نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۱۴۸-۱۱۳۵

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1135-1148

ارزیابی زیست محیطی سموم کشاورزی مورد استفاده در مزارع پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) استان گلستان

رضا عارفی[1*]، افشین سلطانی[2] و حسین عجم نوروزی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۰۲

عارفی، ر.، سلطانی، ا.، و عجم نوروزی، ح. ۱۳۹۷. ارزیابی زیست محیطی سموم‌کشاورزی مورد استفاده در مزارع پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) استان گلستان. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۴): ۱۱۴۸-۱۱۳۵.

چکیده

مصرف سموم خسارت ناشی از آفات و بیماری را کاهش می‌دهد، ولی در عوض آلودگی محیط زیست, انسان, دام, آبزیان، حشرات و غیره را سبب می شود. این مقاله اثرات منفی سموم مورد استفاده در مزارع پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) را با استفاده از مدل EIQ مورد بحث و بررسی قرارداد است نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف سموم بیشترین تأثیر را در بین سه مؤلفه اصلی کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و جزء اکولوژیک بر بخش اکولوژیک که شامل اجزاء آبزیان، زنبورها، موجودات مفید و پرندگان بود داشت. در بین حشره‌کش های مورد استفاده، پروفنفوس (کواکرون) و تیودیکارپ (لاروین) دارای بیشترین ضریب اثر محیطی مزرعه‌ای بودند. بیشترین ضریب اثر محیطی مزرعه‌ای در بین علف‌کش‌ها مربوط به تریفورالین (ترفلان) بود. بین میزان شاخص تأثیر زیست محیطی مزرعه ای آفت‌کش‌ها و عملکرد پنبه رابطه‌ای مثبت معنی‌دار و مستقیمی وجود داشت. این عبارت بدان معنی نیست که افزایش عملکرد مستلزم استفاده بیشتر از سموم می‌باشد بلکه از طریق راه‌های مختلف میزان عملکرد اقتصادی را حفظ و اثرات مخرب زیست محیطی سموم را کاهش داد اجرا سیستم‌های مدیریتی مختلف مبارزه تلفیقی آفات و علف‌های هرز جهت کاهش مصرف سموم توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آفت‌کش‌ها، ضریب اثر محیطی، علف‌کش‌ها، کنترل شیمیایی

مقدمه

هر ماده‌شیمیایی که وارد محیط‌زیست می شود، تأثیرات مخربی روی آن دارد. علف‌کش‌ها و سموم دفع آفات نیز به علت آن که از مواد شیمیایی ساخته شده‌اند، از این امر مستثنی نیستند. در طول تاریخ بعضی از بندپایان بعنوان دشمن انسان در جهت کاهش محصولات کشاورزی و ناقل بیماری‌ها شناخته شده‌اند و انسان از آغاز پیدایش و بویژه ازآغاز متمدّن شدن، همواره به دنبال روش‌های مقابله با این دشمنان بوده است. در زمان‌های قدیم انسان از مواد طبیعی موجود مانند مواد معدنی و گیاهی برای مبارزه استفاده می‌کرد. تا قبل از شروع جنگ جهانی دوم بیشتر مواد شیمیایی استفاده شده بر علیه آفات از مواد معدنی چون آرسنیک و گوگرد بودند و به‌طور همزمان، استفاده از گیاهانی مانند گل پیرتروم (*Tanacetum coccineum* L.)، نیکوتین و روتنون نیز مرسوم بود. در دهه ۱۹۴۰ میلادی «انقلاب حشره‌کش‌ها» بوقوع پیوست. افزایش عملکرد محصولات و رسیدن به خودکفایی بدون در نظر گرفتن مخاطرات زیست‌محیطی، قطعا تأثیرات مخربی بر سلامت انسان و محیط زیست خواهد گذاشت (Deihimfard et al., 2007).

هر چند قدم‌هایی برای کاهش آفت‌کش‌های شیمیایی و مصرف آنها برداشته شده، اما همچنان در شمار آلاینده‌های مهم محیط زیست محسوب می‌شوند، به‌طوری‌که هر روزه آلودگی منابع آب و خاک به‌وسیله سموم دفع آفات و بیماری‌های گیاهی در طبیعت ما اتفاق می‌افتد و همچنین مشکلات زیادی از نظر بهداشت و سلامت

۱ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
۲- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: arefi.reza@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i4.61847

کاربران، کارگران مزرعه و مصرف‌کننده و موجودات مفید را به‌دنبال دارند (Whelan et al., 2005). با وجود آنکه کارشناسان حفظ نباتات به‌منظور جلوگیری از آلودگی محیط زیست به سموم شیمیایی، راهکارهای دیگری به غیر از کاربرد سموم برای کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی به کشاورزان و باغداران توصیه می‌کنند، اما هنوز هم انتخاب این روش اولویت نخست آنان است امروزه تمایلات زیادی برای برآورد اثرات مخرب زیست‌محیطی سموم کشاورزی وجود دارد. برای دست‌یابی به این هدف باید مخاطرات ناشی از استفاده سموم دفع آفات شیمیایی را به صورت جز به جز بررسی نمود (Levitan et al., 1997; Maud et al., 2001; Levitan, 1997). سموم شیمیایی در زمان تولید، فروش، استفاده در مزرعه و در نهایت به صورت بقایا در مواد غذایی مخاطرات زیست‌محیطی متعددی بروز می‌دهند. تعیین میزان خطر استفاده از آفت‌کش‌ها به دلیل اطلاعات کمی و اغلب اوقات ذهنی، پیچیده و دشوار می‌باشد (Peterson & Schleier, 2014; Dushoff et al., 1994). شناسایی تمامی روابط زیست محیطی متأثر جهت استفاده از آفت‌کش‌ها مهم است. خطرات آفت‌کش‌ها همیشه به‌صورت اطلاعاتی ناقص بوده و خواص اثرات زیست محیطی می‌بایستی به صورت فرضیاتی شفاف، مفهومی و محاسباتی قابل بیان باشد (Peterson et al., 2014). با استفاده از مدل‌سازی می‌توان میزان آلودگی ایجاد شده در قسمت‌های مختلف اکوسیستم را مشخص کرد و به‌عنوان ابزاری جهت کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی استفاده کرد (Holvoet, 2006). جهت ارزیابی میزان تأثیر سموم بر محیط زیست روشی به‌نام EIQ[1] (شاخص تأثیر زیست محیطی آفت‌کش‌ها) وجود دارد که میزان سموم و مواد شیمیایی وارده به طبیعت را ارزش‌گذاری می کند و میزان تأثیر آن را بر کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و موجودات زنده مفید مورد بررسی قرار می‌دهد (Kovach et al., 1992; Kovach et al., 2010). شاخص تأثیر زیست محیطی حتی با کمبود اطلاعات که یکی از مهمترین مشکلات کشورهای در حال توسعه می‌باشد قابل اندازه‌گیری است (Feola et al., 2011). در تحقیقات زیادی از EIQ برای بررسی اثرات زیست محیطی سموم استفاده شده است (Brimner et al., 2005; Sikkema et al., 2007; Deihimfard et al., 2007; Soltani et al., 2007; Soltani et al., 2010).

