نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، ص. ۱۰۳۰-۱۰۲۰

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 4, Winter 2018, p. 1020-1030

بررسی مخاطرات زیست‌محیطی حشره‌کش‌های پر مصرف در منطقه هشتگرد با استفاده از شاخص EIQ

سید جلال یدالهی نوش آبادی[۱]، محمد رضا جهانسوز[۲*]، ناصر مجنون حسینی[۲] و غلامرضا پیکانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۸

یدالهی نوش آبادی، س.ج.، جهانسوز، م.ر.، مجنون حسینی، ن.، و پیکانی، ق.ر. ۱۳۹۶. بررسی مخاطرات زیست‌محیطی حشره‌کش‌های پر مصرف در منطقه هشتگرد با استفاده از شاخص EIQ. بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۴): ۱۰۳۰-۱۰۲۰.

چکیده

در سال‌های اخیر نگرانی‌های زیادی درباره اثرات آفت‌کش‌ها روی موجودات غیر هدف به‌وجود آمده است. بقایای ناشی از مصرف سموم شیمیایی آفت‌کش سبب آلودگی محیط‌زیست گردیده و سلامتی انسان‌ها را در معرض خطر جدی قرار داده است. محدوده مطالعاتی هشتگرد با وسعتی حدود ۱۱۷۰ کیلومتر مربع بدلیل نزدیکی به کلان‌شهر تهران و تمرکز تعداد زیاد واحدهای کشاورزی، صنعتی وخدماتی دارای موقعیت سیاسی- اقتصادی مهمی می‌باشد. این مقاله اثرات منفی حشره‌کش‌های عمده مصرف شده در منطقه هشتگرد و میزان ریسک بالقوه و محیطی آن‌ها را با استفاده از شاخص تأثیر زیست‌محیطی (EIQ) مورد بحث و بررسی قرار می دهد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در میان حشره‌کش‌های عمده مصرفی در منطقه هشتگرد سمیت بالقوه ایمیداکلوپراید (کنفیدور) و تأثیر محیطی مزرعه‌ای مالاتیون بیشتر بوده است. بیشتربن خطر در هر سه جزء کارگران مزرعه، مصرف کننده و اکولوژیک مربوط به سم ایمیداکلوپراید بود که این سم را به عنوان خطرناک‌ترین حشره‌کش‌عمده مصرفی در منطقه مطرح کرد. شاخص EIQ برای سموم ایمیداکلوپراید، دیازینون، مالاتیون و فوزالون بیشترین تأثیرپذیری را از بخش اثر اکولوژیک گرفته که به‌ترتیب ۱۰۵/۷، ۸۱/۷۵، ۶۳/۲۵ و ۵۸/۲۵ بوده است. در خصوص سم دلتامترین قسمت کارگران مزرعه بیشترین تأثیر را بر روی نمره نهایی EIQ داشته است. هم‌چنین نتایج نشان داد که بر اساس شاخص تأثیر زیست‌محیطی، بیشترین مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از سوم حشره‌کش در منطقه هشتگرد به‌دلیل عدم شناخت مناسب و انتخاب غیرصحیح برخی از حشره‌کش‌ها و استفاده بیش از اندازه آن‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آفت‌کش، اثر اکولوژیکی، ایمیداکلوپراید، دیازینون

مقدمه

مصرف سموم و کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی گرچه سبب افزایش عملکرد و ارتقاء کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود، ولی به‌دنبال خود آثار مخربی را به‌همراه دارد که نمی‌توان آن‌ها را نا دیده‌گرفت. آلوده‌کردن محیط‌زیست به‌ویژه آب‌های زیرزمینی، تجمع مواد آلاینده نظیر نیترات در اندام‌های مصرفی محصولات زراعی و در نتیجه به خطرافتادن سلامت و بهداشت انسان و دام نمونه‌هایی از اثرات مضر مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی می‌باشد (BayBordi, 2000; Malakouti et al., 2001). مشکلی که همواره در ارتباط با آفت‌کش‌ها وجود دارد، مربوط به مخاطرات متعدد زیست‌محیطی و تهدید سلامت انسان است که در سطوح مختلف چرخه استفاده از آن‌ها از جمله تولید، فروش، استفاده در مزارع و در نهایت، به‌صورت بقایا در مواد غذایی بروز می‌کند (Holvoet, 2006). آفت‌کش‌ها بر حسب تأثیری که روی سلامت انسان دارند و اثرشان روی محیط با یکدیگر متفاوتند (Jansen et al., 1995).

