Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۱۹-۱۰۹

Journal of Agroecology
Vol. 7, No. 1, Spring 2015,p. 109-119

بررسی شاخص تأثیر زیست‌محیطی (EIQ) آفت‌کش‌های مصرفی در محصول گندم و جو در مشهد

لیلا ملکی[۱]، رضا صدرآبادی حقیقی[۲*] و امیر بهزاد بذرگر[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۲۶

چکیده

شاخص تأثیر زیست‌محیطی (EIQ) یک روش محاسبه مخاطرات زیست‌محیطی آفت‌کش‌ها است. با اندازه‌گیری شاخص می‌توان به پر مخاطره‌ترین آفت‌کش استفاده شده از لحاظ زیست‌محیطی در یک منطقه پی برد و با جایگزینی آن با آفت‌کش دیگر، سلامت زیستی جامعه‌ای خاص را تأمین نمود و همچنین می‌توان با معرفی آفت‌کش‌های جایگزین و کم خطر یک محصول خاص، پایداری محصول در جامعه را سبب شد. برای ارزیابی مخطره زیست‌محیطی ناشی از کاربرد آفت‌کش‌ها در این تحقیق شاخص تأثیر زیست‌محیطی (EIQ) و اجزای آن (جز کارگر مزرعه، جز مصرف‌کننده و جز اکولوژیک) و شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه (EIQ-FUR) مورد استفاده قرار گرفت. مقدار این شاخص برای ماده مؤثره آفت‌کش‌های مصرفی در محصول گندم و جو در شهرستان مشهد تعیین شد و برای مقایسه آفت‌کش‌ها و روش‌های مدیریت آفت، شاخص EIQ-FUR محاسبه گردید. طبق نتایج به دست آمده، بیشترین خطر در جزء مصرف‌کننده و آبشویی و کارگر مزرعه، مربوط به قارچکش کاربندازیم بود. دیازینون کمترین خطر را در جزء کارگر مزرعه دارا بود. کمترین خطر در جزء مصرف‌کننده و آبشویی مربوط به حشره‌کش دلتامترین بود. در جزء اکولوژی بیشترین تخریب زیست‌محیطی توسط حشره‌کش دیازینون ایجاد می‌شد. قارچ‌کش کاربندازیم پرمخاطره‌ترین سم مصرفی در بین سموم مورد استفاده در مزارع گندم و جو در شهرستان مشهد شناخته شد. کمترین مقدار میانگین وزنی شاخص EIQ-FUR در کاربرد علف‌کش‌ها و بیشترین مقدار این شاخص در کاربرد قارچ‌کش‌ها دیده شد.

واژه‌های کلیدی: جز اکولوژیک، جز کارگر مزرعه، جز مصرف‌کننده و آبشویی، حشره کش، علف کش، قارچ کش

مقدمه

شاخص تأثیر زیست‌محیطی EIQ[۴] در سال ۱۹۹۲ میلادی در دانشگاه کرنل در ایالات متحده برای ساماندهی داده‌های تأثیرات زیست‌محیطی آفت‌کش‌ها به صورت قابل استفاده برای کمک به بهره‌برداران و سایر مجریان برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات تعریف شد. انتخاب آفت‌کش‌ها طبق این شاخص برای محیط زیست مطلوب به نظر می‌آید. این شاخص تأثیرات زیست‌محیطی آفت‌کش‌ها را ارائه می‌دهد و می‌تواند برای مقایسه آفت‌کش‌های مختلف و انتخاب برنامه مدیریت تلفیقی آفات با خطر سمیتی کمتر برای محیط زیست استفاده گردد. شاخص EIQ مفاهیم زیست‌محیطی که سیستم‌های کشاورزی با آن مواجه هستند را مورد بررسی قرار می‌دهد که شامل سه جزء کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و اکولوژی است (Kovach et al., 1992). در شاخص EIQ میزان سمیت شامل سمیت‌های مزمن، پوستی، سمیت برای ماهی‌ها، پرندگان، بندپایان و زنبورهای عسل، آبشویی و تلفات سطحی بالقوه، و نیمه عمر خاک و گیاه برای تخمین میزان آسیب‌رسانی زیست‌محیطی مواد مؤثره آفت‌کش‌های مربوطه مدنظر قرار می‌گیرد. مقدار عددی EIQ میانگین سه جزء اصلی آسیب 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 زیرزمینی و اثرات منفی بالقوه برای محیط زیست شامل موجودات زنده آبزی و خشکی-

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
(*- نویسنده مسئول : Email: rsadrabadi@mshdiau.ac.ir)

4- Environmental impact quotient

www.SID.ir

Archive of SID

زی را نشان می‌دهد. هر کدام از این پارامترها با توجه به توان زیان بار بودن آن، درجه یک، سه و یا پنج را به خود اختصاص می‌دهد. شش مورد از این پارامترها بر اساس خصوصیات شناخته شده یا اندازه‌گیری شده و پنج مورد دیگر به صورت تأثیر کم، متوسط و شدید قضاوت می‌گردند. این ۱۱ پارامتر برای محاسبه هشت شاخص زیست‌محیطی به کار می‌روند که با یک معادله ریاضی، مقادیر عددی با وزن‌های نسبت داده شده به هر یک از اثرات، ترکیب می‌شود. این امتیازات در نهایت جمع میگردد تا اثر زیست‌محیطی را روی هر یک از این سه جزء (کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و محیط زیست) نشان دهد. رتبه نهایی EIQ متوسط سه امتیاز به دست آمده است و برای ماده مؤثر آفت‌کش به کار می‌رود. بالاترین مقدار EIQ برابر با ۱۰۵/۷ کمترین مقدار آن ۶/۷ است. برای محاسبه فرمولاسیون‌های مختلف یک ماده مؤثره یکسان و الگوهای مختلف استفاده، از نرخ کاربرد مزرعه‌ای[1] (EIQ-FUR) استفاده می‌شود. با اندازه‌گیری این شاخص می‌توان به پرمخاطره‌ترین آفت‌کش از لحاظ زیست‌محیطی در یک منطقه پی برد و با جایگزینی آن با آفت‌کش دیگر، سلامت زیستی جامعه‌ای خاص را تأمین نمود و همچنین می‌توان با معرفی آفت‌کش‌های جایگزین و کم خطرتر یک محصول خاص، پایداری محصول در جامعه را سبب شد.

