

DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.2.3.6

ارزیابی کارایی برخی علف‌کش‌های خاک‌مصرف برای کنترل علف‌های هرز در نخود
(*Cicer aretinum* L.) و اثر باقیمانده آنها بر رشد و عملکرد دانه گندم نان (*Triticum aestivum* L.)
در تناوب زراعی در شرایط دیم

Evaluation of efficiency of some soil-applied herbicides for weed control in chickpea
(*Cicer aretinum* L.) and their residual effect on growth and grain yield of bread wheat
(*Triticum aestivum* L.) in crop rotation under rainfed conditions

فرزاد احمدی^۱، ایرج نصرتی^۲، سید کریم موسوی^۳ و پیمان ثابتی^۴

چکیده

احمدی، ف.، ا. نصرتی، س. ک. موسوی و پ. ثابتی. ۱۴۰۱. ارزیابی کارایی علف‌کش‌های خاک‌مصرف برای کنترل علف‌های هرز در نخود (*Cicer aretinum* L.) و اثر باقیمانده آنها بر رشد و عملکرد دانه گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در تناوب زراعی در شرایط دیم. نشریه علوم زراعی ایران. ۲۴ (۲): ۱۴۹-۱۳۶.

به منظور ارزیابی کارایی برخی علف‌کش‌ها جهت کنترل علف‌های هرز نخود دیم و بررسی اثر باقیمانده آن‌ها در زراعت گندم تناوبی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی (۱۳۹۷-۹۸ و ۱۳۹۸-۹۹) در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل مصرف پیش‌کاشت علف‌کش سولفن‌ترازون (اسپارتان)، پودر مرطوب‌شونده ۵۰ درصد به مقدار ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار، پیش‌رویشی سولفن‌ترازون (۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار)، پیش‌رویشی پیروکساسولفون (ساکورا)، پودر مرطوب‌شونده ۸۵ درصد به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، پیش‌رویشی فلومیوکسازین (شاتو)، پودر مرطوب‌شونده ۵۰ درصد به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، پیش‌رویشی متری‌بیوزین (سکتور)، پودر مرطوب‌شونده ۷۰ درصد به مقدار ۲۰۰ گرم در هکتار، پیش‌رویشی سولفن‌ترازون (۱۰۰ گرم در هکتار) + متری‌بیوزین (۲۰۰ گرم در هکتار)، پیش‌رویشی سولفن‌ترازون (۱۰۰ گرم در هکتار) + پیروکساسولفون (۱۰۰ گرم در هکتار)، پیش‌رویشی سولفن‌ترازون (۱۰۰ گرم در هکتار) + فلومیوکسازین (۱۰۰ میلی‌لیتر در هکتار) و وجین دستی بودند. نتایج نشان داد که تیمار مخلوط سولفن‌ترازون + پیروکساسولفون با ۹۵ درصد کاهش زیست‌توده علف‌های هرز و ۹۴ درصد کاهش تراکم کل علف‌های هرز در مرحله گلدهی نخود و تیمار مخلوط سولفن‌ترازون + فلومیوکسازین با ۹۳ درصد کاهش زیست‌توده علف‌های هرز و ۸۲ درصد کاهش تراکم علف‌های هرز، بیشترین کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز را داشتند. نتایج نشان داد که بیشترین افزایش عملکرد دانه نخود (به ترتیب ۶۷ و ۶۰ درصد) بعد از تیمار وجین دستی، مربوط به این دو تیمار بود. تیمار پیش‌رویشی سولفن‌ترازون ۳۰۰ گرم در هکتار، کمترین اثر مثبت (۱۰ درصد) را بر افزایش عملکرد دانه نخود داشت. نتایج مربوط به اثر بقایای علف‌کش‌ها بر محصول گندم در تناوب بعدی نشان داد که عملکرد دانه گندم در تیمار پیش‌کاشت سولفن‌ترازون ۲۰۰ گرم در هکتار، نسبت به شاهد (تیمار نشده) ۳۲ درصد کاهش داشت. بقایای تیمار پیش‌رویشی سولفن‌ترازون ۳۰۰ گرم در هکتار نیز بیشترین اثر منفی را بر ارتفاع بوته و عملکرد دانه گندم (به ترتیب ۸/۲ و ۳۲/۷ درصد کاهش) داشت. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان مصرف مخلوط علف‌کش‌های سولفن‌ترازون (اسپارتان) + فلومیوکسازین (شاتو) و مخلوط سولفن‌ترازون (اسپارتان) + پیروکساسولفون (ساکورا) را به دلیل کارایی بالای آنها در کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد نخود و نیز اثرات منفی ناچیز بقایای آنها بر محصول گندم در تناوب بعدی پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: پیروکساسولفون، سولفن‌ترازون، علف‌کش، گندم نان، فلومیوکسازین و نخود دیم

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می باشد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۱

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: Irajnosratti@gmail.com)

۳- استادیار بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

۴- مربی بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

مقدمه

زراعت نخود مانند سایر بقولات به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن و نیز توانایی رشد در اراضی دیم، به خصوص در تناوب با گندم، از اهمیت زیادی در ایران برخوردار است (Bagheri et al., 2021). نخود به دلیل داشتن ارتفاع بوته کم و سرعت رشد کند به رقابت با علف‌های هرز حساس است. از این رو، یکی از اولویت‌های مهم در زراعت نخود، مدیریت علف‌های هرز است. در شرایط فعلی روش‌های محدودی برای مدیریت علف‌های هرز در مزارع نخود در ایران وجود دارد که از آن جمله می‌توان وجین دستی، کنترل شیمیایی و خاک‌ورزی را نام برد (Nosratti et al., 2017b). علف‌کش‌ها به دلیل کارایی بالا و سوددهی اقتصادی به عنوان ابزاری ارزشمند در مدیریت علف‌های هرز نخود محسوب می‌شوند. همانند سایر نقاط دنیا، در ایران پژوهش‌های محدودی در مورد استفاده از علف‌کش‌های جدید در زراعت نخود انجام شده است (Mousavi 2009; 2010).

نتایج یک تحقیق نشان داد که مصرف پیش‌رویشی علف‌کش پندیمتالین به مقدار یک کیلوگرم در هکتار و اکسی‌فلورفن، باعث افزایش قابل توجه عملکرد دانه نخود شد (Poonia and Pithia 2013). نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف علف‌کش ایمازاتاپیر علاوه بر افزایش عملکرد دانه، باعث افزایش شاخه‌دهی نخود نیز گردید. با این حال هر دو علف‌کش پندیمتالین و ایمازاتاپیر دارای اثر منفی و اثرات گیاه‌سوزی بر بوته نخود نیز بودند. در مقایسه با یک بار وجین، کلیه علف‌کش‌ها دارای کارایی بالاتری در کنترل علف‌های هرز بودند. یکی از مشکلات مربوط به مصرف علف‌کش‌ها در زراعت نخود و سایر گیاهان زراعی، اثر باقیمانده آنها در خاک و آسیب رساندن به گیاهان بعدی در تناوب است. این موضوع در نخود که در مناطق با رطوبت کم کشت می‌شود، اهمیت بیشتری

دارد، زیرا در این شرایط فعالیت میکروارگانیسم‌ها جهت تجزیه علف‌کش‌ها کم است (Curran 2016)، بنابراین در هنگام انتخاب یک علف‌کش برای مصرف در یک زراعت، باید اثرات آن در کشت‌های بعدی نیز مورد توجه قرار گیرد.