از جمله شاخص‌های جبری که به‌منظور برآورد سمیت خطرات

۱، ۲ و ۳ - به‌ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، استاد، گروه زراعت و استادگروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(*- نویسنده مسئول: Email: jahansuz@ut.ac.ir)
DOI:10.22067/JAG.V9I4.50487

Archive of SID
www.SID.ir

زیست‌محیطی سموم دفع آفات شیمیایی از آن‌ها استفاده می‌شود، می‌توان شاخص متکالف (Metcalef, 1982)، شاخص POCER [1] و شاخص تأثیر زیست‌محیطی (EIQ)[2] را نام برد. شاخص متکالف به عنوان اولین شاخص جبری شناخته می‌شود و زیربنای گسترش شاخص‌های جبری دیگر را فراهم ساخته است. شاخص POCER نیز از جمله این شاخص‌ها است که از ۱۰ قسمت از جمله سمیت برای کاربران، کارگران مزرعه و پرندگان تشکیل شده‌است. برای هر قسمت از این مدل سمیت بین صفر تا یک می‌باشد. نمره حاصله برای هر قسمت می‌تواند به‌صورت مجزا و یا به صورت مجموع برای بیان سمیت برای انسان و محیط زیست مورد بررسی قرار گیرد (Vercruysse & Steurbaut, 2002).

شاخص تأثیر زیست‌محیطی (EIQ) شکل تکامل یافته دو شاخص قبلی بوده و انتخاب آفت‌کش‌ها طبق این شاخص برای محیط‌زیست مطلوب به‌نظر می‌آید. با استفاده از این شاخص می‌توان سموم دفع آفات شیمیایی را بر اساس مخاطرات زیست‌محیطی و خطرات موجود برای سلامت انسان طبقه‌بندی کرد و سمومی که حداقل مخاطرات را به‌دنبال دارند، انتخاب نمود (Kovach et al., 1972; Kovach et al., 1992; Deihimfard et al., 2007). از آن‌جایی که سهولت و سادگی در اندازه‌گیری از مشخصه‌های مناسب شاخص‌های ارزیابی زیست‌محیطی به‌شمار می‌رود، و شاخص EIQ این مشخصه را دارد در این مطالعه از این شاخص استفاده شد. هم چنین محاسبه شاخص EIQ به ما نشان می‌دهد که کدامیک از سه بخش مصرف‌کننده، کارگران مزرعه و اکولوژیک بیشتر در معرض خطرات استفاده از سموم شیمیایی قرار می گیرند. به‌عنوان مثال، در یک پژوهش که بر روی تمامی حشره‌کش های ثبت شده در ایران انجام گرفت، نمره نهایی EIQ در درجه اول بیشترین تأثیرپذیری را از قسمت اثرات اکولوژیک (۷۹/۲۰) و در درجه دوم از قسمت کارگران مزرعه (۵۹/۲۶) گرفته است (Moeinodini et al., 2014). در پژوهش‌های دیگر بیشترین اثر منفی کاربرد آفت‌کش‌ها را به‌ترتیب مربوط به جزء اکولوژیکی، کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و آبشویی دانسته‌اند (Bues et al., 2004; Soltani et al., 2011).

هدف از این پژوهش که در قالب یک پروژه پیمایشی- تحلیلی بر روی سموم حشره‌کش مصرفی در محصولات زراعی و باغی منطقه هشتگرد انجام گرفته در گام اول شناسایی پنج حشره‌کشی که بیشترین مصرف را دارند و سپس بررسی اثرات منفی حشره‌کش‌های عمده مصرف شده در منطقه هشتگرد و تعیین میزان خطر بالقوه و بالفعل آن‌ها با استفاده از شاخص EIQ می‌باشد، به‌طوری‌که در نهایت بتوان حشره‌کش‌های پرخطر منطقه را شناسایی کرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

کل کشور از شش حوضه آبریز اصلی و ۳۰ حوضه آبریز درجه ۲ تشکیل شده است. در یک تقسیم‌بندی دیگر، کل کشور به ۶۰۹ محدوده مطالعاتی مختلف تقسیم شده‌است. محدوده مطالعاتی هشتگرد یکی از ۶۰۹ محدوده مطالعاتی کشور و بخش‌هایی از حوضه آبریز درجه ۲ تحت عنوان حوضه آبریز دریاچه نمک را شامل می‌شود (Report of Tehran Regional Water Company, 2013). مساحت ارتفاعات و دشت در این محدوده به‌ترتیب ۵۷۹ و ۵۹۱/۶ کیلومترمربع (در مجموع ۱۱۷۰/۶ کیلومترمربع) و حداکثر و حداقل ارتفاع به‌ترتیب ۴۰۵۸ و ۱۱۳۳ متر می‌باشد. این محدوده مطالعاتی بخش‌هایی از دو شهرستان ساوجبلاغ (قطب باغی استان البرز) و نظر آباد (قطب زراعت استان) و بیش از ۹۰ درصد زمین‌های کشاورزی این دو شهرستان را شامل می‌شود. در این مطالعه، داده‌های مربوط به این دو شهرستان به‌عنوان داده‌های محدوده مطالعاتی هشتگرد منظور می‌گردد. از مهمترین بخش‌های موجود در این محدوده مطالعاتی می‌توان به چندار، چهارباغ و تنکمان اشاره نمود (شکل ۱). تعداد کل بهره‌برداران در محدوده مطالعاتی حدود ۱۶۸۰۰ نفر می‌باشد و سهم شاغلان بخش کشاورزی ۷/۶ درصد از کل جمعیت منطقه (۲۲۰ هزار نفر) می‌باشد (Alborz Province Agricultural Organization, 2013). موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی هشتگرد در شکل ۱ نشان داده شده است.

