דוח מסכם: הערכת פוטנציאל הסיכון של חומרי הדברה לצמצום הרעלות חיות בר

ימימה דוכין רפ, אורי נוה, עופר שטייניץ, אוהד הצופה



פברואר 2025, הרעלה משימוש בתכשיר החקלאי 'נמקור'. צילום: אילן שיפמן.

תוכן עניינים

תקציר 3
הרעלות חיות בר בתהליך הייצור החקלאי 3
מדדים בינלאומיים להערכת סיכון מחומרי הדברה 4
מתודולוגיה להערכת פוטנציאל הסיכון של חומרי ההדברה 5
תוצאות 7
דיון 12
מגבלות המתודולוגייה 12
פערים רגולטוריים והצורך בבחינה מחודשת בישראל 12
מיפוי הסיכון לחיות הבר לפי ממצאי המתודולוגיה 13
יישום ממצאי המתודולוגיה 13
תודות 14
מקורות 14
נספח 1: רגולציה על חומרי הדברה חקלאיים 18
נספח 2: הקטגוריות והפרמטרים לקביעת ציון החומרים הפעילים ושיטת הניקוד. 19
נספח 3: סיווג, הגדרת הפרמטרים ומשמעותם 20

תקציר

חומרי ההדברה הם כלי חיוני להגנה על גידולים חקלאיים מפני מזיקים ומחלות, אך השימוש בהם מוביל לפגיעה בבריאות האדם, בבריאות הסביבה ובמגוון הביולוגי, לרבות תמותה של חיות בר. כיום אין בישראל כלי להערכת הסיכון של חומרי הדברה לחיות הבר, ולכן קיים קושי בניהול הסיכונים ובתיעדוף פעולות מניעה. בעבודה זו פיתחנו מתודולוגיה להערכת פוטנציאל הסיכון של חומרי ההדברה לחיות הבר המשלבת מידע רגולטורי, אקוטוקסיקולוגי, סביבתי וחקלאי. המתודולוגיה יושמה על מאגר החומרים להגנת הצומח של משרד החקלאות ובטחון המזון, ומתוכם זוהו 107 חומרים בעלי פוטנציאל סיכון שעברו הערכה מורחבת. חומרים אלו דורגו לפי פוטנציאל הסיכון שלהם לחיות הבר, כאשר 40% מהחומרים בעלי הציונים הגבוהים ביותר הוגדרו כבעלי פונציאל סיכון גבוה. קבוצה זו כוללת חומרים הידועים כמעורבים באירועי הרעלה בישראל ובעולם, לצד חומרים שלא זוהו עד כה כגורמי הרעלה. בנוסף, נכללו כלל החומרים המאושרים בישראל לציפוי זרעים ורוב החומרים המיושמים כפיתיון- שתי שיטות יישום הידועות כבעלות פוטנציאל סיכון גבוה לחיות בר. בשלב הבא תבוצע הערכה של החשיפה בפועל עבור החומרים בעלי פוטנציאל הסיכון הגבוה, לגיבוש מדד סיכון. גישה זו מאפשרת לתעדף ולמקד פעולות מניעה לחומר פעיל, במטרה לצמצם את הפגיעה בחיות הבר במרחב החקלאי.

הרעלות חיות בר בתהליך הייצור החקלאי

החקלאות האינטנסיבית מהווה רכיב מרכזי בביטחון המזון של מדינת ישראל, וחומרי ההדברה הם מרכיב חיוני במערכת זו. יחד עם זאת, שטחי החקלאות ממלאים תפקיד נוסף. הם מהווים מרכיב מרכזי במערך השטחים הפתוחים, בשמירה על הרצף האקולוגי ותפקוד המערכות הטבעיות. לכן, לאופן ניהול השטחים החקלאיים יש השפעה ישירה ומכרעת על מצב המגוון הביולוגי ועל יכולת המערכות האקולוגיות לתפקד לאורך זמן. ידוע, כי חומרי הדברה מהווים גורם מרכזי לפגיעה במגוון הביולוגי באמצעות השפעות ישירות ועקיפות. לכן, שימוש מושכל, מדויק ואחראי בחומרי הדברה בשטחים הפתוחים חיוני לתפקוד המערכת האקולוגית, לבריאות האדם ולשמירה על חיות הבר[1–5].

על אף עבודה ארוכת שנים והשקעת משאבים על ידי רשות הטבע והגנים, הרעלות מחומרי הדברה חקלאיים ממשיכות להוות איום מרכזי וחמור על אוכלוסיית חיות הבר בישראל, לרבות פגיעה במינים נדירים עד הכחדתם[6–10]. בעבר התמקדה המערכת בהרעלות שבוצעו בכוונת זדון, אשר מהוות גם כיום 88% מכלל ההרעלות המתועדות ובניסינות לאכיפה נקודתית. עם זאת, נתונים המתחילים להצטבר והנחות מושכלות מצביעות על כך שקיימת תמותה המוערכת בחסר של חיות בר מהרעלות המתבצעות במסגרת פעילות חקלאית, המהוות כיום 3% מכלל ההרעלות המתועדות[7,10]. בעוד שלמקרי הרעלה זדוניים קיים בסיס ידע רחב, בהרעלות חקלאיות קיימים פערי מידע משמעותיים

ונדרשת השקעה ממוקדת באיסוף נתונים ומידע. על ידי כך, נוכל לבצע ניהול סיכונים אפקטיבי המשלב באופן מובנה ומבוסס נתונים את השפעות השימוש בחומרי הדברה על חיות בר בתהליך הייצור החקלאי.

הרעלות משימוש חקלאי עשויות להתרחש עקב שימוש שאינו תואם את הוראות התווית והן בעת שימוש חוקי בהתאם להוראות התווית (נספח 1). אירוע הרעלה שמקורו בשימוש שאינו תואם את הוראות התווית התרחש בשנת 2024 בנגב, בו הורעלו 7 פרטים של צבי ישראלי (*Gazella gazella*) ובהן חמש נקבות בהריון, מהתכשיר 'רוש-80' (Sodium fluoroacetate)[11]. אירוע הרעלה נוסף שמקורו בפעילות חקלאית התרחש ב-2025 בנגב, בו הורעלו למעלה מ-1170 דיות (*Milvus migrans*) ועיט צפרדעים (*Clanga clanga*) עקב שימוש בתכשיר ההדברה 'נמקור' (Fenamiphos)[12]. תמותה נוספת מ'נמקור' התגלתה ב-2025 בנגב, כאשר 40 זרעיות השדה (*Alauda arvensis*) ודיה הורעלו בעקבות שימוש חקלאי בהתאם להוראות התווית. ההרעלה התרחשה אף על פי שהתקבלה התראה מוקדמת מהחקלאי על יישום התכשיר לצד פעילות מוגברת להברחת עופות בשדה[13]. ארועים אלו זכו לתשומת לב ציבורית רחבה, אך הם רק חלק מתופעה מתמשכת של פגיעה בחיות בר כתוצאה משימוש בחומרי הדברה במהלך הייצור החקלאי.

בעוד שהרעלות זדוניות מאופיינות בעיקר בהרעלות אקוטיות של חולייתנים גדולים ושימוש במספר מצומצם של רעלים הניתנים לגילוי בבדיקות מעבדה, הרעלות משימוש חקלאי מורכבות לאיתור ואיפיון. המורכבות נובעת בין היתר ממגבלות מידע וניטור, יכולת מוגבלת בזיהוי חומרים בבדיקות מעבדה, היעדר יכולת גילוי של הרעלות כרוניות וכן הרעלות אקוטיות של בעלי חיים קטנים הנעלמים מהשטח במהירות על ידי טריפה. מקור מרכזי למורכבות זו הוא המגוון הרחב של חומרי ההדברה המצויים בשימוש חקלאי העשויים להוות גורמי הרעלה, והיישום הרחב שלהם במרחב החקלאי.

בעקבות הפערים המשמעותיים בידע וביכולת הזיהוי של הרעלות חקלאיות, נדרש כלי שיאפשר להעריך את פוטנציאל הפגיעה של חומרים פעילים שונים ולתעדף את מאמצי מניעת ההרעלות בהתאם. הערכת פוטנציאל הסיכון של כל חומר יהווה בסיס למיקוד מאמצי מניעה מושכלים על ידי גיבוש צעדים פרטניים כגון פעולות רגולציה, פיקוח, אכיפה, זיהוי, ניטור, הסברה ועוד.