تورگان و اردوگان (Turgut & Erdogan, 2005) میزان آلودگی زیست‌محیطی ناشی از سموم مورد استفاده در تولید پنبه در آئگان ترکیه را مورد بررسی قرار داده و اعلام نمودند که میزان تأثیرپذیری دو جز اکولوژیک کارگران مزرعه و مصرف‌کنندگان بیشتر بود. معین‌الدین و همکاران (Moien Aldin et al., 2014) در بررسی ارزیابی مخاطرات زیست محیطی استفاده از حشره‌کش‌های ثبت شده در ایران بیشترین مخاطرات زیست محیطی ناشی از حشره‌کش‌ها را در هر هکتار زمین زیر کشت در استان‌های کرمان، مازندران و گلستان بیشتر از سایر استان‌ها گزارش کردند.

کرومان و همکاران (Kromann et al., 2011) از روش‌های مدیریت تلفیقی آفات در تولید سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در کشورهای اکوادور و پرو طی سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ جهت کاهش شاخص تأثیر زیست محیطی استفاده کردند. این محققین شاخص تأثیر زیست محیطی در ارزیابی خود بسیار تأثیرگذار و نیز اعلام کردند در مزارعی که از چندین روش برای کنترل آفات استفاده شده است، این شاخص در حداقل خود و در حدود ۴۰ و در مزارعی که به صورت رایج مدیریت می‌شوند، این شاخص حداکثر نمره ۱۲۳۵ را به خود اختصاص داده است. ایوریاتی و همکاران (Ioriattie et al, 2011) نیز از شاخص تأثیر زیست محیطی برای ارزیابی مخاطرات زیست محیطی سیب (*Malus pumila* L.) در سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ میلادی استفاده کردند و علل کاهش مخاطرات زیست‌محیطی را استفاده از سموم انتخابی، تکنولوژی‌های سازگار با محیط زیست و کنترل زراعی آفات اعلام نمودند. در تحقیقی که سند و همکاران (Sande et al., 2011) بر اثرات زیست محیطی آفت‌کش‌های مورد استفاده جهت تولید گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) در فلوریدا انجام داد بیشترین تأثیر سموم را بر کارگران و بندپایان مفید و کمترین تأثیر بر ماهی‌ها و مصرف‌کنندگان گزارش کردند. در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIQ) ارقام سنتی پنبه و رقم *Bt* پنبه در شمال هند توسط مال و همکاران (Mal et al., 2011) نشان داد کشت رقم BT پنبه را از نظر میزان خطر، آسیب کمتری به محیط زیست وارد می‌کند. ماچاریا و همکاران (Macharia et al., 2009) در بررسی اثرات زیست محیطی آفت‌کش‌های مورد استفاده در تولید سبزیجات در کنیا اثرات زیست محیطی سموم را منفی و میانگین شاخص اثرات زیست محیطی را ۲۲/۶ و برای کارگران مزرعه و مصرف‌کنندگان به‌ترتیب ۸۲ و ۳۷ گزارش کردند.

بذرگر و همکاران (Bazrgar et al., 2013) در تحقیقی بر اثرات زیست‌محیطی کاربرد آفت‌کش‌ها در نظام‌های مختلف تولید چغندرقند در استان خراسان با استفاده از روش EIQ اعلام کردند که فشار زیست‌محیطی وارد بر سه جزء کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و جزء اکولوژیک بود که بیشترین اثر منفی کاربرد آفت‌کش‌ها مربوط به جزء اکولوژیک یعنی اثر بر موجودات زنده بوم‌نظام بود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش استفاده از آفت‌کش‌ها در مزرعه به لحاظ تنوع سموم و مقدار کمی ماده مؤثره رابطه‌ای با عملکرد نداشت. بوئس و همکاران (Bues al et., 2004) در بررسی اثرات زیست-محیطی تولید گوجه فرنگی با روش EIQ نشان دادند که حشره‌کش‌ها بیشترین فشار را بر محیط زیست وارد می‌کنند. با

1- Environmental impact quotient

توجه به روند فزاینده مصرف سموم در کشاورزی، لازم است اثرات زیست‌محیطی آن مورد بررسی قرار گیرد. هدف این تحقیق بررسی اثرات زیست محیطی سموم مصرفی در مزارع پنبه استان گلستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۰۰ مزرعه پنبه در اطراف شهرهای علی‌آباد و آق‌قلا واقع در استان گلستان در دو سال زراعی ۹۳ و ۹۴ انتخاب شدند. این مزارع طوری انتخاب شدند که طیفی مختلفی از کشاورزان را در برگیرند. اطلاعات مربوط به سموم مختلف جهت مبارزه با آفات (حشرات و کنه‌های خسارت‌زا، قارچ‌های بیمارگر) و علف‌کش‌ها برحسب نوع سم، تعداد بار سم‌پاشی و غلظت ماده مؤثر از این مزارع جمع‌آوری شد. مشخصات سموم (آفت‌کش، علف‌کش و قارچ‌کش) مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است.

برای ارزیابی اثرات زیست محیطی آفت‌کش‌های مورد استفاده در این مطالعه از روش EIQ (فشار زیست‌محیطی آفت‌کش‌ها) استفاده شد (Kovach et al., 1992; Kovach et al., 2004; Kovach et al., 2010). دو نوع شاخص تأثیر زیست‌محیطی وجود دارد یکی شاخص تأثیرات زیست‌محیطی پایه‌ای می‌باشد که برای هر مولکول از ماده مؤثر سموم گیاهی و اثر سمی آن بر روی کارگران، مصرف‌کنندگان، ماهی‌ها، پرندگان، زنبورها و بندپایان مفید محاسبه گردیده است و دیگری به نام شاخص زیست‌محیطی مزرعه‌ای می‌باشد که از شاخص زیست محیطی پایه‌ای و میزان مصرف سموم در مزرعه بدست می‌آید (Feola et al., 2011).