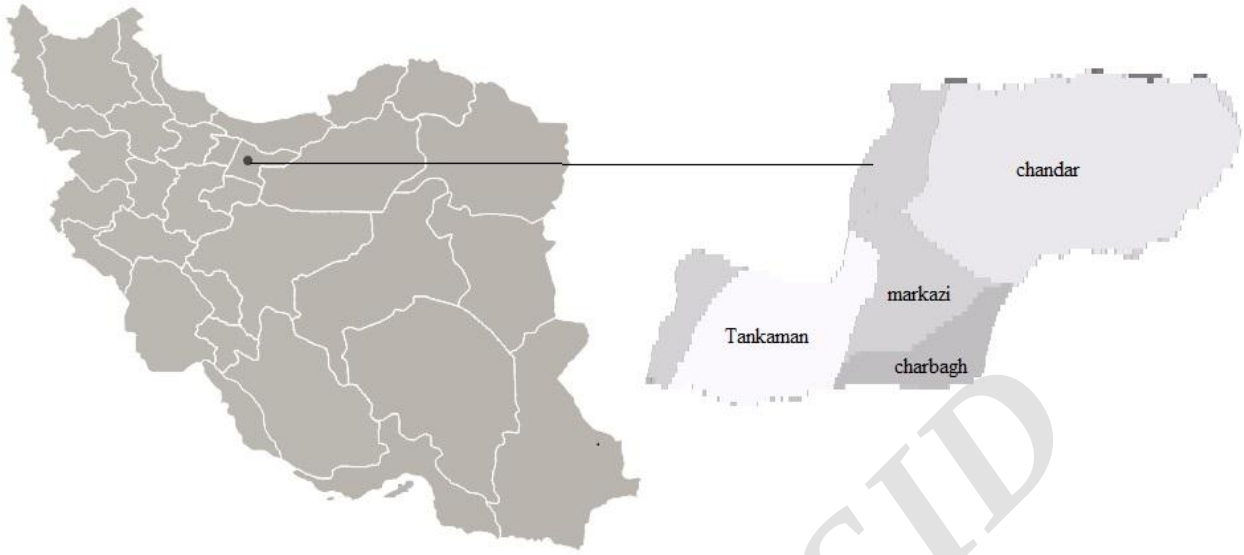
میانگین بارندگی سالانه این منطقه حدود ۲۰۰ الی ۳۴۰ میلی‌متر بوده و بیش از یک میلیون تن در سال محصولات کشاورزی تولید می‌کند. به استناد داده‌های سازمان جهاد کشاورزی استان البرز، در منطقه هشتگرد ۱۸ محصول زراعی مختلف در مساحت ۳۵۸۱۸ هکتار و بیش از ۱۵ نوع محصول باغی در مساحت ۱۶۶۰۰ هکتار کشت می‌شوند.

1-Pesticide Occupational and Environmental Risk Indicator

2- Environmental Impact Quotient

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- مختصات جغرافیایی محدوده مطالعاتی هشتگرد

Fig. 1- The geographical coordinates of the Hashtgerd study area

حدود ۸۰ درصد از سطح زیر کشت محصولات زراعی متعلق به چهار محصول شامل گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) (۵۱ درصد)، ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) (۲۳/۵ درصد) و یونجه (*Medicago sativa* L.) (۵/۲ درصد) می باشد و بیش از ۵۰ درصد سطح زیر کشت محصولات باغی متعلق به سه محصول هلو (*Prunus Persica* L.)، شلیل (*Prunus Persica* L.) و آلو (*Prunus domestica* L.) می‌باشد (Alborz Province Agricultural Organization, 2013).

جمع‌آوری اطلاعات

اطلاعات مربوط به نوع و مقدار سموم مصرفی از طریق پرسشنامه و مصاحبه با کشاورزان کلیه محصولات زراعی و باغی موجود در منطقه (تعداد ۱۲۰ پرسشنامه در چهار شهر منطقه مورد مطالعه که نحوه پراکنش آن در جدول ۱ نشان داده شده است) جمع آوری گردید. تعداد پرسشنامه در شهرستان‌های نظرآباد و هشتگرد به‌دلیل وجود بهره بردار بیشتر، بالاتر در نظر گرفته شد.