یکی از راهکارهای حل مشکل علف‌کش‌های انتخابی در نخود، ارزیابی سایر علف‌کش‌های ثبت شده برای سایر گیاهان زراعی است که از این موارد می‌توان به سولفن‌ترازون، متری‌بیوزین، پیروکساسولفون و فلوئیوکسازین اشاره کرد. پیروکساسولفون از خانواده شیمیایی ایزوکسازولون است که با مسدود کردن یوستنر لیپیداها از طریق ممانعت از ساخت زنجیره‌های بسیار بلند اسیدهای چرب، در گیاهچه‌های در حال سبز شدن اثر می‌کند (Busi et al., 2014). گزارش شده است که پیروکساسولفون می‌تواند گونه‌های علف‌هرزی مانند سوروف، دم روباهی، سلمه تره، گاوپنبه، علف خرچنگ را به خوبی کنترل کند (Mahoney et al., 2014; Nakatani et al., 2016).

علف‌کش سولفن‌ترازون که از خانواده فیل‌تریازولینون‌ها است، قادر به کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز بوده و می‌توان از آن به صورت پیش یا پس‌رویشی استفاده کرد. این علف‌کش بازدارنده پروتوپورفیرینوژن اکسیداز است (Dayan et al., 1998). علف‌کش سولفن‌ترازون برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ مزارع چغندر قند توصیه شده است. نتایج یک آزمایش در خصوص مصرف پیش و پس‌رویشی سولفن‌ترازون در ارقام نخود نشان داد که این علف‌کش یک گزینه مناسب برای کنترل انتخابی علف‌های هرز پهن‌برگ است (Taran et al., 2013). در این آزمایش استفاده از متری‌بیوزین باعث خسارت به گیاه نخود شد و با ایجاد تاخیر در گلدهی و بذردهی نخود، باعث کاهش عملکرد نهایی آن شد. با این حال شدت خسارت وارده با توجه به رقم مورد تیمار، متفاوت بود. گزارش شده است که علف‌کش

پیروکساسولفون و فلوئوکسازین، به صورت پیش کاشت و پیش رویشی، بر کنترل علف های هرز رایج نخود در منطقه کرمانشاه و خسارت احتمالی آنها بر گیاه نخود بود. هدف دیگر این تحقیق تعیین اثر این علف کش ها بر گیاه گندم در تناوب بعدی بود.

مواد و روش ها

آزمایش حاضر در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با دوازده تیمار و چهار تکرار در یک مزرعه دیم بدون سابقه آبیاری در دو سال زراعی (۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸) در ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه که دارای آلودگی زیاد به علف های هرز رایج دیمزار نخود بود، اجرا شد. در دی ماه سال اول، عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم با گاو آهن برگردان دار، دیسک زنی و تسطیح زمین با استفاده از ماله انجام شد. با توجه به نتایج آزمون خاک، کودهای فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) به مقدار ۱۵۰ و پتاس (از منبع کلرور پتاسیم) به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در ابتدای آزمایش به خاک داده شدند، ولی هیچ گونه کود نیتروژنی به کار برده نشد.

سولفن ترازون می تواند علف هرز جگن را نیز بطور موثری کنترل کند. این علف کش بر خلاف سایر علف کش های پیش رویشی می تواند در سامانه های بدون شخم یا بی خاک ورزی نیز به کار رود، زیرا دارای قابلیت تحرک بالایی در خاک است (Gehrke et al., 2020).

متریوزین یک بازدارنده فتوسنتز است که برای مصرف در سویا، سیب زمینی، و به صورت پس رویشی هدایت شده در برخی از غلات توصیه شده است. این علف کش بسیاری از علف های هرز یک ساله پهن برگ مانند گونه های مختلف تاج خروس و برخی از باریک برگان یکساله را کنترل می کند. فلوئوکسازین از خانواده ان-فنیل فتالیمید است که از فعالیت آنزیم پروتوپیرفرینوژن اکسیداز جلوگیری می کند. این آنزیم در بیوسنتز کلروفیل دخیل است. این علف کش دارای تاثیر زیادی در کنترل علف های هرز باریک برگ و پهن برگ است. فلوئوکسازین برای کنترل علف های در مزارع سویا و بادام زمینی به ثبت رسیده است (Vencil 2000).

هدف از انجام این تحقیق تعیین اثر کاربرد علف کش های سولفن ترازون، متری-بیوزین،

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the soil at the experiment site

عمق خاک Soil depth (cm)	شن Sand (%)	سیلت Silt	کربن آلی Organic matter	رس Clay	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($\text{m}\mu\text{.cm}^{-1}$)	نیترات NO ₃	فسفر P (mg.kg^{-1})	پتاسیم K
0-15	46	42	0.76	12	7.8	0.83	14.4	7.3	290
15-30	44	42	0.79	14	7.9	0.86	26.5	7.5	270
30-60	41	41	0.60	18	6.3	0.86	19.1	6.1	250

داده های سازمان هواشناسی، میزان بارندگی در محل اجرای آزمایش طی چهار ماه اسفند ۱۳۹۷، فروردین، اردیبهشت و خرداد ۱۳۹۸ به ترتیب ۵۸، ۴۸، ۸/۵ و ۴ میلی متر بود. هر کرت آزمایشی در طول به دو قسمت دو و پنج متری تقسیم شد. بخش دو متر بالایی هر

ابعاد کرت های آزمایشی ۷×۳ متر شامل هفت ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی متری بود. فاصله بذرها روی ردیف ۱۰ سانتی متر و عمق کاشت پنج سانتی متر در نظر گرفته شد که در اسفند سال ۱۳۹۷ انجام شد. رقم نخود مورد استفاده در آزمایش آنا بود. طبق

