

بررسی تاثیر بقایای نیکوسولفورون کاربردی در مزارع ذرت بر گندم (*Triticum aestivum*),

جو (*Hordeum vulgare*) و کلزا (*Brassica napus*)

ابراهیم ممنوعی^۱، ابراهیم ایزدی دربندی^{۲*}، مهدی راستگو^۳، محمد علی باغستانی^۳، محمد حسن زاده خیاط^۴

۱- دانشجوی دکتری علوم علف‌های دانشگاه فردوسی مشهد و مربی بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران ۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد ۳- استاد موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران ۴- استاد دانشگاه علوم پزشکی مشهد
تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۳

چکیده

به منظور ارزیابی حساسیت سه گیاه زراعی کلزا، گندم و جو به پسماند علف‌کش نیکوسولفورون در خاک پس از برداشت ذرت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در آن به ترتیب شامل کاربرد مواد آلی در خاک در چهار سطح کود گاوی (۴۰ تن در هکتار)، کود ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، کود بیولوژیک میکوریزا (۲۵۰ گرم در هر متر مربع)، به همراه شاهد بدون کاربرد کود آلی. مقادیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون (کروز ۴ درصد SC) در دو سطح ۸۰ و ۴۰ گرم ماده موثره در هکتار، و کاربرد و عدم کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس (۵/۰ درصد حجمی) بود. در کاشت ذرت هر کرت به دو نیمه کاربرد و عدم کاربرد علف‌کش به عنوان شاهد متناظر هر تیمار تقسیم شد. پس از برداشت ذرت، هر کرت به سه نیمه طولی تقسیم و اقدام به کشت گیاهان مذکور شد. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار مصرف علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت ارتفاع بوته، تعداد سنبله و تعداد خورجین در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و درخورجین، وزن هزار دانه، زیست توده اندام‌های هوایی و عملکرد دانه‌ی گیاهان کلزا، گندم و جو به طور معنی‌داری کاهش یافت، همچنین کاربرد هیدرومکس به همراه علف‌کش سبب کاهش معنی‌دار زیست‌توده اندام هوایی شد. از سوی دیگر کاربرد مواد آلی سبب بهبود رشد گیاهان شد و اثرات منفی مربوط به زیست ماندگاری علف‌کش نیکوسولفورون را کاهش داد. بطوری که بیشترین عملکرد دانه و کمترین مقدار خسارت حاصل از پسماند علف‌کش نیکوسولفورون در گیاهان کلزا، گندم و جو به ترتیب ۶۲، ۴۱۹ و ۴۴۶ گرم در متر مربع و ۳۳، ۲۳ و ۲۸ درصد از کاربرد تیمار کود گاوی و کاربرد نیکوسولفورون به مقدار ۴۰ گرم ماده موثره در هکتار بدست آمد. از این نظر، حساسیت گیاهان مورد مطالعه به بقایای علف‌کش نیکوسولفورون به صورت کلزا < جو < گندم تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: پسماند علف‌کش، تناوب کشت، کود آلی، ماده افزودنی، وزن خشک

مقدمه

استفاده از علف‌کش‌ها از مهم‌ترین روش‌های کنترل علف‌های هرز در بوم نظام‌های کشاورزی می‌باشد و سهم قابل ملاحظه‌ای از عملکرد گیاهان زراعی مرهون کاربرد این مواد شیمیایی است. علیرغم دیدگاه‌های منفی بسیاری نسبت به این مواد، امروزه علف‌کش‌هایی ثبت شده که هنوز سمیت آنها برای انسان و سایر پستانداران محرز نشده است. با این وجود فرار این مواد شیمیایی به خارج از منطقه کاربرد و نیز پسماند آنها در محیط و بویژه در خاک از مهم‌ترین تبعات کاربرد آنها است که می‌تواند علاوه بر مضرات احتمالی زیست محیطی، خسارت به سایر محصولات را در پی داشته باشد (Pestemer & Zwerger, 1999).

از مهم‌ترین علف‌کش‌هایی ثبت شده ذرت در کشورمان می‌توان به آلاکلر، استاکلر، ارادکان، ای‌پی‌تی‌سی + دی‌کلرامید، ریم‌سولفورون، نیکوسولفورون، فورام‌سولفورون، آترازین، سیانازین، لینورون، لوماکس (مزوتریون + اس متالاکلر + تربوتیل‌آزین) و ماستر (فورام‌سولفورون + یدوسولفورون) اشاره کرد (Zand et al., 2009b). در بین گروه‌های مختلف علف‌کش، سولفونیل‌اوره‌ها^۱ از مهم‌ترین علف‌کش‌ها هستند که امروزه بطور گسترده‌ای برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و بعضی باریک‌برگ‌ها در محصولات مختلف بکار می‌روند (Shahbazi et al., 2015). این گروه علف‌کش‌ها بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز^۲ (ALS) می‌باشد که از ساخت اسیدهای آمینه زنجیره‌ای جلوگیری می‌کند (Cobb & Reade, 2010). بر اساس آمار موجود، مصرف علف‌کش‌ها در ایران بالغ بر ۱۱۹۶ هزار لیتر یا کیلو گرم گزارش شده است، که سهم علف‌کش‌ها از آن ۲۹۲ هزار لیتر یا کیلوگرم می‌باشد که معادل ۲۵ درصد کل سموم مصرفی است (Anonymous, 2014). همچنین سهم مصرف علف‌کش‌های بازدارنده‌های استولاکتات سینتاز ۱۴ درصد گزارش شده است (Zand et

al., 2009a). بر اساس گزارش‌های موجود، بعضی از علف‌کش‌های این گروه نظیر تریبنورون‌متیل نیمه عمر کوتاهی (کمتر از یک روز در اسیدیته (pH) ۵) دارند (EPA, 1989) و در مقابل برخی دیگر مثل کلروسولفورون و تریاسولفورون با نیمه عمر بیش از ۲۰۰ روز، در خاک بسیار پایدارند (Ferris, 1993). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این علف‌کش‌ها فعالیت زیستی^۳ و زیست ماندگاری^۴ طولانی برخی از این علف‌کش‌ها در خاک است که می‌تواند محدودیت‌های تناوبی ایجاد کند و در محصولات بعدی ایجاد خسارت کند (Cobb & Reade, 2010). در همین راستا، گزارش‌های مبنی بر ایجاد خسارت در محصولات تناوبی پس از کاربرد علف‌کش‌های کلروسولفورون (Mueller et al., 2003)، مت‌سولفورون، تریاسولفورون (Mueller et al., 2003)، کلری‌مورون (Wang & Zhou, 2006)، مزوتریون (Felix et al., 2007)، سینوسولفورون (Santin-Montanya et al., 2006)، یدوسولفورون + مزوسولفورون (Izadi, 2013a)، سولفوسولفورون + مزوسولفورون (Izadi et al., 2011)، تری‌بنورون (Izadi et al., 2013b)، متری‌بوزین (Fakhrerad et al., 2012)، آترازین (Izadi et al., 2010a)، سولفوسولفورون (Izadi et al., 2009)، Mansoori, et al., 2008)، نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون (Shahbazi et al., 2015)، سیمازین (Mehdizadeh et al., 2015)، مزوتریون + اس - متولاکلر + تربوتیل‌آزین (Sharifi, Z. & Taghizadeh, 2012) وجود دارد.

بقایای علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره در محدوده ۰/۰۱ تا ۰/۰۷ نانو گرم در خاک می‌تواند رشد گونه‌های زراعی و مرتعی را محدود کنند (Moyer, 1995). به طوری که باقی‌مانده نیکوسولفورون در دامنه غلظت‌های ۰/۰۱ تا ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌تواند بر چغندرقتند، کلزا، شبدر و غلات دانه ریز بجز ذرت، خسارت وارد کند (EFSA,

³ Bioactivity⁴ Biopersistence¹ Sulfonylurea² Acetolactate synthase

2007). همچنین کاربرد ۰/۰۱ و ۰/۰۷ میکروگرم در کیلوگرم خاک از علفکش کلروسولفورون قادر است رشد گیاهان حساس از جمله لوبیا، نخود فرنگی، عدس یا یونجه رادر تناوب زراعی کاهش داد (Brown, 1990). هالووی و همکاران (Halloway et al., 2006) با ارزیابی حساسیت گیاهان کلزا، نخود، عدس و یونجه به بقایای علفکش‌های ایمازتاپیر، فلومتسولام، کلروسولفورون، تریاسولفورون و متسولفورون گزارش نمودند کلزا به بقایای ایمازتاپیر، عدس و یونجه نیز به بقایای کلروسولفورون، تریاسولفورون و متسولفورون حساس بودند. نتایج مطالعات مویر (Moyer, 1995) نشان داد که یونجه، کلزا، ذرت، عدس، نخود، سیب زمینی و چغندر قند در اثر کاربرد سولفسولفورون و تریاسولفورون در محصولات قبل صدمه دیدند اما جو، لوبیا، کتان و گندم تحت تاثیر بقایای علفکش قرار ننگرفت. بر اساس مطالعات ایزدی و همکاران (Izadi et al., 2010b) حساسیت گیاهان مختلف به علفکش سینوسولفورون به ترتیب لوبیا = نخود = ذرت < عدس < کلزا < چغندر قند < گوجه فرنگی بود. نامبرده در آزمایش دیگر اظهار نمود که حساسیت گیاهان زراعی مختلف به علفکش توتال (مت سولفورون متیل + سولفسولفورون) را به ترتیب کلزا < چغندر قند < عدس < لوبیا < گوجه فرنگی < نخود < ذرت گزارش کرد (Izadi et al., 2011). در مطالعه دیگری (Pirhadi et al., 2013) اظهار شده که بقایای علفکش تریفلورالین در خاک می‌تواند روی گیاهچه‌های برنج تاثیر منفی داشته باشد.