جدول ۱- پراکنش پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده

Table 1- Distribution of the collected questionnaire

شهرستان Region	چهارباغ Charbagh	تنکمان Tankaman	هشتگرد Hashtgerd	نظرآباد Nazarabad
تعداد Number	20	20	40	40

مأخذ: یافته‌های مطالعه

Source: Study Findings

اطلاعات مربوط به نوع و مقدار سموم مصرفی و روش سم‌پاشی از کشاورزان و اطلاعات ضرایب مربوط به شاخص تأثیر زیستی هر سم از پایگاه‌های اطلاعاتی اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی (IUPAC) و کتابچه راهنمای آفت‌کش (The Pesticide Manual, 1997) و کتاب حفاظت از محصول (Crop Protection, 2003) استخراج گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مشخصات سموم پرمصرف منطقه هشتگرد

Table 2- Specifications of high consumption toxins in Hashtgerd region

ردیف Row	نام عمومی Common Name	نام تجاری Trade Name	آفات Pests	محصولات Application	ویژگی‌ها Features
1	ایمیداکلوپراید Imidacloprid	کنفیدور Confidor	مینوز مرکبات، شته جالیز و مگس‌ها Citrus leafminer, aphids, flies	مرکبات، پسته و پنبه Citrus, pistachio and cotton	سیستمیک با اثر تماسی و گوارشی Systemic with contact and digestive effect
2	دلتامترین Deltametrin	دسیس Decis	سن گندم، مینوز، پرودنیا Sun Pest, leafminer	محصولات زراعی و باغی Crops and garden	گوارشی، تماسی و غیر سیستمیک Digestive, contact, Non- systemic
3	مالاتیون Malathion	مالاتیون Malathion	شته‌کش و کنه‌کش Aphid insecticides and acaricide	درختان میوه سردسیری، جالیز و سبزی، محصولات زراعی Cold fruit trees, kitchen garden and vegetable crops	گوارشی،تماسی،غیر سیستمیک Digestive, contact, Non- systemic
4	دیازینون Diazinon	بازودین Bazodin	آفات مکنده، جونده و کنه‌ها Sucking pests, rodents and ticks	محصولات زراعی و باغی Crops and garden	گوارشی، تماسی، تنفسی و غیر سیستمیک Digestive, contact, respiratory and Non-systemic
5	فوزالون Phosalon	زولون Zolon	سرخرطومی یونجه، کرم و پسیل درختان میوه Alfalfa weevils, caterpillars and fruit trees psylla	محصولات زراعی و باغی Crops and garden	فسفره تماسی و گوارشی P-contact and digestion

محاسبه شاخص[1] (EIQ)

اجزای توصیف کننده شاخص تأثیر زیستی در معادله ۱ بیان گردیده است و برای محاسبه آن از ۱۱ متغیر استفاده می شود. مقدار عددی EIQ میانگین سه جزء اصلی شامل آسیب بالقوه برای سلامت کارگران مزرعه، آسیب بالقوه برای مصرف‌کنندگان از طریق اثر مستقیم مواد سمی باقیمانده در محصولات غذایی و یا از طریق آلودگی آب‌های زیر زمینی و اثرات منفی بالقوه برای محیط‌زیست شامل موجودات زنده آبزی و خشکی‌زی را نشان می‌دهد. جزئیات محاسبه هریک از این سه بخش توسط (Kovach et al., 1992) ارائه گردیده است که در معادله ۱ آورده شده است. تمامی داده‌های ورودی چه داده‌های عددی (۶ متغیر) و چه داده‌های قیاسی (۵ متغیر) که به‌صورت تأثیر کم، متوسط و زیاد قضاوت می‌گردند به نسبت زیان بار بودن، نمره یک، سه یا پنج را به خود اختصاص می‌دهند. نمره ۱ هنگامی که آفت‌کش دارای سمیت پایینی است و یا این‌که تأثیر کمی بر آن متغیر دارد (برای مثال، دوره کوتاه تماس با سم)، نمره ۳ هنگامی که دارای سمیت و یا تأثیر متوسط است و نمره ۵ هنگامی که آفت‌کش دارای سمیت بالایی است و یا تأثیر منفی زیادی بر محیط زیست دارد، تعلق می‌گیرد (Kovach et al., 1992; Sande et al., 2011). معادله ۱ روش محاسبه شاخص EIQ را نشان می‌دهد.

$$EIQ=\{C[(DT\times 5)+(DT\times P)]+[(C\times((S+P)\div 2)\times SY)+(L)]+(F\times R)+(D\times((S+P)\div 2)\times 3)+(Z\times P\times 3)+(B\times P\times 5)]\}\div 3$$

معادله (۱)

در این معادله DT: سمیت پوستی، C: سمیت مزمن S: نیمه عمر در خاک P: نیمه عمر در سطح گیاه، L: پتانسیل آبشویی،SY: سیستمیک بودن، R: پتانسیل روان آب، F: سمیت برای ماهی‌ها، Z: سمیت برای زنبور عسل، D: سمیت برای پرندگان و B: سمیت برای