مقدار EIQ پایه‌ای از سه جز ۱) آسیب برسلامت کارگران مزرعه ۲) آسیب بر مصرف‌کنندگان ۳) آسیب بر بخش اکولوژیک تشکیل شده است و هر بخش از جمع زیر مجموعه‌های دیگری به وجود می‌آید. بخش آسیب بر سلامت کارگران از دو بخش اثر مستقیم بر کارگران و اثر از طریق گیاه بر کارگران مزرعه می‌باشد. آسیب بر مصرف‌کنندگان از دو بخش در معرض قرار گرفتن مصرف‌کنندگان و اثرات آبشویی و بخش اکولوژیک از بخش‌های تأثیر شیمیایی بر ماهی‌ها، پرندگان، زنبورها و جانوران مفصل‌دار مفید تشکیل شده است (Soltani, 2010). جزئیات محاسبه هر یک از این سه بخش توسط کواچ و همکاران (۱۹۹۲) 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 معادله ۱ آورده شده است (Stenrod, 2010).

$$EIQ= \{C\,[(DT*5)+(DT*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY) + (L)] + [(F*R)+(D*((S+P)/2)*3)+(Z*P*3) + (B*P*5)]\}/3 \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن، 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 بندپایان سودمند و P: نیمه عمر سطح گیاه است هر جز استفاده شده در فرمول شاخص اثرات زیست محیطی برای اکثر سموم رایج توسط کواچ و همکاران (Kovach et al., 1992) محاسبه گردید است به‌طور مثال ضریب سمیت علف‌کش ترفلان برای زنبور، ۳ برآورد گردیده است.

برای علف‌کش سوپرگالانت مقدار EIQ یافت نشد چراکه احتمالا به دلیل خطرات سمیت شدید مصرف آن، این علف‌کش در امریکا و بسیاری از کشورهای اروپایی دیگر ثبت نشده است. بنابراین، میانگین مقادیر متوسط علف‌کش‌ها برای EIQ کل و اجزای آن استفاده شد که احتمالا از مقدار اثر واقعی آن کمتر است. از این روش در برخی دیگر از پژوهش‌ها برای محاسبه EIQ استفاده شده است (Bindraban, 2009; Fisher & Tozer, 2009) برای حشره‌کش‌های فن‌پروپاترین و پروفنفوس مقدار EIQ یافت نشد و از میانگین مقادیر آفت‌کش‌ها استفاده شد. پس از محاسبه مقادیر EIQ بر اساس ماده مؤثره هر آفت‌کش برای مقایسه اثرات زیست‌محیطی بین آفت‌کش‌ها و برنامه‌های مختلف مدیریت آفات، شاخص EIQ نرخ کاربرد مزرعه (EIQ-FUR) از حاصل‌ضرب مقادیر EIQ در میزان ماده مؤثره هر آفت‌کش و میانگین میزان مصرف آفت‌کش در ۱۰۰ مزرعه نمونه محاسبه گردید (Soltani et al., 2010). در نهایت مقادیر EIQ-FUR برای آفت‌کش‌های مختلف بکار رفته در هر مکان نظام، برای تعیین اثر زیست‌محیطی هر استراژی و نظام تولیدی در مدیریت آفات جمع زده شدند. تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

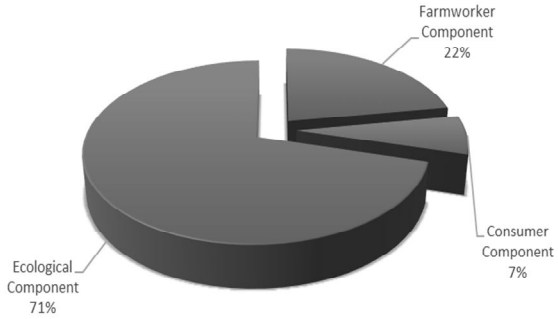
نتایج و بحث

جدول ۲ ضرایب سمیت قارچ‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها حاصل از نتایج تحقیق بر سموم مورد استفاده در کشت پنبه در استان گلستان را نشان می‌دهد برای مؤلفه‌های تأثیر بر کارگران سم‌پاش، کارگران برداشت کننده، افراد مصرف کننده محصول، تأثیر بر آب‌های زیرزمینی، آبزیان، پرندگان، زنبورها، موجودات سودمند و سه مؤلفه اصلی محاسبه و نشان داده شده است. در بین سه مؤلفه اصلی تأثیر بر کارگران مزرعه، جز اکولوژیک و مصرف‌کنندگان بخش اکولوژیک بیشترین تأثیر را با ۷۱ درصد پذیرفته بود و اثر بر کارگران مزرعه با ۲۲ درصد در رتبه بعدی قرار داشت (شکل ۱) و کمترین تأثیر مربوط به جز مصرف‌کننده بود.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به آفتکش های مورد استفاده در تولید پنبه در استان گلستان ایران (Noorbakhsh et al., 2012)

Table 1- Information on pesticides used in cotton production in Golestan province of Iran (Noorbakhsh et al., 2012)

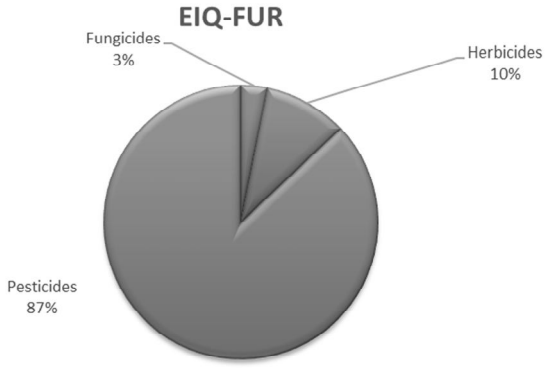
شماره	کلاس	نام عمومی	نام تجاری	ماده موثره (درصد)	میانگین مصرف (کیلوگرم در هکتار)
Number	Class	Common name	Trade Name	Effective material (Percent)	Average consumption ($kg.ha^{-1}$)
1	قارچ کش Fungicides	کربوکسیل Carboxin	ویتاواکس تیرام Vitavax	75	0.22
2	علف کش Herbicides	تریفلورالین Trifluralin	ترفلان Treflan	48	1.00
3	علف کش Herbicides	اتال فلورالین Ethelfluralin	سونالان Sonolan	33	0.15
4	علف کش Herbicides	هالوکسی فوپ – آرمتیل استر Haloxyfop-R methyl ester	گالانت سوپر Gallant sapper	80	0.10
5	حشره کش Pesticides	سایپرمترین Cypermethrin	ریپکورد Ripcord	40	0.11
6	حشره کش Pesticides	ایندوکساکارت Indoxacarb	اوانت Avaunt	15	0.29
7	حشره کش Pesticides	ایمیداکلوپرید Imidacloprid	کنفیدور Confidor	35	0.33
8	حشره کش Pesticides	ابامکتین Abamectin	ورتیمک Vertimec	1.8	0.16
9	حشره کش Pesticides	استامی پراید Acetamiprid	موسپیلان Mospilan	20	0.13
10	حشره کش Pesticides	کلروپیریفوس-اتیل Chlorpyrifos-ethyl	دورسپان Dursban	40	0.25
11	حشره کش Pesticides	تیودیکارپ Thiodicarb	لاروین Larvin	80	1.16
12	حشره کش Pesticides	فن پروپاترین Penpropathrin	دانیتول Danitol	10	0.45
13	حشره کش Pesticides	آندوسولفان Endosulfan	تیودان Thiodan	35	0.12
14	حشره کش Pesticides	متاسیتوکس Oxydemeton-methyl	متاسیستوکس Metasystox-R	25	0.27
15	حشره کش Pesticides	پروفنفوس profenofos	کواکرون Covaceron	50	1.027
16	حشره کش Pesticides	کاربااریل Carbaryl	سوین Sevin	85	0.03