در مطالعات بسیاری از EIQ برای مقایسه آسیب‌های زیست‌محیطی آفت‌کش‌های مختلف و یا نظام‌های تولیدی متفاوت استفاده شده است (Avila et al., 2011; Doris et al., 2011; Gallivan et al., 2001; Macharia et al., 2009) از این روش همچنین برای ارائه یک معیار کمی به کشاورزان و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی استفاده می‌شود تا انجام مقایسات مختلف را تسهیل نماید. خصوصیات ویژه اقلیمی و اجتماعی (مانند درجه حرارت‌های بالا و سوء تغذیه جوامع) از سویی و شرایط نامطلوب حفاظتی و مکانیزاسیون کاربرد آفت‌کش‌ها در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران سبب شده است که این کشورها علی‌رغم سهم کمتر در مصرف آفت‌کش‌های تولید شده در دنیا، حساسیت بیشتری نسبت به مصرف این ترکیبات داشته و بیشتر متأثر از سمیت‌های حاصل از آن باشند (Slender, 2008). نتایج برخی مطالعات نشان داده است که جوامع با درآمد کمتر شدیداً با این عدم تناسب مصرف و آلودگی زیست‌محیطی درگیرند. همچنین تکرار استفاده از ترکیبات شیمیایی اثرات منفی بر توزیع گونه‌های گیاهی، جانوری و ریز موجودات زنده داشته و تنوع زیستی زیر و روی خاک را در بوم‌نظام‌های کشاورزی و محیط‌های اطراف آن‌ها تخریب کرده است (Larson et al., 2005). در تحقیقی بیشترین اثر منفی کاربرد آفت‌کش‌ها را به ترتیب مربوط به جزء اکولوژیکی، کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و آبشویی دانسته‌اند (Bues et al., 2004; Soltani et al., 2011). همچنین در بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) با روش EIQ نشان دادند که حشره‌کش‌ها بیشترین آسیب را بر محیط زیست وارد می‌کنند (Bues et al., 2004). بذرگر و همکاران (Bazrgar et al., 2011) آفت‌کش‌های مورد استفاده در تولید بذرچغندرقند (*Beta vulgaris* L.) را در نظام‌های مختلف تولید در خراسان با روش EIQ بررسی و بیان داشتند که دو حشره‌کش تبوکونازول و ایمیداکلوپرید پرمخاطره‌ترین آفت‌کش‌های مورد استفاده در بذر چغندرقند مصرفی در خراسان بوده‌اند. همچنین ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی استفاده از حشره‌کش‌های ثبت شده در ایران با استفاده از این روش در پژوهشی مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس میزان مصرف و اثرات محیطی تجمعی سموم حشره‌کش در استان‌های مختلف کشور، مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از استفاده حشره‌کش‌ها در هر هکتار زمین زیرکشت در استان‌های کرمان، مازندران و گلستان بیشتر از سایر استان‌ها بود (Moeinodini et al, 2014). در مطالعه‌ای بر روی مزارع چغندرقند خراسان، نتایج نشان داد که افزایش استفاده از آفت‌کش‌ها در مزرعه به لحاظ تنوع سموم و هم از نظر مقدار کمی ماده مؤثره افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد چغندرقند نداشته است (Bazrgar et al., 2013). در تحقیقی در مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.)، سویا (*Glycine max* L. Merr.)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) در استان گرگان، نتایج نشان داد که میزان مصرف سموم در مزارع پنبه و سویا، بیش از میانگین در سایر مزارع بوده و این مزارع در آلودگی محیط زیست بیشترین سهم را دارا می‌باشند (Alameh et al., 2013). در تحقیقی مشابه در آلمان، شاخص EIQ مربوط به دو آفت‌کش بیولوژیک HT&BT را با روش معمول منطقه، در زراعت ذرت (*Zea mays* L.)، مقایسه شد. نتایج نشان داد استفاده از این دو محصول بیولوژیک تأثیر زیست‌محیطی کمتری، نسبت به روش رایج منطقه داشته است (Nillesen et al., 2006). در گزارشی از مزارع سویا در آرژانتین، علف‌کش گلایفوزیت

1- EIQ-Field use rate

www.SID.ir

Archive of SID

دارای کمترین مقدار شاخص EIQ بوده و حشره‌کش ارگانو فسفاته کلرپیرفوس دارای بالاترین مقدار این شاخص بود. این در حالی است که مقدار شاخص EIQ علف‌کش گلایفوزیت در اراضی بدون شخم نسبت به اراضی با شخم رایج منطقه بسیار بالاتر بود (Bindraban et al., 2009). هدف از این تحقیق بررسی تأثیر زیست‌محیطی آفت‌کش‌های مصرفی در تولید محصولات گندم و جو (*Hordeum vulgare* L.) در مشهد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه اطلاعات مربوط به کلیه آفت‌کش‌های مورد استفاده جهت مبارزه و مدیریت آفات (حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و علف‌کش‌ها) در دو محصول گندم و جو در مشهد جمع‌آوری گردید. جمع‌آوری این اطلاعات از طریق مصاحبه چهره به چهره با کشاورزان، مدیران مزرعه و کارشناسان ناظر صورت گرفت.