1- Environmental Impact Quotient

Archive of SID

www.SID.ir

بندپایان سودمند است. برای هر کدام از آفت‌کش ها نمره‌ای ترکیبی با استفاده از معادله جبری ۱ محاسبه می‌شود و به این ترتیب عددی که به هر کدام از این متغیرها نسبت داده می‌شود با هم ترکیب شده و حاصل آن یک عدد نهایی است. مقدار ضریب EIQ که بدین روش محاسبه می‌شود، سمیت بالقوه یک آفت‌کش را نشان می‌دهد. با توجه به این نکته که ممکن است درصد ماده مؤثره یک آفت‌کش، دز مصرف آن (کیلوگرم در هکتار) و تعداد دفعات سمپاشی برای هر فرمولاسیون متفاوت باشد، به همین دلیل پس از محاسبه شاخص تأثیر زیستی، از معادله ۲ میزان EIQ هر آفت‌کش در سطح مزرعه محاسبه می‌شود (Levitan, 1997).

$$EIQ_{\text{Field Use Rating}} = EIQ \times \text{RA}_{\text{per hectar}} \times ai_{Insecticide}$$ معادله (۲)

در این معادله، EIQFUR: شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه‌ای در واحد هکتار می باشد. EIQ: شاخص تأثیر زیست‌محیطی، RA: میزان مصرف حشره‌کش در واحد هکتار مزرعه و ai: میزان ماده موثره حشره‌کش می‌باشد.

نتایج و بحث

اطلاعات مربوط به میزان مصرف آفت‌کش‌ها و نوع آن در جدول ۳ آمده است. بیشترین مصرف سم مربوط به کلم (*Brassica oleracea* L.)، کاهو (*Lactuca sativa* L.) و لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* L.) با مصرف ۱۵ لیتر در هکتار انواع سموم دفع آفات بوده است.

جدول ۳- مصرف انواع سموم حشره‌کش‌در هر هکتار از محصولات زراعی و باغی

Tabale 3- Useage rates of insecticide per hectare of crops and garden

نام محصول Plant name	نوع سم مصرفی The type of poison consumed	میزان مصرف آفت‌کش در هکتار(لیتر) Pesticide use per hectare (L)
گندم Wheat	دلتامترین، دیازینون Deltametrin	4
جو Barley	دلتامترین، دیازینون Deltametrin	3
ذرت علوفه‌ای Forage maize	دیازینون، فوزالون Diazinon	3
یونجه Alfalfa	فوزالون،مالاتیون Phosalon	۴/۵
کلزا Canola	دیازینون، ایمیداکلوپراید Diazinon, Imidacloprid	6
لوبیا سبز Green bean	دیازینون، دلتامترین Diazinon, Deltametrin	15
خیار Cucumber	دیازینون، دلتامترین Diazinon, Deltametrin	12
گوجه فرنگی Tomato	فوزالون Phosalon	10
کلم و کاهو Cabbage and lettuce	مالاتیون، ایمیداکلوپراید Malation, Imidacloprid	15
هلو و شلیل Peach and nectarin	دلتامترین،فوزالون،دیازینون Deltametrin, Phosalon	13
انگور Grapes	دیازینون،مالاتیون Diazinon, Malation	6
	فوزالون، مالاتیون،دیازینون Phosalon, Malation, Diazinon	12

از میان حشره‌کش های عمده مصرفی در منطقه هشتگرد، ایمیداکلوپراید (کنفیدور) با شاخص تأثیر زیست‌محیطی ۱۰۵/۷ دارای بیشترین سمیت بالقوه زیست‌محیطی می‌باشد و پس از آن به‌ترتیب دلتامترین، مالاتیون، دیازینون و فوزالون در رتبه‌های بعد قرار داشتند

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول۴). همانطور که در جدول ۴ قابل مشاهده است، شاخص EIQ برای سموم ایمیداکلوپراید، دیازینون، مالاتیون و فوزالون بیشترین تأثیرپذیری را از بخش اثر اکولوژیک گرفته که به‌ترتیب ۱۶۹/۷۵، ۸۱/۷۵، ۶۳/۲۵ و ۵۸/۲۵ بوده است. در خصوص این سموم می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که در اراضی که آفت‌کش‌های مذکور مورد استفاده می باشند، موجودات زنده اکوسیستم با شدت بیشتری در معرض خطر قرار می‌گیرند. در یک مطالعه که مخاطرات زیست‌محیطی تولید پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) در ترکیه مورد بررسی قرار گرفته بود، نقش اثرات اکولوژیک سموم مصرفی در شاخص تأثیر زیست‌محیطی از بخش‌های کارگران مزرعه و مصرف‌کننده بیشتر بود (Turgut & Erdgan, 2005). در بررسی سموم آفت‌کش ثبت شده در ایالات متحده امریکا نیز سمیت بخش کارگران مزرعه، مصرف کننده و اکولوژیک به‌ترتیب ۳۷، ۸ و ۸۴/۴ به‌دست آمد و میانگین نهایی EIQ برای سموم حشره‌کش‌ثبت شده برابر ۴۳/۱ بود (Kovach et al., 1992).

در خصوص سم دلتامترین قسمت کارگران مزرعه بیشترین تأثیر را بر روی نمره نهایی EIQ داشته است. بالابودن تأثیر کارگران مزرعه با عدم رعایت اصول ایمنی در هنگام سم‌پاشی بالاتر می‌رود. استفاده از حشره‌کش دلتامترین که بیشتر جهت کنترل سن گندم به کار می‌رود، به دلیل اثر زیاد بر کارگران مزرعه و خطر تخریب اکولوژیک توصیه نمی‌شود و بهتر است حشره‌کش دیگری جایگزین آن شود. دلتامترین (دسیس) به‌دلیل خاصیت کشندگی قوی برای حشرات مفید نیز مشکل ایجاد می‌کند و می‌تواند آفاتی مانند شپشک‌ها، کنه‌ها و پروانه‌ها را طغیانی نماید. بخش مصرف‌کننده نسبت به دو بخش دیگر در همه سموم مصرفی، کمتر مخاطره‌آمیز بوده است. حشره‌کش دیازینون که پرمصرف‌ترین حشره‌کش مورد استفاده در منطقه بوده از نظر شاخص تأثیر زیست‌محیطی نسبت به سایر حشره‌کش‌های مورد استفاده مناسب به نظر می‌آید. لازم به ذکراست‌که در سال‌های اخیر با معرفی سموم بیولوژیکی مثل BT، بیشتر کشاورزان در کشت صیفی و سبزی از این آفت‌کش استفاده می‌کنند. در همین زمینه تحقیقی درآلمان انجام شده که شاخص EIQ مربوط به دو آفت‌کش BT & HT را با روش معمول منطقه در زراعت ذرت (*Zea mays* L.) مقایسه کرده و نتایج نشان داد استفاده از این دو محصول بیولوژیک تأثیر زیست‌محیطی کمتری، نسبت به روش رایج منطقه داشته است (Nillesen et al., 2006). کمترین خطر در جزء مصرف کننده و اکولوژی متعلق به حشره‌کش فوزالون (به‌ترتیب ۱/۷۵ و ۵۸/۲۵) و در جزء کارگران مزرعه متعلق به حشره‌کش دیازینون (۱۷/۴۷) بوده است.

جدول ٤- شاخص تأثیر زیست‌محیطی و اجزای مختلف آن برای حشره‌کش‌های پرمصرف منطقه هشتگرد

Table 4- Environmental impact quotient (EIQ) and its component for major insecticide in Hashtgerd area

نام سم Common name	شاخص تأثیر محیطی EIQ	اکولوژی Ecology	موجودات سودمند Benefit organisms	زنبور Bee	پرندگان Birds	ماهی‌ها Fishes	آبشویی+ مصرف کننده Consumer+ leaching	آبشویی Leaching	مصرف کننده Consumer effects	کارگران مزرعه Farm workers	برداشت کننده Picker effects	کارگر سمپاش Applicator effects
ایمیداکلوپراید Imidacloprid	105.7	169.75	75	37.5	56.25	1	34.75	1	33.75	112.5	37.5	75
دلتامترین Deltametrin	51.7	62.75	15	37.5	5.25	5	5.077	1	4.077	87.37	19.125	58.25
مالاتیون Malathion	37	63.25	15	37.5	15.75	5	6.25	1	5.25	22.5	7.5	15
دیازینون Diazinon	34.8	81.75	15	37.5	26.25	3	5.077	1	4.077	17.47	5.825	11.65
فوزالون Phosalon	32.8	58.25	15	22.5	15.75	5	2.75	1	1.75	37.5	12.5	12

با وجود کارایی بالای شاخص تأثیر زیست‌محیطی در ارزیابی سمیت بالقوه سموم آفت‌کش، ایراداتی نیز به این شاخص وارد است. یکی از این ایرادات این است‌که چون دامنه نمره‌دهی برای هر آفت‌کش در این شاخص پایین تر است (۱، ۳ و ۵)، ممکن است برآورد صحیحی از مقایسه دو آفت‌کشی با هم اختلاف فاحش از نظر سمیت دارند و دارای الگوی مصرف متفاوتی باشند را نشان ندهد. در عین حال از آن‌جا که متغیرهای این شاخص به‌ویژه پتانسیل آبشویی دارای وزن ثابتی هستند، استفاده گسترده از این شاخص جهت مقایسه

Archive of SID

www.SID.ir

مناطق زراعی مختلف بـا اقلـیم‌هـای متفـاوت (پتانسـیل آبشـویی در مناطق مختلف بر مبنای میـزان بارنـدگی آن‌هـا متفـاوت مـی باشـد) احتمال بروز خطا را افزایش می دهد. با وجود معایبی که این شـاخص دارد در مناطقی که اطلاعات کمی در خصوص خـاک و میـزان نفـوذ وجود ندارد، بسیار مناسـب و کـارا مـی‌باشـند (Moeinodini et al., 2014).

شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه

نتایجی که تاکنون بیان شد، سـمیت بـالقوه سـموم را نشـان داد، لیکن برای تعیین میزان سمیت بالفعل و واقعی، میـزان سـم مصـرف شده و وماده مؤثره در فرمولاسیون سم نیز لازم است. بر ایـن اسـاس شاخص دیگری به نام ضریب اثر محیطی مزرعه ای برای آفت‌کش‌ها مطرح می‌گردد. با توجه به جدول ۵ مشاهده مـی‌گـردد، حشـره‌کـش مالاتیون در منطقه هشتگرد با شاخص تأثیر محیطی مزرعه‌ای ۴۲/۱۸ به عنوان پرخطرترین سم برای محیط‌زیست شناخته شده است و پس از آن حشره‌کش پرمصرف دیازینون کـه بیشـترین مصـرف را از نظـر فراوانی استفاده داشت، با شاخص تأثیر محیطـی مزرعـه‌ای ۴۱/۷۶ در رتبه بعد قرار گرفت. با وجود آن‌که سم کنفیدور نسبت به دیگر سموم مصرفی دارای شاخص تأثیر زیست‌محیطی بالاتری بود یعنی سـمیت بالقوه بیشتری داشت، ولی به‌دلیل ماده مؤثره و دز مصـرفی پـایین، از نظر شاخص تأثیر محیطی مزرعه‌ای در رتبه سوم قرار گرفت. بنابراین، تأثیر سم بر محیط‌زیست و موجوات زنده با توجه به نوع سم مصـرفی و میـزان مصـرف آن متفـاوت مـی‌باشـد. در یـک مطالعـه اثـرات زیست‌محیطی کنترل شیمیایی آفات و بیماری‌ها در مزارع برنج کلات نادر مورد بررسی قرار گرفت، نتایج حـاکی از آن بـود کـه قـارچ‌کـش کاربندازیم با شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعـه‌ای برابـر ۵۴/۱ و در بین حشره‌کش ها دیازینون با شاخص تأثیر زیست‌محیطـی مزرعـه‌ای ۵۸/۹ بیشترین خطرآفرینی را دارا بوده است. در این مطالعـه شـاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه‌ای مالاتیون ۲۳/۲ ثبـت گردیـد (Agah., 2015). در یک پژوهش برای ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی تولیـد سـیب طـی سـال‌هـای ۲۰۰۱ تـا ۲۰۰۹ در ایتالیـا از شـاخص تـأثیر زیست‌محیطی اسـتفاده گردیـد. نتـایج ایـن پـژوهش کـاهش اثـرات محیطی استفاده از آفت‌کش‌ها را با استفاده بیشـتر از آفـت‌کـش‌هـای انتخابی و مدیریت تلفیقی آفات اثبات کرد (Iorriatti et al., 2011).

جدول ۵- شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه سموم حشره‌کش عمده مصرفی در منطقه هشتگرد

Table 5- The farm Environmental Impact Quotient ofmajor insecticidein Hashtgerd area

نام سم Common name	شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه (EIQ) درهکتار) The farm Environmental impact quotient	شاخص تأثیر زیستی Enviromental impact) quotient	مقدار ماده موثره (٪) The amount ofactive ingredient (%)	دز مصرفی (لیتر) Dosage (L)
دلتامترین Deltametrin	64	51.7	2.5	0.5
دیازینون Diazinon	41.76	34.8	60	2
فوزالون Phosalone	22.96	32.8	35	2
مالاتیون Malathion	42.18	37	57	2
ایمیداکلوپراید Imidaclop rid	27.7	105.7	35	0.75

حشره‌کش‌دلتامترین به‌دلیل دز مصرفی پایین و ماده مؤثره کمتـر، مقدار بسیار ناچیزی از شاخص EIQFUR را به خود اختصاص داد که بـا نتـایج مـالکی و همکـاران (Maleki et al., 2015) کـه تـأثیر زیست‌محیطی آفت‌کش‌های مصرفی در گندم و جو در مشهد را مـورد بررسی قرار دادند، تطابق داشت و بنابراین بـرای کنتـرل سـن گنـدم استفاده از دلتامترین با توجه به شاخص تأثیر زیست‌محیطـی مزرعـه،

Archive of SID

www.SID.ir

مناسب‌تر از دیازینون به‌نظر می‌رسد. شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه‌ای برای هر حشره‌کش قابل محاسبه است و با توجه به این‌که برای هر گیاه سموم حشره‌کش متفاوت و متعددی استفاده می‌شود یعنی برای کنترل آفات یک گیاه ممکن است از چند حشره‌کش استفاده شود، بنابراین، شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه‌ای برای گیاه محاسبه نمی‌شود.