روند تجزیه سولفونیل اوره در خاک‌های قلیایی، سرد، خشک با ماده آلی کم، کند است و منجر به پایداری این علفکش‌ها در خاک و صدمه به محصولات حساس در تناوب زراعی می‌گردد (Sharifi & Taghizadeh, 2012). در خاک‌های گرم و مرطوب با ماده آلی بیشتر، مقدار تجزیه میکروبی آفت‌کش‌ها بیشتر از تجزیه شیمیایی است. ماده آلی با افزایش فعالیت میکروبی خاک تجزیه علفکش را و تسریع می‌دهد (Barriuso & Calvel, 1992). بنابراین می‌توان با افزودن ماده

آلی در خاک به افزایش فعالیت‌های بیولوژیک خاک و کاهش پسماند آفت‌کش‌ها در خاک کمک نمود (Izedi et al., 2008). در همین راستا برزویی و همکاران (Barzoei et al., 2013) نشان دادند که کاربرد کودهای آلی و زیستی، سبب کاهش ماندگاری علفکش تریفلورالین در خاک می‌گردد. ترابی و همکاران (Torabi et al., 2013) گزارش کردند که با کاربرد کود حیوانی (به مقدار ۲۵ تن در هکتار) می‌توان سرعت تجزیه علفکش آترازین در خاک افزایش داد. هادی‌زاده (Hadizadeh, 2008) اظهار نمود که با کاربرد کود حیوانی می‌توان اثر پسماند علفکش سولفسولفورون را بر گیاهان تناوبی آفتابگردان، کلزا، سویا، لوبیا، نخود، عدس، سورگوم، جو، ذرت و چغندر قند کاهش داد.

از روش‌های موثر دیگر در جهت کاهش بقایای علفکش در خاک می‌توان به کاهش مصرف علفکش و استفاده از مقادیر کاهش یافته آنها اشاره نمود (Kudsk & Mathiassen, 2007). در این ارتباط، کاربرد مواد افزودنی همراه با علفکش‌ها می‌تواند راهکار موثری در جهت کاهش مصرف علفکش‌ها و بهبود کارایی آنها باشد (Izadi & Aliverdi, 2015). مواد افزودنی علاوه بر تاثیر بر کشتش سطحی قطره‌های سم، نهشت^۱ علفکش، تغییر الگوی پاشش، جذب و انتقال علفکش (Sharma et al., 1996)، بر باقیمانده علفکش در خاک (Kucharski, 2007) تاثیر دارد. در همین راستا مطالعات کوچارسکی (Kucharski, 2007) نشان داد که با کاهش مصرف علفکش‌های فن‌مدیفام، دس‌مدیفام و اتوفومیسیت، باقیمانده این علفکش‌ها در خاک بطور معنی‌داری کاهش یافت.

با توجه به استفاده گسترده از علفکش‌های سولفونیل اوره در محصولات مختلف زراعی و پتانسیل خسارت‌زایی این علفکش‌ها در محصولات زراعی حساس در تناوب و نیز کمبود مطالعات کافی در این زمینه، این آزمایش با هدف بررسی حساسیت سه گیاه زراعی گندم، جو و کلزا در تناوب

¹Retention

نیکوسولفورون به مقدار ۴۰ گرم ماده موثره در هکتار همراه با ماده افزودنی هیدرومکس از نظر کارایی کنترل علف‌های هرز با کاربرد نیکوسولفورون به مقدار ۸۰ گرم ماده موثره در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفتند.

کلیه عملیات آماده سازی بستر کشت ذرت، کاشت و برداشت به صورت دستی انجام شد و ابعاد کرت‌های آزمایش 8×3 متر بود و در هر کرت آزمایش، چهار ردیف ذرت (رقم ۷۰۴) به فواصل 70×20 کشت گردید و کرت‌های آزمایشی با یک خط نکاشت از یکدیگر جدا شدند. جهت افزایش دقت آزمایش از شاهد متناظر (هر کرت بطور عرضی به ۲ نیمه تقسیم، نیمه اول به عنوان شاهد بدون سمپاشی و نیمه دوم بعنوان تیمار سمپاشی) استفاده شد (Baghestani et al., 2013). پس از آماده‌سازی بستر کشت کودهای آلی به صورت یکنواخت در هر دو نیمه کرت آزمایشی پخش و با سطح خاک مخلوط شد. گونه‌های غالب علف‌هرز در ذرت (محصول تناوبی قبل) به ترتیب خرفه، تاج ریزی و تاج خروس ریشه قرمز با تراکم نسبی ۴۲، ۴۰ و ۱۷ درصد بودند. سمپاشی در مرحله سه تا پنج برگی ذرت، که مصادف با سه تا چهاربرگی علف‌های هرز بود با استفاده از سمپاش پستی لانس‌دار فشار ثابت، مجهز به نازل شراهی با فشار ثابت ۲۰۰ کیلوپاسکال انجام شد. پس از برداشت ذرت ($93/6/30$) و نشانه گذاری لازم نسبت به آماده‌سازی بستر کاشت گیاهان تناوبی گندم، جو و کلزا اقدام گردید.

جهت جلوگیری از هر گونه اختلاط خاک در تیمارهای مختلف عملیات آماده سازی بستر کشت با دست انجام شد. سپس کرت‌های آزمایشی را بصورت طولی به سه بخش تقریباً مساوی تقسیم و نسبت به کاشت دستی کلزا (رقم اکاپی)، گندم (رقم پیشگام) و جو (رقم ماکویی) (در تاریخ $93/8/4$) اقدام گردید. کشت گندم و جو به صورت خطی با فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر با تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع و کشت کلزا با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری با تراکم ۷۵ بوته در متر.

با ذرت به پسماند علف‌کش نیکوسولفورون در خاک تحت تاثیر کاربرد مواد افزودنی و کودهای آلی در خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی امکان خسارت باقیمانده علف‌کش نیکوسولفورون در خاک بر سه محصول زراعی گندم، جو و کلزا در تناوب با ذرت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (طول جغرافیایی 36° و 15° شمالی، عرض جغرافیایی 59° و 28° شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۹۸۵ متر) در طی سال‌های زراعی ۹۳-۹۴ اجرا شد. برای این منظور پس از انتخاب قطعه زمینی (بافت سیلتی لوم) که بیش از چهار سال سابقه هیچ گونه کاربرد علف‌کش و کود آلی نداشت، نسبت به آماده سازی و کشت ذرت در تاریخ $93/3/10$ اقدام گردید. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل ($2 \times 2 \times 4$) در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش به ترتیب شامل کاربرد کودهای آلی و زیستی در چهار سطح کود گاوی (۴۰ تن در هکتار) کود پوسیده دو ساله، کود ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، کود بیولوژیک میکوریزا (۲۵۰ گرم در هر متر مربع)، به همراه شاهد بدون کاربرد کود آلی (مشخصات کودهای آلی و زیستی آزمایش در جدول یک آورده شده است)، مقادیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون (کروز ۴ درصد اس‌سی) در دو سطح ۱۰۰ و ۵۰ درصد مقدار توصیه شده (دو لیتر در هکتار از ماده تجاری) معادل ۸۰ و ۴۰ گرم ماده موثره در هکتار و کاربرد عدم کاربرد مواد افزودنی هیدرومکس^۱ (۹۰ درصد عصاره یوکا، ۲ درصد هیومیک اسید و ۵ درصد سورفاکتانت) بودند. (بر اساس نتایج آزمایش گلخانه‌ای که نتایج آن منتشر نشده است هیدرومکس به عنوان مطلوب‌ترین ماده افزودنی از نظر کارایی در کنترل علف‌های هرز برای آزمایش مزارع‌ای انتخاب شد. لازم به یادآوری است در این آزمایش کاربرد

جدول ۱- ویژگی‌های کودهای آلی و زیستی مورد آزمایش

Tabel 1- characteristics of organic and biological fertilizers in experiment

	pH	EC	OC (%)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	N (mg/kg)
Cow manure	8.72	4.52	0.76	1.31	0.718	410.4	11375
Vermicompost	8.44	5.81	1.81	3.13	0.782	2371	10033
Mycorrhiza	8.12	1.46	0.86	0.27	0.368	97	6125

OC (organic carbon), OM (organic mater)

محصولات تناوبی نشان داد که اثر کودهای آلی و زیستی مصرف شده در محصول قبل بر صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه خورجین و زیست توده اندام هوای در کلزا، تعداد سنبله در گندم، عملکرد دانه و زیست توده اندام هوایی جو اثر معنی‌دار داشت. همچنین اثر علف‌کش مصرفی در محصول قبل (ذرت) اثر معنی‌دار بر کلیه صفات اندازه‌گیری در محصولات تناوبی داشت. اما بر سبز شدن گندم، جو و کلزا تاثیری نداشت. از سوی دیگر اثر کاربرد ماده افزودنی در ذرت تنها بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه جو و زیست توده اندام هوای کلزا تاثیر معنی‌دار داشت (جدول ۲ و ۳). برش‌دهی اثرات متقابل سطوح کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی در هر سطح کاربرد کودهای آلی نیز نشان داد که اثر تیمارها بر وزن هزار دانه، تعداد خورجین و زیست توده اندام‌های هوایی در کلزا، وزن هزار دانه گندم، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و زیست توده اندام هوایی جو معنی‌دار است (جدول ۲ و ۳).

نتایج حاصل از تاثیر پسماند کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت بر محصولات تناوبی کلزا، گندم و جو نشان داد که کاهش مقدار مصرف علف‌کش باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در واحد سطح، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردید، که جزئیات آن در هر محصول مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کلزا

نتایج نشان داد که با کاربرد ۵۰ درصد مقدار توصیه شده علف‌کش (۴۰ گرم ماده موثره) در محصول قبل، ارتفاع بوته (۶۷ سانتیمتر)، وزن هزار دانه (۴/۶ گرم)، تعداد دانه در

مربع با دست انجام شد. همچنین در طی فصل رشد گندم، جو و کلزا کلیه علف‌های هرز آزمایش به صورت دستی وجین گردید. آبیاری بصورت تحت فشار و به صورت نشتی بود. کوددهی بر اساس نتایج آزمایش خاک به صورت خطی از منبع اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم (در سه مرحله پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و سنبله‌دهی گندم و جو و ساقه‌دهی و گلدهی کلزا) و سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با تهیه بستر کشت اعمال گردید. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعیین ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله و خورجین در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و خورجین، زیست‌توده اندام هوایی و عملکرد دانه و درصد کاهش آن‌ها نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش بود. جهت تعیین درصد خسارت اندازه‌گیری شده در صفات مذکور نسبت به شاهد متناظر بدون سمپاشی از معادله $(Y = 100 \times \frac{Y_{control}}{Y_{treated}})$ استفاده شد (باغستانی و همکاران، ۲۰۱۳). در این معادله (Y) درصد خسارت صفت مورد نظر، $Y_{control}$ و $Y_{treated}$ به ترتیب صفت مورد نظر در نیمه کرت سمپاشی نشده به سمپاشی شده می‌باشند.