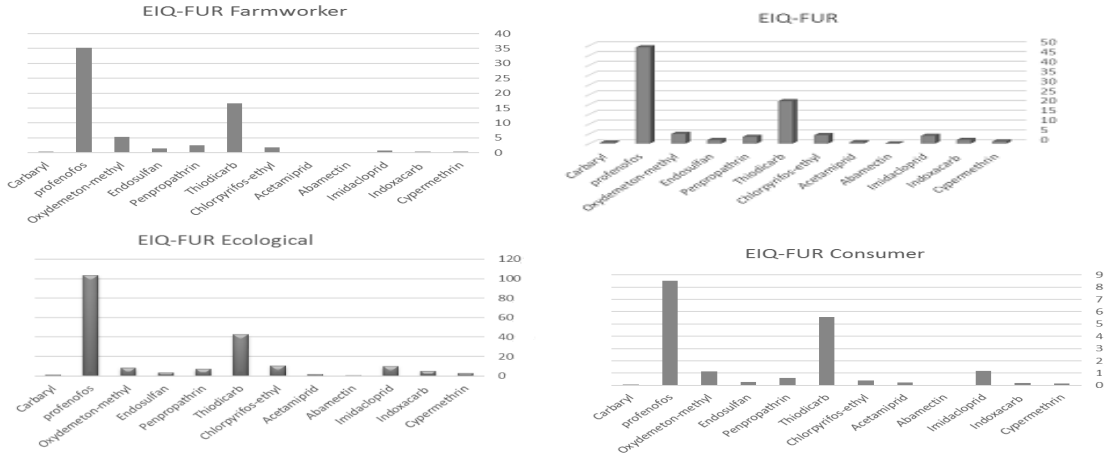
شکل ۱- سهم هر قسمت از مدل EIQ FUR
Fig. 1- The contribution of each part of the model EIQ FUR

در تحقیقاتی که بذرگر و همکاران (Bazrgar et al., 2013) بـر اثراث زیست محیطی چغندر در استان خراسان و بـوئس و همکـاران (Bues et al., 2004) بر اثرات زیست محیطی سموم بر گوجه فرنگی انجام داده بودند به نتایج مشابهی دست یافتند. در بین سـموم مـورد استفاده در تولید پنبه در این تحقیق بیشترین EIQ-FUR مربوط به حشره‌کش پروفنفوس (کواکرون) و کمترین EIQ-FUR مربـوط بـه حشره کش ابامکتین بود (جدول ۲). یکی از دلایل بیشتر بودن ضریب زیست محیطی مزرعه‌ای کواکرون نسبت به سـایر سـموم، میـانگین میزان مصرف (کیلوگرم در هکتار) بیشتر و تمایل بیشتر کشاورزان به استفاده از این سم نسبت به سایر سموم می‌باشد بیشـترین میـانگین مصرف با ۱/۲۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به کواکرون و حشـره‌کـش لاروین در رتبه بعدی قرار دارد (جدول ۱).

شکل ۲ سهم هر نوع از سموم استفاده شده را در تولید پنبه نشان می‌دهد بیشترین EIQ –FUR مربوط به حشره‌کش‌هـا بـا ضـریب ۹۳/۳۶ و ۸۷ درصد از کل می‌باشد و علف‌کش‌ها در رتبه بعدی قـرار دارند. بیشترین شاخص تأثیرات زیست محیطی در حشـره‌کـش‌هـای مورد استفاده در بین سه مؤلفه اصلی کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و جز اکولوژیک و نیز مقدار کل شاخص تأثیرات مربوط به حشره‌کش پروفنفوس و تیودیکارپ بود.



شکل ۲- سهم هر یک از سموم قارچ‌کش، علف‌کش و حشره‌کش حاصل از تجزیه تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده در تولید پنبه
Fig. 2- The share of each of pesticides fungicides, herbicides and insecticides derived from analysis of data collected in cotton production



شکل ۳- مقدار شاخص تأثیرات زیست محیطی هر یک از آفت‌کش‌های مورد استفاده در پنبه
Fig. 3- Environmental Impact each of pesticides used in cotton

The total environmental impact Quotient (top right) / مقدار شاخص تأثیرات محیطی کل (بالا سمت راست)

Environmental influences on the Quotient farm workers (top left) / مقدار شاخص تأثیرات زیست محیطی بر جز کارگران مزرعه (بالا سمت چپ)

Environmental influences on the Ecological value (lower right) / (مقدار شاخص تأثیرات زیست محیطی بر جز اکولوژیک (پایین سمت راست

The environmental impact on the consumer (bottom left) / مقدار تأثیرات زیست محیطی بر جز مصرف‌کننده (پایین سمت چپ)

جدول ۲- شاخص تاثیر زیست محیطی مزرعه‌ای (EIQ-FUR) و اجزای آن برای سموم مورد استفاده در تولید پنبه در استان گلستان

Table 2- The environmental impact quotient (EIQ- FUR) and its components for pesticides used in cotton production in Golestan province