מדדים בינלאומיים להערכת סיכון מחומרי הדברה

בעולם נעשה שימוש במדדים כמותיים שונים להערכת הסיכון מחומרי הדברה למגוון הביולוגי ולסביבה. בין המדדים העיקריים נמצאים ה-Pesticide Load Indicator (PLI) [14,15] וכן מדד ה- Total Applied Toxicity (TAT) [16]. בשני מדדים אלו מתקבל עומס רעילות של חומר פעיל על קבוצות אורגניזמים שאינם המטרה[17]. מדדים אלו מתבססים על ערכי רעילות בינלאומיים עבור קבוצות מיני

מפתח ועל נתוני שימוש לחומר פעיל הנלקחים מסקרי שימוש ומאגרי מכירות לאומיים של חומרי הדברה. דוגמאות לכך הן הסקר המדגמי הבריטי Pesticide Usage Survey והערכות השימוש של ה-USGS בארה"ב[18].

בעזרת הרחבה של מדד הTAT (Aggregated TAT)[16] ניתן אף לחשב סיכון אקולוגי כולל המאפשר השוואה בין מדינות ומעקב אחר מגמות הפחתה ברמה לאומית או עולמית. זאת על ידי סכימת עומסי החומרים הפעילים עבור כל קבוצת מינים, נרמול לשטח החקלאי, שקלול לפי חשיבות אקולוגית של קבוצות המינים ולבסוף סכימה של כלל קבוצות המינים.

מדדים אלו מיושמים במדינות שונות לצורך זיהוי חומרי ההדברה התורמים באופן המשמעותי ביותר לעומס הרעילות על קבוצות מינים שונות, וכן לאיתור אזורים גאוגרפיים שבהם הסיכון הסביבתי הוא הגבוה ביותר. שילוב מידע זה מספק בסיס לגיבוש מדיניות, להגנה ולשיקום של המגוון הביולוגי, וכן לתעדוף פעולות הפחתת סיכון במרחבים ובחומרים בעלי ההשפעה המשמעותית ביותר[19,20].

בישראל, מעקב ודיווח על מכירה ושימוש בחומרי הדברה לוקים בחסר ונתוני השימוש אינם נאספים. סקרים המתבצעים על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס)[21] מפורסמים ברמת קבוצות חומרים שאינן מספקות רזולוציה מספקת לחישוב הסיכון מחומרי ההדברה. לפיכך, המתודולוגיה המוצגת במאמר פותחה לצורך הערכת פוטנציאל הסיכון של חומרי ההדברה לחיות הבר גם בהיעדר נתוני שימוש מפורטים.

מתודולוגיה להערכת פוטנציאל הסיכון של חומרי ההדברה

עבודה זו מציגה פיתוח מתודולוגיה להערכת פוטנציאל הסיכון של חומרי ההדברה לחיות הבר, המשלבת מידע רגולטורי, אקוטוקסיקולוגי, סביבתי וחקלאי לכדי כלי יישומי להערכת סיכון. המתודולוגיה מאפשרת זיהוי חומרים בעלי פוטנציאל סיכון גבוה במסגרת הפעילות החקלאית, ומבססת תהליך קבלת החלטות מושכל ומבוסס נתונים לצורך צמצום הפגיעה בחיות הבר, עם התמקדות בחולייתנים יבשתיים. באמצעות התאמת הגדרת הקטגוריות ושינוי המשקלים המשפיעים על הדירוג, ניתן ליישם את המתודולוגיה גם עבור קבוצות מינים נוספות.

בשלב הראשון הוגדרו קריטריונים לסינון ראשוני של חומרים פעילים בעלי פוטנציאל סיכון לחיות הבר מתוך מאגר החומרים המאושרים לשימוש להגנת הצומח על ידי משרד החקלאות ובטחון המזון, הכולל למעלה מ־300 חומרים פעילים. הקריטריונים הם:

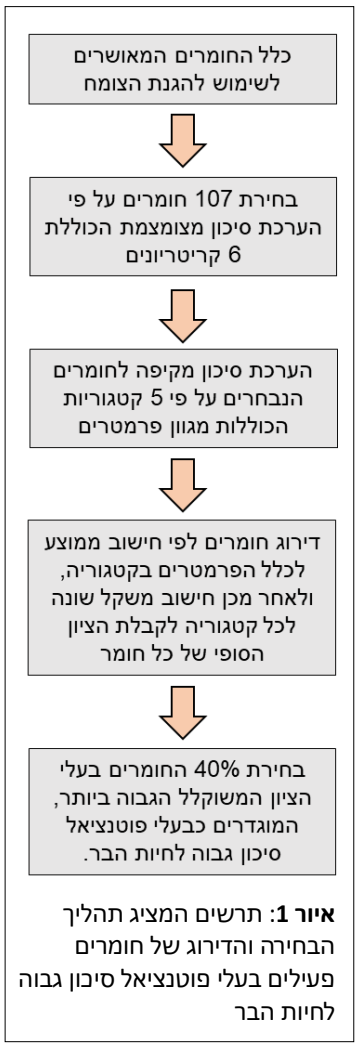
1. חומרים המסווגים כקוטלי מזיקים (קוטלי אקריות, נמטודות, מכרסמים ועוד) בדרגת רעילות I (רעיל ביותר), II (רעיל) ו-III (מסוכן לבריאות)[22]. זאת משום שקוטלי המזיקים מתבססים על מנגנוני פעולה הפוגעים באופן ישיר במערכות הקיימות בחולייתנים יבשתיים.
2. חומרים בדרגת רעילות I ו-II מכלל החומרים במאגר (כגון קוטלי עשבים ופטריות). זאת משום שתיתכן פגיעה שאינה ישירה של חומרים בעלי רעילות גבוהה.
3. חומרים שעברו רביזיה ונשארו בשימוש, בדרגת רעילות III. עצם הבחינה מחדש מצביעה על מסוכנות פוטנציאלית של החומר, גם בהיעדר עדות לפגיעה ישירה בחיות בר.
4. חומרים שתועדו בסקר ספרות באירועי הרעלה בעולם.
5. חומרים שהתגלו בבדיקות מעבדה בארועי הרעלה בישראל.
6. חומרים ממשפחת הנאוניקוטינואידים (Neonicotinoids) בכל דרגות הרעילות. זאת, עקב סקירה ספרותית שבוצעה ברט"ג שתוצאותיה הצביעו על סיכון גבוה הנובע מחומרים אלו לחיות הבר[23].

בשלב השני בוצעה הערכת סיכון מורחבת ל-107 החומרים שנכנסו לרשימה, בהתבסס על חמש קטגוריות מרכזיות, כאשר בכל קטגוריה הוגדרו פרמטרים ייעודיים (נספח 1):

1. פרופיל סיכון כללי: מידע על רעילות החומר ורלוונטיות להרעלות בארץ ובעולם[24–36].
2. נתונים חקלאיים: אופן יישום, ימי שארית[24].
3. רגולציה: סטטוס רישוי במדינות מפותחות[37,38].
4. אקוטוקסית הממוקדת בחולייתנים יבשתיים[17].
5. פרמטרים סביבתיים וכן אקוטוקסיים המתמקדים באורגניזמים שאינם חולייתנים יבשתיים[17].

אופן חישוב הניקוד ליצירת הדירוג של החומרים בהערכת הסיכון (נספח 1):

1. כל קטגוריה מכילה מספר משתנה של פרמטרים.
2. כל פרמטר קיבל ניקוד פנימי לפי רמת המסוכנות.
3. הניקוד בכל קטגוריה שוקלל על ידי חישוב הממוצע של כלל הפרמטרים.
4. כל קטגוריות קיבלה משקל לפי חשיבות.



