



دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

ارزیابی اثر علف‌کش‌های تک منظوره، دو منظوره و اختلاط علفکش‌ها بر کنترل

علف‌های هرز، عملکرد دانه و خصوصیات فیزیولوژیکی جو رقم فردان

حسینعلی سارلی^۱، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری^{۲*}، رحمت الله محمدی گنبد^۱

دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲۲ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۰

چکیده

آزمایشی به منظور ارزیابی کارایی مصرف علفکش‌های دو منظوره، تک منظوره و اختلاط علفکش‌ها بر مهار علف‌های هرز، صفات رشدی، فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد جو رقم فردان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات شهرستان گنبد کاووس در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به اجرا درآمد. تیمارها شامل علفکش‌های بازاگران دی پی (بنتازون + دیکلوپروپ)، آکسیال ۱ (پنوکسادن + ایمن کننده کلوکینوست- مکسیل)، آپروس (سولفوسولفون، DF، ۷۵٪)، آتانتیس (مزوسولفوسولفون متیل + یدوسولفون متیل سدیم + مفن پایر دی اتیل)، آکسیال (پنوکسادن) + بروماید ام آ (بروموکسینیل + ام سی پی آ)، آکسیال + بوکتریل یونیور سال (بروموکسینیل + توفوردی)، گرانستار (تریبنورون متیل) + پوما سوپر (فنوکساپروپ پی اتیل)، گرانستار + ایلوکسان (دیکلوفوپ متیل)، بود. عدم کاربرد علفکش‌ها و وجین دستی نیز به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شدند. علفکش‌های مورد بررسی بر اساس سیستم کد بندی زادوکس در زمان ابتدای پنجه‌زنی (۲۱ زادوکس) اعمال شد. نتایج نشان داد که اثر علفکش‌های مورد بررسی غلات بر صفاتی نظیر ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت، محتوای رنگیزه‌های کلروفیلی کل (a+b) و کاروتنوئیدها، اسمولیت‌های سازشی (آمینو

۱- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

۲- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران. مسئول مکاتبات:

eg.alamdari@gonbad.ac.ir

۳- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران.

اسید پرولین و قندهای محلول) و بیوشیمیایی فنول کل جو رقم فردان معنی‌دار بود ($p < 0.05$). عملکرد دانه جو تحت کاربرد تیمارهای علف‌کش بازگران دی پی و تیمارهای وجین به‌ترتیب با مقدار ۳۶۵۳ و ۳۶۳۱ کیلوگرم بر هکتار از بیشترین مقدار از لحاظ آماری برخوردار بود. در مقابل کمترین مقدار عملکرد دانه تحت عدم کاربرد علف‌کش‌ها (۱۳۶۱ کیلوگرم بر هکتار) مشاهده شد. این مطالعه نشان داد که علف‌کش دو منظوره آکسیال ۱ و اختلاط آکسیال با برومایسید ام آ با کنترل مناسب علف‌های هرز موجب افزایش عملکرد دانه جو در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها شدند. مطابق نتایج، محتوای رنگیزه کلروفیل کل (a+b) جو تحت کاربرد علف‌کش‌های مختلف و رقابت علف‌های هرز علی‌رغم افزایش نسبی اسمولیت‌های سازشی و فنول کل به‌طور متفاوتی کاهش نشان داد. این امر نشان‌دهنده القای شدت تنش علف‌کش‌های مورد بررسی و عدم کفایت این حفاظت‌کننده‌ها می‌باشد. بر اساس نتایج، ۸ گونه علف‌های هرز در پلات‌های آزمایشی مورد شناسایی قرار گرفت، به‌طوری‌که هفت بند، شلمی و یولاف‌وحشی از علف‌های هرز غالب در این مطالعه بودند. تراکم و وزن خشک مجموع علف‌های هرز بشدت تحت تاثیر تیمارهای مختلف علف‌کش و عدم کاربرد علف‌کش‌ها قرار گرفتند. بیشترین اثر بازدارندگی بر علف‌های هرز مربوط به تیمار بازگران دی پی به‌ترتیب به مقدار ۹۱/۹۷ و ۹۹/۳۲ درصد بود. در مقابل علف‌کش آپروس جزء ضعیف‌ترین تیمارها در مهار علف‌های هرز غالب بود.

کلمات کلیدی: آپروس، بازگران دی پی، رنگیزه‌های کلروفیلی، عملکرد دانه جو، قندهای محلول، فنول کل

سارلی، ح.، غلامعلی پور، الف، اورسجی، ز و محمدی گنبد، ر. ارزیابی اثر علف‌کش‌های تک منظوره،

دو منظوره و اختلاط علف‌کش‌ها بر کنترل علف‌های هرز، عملکرد دانه و خصوصیات فیزیولوژیکی جو رقم

فردان. (۱۵): ۵۲-۱۵۶-۱۳۳

مقدمه

جو بعد از گندم با سطح زیر کشت ۱/۴ میلیون هکتار، دومین گیاه زراعی مهم ایران از نظر ارزش زراعی و تغذیه‌ای بشمار می‌رود. همچنین بر اساس آمار منتشره در سال ۲۰۱۹، در جهان میزان تولید جو حدود ۱۵۸/۹ میلیون تن و در ایران ۳/۶ میلیون تن بود (فائو، ۲۰۱۹). یکی از مشکلات عمده مزارع جو، وجود علف‌های هرز می‌باشد. علف‌های هرز گیاهان ناخواسته‌ای هستند که در زمین‌های زراعی رشد می‌کنند و عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی را کاهش و هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهند (پانديا و همکاران، ۲۰۰۵). در بین انواع روش‌های کنترل علف‌های هرز، کنترل شیمیایی با مدیریت مصرف و الگوی انتخاب علف‌کش یکی از راهکارهای مناسب می‌باشد. اکنون ۲۲ فرمولاسیون علف‌کش برای گندم و جو از خانواده‌های مختلف در کشور به ثبت رسیده است که از میان آن‌ها ۱۱ علف‌کش دو منظوره برای مهار نازک و پهن‌برگ‌ها معرفی شده‌اند (نوربخش، ۱۴۰۰). بروز مقاومت، عدم انطباق دوره حساس رشد علف‌های هرز با کاربرد علف‌کش، چندساله بودن و یا خارج

بودن از طیف اثر علفکش دلایلی برای کنترل نامطلوب بعضی از آن‌ها است (زند، ۱۳۸۹). اصولاً هر ساله ترکیبات جدیدی برای کنترل شیمیایی علف‌های هرز معرفی می‌شود که ترکیبات جدید ممکن است شامل ماده موثره جدید بوده، یا این که مواد موثره قبلی با نسبت‌های بهینه به شکل جدیدی در فرمولاسیون با هم آمیخته شده باشند (نوربخش، ۱۴۰۰). در بین علفکش‌های مصرف شده در دنیا نقش علفکش‌های گروه سولفونیل اوره حائز اهمیت است. ۴۸ نوع علفکش از جمله آپیروس، گرانستار و آتلاتیس و توتال در این گروه قرار گرفتند. این گروه از علفکش‌ها با ممانعت از سنتز آمینو اسیدهای ضروری نظیر والین، ایزولوسین و لوسین در علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ در تقسم سلولی اختلال ایجاد می‌کند (چن و همکاران، ۱۳۹۶). علفکش آکسیال با نام عمومی پنوکسادن از گروه فنیل پیرازولین است که حاوی ۵۰ گرم ماده موثره، سیستمیک و کنترل کننده علف‌های باریک برگ است. علفکش آکسیال مختل کننده استیل کوآنزیم-آ است و از سنتز اسیدهای چرب در گیاه و تشکیل غشای سلولی در سلول‌های جوان جلوگیری می‌کند. آکسیال از نظر نحوه اثر شباهت نزدیکی با گروه علفکش‌های فوپ دارد. معمولاً آکسیال با علفکش‌های حاوی ترکیبات سولفونیل اوره قابل اختلاط است. (نوربخش، ۱۳۹۸). آکسیال ۱ با نام عمومی پینوکسادن + ایمن کننده کلوکیتتوست- مکسیل، علفکش دو منظوره انتخابی برای کنترل علف‌های هرز گندم و جو است که بدون هیچ گونه اثر سوء بر کشت اصلی و بدون محدودیت برای کشت بعدی تاثیر سریع در کنترل علف‌های هرز دارد. علفکشی سیستمیک است که از طریق برگ و ریشه جذب می‌شود. این علفکش روی یولاف وحشی، دم روباهی کشیده، چچم و علف‌های هرز پهن‌برگ نظیر خردل وحشی، کنگر صحرایی، پنیرک، پیچک بند، و هفت بند موثر است. مقدار مصرف آن ۱/۵ لیتر در هکتار است که باید در مرحله ۳ برگی تا اواسط پنجه‌زنی علف‌های هرز نازک برگ و ۲ الی ۴ برگی علف‌های هرز پهن‌برگ مصرف شود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۹). ایلوکسان با نام عمومی دیکلوفوپ- متیل یک علفکش سیستمیک تماسی انتخابی متعلق به گروه آریلوکسی فنوکسی پروپونیک اسید می‌باشد. از طریق آوندهای چوب و آبکش در سراسر گیاه پخش شده و با تخریب غشای سلول، کاهش کلروفیل و مهار فعالیت مریستم، علف‌هرز را از بین می‌برد. ایلوکسان در ایران برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ در مزارع گندم و جو مورد استفاده قرار می‌گیرد. مکانسیم اثر این سم با تخریب غشاء سلول‌ها، کاهش کلروفیل و مهار فتوسنتز، ACCase و جلوگیری از فعالیت مریستم‌ها، علف‌های هرز را از بین می‌برد. ایلوکسان به خوبی می‌تواند یولاف وحشی و چچم را کنترل کند. کارایی این علفکش هنگام اختلاط با علفکش‌های هورمونی مانند توفوردی کاهش می‌یابد. در نتیجه برای حداکثر کارایی باید فاصله زمانی مصرف این علفکش‌ها حداقل ۵ تا ۷ روز باشد (نوربخش، ۱۳۹۸). بروماید ام + آ با نام عمومی بروموکسینیل + ام سی پی آ است که بروموکسینیل از گروه هیدروکسی بنزونیتیل و ام سی پی آ از گروه فنوکسی کربوکسیلیک اسید می‌باشد. علفکشی انتخابی است که بازدارنده فتوسیستم II در فرآیند فتوسنتز بوده و نوعی اکسین مصنوعی به شمار می‌رود. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ در مزارع گندم و جو استفاده می‌شود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۹). بازاگران دی پی با نام عمومی بتنازون+ دیکلوفوپ از گروه بنزوتیادیازینون که دارای خاصیت تماسی و انتخابی می‌باشد. نحوه اثر آن مانند