ردیف	کلاس	نام عمومی	نام تجاری	کارگر سم پاش	برداشت کننده	مصرف کننده	آب زیر زمینی	آبزیان	پرندگان	زنبور	موجودات سودمند	جز اثر بر کارگران مزرعه	جز اثر بر مصرف کنندگان و آبشویی	جز اثرات اکولوژیک	شاخص اثر محیطی
Number	Class	Common name	Trade Name	Applicator effects	Picker effects	Consumer effects	Ground water	Aquatic effects	Brid effects	Bee effects	Beneficials effects	Farmworker component	Consumer component	Ecological component	EIQ-FUR
1	قارچ کش Fungicides	کربوکسیل Carboxin	ویتاواکس تیرام Vitavax	1.26	0.25	0.75	0.17	2.51	2.51	0.50	2.07	1.51	0.92	7.59	3.34
2	علف کش Herbicides	تریفلورالین Trifluralin	ترفلان Treflan	3.58	0.72	2.15	0.48	11.94	4.30	1.43	2.39	4.30	2.63	20.06	8.99
3	علف کش Herbicides	اتال فلورالین Ethelfluralin	سونالان Sonolan	0.62	0.12	0.25	2.39	1.24	0.30	0.15	0.74	0.74	0.30	2.43	1.16
4	علف کش Herbicides	هالوکسی فوپ – آرمتیل استر aloxyfop-R methyl est	گالانت سوپر Gallant sapper	0.20	0.09	0.08	0.06	0.14	0.17	0.15	0.50	0.29	0.14	0.95	0.46
5	حشره کش Pesticides	سایپرمترین Cypermethrin	ریپکورد Ripcord	0.30	0.06	0.12	2.75	1.00	0.24	0.60	0.92	0.36	0.16	2.76	1.09
6	حشره کش Pesticides	ایندوکساکارت Indoxacarb	اوانت Avaunt	0.22	0.13	0.17	0.04	1.09	1.57	1.17	1.21	0.35	0.22	5.04	1.87
7	حشره کش Pesticides	ایمیداکلوپرید Imidacloprid	کنفیدور Confidor	0.57	0.22	0.84	6.21	0.34	2.51	3.24	3.86	0.78	1.18	9.95	3.97

ادامه جدول ۲

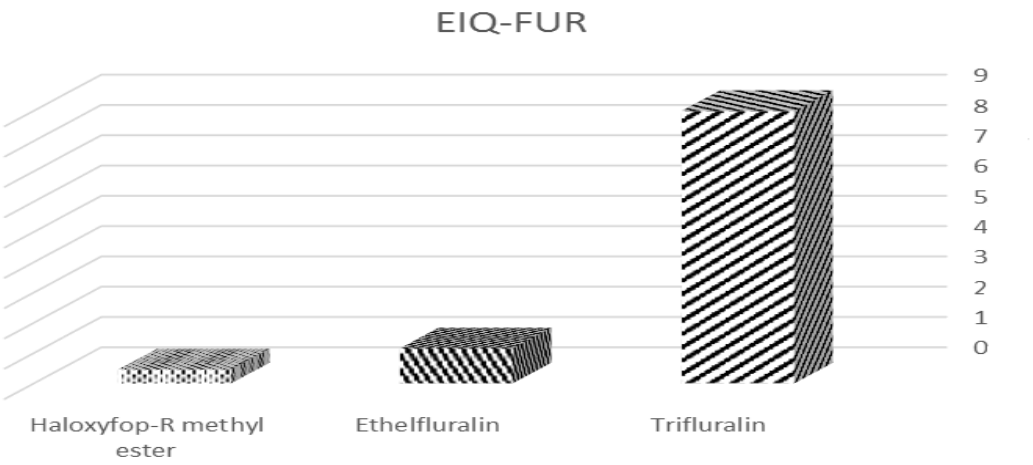
Continued Table 2

ردیف	کلاس	نام عمومی	نام تجاری	کارگر سم پاش	برداشت کننده	مصرف کننده	آب زیر زمینی	آبزیان	پرندگان	زنبور	موجودات سودمند	جز اثر بر کارگران مزرعه	جز اثر بر مصرف کنندگان و آبشویی	جز اثرات اکولوژیک	شاخص اثر محیطی
Number	Class	Common name	Trade Name	Applicator effects	Picker effects	Consumer effects	Ground water	Aquatic effects	Brid effects	Bee effects	Beneficials effects	Farmworker component	Consumer component	Ecological component	EIQ-FUR
8	حشره کش Pesticides	ابامکتین Abamectin	ورتیمک Vertimec	0.09	0.02	0.01	0.00	0.07	0.05	0.04	0.04	0.10	0.01	0.21	0.11
9	حشره کش Pesticides	استامی پراید Acetamiprid	موسپیلان Mospilan	0.13	0.05	0.12	0.13	0.03	0.35	0.45	0.88	0.18	0.25	1.71	0.71
10	حشره کش Pesticides	کلروپیریفوس-اتیل Chlorpyrifos-ethyl	دورسبان Dursban	1.47	0.29	0.29	0.10	2.45	4.41	1.47	2.31	1.76	0.39	10.64	4.26
11	حشره کش Pesticides	تیودیکارب Thiodicarb	لاروین Larvin	13.88	2.78	2.78	45.90	8.33	2.78	8.33	23.14	16.66	5.55	42.58	21.60
12	حشره کش Pesticides	فن پروپاترین Penpropathrin	دانیتول Danitol	1.78	0.69	0.43	0.16	1.30	1.49	1.62	2.83	2.47	0.60	7.25	3.44
13	حشره کش Pesticides	آندوسولفان Endosulfan	تیودان Thiodan	1.26	0.25	0.25	0.04	1.05	1.13	0.38	0.93	1.51	0.29	3.49	1.77
14	حشره کش Pesticides	متاسیتوکس Oxydemeton-methyl	متاسیستوکس Metasystox-R	3.31	1.99	0.80	0.33	0.20	1.19	2.98	4.11	5.30	1.13	8.49	4.97