איור 1: תרשים המציג תהליך הבחירה והדירוג של חומרים פעילים בעלי פוטנציאל סיכון גבוה לחיות הבר

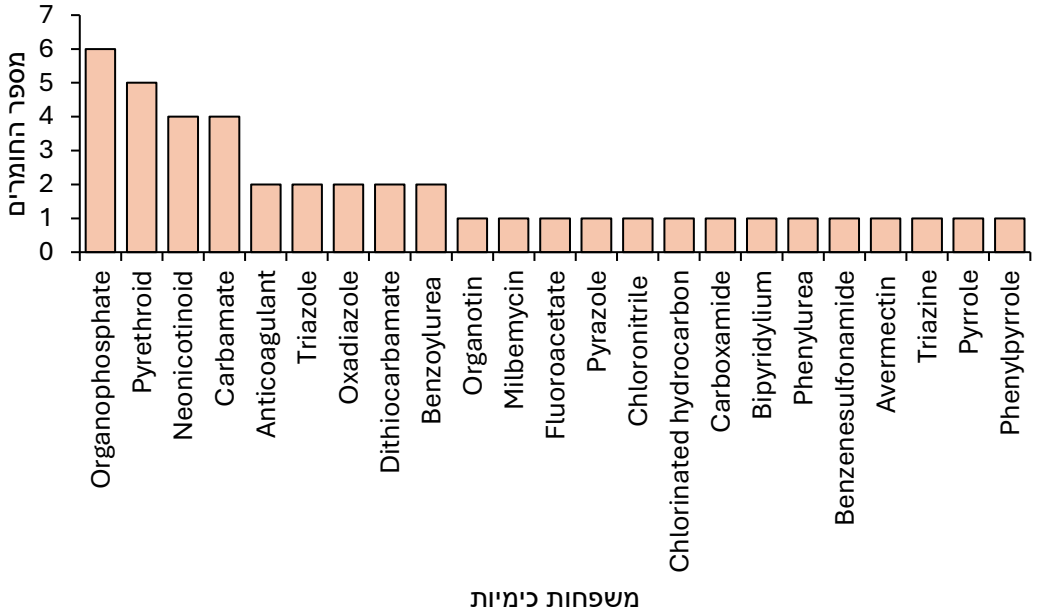
לאחר מכן, קובצה רשימה של 40% החומרים בעלי הציון המשוקלל הגבוה ביותר. 43 חומרים פעילים אלו, המוצגים בטבלה מספר 1, מוגדרים כחומרים בעלי פוטנציאל סיכון גבוה לחיות הבר (איור 1).

תוצאות

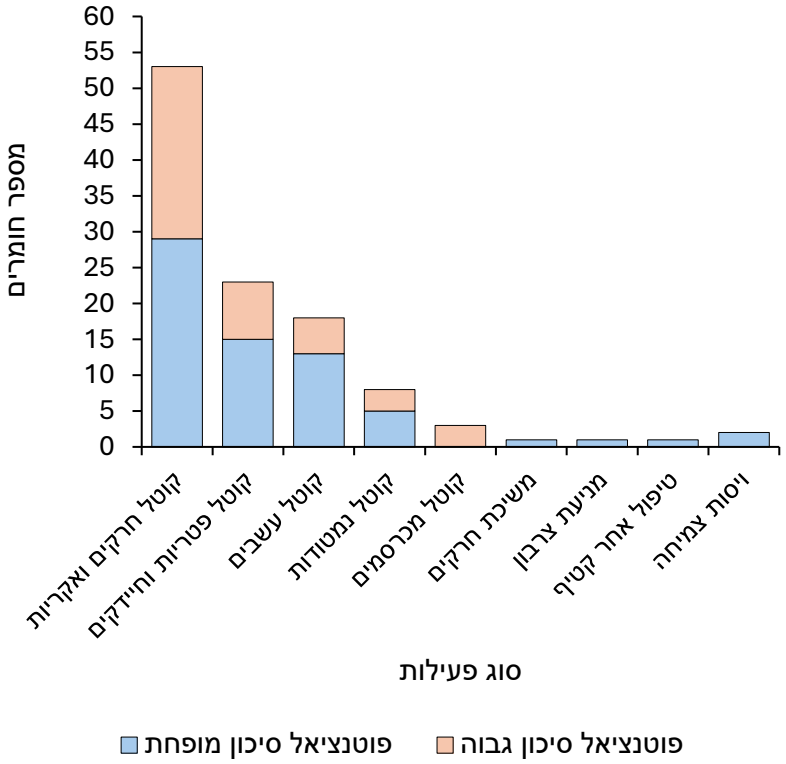
תוצאות המתודולוגיה מוצגות בטבלה 1, הכוללת את החומרים הפעילים שדורגו כבעלי פוטנציאל הסיכון הגבוה ביותר לחיות הבר. ברשימת 43 חומרים אלו נמצאים כלל החומרים הידועים כגורמי הרעלות מרכזיים, ביניהם ארבעה קרבמטים (Carbamates), שני נוגדי קרישה (Anticoagulants), סודיום פלואורואצטט (Sodium fluoroacetate) ושישה זרחנים אורגניים (Organophosphates) (טבלה 1, איור 2).

ברשימה נמצאים בנוסף ארבעה נאוניקוטינואידים (Neonicotinoids) וחמישה פירתרואידים (Pyrethroids) הידועים בפוטנציאל הסכנה הגבוה שלהם למערכות אקולוגיות, לבעלי חיים ולסביבה. למרות זאת, בישראל המודעות להשפעות השימוש השכיח הקיים בחומרים אלו על חיות הבר עדיין נמוכה. חומרים נוספים ברשימה הם חמישה קוטלי עשבים, שמונה קוטלי פטריות, קוטל נמטודות אחד ושבעה קוטלי חרקים ואקריות (טבלה 1, איור 2).

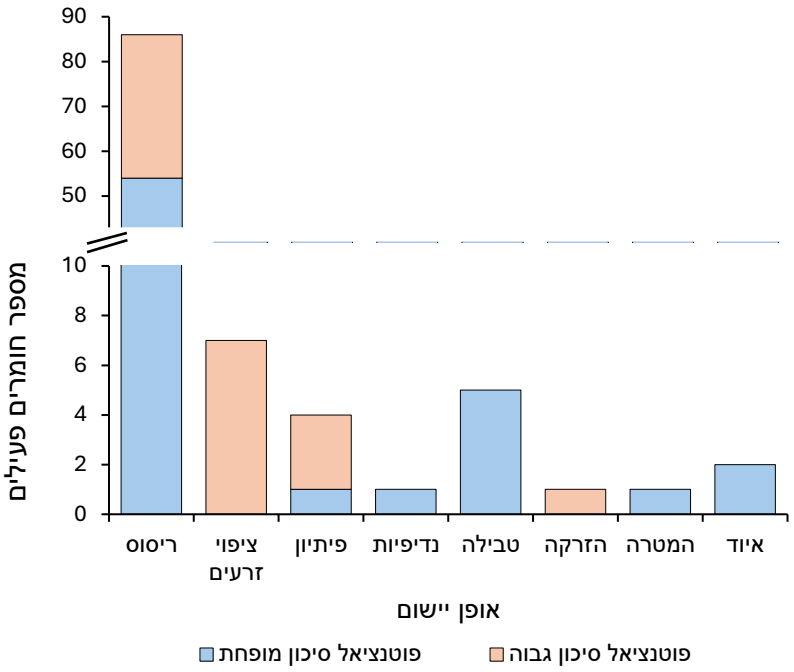
למרות שהרשימה של 107 החומרים מציגה מגוון סוגי פעילות, ברשימה המצומצת של 43 החומרים נכללים רק חמישה סוגי פעילות: קוטלי מכרסמים, קוטלי חרקים ואקריות, קוטלי פטריות וחיידקים, קוטלי נמטודות וקוטלי עשבים (איור 3). בחינת אופן היישום של החומרים מצביעה על כך שכל החומרים המאושרים בישראל לציפוי זרעים נכללים בקבוצת הסיכון הגבוה. בדומה, גם בקרב תכשירים המיושמים כפיתיון, שלושה מתוך ארבעת החומרים נמצאים ברשימה (איור 3). שתי שיטות יישום אלו נחשבות לבעלות פוטנציאל סיכון גבוה לחיות הבר (איור 4).



איור 2: התפלגות לפי משפחות כימיות של 40% החומרים בעלי פוטנציטל הסיכון הגבוה.



איור 3: התפלגות לפי סוג הפעילות של 40% החומרים בעלי פוטנציאל הסיכון הגבוה (כתום) ו-60% החומרים הנותרים בעלי פוטנציאל הסיכון המופחת (כחול).