جدول ۱- نوع و میانگین میزان مصرف آفت‌کش‌ها در تولید محصول گندم و جو در مشهد

Table 1- Type and amount of pesticides used in wheat and barley production in Mashhad

گیاه زراعی Crop	رده Class	آفت‌کش Pesticide	ماده موثر(٪) Active ingredient (%)	کیلوگرم یا لیتر در هکتار Kg or lit.ha^{-1}
گندم Wheat	حشره‌کش Insecticide	دلتامترین Deltamethrin	2.5	0/5
		دیمتوات Dimethoate	40	1.5
		دیازینون Diazinon	60	1
		تری‌کلروفون Trichlorofon	50	1/2
	علف‌کش Herbicide	۲، ۴-د دی‌کلروفنوکسی‌استیک‌اسید 2, 4- D Dichlorophenoxyacetic acid	67.5	1/5
		کلودینافوپ- پروپاژیل Clodinafop-propargyl	8	1
		تری‌بنورون- متیل Tribenuron-methyl	75	0/05
		فنوکساپروپ‌اتیل Fenoxaprop ethyl	12	1
		متیل‌مزوسولفورون Methyl mesosulfurom	3	1/5
	قارچ‌کش Fungicide	کاربوکسین Carboxin	75	2
		تیرام Thiram	75	2
		تبوکونازول Tebuconazole	25	2
		پروپیکونازول Propiconazole	25	0/5
		کاربندازیم Carbendazim	60	2
		دی‌فنوکونازول Difenoconazole	3	2
		ایپرودیون Iprodione	52.5	1
		سیپروکونازول Cyproconazole	10	0/5
جو barley	حشره‌کش Insecticide	دلتامترین Deltamethrin	2.5	0/5

www.SID.ir

Archive of SID

	دیمتوات Dimethoate	40	1/5
	دیازینون Diazinon	60	1
	تری‌کلروفون Trichlorofon	50	1/2
علف‌کش Herbicide	۲، ۴-د دیکلروفنوکسی‌استیک‌اسید 2,4-D dichlorophenoxyacetic acid	67.5	1/5
	دیکلوفوپ- متیل Diclofop-methyl	36	2/5
	تری‌بنورون- متیل Tribenuron-methyl	75	0.05
	فنوکساپروپ‌اتیل Fenoxaprop ethyl	12	1
قارچ‌کش Fungicide	کاربوکسین Carboxin	75	2
	تیرام Thiram	75	2
	تبوکونازول Tebuconazole	25	2
	پروپیکونازول Propiconazole	25	0/5
	کاربندازیم Carbendazim	60	2
	دی‌فنوکونازول Difenoconazole	3	2
	ایپرودیون Iprodione	52.5	1
	سیپروکونازول Cyproconazole	10	0/5

اطلاعات مربوط به کلیه سموم مورد استفاده در این محصول‌ها جهت مبارزه و مدیریت آفات (حشرات و کنه‌های خسارت‌زا، قارچ‌های بیماری‌زا و علف‌های‌هرز) بر حسب نوع سم، تعداد تکرار سمپاشی و غلظت ماده مؤثره مورد استفاده جمع‌آوری شد که نوع و میانگین وزنی میزان مصرف آفت‌کش‌ها در جدول ۱ آمده است.

مقدار عددی EIQ متوسط سه جزء اصلی آسیب را نشان می‌دهد: ۱) آسیب بالقوه برای سلامت کارگران مزرعه، ۲) آسیب بالقوه برای مصرف‌کنندگان ازطریق اثر مستقیم مواد سمی باقیمانده در محصولات غذایی و یا از طریق آلودگی آب‌های زیرزمینی و ۳) اثرات منفی بالقوه برای محیط زیست شامل موجودات زنده آبزی و خشکی‌زی. جزییات محاسبه هر یک از این سه بخش توسط کواچ و همکاران (Kovach et al., 1992) ارایه شده است. در نهایت مدل EIQ مجموعه اطلاعات اثرات زیست‌محیطی را به صورت یک عدد از طریق معادله‌ای مبتنی بر سه جز اصلی گفته شده ارایه می‌دهد. معادله تعیین مقدار EIQ برای هر آفت‌کش در زیر آورده شده است (Bazrgar et al., 2013):

معادله (۱)

$$EIQ=\{C[(DT\times5)+(DT\times P)]+[(C\times((S+P)/2)\times SY)+(L)]+[(F\times R)+(D\times((S+P)/2)\times3)+(Z\times P\times3)+(B\times P\times5)]\}/3$$

که در این معادله، DT: سمیت پوستی، C: سمیت مزمن، SY: سیستمیک بودن، F: سمیت برای ماهی‌ها، L: پتانسیل آبشویی، R: پتانسیل تلفات سطحی، D: سمیت برای پرندگان، S: نیمه عمر خاک، Z: سمیت برای زنبور عسل، B: سمیت برای بند پایان سودمند و P: نیمه عمر سطح گیاه است. مقادیر EIQ و سه جز آن برای هر آفت‌کش توسط کواچ و همکاران (Kovach et al., 2010) ارایه شده است. پس از تعیین مقادیر EIQ بر اساس ماده مؤثره هر آفت‌کش، و برای مقایسه اثرات زیست‌محیطی بین آفت‌کش‌ها و برنامه‌های مختلف مدیریت آفات در دو محصول مورد مطالعه، شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه (EIQ-FUR) برای هر آفت‌کش از حاصل‌ضرب

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر EIQ در میزان ماده مؤثره هر آفت‌کش و مقدار مصرف آفت‌کش در مزرعه محاسبه گردید (معادله ۲) (Bazrgar et al., 2013). در نهایت مقادیر EIQ-FUR برای آفت‌کش‌های مختلف به کار رفته در هر مزرعه، برای تعیین اثر زیست‌محیطی تولید هر محصول در مدیریت آفات جمع زده شدند.