ادامه جدول ۲

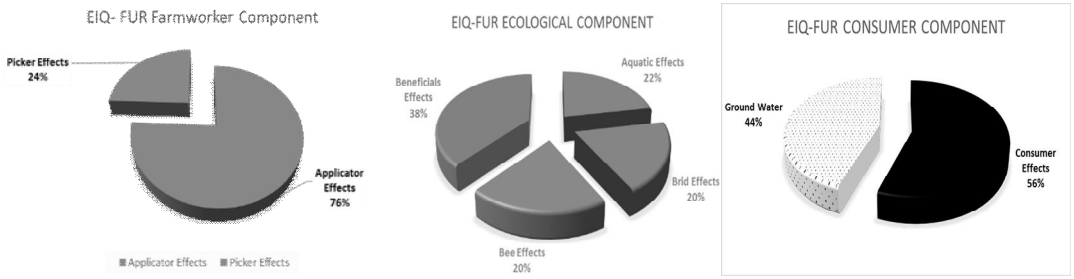
Continued Table 2

ردیف Number	کلاس Class	نام عمومی Common name	نام تجاری Trade Name	کارگر سم پاش Applicator effects	برداشت کننده Picker effects	مصرف کننده Consumer effects	آب زیر زمینی Ground water	آبزیان Aquatic effects	پرندگان Brid effects	زنبور Bee effects	موجودات سودمند Beneficials effects	جز اثر بر کارگران مزرعه Farmworker component	جز اثر بر مصرف کنندگان و آبشویی Consumer component	جز اثرات اکولوژیک Ecological component	شاخص اثر محیطی EIQ-FUR
15	حشره کش Pesticides	پروفنفوس profenofos	کواکرون Covaceron	25.34	9.84	6.13	2.32	18.55	21.29	23.17	40.40	35.19	8.52	103.42	49.04
16	حشره کش Pesticides	کاربارپل Carbary1	سوین Sevin	0.26	0.05	0.05	0.03	0.23	0.08	0.38	0.53	0.31	0.08	1.22	0.53
		قارچ کش ها Fungicides		1.26	0.25	0.75	0.17	2.51	2.51	0.50	2.07	1.51	0.92	7.59	3.34
		علف کش ها Herbicides		4.40	0.93	2.47	2.92	13.32	4.76	1.73	3.63	5.33	3.06	23.44	10.61
		حشره کش ها Pesticides		48.61	16.37	11.98	58.02	34.64	37.09	43.85	81.17	64.97	18.38	196.74	93.36
		کل Total		54.26	17.55	15.21	61.11	50.47	44.36	46.08	86.86	71.81	22.36	227.77	107.31



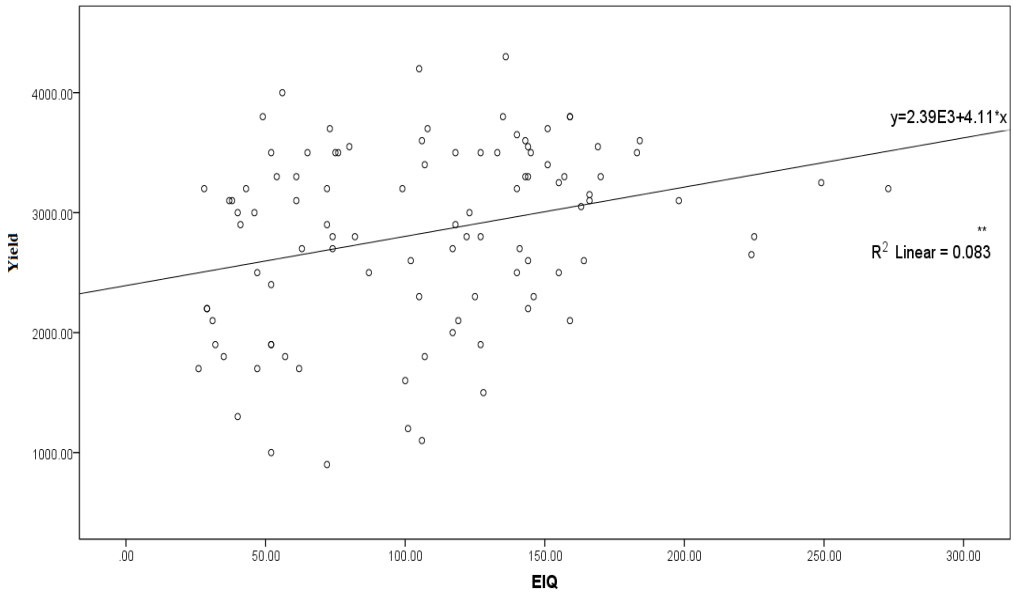
شکل ٤- مقدار تأثیرات زیست محیطی هر یک از علف‌کش‌های مورد استفاده در مزارع پنبه
Fig. 4- The environmental effects of herbicides used in cotton fields

در بین سه علف‌کش مورد استفاده تریفلورالین (ترفلان)، اتال فلورالین (سونالان) و هالوکسی فوپ ار متیل استر (سوپرگالانت) بیشترین تأثیرات زیست محیطی مربوط به علف‌کش تریفلورالین با میانگین ۸/۹۹ در بین مزارع کشت پنبه بود البته مقدار ۱۰ درصد از کل اثرات زیست‌محیطی سموم مورد استفاده در مزارع پنبه مربوط به علف‌کش‌ها می‌باشد در بین علف‌کش‌ها بیشترین مصرف مربوط به علف‌کش تریفلورالین بود.



شکل ٥- سهم هر یک از بخش های مؤلفه‌های اصلی تأثیرگذار بر محیط‌زیست (سمت راست) جز اثر اکولوژیک (شکل وسط) جز کارگران مزرعه (سمت چپ) جز مصرف‌کنندگان
Fig. 5- The share of each of the main components affecting the environment. (right) the ecological effect (Figure C) of the farm workers (left) consumer sector

بخش اکولوژیک از تأثیر بر چهار بخش موجودات مفید، زنبورها، پرندگان و آبزیان تشکیل گردیده که سموم مورد استفاده بیشترین تأثیر را بر موجودات مفید با ۳۸ درصد از کل تأثیرات سموم بر مؤلفه اصلی اکولوژیک داشت و بیشترین تأثیر در مؤلفه اصلی کارگران مزرعه مربوط به کارگران سم‌پاش و در جز مصرف‌کنندگان بیشترین تأثیرات مربوط به موجودات مصرف‌کننده می‌باشد (شکل ۵). این به دلیل بیشتر بودن ضریب تأثیر زیست محیطی پایه سموم در بخش‌های موجودات مفید، کارگران مزرعه و بخش مصزف‌کنندگان نسبت به سایر بخش‌ها می‌باشد. در بررسی معین الدین و همکاران (Moienoddini et al., 2014) بر شاخص تأثیر زیست محیطی و اجزای آن بر سموم حشره‌کش ثبت شده در ایران، بیشترین تأثیر در مؤلفه اصلی کارگران مزرعه مربوط به کارگران سم‌پاش و در بخش مصرف‌کنندگان بیشترین تأثیر را مربوط به موجودات مصرف‌کننده اعلام و در بین سه مؤلفه اصلی بیشترین تأثیر، تأثیرات بر بخش اکولوژیک گزارش گردید.



