ירודה (מחלות כרוניות והחשיפות הסביבתיות התורמות להן) וכן של תשתית ירודה של בריאות הציבור.⁸ הגיעה העת שישראל תפתח יכולת לנתח את היתרונות הכלכליים הטמונים בהפחתת החשיפות לסיכונים סביבתיים, ובכך תשפר את בריאות הציבור כאסטרטגיה לחיזוק הכלכלה. על שיפור תחום הבריאות והסביבה להיות חלק מאסטרטגיה רחבה יותר לשיפור בריאות הציבור, החוסן הציבורי והמוכנות למשברים ארציים, אזוריים ועולמיים עתידיים.

- (1) Nieuwenhuijsen, M. J. (2020). Why cities need green space more than ever? *The Barcelona Institute for Global Health (ISGlobal)*.
https://www.isglobal.org/en_GB/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/-por-que-las-ciudades-necesitan-espacios-verdes-mas-que-nunca-/4735173/0 (retrieved July 2020).
- (2) Climate Interactive (2020). Recovery policies and actions. Section 1. Plans that have been adopted. A. City level.
<https://www.climateinteractive.org/ci-topics/great-recovery-policies/#section-1-city> (retrieved July 2020).
- (3) עיריית תל אביב יפו. בקרוב – 11 מדרחובים נוספים ברחבי העיר.
<https://www.tel-aviv.gov.il/Pages/MainItemPage.aspx?WebID=3af57d92-807c-43c5-8d5f-6fd455eb2776&ListID=81e17809-311d-4bba-9bf1-2363bb9debc&ItemId=1054> (אוחזר ביולי 2020).
- (4) World Health Organization (2020). WHO Manifesto for a healthy recovery from COVID-19.
<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/who-manifesto-for-a-healthy-recovery-from-covid-19> (retrieved July 2020).
- (5) המשרד להגנת הסביבה (2020). **הערכת מצב. יוני 2020.**
- (6) European commission (2020, May 27). *Europe's moment: Repair and prepare for the next generation*. Press release.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_940 (retrieved November 2020).
- (7) Surkes, S. (2020, July 9). Government set to weaken pollution regulations to help business. *The Times of Israel*.
<https://www.timesofisrael.com/government-set-to-weaken-pollution-regulations-to-help-business/>
- (8) Dash, P., Dorling, G., Linzer, K., Ramdorai, A., Remes, J., Rutter, K-A., & Singhal, S. (2020). How prioritizing health could help rebuild economies. *McKinsey Global Institute*.
<https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/how-prioritizing-health-could-help-rebuild-economies?cid=other-eml-alt-mgi-mck&hlkid=e4197390a3d349a2a4796fe79c3d7a8f&hctky=12115283&hdpid=1f9c67f8-fc5f-4357-b3fd-c4ed217bbfc6#> (retrieved July 2020).

תודות

ברצוננו להודות לסוקרים הבאים על תרומתם לדוח:

פרופ' דוד ברודאי, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, המכניון - מכון טכנולוגי לישראל ד"ר אילן לוי, המשרד להגנת הסביבה ד"ר לבנה קורדובה־ביז'נר, המשרד להגנת הסביבה פרופ' איתי קלוג, המחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן־גוריון בנגב	פרק 1 איכות האוויר
פרופ' יעל דובובסקי, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, המכניון - מכון טכנולוגי לישראל גב' אילנה טלר, משרד הבריאות ד"ר רענן רז, בית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית, האוניברסיטה העברית בירושלים - הדסה	פרק 2 איכות אוויר הפנים
מר חיים גבע־הספיל, משרד הבריאות פרופ' לאה רוזן, בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת תל אביב	פרק 3 עשן טבק סביבתי
ד"ר לודה גרויסמן, משרד הבריאות פרופ' אהרון מרואן, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים פרופ' עובדיה לב, המכון לכימיה, האוניברסיטה העברית בירושלים ד"ר שי עזרא, מקורות חברת מים בע"מ	פרק 4 גורמים כימיים במי השתייה
ד"ר פניאלה דותן, המשרד להגנת הסביבה פרופ' בני חפץ, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים גב' ענת לוינגר־אייצ'יי, משרד החקלאות ופיתוח הכפר	פרק 5 קולחים
ד"ר שגיא גבריאלי, המשרד להגנת הסביבה עו"ד טל גרנות, אדם טבע ודין ד"ר לילא שיניחאג־יחיא, משרד החקלאות ופיתוח הכפר	פרק 6 חומרי הדברה
פרופ' רונית אנדוולט, משרד הבריאות; בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה ד"ר ריבה בן־עזרא, משרד החקלאות ופיתוח הכפר ד"ר יעקב שמשוני, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני	פרק 7 מזהמי מזון כימיים

גב' דליה ירום, מכון התקנים ד"ר מיה נגב, בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה גב' לודמילה ניימן, משרד הכלכלה והתעשייה	פרק 8 כימיקלים במוצרי צריכה
פרופ' אהרון טרואן, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים פרופ' רונית מכטינגר, מחלקת יולדות ומיילדות, המרכז הרפואי ע"ש חיים שיבא - תל השומר פרופ' אורה פלטיאל, בית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית, הדסה - האוניברסיטה העברית בירושלים	פרק 9 ניטור ביולוגי
פרופ' סטליאן גלברג, המשרד להגנת הסביבה אינג' גיל כהן, המשרד להגנת הסביבה	פרק 10 קרינה בלתי מייננת
פרופ' נדב דוידוביץ', בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב פרופ' אלון טל, החוג למדיניות ציבורית, אוניברסיטת תל אביב	פרק 11 שינויי אקלים
עו"ד עמית ברכה, אדם טבע ודין גב' שולמית גרמל, משרד הבינוי והשיכון ד"ר אמילי סילברמן, הקליניקה האורבנית, האוניברסיטה העברית בירושלים	פרק 12 תכנון
פרופ' אילנה בלמקר, הפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב פרופ' אילנה שהם-ורדי, הפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב	פרק 13 אוכלוסיות רגישות
פרופ' ליטל קינן-בוקר, המרכז הלאומי לבקרת מחלות, משרד הבריאות; בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה פרופ' רונית קלדרון-מרגלית, בית הספר לבריאות הציבור ורפואה קהילתית, הדסה - האוניברסיטה העברית בירושלים	פרק 14 מדדים ומגמות בבריאות וסביבה
ד"ר אהוד קלינר, משרד הבריאות	הדוח המלא
ד"ר לינדה בירנבאום, בית ספר ניקולס לסביבה, אוניברסיטת דיוק פרופ' מייק בראוור, בית הספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת קולומביה הבריטית	סקירה כללית