معادله (۲) EIQ Field Use Rating = EIQ × % active ingredient × Rate

بر اساس همین روش، اجزای EIQ (شامل جز کارگر مزرعه، جز مصرف‌کننده و جز اکولوژیک) نیزبا استفاده از معادله (۲) و در نظر گرفتن اجزای EQ ارایه شده توسط کواچ و همکاران (Kovach et al., 2010) محاسبه گردید.

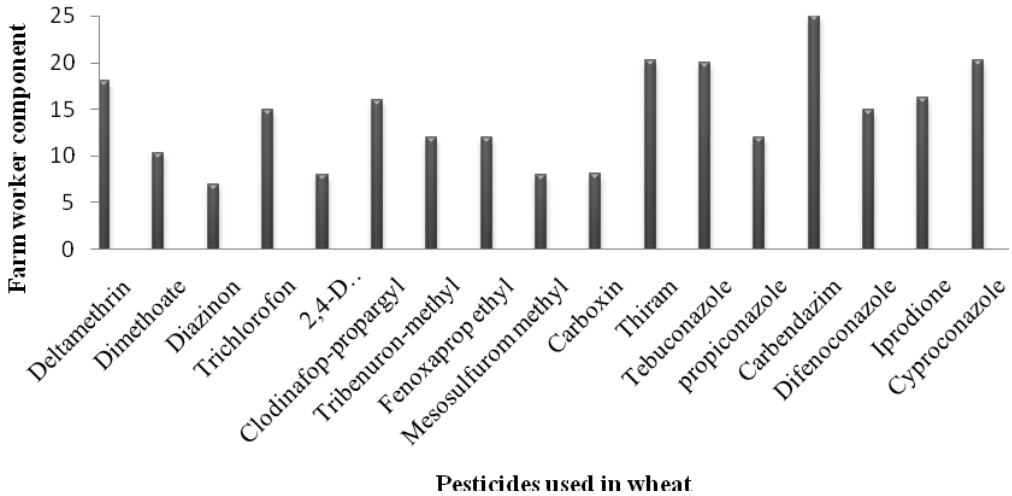
نتایج و بحث

تنوع فراوان در میزان شاخص EIQ و اجزای آن (کارگر مزرعه، مصرف‌کننده و آبشویی، اکولوژی) مشاهده گردید. در کشت گندم جزء کارگر مزرعه شاخص EIQ، قارچ‌کش کاربندازیم بیشترین اثر سوء را دارا بود. دیازینون کمترین خطر را در این جزء دارا بود (شکل ۱). در گزارشی در مورد چغندرقند بیان شد که حشره‌کش متاسیستوکس– آر (۸۰) دارای بیشترین اثر بر کارگران مزرعه بود و کمترین این جز مربوط به حشره‌کش دورسبان (۶) بود (Bazrgar et al, 2013).

بیشترین خطر در جزء مصرف‌کننده و آبشویی در کشت گندم، مربوط به قارچ‌کش‌ها بود. کاربندازیم خطرناکترین قارچ‌کش در این گروه بود. کمترین خطر در این جزء مربوط به حشره‌کش دلتامترین بود و بر خلاف جزء کارگر مزرعه استفاده از این حشره‌کش جهت مبارزه با سن گندم، مناسب‌تر از تری‌کلروفن است. جایگزینی کاربندازیم با ایپردیون، تیرام و کاربوکسین که جهت ضد عفونی بذر به کار می‌روند، باعث بهبود سلامت بیشتر این جزء می‌شود (شکل ۲).

در جزء اکولوژیک در کشت گندم بیشترین مخاطره زیست‌محیطی توسط حشره‌کش دیازینون ایجاد شد. در این بخش حشره‌کش‌ها از اهمیت بالاتری نسبت به قارچ‌کش‌ها برخوردار بودند. استفاده از حشره‌کش دلتامترین که جهت کنترل سن گندم به کار می‌رود، به دلیل خطر تخریب اکولوژیک توصیه نمی شود و بهتر است تری‌کلروفن جایگزین آن شود.

بین تخریب اکولوژیک قارچ‌کش‌ها اختلاف چندانی مشاهده نشد (شکل ۳). بذرگر و همکاران (Bazrgar et al., 2013) به لحاظ اثرات اکولوژیک در چغندرقند نیز حشره‌کش‌های متاسیستوکس–آر و بازودین به ترتیب با ۱۲۸/۱ و ۱۲۲/۷۵ را دارای بیشترین آسیب‌رسانی و علف‌کش‌های رونیت و مچ به ترتیب با ۳۳ و ۳۳/۶۳ دارای کمترین آسیب‌رسانی معرفی کردند.

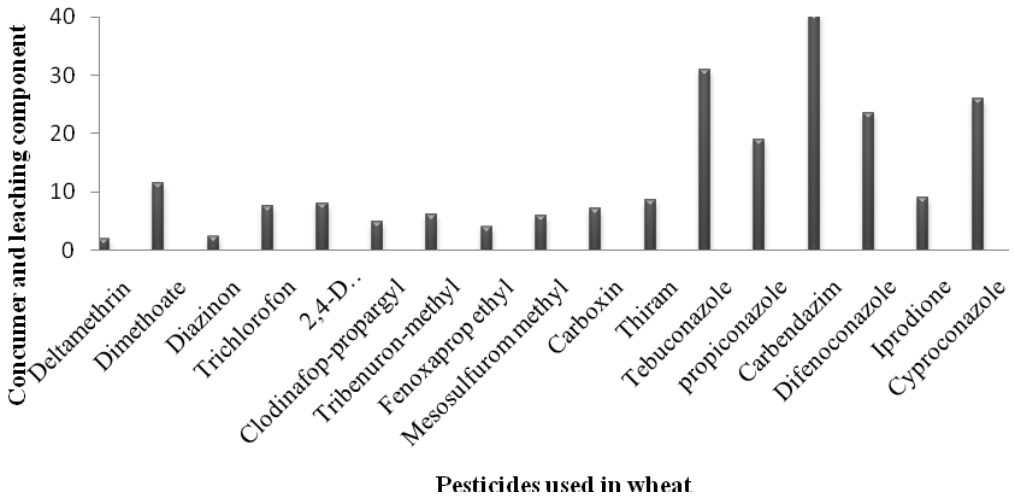


شکل ۱- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع گندم مشهد بر جز کارگر مزرعه