اکسین‌های مصنوعی عمل کرده و سنتز و عملکرد ایندول استیک اسید را مختل می‌کند و با اختلال در عملکرد فتوسیستم II از فتوسنتز جلوگیری می‌نماید. این علفکش علف‌های هرز پهن‌برگ نظیر خردل وحشی (*Sinapis arvensis*)، خرفه (*Portulaca oleracea*)، تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*)، گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، تربچه وحشی (*Raphanus raphanistrum*)، توق (*Xanthium strumarium*)، تاتوره (*Datura stramonium*)، کیسه کشیش (*Capsella bursa-pastoris*) و گندمک (*Stellaria media*) را کنترل می‌نماید (ونس، ۲۰۰۲). در آزمایشی کور و همکاران (۲۰۱۸)، با ارزیابی اثر علفکش‌های پوماسوپر، آپروس و تاپیک بر روی علف‌های هرز گیاه جو زراعی گزارش نمودند که تراکم و ماده خشک علف‌های هرز و صفات رشدی گیاه از قبیل ارتفاع بوته، تعداد پنجه‌ها در مترمربع، ماده خشک تجمعی، شاخص سطح برگ گیاه جو با عملکرد دانه همبستگی مثبتی نشان دادند و به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر کاربرد علفکش‌های مختلف قرار گرفتند. نتایج آزمایش گلوی و سارانی (۱۳۸۹) نشان داد که استفاده از علفکش توتال به میزان ۴۰ گرم در هکتار در مرحله پنجه‌زنی گندم باعث کنترل مطلوب بروموس و جلوگیری از تولید بذر آن شده و اثر سوء بر گندم نداشت. عبادتی و همکاران (۱۳۹۸) با ارزیابی کارایی زمان مصرف علفکش‌های توتال، آتلاتیس، اتللو، آپروس و اختلاط گرانتار و تاپیک در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن بر کنترل علف‌های هرز و برخی صفات زراعی گندم از جمله عملکرد دانه گندم گزارش نمودند که در اکثر تیمارها، مصرف علفکش‌ها در مرحله پنجه‌زنی برتری داشتند. به‌طوری‌که مصرف علفکش دو منظوره آتلاتیس در مرحله پنجه‌زنی با عملکرد ۷۵۳۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را دارا بود، هر چند با تیمار وجین دستی، کاربرد علفکش اتللو و آپروس در مرحله پنجه‌زنی و نیز علفکش آتلاتیس در مرحله ساقه‌رفتن اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. امروزه یکی از دلایل عدم کنترل مناسب علف‌های هرز در مزارع، کارایی نامناسب علفکش‌ها معرفی شده است. اصولاً علفکش‌ها و علف‌های در مزارع خود را با شرایط روش مدیریت علف‌های هرز تطبیق می‌دهند به‌طوری‌که در سال‌های اخیر مقاومت علف‌های هرز زیادی به علفکش‌ها گزارش شده است. بنابراین با توجه به ایجاد مقاومت نسبی علف‌های هرز به علفکش‌های خاص در طول زمان، نیاز به علفکش‌های جدید و یا علفکش‌های با منشاء اثر بیش از یک هدف می‌باشد. هم‌چنین کاربرد علفکش‌ها به‌صورت اختلاط به‌منظور کاهش بیوتیپ‌های مقاوم، کاهش اثرات زیست محیطی و کنترل توام علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ جهت کاهش دفعات سمپاشی و هزینه‌ها همواره مدنظر می‌باشد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، معرفی موثرترین علفکش‌ها در مزارع جو به‌ویژه مقایسه علفکش‌های رایج غلات نظیر آکسیال، آپروس، گرانتار، آتلاتیس، پوما سوپر و ایلوکسان با علفکش‌های بازاگران دی پی و آکسیال ۱ بود.

مواد و روش‌ها

آزمایشی به منظور ارزیابی اثر علفکش‌های غلات بر مشخصات کمی و کیفی جو رقم فردان در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا با متوسط درجه حرارت حداکثر ۲۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل ۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط بلند مدت بارندگی سالیانه ۴۲۸ میلی‌متر در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به اجرا درآمد. مراحل آزمایشگاهی این طرح در آزمایشگاه علوم علف‌های هرز دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس انجام شد. شهرستان گنبدکاووس از نظر شرایط آب و هوایی جزء اقلیم مدیترانه‌ای و دارای فصل تابستان نسبتاً گرم و خشک بوده به‌طوری که ۱۵۰ تا ۲۰۰ روز از سال آبی خشک می‌باشد. قبل از اجرای این آزمایش، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بدین ترتیب که سه کیلوگرم نمونه خاک مرکب به‌طور تصادفی از پنج نقطه از عمق‌های صفر تا ۳۰ سانتی‌متری به‌وسیله اوگر برداشت شد. سپس برای تجزیه برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه خاک‌شناسی کلاله منتقل گردید. مطابق تجزیه خاک، میزان هدایت الکتریکی ($1/4$ میلی‌موس بر سانتی‌متر)، pH ($7/8$)، ماده آلی ($1/5$ درصد)، نیتروژن ($1/1$ درصد)، فسفر قابل جذب ($9/8$ پی پی ام)، پتاسیم قابل جذب (280 پی پی ام) و بافت خاک (لوم رسی سیلتی) بود. این آزمایش در قطعه زمینی به مساحت تقریبی 800 مترمربع به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل تیمارهای آزمایش کاربرد انواع علفکش‌های مختلف دو منظوره و تک منظوره و اختلاط علفکش‌ها شامل بازاگران دی پی (بنتازون + دیکلوپروپ)، آکسیال ۱ (پنوکسادن + ایمن کننده کلوکینوست- مکسیل)، آپپروس (سولفوسولفورون، 75% DF)، آتالنتیس (مزوسولفوسولفورون متیل + یدوسولفورون متیل سدیم + مفن پایر دی اتیل)، آکسیال (پنوکسادن) + بروماید ام آ (بروموکسینیل + ام سی پی آ)، آکسیال + بوکتریل یونیور سال (بروموکسینیل + توفوردی)، گرانستار (تریبنورون متیل) + پوما سوپر (فنوکساپروپ پی اتیل)، گرانستار + ایلوکسان (دیکلوپو متیل)، بود. عدم کاربرد علفکش‌ها و وجین دستی نیز به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شدند. علفکش‌های مورد بررسی بر اساس سیستم کد بندی زادوکس در زمان ابتدای پنجه‌زنی (21 زادوکس) برای کنترل علف‌های هرز در رقم جو رقم فردان از رقم‌های معرفی شده جدید موسسه تحقیقات کشور در سال 1398 اعمال شد. قطعه زمین مورد نظر با انجام یک شخم و دو دیسک آماده گردید. بر اساس آزمون خاک، کودهای پایه بصورت 100 کیلوگرم کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل و 100 کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم و به‌علاوه 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره بصورت پایه و سرک بطور دستی در سطح خاک توزیع شد. کودهای پایه با کمک دیسک با خاک مخلوط و در عمق مورد نظر قرار داده شد. پس از کرت‌بندی، مقدار بذر مصرفی در هر کرت بر اساس وزن هزار دانه و ارزش مصرف بذر با تراکم 270 دانه در مترمربع با استفاده از دستگاه عمیق‌کار پرسی دیم غلات انجام شد. پس از سبز شدن گیاهچه‌ها با رعایت فاصله بوته‌ها،

بوته‌های اضافه حذف و کرت‌ها به ابعاد ۶/۵ در ۴ متر و فاصله بین خطوط نیز ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای سمپاشی از سمپاش ۲۰ لیتری برقی (تلمبه‌ای) با نازل تی جت استفاده شد که در ابتدا و قبل از اعمال در زمین خالی با فشار ۲ بار کالیبره و سپس در کرت‌های آزمایشی با توجه به نقشه طرح، دوزهای مصرفی مطابق توصیه سازمان حفظ نباتات اعمال شد. به‌طوری‌که علفکش آکسیال و آکسیال ۱ به‌ترتیب متعلق به شرکت سنجنتا به میزان ۱/۲ و ۱ لیتر در هکتار، بازگران دی پی متعلق به شرکت بی ای اس اف آلمان به میزان ۲ لیتر در هکتار، آتلاتیس متعلق به شرکت کاوش به میزان ۱/۶ لیتر در هکتار، آپروس متعلق به شرکت بایر آلمان به میزان ۲۶/۶ گرم در هکتار، پوما سوپر متعلق به شرکت گل سم گرگان به میزان ۱ لیتر در هکتار، گرانستار متعلق به شرکت آریا شیمی به میزان ۳۵ گرم در هکتار، ایلوکسان متعلق به شرکت بایر آلمان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار، برومایسید ام آ متعلق به شرکت آریا شیمی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، بوکتریل یونیورسال متعلق به شرکت بی ای اس اف آلمان به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار اعمال شد.

اندازه‌گیری صفات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد جو

برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، ۱۰ بوته در زمان سنبله‌دهی (۶۰ زادوکس) انتخاب و میانگین آن‌ها گزارش شد. روز تا سنبله‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک از تعداد روز از زمان کاشت (صفر زادوکس) تا ظهور سنبله (۵۵ زادوکس) و رسیدگی (۸۷ زادوکس) محاسبه گردیدند. در مورد عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، پس از رسیدگی فیزیولوژیک دانه با رطوبت ۱۴ درصد با در نظر گرفتن اثر حاشیه از قسمت داخلی در سطح دو مترمربع خاک برداشت شد. بدین صورت که سه نمونه کوادرات یک مترمربعی از هر کرت به‌طور دستی کف‌بر و متوسط آن‌ها گزارش شد. جهت تعیین تعداد دانه در سنبله، به‌طور تصادفی ۲۰ سنبله را از کل سنبله‌های همان دو مترمربع جدا کرده و پس از جدا کردن، همه دانه‌های آن‌ها، شمارش و از تقسیم تعداد دانه‌ها بر تعداد سنبله‌ها، تعداد دانه در هر سنبله بدست آمد. وزن هزار دانه با اندازه‌گیری وزن ۱۰۰ دانه با ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم و سپس تعمیم آن به ۱۰۰۰ دانه اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه و شاخص برداشت (نتانوس و کوتروباس، ۲۰۰۲) با استفاده از رابطه ذیل محاسبه گردید.

$$A = [(100 - B) / 86] \times C \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن **A**، عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد؛ **B**، رطوبت اندازه‌گیری شده در زمان برداشت؛ **C**، عملکرد اندازه‌گیری شده پس از خرمکوبی می‌باشد.

$$HI = GY / BY \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن **HI**، شاخص برداشت؛ **GY**، عملکرد دانه؛ **BY**، عملکرد بیولوژیکی می‌باشد.