کرت سم پاشی نشد و به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. بین کرت ها نیم متر و بین بلوک ها یک متر فاصله در نظر گرفته شد. نیم متر بالا و پایین هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عملیات کاشت و داشت بر اساس دستورالعمل های فنی کشت نخود انجام شد. مصرف علف کش ها در بخش پایینی هر کرت، حسب مورد به صورت پیش کاشت مخلوط با خاک یا پیش رویشی بلافاصله بعد از کاشت نخود انجام شد. در تیمارهای پیش کاشت، علف کش با استفاده از دیسک سبک با خاک مخلوط و سپس کاشت بذر انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل مصرف پیش کاشت علف کش سولفن ترازون (اسپارتان، پودر مرطوب شونده ۵۰ درصد) به مقدار ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار (از فرم تجاری)، پیش رویشی سولفن ترازون (۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار)، پیش رویشی پیروکساسولفون (ساکورا، پودر مرطوب شونده ۸۵ درصد) به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، پیش رویشی فلوپیوکسازین (شاتو، پودر مرطوب شونده ۵۰ درصد) به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، پیش رویشی متری بیوزین (سنکور، پودر مرطوب شونده ۷۰ درصد) به مقدار ۲۰۰ گرم در هکتار، پیش رویشی سولفن ترازون (۱۰۰ گرم در هکتار) + متری بیوزین (۲۰۰ گرم در هکتار)، پیش رویشی سولفن ترازون (۱۰۰ گرم در هکتار)، پیروکساسولفون (۱۰۰ گرم در هکتار)، پیش رویشی سولفن ترازون (۱۰۰ گرم در هکتار) + فلوپیوکسازین (۱۰۰ میلی لیتر در هکتار) و وجین دستی بودند. برای کلیه علف کش ها از فرم تجاری استفاده شد. سم پاشی با استفاده از سم پاش پستی ماتابی با نازل شره ای کالیبره شده بر اساس پاشش ۳۰۰ لیتر آب در هکتار انجام شد. در نیمه پایینی تیمار وجین دستی دو مرحله یکی در اوایل فصل رشد و دیگری در مرحله گلدهی نخود، علف های هرز حذف شدند.

در اوایل گلدهی نخود، تعیین تراکم و اندازه گیری وزن خشک علف های هرز با نمونه برداری از سطح چهارچوبی به عرض ۶۰ و طول ۵۰ سانتی متر (دو ردیف

کاشت به طول ۵۰ سانتی متر) در دو بخش سمپاشی شده و سمپاشی نشده هر کرت به طور جداگانه انجام شد. در آزمایشگاه تعداد بوته علف های هرز به تفکیک گونه شمارش و پس از حذف ریشه ها، با خشکاندن نمونه ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک آنها به تفکیک اندازه گیری شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نخود (زرد شدن شاخساره)، با برداشت بوته های نخود در مساحتی به عرض ۶۰ و طول ۵۰ سانتی متر (دو ردیف کاشت به طول ۵۰ سانتی متر) از قسمت های سمپاشی شده و سمپاشی نشده هر کرت به طور جداگانه، اجزای عملکرد گیاه اندازه گیری شدند. عملکرد زیستی و عملکرد دانه نخود در زمان رسیدگی کامل محصول با برداشت شش ردیف میانی در قسمت شاهد سمپاشی نشده هر کرت به طول یک متر و در قسمت سمپاشی شده هر کرت شامل شش ردیف میانی به طول سه متر اندازه گیری شد.

به منظور بررسی اثر باقی مانده علف کش ها در خاک روی خصوصیات گندم در تناوب زراعی، در پاییز سال ۱۳۹۸، کاشت گندم دیم رقم سرداری در کرت های آزمایشی انجام شد. کاشت گندم با عمیق کار مخصوص کشت دیم طبق دستورالعمل فنی مربوطه صورت گرفت. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گندم، با برداشت بوته ها در مساحتی به طول ۶۰ و عرض ۵۰ سانتی متر از قسمت های سمپاشی شده و سمپاشی نشده هر کرت (بخش سمپاشی نشده به ابعاد ۲ در ۳ متر در قسمت بالایی هر کرت به عنوان شاهد همان کرت در نظر گرفته شد)، با رعایت اثر حاشیه ای به میزان نیم متر، عملکرد دانه و عملکرد زیستی اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری تعداد پنجه بارور و غیر بارور، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته، پنج بوته به صورت تصادفی از هر بخش کرت انتخاب و پس از جداسازی صفات یاد شده در آنها اندازه گیری شدند. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار R نسخه ۱-۶-۳ و

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD با بسته agricolae این نرم‌افزار انجام شد.

نتایج و بحث

علف‌های هرز غالب در مزرعه نخود شامل گوش‌فیلی (*Conringia orientalis*)، سرشکافه (*Cephalaria syriaca* L.)، هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.) و بی‌تی‌راخ (*Galium aparine* L.) بودند. برخی از سایر گونه‌های علف هرز که تعداد آن‌ها زیاد نبود نیز در مزرعه وجود داشتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر تراکم چهار گونه علف هرز گوش‌فیلی، سرشکافه، هفت‌بند، بی‌تی‌راخ و نیز کل علف‌های هرز (شامل علف‌های هرز غالب و سایر علف‌های هرز) معنی‌دار بود.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که علف‌کش اثر علف‌کش فلویمو کسازین کمتر از ۲۵ درصد کنترل بی‌تی‌راخ را باعث شد، اما در اختلاط آن با سولفن‌ترازون، این مقدار به حدود ۷۰ درصد رسید (جدول ۲). با این حال این مقدار از کنترل رضایت بخش نمی‌باشد و این علف‌کش گزینه خوبی جهت کنترل این علف هرز محسوب نمی‌شود.

علف‌کش متریبوزین اثر قابل قبولی بر کاهش تراکم بی‌تی‌راخ نداشت، اما در اختلاط آن با سولفن‌ترازون، این مقدار به بیش از ۸۰ درصد افزایش یافت (جدول ۲). مصرف پیراکسولفون به صورت مخلوط و بدون اختلاط، باعث کنترل مناسب بی‌تی‌راخ شد، هرچند کنترل ۱۰۰ درصد علف هرز با اختلاط آن با سولفن‌ترازون حاصل شد (جدول ۲). تیمارهای علف‌کش حاوی ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم سولفن‌ترازون به صورت پیش‌کاشت و پیش‌رویشی اثر رضایت بخشی بر کنترل علف هرز بی‌تی‌راخ نداشتند (جدول ۲). در مجموع، بهترین گزینه علف‌کشی برای کاهش تراکم بی‌تی‌راخ، پیروکسولفون+ سولفن‌ترازون و ضعیف‌ترین تیمار سولفن‌ترازون بودند. تراکم علف

هرز هفت‌بند تنها با مصرف دو گزینه تیماری پیروکسولفون+ سولفن‌ترازون و ۳۰۰ گرم سولفن‌ترازون به طور رضایت بخشی کاهش یافت (جدول ۲). سایر تیمارها اثر قابل قبولی بر کنترل این علف هرز نداشتند. در مورد سولفن‌ترازون نیز تنها غلظت بالای آن موثر بود. اثر متریبوزین بر علیه علف هفت‌بند بسیار ضعیف بود (کنترل ۱۲ درصدی به صورت ترکیبی و به تنهایی). مصرف مخلوط علف‌کش‌های فلویمو کسازین+ سولفن‌ترازون بیشترین کاهش تراکم علف هرز سرشکافه را باعث شد و پس از آن مخلوط پیروکسولفون+ سولفن‌ترازون بود. سایر تیمارها اثر چندانی نداشتند (جدول ۲).