قبل از انجام تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد، مقایسه میانگین با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار^۱ در سطح ۵ درصد صورت گرفت. سایر عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007، MSTATC و SAS9.1 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل صفات اندازه‌گیری در

¹LSD (Least Significant Difference)

جدول ۲- میانگین مربعات اثر کود، مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی بر صفات کلزا، جو و گندم

Table 2- Mean square of effect of fertilizers, herbicides and adjuvant on traits of rapeseed, barley and wheat

S.O.V	df	Plant height			1000-grain weight			Seed number per ear or silique		
		rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley
R	2	74	269**	160*	0.197	33.63*	31	4.05	1.66	653**
F	3	94	20	33	0.803*	13	31	11	39	93
H	1	807**	133*	522**	9.25**	145**	275**	110**	583**	765**
A	1	172	27.57	49	0.47	16.53	62*	11	45	181
F×H	3	1.59	2.54	1.01	0.16	0.06	2.39	0.38	1.70	5.98
F×A	1	2.28	7.55	0.70	0.02	0.41	3.52	0.78	0.80	0.65
H×A	3	0.45	7.56	0.04	0.40	0.02	0.83	1.23	0.82	0.55
F×H×A	3	3.33	24	1.40	0.005	.012	6.75	0.40	1.14	3.30
Error	30	79.94	23	42	0.26	9.23	13.36	11	38	76
F.	df	Herbicide× adjuvant(H×A) effect sliced by fertilizer (F)								
Cow	1	108	31	63	1.2**	41	36	16	51	106
Verm	1	77	14	45	0.69	41	13	9	41	62
Myco	1	65	11	41	1.11*	44	28	8	57	68
Cont	1	82	14	42	0.42	35	46*	8	63	88

*, ** significant at the 5% and 1% probability level, respectively

S.O.V (source of variation), R (Replication), F (Fertilizer), H (herbicide rate), A (adjuvant), Cow (Cow manure), Verm (Vermicompost), Myco (Mycorrhiza), cont (control without fertilizer)

جدول ۳- میانگین مربعات اثر کود، مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی بر صفات کلزا، جو و گندم

Table 3- Mean square the effect of fertilizers, herbicides and adjuvant on traits of rapeseed, barley and wheat

S.O.V	df	Ear number or silique			Seed yield			Shoot biomass		
		rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley
R	2	137*	11425*	44067**	806**	48564*	51735**	0.002	0.18**	0.001
F	3	821**	9765*	7392	392	12044	14120*	0.02**	0.06	0.05**
H	1	3225**	46851**	39924**	3369**	154828**	99008**	0.26**	0.45**	0.60**
A	1	116	7957	8175	159	7153	12033*	0.006*	0.02	0.03
F×H	3	16.28	2165	844	4.69	157	193	0.0007	0.001	0.004
F×A	1	3.73	549	519	6.98	150	143	0.0002	0.001	0.0005
H×A	3	1.54	438	775	0.38	129	261	0.00001	0.008	0.00002
F×H×A	3	3.98	1748	909	2.62	1483	496	0.0002	0.0009	0.0008
Error	30	39	3233	3183	144	9159	3136	0.001	0.032	0.007
level F	df	Herbicide× adjuvant(H×A) effect sliced by fertilizer (F)								
Cow	1	222**	4539	6736	359	13998	10712*	0.03**	0.052	0.08**
Verm	1	219**	2445	7242	237	14045	8863*	0.018*	0.049	0.045**
Myco	1	209**	2242	2239	279	11497	7838	0.022**	0.032	0.040**
Cont	1	405**	13652*	2346	314	16290	10520*	0.020**	0.032	0.048**

*, ** significant at the 5% and 1% probability level, respectively

S.O.V (source of variation), R (Replication), F (Fertilizer), H (herbicide rate), A (adjuvant) Cow (Cow manure), Verm (Vermicompost), Myco (Mycorrhiza), cont (control without fertilizer)

نسبت به نیمه متناظر (بدون کاربرد علف‌کش) کاهش دهد (جدول‌های ۴ و ۶). از سوی دیگر، تاثیر کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس به همراه علف‌کش نیکوسولفورون در محصول قبل (ذرت) فقط بر زیست توده اندام هوایی کلزا اثر معنی‌دار داشت. به طوری که با کاربرد این ماده افزودنی به همراه علف‌کش نیکوسولفورون در محصول قبل، زیست توده اندام هوایی کلزا (۲۵/۰ کیلوگرم در متر مربع) را نسبت به نیمه شاهد ۵۵ درصد کاهش داد (جدول‌های ۴ و ۶).

کاربرد کودهای آلی و زیستی در محصول قبل (ذرت)، نیز توانست وزن هزار دانه، تعداد خورجین در متر مربع، زیست توده اندام‌های هوایی و عملکرد دانه‌ی محصول تناوبی کلزا را

خورجین (۲۰ دانه)، تعداد خورجین در متر مربع (۵۷ خورجین)، زیست توده اندام‌های هوایی (۰/۳۳ کیلوگرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۵۱ گرم در متر مربع) به در مقابل، کاربرد مقدار توصیه شده علف‌کش (۸۰ گرم ماده موثره در هکتار) در محصول قبل (ذرت) سبب افزایش مقدار درصد خسارت در محصولات تناوبی کلزا گردید. به طوری که اثر پسماند ناشی از کاربرد ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده علف‌کش نیکوسولفورون در محصول قبل، توانست ارتفاع بوته (۳۳ درصد)، وزن هزار دانه (۲۳ درصد)، تعداد دانه در خورجین (۴۴ درصد)، تعداد خورجین (۶۱ درصد)، زیست توده اندام‌های هوایی (۶۷ درصد) و عملکرد دانه را ۶۳ درصد

به طور معنی داری افزایش دهد. با این حال، کاربرد کود گاوی مطلوب تر از سایر تیمار کودی بود. به طوری که با کاربرد کودهای گاوی در محصول قبل، مقدار درصد خسارت زایی حاصل از پسماند علفکش نیکوسولفورون بر محصول تناوبی کلزا به کمترین مقدار رسید (جدول ۴ و ۶) و بیشترین وزن هزار دانه (۴/۵ گرم)، تعداد خورجین در متر مربع (۵۷ خورجین)، زیست توده اندام هوایی (۰/۳۱۲ کیلو گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۵۰ گرم در متر مربع) در کلزا بدست آمد. در مقابل بیشترین مقدار درصد خسارت حاصل از پسماند علفکش در محصول قبل (ذرت) در تیمار بدون کاربرد کودهای آلی و زیستی بود. به طوری که مقدار خسارت آن در ارتفاع بوته (۳۲ درصد)، وزن هزار دانه (۱۹ درصد)، تعداد دانه در خورجین (۴۶ درصد)، تعداد خورجین در متر مربع (۵۸ درصد)، زیست توده اندام هوایی (۶۴ درصد) و عملکرد دانه (۶۱ درصد) بدست آمد (جدول های ۴ و ۶).

بررسی نتایج حاصل تاثیر کنش متقابل مقدار مصرف علفکش نیکوسولفورون، ماده افزودنی و کود آلی بر محصول تناوبی کلزا مشخص شد که با کاهش مصرف علفکش نیکوسولفورون و کاربرد کودهای آلی و زیستی در محصول قبل، اثر پسماند علفکش بر محصولات تناوبی به طور معنی داری کاهش می یابد. به طوری که کمترین مقدار درصد خسارت حاصل از پسماند علفکش محصول قبل (ذرت) و بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۵/۱ گرم)، تعداد دانه خورجین (۲۲ خورجین)، تعداد خورجین (۶۶ خورجین در متر مربع)، زیست توده اندام های هوایی (۰/۴ کیلو گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۶۲ گرم در متر مربع) در کلزا از کاربرد ۵۰ درصد مقدار توصیه شده علفکش و کاربرد کود گاوی در محصول قبل (ذرت) بدست آمد. در مقابل بیشترین مقدار درصد خسارت حاصل از پسماند علفکش بر وزن هزار دانه (۳۱ درصد)، تعداد دانه در خورجین (۵۵ درصد)، تعداد خورجین (۷۹ درصد)، زیست توده اندام های هوایی (۸۰ درصد) و عملکرد دانه (۷۳ درصد) نسبت به نیمه شاهد، از

گندم

بر اساس نتایج بدست آمده از صفات اندازه گیری شده در محصول تناوبی گندم مشخص شد که با کاربرد مقدار توصیه شده علفکش (۸۰ گرم ماده موثره) در محصول قبل (ذرت) اثر پسماند علفکش سبب کاهش معنی دار ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه، تعداد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردید. به طوری که بیشترین مقدار درصد خسارت وارد شده به این محصول تناوبی گندم به دنبال کاربرد مقدار توصیه شده علفکش در محصول قبل، بدست آمد. در مقابل با کاهش مقدار مصرف علفکش (۴۰ گرم ماده موثره) در محصول قبل، ارتفاع بوته (۷۴ سانتی متر)، وزن هزار دانه (۴۵ گرم)، تعداد دانه (۵۳ دانه در سنبله)، تعداد سنبله (۳۴۰ سنبله در متر مربع)، عملکرد دانه (۳۵۶ گرم در متر مربع) و عملکرد بیولوژیک (۷۲ کیلو گرم در متر مربع) به طور معنی دار افزایش یافت و مقدار خسارت حاصل از پسماند علفکش به حداقل رسید (جدول ۴ و ۶). از سوی دیگر، نتایج حاصل از داده های تاثیر کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس با علفکش نیکوسولفورون در ذرت نشان داد که این ماده افزودنی تاثیری بر این گیاه در تناوب زراعی ندارد (جدول های ۴ و ۶).