Fig. 1- Effects of pesticides used in wheat on farm worker component in Mashhad

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع گندم مشهد بر جز مصرف‌کننده و آبشویی
Fig. 2- Effects of pesticides used in wheat on consumer and leaching component in Mashhad

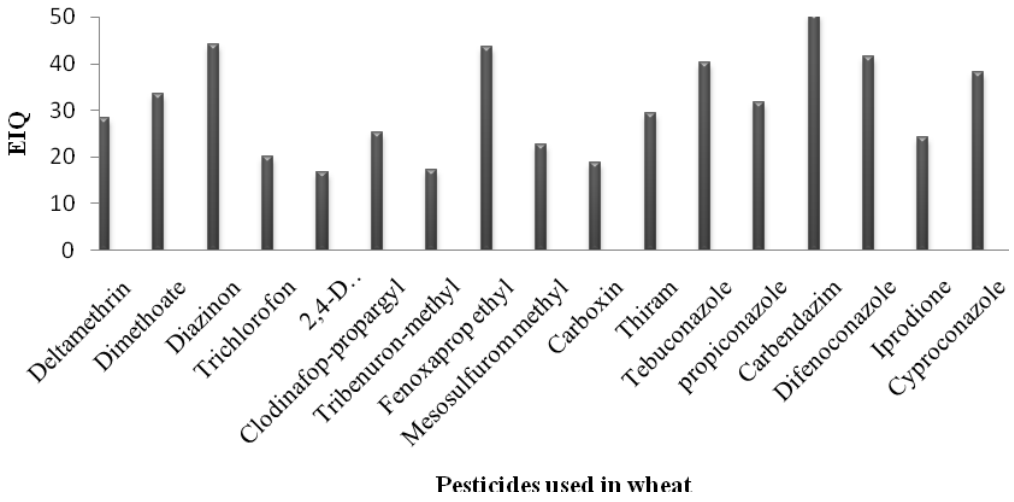
شکل ۳- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع گندم مشهد بر جز اکولوژیک
Fig. 3- Effects of pesticides used in wheat on ecological component in Mashhad

بیشترین مقدار EIQ در بین حشره‌کش‌های مصرفی گندم در مشهد مربوط به دیازینون بوده و کمترین مقدار این شاخص را دلتامترین دارا بود. در بین علف‌کش‌های مصرفی در مزارع گندم مشهد 2, 4- D کمترین مقدار شاخص EIQ و فنوکساپروپ اتیل بیشترین مقدار این شاخص را دارا بود (شکل ۴). بذرگر و همکاران (Bazrgar et al., 2013) بیان داشتند که بیشترین مقدار EIQ در بین آفت‌کش‌های مورد استفاده مربوط به حشره‌کش متا سیستوکس– آر (۷۵/۰۳) و بازودین (۴۴/۰۳) بود و علف‌کش پیرامین (۱۶/۰۱) و حشره‌کش مچ (۱۶/۲۹) نیز به ترتیب دارای کمترین مقدار این شاخص در تولید چغندرقند در خراسان بودند.

کمترین مقدار میانگین شاخص EIQ-FUR در مزارع گندم در کاربرد علف‌کش‌ها مشاهده شد. بیشترین مقدار این شاخص در کاربرد قارچ‌کش‌ها دیده شد (شکل ۵). بیشترین مقدار EIQ-FUR همچنان مربوط به قارچ‌کش کاربندازیم بود. حشره‌کش دلتامترین به دلیل مصرف پایین مقدار بسیار ناچیزی از این شاخص را به خود اختصاص داد و بر خلاف EIQ با توجه به این شاخص مصرف دلتامترین نسبت به تری‌کلروفن مناسب‌تر ارزیابی شد.

www.SID.ir

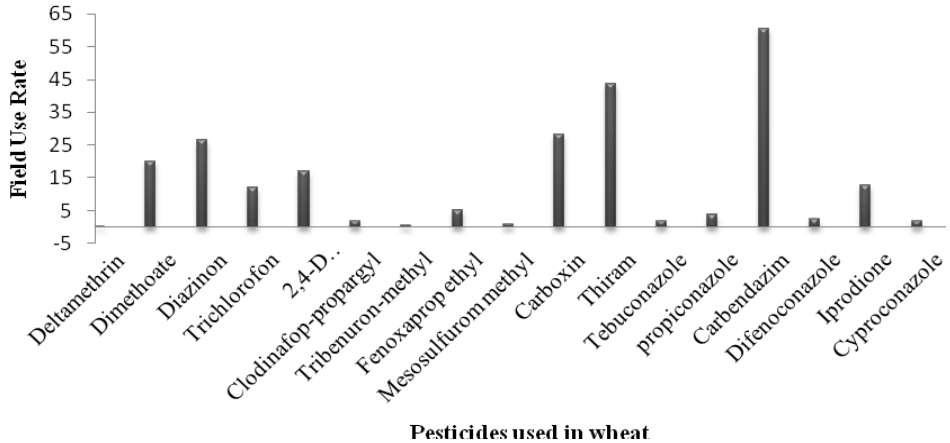
Archive of SID



شکل ٤- شاخص تأثیر زیست‌محیطی (EIQ) برای آفت‌کش‌های استفاده شده در مزارع گندم در مشهد
Fig. 4- Environmental Impact Qutient (EIQ) for pesticides used in wheat farms in Mashhad

