



Original Article

Comparison the Efficacy of Dicamba + Prosulfuron and Bentazon Herbicides with Common Broadleaf Herbicides in Weed Control in Irrigated Wheat Fields

Rasoul Fakhari ^{1*}, Mohammad Reza Karaminejad ², Mohammad Hassan Hadizadeh ³, Hossein Sabet Zangheneh ⁴, Mehdi Minbashi Moeini ⁵

¹ Plant Protection Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Moghan, Iran.

^{2,5} Weed Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran.

³ Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan-Razavi, AREEO, Mashhad, Iran.

⁴ Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khuzestan-AREEO, Dezful, Iran.

Article Info

Received:

February 28, 2025

Accepted:

May 31, 2025

First published online:

June 22, 2025

Corresponding Author:

Rasoul Fakhari

Email:

r.fakhari@iripp.ir

Key words:

Bentazon, Dry weight, Seed yield, Visual assessment.

Abstract

Two broadleaf herbicides, dicamba + prosulfuron and bentazon, have recently been introduced to control broadleaf weeds in wheat fields of Iran. Therefore, in order to compare their efficacy with conventional broadleaf herbicides, the present study was conducted in the Agricultural Research and Education Centers and Natural Resources of Karaj, Moghan, Mashhad and Dezful in a randomized complete block design with four replications during the 2023–2024 growing season. Treatments consisted of dicamba + prosulfuron at 300, 350, and 400 g ha⁻¹; bentazon at 600, 700, 900, and 1100 g ha⁻¹; bromoxynil + 2,4-D at 1.5 L ha⁻¹; Basagran + dichlorprop at 2 L ha⁻¹; dicamba + triasulfuron at 165 g ha⁻¹; bromoxynil + MCPA at 1.5 L ha⁻¹; and weed-free check throughout the growing season. Results revealed that dicamba + prosulfuron reduced the dry weight of dominant weeds by 86–98% in Karaj, 80–94% in Moghan, 91–100% in Mashhad, and 82–94% in Dezful. Similarly, bentazon reduced weed biomass by 76–91%, 84–100%, 81–98%, and 81–97% in the respective locations. Among the reference herbicides, dicamba + triasulfuron exhibited the lowest efficacy (84%), while bromoxynil + 2,4-D showed the highest (above 92%). Mean comparison indicated that bentazon applied at 600, 700, 900, and 1100 g ha⁻¹ increased wheat grain yield by 23%, 28%, 31%, and 36%, respectively, compared with the untreated control. Likewise, dicamba + prosulfuron at 300, 350, and 400 g ha⁻¹ enhanced yield by 21%, 30%, and 35%, respectively. Based on these findings, dicamba + prosulfuron can be recommended at 350–400 g ha⁻¹ and Basagran® at 900–1100 g ha⁻¹ for effective weed management in wheat without damage to wheat.

Cite this article: Fakhari, R., Karaminejad, M.R., Hadizadeh, M.H., Sabet Zangheneh, H., & Minbashi Moeini, M. (2025). Comparison of the efficacy of dicamba + prosulfuron and bentazon herbicides with common broadleaf herbicides in weed control in irrigated wheat fields. *Iran. J. of Weed Sci.* 21(1): 170-183. DOI: [10.22034/ijws.2026.371227.1505](https://doi.org/10.22034/ijws.2026.371227.1505).





مقاله پژوهشی

مقایسه کارایی علف‌کش‌های دایکمبا+پروسولفورون و بنتازون با علف‌کش‌های پهن‌برگ‌کش رایج در کنترل علف‌های هرز مزارع گندم آبی

رسول فخاری^{*۱}، محمد رضا کرمی‌نژاد^۲، محمد حسن هادی‌زاده^۳، حسین ثابت‌زنگنه^۴، مهدی مین‌باشی‌معینی^۵

^۱ استادیار بخش گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران.

^۲ مربی و استاد بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

^۳ دانشیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

^۴ محقق بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۳/۱۰

تاریخ انتشار برخط:

۱۴۰۴/۰۴/۰۱

نویسنده مسئول:

رسول فخاری

ایمیل:

r.fakhari@iripp.ir

واژه‌های کلیدی: ارزیابی

چشمی، بنتازون، عملکرد گندم، وزن خشک.