کاربرد ماده آلی در محصول قبل (ذرت) اثر معنی داری بر تعداد سنبله در متر مربع و زیست توده گندم داشت. به طوری که با کاربرد کودهای گاوی، ورمی کمپوست و میکوریزا در محصول قبل (ذرت) این صفات به طور معنی دار افزایش یافت. با این وجود، بیشترین تعداد سنبله (۳۴۱ در متر مربع) و زیست توده گندم (۰/۶۹۹ کیلو گرم در متر مربع) و کمترین مقدار خسارت حاصل از پسماند علفکش در این صفات از کاربرد کود گاوی در محصول قبل حاصل شد. در مقابل، بیشترین مقدار خسارت حاصل از پسماند علفکش بر تعداد سنبله (۲۷۳ در متر مربع) و زیست توده گندم (۰/۵۲۵ کیلو

مقدار خسارت حاصل از تاثیر پسماند علف‌کش در تیمار کاهش یافته نیکوسولفورون (۴۰ گرم ماده موثره در هکتار) در محصول قبل (ذرت)، بر این صفات به حداقل رسید، و ارتفاع بوته (۸۶ سانتی متر)، وزن هزار دانه (۵۰ گرم)، تعداد دانه در سنبله (۴۶ دانه)، تعداد سنبله در متر مربع (۳۵۴ سنبله)، عملکرد دانه (۳۶۰ گرم در متر مربع) و زیست توده اندام هوایی (۰/۷۱ کیلو گرم در متر مربع) به طور معنی‌دار افزایش داد. از سوی دیگر، نتایج حاصل از کاربرد ماده افزودنی در محصول قبل (ذرت) نیز فقط بر زیست توده اندام هوایی جو اثر معنی‌دار بود. به طوری که با کاربرد این ماده افزودنی به همراه علف‌کش نیکوسولفورون در محصول قبل، زیست توده اندام هوایی جو با ۰/۵۷ کیلوگرم در متر مربع، ۳۹ درصد نسبت به نیمه شاهد کاهش داد (جدول‌های ۴ و ۶).

کاربرد کودهای گاوی، ورمی‌کمپوست و میکوریزا در محصول قبل (ذرت) نیز تاثیر معنی‌داری در افزایش صفات اندازه‌گیری شده در محصول تناوبی جو داشت. به طوری که با کاربرد این تیمارهای کودی مقدار خسارت حاصل از پسماند علف‌کش نیکوسولفورون در محصول قبل، به حداقل رسید. با این وجود کاربرد کودهای گاوی در محصول قبل (ذرت)، مطلوب تر از بقیه بود، به طوری که با کاربرد این تیمار کودی، وزن هزار دانه (۴۹ گرم)، تعداد دانه در سنبله (۴۶ دانه)، تعداد سنبله در متر مربع (۳۵۴ سنبله)، عملکرد دانه (۳۸۱ گرم در متر مربع) و زیست توده اندام هوایی (۰/۶۶ کیلو گرم در متر مربع) به طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول‌های ۴ و ۶).

بررسی نتایج حاصل تاثیر کنش متقابل مقدار مصرف علف‌کش نیکوسولفورون، ماده افزودنی و کود آلی مصرف شده در محصولت قبل (ذرت) نشان داد که تیمارها اثر معنی‌دار بر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد دانه و زیست توده اندام هوایی جو دارد. به طوری که تاثیر پسماند علف‌کش در غیاب مصرف کودهای آلی و زیستی در محصول قبل، باعث افزایش مقدار درصد خسارت و کاهش معنی‌دار صفات مذکور گردید. به صورتی بیشترین مقدار درصد خسارت در ارتفاع بوته (۱۹ درصد)،

گرم در متر مربع) به ترتیب ۴۳ و ۳۸ درصد در غیاب کاربرد کودهای آلی در محصول قبل حاصل شد (جدول‌های ۴ و ۶).

با بررسی نتایج حاصل از اثرات متقابل کاربرد مقدار علف‌کش، ماده افزودنی و کودهای آلی مشخص شد که در هر سطح کاربرد کودهای آلی اثر تیمارهای علف‌کش و ماده افزودنی اثر معنی‌دار بر وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه و زیست توده اندام هوایی گندم دارد. به طوری بیشترین وزن هزار دانه (۴۷ گرم)، تعداد دانه در سنبله (۵۷ دانه)، تعداد سنبله (۳۹۳ در متر مربع)، زیست توده اندام‌های هوایی (۰/۸۶ کیلو گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۴۱۹ گرم در متر مربع) گندم از کاربرد مقدار کاهش یافته علف‌کش (۴۰ گرم ماده موثره در هکتار) در حضور کاربرد کود گاوی در محصول قبل (ذرت) بدست آمد. در مقابل بیشترین مقدار خسارت حاصل از پسماند علف‌کش نیکوسولفورون مصرفی در محصول قبل، از کاربرد ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده علف‌کش (۸۰ گرم ماده موثره) بعلاوه کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس در شرایط عدم کاربرد کود آلی بدست آمد، به طوری که با کاربرد این تیمار مقدار خسارت وارد شده به وزن هزار دانه (۴۰ گرم)، تعداد دانه در سنبله (۴۳ دانه)، تعداد سنبله (۱۸۱ در متر مربع)، زیست توده اندام هوایی (۰/۴۴ کیلو گرم در متر مربع) و عملکرد دانه (۱۷۲ گرم در متر مربع) به ترتیب ۱۷، ۳۸، ۵۶، ۵۰، ۵۰ نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علف‌کش بود (جدول‌های ۵ و ۷).

جو

نتایج حاصل از تاثیر پسماند کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت بر محصولات تناوبی جو نیز حاکی از آن بود که کاربرد مقدار توصیه شده علف‌کش نیکوسولفورون (۸۰ گرم ماده موثره در هکتار) در محصول قبل، قادر است ارتفاع بوته (۱۶ درصد)، وزن هزار دانه (۱۵ درصد)، تعداد دانه در سنبله (۳۵ درصد)، تعداد سنبله در متر مربع (۴۹ درصد)، عملکرد دانه (۵۱ درصد) و زیست توده اندام هوایی جو ۴۹ درصد نسبت به نیمه شاهد بدون سمپاشی کاهش دهد. در مقابل،

خاک افزایش یافته و از این طریق منجر به صدمه در گیاهان تناوبی گندم، جو و کلزا می‌شود. سایر مطالعات نیز نشان داده است که با افزایش مقدار مصرف علف‌کش مقدار پسماند آن در خاک افزایش یافته و منجر به ضایعه بر محصول بعدی می‌گردد (Kucharski *et al.*, 2012; Kucharski, 2007). همین راستا، شریفی و تقی‌زاده (۲۰۱۲) با بررسی زیست ماندگاری علف‌کش لوماکس (مزوتریون + اس- متولاکلر + تربوتیلازین) روی گندم پس با توجه به نتایج مذکور به نظر می‌رسد که با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت، پسماند آن در خاک افزایش یافته و از این طریق منجر به صدمه در گیاهان تناوبی گندم، جو و کلزا می‌شود. سایر مطالعات نیز نشان داده است که با افزایش مقدار مصرف علف‌کش مقدار پسماند آن در خاک افزایش یافته و منجر به

وزن هزار دانه (۲۱ درصد)، تعداد سنبله در متر مربع (۵۶ درصد)، عملکرد دانه (۵۹ درصد) و زیست توده اندام هوایی (۵۵ درصد) نسبت به نیمه شاهد از کاربرد ۸۰ گرم ماده موثره در هکتار به همراه ماده افزودنی در شرایط بدون کاربرد کودهای آلی در محصول قبل بدست آمد. در مقابل، کمترین خسارت و بیشترین مقدار ارتفاع بوته (۹۰ سانتی متر)، وزن هزار دانه (۵۴ گرم)، تعداد سنبله (۴۱۸ در متر مربع)، عملکرد دانه (۴۴۶ گرم در متر مربع)، زیست توده اندام‌های هوایی (۰/۸۴ کیلو گرم در متر مربع) از کاربرد ۴۰ گرم ماده موثره نیکوسولفورون در هکتار در حضور کاربرد کود گاوی در محصول قبل (ذرت) بدست آمد (جدول‌های ۵ و ۷).

با توجه به نتایج مذکور به نظر می‌رسد که با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت، پسماند آن در

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد کود آلی، مقدار کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی هیدرومکس بر صفات اندازه‌گیری شده در گندم، جو و کلزا

Table 4- Mean comparison the effects of organic fertilizers application, herbicide dose and Hydromax adjuvant on measured traits of rapeseed, wheat and barley

treatment	Plant height (cm)			1000-grain weight (g)		
	rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley
40 g a.i ha ⁻¹	67 (22) a	74 (8) a	86 (10) a	4.6 (8) a	45 (5) a	50 (7) a
80 g a.i ha ⁻¹	58 (33) b	70 (13) b	79 (16) b	3.7 (23) b	41 (12) b	45 (15) b
LSD ($\alpha=0.05$)	5.3 (2.9)	2.9 (2.3)	3.82 (2.6)	0.3 (3.6)	1.8 (2.8)	2.1 (3.4)
Without adjuvant	64 (26) a	73 (11) a	83 (12) a	4.3 (14) a	43 (8) a	49 (10) a
With adjuvant	60 (29) a	71 (10) a	81 (14) a	4.1 (17) a	42 (10) a	46 (12) a
LSD ($\alpha=0.05$)	5.3 (5.3)	2.9 (3.8)	3.8 (2.6)	0.3 (3.6)	1.8 (2.8)	2.1 (3.4)
Cow	44 (22) a	73 (9) a	84 (12) a	4.5 (13) a	46 (6) a	49 (8) a
Vermicompost	63 (27) a	73 (10) a	83 (12) a	4.3 (15) a	43 (8) a	48 (10) ab
Mycorrhiza	62 (30) a	72 (11) a	81 (14) a	4.2 (17) ab	42 (9) a	47 (12) ab
Control	59 (32) a	70 (12) a	81 (15) a	3.5 (19) b	42 (12) a	46 (15) b
LSD ($\alpha=0.05$)	7.45 (7.5)	4.05 (3)	5.42 (3.7)	0.42 (5)	2.5 (4)	3 (4.8)

treatment	Seed number per ear or silique			Ear number or silique (m ²)		
	rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley
40 g a.i ha ⁻¹	20 (30) a	53 (21) a	46 (23) a	57 (37) a	340 (25) a	354 (28) a
80 g a.i ha ⁻¹	17 (44) b	46 (32) b	38 (35) b	41 (61) b	277 (45) b	297 (49) b
LSD ($\alpha=0.05$)	1.9 (6.6)	3.6 (5.3)	5.1 (6.3)	3.7 (7)	33 (6.5)	33 (5.6)
Without adjuvant	19 (35) a	51 (28) a	44 (30) a	51 (46) a	322 (34) a	339 (37) a
With adjuvant	18 (39) a	49 (25) a	41 (28) a	48 (51) a	296 (36) a	312 (40) a
LSD ($\alpha=0.05$)	1.9 (6.6)	3.6 (5.3)	5.1 (6.3)	3.7 (7)	33 (6.5)	33 (5.6)
Cow	19 (29) a	52 (21) a	46 (22) a	57 (42) a	341 (29) a	354 (32) a
Vermicompost	18 (34) a	51 (24) a	43 (26) a	54 (47) a	317 (33) ab	338 (36) ab
Mycorrhiza	18 (41) a	50 (29) a	41 (31) a	48 (50) b	304 (36) ab	309 (40) b
Control	17 (46) a	48 (33) a	39 (36) a	38 (58) c	273 (43) b	301 (46) b
LSD ($\alpha=0.05$)	2.7 (9)	5.1 (7.4)	7.3 (8.8)	5.3 (10)	47 (9)	47 (8)