جهت ضد عفونی بذر، ایپردیون و جهت از بین بردن علف‌های هرز مزارع گندم، تری بنورون متیل با کمترین میزان شاخص EIQ-FUR بهترین انتخاب می‌باشد. بذرگر و همکاران (Bazrgar et al., 2013) نیز گزارش کردند که مقدار EIQ-FUR برای قارچ‌کش‌ها در نظام‌های تولید مکانیزه چغندرقند بیشترین و در نظام‌های سنتی کمترین بود. در نظام‌های مکانیزه سولفور و در نظام‌های نیمه مکانیزه کالیکسین بیشترین مقدار EIQ-FUR را ایجاد کردند. هومبرت و همکاران (Humbert et al., 2007) (به نقل از بذرگر و همکاران (Bazrgar et al., 2013)) نیز در مطالعه خود کالکسین (با ماده مؤثره تریدمورف) را یکی از قارچ‌کش‌های با مخاطره زیست‌محیطی بالا گزارش کرده اند که باید با سموم مشابه کم خطرتر جایگزین گردد.

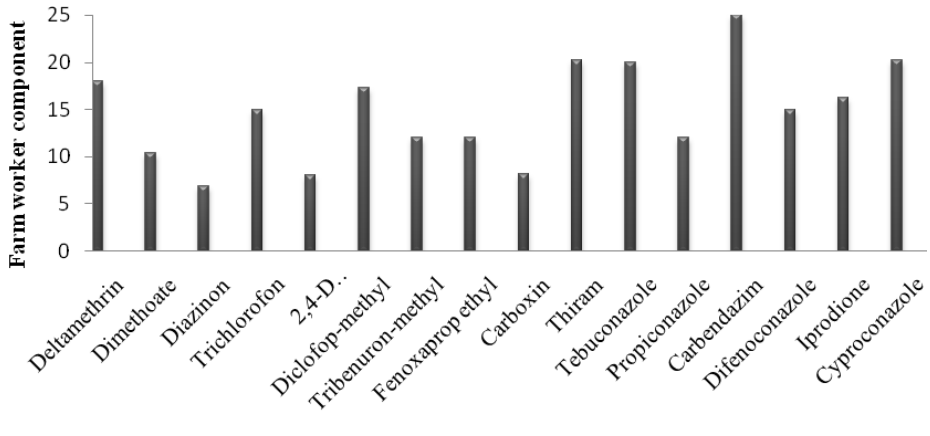
در کشت جو، قارچ‌کش کاربندازیم بیشترین و حشره‌کش دیازینون کمترین اثر سوء را در جزء کارگر مزرعه نشان دادند (شکل ۶). در جز مصرف‌کننده و آبشویی بیشترین اثر متعلق به قارچ‌کش کاربندازیم و کمترین اثر مربوط به حشره‌کش دلتامترین بود (شکل ۷).



شکل ٥- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع گندم مشهد بر شاخص تأثیر زیست محیطی مزرعه
Fig. 5- Effects of pesticides used in wheat on EIQ-FUR in Mashhad

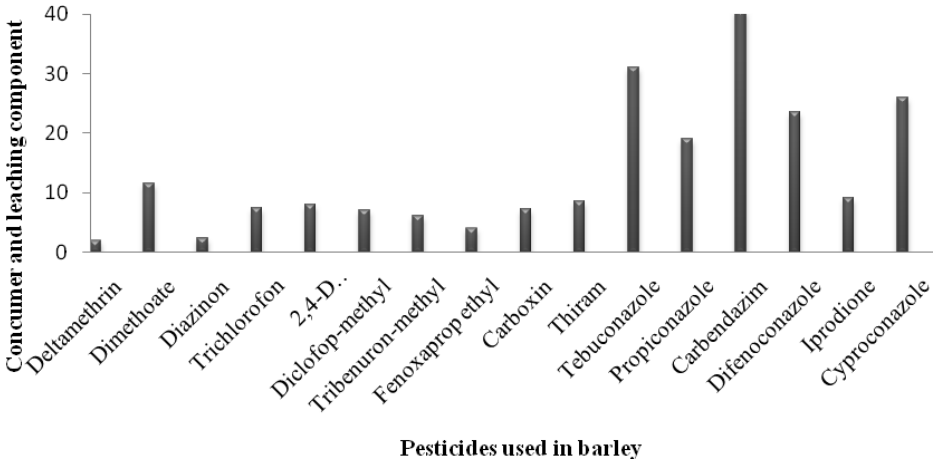
www.SID.ir

Archive of SID



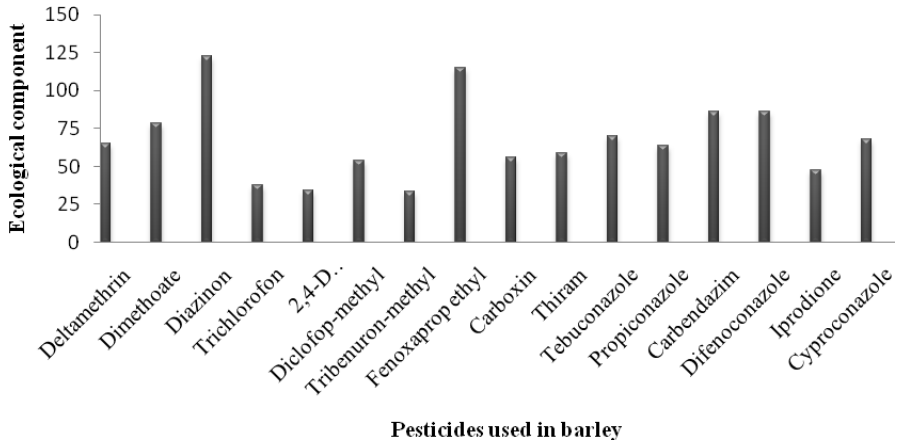
شکل ٦- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع جو مشهد بر جز کارگر مزرعه