از بین علف‌های هرز مورد بررسی در این تحقیق، گوش‌فیلی بیشترین حساسیت را به تیمارهای مورد استفاده داشت، بطوریکه تنها غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم سولفن‌ترازون بر کنترل این علف هرز اثری نداشتند (جدول ۲). تیمارهای موثر جهت کاهش تراکم کل علف‌های هرز (چهار علف هرز غالب به علاوه سایر علف‌های هرز محل آزمایش) مخلوط علف‌کش‌های پیروکسولفون+ سولفن‌ترازون، پیروکسولفون و فلویمو کسازین+ سولفن‌ترازون بودند (جدول ۲). سایر تیمارها بر کنترل کل علف‌های هرز چندان موثر نبودند. افزایش غلظت سولفن‌ترازون با وجود اینکه باعث بهبود کنترل بی‌تی‌راخ شد، اما این افزایش قابل توجه نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که زیست توده علف هرز بی‌تی‌راخ به طور موثری با مصرف علف‌کش‌های فلویمو کسازین، متریبوزین، پیروکسولفون در تلفیق با علف‌کش سولفن‌ترازون کاهش یافت (جدول ۳). تیمار ۳۰۰ گرم سولفن‌ترازون و نیز تیمار پیش‌رویشی ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم سولفن‌ترازون نیز در کاهش زیست توده بی‌تی‌راخ موثر بودند، اما همین تیمارها به صورت پیش‌کاشت بر کاهش زیست توده این علف هرز چندان موثر نبودند (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین کاهش تراکم علف‌های هرز (نسبت به شاهد سمپاشی نشده) در تیمارهای علف کش در مزرعه نخود

Table 2. Mean comparison of reduction of weed density (compared to untreated control) in herbicide treatments in chickpea field

Treatments	تیمارهای آزمایشی	کاهش تراکم علف‌های هرز Reduction of weed density (%)				
		گوش فیللی	سرشکافته	هفت‌بند	بی‌تی‌راخ	کل علف‌های هرز
		<i>Conringia orientalis</i>	<i>Cephalaria syriaca</i>	<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Galium aparine</i>	Total of weeds
Pre plant Sulfentrazone (100 g.ha ⁻¹)	پیش کاشت سولفن ترازون	57d	15e	25d	77ab	33f
Pre plant Sulfentrazone (200 g.ha ⁻¹)	پیش کاشت سولفن ترازون	73c	37de	25d	62bc	53ef
Pre emergence Sulfentrazone (100 g.ha ⁻¹)	پیش‌رویشی سولفن ترازون	10e	21e	50e	25d	26g
Pre emergence Sulfentrazone (200 g.ha ⁻¹)	پیش‌رویشی سولفن ترازون	6e	29de	62bc	50d-b	43f
Pre emergence Sulfentrazone (300 g.ha ⁻¹)	پیش‌رویشی سولفن ترازون	88b	13a	88a	75ab	57de
Pyroxasulfone	پیروکساسولفون	100a	75a-c	75ab	79ab	82ab
Flumioxazine	فلومیوکسازین	100a	79ab	62bc	25ab	72bc
Metribuzin	متریبوزین	100a	54b-d	12d	35cd	50d-f
Sulfentratrazone+Metribuzin	سولفن ترازون+متریبوزین	100a	50cd	13d	84ab	62cd
Sulfentratrazone+Pyroxasulfone	سولفن ترازون+پیروکساسولفون	100a	88a	88a	100a	94a
Sulfentratrazone+Flumioxazine	سولفن ترازون+فلومیوکسازین	100a	100a	80a	69ac	82b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using LSD test

جدول ۳- مقایسه میانگین کاهش زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای علف کش در مزرعه نخود

Table 3. Mean comparison of reduction of weed biomass in herbicide treatments in chickpea field

Treatments	تیمارهای آزمایشی	کاهش زیست توده علف‌های هرز Reduction of weed biomass (%)				
		گوش فیللی	سرشکافته	هفت‌بند	بی‌تی‌راخ	کل علف‌های هرز
		<i>Conringia orientalis</i>	<i>Cephalaria syriaca</i>	<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Galium aparine</i>	Total of weeds
Pre plant Sulfentrazone (100 g.ha ⁻¹)	پیش کاشت سولفن ترازون	96b	67c	53bc	89ab	81de
Pre plant Sulfentrazone (200 g.ha ⁻¹)	پیش کاشت سولفن ترازون	97ab	86ab	69a-c	83ab	79dc
Pre emergence Sulfentrazone (100 g.ha ⁻¹)	پیش‌رویشی سولفن ترازون	90cb	85ab	67a-c	56cd	75ef
Pre emergence Sulfentrazone (200 g.ha ⁻¹)	پیش‌رویشی سولفن ترازون (۲۰۰ گرم در هکتار)	86db	91ab	81a	75bc	83c-e
Pre emergence Sulfentrazone (300 g.ha ⁻¹)	پیش‌رویشی سولفن ترازون (۳۰۰ گرم در هکتار)	99ab	87ab	85a	94ab	91a-c
Pyroxasulfone	پیروکساسولفون	100a	75bc	87ab	91ab	86b-d
Flumioxazine	فلومیوکسازین	100a	98a	50c	86ab	75ef
Metribuzin	متریبوزین	100a	94a	0d	75bc	67f
Sulfentratrazone+Metribuzin	سولفن ترازون+متریبوزین	100a	95a	13d	92ab	75ef
Sulfentratrazone+Pyroxasulfone	سولفن ترازون+پیروکساسولفون	100a	98a	78a	100a	95a
Sulfentratrazone+Flumioxazine	سولفن ترازون+فلومیوکسازین	100a	100a	91a	52d	93ab

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using LSD test

شد (Nosratti et al., 2017a). علف‌های هرزی که توسط علف‌کش‌های مورد ارزیابی در این تحقیق (سولفن‌ترازون، فلوئوکسازین، متریبوزین و پیروکساسولفون) توسط سایر پژوهشگران نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Vencill 2002)، با این حال این اولین گزارش از مقایسه اثر این علف‌کش‌ها بر کنترل علف‌های غالب مزرعه نخود دیم در غرب ایران است.

مشابه با نتایج این تحقیق، گزارش شده است که اختلاط سولفن‌ترازون با متریبوزین باعث افزایش کارایی این علف‌کش بر علیه علف‌های هرز تاج خروس و سلمه تره شد (Hutchinson et al., 2005). نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که مخلوط سولفن‌ترازون + متریبوزین کارایی بیشتری در کنترل علف‌های هرز گوش فیل و سرشکافته نسبت به مصرف سولفن‌ترازون به تنهایی داشت.

نتایج نشان داد که مصرف پیش‌رویشی پیروکساسولفون علاوه بر مخلوط با سولفن‌ترازون، در مصرف تنهایی آن نیز کنترل خوبی بر علف‌های هرز گوش فیل و بی‌تی‌راخ داشت. نتایج سایر تحقیقات نشان داده است که مصرف بعد از کشت پیروکساسولفون، کارایی ۸۸ درصدی بر کنترل علف‌های هرز جاروی قزوینی (*Kochia indica*) و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) داشت (King and Garcia, 2008). اثر پیروکساسولفون در کنترل علف‌های هرز تاج خروس و جاروی قزوینی در مزرعه آفتابگردان نیز گزارش شده است (Zollinger and Ries, 2007). پیروکساسولفون علاوه بر موثر بودن در کنترل علف‌های هرز، ممکن است باعث آسیب به محصول نیز بشود، اما ثابت شده است که مخلوط پیروکساسولفون با سولفن‌ترازون طیف وسیعی از علف‌های هرز را کنترل کرده و باعث کنترل برخی از گونه‌های خاص نیز می‌شود (Wait and Skroch, 2002).