اعداد هر ستون با حروف مشابه تفاوت معنی دار ندارند (اعداد داخل پرانتز درصد کاهش نسبت به نیمه شاهد بدون سمپاشی است)

Numbers followed by the same letters in a column show no significantly different
(The number in parentheses indicates the percentage of damage than half of without herbicide)

جدول ۵- مقایسه میانگین تاثیر سطوح کاربرد علف‌کش و ماده افزودنی (H×A) در هر سطح کودهای آلی (F) در صفات اندازه‌گیری شده کلزا، گندم و جو

Table 5- Mean comparison the application levels of herbicide dose and Hydromax adjuvant (H×A) in each level of organic fertilizers (F) on measured traits of rapeseed, wheat and barley

		Plant height (cm)			1000-grain weight (g)		
		rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley
Cow	H ₁	74 (13) a	78 (7) a	90 (7) a	5.1 (5) a	47 (3) a	54 (4) a
	H ₁ ×A	67 (16) a	73 (7) a	86 (9) a	4.9 (8) a	45 (4) ab	50 (5) ab
	H ₂	63 (28) a	71 (11) a	81 (14) a	4.0 (18) b	43 (8) ab	47 (10) b
	H ₂ ×A	60 (32) a	71 (12) a	80 (15) a	3.8 (21) b	42 (11) b	46 (13) b
Verm	H ₁	69 (19) a	75 (7) a	87 (8) a	4.9 (6) a	46 (4) a	51 (4) a
	H ₁ ×A	65 (24) a	72 (8) a	85 (11) a	4.5 (9) ab	44 (5) ab	49 (6) a
	H ₂	61 (30) a	71 (12) a	81 (14) a	4 (20) b	42 (10) ab	47 (12) a
	H ₂ ×A	58 (34) a	70 (13) a	78 (16) b	3.8 (23) b	41 (13) b	46 (17) a
Myco	H ₁	67 (25) a	75 (8) a	85 (10) a	4.8 (8) a	45 (5) a	50 (6) a
	H ₁ ×A	64 (27) a	72 (9) a	83 (12) a	4.7 (11) a	44 (6) a	48 (8) ab
	H ₂	60 (31) a	71 (12) a	79 (15) a	3.7 (22) b	41 (12) a	46 (15) ab
	H ₂ ×A	56 (36) a	70 (14) a	77 (17) a	3.7 (25) b	40 (15) a	43 (19) b
Control	H ₁	65 (27) a	72 (9) a	84 (11) a	4.3 (9) a	44 (8) a	49 (11) a
	H ₁ ×A	62 (28) a	71 (10) a	83 (14) a	4 (12) a	43 (9) a	48 (11) ab
	H ₂	57 (33) a	70 (14) a	78 (17) a	3.7 (24) ab	41 (14) a	46 (17) a-c
	H ₂ ×A	53 (38) a	67 (17) a	76 (19) a	3.4 (31) b	40 (17) a	40 (21) c

		Seed number per ear or silique			Ear number or silique (m2)		
		rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley
Cow	H ₁	22 (19) a	57 (13) a	53 (14) a	66 (25) a	393 (18) a	411 (18) a
	H ₁ ×A	20 (22) a	54 (15) a	49 (16) a	63 (33) a	349 (23) a	374 (23) ab
	H ₂	18 (35) a	50 (26) a	43 (29) a	50 (53) b	314 (38) a	319 (38) b
	H ₂ ×A	17 (38) a	48 (29) a	39 (31) a	49 (56) b	309 (39) a	311 (39) b
Verm	H ₁	20 (25) a	55 (16) a	50 (19) a	62 (34) a	351 (24) a	409 (24) a
	H ₁ ×A	20 (28) a	53 (19) a	44 (21) a	59 (36) a	327 (26) a	334 (26) ab
	H ₂	17 (39) a	48 (29) a	42 (32) a	48 (56) b	309 (40) a	314 (39) b
	H ₂ ×A	16 (42) a	47 (31) a	38 (33) a	45 (61) b	283 (42) a	298 (42) b
Myco	H ₁	20 (31) a	55 (23) a	47 (25) a	57 (38) a	331 (26) a	335 (26) a
	H ₁ ×A	18 (35) a	52 (25) a	43 (27) a	55 (39) a	323 (27) a	327 (27) a
	H ₂	16 (45) a	47 (32) a	40 (34) a	41 (60) b	287 (45) a	301 (42) a
	H ₂ ×A	16 (50) a	46 (35) a	35 (26) a	37 (62) b	274 (48) a	275 (43) a
Control	H ₁	19 (36) a	52 (27) a	45 (28) a	49 (42) a	326 (29) a	331 (29) a
	H ₁ ×A	18 (40) a	52 (32) a	43 (32) a	47 (45) a	321 (30) a	314 (30) a
	H ₂	16 (51) a	44 (36) a	38 (41) a	31 (64) b	263 (56) ab	289 (45) a
	H ₂ ×A	15 (55) a	43 (38) a	33 (43) a	25 (79) b	181 (56) b	268 (56) a

اعداد هر ستون با حروف مشابه تفاوت معنی‌دار ندارند (اعداد داخل پرانتز درصد کاهش نسبت به نیمه شاهد بدون سمپاشی است)

Numbers followed by the same letters in a column show no significantly different,

(The number in parentheses indicates the percentage of damage than half of without herbicide)

Cow (Cow manure), Verm (vermicompost), Myco (mycorrhiza), adj. (adjuvant), H1 (40 g a.i. ha⁻¹), H2 (80 g a.i. ha⁻¹)

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات اصلی کاربرد کود آلی، مقدار کاربرد علف کش و ماده افزودنی هیدرومکس در صفات اندازه گیری شده گندم، جو و کلزا

Table 6- Mean comparison the mean effects organic fertilizers application, herbicide dose and Hydromax adjuvant on measured traits of rapeseed, wheat and barley

Treatment	Seed yield (gm ⁻²)			Shoot biomass (kgm ⁻²)		
	rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley
40 g a.i ha ⁻¹	51 (45) a	356 (30) a	390 (36) a	0.33 (38) a	0.72 (22) a	0.71 (26) a
80 g a.i ha ⁻¹	36 (63) b	242 (43) b	300 (51) b	0.19 (67) b	0.52 (45) b	0.48 (49) b
LSD ($\alpha=0.05$)	7 (7.6)	56 (6.5)	42 (5.5)	0.02 (5.3)	0.10 (4.8)	0.05 (3.7)
Without adjuvant	44 (52) a	311 (35) a	361 (41) a	0.27 (51) a	0.64 (32) a	0.62 (36) a
With adjuvant	40 (56) a	287 (38) a	329 (49) a	0.25 (55) b	0.60 (35) a	0.57 (39) b
LSD ($\alpha=0.05$)	7 (7.6)	56 (6.5)	33 (5.5)	0.02 (5.3)	0.10 (4.8)	0.05 (3.7)
Cow	50 (46) a	336 (32) a	381 (38) a	0.312 (41) a	0.699 (29) a	0.66 (32) a
Vermicompost	44 (53) ab	308 (36) a	359 (42) ab	0.281 (48) a	0.645 (32) ab	0.617 (35) ab
Mycorrhiza	40 (57) ab	290 (38) a	338 (45) bc	0.240 (57) b	0.596 (35) ab	0.568 (39) bc
Control	36 (61) b	261 (41) a	300 (49)	0.207 (64) c	0.525 (38) b	0.521 (44) c
LSD ($\alpha=0.05$)	10 (10.7)	80 (9)	59 (7.8)	0.03 (7.5)	0.15 (6.7)	0.07 (5.3)

اعداد هر ستون با حروف مشابه تفاوت معنی دار ندارند (اعداد داخل پرانتز درصد کاهش نسبت به نیمه شاهد بدون سمپاشی است)

Numbers followed by the same letters in a column show no significantly different
(The number in parentheses indicates the percentage of damage than half of without herbicide)

جدول ۷- مقایسه میانگین سطوح کاربرد علف کش و ماده افزودنی (H×A) در هر سطح کودهای آلی (F) در صفات اندازه گیری شده کلزا، گندم و جو