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی جو

اندازه‌گیری محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی بدین صورت بود که مقدار ۰/۱ گرم از بافت تازه برگ پرچم با ۱۰ میلی‌لیتر استون سرد ۸۰ درصد کاملاً ساییده شد. محلول حاصل با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (مدل NF 200) شد. سپس فاز محلول بخش رویی از فاز رسوب جدا گردید و با استون سرد ۸۰ درصد به حجم معین ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. مقداری از نمونه داخل بالن را در کووت ریخته و نهایتاً مقدار جذب نمونه‌ها به‌طور جداگانه در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر به‌ترتیب برای کلروفیل **a**، **b** و کارتنوئیدها توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. سپس با استفاده از روابط ذیل محتوای رنگیزه‌های کلروفیل **a**، **b**، کل **(a+b)** و کارتنوئیدها برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن نمونه تازه برآورد شد (آرنون، ۱۹۴۹).

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 \times A_{663} - 0.86 \times A_{645}) V/100W \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 \times A_{645} - 3.6 \times A_{663}) V/100W \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$\text{Carotenoids} = [100(A_{470}) - 3.27 (\text{mg chl a}) - 104 (\text{mg chl b}) / 227] \quad \text{رابطه (۵)}$$

V، حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)، **W**، وزن تازه نمونه بر حسب گرم؛ **A**، جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر.

در مورد اندازه‌گیری محتوای قندهای محلول، ۰/۱ گرم از برگ پرچم خشک شده را در مرحله شروع گلدهی برداشته سپس ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به آن اضافه شد و به‌مدت یک هفته در یخچال نگهداری گردید تا قندهای محلول آن کاملاً آزاد شود. پس از یک هفته، از محلول رویی نمونه‌ها، یک میلی‌لیتر برداشته و حجم آن با آب مقطر به دو میلی‌لیتر رسانده شد. پس از اضافه نمودن یک میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، میزان جذب بعد از گذشت ۴۵ دقیقه به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت گردید. محتوای قندهای محلول هر نمونه با استفاده از منحنی استاندارد بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن نمونه خشک گلوکز برآورد شد (کوچرت، ۱۹۷۸). اندازه‌گیری محتوای آمینو اسید پرولین بدین صورت بود که ۵۰۰ میلی‌گرم برگ پرچم تازه گیاه با ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالسیلیک اسید ۳ درصد مخلوط و سپس مخلوط حاصل با سانتریفیوژ (مدل NF 200) با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه صاف گردید. ۲ میلی‌لیتر از محلول حاصل را در لوله آزمایش ریخته و سپس ۲ میلی‌لیتر اسید ناین‌هیدرین اضافه گردید. در ادامه ۴ میلی‌لیتر تولوئن به محلول حاصل افزوده و به مدت ۲۰ تا ۳۰ ثانیه به‌خوبی تکان داده شد؛ به‌طوری که لایه رویی زرد رنگ تولوئن نمایان گردید. سپس این لایه جدا و به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. در نهایت محتوای پرولین با استفاده از منحنی استاندارد پرولین بر حسب میکرومول بر گرم وزن تازه گزارش گردید (بیتس و همکاران، ۱۹۷۳). محتوای ترکیبات فنولی بر اساس روش فولین سیوکالتو انجام شد. بدین صورت که مقدار ۰/۱ گرم از برگ

پرچم خشک شده با ۱۰ میلی لیتر اتانول داغ ۸۰ درصد در هاون چینی در دمای اتاق ساییده شد و سپس مخلوط حاصل با سرعت کم ۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. پس از آن مخلوط رویی تا غلیظ شدن در حمام آب جوش قرار داده شد (حدود دو میلی متر). سپس یک میلی لیتر از محلول تغلیظ شده با کمک آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. در مرحله بعد، مجدداً نیم میلی لیتر از محلول حاصل با ۲/۵ میلی لیتر آب مقطر به حجم سه میلی لیتر رسانده شد، سپس روی محلول به دست آمده نیم میلی لیتر معرف فولین سیوکالتو ۵۰ درصد اضافه و بعد از سه دقیقه، دو میلی لیتر کربنات سدیم ۲۰ درصد به آن افزوده گردید. محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده و پس از سرد شدن به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر 2 در طول موج ۶۵۰ نانومتر خوانده شد. در نهایت، مقدار ترکیبات فنولی بر حسب میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه خشک محاسبه شد (ملک و سینگ، ۱۹۸۰). درصد تحریک کنندگی و یا بازدارندگی در این مطالعه، با استفاده از معادله ارائه شده توسط آمو و همکاران (۲۰۰۸) مورد اندازه گیری قرار گرفت.

$$\text{PLI} = [(R2 - R1) / R1] \times 100 \quad (۶) \text{ رابطه}$$

که در آن، R_1 شاهد و R_2 تیمار می باشد.

برای تجزیه و تحلیل داده ها، ابتدا نرمال بودن داده ها مورد ارزیابی و داده های غیر نرمال، توسط نرم افزار Minitab (نسخه ۱۴) نرمال گردید. سپس داده ها توسط نرم افزار SAS با نسخه ۹/۳ مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین داده ها با کمک آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و همه داده ها برحسب میانگین $\pm$ انحراف از معیار گزارش شد.

نتایج صفات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه جو رقم فردان تحت کاربرد علفکش های مختلف

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تیمارهای عدم مصرف علفکش ها، وجین و علفکش های بازاگران دی پی، آکسیال ۱، آپروس، آتلاتیس و اختلاط علفکش هایی نظیر آکسیال + برومایسید ام آ، آکسیال + بوکتریل، گرانستار + پوما سوپر و گرانستار + ایلوکسان، گرانستار + ایلوکسان اثر معنی داری بر صفات ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و شاخص برداشت جو رقم فردان در سطح احتمال یک درصد داشتند در مقابل اثر این تیمارها بر روز تا سنبله دهی معنی دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه جو رقم فردان تحت کاربرد علفکش‌های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	روز تا	روز تا	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه	عملکرد	عملکرد دانه	شاخص برداشت
			رسیدگی	سنبله				عملکرد		
			فیزیولوژیک	دهی				بیولوژیکی		
تکرار	۲	۳۱/۶۰	۰/۱۶	۱/۴۶	۲/۲۵	۴۲/۶۰	۰/۰۸	۳۰۷۴۰/۴۲	۴۱۷۷۵/۷۷	۴/۵۳
تیمار	۹	۵۷۸/۳۶**	۲/۷۹ ^{ns}	۳/۹۵**	۲۲/۴۸**	۶۲۶۸/۸۰**	۳۴/۰۸**	۱۸۵۰۰۷۳/۰۱**	۱۹۵۴۱۲۶/۳۱**	۱۵۷/۵۲**
خطا	۱۸	۱۸/۹۳	۱/۳۸	۰/۵۳	۱/۳۲	۴۲۹/۶۰	۲/۱۵	۹۶۳۶۷/۵۸	۳۵۱۰۵/۲۶	۶/۷۴
ضریب										
تغییرات	–	۵/۲۸	۰/۹۶	۰/۴۸	۶/۲۱	۵/۳۷	۴/۰۰	۳/۷۴	۷/۲۰	۸/۴۱
(درصد)										

** : معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد. ^{ns} عدم اختلاف معنی‌دار

ارتفاع بوته

در این مطالعه، بلندترین ارتفاع بوته جو رقم فردان به تیمار شاهد وجین علف‌های هرز به مقدار ۹۴ سانتی‌متر اختصاص داشت. اما از لحاظ آماری با برخی از تیمارها نظیر بازاگران دی پی، آکسیال ۱، آتلانتیس، آکسیال + برومایسید ام آ، آکسیال + بوکتریل و گرانتار + پوما سوپر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در مقابل جو رقم فردان از کوتاهترین ارتفاع بوته تحت تیمارهای عدم کاربرد علفکش (۵۷ سانتی‌متر) و آپروس (۶۰/۳۳ سانتی‌متر) برخوردار بود (جدول ۲). در مجموع این مطالعه نشان داد که برخی از علف‌کش‌های مورد استفاده با اثر بر مریستم‌های رویشی گیاه، موجب کوتاهی ارتفاع بوته جو رقم فردان شدند. در بازدیدهای مستمر از مزرعه بعد از سمپاشی مشاهده گردید که تیمار شاهد وجین در مرحله ۳ بند ساقه (Zadok=32-33) بود، در صورتی‌که تیمارهای آپروس و گرانتار + ایلوکسان در اولین گره بودند و ارتفاع کوتاهتری نسبت به بقیه تیمارها داشتند. اثر سوء علف‌کش‌ها بر خصوصیات رشدی گیاه زراعی در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (ولسن و همکاران، ۱۹۸۷؛ نورس، ۲۰۰۰؛ هدرچ، ۲۰۰۱؛ گریچر و همکاران، ۲۰۰۱؛ فریسن و وال، ۲۰۰۳؛ برنتاین و همکاران، ۱۹۸۴؛ عبداللهی و همکاران، ۲۰۰۱).

روز تا رسیدگی فیزیولوژیک

دامنه تغییرات روز تا رسیدگی فیزیولوژیک جو رقم فردان تحت تیمارهای عدم مصرف علفکش‌ها، وجین و کاربرد علفکش‌ها بین ۱۵۶/۵۰ و ۱۵۲/۶۷ بود. بیشترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک جو مربوط به تیمار عدم کاربرد علفکش‌ها

بود. در مقابل تیمار علفکش آپروس و آتلاتیس از کمترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک برخوردار بود، اگرچه از لحاظ آماری با بیشتر تیمارهای علفکش اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۲).

تعداد سنبله در مترمربع

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در تیمار آکسیال ۱ به مقدار ۴۳۴/۵۸ مشاهده شد، هر چند با تیمارهای شاهد وجین کامل، بازگران دی پی، آتلاتیس و آکسیال+ بروماید ام آ به ترتیب با مقدار ۴۳۴/۳۸، ۴۳۰، ۴۱۰/۱۷ و ۴۱۳/۳۳ اختلاف معنی داری را نشان ندادند و از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. کمترین مقدار این صفت در تیمار عدم کاربرد علفکش (۳۳۰) و گرانستار+ ایلوکسان (۳۳۰/۳۳) اختصاص داشت (جدول ۲). این طور به نظر می‌رسد تیمارهایی که در آن‌ها علفکش آکسیال به کار رفته است، موجب پنجه‌زایی بیشتری گردیده و به دنبال آن تعداد سنبله در مترمربع افزایش داشته است. در مقابل در تیمارهایی که علفکش گرانستار در آن به کار رفته موجب کاهش پنجه‌زنی و تعداد سنبله در واحد سطح گردیده است. تعداد سنبله در مترمربع از صفاتی است که تحت تاثیر تراکم بذر در مترمربع در زمان کاشت و پنجه‌زنی گیاه قرار می‌گیرد. از آنجایی که تراکم بذر در زمان کاشت به تعداد ۲۷۰ دانه در مترمربع به‌طور یکسان در همه تیمارها اعمال گردیده بود، این‌طور به نظر می‌رسد اختلاط علفکش آکسیال با علفکش‌های بروماید ام آ یا بوکتریل موجب تحریک پنجه‌زایی گردیده و تعداد سنبله در مترمربع را افزایش داده است. زید علی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش نمودند که افزایش تعداد سنبله در مترمربع در تیمار وجین و برخی از علفکش‌ها در ابتدای پنجه‌زنی بدلیل کاهش رقابت علف‌هرز با گندم می‌باشد که به این دلیل گندم موفق شده در تیمارهای استفاده از علفکش بدلیل از بین بردن علف‌های هرز عناصر غذایی، رطوبت و نور بیشتری را جذب کرده و از آن‌ها در جهت تولید سنبله استفاده نماید. از سوی دیگر، دلیل کاهش سنبله در مترمربع در تیمارهای کاربرد برخی از علفکش‌ها نظیر آپروس، آکسیال+ بوکتریل، گرانستار+ پوماسوپر و گرانستار+ ایلوکسان را می‌توان به افزایش ماده خشک تولیدی علف‌های هرز علف‌های هرز غالب نظیر یولاف وحشی، شلمی و هفت بند بدلیل بهره‌برداری بیشتر علف‌های هرز از پتانسیل محیط در مقایسه با جو نسبت داد. توماس (۱۹۹۴) گزارش نمود که رقابت گندم و علف‌هرز بر سر منابع غذایی به شکل معنی داری عملکرد دانه، تعداد سنبله و تعداد دانه در واحد سطح را کاهش داد.