اثر علف‌کش متریبوزین بر زیست توده علف هفت بند کمترین مقدار را داشت و تنها تیمار ۳۰۰ گرم سولفن‌ترازون و ۲۰۰ گرم پیش‌رویشی و نیز مخلوط فلوئوکسازین + سولفن‌ترازون باعث کنترل بیش از ۸۰ درصد این علف هرز شدند (جدول ۳). زیست توده علف هرز سرشکافته به تیمارهای علف‌کش نسبتاً حساس بود، به‌طوری‌که تنها تیمار پیروکساسولفون و ۱۰۰ گرم سولفن‌ترازون به‌صورت پیش‌رویشی باعث کنترل قابل قبول این علف هرز نشدند و در بقیه مواد، تیمارهای علف‌کش باعث کنترل موثر این علف هرز شدند (جدول ۳). مشابه با صفت تراکم علف هرز، زیست توده علف هرز گوش فیل بیشترین حساسیت را در میان علف‌های هرز مورد بررسی به تیمارهای علف‌کش داشت (جدول ۳). کلیه تیمارهای علف‌کش باعث کاهش موثر زیست توده گوش فیل شدند. زیست توده میانگین کل علف‌های هرز بیشترین کاهش را در تیمارهای پیروکساسولفون + سولفن‌ترازون، ۳۰۰ گرم سولفن‌ترازون، فلوئوکسازین + سولفن‌ترازون داشت (جدول ۳). با این حال تیمارهای ۲۰۰ گرم سولفن‌ترازون بصورت پیش‌کاشت و پیش‌رویشی پیروکساسولفون، کنترل رضایت بخشی بر زیست توده کل علف‌های هرز داشتند. نتایج نشان داد که موثرترین تیمارها جهت کنترل علف‌های هرز (کاهش تراکم و زیست توده)، تیمارهای پیروکساسولفون + سولفن‌ترازون و فلوئوکسازین + سولفن‌ترازون بودند (جدول‌های ۲ و ۳).

ثابت شده است که گونه‌های مختلف علف‌های هرز پاسخ‌های متفاوتی به علف‌کش‌ها دارند (Rahman et al., 2012). در این آزمایش نیز چنین نتیجه‌ای حاصل شد و واکنش چهار گونه علف هرز غالب در مزرعه مورد بررسی، متفاوت بود. بنابراین در تصمیم‌گیری برای استفاده از علف‌کش‌ها باید به علف‌های هرز غالب مزرعه توجه کرد، در غیر این‌صورت نتیجه مورد نظر حاصل نخواهد

فلومیوکسازین بازدارنده پروتوپورفیرینوژن اکسیداز است که باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی در سلول‌های گیاهی می‌شود (Scott et al., 2001). فلومیوکسازین علف‌کشی است که بیشتر به صورت پیش‌رویشی و قبل از ظهور علف‌های هرز، یعنی ۲ تا ۳ روز پس از استقرار گیاهچه مصرف می‌شود (Agrofit, 2018). در پژوهش حاضر نیز این علف‌کش به صورت پیش‌رویشی مصرف شد و کنترل خوبی چه به صورت تنه‌ای و چه به صورت مخلوط با سولفن‌ترازون بر چهار گونه علف‌هرز مورد بررسی داشت. نتایج سایر محققان نشان داده است که مخلوط کردن سولفن‌ترازون و پیروکساسولفون باعث بهبود کنترل علف‌های هرز جو وحشی (*Hordeum jubatum* L.)، تاج خروس (*Amaranthus palmeri*) و علف‌هفت‌بند پیچ (*Polygonum convolvulus* L.)، بدون تأثیر منفی بر عملکرد آفتابگردان شد (Olson et al., 2011). (اختلاط علف‌کش‌ها می‌تواند ضمن افزایش طیف کنترل علف‌های هرز، دارای اثر هم‌افزایی بر کنترل علف‌هرز هدف نیز باشد. ضمن توجه به برخی ناسازگاری‌های احتمالی بین علف‌کش‌ها و اثر منفی آنها بر گیاه زراعی، توصیه کلی بر اختلاط علف‌کش‌های دارای تأثیر بر طیف علف‌های هرز متفاوت است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای علف‌کش بر تراکم بوته، عملکرد دانه و زیست توده نخود در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمار وجین دستی علف‌های هرز، بالاترین زیست توده گیاه نخود بدست آمد (جدول ۴). مخلوط پیروکساسولفون + سولفن‌ترازون، پیروکساسولفون و ۳۰۰ گرم سولفن‌ترازون در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. در مورد تأثیر تیمارها بر بهبود عملکرد دانه نخود هم روندی نسبتاً مشابه زیست توده وجود داشت؛ بطوریکه بهترین

گزینه مخلوط علف‌کش‌های پیروکساسولفون + سولفن‌ترازون بود (جدول ۴). مصرف علف‌کش متریوزین (به تنه‌ای) و در اختلاط با علف‌کش سولفن‌ترازون باعث تولید زیست توده و عملکرد دانه قابل قبولی در نخود شد، اما در کنترل علف‌های هرز چندان موثر نبودند. تیمار سولفن‌ترازون ۳۰۰ گرم در هکتار بیشترین اثر منفی را بر بوته نخود داشت. در مجموع تیمار سولفن‌ترازون در هر دو روش پیش‌کاشت و پیش‌رویشی، علیرغم کنترل مناسب علف‌های هرز، به دلیل خسارت به گیاه نخود، مناسب تشخیص داده نشد (جدول ۴). این نتایج علاوه بر کنترل علف‌های هرز، نشان دهنده خاصیت انتخابی تیمارهای مورد بررسی نیز هستند. با توجه تأثیر بالای دو تیمار پیروکساسولفورون + سولفن‌ترازون و فلومیوکسازین + سولفن‌ترازون در مهار علف‌های هرز و نیز خسارت کم آنها به گیاه نخود، می‌توان آنها را به عنوان گزینه‌های مناسب جهت استفاده در زراعت نخود محسوب کرد. سایر گزینه‌های مورد بررسی در این تحقیق اگرچه دارای تأثیراتی بر کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد نخود بودند، اما در مقایسه با وجین دستی اثرشان قابل توجه و چشمگیر نبود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای علف‌کش اثر معنی‌داری بر صفات ارتفاع بوته، تعداد بوته در مترمربع، عملکرد دانه و زیست توده گندم در زراعت بعد از نخود داشتند. حداکثر تأثیر منفی بر ارتفاع بوته گندم در تیمار پیش‌رویشی سولفن‌ترازون (۳۰۰ گرم در هکتار) مشاهده شد که ارتفاع بوته گندم را حدود چهار درصد کاهش داد و بعد از آن تیمارهای علف‌کش سولفن‌ترازون و متریوزین قرار داشتند (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد دانه گندم تحت تأثیر تیمارهای علف‌کش قرار گرفت و بیشترین تأثیر منفی مربوط به تیمارهای سولفن‌ترازون