Fig. 6- Effects of pesticides used in barley on farm worker component in Mashhad



شکل ۷- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع جو مشهد بر جز مصرف‌کننده و آبشویی

Fig. 7- Effects of pesticides used in barley on consumer and leaching component in Mashhad



شکل ۸- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع جو مشهد بر جزء اکولوژی

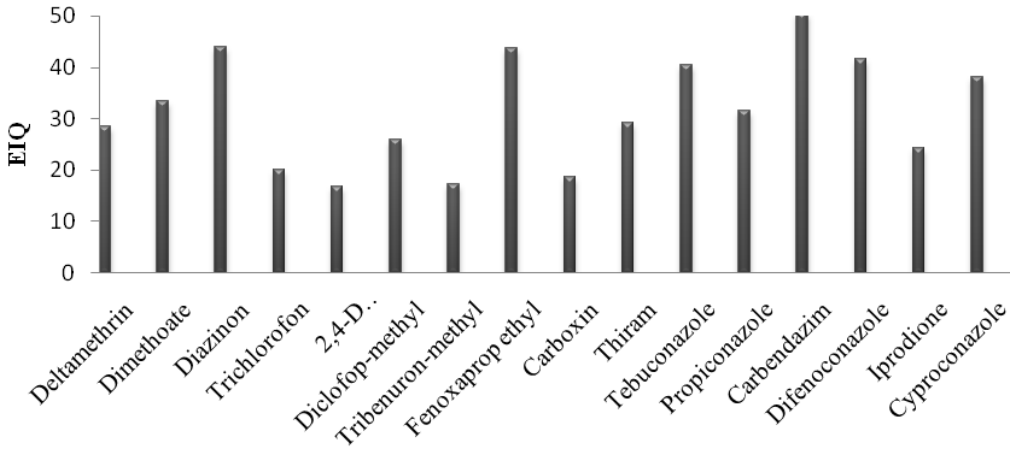
Fig. 8- Effects of pesticides used in barley on ecological component in Mashhad

www.SID.ir

Archive of SID

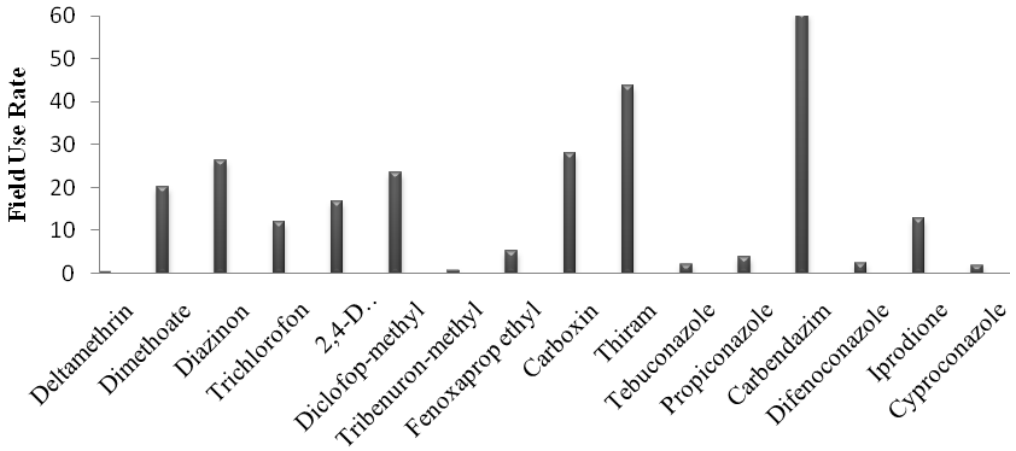
در جزء اکولوژیک دیازینون و تری بنورون متیل به ترتیب بیشترین و کمترین اثر را داشتند. در قارچ‌کش‌های مصرفی برای ضد عفونی بذر، سموم مصرفی تفاوت چندانی در جز اخیر نشان ندادند (شکل ۸).

شاخص EIQ در آفت‌کش‌های مصرفی در مزارع جو شهرستان مشهد، در قارچ‌کش کاربندازیم بیشترین مقدار را دارا بود. جهت ضد عفونی بذر، قارچ‌کش ایپردیون کمترین مقدار شاخص را دارا بود. در بین علف‌کش‌های مصرفی، 2, 4- D کمترین مقدار و فنوکساپروپ اتیل بیشترین مقدار این شاخص را دارا بودند (شکل ۹). بررسی شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه در مزارع جو مناطق مورد مطالعه نشان داد که قارچ‌کش سایپروکونازول مناسب‌ترین سم برای ضد عفونی بذر می‌باشد و جایگزین مناسبی برای کاربندازیم به شمار می‌رود. کاربندازیم پر مخاطره‌ترین آفت‌کش برای محیط زیست ارزیابی شد. با توجه دوز مصرفی آفت‌کش‌ها و مقادیر شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه، دلتامترین مناسب‌ترین حشره‌کش علیه سن گندم و تری بنرون متیل کم خطرترین علف‌کش بود (شکل ۱۰).



شکل ۹- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع جو مشهد بر شاخص تأثیر زیست‌محیطی

Fig. 9- Effects of pesticides used in barley on EIQ in Mashhad



شکل ۱۰- اثر آفت‌کش‌های مصرفی (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) در مزارع جو مشهد بر شاخص تأثیر زیست‌محیطی مزرعه

Fig. 10- Effects of pesticides used in barley on EIQ-FUR in Mashhad

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به داده‌های موجود، قارچ‌کش کاربندازیم پر مخاطره‌ترین سم مصرفی در بین سموم مورد استفاده در مزارع گندم و جو در شهرستان مشهد شناخته شد. بوئس و همکاران (Bues et al., 2004) نیز قارچ‌کش‌ها را پر خطرتر شناسایی کردند و این تأثیر به ویژه در قارچ‌کش‌های مسی و گوگردی بالاتر بود. سموم شناخته شده پر خطر در هر گروه آفت‌کش (حشره‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) میتوانند با یکی از سموم با مخاطره زیست‌محیطی کمتر جایگزین شوند.