Table 7- Mean comparison the application levels of herbicide dose and Hydromax adjuvant (H×A) in each level of organic fertilizers (F) on measured traits of rapeseed, wheat and barley

		seed yield (gm ⁻²)			shoot biomass (kgm ⁻²)		
		rapeseed	wheat	barley	rapeseed	wheat	barley
Cow	H ₁	62 (33) a	419(23) a	446 (28) a	0.40 (23) a	0.86 (15) a	0.84 (19) a
	H ₁ ×A	55 (40) a	366 (28) a	416 (32) ab	0.39 (27) a	0.75 (18) a	0.76 (23) a
	H ₂	42 (54) a	285 (38) a	338 (45) bc	0.24 (53) b	0.60 (39) a	0.54 (44) b
	H ₂ ×A	38 (58) a	276 (40) a	323 (47) c	0.22 (59) b	0.58 (42) b	0.50 (44) b
Verm	H ₁	52 (42) a	377 (27) a	423 (32) a	0.37 (31) a	0.78 (20) a	0.74 (21) a
	H ₁ ×A	50 (46) a	357 (29) a	384 (35) ab	0.33 (35) a	0.73 (23) a	0.70 (25) a
	H ₂	37 (59) a	256 (41) a	330 (49) b	0.23 (61) b	0.55 (42) a	0.53 (45) b
	H ₂ ×A	35 (61) a	244 (43) a	301 (52) b	0.20 (66) b	0.52 (45) a	0.50 (48) b
Myco	H ₁	49 (46) a	360 (29) a	388 (36) a	0.32 (41) a	0.72 (24) a	0.69 (24) a
	H ₁ ×A	47 (48) a	324 (33) a	371 (40) ab	0.31 (45) a	0.65 (25) a	0.64 (29) a
	H ₂	33 (64) a	240 (42) a	320 (51) a-c	0.17 (70) b	0.51 (44) a	0.51 (50) b
	H ₂ ×A	31(66) a	235 (44) a	275 (53) c	0.16 (72) b	0.50 (47) a	0.43 (53) b
Control	H ₁	46 (49) a	322 (34) a	358 (41) a	0.29 (48) a	0.64 (28) a	0.65 (33) a
	H ₁ ×A	43 (53) ab	321 (35) a	336 (43) ab	0.26 (55) a	0.60 (27) a	0.61 (34) a
	H ₂	30 (67) ab	230 (43) a	282 (52) a-c	0.15 (74) b	0.45 (47) a	0.44 (53) b
	H ₂ ×A	25 (73) b	171 (50) b	226 (59) c	0.12 (80) b	0.44 (50) a	0.39 (55) b

اعداد هر ستون با حروف مشابه تفاوت معنی دار ندارند (اعداد داخل پرانتز درصد کاهش نسبت به نیمه شاهد بدون سمپاشی است)

Numbers followed by the same letters in a column show no significantly different
(The number in parentheses indicates the percentage of damage than half of without herbicide)
Cow (Cow manure), Verm (vermicompost), Myco (mycorrhiza), adj. (adjuvant), H₁ (40 g a.i. ha⁻¹), H₂ (80 g a.i. ha⁻¹)

از آنجا که افت‌کش‌ها مواد زیست‌بیگانه^۲ با ساختار مولکولی پیچیده‌ای هستند، میکروارگانسیم‌ها تمایل کمتری دارند تا از آنها به عنوان منبع کربن برای تغذیه استفاده کنند (Cobb & Reade, 2010)، در مقابل، ماده افزودنی ساختار مولکولی ساده تری دارند (Kucharski & Sadowski, 2006) بنابراین به نظر می‌رسد در این شرایط تمایل میکروارگانسیم‌ها برای تجزیه این مواد افزودنی بیشتر باشد و به تبع سهم تجزیه علف‌کش‌ها کاهش یابد. زانگ و همکاران (Zhang et al., 2012) اظهار کردند که مقدار تجزیه زیستی علف‌کش نیکوسولفورون در حضور باکتری سراتیا^۳ در دمای (۳۰-۳۵)°C، اسیدیته (۷-۶ pH) و مایه‌کوبی^۴ (۳ درصد حجمی (v/v))، در غلظت ۱۰ میلی‌گرم علف‌کش در لیتر ۹۳ درصد در ۹۶ ساعت است، اما با افزایش غلظت نیکوسولفورون به ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ۵۳ درصد کاهش یافت.

بر اساس نتایج حاصل به نظر می‌رسد که کاربرد ماده افزودنی با علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت، سبب افزایش پسماند علف‌کش در خاک می‌گردد. مطالعات نشان داده که مواد افزودنی با کاهش تجزیه زیستی، سبب افزایش ماندگاری علف‌کش در خاک می‌گردد (Kucharski, 2007; Kucharski, 2004). در همین راستا، در آزمایشی مشاهده شد که کاربرد ماده افزودنی آتپلوس^۵ (روغن پارافین)، آدپروس^۶ (اسید چرب تصفیه شده) و ترند^۷ (سورفاکتانت^۸) با علف‌کش‌های فن‌مدیفام^۹، دس‌مدیفام^{۱۰} و اتوفمسات^{۱۱} سبب افزایش ماندگاری این علف‌کش‌ها در خاک و گیاه گردید (Kucharski & Sadowski, 2006). نامبردگان در مطالعه‌ی دیگری اظهار نمودند که مواد افزودنی میکس^{۱۲} (روغن

ضایعه بر محصول بعدی می‌گردد (Kucharski et al., 2012; Kucharski, 2007). در همین راستا، شریفی و تقی‌زاده (۲۰۱۲) با بررسی زیست ماندگاری علف‌کش لوماکس (مزوتریون + اس - متولاکلر + تربوتیلازین) روی گندم پس با توجه به نتایج مذکور به نظر می‌رسد که با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت، پسماند آن در خاک افزایش یافته و از این طریق منجر به صدمه در گیاهان تناوبی گندم، جو و کلزا می‌شود. سایر مطالعات نیز نشان داده است که با افزایش مقدار مصرف علف‌کش مقدار پسماند آن در خاک افزایش یافته و منجر به ضایعه بر محصول بعدی می‌گردد (Kucharski et al., 2012; Kucharski, 2007). در همین راستا، (Sharifi & Taghizadeh, 2012) با بررسی زیست ماندگاری علف‌کش لوماکس (مزوتریون + اس - متولاکلر + تربوتیلازین) روی گندم پس معنی‌داری کاهش دهد. در آزمایشی، مشاهده شد که پسماند علف‌کش ریم‌سولفورون در خاک می‌تواند عملکرد دانه ذرت و تعداد دانه در ردیف‌ها را به مقدار ۲۰ درصد کاهش دهد (Ali-beige et al., 2011). در گزارشی دیگر، پسماند علف‌کش پندیمتالین نیز توانست ارتفاع و زیست توده شاهی^۱ را کاهش دهد (Sobh Zahedi et al., 2015). مهدی‌زاده و همکاران (Mehdizadeh et al., 2015) نیز با مطالعه اثر پسماند سیمازین بر کلزا و جو بیان نمودند که با افزایش مقدار مصرف سیمازین زیست توده اندام هوایی و ریشه گیاهان مزبور بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در آزمایش نامبردگان کلزا و جو به ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین گیاه به بقایای سیمازین در خاک معرفی شدند. نصرتی و همکاران (Nosraty et al., 2007) نیز با بررسی ماندگاری علف‌کش آترازین و توفوردی بیان نمود که با افزایش مقادیر مصرف این دو علف‌کش علاوه بر نفوذ این علف‌کش‌ها به لایه‌های پایین‌تر خاک ماندگاری آن‌ها بطور معنی‌دار افزایش می‌یابد.

^۱ *Lepidium sativum* L.

^۲ Xenobiotic

^۳ *Serratia marcescens* N80

^۴ inoculation

^۵ Atplus 60 EC

^۶ Adpros 85 SL

^۷ Trend 90 EC

^۸ Ethoxylated isodecyl alcohol -surfactant

^۹ Phenmedipham

^{۱۰} Desmedipham

^{۱۱} Ethofumesate

^{۱۲} Olemix 84 EC

میکروبی و آنزیمی خاک شود (Tejada *et al.*, 2010; Ramezani, 2010) و از این طریق در افزایش سرعت تجزیه زیستی علفکش‌ها و ماندگاری آنها در خاک موثر باشد (Ramezani, 2010; Kanissery & Sims, 2011). مطالعات دیگر نشان داده است که کاربرد کودهای آلی در خاک باعث کاهش ماندگاری بقایای علفکش متری‌بوزین (Mahdizadeh, 2012)، تریفلورالین (Barzoei *et al.*, 2013)، آترازین (Torabi *et al.*, 2013) و سولفوسولفورون (Hadizadeh, 2008) می‌گردد.

با توجه به نتایج آزمایش، حساسیت گیاهان تناوبی مورد آزمایش و صفات اندازگیری شده در آنها نسبت به پسماند علفکش نیکوسولفورون مصرف شده در محصول قبل متفاوت بود. به طوری که حساس‌ترین صفات اندازگیری شده بر اساس مقدار درصد خسارت (دوز توصیه شده) نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علفکش در کلزا به ترتیب زیست توده اندام‌های هوایی < تعداد خورجین در واحد سطح < تعداد دانه در خورجین < ارتفاع بوته < وزن هزار دانه است، در گندم و جو نیز تعداد سنبله در واحد سطح = زیست توده اندام هوایی < تعداد دانه در سنبله < ارتفاع بوته < وزن هزار دانه بود. از سوی دیگر، حساسیت گیاهان تناوبی به پسماند علفکش نیکوسولفورون در محصول بر مبنای درصد مقدار خسارت وارد شده نسبت به نیمه شاهد بدون کاربرد علفکش به ترتیب کلزا < جو < گندم بود، به صورتی که کلزا حساس‌ترین و گندم متحمل‌ترین بود. سایر مطالعات نیز نشان می‌دهند که بقایای علفکش‌های سولفونیل اوره بر گیاهانی زراعی نظیر چغندر قند، کلزا، پنبه، آفتابگردان، سویا، جو و گندم می‌تواند اثر سمی داشته باشد (Noy & Hollaway, 2001). در همین راستا، شهبازی و همکاران (Shahbazi *et al.*, 2015) با مطالعه بقایای علفکش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون (اولتیم) بر روی برخی گیاهان زراعی اذعان کردند که حساسیت این گیاهان به ترتیب عدس < کلزا < چغندر قند < ماش < خیار < جو < لوبیا < گندم بودند. ایزدی و همکاران (Izadi *et al.*, 2011) در

معدنی، آکتیروپ^۱ (روغن گیاهی) و بریک‌ترو^۲ (سورفاکتانت) ماندگاری علفکش‌های فن‌مدیفام، دس‌مدیفام و اتوفمسات در خاک را افزایش می‌دهند (Kucharski, 2007). کاجاروسکی و همکاران (Kucharski *et al.*, 2012) در آزمایش دیگری اذعان داشت که کاربرد ماده افزودنی میکس، ترند و بکرو^۳ (ماده افزودنی چندجزیی^۴ ترکیبی از سوفاکتانت غیر یونی، امولسیفایر^۵، عامل چسباننده و روغن انتخابی) با علفکش کلریدازون^۶ سبب کاهش روند تجزیه علفکش در خاک گردید، میکس توانست نیمه عمر علفکش کلریدازون را ۸ تا ۱۴ روز افزایش دهد. سایر گزارشات نیز نشان می‌دهد که کاربرد مواد افزودنی باعث افزایش ماندگاری علفکش تریفلورالین (Swarcewicz, 1996; Swarcewicz *et al.*, 1998 & Mulinski, 1996; Mata-Sandoval *et al.*, 2001; Mata-Sandoval & Rodriguez-Cruz *et al.*, 2007)، لینورون (Rodriguez-Cruz *et al.*, 2007) فن‌مدیفام (Rodriguez-Cruz *et al.*, 2001; *et al.*, 2007)، فن‌مدیفام (Sumislawska & Kostowska, 1991; Kucharski, 2004)، دس‌مدیفام و اتوفمسات (Kucharski, 2007) می‌گردد.