جدول ۴- مقایسه میانگین کاهش زیست توده و افزایش عملکرد دانه نخود در تیمارهای علف‌کش (اعدا داخل پرانتز میزان افزایش بر حسب کیلوگرم در هکتار می‌باشند)

Table 4. Mean comparison of reduction of biomass and increase of seed yield of chickpea in herbicide treatments (values in the parentheses are increment rate in kg.ha⁻¹)

Treatments	تیمارهای آزمایشی	کاهش زیست توده نخود Reduction of chickpea biomass	افزایش عملکرد نخود Increment of chickpea seed yield
Pre plant Sulfentrazone (100 g.ha ⁻¹)	پیش کاشت سولفن ترازون	63.8a (1370)	47.1d (420)
Pre plant Sulfentrazone (200 g.ha ⁻¹)	پیش کاشت سولفن ترازون	29.3cd (749)	12.0g (924)
Pre emergence Sulfentrazone (100 g.ha ⁻¹)	پیش رویشی سولفن ترازون	39.6bc (1070)	41.0d (227)
Pre emergence Sulfentrazone (200 g.ha ⁻¹)	پیش رویشی سولفن ترازون	33.8c (1025)	29.4e (161)
Pre emergence Sulfentrazone (300 g.ha ⁻¹)	پیش رویشی سولفن ترازون	21.7d (651)	10.0g (121)
Pyroxasulfone	پیروکساسولفون	65.7a (1728)	60.3bc (1037)
Flumioxazine	فلومیوکسازین	33.7c (810)	59.5bc (1000)
Metribuzin	متریبوزین	45.1b (1628)	19.0fg (132)
Sulfentratrazone+Metribuzin	سولفن ترازون+متریبوزین	62.5a (3333)	25.45ef (203)
Sulfentratrazone+Pyroxasulfone	سولفن ترازون+پیروکساسولفون	29.2a (558)	67.3ab (1018)
Sulfentratrazone+Flumioxazine	سولفن ترازون+فلومیوکسازین	47.3b (2087)	57.3c (964)
Hand weeding	وجین دستی	70.0a (2131)	70.1a (1221)

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using LSD test

جدول ۵- میزان کاهش صفات گیاهی گندم در بقایای تیمارهای علف‌کش (نسبت به شاهد سمپاشی نشده) در تناوب با نخود
اعداد داخل پرانتز مقادیر کاهش هر صفت هستند. زیست توده (کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، تراکم بوته (در مترمربع) و ارتفاع بوته (سانتیمتر)

Table 5. Mean of reduction in plant traits of wheat in herbicide treatments residue (compared to untreated control) in rotation with chickpea

Values in the parentheses are reduction value of each trait. Biomass (kg.ha⁻¹), grain yield (kg.ha⁻¹), plant density (m⁻²) and plant height (cm)

Treatments	تیمارهای آزمایشی	کاهش عملکرد دانه و صفات گیاهی گندم Reduction of grain yield and plant traits of wheat (%)			
		زیست توده Biomass	عملکرد دانه Grain yield	تراکم بوته Plant density	ارتفاع بوته Plant height
Pre plant Sulfentrazone (100 g.ha ⁻¹)	پیش کاشت سولفن ترازون	6.56e (168)	28.9a (403)	5.3b (9.3)	1.0de (1.2)
Pre plant Sulfentrazone (200 g.ha ⁻¹)	پیش کاشت سولفن ترازون	22.3b (634)	26.3b (333)	0.95e (1.6)	1.7cd (1.2)
Pre emergence Sulfentrazone (100 g.ha ⁻¹)	پیش رویشی سولفن ترازون	5.23e (116)	30.6a (440)	0.44e (0.87)	0.4e (0.5)
Pre emergence Sulfentrazone (200 g.ha ⁻¹)	پیش رویشی سولفن ترازون	12.0cd (283)	32.7a (427)	2.0c (3.1)	3.7a (0.41)
Pre emergence Sulfentrazone (300 g.ha ⁻¹)	پیش رویشی سولفن ترازون	36.9a (1132)	30.7a (427)	7.0a (11.8)	3.0ab (0.34)
Pyroxasulfone	پیروکساسولفون	13.5c (356)	2.7e (42.4)	1.5de (2.6)	2.4bc (0.27)
Flumioxazine	فلومیوکسازین	9.7c-e (312)	4.6e (84.12)	1.7c-e (3.1)	1.0de (1.23)
Metribuzin	متریبوزین	7.3de (224)	24.4e (352)	2.9c (5.2)	1.7cd (1.95)
Sulfentratrazone+Metribuzin	سولفن ترازون+متریبوزین	13.5c (385)	24.1e (601)	0.81e (1.3)	0.7e (0.8)
Sulfentratrazone+Pyroxasulfone	سولفن ترازون+پیروکساسولفون	19.5b (445)	2.7e (51)	6.9b (12.2)	0.9de (0.85)
Sulfentratrazone+Flumioxazine	سولفن ترازون+فلومیوکسازین	21.9b (609)	5.8e (50)	0.74e (13.5)	2.4bc (0.28)

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using LSD test

۲۰۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار بود. علف کش متریبوزین نیز خسارت قابل توجهی روی عملکرد دانه گندم داشت (حدود ۲۵ درصد). در مقابل بهترین تیمارهای کنترل کننده علف های هرز یعنی پیروکساسولفون و فلوئوکسازین دارای تاثیر اندکی بر عملکرد دانه گندم بودند. سولفن ترازون در کلیه موارد تاثیر منفی زیادی بر کاهش عملکرد دانه گندم داشت (جدول ۵). بیشترین اثر منفی بر زیست توده گندم نیز مربوط به تیمار سولفن ترازون ۳۰۰ گرم در هکتار و بعد از آن تیمار پیش کاشت سولفن ترازون (۲۰۰ گرم در هکتار) قرار داشت (جدول ۵). تراکم بوته در مترمربع که نشان دهنده میزان تاثیر تیمارهای علف کش بر سبز شدن گیاهچه گندم است نیز تحت تاثیر تیمارهای علف کش قرار گرفت. تیمار پیش رویشی سولفن ترازون (۳۰۰ گرم در هکتار) بیشترین تاثیر کاهنده را بر تراکم بوته در مترمربع گندم داشت و بعد از آن تیمارهای حاوی سولفن ترازون قرار داشتند که باعث کاهش تراکم بوته گندم شدند (جدول ۵). در مجموع، تیمارهایی که حداکثر کنترل علف های هرز و عملکرد نخود را داشته و در عین حال اثر منفی زیادی بر عملکرد دانه گندم نداشتند، مخلوط علف کش های سولفون ترازون + فلوئوکسازین و سولفون ترازون + پیروکساسولفون بودند. با این وجود برخی از تیمارهای دیگر نیز دارای اثرات مثبت بودند. موسوی (Mousavi, 2009) با ارزیابی کارایی علف کش های اتال فلورالین، تری فلورالین، پندیمتالین، ایمازتاپیر، ایزوکسافلوتل، پیری دیت، بنتازون، متریبوزین و هالوکسی فوپ -آر- متیل در کنترل علف های هرز نخود و اثرات باقیمانده آنها در فصل بعد بر گندم گزارش داد که مصرف پیش کاشت پندیمتالین کارایی خوبی در کاهش علف های هرز در نخود داشت. ایمازتاپیر، بنتازون و متریبوزین به نخود خسارت جدی وارد کردند. هیچ کدام از علف کش های مورد ارزیابی تاثیر نامطلوبی بر رشد و عملکرد گندم کاشته شده در فصل بعد نداشتند.