دوریس و همکاران (Doris et al., 2011) شاخص EIQ را با ارزیابی مضرات متیل بروماید و جایگزین‌های پیشنهادی آن روی کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان، مهره‌داران مفید، پرندگان، ماهی‌ها و زنبورها نشان داد که یدومتان کمترین مقدار این شاخص و نرخ مصرف مزرعه‌ای را داشت و جایگزینی آن با کمترین خطر همراه است. در بین گروه‌بندی زیست‌محیطی، کارگران و مهره‌داران مفید بالاترین و ماهی و مصرف‌کنندگان کمترین مواجهه با خطر را نشان دادند. طبق نتایج، متیل بروماید بیشترین مقدار این شاخص را نسبت به سایر ضد عفونی‌کننده‌ها داشت. شاخص مربوط به میداس و تلوس با افزایش غلظت کلروپیکرین افزایش یافت. در مقایسه با ضدعفونی‌کننده‌ها، علف‌کش‌ها دارای EIQ مشابه بودند. بین علف‌کش‌ها پاراکوات بیشترین EIQ را داشت.

به نظر می‌رسد که EIQ در درجه اول باید به عنوان ابزاری برای شاغلین بخش کشاورزی در جهت شناسایی مضرات ناشی از آفت‌کش‌ها و به ویژه برای مقایسه تفاوت‌های نسبی بین آفت‌کش‌های مختلف استفاده گردد و در ارایه گزارشات زیست‌محیطی، اکتفا به مقدار مصرف آفت‌کش‌ها به تنهایی (آن‌چه در حال حاضر مرسوم است)، برای تصمیم‌گیری در جهت کاهش اثرات زیست‌محیطی کافی نیست و باید داده‌های مربوط به میزان مصرف در ترکیب با شاخص‌های کیفی ماده مؤثره به صورت ضرایبی میزان تأثیر زیست‌محیطی در واحد مصرف را نشان دهد.

با توجه به ضرورت برنامه‌ریزی جهت استفاده سموم و آگاه‌سازی کشاورزان از مخاطرات مصرف و توجه به استفاده از آفت‌کش‌های کم خطرتر و سیاست‌گزاری در جهت انتخاب آفت‌کش‌های کم آسیب جایگزین و میزان بهینه مصرف از سوی سیاست‌گزاران بخش کشاورزی، پیشنهاد می‌شود این شاخص در تمامی محصولات باغی و زراعی در شهرهای مختلف محاسبه و مشخص گردد و انتخاب سموم در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات با توجه به این شاخص صورت گیرد.

منابع

Alame, Z., Shahriari Rad, A., Soltani, A., and Zeinali, A. 2013. Environmental evaluation of pesticides used in wheat, rapeseed, soy bean and cotton in Gorgan. The 1st National Conference on Solutions to Access Sustainable Development in Agriculture, Natural Resource and Environment. Iran. Tehran. March10. (In Persian)

Avila, K., Chaparro-Giraldo, A., and Reyes, G. 2011. Environmental effect of conventional and GM crops of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and corn (*Zea mays* L.). Agronomia Colombiana 29(3): 341-348.

Bazrgar, A.B., Soltani, A., Koocheki, A., Zeinali, A., and Ghaemi, A. 2013. Evaluation of environmental effects of pesticides used in different sugar beet production systems in Khorasan provinces. Journal of Agroecology 5(2): 122-133. (In Persian with English Summary)

Bazrgar, A.B., Soltani, A., Koocheki, A., Zeinali, A., and Ghaemi, A. 2011. Environmental assessment of pesticide used for seed treatment in sugar beet production systems in Khorasan. Proceeding of 2nd national conference in seed science and technology, Mashhad Branch-IAU, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

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: 155-162.

Doris, S., Mullen, J., Wetzstein, M., and Houston, J. 2011. Environmental impact from pesticide use: A case study of soil fumigation in Florida tomato production, International Journal of Environmental Research and Public Health 8: 4649-4661. doi: 10.3390/ijerph8124649.

Gallivan, G.J., Surgeoner, G.A., and Kovach, J. 2001. Pesticide risk reduction on crops in the province of Ontario. Journal of Environmental Quality 30: 798-813.

Kovach, J., Petzoldt, C., Degnl, J., and Tette, J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides.

www.SID.ir

Archive of SID

New York's Food and Life Science Bulletin 139.

Kovach, J., Petzoldt, C., Degni. J., and Tette, J. 2010. A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's food and life sciences bulletin. Geneva, NY: NYS Agricultural experiment station, Cornell University. Available at website: http://www.nysipm.cornell.edu/publications/ eiq/ files/ EIQ values 2010 p1_4.pdf (verified 20 February 2011).

Larson, D.L., Mcdonald, S., Fivizzani, A., Newton, W., and Hamilton, S. 2005. Effect of pesticides on amphibians and reptiles. Indian Journal of Experimental Zoology 7: 39-47.

Macharia, I., Mithöfer, D., and Waibel, H. 2009. Potential environmental impact of pesticides use in the vegetable sub-sector in Kenya. African Journal of Horticultural Science (2): 138-151.

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 2(6): 250-256. (In Persian with English Summary)

Nillesen, E., Scatasta, S., and Wesseler, J. 2006. *Bt* and *Ht* corn versus conventional pesticide and herbicide use. Do environmental impacts differ? Association of Agricultural Economists Conference. Gold Coast, Australia. August 12-18. 182 pp.

Slender, D.J., Masipiquen, M.D., and de Snoo, G.R. 2008. Risk assessment of pesticide usage by smallholder farmers in the Cagayan Valley (Philippines). Crop Protection 27: 747-762.

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 p. 201-218. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir