

מקורות

[1] אמנת שמיטה ישראלית. אתר שמיטה ישראלית. www.ishmita.org.il. vision. נצפה ב־8 בנובמבר 2014.

שנת השמיטה ולקיימה כשנה משמעותית בחיי היחיד, הקהילה, החברה והאומה" [1].

גם אתם מוזמנים להצטרף לשינוי.

בקצרה

הצד האפל של מעכבי הבעירה**שי רייכר**

יועץ מדעי לראש שירותי בריאות הציבור, משרד הבריאות
Shay.Reicher@MOH.health.gov.il

שרפות בתוך מבנים מקורן בחנק (ולא בכוחיות), הרי ששימוש בחומרים מעכבי בעירה עלול להעלות את מספר הקורבנות בעת אירוע השרפה או לאחרי.

אצל חיות מעבדה נמצא קשר בין חשיפה כרונית למעכבי בעירה לבין תחלואה בסרטן, עלייה בשכיחות ובחומרה של בעיות קוגניטיביות ומוטוריות, הפרעות בחילוף החומרים וכן עלייה בשכיחות של אוטיזם אצל ולדות שנחשפו למעכבי בעירה בשלב העוברי. אצל בני אדם, מעכבי בעירה מסוגים שונים מוקרים כחומרים המשבשים את פעילותן של המערכת ההורמונלית ושל המערכת העצבית. פגיעה זו מתבטאת במגוון סוגי תחלואה, ובכלל זה שיבוש המאזן המטבולי, פגיעה בהתפתחות מערכת המין, התפתחות עוברית לקויה, וכן עלייה בשכיחות של אלרגיות ושל אסתמה [3].

חשיפה של בני אדם למעכבי בעירה

אופן החשיפה הכרונית למעכבי בעירה בסביבה הביתית הוערך כי כ־80% מהחשיפה הכרונית הכללית של האדם למעכבי בעירה בסביבה הביתית מקורה באבק. אבק זה, שנוצר מבלאי ומשחיקה של מוצרי צריכה ביתיים המכילים מעכבי בעירה, חודר לגוף האדם באופן ישיר דרך הנשימה, דרך המזון או דרך מגע עם העור [5]. בסוף חיי המוצר עלולים מעכבי הבעירה שהוא מכיל לזלוג אל הסביבה, כך שהאדם עלול להיחשף לחומרים אלה גם באופן עקיף, דרך המים, האוויר והאדמה.

אופן הוספת מעכבי הבעירה למוצר והשפעתו על רמת החשיפה מעכבי הבעירה מוספים למוצר באחד משני האופנים הבאים: א. מעכבי בעירה שמוספים במשך תהליך הייצור ויוצרים תרכובות יציבות עם החומר שהמוצר מורכב ממנו (reactive flame retardant); ב. מעכבי בעירה שמוספים אל המוצר המוגמר בשלב האחרון, ואינם נקשרים אליו באופן כימי (retardant additive flame). מעכבי בעירה שאינם קשורים באופן כימי למוצר הם בעלי נטייה גבוהה יותר להשתחרר ממנו לסביבה הביתית כאבק, ועל כן, אופן הוספה זה נחשב בעייתי יותר מבחינה בריאותית.

קבוצות אוכלוסייה בעלות רגישות מיוחדת

בניטור ביולוגי נמצא כי רמות החשיפה הגבוהות ביותר למעכבי בעירה נמצאו אצל עוברים, אצל תינוקות ואצל ילדים צעירים.

בשנים האחרונות החלו להצטבר בספרות המדעית עדויות רבות לנזקים הבריאותיים שעלולים להיגרם לאדם עקב חשיפה למעכבי בעירה בסביבה הביתית. "מעכבי בעירה" הם קבוצה רחבה ומגוונת של כימיקלים המשמשים למניעת התלקחותה של אש, לצמצום התפשטותה ולמזעור נזקה. הודות לתכונות עיכוב הבעירה שמקנים חומרים אלה למוצר המוגמר, עלה בעשורים האחרונים השימוש בהם בארץ ובעולם, כך שכיום הם נפוצים במוצרי צריכה רבים [1].

נזקים עלולים להיגרם הן עקב חשיפה לכמות רבה של חומר בפרק זמן קצר (חשיפה אקוטית, למשל בעת שרפה) הן עקב חשיפה לכמות קטנה של חומר לפרקי זמן ממושכים (חשיפה כרונית, למשל עקב מגע שגרתי עם מוצרי צריכה שמכילים מעכבי בעירה). בעוד שקל באופן יחסי לקשר בין חשיפה אקוטית למעכבי בעירה לבין הנזק הבריאותי הנגרם בעקבותיה, הרי שהנזקים הבריאותיים של חשיפה כרונית מורכבים להערכה, וזאת מאחר שההשלכות הבריאותיות של החשיפה עלולות להתגלות שנים רבות לאחר מועד החשיפה [2].

נזקים בריאותיים המיוחסים למעכבי בעירה

בעת חשיפה אקוטית גורמים מעכבי הבעירה לפליטה מוגברת של עשן, של פיח ושל גזים רעילים לחלל המבנה. בניסוי מבוקר הושוו תוצרי השרפה של ספוג המכיל חומר מעכב בעירה מסוג pentabDE, לאלה של ספוג שאינו מכיל מעכב בעירה זה. נמצא כי הספוג עם מעכב הבעירה פלט בעת שרפתו פי שניים יותר עשן, פי שבעה יותר פחמן חד-חמצני וכמעט פי 70 יותר פיח ביחס לפליטות של ספוג מאותו סוג שלא הוספו לו מעכבי בעירה [4]. יודגש כי מעכב בעירה מסוג זה אמנם נאסר לשימוש בהתאם לאמנת שטוקהולם כבר בשנת 2001, אך שאריות שלו מזהמות עד היום סביבות מגורים שהוא אושר בהן לשימוש בעבר. מאחר שידוע כי מרבית הפגיעות הפיזיולוגיות ומקרי התמותה עקב

לקבוצה זו, דמיון ברמה המולקולרית לחומרים החשודים כבעלי השפעה מזיקה על הבריאות מרמז כי גם הם עלולים להיות רעילים לאדם.

דרכים לצמצם את החשיפה למעכבי בעירה ואת הסכנות הבריאותיות שעוללות להיגרם עקב השימוש בהם

מאחר שלשימוש במעכבי בעירה עשוי להיות יתרון בתנאים מסוימים, הרי שיש לשקול מהי מידת הכדאיות של השימוש בהם במוצרים שונים. שיקול זה צריך להתבסס על תהליך מסודר של הערכת סיכונים, שיבוצע באופן פרטני לגבי כל מוצר וכל שימוש.

ככלל, יש להעדיף שיפור בעמידות של מוצרים לאש בדרכים חלופיות, שאינן מצריכות שימוש במעכבי בעירה. חלופות אלה יכולות להתבסס על שינויים מבניים, טכניים או עיצוביים במוצר המוגמר. כדי להצדיק הוספה של מעכבי בעירה למוצרים צריך להוכיח את היתרונות שבפעולה זאת ביחס להשלכות השליליות האפשריות שלה על בריאות האדם. יש לבדוק כי מעכב הבעירה עצמו ונגזרותיו, כפי שהן מצויות במוצר הסופי, אינם מזיקים לבריאות האדם בעת חשיפה שגרתית. יש להביא בחשבון את סוג מעכב הבעירה, את אופי החומר הדליק שמעכב הבעירה הוכנס אליו, את אופן הוספת מעכב הבעירה למוצר המוגמר, את דרכי הזיהום האפשריות שמקורן בחומר או במוצר (שאיפה, בליעה או מגע עם העור), וכן את ההשלכות הסביבתיות של הטיפול במוצר עם סיום חייו.

נמצא כי עוברים נחשפים למעכבי בעירה דרך השליה, וכי תינוקות ופעוטות עלולים להיחשף למעכבי בעירה דרך חלב אם. פעוטות שזוחלים על הרצפה ונוהגים להכניס ידיים לפה, עלולים להיחשף לרמה גבוהה של מעכבי בעירה לאחר מגע עם אבק ביתי, ועל כן, לעתים רמות מעכבי הבעירה ברקמות גופם גבוהות עד פי שלושה ביחס לרמתם של מעכבי בעירה אלה בגוף האם [5]. מבחינה טוקסיקולוגית, השלב ההתפתחותי המאפיין קבוצות גיל אלה, מעלה את הרגישות של הנחשפים לנזקים הבריאותיים המיוחסים לחומרים אלה.

זמינות הידע לגבי בטיחות השימוש במעכבי בעירה

באופן כללי, ניתן להגדיר בנקודת זמן זו שלוש קבוצות עיקריות של חומרים מעכבי בעירה על פי זמינות המידע המדעי לגביהם:

- א. חומרים שהוכחו כמסוכנים לבריאות האדם, ובהתאם לכך נאסרו השימוש, היצוא, היבוא והסחר בהם. עם חומרים אלה נמנים בעיקר כימיקלים מקבוצת ה-PBDEs, שנאסרו לשימוש בהתאם לאמנת שטוקהולם.
- ב. חומרים שמוותרים לשימוש, וטרם הוכחו כמסוכנים באופן ודאי. לאחרונה מופיעות יותר ויותר עדויות ממחקרים המצביעות על כך שגם לחומרים אלה עלולה להיות השפעה שלילית על בריאות האדם.
- ג. חומרים שהוצעו לאחרונה כמעכבי בעירה, אך טרם הובררה מידת הסכנה הטמונה בשימוש בהם. יודגש כי בהקשר



שירותי הכבאות מעוניינים להוסיף חומרים מעכבי בעירה למזרנים, אך משרד הבריאות מתנגד בשל חשש לנזק בריאותי כתוצאה מחשיפה ארוכת טווח לחומרים מסוכנים | צילום: קרטיס פרי ©

מקורות

- [1] Cordner A, Mulcahy M, and Brown P. 2013. Chemical regulation on fire: Rapid policy advances on flame retardants. *Environmental Science and Technology* 47(13): 7067–7076.
- [2] Darnerud PO. 2003. Toxic effects of brominated flame retardants in man and in wildlife. *Environment International* 29(6): 841–853.
- [3] DiGangi J, Blum A, Bergman A, 2010. San Antonio statement on brominated and chlorinated flame retardants. *Environmental Health Perspectives* 118(12): A516–518.
- [4] Jayakody C, Myers D, Sorathia U, and Nelson GL. 2000. Fire-retardant characteristics of waterblown molded flexible polyurethane foam materials. *Journal of Fire Sciences* 18: 430–455.
- [5] Lunder S, Hovander L, Athanassiadis I, and Bergman A. 2010. Significantly higher polybrominated diphenyl ether levels in young U.S. children than in their mothers. *Environmental Science and Technology* 44(13): 5256–5262.

כך, למשל, יש הצדקה להשתמש במעכבי בעירה בציפוי הפלסטי של כבלי חשמל. הצדקה זו נובעת מכך שמצד אחד לכבלים אלה פוטנציאל גבוה להתלקחות עקב ייעודם, ומצד שני, מינון מעכבי הבעירה בהם נמוך, זליגתם של מעכבי הבעירה מהם נמוכה, וכן משך המגע הישיר והעקיף של האדם איתם אינו ממושך. מנגד, ישנם מוצרים שהחיסרון הכרוך בשימוש במעכבי הבעירה בהם עלול לעלות על יתרון השימוש בהם – למשל מוצרי צריכה כמו ריהוט ביתי ומזרנים. בשימוש שגרתי, למוצרים אלה פוטנציאל התלקחות נמוך יחסית, מינון מעכבי הבעירה בהם גבוה יחסית, זליגת מעכבי הבעירה מהם עלולה להיות משמעותית, ומשך המגע של האדם עם מוצרים אלה ממושך. לאחרונה קידמה הרשות הארצית לכבאות ולהצלה תקינה רשמית, לפיה יש לחייב הוספה של מעכבי בעירה למזרנים. לאחר הערכת סיכונים מקיפה שבוצעה במשרד הבריאות בהקשר זה, הוחלט במשרד הבריאות להתנגד ליוזמה זו.



העגורים החורפים והחולפים בעמק החולה. מטרת מחקר זה הייתה לקבוע את אזורי הקינון של העגורים שחורפים וחולפים בעמק החולה. ידע מסוג זה יסייע לתכנן ולפתח תכניות ממשק יעילות.

בטבע קיימים יסודות בעלי מספר איזוטופים יציבים (כולומר שאינם מתפרקים רדיואקטיביים). ההתנהגות הכימית של תרכובות שנמצא בהן האיזוטופ השכיח פחות, זקה כמעט להתנהגותן של אלה שנמצא בהן האיזוטופ השכיח. אף על פי כן, בעזרת מדידות מדויקות ניתן להבחין בשינויים זעירים ביחסי הריכוזים של האיזוטופים. מדידות של יחסי איזוטופים יציבים ברקמות של בעלי חיים הוכחו כאפקטיביות למחקר של הקשרים הגאוגרפיים בין אוכלוסיות נודדות בשלבים שונים של מהלך המחזור השנתי שלהן [2]. יעילות שיטה זו מבוססת על העובדה שכל פרט נושא ברקמותיו האינטריות, העשויות קרטין, חותמת איזוטופית של האזור הגאוגרפי שהרקמה נוצרה בו (הכוונה לרקמות שאינן משתנות לאחר היווצרותן, כמו נוצות וטפרים). לדוגמה, העגורים מחליפים את כל נוצות התעופה בתקופת הקיץ, לפני היציאה לנדידת הסתיו. לכן, בשימוש בשיטה האיזוטופית – כל לכידה מספקת מידע על מיקום האזור שהנוצות נוצרו בו. לעומת זאת, טיבוע מצריך לכידה חוזרת, שהסבירות לה נמוכה מאוד. כמו כן, דגימת הרקמה האינטרית מאפשרת פגיעה מינימלית בבעל החיים.

במחקר זה נעשה שימוש באיזוטופים יציבים של חמצן ($\delta^{18}\text{O}$), שמתאפיינים בדגם גאוגרפי גלובלי וצפוי במרחב. באופן מסורתי

אנחנו יודעים איפה היית בקיץ (אם אתה עגור)

ששה פקארסקי^[1], אלון אנגרט^[2], ורן נתן^[1]

^[1] המחלקה לאקולוגיה, אבולוציה והתנהגות, המכון למדעי החיים ע"ש אלכסנדר סילברמן, האוניברסיטה העברית בירושלים
^[2] החוג למדעי הסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים
^[3] המכון למדעי כדור הארץ ע"ש פרדי ונדין הרמן, האוניברסיטה העברית בירושלים
 alexandr.pekarsky@mail.huji.ac.il *

בשני העשורים האחרונים גדלה אוכלוסיית העגור האפור (*Grus grus*) בעמק החולה מפחות מ-100 פרטים לכ-35,000 פרטים חורפים בשנים האחרונות. הגידול החד התרחש בעקבות ההצפה המחודשת של חלק מאדמות הכבול ליצירת אגמון החולה וכן בעקבות שינוי בממשק החקלאי בעמק, ובפרט גידול אינטנסיבי של בוטנים. כיום עמק החולה הוא אחד מאתרי החריפה והמנוחה החשובים עבור העגורים, והוא מנקז לתוכו כ-10% מהאוכלוסייה העולמית. העלייה המתמדת במספר העגורים החורפים הביאה לקונפליקט הולך וגובר עם החקלאים באזור ולאיום אקולוגי עקב צפיפות יתר^[1]. בשנים האחרונות נעשו מאמצים רבים לעקוב אחרי העגורים באמצעות סימונם בעזרת טיבוע ומשדרים, אך למרות מאמצים אלה ידוע רק מעט על אזורי התפוצה בקיץ של