یکی از محدودیت های مربوط به مصرف علف کش ها میزان خسارتی است که به گیاه زراعی وارد می کنند. علف کش هایی انتخابی محسوب می شود که حداکثر خسارت آنها به گیاه زراعی ۱۰ تا ۱۵ درصد بوده و بیش از ۸۰ درصد از علف های هرز را کنترل می کنند (Carvalho et al., 2009). برای گیاهان زراعی با سطح زیر کشت کم در دنیا مانند نخود، علف کش های اختصاصی محدودی وجود دارند. در مورد سایر گیاهان زراعی غیر عمده نیز این وضعیت وجود دارد. به عنوان مثال نتایج یک تحقیق نشان داد که حساسیت انواع گونه های کدو تنبل به علف کش مصرف شده بسیار متفاوت بود. میزان خسارت وزن خشک گیاه کدو تنبل در تیمارهای ترفلان، متریبوزین، بنتازون و اکسی فلوفن به ترتیب ۱۲/۵، ۴۸/۶، ۲۳ و ۷۳/۱ درصد بود. در مجموع نتایج نشان داد که گیاه کدو تنبل نسبت به علف کش های متریبوزین و اکسی فلورفن تحمل نداشته و دچار آسیب شد (Nosratti et al., 2017a). دو علف کش سولفن ترازون و متریبوزین دارای اثر منفی زیادی بر گیاه گندم در تناوب بودند که این موضوع در تحقیقات قبلی نیز به اثبات رسیده است. سولفن ترازون دارای بقایا و پایداری بالایی در خاک بوده، بسیار متحرک است و بصورت افقی و عمودی در خاک آبشویی می شود. مصرف مقادیر بالای این علف کش برای محیط زیست نیز خطرناک محسوب می شود (Grey et al., 2000). گزارش شده است که میزان خسارتی که این علف کش به گیاه زراعی وارد می کند با توجه به شرایط محیطی و رقم متفاوت بوده و میزان خسارت آن در سویا تا ۲۴ درصد مشاهده شده است (Williams and Nelson 2014).

پژوهشگران متعددی در ایران خاصیت انتخابی علف کش های گوناگونی را در مزارع نخود مور بررسی قرار داده اند که از جمله آنها می توان اتال فلورالین، تری فلورالین، پندیمتالین ایمازتاپیر، ایزوکسافلوتل،

علف کش هستند (Helling 2005)، بنابراین چنین تحقیقاتی باید در خاک های مختلف زیر کشت نخود نیز تکرار شوند تا در مورد نتایج بدست آمده اطمینان حاصل شود.

نتیجه گیری

در این تحقیق سه عامل موثر در انتخاب بهترین گزینه علف کشی برای کنترل علف های هرز در مزارع یعنی ارزیابی اثر علف کش بر علف هرز، خسارت به گیاه زراعی و باقیمانده آن بر کشت بعدی در تناوب مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهایی که هر سه عامل را بطور مطلوبی دارا بودند شامل سولفن ترازون+ پیروکساسولفون و سولفن ترازون+ فلومیوکسازین بودند. بنابراین این دو ترکیب به دلیل کارایی بالا در کنترل علف های هرز گوش فیل، سرشکافته، هفت بند و بی تی راخ و بهبود عملکرد نخود و نیز نداشتن اثر منفی قابل توجه بر محصول رایج منطقه در تناوب با نخود یعنی گندم به عنوان گزینه های مناسب جهت کنترل علف های هرز مزرعه نخود قابل توصیه هستند.

متریوزین، فومسافن، سیمازین، پرومترین را نام برد (Mousavi 2010; Mousavi et al., 2010)، اما گزارش حاضر، اولین گزارش درباره اثر علف کش های سولفن ترازون، پیروکساسولفون و فلومیوکسازین بر کنترل علف های هرز در نخود در ایران است.

در مجموع علف کش هایی که باقیمانده آنها مدت زمان بیشتری در خاک می ماند، دوره کنترل علف های هرز را افزایش داده و در نتیجه کارایی آنها بالا است. با این حال، بالا بودن پایداری علف کش در خاک ممکن است بسیار زیاد بوده و به گیاهان زراعی در تناوب بعدی آسیب وارد کند. بهترین علف کش ها آنهایی هستند که در طول فصل رشد یا حداقل طی دوره بحرانی از رشد و سبز شدن علف های هرز جلوگیری کرده اما بقایای آنها در خاک برای گیاهان بعدی کاهنده رشد نباشد (Curran 2016; Ramezani 2010). عوامل موثر بر طولانی شدن بقایای علف کش در خاک و آسیب زدن به گیاهان بعدی شامل خصوصیات خاک، عوامل محیطی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

References

- Agrofit. 2018.** Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. In: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, In: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
- Bagheri, A., N. Sohrabi, F. Mondani and I. Nosratti. 2021.** Weed infestation is affected by chickpea farmer demographics and agronomic practices. *Weed Res.* 61(1): 45-54.
- Busi, R., T. A. Gaines, M. M. Vila-Aiub and S. B. Powles. 2014.** Inheritance of evolved resistance to a novel herbicide (Pyroxasulfone). *Plant Sci.* 217(1): 127-134.
- Carvalho, S., M. Nicolai, R. R. Ferreira, A. Figueira and P. J. Christoffoleti. 2009.** Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. *Scientia Agric.* 66(1): 136-142.
- Curran, W. S. 2016.** Persistence of herbicides in soil. *Crops Soils.* 49(1): 16-21.
- Dayan, F. E., B. M. Armstrong and J. D. Weete 1998.** Inhibitory activity of sulfentrazone and its metabolic derivatives on soybean (*Glycine max*) protoporphyrinogen oxidase. *J. Agric. Food Chem.* 46(4): 2024-2029.
- Gehrke, V., E. Camargo and L. Avila. 2020.** Sulfentrazone: Environmental dynamics and selectivity. *Planta*

منابع مورد استفاده

Daninha, 38.