تعداد دانه در سنبله

روند تغییرات تعداد دانه در سنبله جو رقم فردان تحت تیمارهای مختلف علفکش‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله جو رقم فردان در تیمار آکسیال ۱ به میزان (۲۰/۶۳) بدست آمد، هر چند با تیمارهای وجین، بازگران دی پی، آتلاتیس، آکسیال+ بروماید، آکسیال+ بوکتریل و گرانستار+ پوماسوپر اختلاف معنی داری را نشان نداد. تیمارهای اختلاط علفکش‌های گرانستار+ ایلوکسان (۱۷/۰۳) و آپروس (۱۴/۵۷) به ترتیب در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند. به‌هر حال تیمار

عدم کاربرد علفکش‌ها با مقدار ۱۲/۹۳ از کمترین تعداد دانه در سنبله برخوردار بود (جدول ۲). معمولاً تشکیل پرموردیای سنبلچه روی محور اصلی سنبله در مراحل زادوکس ۱۶ تا ۲۴ در حال شکل‌گیری است. از آنجایی که در گیاه جو از هر سنبلچه پس از گرده افشانی امکان تشکیل یک عدد دانه وجود دارد، لذا پس از سمپاشی مشاهده گردید که در تیمارهای آپيروس و گرانتستار+ ایلوکسان به‌مراه عدم کاربرد علفکش، رشد رویشی بوته‌ها بسیار کمتر از سایر تیمارها بوده است، لذا این طور به نظر می‌رسد که این دو علفکش اثر سوء بر این جزء از اجزای عملکرد داشته است. این در حالی است که برخی از علفکش‌ها با علفکشی بهتر امکان شرایط محیطی مطلوب برای تشکیل دانه را فراهم نموده و در این تیمارها تعداد دانه بیشتری حاصل گردیده است. اصولاً تشکیل دانه بستگی به تامین مواد غذایی لازم و شرایط محیطی مناسب در مرحله تبدیل مریستم رویشی به زایشی و مراحل بعد از آن دارد، به نظر می‌آید با افزایش تراکم گیاهی و به دنبال محدودیت مواد غذایی و نور، تولید واحدهای زایشی کاهش می‌یابد و در مراحل بعدی با افزایش رقابت برای به دست آوردن نور و مواد غذایی، شماری از واحدهای زایشی (سنبلچه‌ها و تعداد دانه در سنبلچه) حذف می‌گردند، لذا به دلیل رقابت بین دانه‌های در حال رشد و عدم دریافت مواد پرورده، بسیاری از دانه‌ها در ابتدای رشد چروکیده شده و از بین می‌روند، بنابراین تعداد دانه کمتری تولید می‌شود (ناصری و همکاران، ۲۰۱۲). کوسنس و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که در اثر رقابت علف‌های هرز با گندم تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. حضور علف‌های هرز در مرحله زایشی منجر به کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه می‌گردد و با کاهش انتقال مواد آسمیلاسیون تعداد دانه با محدودیت مواجه و کاهش می‌یابد.

وزن هزار دانه

در این مطالعه، وزن هزار دانه جو رقم فردان از روند کاهشی تحت تاثیر تیمارهای مختلف علفکش‌ها و عدم کاربرد علفکش‌های در مقایسه با شاهد وجین برخوردار بود، اگرچه تحت تیمارهای مختلف در حد بالا و پایین اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲).

عملکرد بیولوژیکی

مقایسه میانگین اثرات علفکش‌ها، عدم مصرف علفکش‌ها و وجین نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیکی جو رقم فردان به تیمار وجین علف‌های هرز (۹۵۷۹ کیلوگرم بر هکتار) تعلق داشت، هرچند با تیمار علفکش بازاگران دی پی (۹۵۶۳ کیلوگرم بر هکتار) اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. تیمار عدم مصرف علفکش‌ها با مقدار ۷۶۵۰ کیلوگرم بر هکتار از کمترین مقدار از لحاظ این صفت برخوردار بود (جدول ۲).

عملکرد دانه

مطابق نتایج جدول ۲، بیشترین میزان معنی‌دار عملکرد دانه جو رقم فردان به تیمارهای وجین علف‌های هرز و علفکش بازگران دی پی به ترتیب معادل ۳۶۳۱ و ۳۶۵۳ کیلوگرم بر هکتار اختصاص داشت. در مقابل تیمار عدم کاربرد علفکش‌ها با مقدار ۱۳۶۱ کیلوگرم بر هکتار از کمترین مقدار عملکرد دانه برخوردار بود، اگرچه از لحاظ آماری با تیمار آپروس (۱۶۶۲ کیلوگرم بر هکتار) اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). در این مطالعه، روز تا سنبله‌دهی جو رقم فردان تحت تیمارهای مختلف علفکش‌ها و عدم کاربرد علفکش در مقایسه با تیمار وجین تغییر معنی‌داری را نشان نداد؛ ولی اجزای عملکرد دانه یعنی تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی روند تغییرات متفاوتی داشتند. بنابراین می‌توان استنباط نمود که تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی در جو رقم فردان تاثیر بسزایی بر عملکرد دانه داشتند. این مطالعه نشان‌دهنده کارایی بیشتر علفکش‌های دو منظوره نظیر آکسیال ۱ و آکسیال با بروماید ام آ بوده است. این گونه به نظر می‌رسد که اختلاط این علفکش‌ها موجب شکستن مقاومت علف‌های هرز به علفکش‌های مورد بررسی شده است. کی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که با مصرف علفکش تا مقداری معین، ماده خشک گیاهان هرز کاهش یافته و موجب افزایش توانایی رقابت گیاهان زراعی و در نتیجه افزایش عملکرد اقتصادی آن‌ها می‌شود. در این مطالعه، در بین علفکش‌های مورد بررسی، مصرف علفکش آپروس در رقم جو از کمترین میزان عملکرد دانه برخوردار بود. این نتیجه مطابق با نتایج کلی و پیر (۲۰۰۳) می‌باشد. این محققین گزارش نمودند که مصرف علفکش آپروس به میزان کاربردی ۳۵، ۷۰ و ۱۴۰ گرم در هکتار به ترتیب موجب کاهش عملکرد دانه گندم به میزان ۶، ۱۸ و ۲۲/۴ درصد شد. در مقابل پاتریک و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که، آپروس (سولفوسولفورون) تراکم علف‌هرز بروموس (*Bromus secalinni*) را تا ۴۰ درصد کاهش داد، اما اثری بر وزن خشک گندم نداشت.

شاخص برداشت

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار وجین و مصرف علفکش‌های بازگران دی پی و آکسیال ۱ از بالاترین شاخص برداشت به ترتیب با مقدار ۳۸/۱۳، ۳۷/۹۷ و ۳۶/۴۶ درصد را برخوردار بودند، اما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای اختلاط علفکش‌های آتالنتیس (۳۳/۹۵ درصد) آکسیال+ بروماید ام آ (۳۶/۷۸ درصد) نداشته و در یک گروه قرار گرفتند. اما کمترین شاخص برداشت معنی‌دار به تیمارهای عدم کاربرد علفکش و آپروس به ترتیب معادل ۱۷/۷۹ و ۲۱/۲۰ درصد تعلق داشت (جدول ۲). شاخص برداشت بیانگر نسبت توزیع مواد فتوسنتزی به عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیکی است. در حقیقت بالا بودن شاخص برداشت نمایانگر انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از گیاه به دانه می‌باشد. افزایش عملکرد دانه ممکن است ناشی از افزایش عملکرد بیولوژیک (کل ماده خشک بالای سطح خاک) یا شاخص برداشت (نسبت عملکرد

اقتصادی به عملکرد بیولوژیک) یا هر دوی آن‌ها باشد. در این مطالعه، عملکرد بیولوژیک جو بطور معنی‌داری تحت تاثیر علف‌کش‌های مختلف قرار گرفت، بنابراین افزایش شاخص برداشت را می‌توان به افزایش عملکرد بیولوژیک و یا بالا بودن نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک (افزایش مربوط به تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع) نسبت داد. جدول ۲ - مقایسه میانگین (میانگین $\pm$ انحراف از معیار) اجزای عملکرد و عملکرد دانه جو رقم فردان تحت کاربرد علفکش‌های مختلف