نتیجه‌گیری

با گسترش روش‌های زیست‌بوم محور در راستای مدیریت آفات و استفاده از روش‌های تلفیقی کنترل آفات، می‌توان مخاطرات زیست-محیطی ناشی از استفاده حشره‌کش‌ها را تا حد زیادی کاهش‌داد. در میان حشره‌کش‌های عمده مصرفی در منطقه هشتگرد سمیت بالقوه ایمداکلوپراید (کنفیدور) و تأثیر محیطی مزرعه‌ای مالاتیون بیشتر بود. بیشترین خطر در هر سه جزء کارگران مزرعه، مصرف‌کننده و اکولوژیک مربوط به سم کنفیدور بود که این سم را به‌عنوان خطرناک‌ترین حشره‌کش پرمصرف منطقه هشتگرد مطرح کرده است. در خصوص سمومی مثل کنفیدور و دلتامترین که اثر جزء کارگران مزرعه بر نمره نهایی EIQ بالا بود، رعایت اصول ایمنی سم پاشی اثرات این جزء را به مراتب کاهش خواهد داد. حشره‌کش فوزالون به-دلیل کسب شاخص زیست‌محیطی پایین‌تر به عنوان کم‌خطرترین حشره‌کش پرمصرف منطقه از نظر سمیت بالقوه تعیین شد. با توجه به ضرورت برنامه‌ریزی جهت استفاده سموم و آگاه‌سازی کشاورزان از مخاطرات مصرف و توجه به استفاده از آفت‌کش‌های کم خطرتر و سیاست‌گذاری در جهت انتخاب آفت‌کش‌های کم‌آسیب پیشنهاد می‌شود این شاخص در خصوص کلیه آفت‌کش‌های مورد استفاده در منطقه محاسبه گردد، و انتخاب سموم در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات با توجه به این شاخص صورت پذیرد.

منابع

Bay Bordi, M. 2000. Production and consumption of chemical fertilizer in line with the objectives of sustainable Agriculture. Published Agricultural Education, Karaj p. 33-34. (In Persian)

Bues, R., Bussieres, P., Dadomo, Y., Garcia-Pomar, M.I., and Lyannaz, J.P. 2004. Assessing the environmental impact of pesticides used on processing tomato crops. Agriculture, Ecosystems and Environment 102(2): 155-162.

Deihimfard, R., Zand, E., Damghani, A.M., and Soufizadeh, S. 2007. Herbicide risk assessment during the wheat self-sufficiency project in Iran. Pest Management Science 63(10): 1036-1045. (In Persian with English Summary)

Holvoet, K. 2006. Monitoring and modeling the dynamic fate and behavior of pesticides in river systems at catchment scale. PhD thesis, Ghent University, Belgium 242 pp.

Ioriatti, C., Agnello, A.M., Martini, F., and Kovachk, J. 2011. Evaluation of 330 the environmental impact of apple pest control strategies using pesticide risk indicators. Integrated Environmental Assessment and Management 1-8, DOI 10.1002/ieam.185

Kim, C. 2001. Developing Policies for Agriculture and the Environment, Korea Rural Economic Institute. 4-102 Hoegi-Dong, Dondaemoon-Ku Seoul, 130-710, Korea, 2001-12-01.

Jansen, D.M., Stoorvogel, J.J., and Schipper, R.A. 1995. Using sustainability indicators in agricultural land use analysis: an example from Costa Rica. Netherlands Journal of Agricultural Science 43: 61-82.

Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin 139(12): 1-8.

Levitan, L. 1997. A review of pesticide impact assessment systems. In: Workshop on Pesticide Risk Indicators, 21th–23th April, Copenhagen, Denmark.

Malakouti, M.J., Nafisi, M., Motesharezadeh, B., Khavazi, K., Masihabadi, M., Rezaei, H.H., Shahabi, A.A., and Bazargan. K. 2001. Production and balanced use of fertilizers as a worthy step toward self-sufficienct and a sustainable agriculture. Soil and Water Journal 12(14): 1-4. (In Persian with English Summary)

Metcalf, R.L. 1982. Insecticides in Pest Management. In: Metcalf, R.L. and W.H. Luckman. Eds., Introduction to Insect Pest Management, 2nd Ed., John Wily, NY p. 217- 277.

Moeinodini, S., Zand, E., Kambuziya, J., Mahdavi Damghani, A.M., and Deyhimfard, R. 2014. Environmental risk assessment of registered insecticide use in Iran using EIQ. Journal of Agroecology 6(2): 250-265. (In Persian with English Summary)

Archive of SID

www.SID.ir

Sande, D., Mullen, J., Wetzstein, M., and Houston, J. 2011. Environmental impacts from pesticide use: A case study of soil fumigation in Florida tomato production. International Journal of Environmental Research in Public Health 8: 4649-4661.

Soltani, A., Rajabi, M.R., Soltani, E., and Zeinali, E. 2011. Evaluation of environmental impact of crop production using LCA: wheat in Gorgan. Final Report, Research Vice-Presidency, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran p. 201-218. (In Persian with English Summary)

Turgut, C., and Erdogan, O. 2005. The environmental risk of pesticide in cotton production in Aegean region, Turkey. Journal of Applied Science 5(8): 1391-1393.

Archive of SID

www.SID.ir