- Grey, T. L., R. H. Walker, G. R. Wehtje, J. Adams, F. E. Dayan, J. D., Weete, H. G. Hancock and O. Kwon. 2000.** Behavior of sulfentrazone in ionic exchange resins, electrophoresis gels, and cation-saturated soils. *Weed Sci.* 48(2): 239-247.
- Helling, C. S. 2005.** The science of soil residual herbicides. *Soil residual herbicides: science and management.* Topics Can. Weed Sci. 3(1): 3-22.
- Hutchinson, P. J., C. V. Ransom, R. A. Boydston, and B. R. Beutler. 2005.** Dimethenamid-p: efficacy and potato (*Solanum tuberosum*) variety tolerance. *Weed Technol.* 19(4): 966-971.
- King, S. R. and J. O. Garcia 2008.** Annual broadleaf control with KIH-485 in glyphosate-resistant furrow-irrigated corn. *Weed Technol.* 22(3): 420-424.
- Mahoney, K. J., C. Shropshire and P. H. Sikkema. 2014.** Weed management in conventional-and no-till soybean using flumioxazin/pyroxasulfone. *Weed Technol.* 28: 298-306.
- Mousavi, S. K. 2009.** Evaluation of some herbicides for weed control in chickpea, and their residual effects on wheat in the following season. *Iran. J. Field Crops Res.* 7(2): 231-241. (In Persian with English abstract).
- Mousavi, S. K. 2010.** Chemical weed control in autumn sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) at Lorestan province. *Iran. J. Pulse Res.* 1(1):131-142. (In Persian with English abstract).
- Mousavi, S. K., P. Sabeti, N. Jafarzadeh and D. Bazzazi. 2010.** Evaluation of some herbicides efficacy for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) L. *Iran. J. Pulse Res.* 1:19-31. (In Persian with English abstract).
- Nakatani, M., Y. Yamaji, H. Honda and Y. Uchida. 2016.** Development of the novel pre-emergence herbicide pyroxasulfone. *J. Pest. Sci.* 41(1): 107-112.
- Nosratti, I., S. Mahdavi-Rad, H. Heidari and M. Saeidi. 2017a.** Differential tolerance of pumpkin species to bentazon, metribuzin, trifluralin, and oxyfluorfen. *Planta Daninha*, 35, e017165650.
- Nosratti, I., P. Sabeti, G. Chaghmirzaee and H. Heidari. 2017b.** Weed problems, challenges, and opportunities in Iran. *Crop Protect.* 134: 104371. doi:10.1016/j.cropro.2017.10.007.
- Poonia, T. and M. Pithia. 2013.** Pre-and post-emergence herbicides for weed management in chickpea. *Indian J. Weed Sci.* 45(3): 223-225.
- Olson, B. L., R. K. Zollinger, C. R. Thompson, D. E., Peterson, B. Jenks, M. Moechnig and P. Stahlman, 2011.** Pyroxasulfone with and without sulfentrazone in sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Technol.* 25(2): 217-221.
- Rahman, M., A. S. Juraimi, J. Suria, A. B. Man and P. Anwar. 2012.** Response of weed flora to different herbicides in aerobic rice system. *Sci. Res. Essay.* 7(1): 12-23.
- Ramezani, M. 2010.** Soil persistence of herbicides and their carryover effects on rotational crops-a review. *Weed Res. J.* 2(1): 95-118.

- Scott, G. H., S.D. Askew and J. W. Wilcut. 2001.** Economic evaluation of Diclosulam and Flumioxazin systems in peanut (*Arachis hypogaea*). *Weed Technol.* 15: 360-364.
- Taran, B., F. Holm and S. Banniza. 2013.** Response of chickpea cultivars to pre-and post-emergence herbicide applications. *Can. J. Plant Sci.* 93(2): 279-286.
- Vencill, W. K. 2002.** *Herbicide Handbook: Weed Science Society of America.*
- Wait, J. B and W. A. Skroch. 2002.** Herbicide efficacy for production of container ornamental. *Weed Technol.* 7(2): 103-111.
- Williams, M. M. and R. L. Nelson. 2014.** Vegetable soybean tolerance to bentazon, fomesafen, imazamox, linuron, and sulfentrazone. *Weed Technol.* 28(4): 601-607.
- Zollinger, R. K and J. L. Ries. 2007.** Sunflower response to KIH-485. *In: Natl. Sunflower Assoc. Res. Forum.* http://www.sunflowernsa.com/research-workshop/documents/Zollinger_KIH_07.pdf.

Evaluation of efficiency of some soil-applied herbicides for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and their residual effect on growth and grain yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in crop rotation under rainfed conditions

Ahmadi, F.¹, I. Nosratti², S.K. Mousavi³ and P. Sabeti⁴

ABSTRACT

Ahmadi, F., I. Nosratti, S. K. Mousavi and P. Sabeti. 2022. Evaluation of efficiency of some soil-applied herbicides for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and their residual effect on growth and grain yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in crop rotation under rainfed conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 24(2): 136-149. (In Persian).**

This study was conducted to evaluate the performance of different herbicides options for weed control in chickpea and their residual effect on bread wheat performance in crop rotation under rainfed conditions. The experimental design was randomized complete block with four replications conducted in Mahidasht Agricultural Research Center located in Kermanshah province, Iran during 2018-2019 and 2019-2020. The experimental treatments included: pre-plant sulfentrazone (Espartan 50% WP); 100 and 300 g.ha⁻¹, pre-emergence sulfentrazone; 100 and 200 g.ha⁻¹, pre-emergence pyroxasulfone (Sakura 85% WP); 100 g.ha⁻¹, pre-emergence flumioxazine (Shato 50% WP); 100 g.ha⁻¹, pre emergence metribuzine (Sencor 70% WP); 200 g.ha⁻¹, pre-emergence of sulfentrazone (100 g.ha⁻¹)+metribiozin (200 g.ha⁻¹), pre-emergence of sulfentrazone (100 g.ha⁻¹)+pyroxasulfone (100 g.ha⁻¹), preemergence of sulfentrazone (100 g.ha⁻¹)+flumioxazine (100 g.ha⁻¹) and hand weeding. The results showed that application of sulfentrazone+pyroxasulfone at flowering stage of chickpea reduced 95% and 94% weed biomass and density, respectively and sulfentrazone+flumioxazin reduced 93% and 82% of weed biomass and density, were the most effective treatments. The highest increase in chickpea seed yield (67% and 60%, respectively) after hand weeding was achieved by these treatments. The pre-emergence treatment of sulfentrazone 300 g.ha⁻¹ had the least positive effect (10%) on the increasing of chickpea seed yield. The results related to the effect of herbicide residues on the wheat yield in rotation showed that wheat grain yield as a result of applying preplant sulfentrazone (200 g.ha⁻¹) was reduced by 32% compared to the control (untreated). The residues of pre-emergence sulfentrazone (300 g.ha⁻¹) also had the most negative effect on both plant height and wheat grain yield by 8.2% and 32.7% reduction, respectively. In conclusion, results of this experiment showed that, sulfonetraxone (Spartan)+flumioxazin (Shato) and sulfonetraxone (Spartan)+pyroxasulfone (Sakura) herbicides can be suggested for weed control in rainfed chickpea, because of their high efficiency in weed control and improving chickpea seed yield and minor negative residues effect on bread wheat performance in in crop rotation.

Key words: Bread wheat, Flumioxazin, Sulfentrazone, Pyroxasulfone and Rainfed chickpea

Received: December, 2021 Accepted: April, 2022

1. MSc Student, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Associate Prof., Razi University, Kermanshah, Iran (Corresponding author) (Email: Irajnosratti@gmail.com)

3. Assistant Prof., Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Khorramabad, Iran

4. Researcher, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Kermanshah, Iran