صفات	ارتفاع	روز تا رسیدگی	تعداد سنبله در	تعداد دانه در	وزن هزاردانه	عملکرد	عملکرد دانه	شاخص
	(سانتی متر)	فیزیولوژیک	مترمربع	سنبله	(میلی گرم)	بیولوژیکی	(کیلوگرم بر هکتار)	(کیلوگرم بر هکتار)
عدم کاربرد	۲±۰۰/۰۰ ^c	۱۵۶/۰±۵۰/۵۰ ^a	۳۳۰/۰±۰۰/۰۰ ^e	۱۲/۰±۹۳/۲۹ ^c	۳۲/۰±۳۳/۵۷ ^e	۵۰±۷۶۵۰/۰۰ ^e	۵۳±۱۳۶۱/۵۱ ^f	۰±۷۹/۶۹ ^d
علفکش (شاهد)	۵۷							۱۷
وجین (شاهد)	۵±۰۰/۲۹ ^a	۱۵۳/۰±۳۳/۵۸ ^{bc}	۴۳۴/۹±۳۸/۳۸ ^a	۲۰/۰±۱۷/۹۱ ^a	۴۲/۰±۱۴/۲۴ ^a	۳۵۱±۹۵۷/۲۶ ^a	۶۳±۳۶۳۱/۶۱ ^a	۲±۱۳/۰۰ ^a
	۹۴					۹		۳۸
بازاگران دی پی	۳±۰۰/۶۱ ^a	۱۵۳/۰±۶۷/۵۸ ^b	۴۳۰/۰±۰۰/۰۰ ^a	۲۰/۰±۵۰/۴۶ ^a	۴۲/۰±۲۳/۲۱ ^a	۷۶±۹۵۶۳/۵۶ ^a	۲۵۱±۳۶۵/۶۶ ^a	۰±۹۷/۸۵ ^a
	۹۳					۳		۳۷
آکسیال ۱	۴±۳۳/۰۴ ^a	۱۵/۰۰±۳۳/۵۸ ^{bc}	۴۳/۱۲±۵۸/۷۷ ^a	۲۰/۱±۶۳/۸۸ ^a	۳۷/۱±۰۰/۷۳ ^{bc}	۳۰۵±۸۸۲/۵۱ ^b	۲۰۱±۳۲۱/۵۸ ^b	۳±۴۶/۰۱ ^a
	۹۲	۳	۴			۹	۵	۳۶
آپروس	۶/۵±۳۳/۷ ^c	۱۵۲/۰±۶۷/۵۸ ^c	۳۲/۲۱±۲۵/۹۰ ^e	۱۴/۰±۵۷/۸۱ ^c	۳۷/۱±۰۰/۷۳ ^{bc}	۲۲۹±۷۸/۱۳ ^{de}	۹۳±۱۶۶/۱۸ ^{ef}	۱±۲۰/۵۲ ^{cd}
	.		۱			۴۶	۲	۲۱/
آتلانتیس	۶±۶۷/۵۱ ^a	۱۵۲/۰±۶۷/۵۸ ^{bc}	۴۱/۴۶±۱۷/۷۸ ^{ab}	۲۰/۰±۴۷/۹۷ ^a	۳۵/۰±۸۹/۵۳ ^{bcd}	۳۴۹±۸۳/۸۷ ^{bc}	۲۴۸±۲۸۵/۶۶ ^c	۱±۹۵/۶۳ ^{ab}
	۹۰		.			۹۶	۴	۳۳/
آکسیال + برومایسید	۳±۶۷/۲۱ ^a	۱۵۳/۱±۳۳/۱۵ ^{bc}	۴۱/۱۱±۳۳/۵۵ ^{ab}	۲۰/۱±۱۷/۵۵ ^a	۳۷/۲±۴۰/۱۱ ^b	۲۷۸±۸۲/۳۳ ^{cd}	۱۳۰±۳۰/۵۱ ^{bc}	۲±۷۸/۶۳ ^a
ام آ	۸۷		۳			۹۶	۴۷	۳۶
آکسیال + بوکتریل	۳±۰۰/۶۱ ^a	۱۵۳/۱±۰۰/۰۰ ^{bc}	۳۸/۱۰±۰۸/۵۴ ^{bc}	۱۸/۱±۹۰/۶۱ ^{ab}	۳۳/۱±۷۹/۳۰ ^{de}	۴۸۷±۷۷/۱۷ ^{de}	۱۳۲±۲۳۵/۲۹ ^d	۱±۲۲/۵۱ ^b
	۸۸		۸			۸۴	.	۳۰

۳۰	۵	۶۳	۳۳/۲۳۶۴/۲۳ ^{de}	۱۹/۱۳۳/۴۲ ^a	۳۶/۲۶۱۸۲/۹۴ ^{cd}	۱۵۳/۱۳۰/۰۰ ^{bc}	۳۳/۳۳/۰۵ ^a	گرانستار+ پوما
۲۵	۹	۶	۳۴/۱۳۷۰/۲۵ ^{cde}	۱۷/۰۳۰۳/۹۱ ^b	۳۳۰/۴۳۳/۵۱ ^{de}	۱۵۳/۱۳۰/۰۰ ^{bc}	۵۳/۶۷/۶۹ ^b	گرانستار+
۴/۴۵	۳۲۱	۵۳۳	۲/۵۱	۱/۹۷	۳۵/۵۵	۱/۲۵	۷/۴۶	ایلوکسان
LSD 5%								

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

نتایج صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی جو رقم فردان تحت کاربرد علفکش‌های مختلف

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای عدم مصرف علفکش‌ها، وجین و علفکش‌های مورد بررسی غلات بر محتوای رنگیزه‌های فیزیولوژیکی کلروفیل *a*، *b* کل (*a+b*) و کاروتنوئیدی، اسمولیت‌های سازشی (آمینو اسید پرولین و قندهای محلول) و بیوشیمیایی محتوای فنول کل جو رقم فردان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

محتوای رنگیزه‌های کلروفیلی *a*، *b* و مجموع *a+b* و کاروتنوئیدها

مطابق نتایج، بیشترین محتوای رنگیزه کلروفیل *a* جو رقم فردان به تیمار شاهد وجین با مقدار ۱/۷۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه اختصاص داشت. در مقابل کمترین محتوای کلروفیل *a* مربوط به عدم مصرف علفکش (۱/۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) بود (جدول ۴). در مورد محتوای رنگیزه کلروفیل *b*، این مشخصه فیزیولوژیکی تحت تاثیر کاربرد تمامی علفکش‌های مورد بررسی در مقایسه با شاهد وجین کاهش نشان داد، اگرچه اختلاف برخی از آن‌ها با تیمار وجین معنی‌دار نبود. در مجموع تیمار عدم کاربرد علفکش‌ها همراه برخی از علفکش‌هایی نظیر آکسیال+ بوکتریل و گرانستار+ ایلوکسان با القای تنش موجب کاهش شدید محتوای رنگیزه کلروفیل *b* شدند (جدول ۴). در مجموع محتوای رنگیزه کلروفیل کل برگ پرچم جو تحت تاثیر مصرف انفرادی علفکش‌های تک و دو منظوره مورد بررسی و اختلاط علفکش‌های آکسیال با بروماید ام آ و بوکتریل و به‌علاوه گرانستار با پوما سوپر و ایلوکسان در مقایسه با تیمار وجین کاهش یافت. بیشترین بازدارندگی معنی‌دار مجموع محتوای کلروفیلی مربوط به تیمار عدم کاربرد علفکش‌ها و آپروس به‌ترتیب به میزان ۳۱ و ۲۷/۳۱ درصد در مقایسه با تیمار وجین بود (جدول ۴). محتوای رنگیزه کاروتنوئیدها نیز تحت تاثیر کاربرد علفکش‌ها از روند کاهشی در مقایسه با شاهد وجین برخوردار بود. بیشترین و کمترین اثر بازدارندگی مربوط به اختلاط گرانستار+ ایلوکسان و بازگران دی پی به‌ترتیب معادل ۷/۶۹ و ۲۷/۵۶ درصد، اگرچه از لحاظ آماری با برخی از تیمارها در دو حد بالا و پایین اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۴). کاهش محتوای رنگیزه‌های کلروفیلی جو رقم فردان در تیمار عدم وجین علف‌های هرز و اعمال تیمارهای مختلف علفکش در مقایسه با تیمار وجین موید این امر می‌باشد که علف‌های هرز

باعث تغییر در قابلیت دسترسی گیاه زراعی جو به منابع رشد شده و به عبارتی نوعی تنش برای گیاه زراعی فراهم می‌آورد. از سوی دیگر علفکش‌ها توانایی گیاه زراعی را در هم شکسته و متابولیزه شدن آن‌ها توسط گیاه زراعی را متوقف می‌نمایند که این امر باعث ایجاد تاثیر سوء بر گیاه زراعی می‌گردد. زارکو تجادا و همکاران (۲۰۰۰) گزارش نمودند که رنگیزه‌های کلروفیل برگ یکی از شاخص‌هایی است که فشارهای محیطی وارد بر گیاه را نشان می‌دهد و مقدار آن در گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد. با کاهش مقدار کلروفیل، جذب نور کاهش یافته و بدنبال آن میزان فتوسنتز و تولید تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. هار و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که دو عامل تداخل علف‌های هرز و مصرف علفکش‌ها در گیاهان

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی جو رقم فردان تحت کاربرد علفکش‌های مختلف

منابع	درجه	محتوای	محتوای	مجموع	محتوای	محتوای	محتوای آمینو	محتوای فنول
تغییر	آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	محتوای	کارتونوئیدها	قندهای	اسید پرولین	کل
				کلروفیل (a+b)		محلول		
تکرار	۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۱	۰/۸۱	۱۵/۶۵	۰/۳۴
تیمار	۹	۰/۰۸**	۰/۰۲**	۰/۱۶**	۰/۰۸**	۴۳/۴۸**	۲۱۱۸/۵۵**	۸۴۰/۵۷**
خطا	۱۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۶۴	۲۱/۰۶	۱۴/۹۹
ضریب تغییرات		۳/۴۶	۸/۵۷	۳/۹۷	۳/۰۸	۳/۲۹	۴/۴۶	۴/۱۶
(درصد)								

** : معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد. ^{ns}: عدم اختلاف معنی‌دار

باعث تحریک سنتز مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی در پاسخ به تنش می‌شوند. تلسنسکی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند رنگیزه کاروتنوئیدی جزو آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی محسوب می‌شوند، بنابراین بدیهی است که در زمان تنش میزان آن در گیاه افزایش یابد.

محتوای فنول کل

محتوای فنول کل جو رقم فردان تحت تنش علفکش‌ها از روند افزایشی در مقایسه با تیمار وجین علف‌های هرز برخوردار بود. در بین علفکش‌ها، آپروس با مقدار معادل ۱۱۱/۱۶ میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه خشک از بیشترین مقدار فنول کل برخوردار بود. در مقابل کمترین محتوای فنول کل به علفکش بازآگران دی پی (۷۶/۳۲) میلی گرم گالک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه خشک) تعلق داشت (جدول ۴). هار و همکاران (۲۰۱۸) با مطالعه روی پاسخ آنتی‌اکسیدانی گیاهان ناشی از علف‌های هرز و علفکش‌ها گزارش نمودند که هم تداخل علف‌های هرز و هم مصرف علفکش‌ها در گیاهان باعث تحریک سنتز مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله گلوکاتایون، توکوفرول، فلاونوئیدها، پرولین و ترکیبات فنولی در پاسخ به تنش می‌شوند. عمرانی و همکاران (۱۳۹۶) نیز با مطالعه روی گیاه موسیر گزارش نمودند که بیشترین میزان آمینو اسید پرولین در تیمار بدون کنترل علف‌هرز مشاهده گردید.