شکل ٦- رابطه بین میزان EIQ مزرعه ای و عملکرد مزارع پنبه
Fig. 6- EIQ relationship between the field and the Cotton fields

شکل ۶ نشان می‌دهد که بین میزان EIQ مزرعه‌ای و عملکرد پنبه رابطه‌ای بسیار معنی‌دار و مستقیمی در سطح یک درصد وجود دارد گرچه پراکندگی نقاط در اطراف خط زیاد بود و افزایش عملکرد در این تحقیق رابطه مستقیمی با اثرات مخرب زیست محیطی سموم دارد، اما امکان بهبود کارکرد زیست محیطی تولید پنبه از طریق حذف سموم پرخطر، جایگزین کردن سمومی با ماده مؤثر کمتر و تأثیر گذارتر، برنامه‌ریزی مناسب در زمان سم‌پاشی و سایر روش‌ها، آفات و علف‌های هرز را کنترل و نیز عملکرد اقتصادی را افزایش داد. نتایج تحقیقات سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2010) در بررسی مزارع گندم و نیز بذرگر و همکاران (Bazrgar et al., 2011) در بررسی مزارع چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) نشان داد که بین مصرف سموم با عملکرد رابطه معنی‌دار وجود ندارد.

نتیجه‌گیری

بنابراین، می‌توان از نتایج این پژوهش چنین دریافت که بیشترین اثرات زیست محیطی ناشی از سموم کشاورزی در تولید پنبه مربوط به حشره‌کش‌ها می‌باشد و بیشترین آفت‌کش‌های مورد استفاده که سبب افزایش شاخص تأثیر زیست محیطی سموم شدند آفت‌کش‌های کواکرون و لاروین بودند که جهت کنترل آفت کرم قوزه پنبه مورد استفاده قرار می‌گرفتند که استفاده از روش‌های بیولوژیک مانند استفاده از زنبور تریکوگراما و براکون مصرف این سم را کاهش و یا با افزایش مدیریت مزرعه و زمان مناسب سم‌پاشی به عبارتی سم‌پاشی زمان حساس بون لارو به سم، از مصرف بیش از حد آن کاسته شود. در بین سموم مصرفی بیشترین تأثیر را در بین سه مؤلفه اصلی کارگران مزرعه، مصرف‌کنندگان و جز اکولوژیک بر بخش اکولوژیک که شامل اجزاء آبزیان، زنبورها، موجودات مفید و پرندگان داشتند علاوه بر آن نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میزان عملکرد رابطه مستقیمی با اثرات مخرب زیست محیطی سموم دارد این عبارت بدان معنی نیست که افزایش عملکرد مستلزم استفاده بیشتر از سموم می‌باشد بلکه از طریق راه‌های مختلف میزان عملکرد اقتصادی را حفظ و اثرات مخرب زیست محیطی سموم را کاهش داد جهت کاهش مصرف آفت‌کش‌ها می‌توان روش‌های مبارزه بیولوژیک را درکشور افزایش داد، اگر چه روش‌های بیولوژیک با همه مزیت‌های زیست محیطی که دارند، چون اثر آن درازمدت است کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، اما بی شک نباید با هدف نتیجه‌گیری سریع‌تر، با استفاده وسیع از سموم دفع آفات نباتی به محیط زیست آسیب رساند. استفاده از ارقام مقاوم به آفات، اصلاح ساختار مصرف سموم شیمیایی و حذف سموم پرخطر از لیست سموم مصرفی، اجرا عملیات مبارزه زراعی زمستانه، انهدام علف‌های هرز، شخم عمیق، آب تخت زمستانه و زهکشی مناسب راه‌های دیگر کاهش مصرف آفت‌کش‌ها و نیز کاهش هزینه‌های زیست محیطی تولید محصولات کشاورزی می‌باشد.

منابع

Bazrgar, A.B, Soltani, A., Kocheki, AS.R., Zainali, A., and Ghaemi, AS.R. 2013. Environmental impact of different pesticides in the production of sugar beet in Khorasan using EIQ. Journal of Agroecology 5: 122-133. (In Persian with English Summery)

Bindraban, P.S., Frank, D.O., Ferraro, A.C., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., and Vande Wiel, C.C.M. 2009. GM- related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil, Report 259, Plant research international B.V., Wageningen. Available in: http://edepot.wur.nl/7954.

Brimner, T.A., Gallivan, G.J., and Stephenson, G.R. 2005. Influence of herbicide-resistant canola on the environmental impact of weed management. Pest Management Science 61: 47–52.

Bues, R., Bussières, P., Dadomo, M., Dumas, Y., Garcia-Pomar, M.I., and Lyannaz, J.P. 2004. Assessing the environmental impacts of pesticides used on processing tomato crops. Agriculture Ecosystems and Environment 102: 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: 1036 -1045.

Dushoff, J., Caldwell, B., and Mohler, C.L. 1994. Evaluating the environmental effect of pesticides: A critique of the environmental impact quotient. American Entomologist 40: 180–184.

Feola, G., Rahn, E., and Binde, C.R. 2011. Suitability of pesticide risk indicators for Less Developed Countries: A comparison. Agriculture, Ecosystems and Environment 142: 238– 245.

Fisher, J., and Tozer, P. 2009. Evaluation of the environmental and economic impact of roundup ready® canola in the western Australian crop production systems, Technical Report (11/2009), Curtin University of Technology Muresk, School of Agriculture and Environment Northam WA 6401 Australia.

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 9999: 1–8.

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: 1-8.

Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. 2004. A method to measure the environmental impact of pesticides: updated EIQ values. New york Food Life Sciences. Bull. 139: 139–146. http://www.nysipm.cornell/edu/publications/EIQ/default.asp.

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 online: http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/files/EIQ_values_2010p1-4.pdf

Kromann, P., Pradel W., Cole, D., Taipe, A., and Forbes, G.A. 2011. Use of the environmental impact quotient to estimate health and environmental impact of pesticide usage in Peruvian and Ecuadorian potato production. Journal of Environmental Protection 2: 581-591.

Levitan, L. 1997. An overview of pesticide impact assessment systems. Workshop on Pesticide Risk Indicators. Copenhagen, Denmark 12: 21-23.

Levitan, L., Merwin, I., and Kovach, J. 1995. Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: The quest for a holistic method. Agriculture, Ecosystems and Environment 55: 153-168.

Macharia, I, Mithöfer, D., and Waibel, H. 2009. Environmental impacts of pesticide use in vegetable subsector in Kenya. African Journal of Horticultural Science 2: 138-151.

Mal, P., Manjunatha, A.V., Siegfried, B., and Mirza Nomman, A. 2011. Technical Efficiency and Environmental Impact of Bt Cotton and Non- Bt Cotton in North India. Journal of Agro Biotechnology Management and Economics 14(3): 164-170.