همچنین بر اساس یافته‌های این آزمایش، مقدار درصد خسارت محصولات تناوبی کلزا، گندم و جو حاصل از تاثیر پسماند علفکش نیکوسولفورون در ذرت با کاربرد کودهای آلی و زیستی در محصول قبل (ذرت) کاهش یافت. اعتقاد بر آن است که کودهای آلی از طریق افزایش فعالیت بیولوژیک خاک قادر است ماندگاری علفکش‌ها را کاهش دهد (Tejada *et al.*, 2010; Ramezani, 2010; Kanissery & Sims, 2011). از آن جا که ماده آلی عمدتاً از پتیده‌ها، آمینه‌اسیدها، کربوهیدرات‌ها و لیپیدها ساخته شده است که با اضافه شدن به خاک (Tejada *et al.*, 2010) می‌تواند به منبع تامین انرژی برای میکروارگانیسم خاک‌ها عمل کند (Qiu *et al.*, 2009; Ramezani, 2010) و سبب افزایش فعالیت و جمعیت

¹ Actirob 842 EC

² Break Thru S-240

³ BackRow

⁴ Multicomponent

⁵ Emulsifiers

⁶ Chloridazon

بر اساس نتایج آزمایش، با کاهش مقدار مصرف علف‌کش نیکوسولفورون در ذرت، مقدار خسارت حاصل از پسماند علف‌کش در محصولات تناوبی کلزا، گندم و جو کاهش یافت. اما با کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس به همراه علف‌کش نیکوسولفورون در محصول قبل، مقدار خسارت در محصولات تناوبی افزایش یافت، هر چند معنی‌دار نبود. همچنین حساسیت گیاهان تناوبی به پسماند علف‌کش نیکوسولفورون به ترتیب کلزا < جو < گندم بود. از سوی دیگر با کاربرد کودهای آلی و زیستی مقدار خسارت حاصل از پسماند علف‌کش در محصولات تناوبی کاهش یافت، با این وجود، با کاربرد کود گاوی کمترین خسارت و بیشترین عملکرد در محصولات تناوبی بدست آمد. بنابراین به نظر می‌رسد با استفاده از مقادیر کاهش یافته علف‌کش و کاربرد منابع کودهای آلی می‌تواند ایمنی کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در تناوبی زراعی افزایش داد.

آزمایشی گزارش کردند که در بین گیاهان زراعی کلزا، چغندرقد، عدس، لوبیا، گوجه فرنگی، نخود و ذرت، کلزا و ذرت به ترتیب حساسترین و متحمل‌ترین گیاهان به بقایای علف‌کش توتال (مت‌سولفورون‌متیل + سولفوسولفورون) در خاک می‌باشد. نامبردگان در آزمایش دیگری اظهار نمود که چغندرقد و کلزا حساس‌ترین گیاهان به بقایای علف‌کش تری‌بنورون (گرانستار) در خاک هستند. (Izadi et al., 2013b). هالوی و همکاران (Halloway et al., 2006) بیان نمودند که گیاهان زراعی کلزا، نخود، عدس و یونجه حساست زیادی به بقایای علف‌کش کلروسولفورون، تریاسولفورون و مت‌سولفورون دارند. در مطالعه پائول و همکاران (Paul et al., 2009) نیز اشاره شده که در بین گونه‌های گیاهی ماش، خردل، سورگوم، و عدس، بیشترین کاهش طول ریشه در عدس مشاهد شد.

نتیجه‌گیری کلی

منابع

- Ali-beige, D., Fathi, G., Pourazar, R. and Bahmaee, Y. 2011. Investigation the residue effects of sulfonylurea herbicides wheat after corn. 1st National Conference on new discussion in agricultural. Islamic Azad University of Saveh, 11-12 Novamner, Saveh, Iran. 2: 91-107. (In Persian with English summary).
- Anonymous, 2014. Agricultural statistics. Ministry of Agriculture, Department of Planning and Economy, Center for Information and Communication Technology. 2: 379. <http://amar.maj.ir>. Accessed August 11, 2016.
- Baghestani, M.A., Zand, E., Lotfi-Mavi F., Esfadiari H., Pourazar R. and Mamnoie E. 2013. Evaluation of spectrum efficacy of registered herbicides used in corn. J. of Plant Pests & Diseases. 81: 100-122.
- Barriuso, E. and Calvel, R. 1992. Soil type and herbicide adsorption. J. Environ. Anal. Chem. 46:117-128.
- Barzoei, M., Rashed Mohassel, M., Izadi Darbandy, E., Hassanzadeh, M. and Rastgoo, M. 2013. Effect of organic and biological fertilizers on trifluralin durability in soil. Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, 24-26 August, Karaj, Iran. 1: 561-558. (In Persian with English summary).
- Brown, H.M. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. Pesticide Sci. 29: 263-281.
- Cobb, A.H. and Reade, J.P.H. 2010. The Inhibition of Amino Acid Biosynthesis. Pages 176-199. Herbicides and Plant Physiology. 2th edn. UK: Wiley-Blackwell 296 Pp.
- EFSA (European Food Safety Authority). 2007. Conclusion on the peer review of the pesticide riskassessment of the active substance nicosulfuron. EFSA Scientific Report. 120: 1-91. <http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files.html>. Accessed: November 29, 2007.
- EPA Pesticide Fact Sheet. 1989. Tribenuron Methyl, Chemical Profile 6/89. <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/herb-growthreg/sethoxydim-vernolate/tribenuron.methyl.htm>. Accessed August 11, 2016.
- Fakhrerad, F., Izadi Darbandi, E., Rashed Mohassel, M.H. and Hassanzadeh-Khayat, M. 2012. Evaluation of some pulses and other crops sensitivity to metribuzin simulated soil residue .

- Iranian J. of Pulses Res. 3(2): 73-84. (In Persian with English summary).
- Felix, J., Doohan, D.J., and Bruins, D. 2007. Differential vegetable crop responses to mesotrione soil residues a year after application. *Crop Protec.* 26:1395-1403.
- Ferris, I.G. 1993. A risk assessment of sulfonylurea herbicides leaching to ground water. *AGSO J. of Aust. Geol. and Geophys.* 14 (2/3), 297- 302.
- Hadizadeh, M.H. 2008. The effect of manure on the herbicide residues of sulfosulfuron in soil using crops sensitivity. *J. of Sustain. Agric. and Prod. Sci. (J. of Agric. Knowledge).* 4: 33-45. (In Persian with English summary).
- Halloway, K.L., Kookana, R.S., Noy, D.M., Smith, J.G. and Wilhelm, N. 2006. Crop damage caused by residual acetolactate synthase herbicides in the soils of south-eastern Australia. *Aust. J. Exp. Agric.* 46: 1323-1331.
- Izadi E., Rashed Mohassel, M.H., Dehghan, M., Mahmoudi, G. 2009. Evaluation of sulfosulfuron (Apyrus) herbicide simulated soil residue Effect on 7 crops using bioassay experiment. *Iranian J. of Weed Sci.* 1(6): 53-64. (In Persian with English summary).
- Izadi E., Rashed Mohassel, M. H, Zand, E. 2010_a. Evaluation of crops sensitivity to atrazine soil residual. *Iranian J. of Field Crops Res.* 8 (6): 995-1001. (In Persian with English summary).
- Izadi-Darbandi, E., Rashed-Mohassel, M.H., Mahmoudim, G. and Dehghan, M. 2010_b. Evaluation of simulation of sulfosulfuron (Epirus) in the soil on the seven crops. *J. of Sustain. Agric. and Produc. Sci.* 6:53-64. (In Persian with English summary).
- Izadi-Darbandi, E., Rashed-Mohassel, M.H., Mahmoudi, G. and Dehghan, M. 2011. Evaluation of crops sensitivity to Total (sulfosulfuron + metsulfuron) herbicide soil residue. *J. of Plant Protec.* 25:194-201. (In Persian with English summary).
- Izadi-Darbandi, E. 2013_a. Investigation of Sensitivity of Some Pulses and Agronomic Crops to Soil Residue of Idosulfuron-mesosulfuron Herbicide. *Journal of Plant Production processing* 2: 121-131
- Izadi-Darbandi, E., Rashed-Mohassel, M.H., Mahmoudim, G. and Dehghan, M. 2013_b. Evaluation of some crops tolerance to gGranstar (tribenuron methyl) herbicide soil residual. *J. of Plant Protec.* 26:362-369. (In Persian with English summary).
- Izadi-Darbandi, E. and Aliverdi, A. 2015. Optimizing sulfosulfuron and sulfosulfuron plus metsulfuronmethyl activity when tank-Mixed with vegetable oil to control wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.). *J. Agr. Sci. Tech.* 17: 1769-1780.
- Kanissery, R.G. and Sims, G.K. 2011. Biostimulation for the enhanced degradation of herbicides in soil. *Appl. and Environ. Soil Sci.* Vol. 2011. Article ID 843450. 10 pages, DOI:10.1155/2011/843450. <http://dx.doi.org/10.1155/2011/843450>. Accessed: Jun 28, 2011.
- Kucharski, M. 2004. Degradation of phenmedipham in soil under laboratory conditions. *Veg. Crops Res. Bull.* 60: 63-70.
- Kucharski, M. 2007. Impact of adjuvants on: phenmedipham, desmedipham and ethofumesate residues in soil and plant. *Pestycydy.* 3-4: 53-59.
- Kucharski, M. and Sadowski, J. 2006. Effect of adjuvants on herbicide residues level in soil and plant. *J. of Plant Dis. and Protect.* 20: 971-975
- Kucharski, M., Sadowski, J. and Domaradzki, K. 2012. Degradation rate of chloridazon in soil as influenced by adjuvants. *J. of Plant Protect. Res.* 52: 114-117.
- Kudsk, P. and Mathiassen, S.K. 2007. Analysis of adjuvant effects and their interactions with variable application parameters. *Crop Protec.* 26: 328-334.
- Mahdzadeh, M. 2012. Influence of different organic fertilizers on metribuzin persistence in soil. Master's thesis. Faculty of Agriculture- Ferdowsi University of Mashhad, 110 Pp. (In Persian with English summary).
- Mansoori, S., Zand, E., Baghestani-Maybodi, M.A. and Tavakoli, M. 2008. Effect of sulfonylurea herbicides on yield and component of yield of canola (*Brassica napus*). *J. of Iran. Weed Sci.* 4:83-85. (In Persian with English summary).
- Mata-Sandoval, J.K., Karns, J. and Torrents, A. 2001. Influence of rhamnolipids and Triton X-100 on the biodegradation of three pesticides in aqueous phase and soil slurries. *J. of Agric. and Food Chem.* 49: 3296-3303.
- Mehdzadeh, M., Alebrahim, M.T. and Bagaepour, Amrai, M. 2015. Evaluation of crops sensitivity to simazine simulated residue in soil using bioassay experiment. *Proceedings of the 6th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management*, 10-12, September, Birjand, Iran, 1: 902-906. (In Persian with English summary).