איור 4: התפלגות לפי אופן היישום של 40% החומרים בעלי פוטנציאל הסיכון הגבוה (כתום) ו-60% החומרים הנותרים בעלי פוטנציאל הסיכון המופחת (כחול). שקלול הציון לגבי חומר פעיל שנמצא במספר תכשירים נעשה לפי שיטת היישום המסוכנת ביותר.

טבלה מספר 1: טבלה זו מציגה את 40% החומרים בעלי הציון המשוקלל הגבוה ביותר, ולכן בעלי פוטנציאל הסיכון הגבוה ביותר לחיות הבר. בטבלה מופיעים **<u>חלק</u>** מהפרמטרים ששימשו לחישוב הציון הכולל של כל חומר. פירוט מלא של כלל הקטגוריות והפרמטרים מופיע בנספח 1, ומשמעותם בנספח 2. הטבלה מבוססת על הערך המחמיר ביותר עבור כל פרמטר. כך, כאשר חומר פעיל מאושר למספר שיטות יישום או מופיע במספר תכשירים עם דרגות רעילות שונות, יוצג בטבלה הערך המחמיר מביניהן, ולפיו ייקבע הציון. בדומה, כאשר קיימים מספר מקורות מידע, כגון ערכי ה-ADI, נבחר הערך המחמיר ביותר. לקבלת הטבלה המלאה נא לפנות למחברי המאמר (YemimaD@npa.org.il).

דירוג	חומר פעיל	סוג פעילות	ADI	דרגת רעילות	הרעלות בעולם	משפחה	הרעלות בישראל	יישום	EU	BCF	רעילות אקוטית ליונקים	רעילות כרונית יונקים	רעילות אקוטית לעופות	רעילות כרונית עופות	התפרקות במים	ציון סופי
1	Fenamiphos	קוטל נמטודות	0.0008	רעיל ביותר	כן	Organophosphate	כן	ריסוס והגמעה	נאסר	מדאיג	גבוהה		גבוהה		persistent	2.84
2	Chlorpyrifos	קוטל חרקים ואקריות	0.001	מסוכן לבריאות	כן	Organophosphate	כן	ריסוס	נאסר	מדאיג	גבוהה	גבוהה	גבוהה	גבוהה	Moderately persistent	2.63
3	Sodium fluoroacetate	קוטל מכרסמים		מסוכן לבריאות	כן	Fluoroacetate	כן	פיתיון	נאסר		גבוהה		גבוהה			2.50
4	Oxamyl	קוטל נמטודות	0.0001	רעיל	כן	Carbamate	לא	ריסוס	נאסר	פוטנציאל נמוך	גבוהה	בינונית	גבוהה	גבוהה	non-persistent	2.46
5	Brodifacoum	קוטל מכרסמים	0.0000005	מסוכן לבריאות	כן	Anticoagulant	כן	פיתיון	נאסר	פוטנציאל גבוה	גבוהה		גבוהה		Moderately persistent	2.46
6	Bromadiolone	קוטל מכרסמים	0.000002	מסוכן לבריאות	כן	Anticoagulant	לא	פיתיון	נאסר	מדאיג	גבוהה		בינונית		Moderately persistent	2.43
7	Methomyl	קוטל חרקים ואקריות	0.0025	רעיל	כן	Carbamate	כן	ריסוס	נאסר	סיכון נמוך	גבוהה		גבוהה		stable	2.31
8	Imidacloprid	קוטל חרקים ואקריות	0.06	מסוכן לבריאות	כן	Neonicotinoid	לא	ציפוי זרעים	נאסר	פוטנציאל נמוך	בינונית	בינונית	גבוהה	גבוהה	stable	2.28
9	Bifenthrin	קוטל חרקים ואקריות	0.015	רעיל	לא	Pyrethroid	כן	ריסוס	נאסר	מדאיג	גבוהה	גבוהה	בינונית	גבוהה	stable	2.25
10	Phosmet	קוטל חרקים ואקריות	0.001	רעיל	כן	Organophosphate	לא	ריסוס	נאסר	פוטנציאל נמוך	בינונית		בינונית		non-persistent	2.24
11	Dimethoate	קוטל חרקים ואקריות	0.001	רעיל	כן	Organophosphate	לא	ריסוס	נאסר	פוטנציאל נמוך	בינונית	גבוהה	גבוהה	גבוהה	Moderately persistent	2.18
12	Cypermethrin	קוטל חרקים ואקריות	0.005	מסוכן לבריאות	כן	Pyrethroid	כן	ריסוס	מועמד להחלפה	מדאיג	בינונית	גבוהה	נמוכה	גבוהה	stable	2.15
13	Formetanate hydrochloride	קוטל חרקים ואקריות	0.00005	רעיל	כן	Carbamate	לא	ריסוס	מאושר	פוטנציאל נמוך	גבוהה		גבוהה		non-persistent	2.12
14	Thiram	קוטל פטריות	0.01	מסוכן	כן	Dithiocarbamates	לא	ציפוי זרעים	נאסר	פוטנציאל נמוך	גבוהה	בינונית	בינונית	בינונית	non-persistent	2.03
15	Pirimiphos-methyl	קוטל חרקים ואקריות	0.004	מסוכן לבריאות	כן	Organophosphate	כן	ריסוס	מאושר	מדאיג	בינונית		גבוהה		persistent	2.08
16	Diquat	קוטל עשבים	0.002	מסוכן לבריאות	לא	Bipyridylium	לא	ריסוס	נאסר	סיכון נמוך	בינונית	גבוהה	גבוהה	גבוהה	stable	2.08
17	Thiamethoxam	קוטל חרקים ואקריות	0.026	מסוכן לבריאות	לא	Neonicotinoid	לא	ציפוי זרעים	נאסר	סיכון נמוך	בינונית	בינונית	בינונית	בינונית	stable	2.08
18	Thiacloprid	קוטל חרקים ואקריות	0.01	מסוכן לבריאות	לא	Neonicotinoid	לא	ריסוס	נאסר	סיכון נמוך	בינונית	גבוהה	גבוהה	גבוהה	stable	2.05
19	Cyhexatin	קוטל אקריות	0.003	מסוכן לבריאות	לא	Organotin	לא	ריסוס	נאסר	פוטנציאל גבוה	בינונית		בינונית		stable	2.03
20	Clothianidin	קוטל חרקים ואקריות	0.097	מסוכן	לא	Neonicotinoid	לא	ריסוס	נאסר	סיכון נמוך	בינונית	בינונית	בינונית	בינונית	stable	1.93
21	Malathion	קוטל חרקים ואקריות	0.03	מסוכן לבריאות	כן	Organophosphate	כן	ריסוס	מוגבל	מדאיג	בינונית		בינונית		non-persistent	1.97

22	Novaluron	קוטל חרקים	0.01	מסוכן לבריאות	לא	Benzoylurea	לא	ריסוס	נאסר	מדאיג	נמוכה		נמוכה		stable	1.96
23	Flusulfamide	קוטל פטריות	0.05	רעיל	לא	Benzenesulfonamide	לא	ריסוס	נאסר	סיכון נמוך	בינונית		גבוהה		stable	1.94
24	1,3 Dichloropropene	קוטל נמטודות	0.0125	משחרר גזים רעילים	לא	Chlorinated hydrocarbons	לא	הזרקה	נאסר	פוטנציאל נמוך	בינונית		גבוהה		non-persistent	1.93
25	Carboxin	קוטל פטריות	0.008	מסוכן	לא	Carboxamides	לא	ציפוי זרעים	נאסר	פוטנציאל נמוך	בינונית	גבוהה	נמוכה	בינונית	stable	1.86
26	Pirimicarb	קוטל חרקים ואקריות	0.02	מסוכן לבריאות	כן	Carbamate	לא	ריסוס	מועמד להחלפה	פוטנציאל נמוך	בינונית	בינונית	גבוהה	בינונית	stable	1.91
27	Cyfluthrin	קוטל חרקים ואקריות	0.003	מסוכן לבריאות	לא	Pyrethroid	לא	ריסוס	נאסר	מדאיג	גבוהה		נמוכה		persistent	1.90
28	Oxadiazon	קוטל עשבים	0.0036	מסוכן לבריאות	לא	Oxadiazole	לא	ריסוס	נאסר	מדאיג	נמוכה		נמוכה		Moderately persistent	1.89
29	Atrazine	קוטל עשבים	0.02	מסוכן לבריאות	כן	Triazine	לא	ריסוס	נאסר	פוטנציאל נמוך	בינונית		נמוכה		Moderately persistent	1.89
30	Chlorfenapyr	קוטל חרקים ואקריות	0.015	רעיל	לא	Pyrrole	לא	ריסוס	נאסר		גבוהה		גבוהה		stable	1.89
31	Tebuconazole	קוטל פטריות	0.03	מסוכן לבריאות	לא	Triazoles	לא	ציפוי זרעים	מאושר	פוטנציאל נמוך	בינונית	בינונית	בינונית	גבוהה	stable	1.87
32	Abamectin	קוטל חרקים ואקריות	0.0005	רעיל	לא	Avermectin	לא	ריסוס	מאושר		גבוהה	גבוהה	גבוהה	גבוהה	stable	1.87
33	Deltamethrin	קוטל חרקים ואקריות	0.01	מסוכן לבריאות	כן	Pyrethroid	לא	ריסוס	מאושר	מדאיג	גבוהה	בינונית	נמוכה	בינונית	stable	1.87
34	Gamma-Cyhalothrin	קוטל חרקים ואקריות	0.0012	מסוכן לבריאות	לא	Pyrethroid	לא	ריסוס	נאסר	מדאיג	גבוהה		נמוכה		persistent	1.86
35	Chlorothalonil	קוטל פטריות	0.015	רעיל	לא	Chloronitrile	לא	ריסוס	נאסר	מדאיג	נמוכה	בינונית	נמוכה	בינונית	non-persistent	1.86
36	Lufenuron	קוטל חרקים	0.015	מסוכן לבריאות	לא	Benzoylurea	לא	ריסוס	נאסר	מדאיג	נמוכה		בינונית		stable	1.85
37	Oxadiargyl	קוטל עשבים	0.008	מסוכן לבריאות	לא	Oxadiazole	לא	ריסוס	נאסר	מדאיג	בינונית		נמוכה		stable	1.85
38	Linuron	קוטל עשבים	0.003	רעיל	לא	Phenylurea	לא	ריסוס	נאסר	פוטנציאל נמוך	גבוהה	גבוהה	בינונית	בינונית	very persistent	1.83
39	Difenoconazole	קוטל פטריות	0.01	מסוכן לבריאות	לא	Triazole	לא	ציפוי זרעים	מועמד להחלפה	מדאיג	בינונית	בינונית	נמוכה	גבוהה	stable	1.82
40	Fludioxonil	קוטל פטריות	0.37	מסוכן לבריאות	לא	Phenylpyrrole	לא	ציפוי זרעים	מועמד להחלפה	מדאיג	נמוכה	נמוכה	נמוכה	בינונית	stable	1.82
41	Tolfenpyrad	קוטל חרקים ואקריות	0.006	רעיל	לא	Pyrazole	לא	ריסוס	נאסר		בינונית		גבוהה		stable	1.82
42	Milbemectin	קוטל חרקים ואקריות	0.007	מסוכן לבריאות	לא	Milbemycins	לא	ריסוס	מאושר	פוטנציאל נמוך	גבוהה		גבוהה		stable	1.81
43	Mancozeb	קוטל פטריות	0.023	מסוכן לבריאות	לא	Dithiocarbamate	לא	ריסוס והגמעה	נאסר	פוטנציאל נמוך	נמוכה	בינונית	נמוכה	בינונית	non-persistent	1.80

דיון

תוצאות המתודולוגיה המוצגות בטבלה 1 מאפשרות לזהות את חומרי ההדברה בעלי פוטנציאל הסיכון הגבוה ביותר לחיות הבר, ובכך מספקות בסיס למיקוד פעולות לצמצום הפגיעה בחולייתנים יבשתיים במרחב החקלאי. הערכת פוטנציאל הסיכון היא דינמית ומתעדכנת באופן רציף, בהתאם לשינויים במערך החומרים הפעילים בשימוש חקלאי, בהתאם לממשקי ההדברה המיושמים בשטח ולפי הערכות הסיכון הבינלאומיות העדכניות ביותר.

<u>מגבלות המתודולוגייה</u>

קיימות מספר מגבלות הנוגעות למבנה הנתונים ואופן הצגתם. קיים פער בין פרמטרים בהם הנתונים ניתנים ברמת התכשיר לבין מבנה הטבלה, המבוסס על חומרים פעילים. פער זה עלול להוביל לניקוד שאינו משקף רמת המסוכנות האמיתית של החומר הפעיל (נספח 2). בנוסף, קיימים פערים בנתונים האקוטוקסיים והסביבתיים של החומרים וכן מספר פרמטרים המבוססים על ידע שנאסף בעיקר מהרעלות זדוניות. כתוצאה מכך, קיימת אפשרות לתעדוף חומרים המזוהים עם שימוש בזדון, גם אם הסיכון בפועל בשימוש חקלאי נמוך יותר.

בנוסף, חלק מהתוצאות מושפעות מהמבנה המעגלי של המתודולוגיה. לדוגמה, מרבית החומרים המדורגים כבעלי פוטנציאל סיכון גבוה הם חומרים המתועדים בארץ ובעולם כגורמי הרעלה. פרמטרים אלו מקבלים ניקוד במסגרת ההערכה ונכללים בחישוב הציון של כל חומר פעיל. בדומה, מרבית החומרים המדורגים כבעלי פוטנציאל סיכון גבוה במתודולוגיה אסורים לשימוש באירופה, פרמטר המקבל ניקוד ונכלל בחישוב הציון. משמע, הפרמטרים המשמשים להערכת הסיכון מהווים גם בסיס למסקנות המתקבלות ממנה. עם זאת, השפעה זו מוגבלת לאור ריבוי הפרמטרים המשוקללים בדירוג.

בכוונתנו להרחיב את הרשימה כך שתכלול הערכת סיכון מקיפה לכלל חומרי ההדברה המאושרים לשימוש. כך, חומרים פעילים שלא נכללו ברשימה אך עלולים להיות מסוכנים לחיות הבר כגון קוטלי עשבים וקוטלי פטריות בדרגת רעילות III ו-IV יעברו אף הם הערכת סיכון מורחבת.

<u>פערים רגולטוריים והצורך בבחינה מחודשת בישראל</u>

מרבית החומרים המוצגים בטבלה 1, שסווגו כבעלי פוטנציאל סיכון גבוה לחיות בר, נאסרו לשימוש באירופה ונאסרו או לחלופין מוגבלים לשימוש בארצות הברית. נתון זה מחזק את הצורך בבחינה רגולטורית בישראל, בה מרבית חומרים אלו זמינים לכל אדם לרכישה ויישום תחת מגבלות התווית[39]. חשוב לציין כי למיעוט מהחומרים קיימות הגבלות רכישה ויישום אף בישראל. לדוגמה Sodium fluoroacetate, שרכישתו מותנית בהיתר מיוחד ממשרד החקלאות ו- Dichlorvos שמוגבל למטרת ניטור על ידי פקחי משרד החקלאות ונאסר לשימוש חקלאי שגרתי.

מיפוי הסיכון לחיות הבר לפי ממצאי המתודולוגיה

עבור חומרים ברשימה שתועדו בעבר כגורמי הרעלה מרכזיים בישראל, כגון Fenamiphos ו-Methomyl, הדירוג הגבוה מחזק את התוקף להמשך ולחיזוק הטיפול בהם. במקרה זה, המתודולוגיה אינה יוצרת ידע חדש אלא מאששת באופן מבוסס־נתונים את הצורך בהתערבות. דוגמה לצעדים הפרטניים הננקטים כבר היום בנמקור הם איתור שדות בהם יש יישום נמקור, ניטור יזום בשדות אלו, גיבוש המלצות למגדלים בשיתוף שה"מ[40], דיון לצמצום סיכונים מול החברה המשווקת ועבודה בין משרדית להתקנת תקנות להגבלת שימוש למורשים בלבד בחומר זה.

חומרים נוספים ברשימה מתחלקים לשתי קבוצות: 1) חומרים המשתייכים למשפחות בעלות פוטנציאל אקוטוקסיקולוגי גבוה ומובר, כגון פירתרואידים ונאוניקוטינואידים, אך שלא תועדו עד כה כגורמי הרעלה מרכזיים בישראל; 2) חומרים אשר אינם מזוהים כגורמי הרעלה על בסיס הידע הקיים, כגון רוב קוטלי העשבים והפטריות. ביחס לשתי קבוצות אלה, המתודולוגיה משמשת כלי להרחבת הידע ובחינה ממוקדת של הסכנה מחומרים אלו לחיות הבר. באופן זה, הטבלה משמשת הן לאימות הטיפול בחומרים הידועים כמסוכנים והן לאיתור מוקדם של סיכונים פוטנציאליים שטרם זוהו בשטח.

יישום ממצאי המתודולוגיה

על מנת להגיע ליישום ממצאי המתודולוגיה בפעולות מניעה במרחב החקלאי, נחוץ שלב עבודה נוסף. ממצאי המתודולוגיה מספקים רשימה מצומצמת של חומרים פעילים בעלי פוטנציאל הסכנה הגדול ביותר לחיות הבר, מתוך כלל החומרים המאושרים לשימוש להגנת הצומח. בשלב הבא נבצע הערכה של החשיפה בפועל עבור קבוצת חומרים זו באמצעות מיפוי דפוסי השימוש בהם. מיפוי זה מורכב לביצוע, ולכן מוגבל עבור רשימה מצומצמת של חומרים. על ידי שילוב ממצאי המתודולוגיה יחד עם דפוסי השימוש, בדומה לנעשה במדדים בינלאומיים שהוצגו, יתקבל מדד המספק את הסיכון של חומר הדברה ספציפי לחולייתנים יבשתיים בישראל.

דוגמה לצורך בשילוב נתוני השימוש של חומרי ההדברה בממצאי המתודולוגיה הוא Pirimiphos-methyl, המדורג גבוה ברשימה (מספר 15) אך מוגבל לריסוס במחסני תבואה ובזרעים לאחר שלב הקטיף ולכן צפוי לייצר חשיפה נמוכה לחיות הבר. לעומתו Chlorothalonil המדורג נמוך יותר ברשימה (מספר 35) אך מיושם באופן נרחב בגידולים שונים בשטחים הפתוחים ולכן צפוי לייצר חשיפה משמעותית לחיות הבר. בדומה לכך, גם מאפייני שימוש נוספים עשויים להשפיע על החשיפה של חיות הבר ועל רמת הסיכון בפועל. כך למשל יישום בחממה לעומת שדה פתוח, היקף הגידולים שבהם נעשה שימוש בחומר, כמות החומר לדונם ומועד היישום במהלך השנה עשויים לשנות את רמת הסיכון בפועל ביחס לדירוג. לכן, החשיבות הגדולה לבחינת היכן, מתי, באיזה היקף ובאילו

גידולים מיושמים תכשירים המכילים חומרים אלו בפועל, המשפיעים ישירות על הסתברות החשיפה של חיות הבר אל חומרים אלו.

במידה ונתוני השימוש יהיו מוגבלים, נפנה למדד עקיף של חישוב פוטנציאל השימוש המתבסס על קילו חומר פעיל ליחידת שטח בהתאם להיקף הגידול וכמות החומר המומלצת ליישום לפי הוראות התווית, אם כי הערכה זו לא בהכרח תשקף את ממשק ההדברה המיושם על ידי החקלאים בשטח.

בעזרת מדד הסיכון מחומרי ההדברה, נתמקד בחומרים המסוכנים ביותר לחיות הבר על ידי בניית תכניות פעולה ייעודיות המותאמות למאפייני השימוש ולפרופיל הסיכון הייחודי לרבות איסוף מידע, ניטור יזום, העלאת מודעות ופעולות הדרכה, רגולציה, שיפור תוויות ובחינת חלופות. בנוסף, נפעל להפחתת הסיכון של חומרים אלו במסגרת בחינה של חומרים פעילים חדשים ותהליכי רביזיה של הועדה הבין משרדית לרישום ורישוי תכשירי הדברה (נספח 1). **כל זה בד בבד עם התאמת הפתרונות למציאות החקלאית ומתוך הבנה כי שמירה על חיות הבר וקיום חקלאות אינטנסיבית ומשגשגת יכולים להתקיים זה לצד זה.** אנו סבורים כי גישה זו, המספקת מדד לסיכון בעלי חיים שמקורו בחומרי ההדברה השונים, תהווה כלי עיקרי לצמצום הפגיעה בחיות הבר במרחב החקלאי בישראל.

תודות

לשיפור ותיקוף המתודולוגיה התייעצנו עם אקוטוקסיקולוגים, ווטרינרים, אקולוגים וחוקרים באקדמיה. תודה לד"ר תומר ניסימיאן, פרופ' אור שפיגל, ערן חקלאי, יעל אורן, ד"ר תמר ברמן, ד"ר חן גוטמן, ד"ר ספי חסקין, ד"ר ליאורה שאלתיאל הרפז, ד"ר אמבר היל, ד"ר נילי אנגליסטר.

מקורות

1. Tang, F. H. M., Lenzen, M., McBratney, A. & Maggi, F. Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nat. Geosci.* 14, 206–210 (2021).

2. Tang, F. H. M., Wyckhuys, K. A. G., Li, Z., Maggi, F. & Silva, V. Transboundary impacts of pesticide use in food production. *Nat Rev Earth Environ* 6, 383–400 (2025).

3. Monnet, A. C., Cairo, M., Deguines, N., Jiguet, F., Vimont, M., Fontaine, C., & Porcher, E. Common birds have higher abundances in croplands with lower pesticide purchases. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences* 293, 20252370 (2026).

4. Wan, N. F., Fu, L., Dainese, M., Kiær, L. P., Hu, Y. Q., Xin, F., ... & Scherber, C. Pesticides have negative effects on non-target organisms. *Nat Commun* 16, 1360 (2025).

5. Fritsch, C., Berny, P., Crouzet, O., Le Perchec, S. & Coeurdassier, M. Wildlife ecotoxicology of plant protection products: knowns and unknowns about the impacts of currently used pesticides on terrestrial vertebrate biodiversity. *Environ Sci Pollut Res* 32, 2893–2955 (2024).

6. לידר, נ., דרור, א., קינג, ה., שקדי, י. הרעלות בעלי-חיים בישראל בשנים 2004-2007: הצגת הבעיה והדרכים לפתרונה. *רשות הטבע והגנים, חטיבת מדע* (2009).

7. שטייניץ, ע. סיכום אירועי הרעלה החל ב-2021. *חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים*, (2025).

8. עיטם לבן-זנב (Haliaeetus albicilla), זרון סוף (Circus aeruginosus), בז נודד (Falco peregrinus).

9. Anglister, N., Gonen-Shalom, S., Shlanger, P., Blotnick-Rubin, E., Rosenzweig, A., Horowitz, I., Hatzofe, O., King, R., Anglister, L., & Spiegel, O. Plasma cholinesterase activity: A benchmark for rapid detection of pesticide poisoning in an avian scavenger. *Science of The Total Environment* 877, 162903 (2023).

10. דובין-רפ, י., שטייניץ, ע., שיני-חג'-יחיא, ל., אורן, יעל., הצופה, א., נוה, א. צמצום הרעלות של חיות בר הנובעות משימוש בחומרי הדברה חקלאיים – תוכנית פעולה בין-משרדית. *אקולוגיה וסביבה* 16(2): 17–18. (2025).

11. רשות הטבע והגנים. גל הרעלות מביא למותן של עשרות חיות בר. https://www.parks.org.il/new/poisonings/ (2024)

12. מי-טל, ז., אישגור גרינברג, ש., מוטרו,א. עדכון בנוגע לתמותה רחבת היקף של דיות בנגב. שרות ההדרכה והמקצוע (שה"מ), השרותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות (2025)

13. מידע פנימי, רשות הטבע והגנים (2026).

14. Department, for Environment, & Food & Rural Affairs. UK Pesticides National Action Plan 2025: Working for a more sustainable future (2025).

15. Tzilivakis, J., Lewis, K. A., Kennedy, M. C., Ridley, L. & Garthwaite, D. G. The UK pesticide load indicator: development toward a policy tool. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 61, 1–18 (2026).

16. UN WCMC environment programme. Aggregated Total Applied Toxicity (ATAT). Metadata Factsheet (2024).

17. PPDB: Pesticide Properties DataBase, University of Hertfordshire.

18. USGS. Estimated Annual Agricultural Pesticide Use (2019).

19. Perrot, T., Wolfram, J., Schulz, R. & Fontaine, C. Temporal trends in pesticide pressure differ among non-target species groups but show spatially consistent patterns across France. *Journal of Hazardous Materials* 497, 139695 (2025).

20. Wolfram, J., Bussen, D., Bub, S., Petschick, L. L., Herrmann, L. Z., & Schulz, R. Increasing applied pesticide toxicity trends counteract the global reduction target to safeguard biodiversity. *Science* 391, 616–621 (2026).

21. סקר חומרי הדברה בחקלאות, תברואה ווטרינריה בשנים 2020-2022. *הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה* (2024).

22. סעיף 5 (15). תקנות הגנת הצומח (הסדר יבוא ומכירה של תכשירים בימיים), תשנ"ה-1994.

23. דובין-רפ, י. נאוניקוטינואידים- סקירה והמלצות על המשך שימוש בישראל. *רשות הטבע והגנים, חטיבת מדע* (2025).

24. *משרד החקלאות וביטחון המזון*. מאגר תכשירי הדברה להגנת הצומח. https://pesticides.moag.gov.il/#/pages/tachshirim

25. Bertero, A., Chiari, M., Vitale, N., Zanoni, M., Faggionato, E., Biancardi, A., & Caloni, F. Types of pesticides involved in domestic and wild animal poisoning in Italy. *Science of The Total Environment* 707, 136129 (2020).

26. López-Bao, J. V. & Mateo-Tomás, P. Wipe out highly hazardous pesticides to deter wildlife poisoning: The case of carbofuran and aldicarb. *Biological Conservation* 275, 109747 (2022).

27. Grilo, A., Moreira, A., Carrapiço, B., Belas, A. & São Braz, B. Epidemiological Study of Pesticide Poisoning in Domestic Animals and Wildlife in Portugal: 2014–2020. *Front. Vet. Sci.* 7, 616293 (2021).

28. Ogada, D. L. The power of poison: pesticide poisoning of Africa's wildlife. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1322, 1–20 (2014).

29. Berny, P. Pesticides and the intoxication of wild animals. *Vet Pharm & Therapeutics* 30, 93–100 (2007).

30. Kwon, Y.-K., Wee, S.-H. & Kim, J.-H. Pesticide Poisoning Events in Wild Birds in Korea from 1998 to 2002. *Journal of Wildlife Diseases* 40, 737–740 (2004).

31. Millot, F., Decors, A., Mastain, O., Quintaine, T., Berny, P., Vey, D., Lasseur, R., & Bro, E. Field evidence of bird poisonings by imidacloprid-treated seeds: a review of incidents reported by the French SAGIR network from 1995 to 2014. *Environ Sci Pollut Res* 24, 5469–5485 (2017).

32. Ibáñez-Pernía, Y., Hernández-Moreno, D., Pérez-López, M. & Soler-Rodríguez, F. Use of poisoned baits against wildlife. A retrospective 17-year study in the natural environment of Extremadura (Spain). *Environmental Pollution* 303, 119098 (2022).

33. P. Mineau, M.R. Fletcher, L.C. Glaser, N. J. Thomas, C. Brassard, L. K. Wilson, J. E. Elliott, L.A. Lyon, Charles J. Henny, T. Bollinger, and S.L. Porter. Poisoning of raptors with organophosphorus and carbamate pesticides with emphasis on Canada, U.S. and U.K. *Journal of Raptor Research* 33, 1–37 (1999).

34. Radhakrishnan, S. A note on wildlife poisoning cases from Kerala, South India. *Eur J Wildl Res* 64, 58 (2018).

35. Guitart, R., Sachana, M., Caloni, F., Croubels, S., Vandenbroucke, V., & Berny, P. Animal poisoning in Europe. Part 3: Wildlife. *The Veterinary Journal* 183, 260–265 (2010).

36. Christo J. Botha, Heleen Coetser, Leonie Labuschagne and Andre Basson. Confirmed organophosphorus and carbamate pesticide poisonings in South African wildlife (2009-2014) : original research. *Journal of the South African Veterinary Association* 86, (2015).

37. EPA, US. Pesticide Product and Label System. doi:https://ordspub.epa.gov/ords/pesticides/f?p=PPLS:1.

38. European comission. Active substances, safeners and synergists. https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances

39. דוח מבקר המדינה: משרד החקלאות ופיתוח הכפר השימוש בחומרי הדברה בירקות ובפירות - ביקורת מעקב. *משרד מבקר המדינה* (2023)

40. מי-טל, זיו., אישגור-גרינברג, שני., מוטרו, יואב., הצופה, אוהד., ניסימיאן, תומר., דוכין-רפ., י. המלצות למניעת תמותת עופות כתוצאה משימוש בתכשיר 'נמקור'. *משרד החקלאות ובטחון המזון, רשות הטבע והגנים* (2025).

41. חוק הגנת הצומח, תשט"ז-1956.

42. תקנות הגנת הצומח (הסדר יבוא ומכירה של תכשירים כימיים), תשנ"ה-1994.

43. תקנות הגנת הצומח (קיום הוראות תווית אריזה) התשל"ז-1977.

44. תקנות החומרים המסוכנים (סיווג ופטור), תשנ"ו-1996.

45. חוק החמרים המסוכנים, תשנ"ג-1993.

46. תקנות הגנה על בריאות הציבור (מזון) (שאריות חמרי הדברה), תשנ"א-1991.

47. תקנות בריאות הציבור (מזון) (שאריות חומרי הדברה) (תיקון), התשע"ו 2016 (בערבית).

48. תקנות הרוקחים (הגבלת פיזור רעלים וכימיקאלים מזיקים מכלי טיס), תשל"ט-1979.

49. תקנות הבטיחות בעבודה (עובדים בחמרי הדברה), תשכ"ד-1964.

50. 5.1. Environmental fate, Agricultural substances databases background and support information. *University of Hertfordshire* (2026).

נספח 1: רגולציה על חומרי הדברה חקלאיים

הרגולציה על חומרי הדברה להגנת הצומח בישראל מצויה בסמכותם של ארבעה משרדי ממשלה. הרגולטור הראשי הוא משרד החקלאות ובטחון המזון מכוח חוק הגנת הצומח[41–43]. רגולטורים נוספים הם המשרד להגנת הסביבה[44,45], משרד הבריאות[46–48] ומשרד העבודה[49]. לפי תקנות הגנת הצומח[42], בסמכותו של משרד החקלאות רישום ובחינה מחדש של חומרי הדברה להגנת הצומח, הכוללות קביעת הנחיות מחייבות לשימוש המפורטות על תווית האריזה ולאביפה של הנחיות אלו[39]. על תהליך זה אחראית הוועדה הבין-משרדית לרישוי ולרישום תכשירי הדברה המבצעת בנוסף רביזיות, הערכה חוזרת של חומרים פעילים המובילה להחלטה על המשך השימוש בחומר או על הוצאתו מהשוק. ועדה זו מורכבת בעיקרה מנציגים של ארבעת הרגולטורים והיא ועדה מייעצת למשרד החקלאות.

נספח 2: הקטגוריות והפרמטרים לקביעת ציון החומרים הפעילים ושיטת הניקוד. הסבר על משמעות הפרמטרים בנספח מספר 3. כאשר לחומר פעיל קיימים מספר תכשירים בעלי ערכים שונים עבור אותו פרמטר, חושב הציון לפי הערך המחמיר ביותר מבין כלל התכשירים.