Mansoureh Mahlouji, R, Kambouzia, J., Zand, A., and Khabbaz Jolfaii, H. 2013. Consideration of environmental impacts of authorized fungicides in Iran using EIQ Model. Journal of Agroecology 2(2): 73-86. (In Persian with English Summery)

Maud, J., Edwards-Jones, G., and Quin, F. 2001. Comparative evaluation of pesticide risk indices for policy development and assessment in the United Kingdom. Agriculture, Ecosystems and Environment 86: 59-73.

Moienoddini, S.H.S., Zand, A., Kambozia, J., Mahdavi Damghani, A.M., and Deinimfard, R. 2014. Environmental risk assessment of registered insecticides in Iran using Environmental Impact Quotient (EIQ) index. 6: 73-76.

Peterson, R.K.D., and Schleier, J.J. III. 2014. A probabilistic analysis reveals fundamental limitations with the environmental impact quotient and similar systems for rating pesticide risks. PeerJ. 2:e364; pmid: 24795854.

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 and Public Health 8: 4649-4661

Sikkema, P.H., Van Eerd, L.L., Vyn, R., and Weaver, S.E. 2007. A comparison of reduced rate and economic threshold approaches to weed management in a corn– soybean rotation. Weed Technology 21: 647–655.

Soltani, N., Van Eerd, L., Vyn, R., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2007, Weed management in dry beans (*Phaseolus vulgaris*) with dimethenamid plus reduced doses of imazethapyr applied preplant incorporated. Crop Protection 26: 739–745.

Soltani, A., Rajabi, M.H., Zeinali, E., and Soltani, E. 2010. Evaluation of environmental impact of crop production using LCA: wheat in Gorgan, Electronic Journal of Crop Production 3(3): 201-218.

Soltani, N., Nurse, R.E., Van Eerd, L.E., Vyn, R.J., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. 2010. Weed control, environmental impact and profitability with trifluralin plus reduced doses of imazethapyr in dry bean. Crop Protection 29: 364–368.

Stenrød, M., Heggen, E.H., Bolli, R.I., and Eklo, O.M. 2010. Testing and comparison of three pesticide risk indicator models under Norwegian conditions-A case study in the Skuterud and Heiabekken catchments. Agriculture, Ecosystems and Environment 123: 15–29.

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.

Whelan, M.J., Walter, C., Smith, B.G., and Pendlington, D. 2005. Pesticide risk management and profiling tool: 'Prompting' a science -based approach to mitigating the risks of water quality impacts from pesticide use in agriculture. Workshop on Agriculture and Water: Sustainability, Markets and Policies, Australia.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1135-1148

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۱۴۸-۱۱۳۵

Environmental Assessment of Agricultural Pesticides Used in Cotton Fields in Golestan Province

R. Arefi[1*], A. Soltani[2], and H. Ajam Norouzi[3]

Submitted: 04-02-2017
Accepted:22-04-2017

Arefi, R., Soltani, A., and Ajam Norouzi, H. 2019. Environmental assessment of agricultural pesticides used in cotton fields in Golestan Province. Journal of Agroecology. 10(4): 1135-1148.

Introduction

Any chemical that enters the environment has destructive effects on it. Herbicides and pesticides are no exceptions as they are made of chemical materials. Environmental Impact Quotient (EIQ) is a method to assess the impact of pesticides on the environment, evaluate the pesticides and chemicals involved in nature and their impact on the farm worker, consumers, and beneficial living organisms. Moien Aldin et al. (2014) assessed the environmental hazards resulted by the use of insecticides recorded in Iran and reported that the environmental hazards caused by insecticides per hectare of cultivated land are higher in the provinces of Kerman, Mazandaran, and Golestan compared to those of other provinces.

Bazrgar et al. (2013) reported that the environmental stresses (such as the application of pesticides) affect three main components including farm workers, consumers, and ecological components in farming, with its most negative effect related to the application of pesticides on the ecological component. In addition, the results of this study showed that increasing the use of pesticides in the field had no relation with yield in terms of the diversity of pesticides and the quantitative amount of active ingredient. Bues et al. (2004) in the study of the environmental effects of tomato production using EIQ showed that insecticides had the highest environmental impact. Considering the increasing trend in the use of pesticides in agriculture, it is necessary to study their environmental impacts. The purpose of this study is to investigate the environmental impacts of pesticides on cotton fields in Golestan province.

Materials and Methods

A total of 100 cotton fields were selected around the cities of Ali-Abad and Aghghala in Golestan province over two agricultural years of 2015-2016. These farms were selected such that to include a variety of farmers. Information on various pesticides was collected from these fields based on pest type (insect, mites, and pathogenic fungi) and herbicides type of poison, the number of poisoning times, and the concentration of effective material. EIQ has been used to assess the environmental impacts of pesticides. There are two types of environmental impact indicators. The first one is the basic environmental impact indicator that is calculated for each molecule of the effective materials of herbicides as well as their toxic effects on workers, consumers, birds, fishes, birds, bees, and beneficial arthropods. The second one, called as EIQ-field use rate (EIQ-FUR), is derived from the basic environmental index and the amount of pesticide use in the field.

Results and Discussion

These coefficients were calculated for the components of effect on the spray-workers, pickers, consumers, applicators, groundwater, aquatic animals, birds, bees, beneficial organisms as well as the mentioned three components. Among these components (farm workers, ecological, and consumer's components), the ecological component showed the maximum impact (71%), with the effect on farm workers (22%) and consumer component (7%) being in the next

1- and 3- Ph.D. Student and Associate Professor of Agriculture Department of Islamic Azad University of Gorgan, Gorgan, Iran, respectively
2- Professor of Agriculture Department of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
(*- Corresponding Author Email: arefi.reza@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.62349

orders. the highest EIQ-FUR is related to the pesticides with a value of 93.33 and 87% of the total, and the herbicides are in the next rank. The highest EIQ is related to the impact of the pesticides on three main components of farm workers, consumers, and ecological factors, as well as the total EIQ, was associated with the pesticides of Profenofos and Thiodicarb. The ecological component consists of four subsets including the impact on the beneficial organisms, bees, birds, and aquatic animals; with the used toxins having the most impact on beneficial organisms with 38% of total toxic effects on the main component of ecologic. The highest impact on the main component of farm workers is related to spray-workers while the most impact on the consumer component is related to the consumer organisms.

Conclusion

The use of pest resistant cultivars, the modification of the chemical composition of pesticides, and the elimination of hazardous toxins from the list of pesticides, the implementation of winter crop aggression, the destruction of weeds, deep plowing, winter water, and appropriate drainage are other ways to reduce the use of pesticide and reduce the environmental costs of agricultural production.

Keywords: Chemical control, Environmental impact factor, Herbicides, Pesticides