جدول ۴- مقایسه میانگین (میانگین $\pm$ انحراف از معیار) صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی جو رقم فردان تحت کاربرد علفکش‌های مختلف

محتوای	مجموع محتوای	محتوای کارتنوئیدها	محتوای قندهای	محتوای قندهای	محتوای قندهای	محتوای قندهای	محتوای قندهای
کلروفیل a	کلروفیل (a+b)	(میلی گرم بر گرم	محتوای آمینو اسید	محتوای قندهای	محتوای قندهای	محتوای قندهای	محتوای قندهای
صفات	b	(میلی گرم بر گرم	پرولین	در ۱۰۰ گرم وزن	محتوای قندهای	محتوای قندهای	محتوای قندهای
گرم وزن	(میلی گرم بر گرم	وزن خشک تازه)	(میکرو مول بر گرم	خشک نمونه)	محتوای قندهای	محتوای قندهای	محتوای قندهای
خشک تازه)	وزن خشک تازه)		وزن تازه)		محتوای قندهای	محتوای قندهای	محتوای قندهای
عدم کاربرد علفکش (شاهد)	۱/۰±۲۵/۰۵ ^g	۰/۰±۳۸/۰۳ ^c	۱/۰±۶۳/۵۸ ^g	۱/۰±۰۷/۰۵ ^e	۳۱/۱±۱۵/۹۵ ^a	۱۴۴/۶±۲۰/۰۴ ^a	۱۱۷/۵±۸۵/۸۱ ^a
وجین (شاهد)	۱/۰±۷۹/۰۵ ^a	۰/۰±۵۹/۰۲ ^a	۲/۰±۳۸/۶۱ ^a	۱/۰±۵۶/۰۰۶ ^a	۱۶/۰±۶۵/۰۹ ^f	۵۷/۲±۷۸/۰۵ ^h	۶۲/۲±۴۰/۹۰ ^f
بازاگران دی پی	۱/۰±۶۹/۰۳ ^b	۰/۰±۵۸/۰۳ ^{ab}	۲/۰±۲۶/۰۶ ^{ab}	۱/۰±۴۴/۰۳ ^b	۲۲/۰±۴۲/۴۱ ^e	۷۱/۲±۲۳/۹۳ ^g	۷۶/۳±۳۲/۲۷ ^e
آکسیال ۱	۱/۰±۶۳/۰۷ ^{bc}	۰/۰±۵۱/۰۴ ^b	۲/۰±۱۴/۰۹ ^{bc}	۱/۰±۳۸/۰۲ ^{bc}	۲۴/۰±۸۰/۰۷ ^c	۸۸/۲±۱۳/۷۲ ^f	۷۸/۰±۳۲/۲۵ ^e
آپیروس	۱/۰±۳۵/۰۴ ^f	۰/۰±۴۰/۰۳ ^c	۱/۰±۷۳/۳۵ ^{fg}	۱/۰±۱۲/۰۶ ^{de}	۲۸/۱±۵۸/۵۳ ^b	۱۳۰/۵±۳۴/۲۰ ^b	۱۱۱/۵±۱۶/۸۸ ^b
آتلاتیس	۱/۰±۵۹/۰۲ ^c	۰/۰±۵۳/۰۴ ^{ab}	۲/۰±۱۲/۰۷ ^c	۱/۰±۳۶/۰۴ ^c	۲۴/۰±۴۱/۴۲ ^{cd}	۹۷/۱±۳۰/۱۰ ^e	۹۷/۰±۲۸/۴۳ ^{cd}
آکسیال + پروماید ام آ	۱/۰±۴۹/۱۰ ^{de}	۰/۰±۵۳/۰۶ ^{ab}	۲/۰±۰۲/۱۳ ^{cd}	۱/۰±۳۴/۰۰۶ ^c	۲۳/۰±۴۱/۱۶ ^{de}	۹۵/۵±۹۸/۸۸ ^{ef}	۹۴/۳±۴۰/۳۰ ^d
آکسیال + بوکتریل	۱/۰±۴۱/۰۹ ^{ef}	۰/۰±۳۹/۰۸ ^c	۱/۰±۸۱/۱۶ ^{ef}	۱/۰±۱۵/۰۴ ^d	۲۳/۰±۲۸/۱۵ ^{de}	۱۱۵/۴±۷۷/۹۷ ^c	۹۴/۰±۷۱/۵۵ ^d
گرانستار + پوما سوپر	۱/۰±۵۷/۰۳ ^{cd}	۰/۰±۵۱/۰۳ ^b	۲/۰±۰۸/۰۶ ^c	۱/۰±۴۰/۰۳ ^{bc}	۲۳/۰±۹۵/۲۱ ^{cd}	۱۰۵/۵±۳۴/۱۶ ^d	۹۵/۱±۷۵/۱۰ ^d
گرانستار +	۱/۰±۴۹/۱۰ ^{de}	۰/۰±۴۳/۰۲ ^c	۱/۰±۹۱/۰۲ ^{de}	۱/۰±۱۳/۰۵ ^{de}	۲۵/۰±۳۱/۰۶ ^c	۱۲۲/۵±۵۶/۸۶ ^{bc}	۱۰۳/۵±۶۷/۹۴ ^c
ایلوکسان							

۶/۶۴	۷/۸۷	۱/۳۸	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۹	LSD 5%
------	------	------	------	------	------	------	--------

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

نتایج صفات تراکم بوته و وزن خشک علف‌های هرز غالب و مجموع علف‌های هرز تحت کاربرد علفکش‌های مختلف

در جو رقم فردان

در این مطالعه ۸ گونه علف‌های هرز به تفکیک گونه در کرت‌های مزرعه آزمایشی مورد شناسایی قرار گرفت. گونه‌ها به ترتیب شامل هفت بند (*Polygonum aviculare* L.)، شلمی (*Rapistrum rugosum* L.) و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* Durieu) به عنوان علف‌های هرز غالب و گشنیزک (*Bifora testiculata*)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، چچم یکساله (*Lolium rigidum* L.)، خار شتر (*Alhagi camelorum* Fisch) و پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) به عنوان علف‌های هرز ثانویه بودند. بر اساس نتایج، اثر عدم مصرف علفکش، وجین و مصرف انفرادی بازاگران دی پی، آکسیال ۱، آپیرس، آتلانتیس و اختلاط علفکش آکسیال با بروماید ام آ و بوکتریل و به علاوه گرانتار با پوما سوپر و ایلوکسان بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز غالب و تراکم بوته و وزن خشک مجموع علف‌های هرز غالب در جو رقم فردان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات تراکم و وزن خشک علف‌های هرز غالب و مجموع علف‌های هرز تحت کاربرد علفکش‌های مختلف در جو رقم فردان

منابع تغییر	درجه	تراکم بوته	وزن خشک	تراکم بوته	وزن خشک	تراکم بوته	وزن خشک	تراکم بوته	وزن خشک
	آزادی	هفت بند	هفت بند	شلمی	خوشک	یولاف وحشی	یولاف وحشی	تراکم بوته	وزن خشک
								مجموع	مجموع
								علف‌های هرز	علف‌های هرز
تکرار	۲	۰/۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۳۶۷	۰/۱۷۴	۴/۳۶	۰/۱۷	۴/۹۵
تیمار	۹	۴۶/۷۹**	۳۰/۹۵**	۴/۲۵**	۸/۴۴**	۱۱/۷۹**	۹۱۳/۷۵**	۱۳۸/۱۴**	۱۶۰۹/۷۸۰**
				۲					
خطا	۱۸	۰/۱۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۲۱	۰/۱۱۲	۲/۳۴	۰/۳۸۶	۲/۵۹
ضریب تغییرات	-	۱۱/۳۰	۳/۶۸	۱۶/۳۷	۱۳/۸۳	۱۷/۵۱	۱۴/۹۷	۹/۳۴	۱۰/۹۰
(درصد)									

**معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد. ^{ns}: عدم اختلاف معنی‌دار

مطابق نتایج بدست آمده، بیشترین تراکم بوته و وزن خشک علف‌های هرز هفت بند مربوط به تیمار عدم کاربرد علفکش‌ها به ترتیب معادل ۱۱/۵۰ بوته در مترمربع و ۱۰/۴۰ میلی گرم بر مترمربع بود. در بین علفکش‌ها، بیشترین اثر بازدارندگی بر تراکم و وزن خشک

علف‌هرز هفت‌بند به ترتیب مربوط به تیمار اختلاط آکسیال با برومایسید ام آ و بوکتریل (۰/۸۹/ بوته در مترمربع) و آکسیال ۱ (۰/۱۱/ میلی گرم در مترمربع) اختصاص داشت، اما از لحاظ آماری با برخی از تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در مقابل کمترین کنترل کنندگی تراکم و وزن خشک علف‌هرز هفت‌بند به تیمار علفکش آپروس به ترتیب به مقدار ۹/۳۳ بوته در مترمربع و علفکش آکسیال+ بوکتریل (۰/۵۰/ میلی گرم بر مترمربع) اختصاص داشت (جدول ۶). در این مطالعه بازاگران دی پی به‌طور کامل علف‌هرز شلمی را در مزرعه جو مورد آزمایش کنترل نمود، به‌طوری که علف‌هرز شلمی در کرت‌های آزمایشی مشاهده نشد. بعد از تیمار عدم مصرف علفکش، بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌هرز شلمی به تیمار آپروس به ترتیب معادل ۲/۸۹ بوته در مترمربع و ۱۲/۴۹ گرم در مترمربع بود (جدول ۶). مطابق نتایج، بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌هرز یولاف وحشی به ترتیب مربوط به عدم کاربرد علفکش به ترتیب معادل ۶/۸۳ بوته در مترمربع و ۵۰ میلی گرم در مترمربع بود. در میان علفکش‌های مورد بررسی، کمترین تراکم و وزن خشک علف‌هرز یولاف وحشی مربوط به مصرف بازاگران دی پی به ترتیب معادل ۹۵ و ۲۸ درصد در مقایسه با شاهد عدم مصرف علفکش بود، اگرچه از لحاظ آماری با برخی از تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۶). در مجموع، تراکم و وزن خشک مجموع علف‌های هرز بشدت تحت تاثیر تیمارهای مختلف علفکش و عدم مصرف علفکش‌ها کاهش نشان داد. بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به تیمار بازاگران دی پی به ترتیب به مقدار ۹۱/۹۷ و ۹۹/۳۲ درصد بود، اگرچه از لحاظ آماری با برخی از تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۶). در مجموع این مطالعه نشان داد که علفکش بازاگران دی پی اثر کنترل کنندگی مناسبی تری بر علف‌های هرز جو رقم فردان نشان داد. از سوی دیگر اثر سوء آن بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه جو کمتر بوده است. این در حالی است که سایر علفکش‌ها بسته به گونه علف‌های هرز از موفقیت نسبی کمتر و یا هم‌تراز با این علفکش برخوردار بودند. به‌طوری که در آزمایش حاضر علفکش آپروس اثربخشی ضعیف‌تری بر علف‌های هرز نسبت به سایر تیمارها داشت و جزء ضعیف‌ترین تیمارها در مهار علف‌های هرز غالب بود. هادیزاده (۱۳۹۵) گزارش نمود که گونه‌های موجود در طیف علف‌های هرز به‌طور یکسان به علفکش‌های مصرفی واکنش نشان نداده و درصد مهارشوندگی بعضی از گونه‌ها به‌خوبی بقیه نیست. این گونه‌ها به اصطلاح دشوار-کنترل محسوب شده که ناشی از تحمل ذاتی آن‌ها است و برای مهار آن‌ها علفکش‌های جدید با ترکیب چند ماده موثره پیشنهاد می‌شود. علفکش‌های ترکیبی جدید همچنین جایگاه شناخته شده‌ای در کاهش سرعت مقاومت علف‌های هرز به علفکش‌های پرمصرف دارد (زند و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعات رقابتی بین علف‌های هرز و گندم نیز حاکی از بهبود توانایی جذب نور، افزایش شاخص سطح برگ و تسریع در بسته شدن کانوپی گندم در تراکم‌های بالاتر که موجب برتری رقابتی گندم و تضعیف علف‌های هرز این محصول می‌باشد (زیمدال و همکاران، ۲۰۰۶؛ شو و همکاران، ۲۰۰۷). بررسی‌ها نشان داد که سموم علفکش به کار رفته در این آزمایش اثرات متفاوتی بر مهار علف‌های هرز و تولید محصول جو رقم فردان داشتند. به‌طوری که عملکرد دانه تیمارها از ۲۷۱۶ کیلوگرم در اثر استفاده از اختلاط علفکش ایلوکسان + گرانستار تا ۳۶۳۶ کیلوگرم در هکتار در اثر استفاده از علفکش بازاگران دی پی افزایش نشان داده است که بیانگر اختلاف ۳۳ درصدی عملکرد دانه جو رقم فردان در اثر استفاده از علفکش مناسب‌تر (بازاگران دی پی) است. نکته قابل توجه، کاهش ۴۸۲ کیلوگرمی در هکتار استفاده از اختلاط علفکش‌های ایلوکسان + گرانستار نسبت به شاهد (وجین دستی) بود که بیانگر اثر سوء برخی از علفکش‌ها بر عملکرد دانه است

و لزوم دقت در انتخاب نوع علف‌کش در کشت محصولات زراعی را دو چندان می‌نماید. نتایج این آزمایش هم‌چنین نشان داد که علف‌کش‌های جدید دو منظوره (آکسیال ۱ جدید) و پهن‌برگ‌کش (بازاگران دی پی) تأثیرات مثبتی بر مهار علف‌های هرز و تولید محصول جو در منطقه گنبد کاووس داشت و از طرفی علف‌کش‌های رایج منطقه یعنی پوماسوپر و گرانتار و اختلاط آنها از کارایی بسیار پایینی در کنترل علف‌های هرز و تولید دانه در جو برخوردار بودند. لذا با توجه به گزارش‌های موجود مبنی بر مقاومت علف‌های هرز در استان گلستان به این سموم، لزوم جایگزینی با سموم جدید احساس می‌گردد.

جدول ۶- مقایسه میانگین (میانگین $\pm$ انحراف از معیار) صفات تراکم و وزن خشک علف‌های هرز غالب و مجموع علف‌های هرز در جو رقم فردان

تحت کاربرد علف‌کش‌های مختلف

صفات	تراکم	وزن خشک	تراکم	وزن خشک	تراکم	وزن خشک	تراکم	وزن خشک
هفت بند (بوته)	هفت بند	شلمی (بوته در متر مربع)	شلمی (بوته در متر مربع)	یولاف وحشی (بوته در متر مربع)	یولاف وحشی (بوته در متر مربع)	علف‌های هرز (بوته در متر مربع)	تراکم مجموع	وزن خشک مجموع
۱۱/۰ $\pm$ ۵۰/۵۰ ^a	۱۰/۰ $\pm$ ۴۰/۱۰ ^a	۳/۰ $\pm$ ۶۰/۱۰ ^a	۱۳/۰ $\pm$ ۱۰/۱۰ ^a	۶/۰ $\pm$ ۸۳/۷۲ ^a	۵۰/۲ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^a	۲۱/۰ $\pm$ ۹۳/۳۲ ^a	۷۳/۰ $\pm$ ۵۰/۱۸ ^a	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^e
۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^g	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^e	۰/۰ $\pm$ ۰۰ ^e	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^d	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^e	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^d	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^h	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^e	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^e
۱/۰ $\pm$ ۴۴/۲۰ ^{ef}	۰/۰ $\pm$ ۱۳/۰۳ ^d	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^e	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^d	۰/۰ $\pm$ ۳۲/۱۷ ^e	۰/۰ $\pm$ ۳۶/۰۷ ^d	۱/۰ $\pm$ ۷۶/۲۱ ^g	۰/۰ $\pm$ ۴۹/۱۱ ^e	۰/۰ $\pm$ ۴۹/۱۱ ^e
۱/۰ $\pm$ ۲۲/۱۹ ^{ef}	۰/۰ $\pm$ ۱۱/۰۲ ^d	۰/۰ $\pm$ ۸۸/۳۹ ^d	۰/۰۰۰ $\pm$ ۰۰۰۰ ^d	۰/۰ $\pm$ ۹۴/۰۵ ^d	۱/۰۰۰ $\pm$ ۰۰/۱۹ ^d	۲/۱ $\pm$ ۹۹/۱۵ ^f	۱/۰ $\pm$ ۱۰/۲۶ ^e	۱/۰ $\pm$ ۱۰/۲۶ ^e
۹/۰ $\pm$ ۳۳/۳۳ ^b	۰/۰ $\pm$ ۴۷/۰۶ ^b	۲/۰ $\pm$ ۸۹/۲۰ ^b	۱۲/۰ $\pm$ ۴۹/۸۴ ^a	۱/۰ $\pm$ ۵۲/۱۷ ^c	۱/۰ $\pm$ ۴۹/۳۵ ^d	۱۳/۰ $\pm$ ۷۴/۱۵ ^b	۱۴/۱ $\pm$ ۳۸/۲۰ ^c	۱۴/۱ $\pm$ ۳۸/۲۰ ^c
۱/۰ $\pm$ ۹۱/۴۷ ^e	۰/۰ $\pm$ ۱۶/۰۲ ^d	۰/۰ $\pm$ ۸۹/۲۰ ^c	۵/۰ $\pm$ ۰۰/۸۱ ^b	۱/۰ $\pm$ ۴۴/۱۹ ^{cd}	۴/۰ $\pm$ ۸۱/۲۷ ^c	۴/۰ $\pm$ ۲۴/۶۷ ^e	۱۰/۱ $\pm$ ۲۵/۰۶ ^d	۱۰/۱ $\pm$ ۲۵/۰۶ ^d
۰/۰ $\pm$ ۸۹/۲۰ ^f	۰/۱۸۰ $\pm$ ۰/۰۳ ^d	۰/۰ $\pm$ ۶۲/۰۴ ^{cd}	۰/۰ $\pm$ ۰۰/۰۰ ^d	۱/۰ $\pm$ ۶۴/۱۳ ^c	۱/۰ $\pm$ ۴۳/۳۱ ^d	۲/۰ $\pm$ ۶۶/۳۳ ^{fg}	۲/۰ $\pm$ ۰۱/۴۰ ^e	۲/۰ $\pm$ ۰۱/۴۰ ^e
۰/۰ $\pm$ ۸۹/۴۷ ^f	۰/۰ $\pm$ ۵۰/۰۴۳ ^b	۰/۰ $\pm$ ۵۵/۱۰ ^d	۰/۰ $\pm$ ۰۸/۱۴ ^d	۱/۰ $\pm$ ۴۴/۳۸ ^{cd}	۳۴/۴ $\pm$ ۷۳/۵۷ ^b	۲/۰ $\pm$ ۵۲/۵۰ ^{fg}	۳۴/۴ $\pm$ ۸۳/۵۷ ^b	۳۴/۴ $\pm$ ۸۳/۵۷ ^b
۵/۰ $\pm$ ۴۴/۵۱ ^c	۰/۰ $\pm$ ۳۴/۰۵ ^c	۰/۰ $\pm$ ۶۲/۰۶ ^{cd}	۰/۰ $\pm$ ۹۴/۱۸ ^c	۳/۰ $\pm$ ۶۶/۵۸ ^b	۷/۰ $\pm$ ۰۱/۱۲ ^c	۹/۰ $\pm$ ۸۸/۵۱ ^c	۸/۰ $\pm$ ۴۶/۱۶ ^d	۸/۰ $\pm$ ۴۶/۱۶ ^d

سوپر

۲/۱±۷۰/۱۳ ^e	۶/۱±۸۳/۰۴ ^d	۱/۰±۳۷/۴۱ ^d	۱/۰±۳۳/۳۳ ^{cd}	۱/۰±۱۷/۸۹ ^c	۰/۰±۸۹/۲۰ ^c	۰/۰±۴۲/۰۵ ^b	۴/۰±۶۱/۶۷ ^d	گرانستار + ایلوکسان
۲/۷۶	۱/۰۷	۲/۶۲	۰/۵۷	۰/۷۸	۰/۳۱	۰/۰۹	۰/۷۲	LSD 5%

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه گنبدکاوس انجام شده است.

منابع

- الهوریدیان حمیدی، ا. ۱۳۹۶. اثرات تعاملی کلونیزاسیون میکوریزای آربوسکولار و علفکش سوپرگلانت در رشد و فیزیولوژی گیاه کانولا (*Brassica napus L.*). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ایران.
- زید علی، ا.، ر. ناصری، ا. میرزایی و ع. ا. چیت بند. ۱۳۹۵. بررسی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی گندم متأثر از تراکم و کاربرد علفکش‌ها. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۴(۴۰): ۸۳۹-۸۵۶.
- زند، ا.، م. ع. باغستانی، ن. نظام آبادی، پ. شیمی. ۱۳۸۹. علفکش‌ها و علف‌های هرز مهم ایران- ویراستاری سوم. چاپ اول، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.
- عبادت، ع.، ا. غلامعلی پور علمداری ز. اورسجی و ع. راحمی کاریزکی، ع. ۱۳۹۸. تاثیر زمان مصرف علفکش‌های دو منظوره و اختلاط علفکش‌ها بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد گندم. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۱ (۳۹): ۲۰۹-۱۹۲.
- عمرانی، م.، ا. احمدی و م. رستمی. ۱۳۹۶. ارزیابی اثر مدیریت شیمیایی علف‌های هرز بر مقادیر پرولین و فعالیت آنزیم پراکسیداز موسیر (*Allium stipitatum*). کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین در کشاورزی، محیط زیست و مدیریت منابع طبیعی. کرج، ایران.
- گلو، م. و م. سارانی. ۱۳۸۹. ارزیابی کارایی سه علف کش جدید بر روی دمرابه‌ای ژاپنی (*Bromus japonicus*) در مزارع گندم (*Triticum aestivum*) منطقه سیستان. سومین کنفرانس ملی علوم علف‌های هرز، بابلسر. صفحات ۵۴۷-۵۴۴.
- قطاری، ا. س. و آ. روزبهانی. ۱۳۹۴. کنترل شیمیایی و مکانیکی علف‌های هرز و نقش آن‌ها بر میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی و عملکرد لوبیا. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹(۳): ۴۷۶-۴۶۱.
- موسوی، س. ک.، ا. زند، ن. باقرانی، ع. حقیقی، ح. ر. ساسانفر و م. مین باشی. ۱۳۹۹. مدیریت علف‌های هرز مزارع و باغات ایران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. ۲۰ صفحه.

هادیزاده، م. ح.، ن. نظام آبادی و س. ح. ترابی. ۱۳۹۵. اثربخشی یدوسولفورون + فورم سولفورون + تین کاربازون به عنوان یک علفکش پیش مخلوط در مقایسه با علفکش‌های معمول ثبت شده برای کنترل علف‌های هرز ذرت (*Zea mays L.*) در مشهد. هفتمین کنفرانس ملی علف‌های هرز، پنجم تا هفتم شهریور. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

نوربخش، س. ۱۳۹۸. فهرست آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم محصولات عمده کشاورزی، آفتکش‌ها و روش‌های توصیه شده جهت کنترل آن‌ها. معاونت کنترل آفات، سازمان حفظ نباتات.

نوربخش، س. ۱۴۰۰. فهرست آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم محصولات کشاورزی، مواد شیمیایی و راهکارهای توصیه شده برای مبارزه با آن‌ها. سازمان حفظ نباتات، وزارت جهاد کشاورزی. ۲۲۴ صفحه.

Abdollahi, A. E., O. Modisa, O. Molsiwo and L. Mosarwe. 2001. *Cynodon dactylon* control in sunflower (*Helianthus annuus*) with postemergence graminicides in a semi-arid environment. Crop Prot. 20: 411-414.

Amoo, S. O., A. U. Ojo and J. Van Staden, 2008. Allelopathic potential of *Tetrapleura tetraptera* leaf extracts on early seedling growth of five agricultural crops. S. Afr. J. Bot. 74: 149-152.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-5.

Barrentine, W. L., G. E. Street and M. E. Kutz. 1984. Postemergence control of red rice. Weed Sci. 32: 832-834.

Bates, L. S., R.D. Walderen and I. D. Taere. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

Caceres, A. 2000. Calidad de la material prima para la elaboracion de productos fitofarma ceuticas. Primer Congreso International FITO 2000 Por la investigacion, conservacion y diffusion del conocimiento de las plantas medicinals 27-30 de septiembre, Lima, Peru.

Chatterjee, J and C. Chatterjee. 2000. Phytotoxicity of cobalt, chromium and copper in cauliflower. Environ Pollut. 109(1): 69-74.

Chen, G., L. Wang, H. Xu, X. Wu, L. Pan and L. Dong. 2017. Cross-resistance patterns to acetyl-CoA carboxylase inhibitors associated with different mutations in Japanese foxtail (*Alopecurus japonicus*). Weed Sci. 65(4): 444-451.

Cousens, R. 1988. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and a statistical comparison with other models. J. Agric. Sci. 105:513-521.

FAO. 2019. Statistical database. (available at www.Fao.Org/faostat).

Friesen, G. H. and D. A. Wall. 2003. Control of *Sinapis arvensis* in safflower with post-emergence herbicides. Crop Prot. 10: 74-77.

Grichar, W. J., D. C. Sestak, K. D. Brewer, B. A. Besler, R. Stichler and D. T. Smith. 2001. Sesame (*Sesame indicum*) tolerance and weed control with soil- applied herbicides. Crop Prot. 20: 389-394.

Harre, N. T., H. Nie, Y. Jiang and B. G. Young. 2018. Differential antioxidant enzyme activity in rapid-response glyphosate-resistant *Ambrosia trifida*. Pest Manag. Sci. 74: 2125-2132.

Hedrich, N. 2001. Safflower production tips. Washington State University Cooperative Extension.

- Kaur, A., S. Kumar, N. Singh and M. Kaur. 2018. Effect of different herbicides on weeds and growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) in central Punjab. *Agriways*. 6 (2) :37-40.
- Kelley, J. P. and T. F. Peeper. 2003. Wheat (*Triticum aestivum*) and rotational crop response to MON 37500. *Weed Technol.* 17(1): 55-59.
- Ki, D. S., E. J. P. Marshall, P. Brain and J. C. Caseley. 2006. Modeling the effects of sub-lethal doses of herbicide and nitrogen fertilizer on crop-weed competition. *Weed Res.* 46: 492- 502.
- Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Hellebust JA, Craigie JS, (Ed) *Handbook of Physiological Methods, Physiological and Biochemical Methods*, pp. 95-97.
- Malick, C. P. and Singh, M. B. 1980. In *plant enzymology and histo enzymology*. Kalyani Publishers, New Dehli, 286 p.
- Mishra, Sh. and R. S. Dubey. 2006. Heavy metal uptake and detoxification mechanisms in plants. *Int. J. Agric. Res.* 1(2): 122-141.
- Naseri, R., A. Soleymanifard, H. Khoshkhabar, A. Miraei and K. Nazaralizadeh. 2012. Effect of plant density on grain yield, yield components and associated traits of three durum wheat cultivars in western Iran. *Int. J. Agric. Crop Sci.* 4 (2): 79-85.
- Norris, R. F. 2000. *Safflower production and weed management*. University of California. Davis. CA.
- Ntanos, D. A. and S. D. Koutroubas. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under mediterranean conditions. *Field Crops Res.* 74: 93-101.
- Pandya, N., G. S. Chouhau V. Nepulia. 2005. Effect of varieties, crop geometrics and weed management on nutrient uptake by soybean (*Glycine max*) and associated weeds. *Indian J. Agron.* 50(3), 218-220.
- Patrick, W. and W. Stahlman. 1999. Environmental and application effects Mon 37500 efficiency and Phytotoxicity. *Weed Sci.* 47: 736-739.
- Telesinski, A., J. Nowak, B. Smolik, A. Dubowska and N. Skrzybiec. 2008. Effect of soil salinity on activity of antioxidant enzymes and content of ascorbic acid and phenols in bean plants. *Journal Elem.* 13: 401-409.
- Thomas, J. B., G. B. Schaalje and M. N. Grant. 1994. Height, competition and yield potential in winter wheat. *Euphytica*. 74. 9-17.
- Vencill, W. K. 2002. *Herbicide Handbook* (8th ed). Weed Science Society of America, Lawrence, KS. 493 p.
- Wilson, R. G., A. Smith and E. D. Kerr. 1987. Weed control system for transplanted sugarbeet (*Beta vulgaris*). *Weed Sci.* 35: 99-102.
- Xu, G. H., V. Chague, C. Melamed-Bessudo, Y. Kapulnik, A. Jain, K. G. Raghothama, A. A. Levy and A. Silber. 2007. Functional characterization of LePT4: a phosphate transporter in tomato with mycorrhiza-enhanced expression. *J. Exp. Bot.* 58: 2491-2501.
- Zarco-Tejada, P. J., J. R. Miller, G. H. Mohammad, T. L. Noland and P. H. Sampson. 2000. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. *Remote Sens. Environ.* 74: 596-608.

Zimdahl, R. L. 2004. Weed–crop competition. A Review, Second edition, Blackwell Publishing. 240 p.

Evaluating the effect of dual and single purpose herbicides and mixing herbicides on weeds control, seed yield and physiological characteristics of barley cultivar- Fardan

Sarli^۱, E. Gholamalipour Alamdari^{۲*}, R. Mohammadi Gonbad^۳

Received :13 Nov.2023 Accepted: 31 Dec.2023

Abstract

An experiment conducted to evaluate the efficiency of using dual, single purpose herbicides and mixing herbicides on weeds control, and growth, physiological, yield and yield components of barley cultivar namely Fardan based on randomized complete block design with three replications in Gonbad Kavous Agricultural Research Station in 2020-2021 growing season. Treatments included Bazagran DP (Bentazon+ Dichlorprop), Axial 1 (Pinoxaden+ Immunizer Klukinost-Maxil), Atlantis (Mesosulfuron methyl+ Iodosulfuron methyl sodium+ Mefenpyr diethyl), Apirus (Sulfosulfuron DF 75%), Axial (Pinoxaden)+ Bromicide MA (Bromoxinil + MCPA), Axial + Buctril (Bromoxinil+ 2,4 D), Granstar (Tribenuron methyl)+ Puma super (Fenoxaprop-p-ethyl), Granstar+ Iloxan (diclofop methyl). The treatments of without application of herbicides and hand weeding also were used as control. The studied herbicides were applied based on the Zadok coding system at the initial tillering time (Zadok 21). The results showed that the effect of the studied cereal herbicides on characteristics such as plant height, days to physiological maturity, number of spikes per square meter, number of seeds per spike, weight of 1000 seeds, biological yield, seed yield and harvest index, content of total chlorophyll pigments (a+b) and carotenoids, compatible osmolytes (i.e., amino acid proline and soluble sugars), and total phenols of barley cultivar- Fardan were significant ($p<0.05$). The seed yield of barley was the highest under application of Bazagran DP herbicide along the weeding treatments with the value of 3653 and 3631 kg/ha statistically. In contrast, the lowest seed yield was observed in the without application of herbicides by 1361 kg/ha. The findings also showed that dual-purpose herbicide of Axial 1 and mixing Axial with bromicide MA with a suitable control of weeds increased the seed yield of barley compared to other herbicides. Total chlorophyll pigment (a+b) content of barley decreased under the application of different herbicides and weed competition, despite the relative increase of compatible osmolytes and total phenols. This indicates the stress intensity of the studied herbicides and the insufficiency of these protectors. Based on the results, 8 weed species was identified in the experimental plots, so that *Polygonum aviculare*, *Rapistrum rugosum*, and *Avena ludoviciana* were the dominant weeds in this study. Density and dry weight of total weeds were

1. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad-Kavos University, Gonbad-Kavos, Iran.

2. Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad-Kavos University, Gonbad-Kavos, Iran. Corresponding Author: eg.alamdari@gonbad.ac.ir

3. Department of Agricultural and Horticultural Sciences Research, Golestan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Gorgan, Iran.

greatly affected by different herbicide treatments and weedy check. The results showed that the Bazagaran DP herbicide had the greatest reduction effect on the weeds by 91.97% and 99.32%, respectively. In contrast, Apirus was the weakest treatments in controlling the weeds.

Key words: Apirus, Bazagaran DP, Chlorophyll pigments, Barley seed yield, Soluble sugars, Tota Phenol