קטגוריות ומשקל	נבדק ברמת התכשיר/ החומר	פרמטרים	ניקוד: 0	ניקוד: 1	ניקוד: 2	ניקוד: 3	הערות
פרופיל סיכון כללי (0.23)	חומר	התגלה בהרעלות בישראל	לא			כן	בדיקות מעבדה במקרי הרעלה בישראל.
	חומר	משפחה כימית	חומרים אורגניים	שאר המשפחות	סודיום פלואורואצטט, נאוניקוטינואידים	זרחנים אורגניים, אנטיקואגולנטים, קרבמטים	
	חומר	התגלה בהרעלות בעולם	לא			כן	מאמרים ומידע ממשלתי מהעולם.
	תכשיר	דרגת רעילות	IV (מסוכן)		III (מסוכן לבריאות)	I ו-II (רעיל ביותר, רעיל	קיים טווח לגידולים שונים. תכשיר עלול להכיל כמה חומרים פעילים .
	חומר	ADI (Acceptable Dayli Intake)	≤x ≥ 0.1	0.1 > x ≥ 0.01	0.01 > x ≥ 0.001	x < 0.001	
נתונים חקלאיים (0.235)	תכשיר	ימי שארית		29-1	59-30	120-60	קיים טווח לגידולים שונים ותכשירים שונים.
	תכשיר	צורת יישום	טבילה, נדיפיות	איוד	ריסוס, הזרקה, המטרה	פיתיון, ציפוי זרעים	קיים טווח לגידולים שונים ותכשירים שונים.
רגולציה (0.15)	חומר	השוואה לאיחוד האירופי	מאושר	תחת בדיקה	מוגבל	נאסר	
	תכשיר	השוואה לארה"ב	מאושר	תחת בדיקה	מוגבל	נאסר	בארה"ב ההגבלה מתבצעת לפי תכשיר ולא לפי חומר.
אקוטוקסיות הממוקדת בחולייתנים יבשתיים (0.235)	חומר	אקוטוקסיות כללית PPBD		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות אקוטית לעופות		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות כרונית לעופות		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות אקוטית ליונקים		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות כרונית ליונקים		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	BCF (Bio-Concentration Factor)		סיכון נמוך	פוטנציאל נמוך	מדאיג, פוטנציאל גבוה	
סביבתית, ואקוטוקסית הממוקדת באורגניזמים שאינם חולייתנים (0.15)	חומר	סיכון סביבתי כללי PPBD		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	התפרקות במים		Non-persistent	Moderately persistent	Stable,persistent	
	חומר	התפרקות באדמה		Non-persistent	Moderately persistent	Stable,persistent	
	חומר	רעילות לדבורים		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות אקוטית לתולעי אדמה		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות כרונית לתולעי אדמה		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות לחרקים מועילים (Ladybirds)		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות לחרקים מועילים (Lacewings)		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות לחרקים מועילים (Parasitic wasps)		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות לחרקים מועילים (Predatory mites)		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות לחרקים מועילים (Ground beetles)		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות אקוטית לדגים		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות כרונית לדגים		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות לדפניה (Daphnia, חסרי חוליות מימיים)		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות לסרטנאים מימיים		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	רעילות לאצות		נמוכה	בינונית	גבוהה	
	חומר	CLP (משפטי סיכון)		H413	H411,H412	H400,H410	

נספח 3: סיווג, הגדרת הפרמטרים ומשמעותם

פרמטר	הגדרה/מקור מידע/הסבר
דרגת רעילות	נקבעת על-פי מדד הרעילות האקוטית החמור ביותר, המבוסס על ערכי LD_{50} אקוטיים דרך הפה והעור ועל LC_{50} אקוטי בשאיפה
פרמטרים חקלאיים	https://pesticides.moag.gov.il/#/pages/tachshirim
מצב רישוי EU	https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances
אישור חירום EU	https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/ppp/screen/home
מצב רישוי US	https://ordspub.epa.gov/ords/pesticides/f?p=PPLS:1
Bio-concentration factor- BCF ($l\ kg^{-1}$)	הצטברות של חומר בתוך גוף של אורגניזם בהשוואה לריכוז שלו בסביבה (לרוב במים שסביבו). אם לחומר יש ערך גבוה, הוא נוטה להצטבר בגוף של יצורים חיים ועלול להוביל להשפעות רעילות לאורך זמן. בנוסף, עשוי לעבור בשרשרת המזון.
Acute oral LD_{50} ($mg\ kg^{-1}$)	מינון אקוטי בבליעה הגורם לתמותה של 50% מהנבדקים. ערך נמוך יותר מעיד על רעילות גבוהה יותר.
Chronic 21d NOAEL ($mg\ kg^{-1}\ bw\ d^{-1}$)	המינון היומי הגבוה ביותר ללא השפעה שלילית נצפית לאחר 21 ימי חשיפה. ערך נמוך יותר מעיד על רעילות גבוהה יותר.
Solubility - In water at 20 °C ($mg\ l^{-1}$)	מסיסות גבוהה במים מגדילה את הסיכון לנגר ולפגיעה במערכות מימיות, בעוד שמסיסות נמוכה עשויה להוביל להתמדה בקרקע ולחשיפה כרונית של אורגניזמים קרקעיים. לפיכך, מסיסות אינה מדד לסיכון, אלא מאפיין המשפיע על אופי הפגיעה האקולוגית.
Acute 14 day LC_{50} ($mg\ kg^{-1}$ dw soil)	ריכוז אקוטי בקרקע הגורם לתמותה של 50% מהנבדקים לאחר 14 ימי חשיפה. ערך נמוך יותר מעיד על רעילות גבוהה יותר.
Chronic NOEC, reproduction ($mg\ kg^{-1}$ dw soil)	הריכוז הגבוה ביותר של החומר הפעיל אשר אינו גורם להשפעה שלילית נצפית על רבייה, לאחר חשיפה כרונית בקרקע. ערך נמוך יותר מעיד על רעילות גבוהה יותר.
Mortality LR_{50} $g\ ha^{-1}$	מינון היישום האקוטי של החומר הפעיל הגורם לתמותה של 50% מהאורגניזמים. ערך נמוך יותר מעיד על רעילות גבוהה יותר.
Acute 96 hour LC_{50} ($mg\ l^{-1}$)	ריכוז החומר הפעיל במים אשר גורם לתמותה של 50% מהאורגניזמים לאחר חשיפה אקוטית של 96 שעות. ערך נמוך יותר מעיד על רעילות גבוהה יותר.
Chronic 21 day NOEC ($mg\ l^{-1}$)	הריכוז הגבוה ביותר של החומר הפעיל במים אשר אינו גורם להשפעה שלילית נצפית (No Observed Effect Concentration) על האורגניזמים לאחר חשיפה כרונית של 21 ימים. ערך נמוך יותר מעיד על רעילות גבוהה יותר.
Acute 72 hour EC_{50}, growth ($mg\ l^{-1}$)	הריכוז של החומר הפעיל במים אשר גורם לעיכוב גדילה ב- 50% מהאורגניזמים, לאחר חשיפה אקוטית של 72 שעות. ערך נמוך יותר מעיד על רעילות גבוהה יותר.
Soil degradation (days) (aerobic)-DT_{50}	מספר הימים הנדרש לפירוק 50% מהחומר הפעיל בקרקע בתנאים אירוביים, כאשר ערך גבוה יותר מעיד על התמדה גבוהה יותר.
Aqueous hydrolysis DT_{50} (days) at 20 °C and pH 7	מספר הימים הנדרש לפירוק כימי של 50% מהחומר הפעיל במים בתנאים סטנדרטיים של 20 °C ו- pH 7. ערך גבוה מעיד על יציבות גבוהה.
CLP	מערכת סיווג אירופית להערכת סיכונים לבריאות ולסביבה, המשמשת לסימון ותיוג חומרים מסוכנים.

משפטי סיכון לפי תקנות CLP (Classification, Labelling and Packaging):

CLP hazard statements		
אקוטי	Very toxic to aquatic life	H400
אקוטי+כרוני	Very toxic to aquatic life and with long lesting affects	H410
אקוטי+כרוני	Toxic to aquatic life with long lesting affects	H411
כרוני	Harmful to aquatic life with long lasting effects	H412
כרוני	May cause long lasting harmful effects to aquatic life	H413

משמעות הערכים בפרמטרים Soil degradation ו- Aqueous hydrolysis[50] :

דירוג	זמן מחצית חיים (DT_{50})
Non-persistent	פחות מ־30 ימים
Moderately persistent	30–100 ימים
Persistent	100–365 ימים
Very persistent	מעל 365 ימים
Stable	אין פירוק מדיד בתנאי הבדיקה