- Moyer, J.R. 1995. Sulfonylurea herbicide effects on following crops. *Weed Technol.* 9: 373- 379.
- Mueller, K., Smith, R.E., James, T.K., Holland, P.T. and Rahman, A. 2003. Prediction of field atrazine persistence in an allophonic soil with Opuse 2. *Pest Manag. Sci.* 60:447-458.
- Nosraty, A., Iranbakhsh, A.R. and Sabory, M.S. 2007. A survey on dispersion and disintegration of herbicides 2, 4 D and atrazin in field conditions. *Agro. J. (Pajouhesh & Sazandegi)*. 75: 86-96. (In Persian with English summary).
- Noy, D.M. and Hollaway, K.L. 2001. Metsulfuron-methyl residues and potential recropping damage in Victorian cropping soils. Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference, 29-31 January, Hobart, Australia. <http://www.regional.org.au/au/asa/2001/index.htm>. Accessed: February 1, 2001.
- Paul, R., Sharma, R., Kulshrestha, G. and Singh, S.B. 2009. Analysis of metsulfuron-methyl residues in wheat field soil, a comparison of HPLC and bioassay techniques. *Pest Manag. Sci.* 65: 963-968.
- Pestemer, W. and Zwerger, P. 1999. The application of a standardized bioassay to estimate the phytotoxic effects of frequently used herbicides on non-target plants. Human and Environmental Exposure to Xenobiotics. Pages 763-770. In Pestemer W, ed. *Agriculture, Biology and Environmental Sciences*. Italy: Bologna University Press.
- Pirhadi, A., Ramezani, M.k. and Diyanat, M. 2013. Effect of trifluralin residues in soils taken from two regions of Mazandaran province on rice (*Oryza sativa*) grown in pots. Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management. 24-26 August, Karaj, Iran. 1: 728-731. (In Persian with English summary).
- Qiu, Y., Pang, H., Zhou, Z., Zhang, P., Feng, Y. and Sheng, G.D. 2009. Competitive biodegradation of dichlobenil and atrazine coexisting in soil amended with a charandcitate. *Environ. Pollut.* 157: 2964-2969.
- Ramezani, M.K. 2010. Soil persistence of herbicides and their carryover effects on rotational crops– A review. *Iran. J. of Weed Sci.* 2: 95-119. (In Persian with English summary).
- Rodriguez-Cruz, M.S., Sanchez-Martin, M.J., Andrades, M.S. and Sanchez-Camazano, M. 2007. Retention of pesticides in soil columns modified in situ and ex situ with a cationic surfactant. *Sci. of the Total Environ.* 378: 104-112.
- Santin-Montanya., I., Alonso-Prados, J.L., Villarroya, M. and Garcia-Baudin, J.M. 2006. Bioassay for determining sensitivity to sulfosulfuron on seven plant species. *J. of Environ. Sci. and Health.* 41: 781-793.
- Shahbazi, S., Alizadeh, H. and Jahromim, K.T. 2015. Study of nicosulfuron+rimsulfuron (Ultima) residues in maize filed by bioassay. *Iran. J. of Field Crop Sci. (Iran. J. of Agric. Sci.)*. 46: 15-24. (In Persian with English summary).
- Sharifi, Z. and Taghizadeh, M. 2012. Residue effect of recently registered herbicide Lumax (mesoterion+metolacholor + terbuthylazine) and some sulfonylurea herbicides on wheat after corn in Moghan. *Int. J. of Agriscience.* 2: 1036-1042.
- Sharma, S.D., Kirkwood, R.C. and Whateley, T.I. 1996. Effect of non-ionic nonylphenol surfactants on surface physicochemical properties, uptake and distribution of asulam and diflufenican. *Weed Res.* 36: 227-239.
- Sobh-Zahedi, T., Yaghoubi, B. and Mosavi, A.A. 2015. Pendimethalin residue bioassay in paddy field. Proceedings of the 6th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, 10-12 September, Birjand, Iran. 1: 907-911. (In Persian with English summary).
- Sumislawska, J. and Kostowska, B. 1991. Influence of adjuvants on phenmedipham residues. *Prog. in Plant Protect.* 31: 152-156.
- Swarcewicz, M. 1996. Influence of oil adjuvants on trifluralin persistence in light soil. *Zeszyty Naukowe AR Szczecin. Rolnictwo.* 63: 211-217. (In Polish with English summary).
- Swarcewicz, M. and Mulinski, Z. 1996. Effect of spray adjuvants Atpol and Olbras on atrazine fate in soil and water. Proceedings. 2nd International Weed Control Congress, 25-28 June Copenhagen, Denmark. 1:343-348.
- Swarcewicz, M., Mulinski, Z. and Zbiec, I. 1998. Influence of spray adjuvants on the behavior of trifluralin in the soil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 60: 569-576.
- Tejada, M., García-Martinez, A.M., Gomez, I. and Parrado, J. 2010. Application of MCPA herbicide on soils amended with biostimulants: short-time effects on soil biological properties. *Chemosphere.* 80: 1088–1094.
- Torabi, S., Gherekhloo, J. and Kamkar, B. 2013. Investigating the effect of manure and atrazine application rate on herbicide persistence in soil. Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, 24-

- 26 August, Karaj, Iran. 1: 978-981. (In Persian with English summary).
- Wang, M.E. and Zhou, Q.X. 2006. Effects of herbicide chlorimuronethyl on physiological mechanisms in wheat (*Triticum aestivum*). *Ecotox. Environ. Safe.* 64: 190-197.
- Zand, E., Baghestani, M.A, Nezamabadi, N., Minbashi, M., Hadizadeh, M. H. 2009a. A review on the last list of herbicides and the most important weeds of Iran. *J. of Res. weeds.* 1 (2): 83-100 (In Persian with English summary).
- Zand, E., M. A Baghestani, R. Pour Azar, P. Sabeti, F. Ghezeli, M. M. Khayami, F. Ghezeli and A. Rzazy. 2009b. Efficacy of new herbicide Lomax (mesotrione +s-metolachlor +terbuthylazine) Altima (nicosulfuron +rimsulfuron) and dynamic (amicarbazon) in compared with conventional herbicides in corn fields in Iran. *J. of Plant Protec.* 23: 42-55. (In Persian with English summary).
- Zhang, H., Mu, W., Hou, Z., Wu, X., Zhao, W., Zhang, X., Pan, H. and Zhang, S. 2012. Biodegradation of nicosulfuron by the bacterium *Serratia marcescens* N80. *J of Environ. Sci. Health.* 47(3):153-160.

Evaluating the Effects of soil Residue of Nicosulfuron Herbicide on Wheat (*Triticum aestivum*), Barley (*Hordeum vulgare*) and Rapeseed (*Brassica napus*)

Ebrahim Mamnoie¹, Ebrahmi Izadi-Darbandi², Mehdi Rastgoo², Mohammad Ali Baghestani³, Mohammmd Hasanzade⁴.

1- Ph.D, Student of Weed Science of Ferdowsi University of Mashhad and Lecturer, Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran 2- Associate Professor, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad 3- Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran 4- Professor, Faculty of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences- Iran

Abstract

To study effects of nicosulfuron herbicide in soil on wheat, barley and rapeseed after corn harvesting, a field experiment was conducted at the research fields of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The experimental design was arranged in completely randomized blocks design with factorial arrangement of treatments with three replications. The factors included organic fertilizers at 4 levels (cow manure at 40 tons ha⁻¹, vermicompost at 10 tons ha⁻¹, 250 g m⁻² mycorrhiza and control treatment without fertilizer). Nicosulfuron (Cruz®, 4% SC) rates included 40 and 80 g ai ha⁻¹, with and without the adjuvant (HydroMax™) at 0.5% (v/v). Each plot was divided into two halves with and without the herbicide application, in the corn farm. After harvest of corn, each plot was divided into three longitudinal sections and canola, wheat and barley were planted in each section. Results indicated that plant height, number of ears or silique per square meter, number of seeds per ear or silique, 1000-grain weight, shoot biomass and grain yield of rapeseed, wheat and barley significantly reduced when herbicide was applied at recommended dose. The addition of HydroMax with nicosulfuron, reduced aboveground biomass of mentioned crops, significantly. While organic matter decreased herbicide residue of nicosulfuron and increased plant growth. However, the highest seed yield and the lowest percentage of damage were 63, 419 446 g m⁻² and 33%, 23%, 28% in rapeseed, wheat and barley respectively, when cow manure was used plus nicosulfuron at 40 g ai ha⁻¹. In this study, crops sensitivity to soil residue of nicosulfuron herbicide in soil was ranked as rapeseed > barley > wheat.

Key words: Adjuvants, crop rotation, dry matter, organic fertilizers, residue.