دو پهن‌برگ‌کش دایکمبا+پروسولفورون و بنتازون به تازگی جهت مهار علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع گندم کشور معرفی شده‌اند. از این رو، به منظور مقایسه کارایی آن‌ها با علف‌کش‌های متداول پهن‌برگ‌کش، تحقیق حاضر در مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرج، مغان، مشهد و دزفول در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ اجرا شد. تیمارها شامل کاربرد دایکمبا+پروسولفورون با مقادیر ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ گرم در هکتار، بنتازون با مقادیر ۶۰۰، ۷۰۰، ۹۰۰ و ۱۱۰۰ گرم در هکتار، بروموکسینیل+توفوردی با مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار، بنتازون + دیکلوپروپ با مقدار ۲ لیتر در هکتار، دایکمبا + تریاسولفورون با مقدار ۱۶۵ گرم در هکتار، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌ای با مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار، وجین کامل و عدم وجین علف‌های هرز بودند. نتایج نشان داد دایکمبا+پروسولفورون در کرج (۸۶ تا ۹۸ درصد)، مغان (۸۰ تا ۹۴ درصد)، مشهد (۹۱ تا ۱۰۰ درصد) و دزفول (۸۲ تا ۹۴ درصد) و بنتازون در کرج (۷۶ تا ۹۱ درصد)، مغان (۸۴ تا ۱۰۰ درصد)، مشهد (۸۱ تا ۹۸ درصد) و دزفول (۸۱ تا ۹۷ درصد) باعث کاهش وزن خشک علف‌های هرز خاکشیر ایرانی، شلمی، شیرتیغک، پیچک‌صحرايي، کیسه‌کشیش، خردل وحشی، خاکشیر طی، سلمه‌تره، شاه‌تره و تلخه شدند. کاربرد علف‌کش بنتازون با مقادیر ۶۰۰، ۷۰۰، ۹۰۰ و ۱۱۰۰ گرم در هکتار منجر به ترتیب موجب افزایش ۲۳، ۲۸، ۳۱ و ۳۶ درصد عملکرد دانه گندم و کاربرد مقادیر ۳۵۰ و ۴۰۰ گرم علف‌کش دایکمبا+پروسولفورون به ترتیب موجب افزایش ۲۱، ۳۰ و ۳۵ درصدی عملکرد دانه گندم شد. در نتیجه کاسپر با مقادیر ۳۵۰ تا ۴۰۰ گرم در هکتار و بازگران با مقادیر ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ گرم در هکتار بدون هیچ خسارتی بر گندم، جهت مهار علف‌های هرز پهن‌برگ قابل توصیه است.

استناد: فخاری، ر.، کرمی‌نژاد، م.ر.، هادی‌زاده، م.ح.، ثابت‌زنگنه، ح.، و مین‌باشی‌معینی، م. (۱۴۰۴). مقایسه کارایی علف‌کش‌های دایکمبا+پروسولفورون و بنتازون با علف‌کش‌های پهن‌برگ‌کش رایج در کنترل علف‌های هرز مزارع گندم آبی. دانش علف‌های هرز ایران، ۲۱(۱): ۱۷۰-۱۸۳. DOI: 10.22034/ijws.2026.371227.1505

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان است. © ۱۴۰۴. ناشر این مقاله، انجمن علوم علف‌های هرز ایران و مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور است. این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.



Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) به عنوان یکی از مهمترین غلات دنیا، نقش محوری در تأمین امنیت غذایی و توسعه کشاورزی پایدار ایفا می‌کند (Paudel et al., 2024). گندم به دلیل سرعت رشد و نمو کند در اوایل فصل رشد، توانایی رقابتی اندکی در مقابل علف‌های‌هرز دارد. چالش اصلی در تولید محصول گندم کاهش خسارت عملکرد ناشی از علف‌های‌هرز، آفات و عوامل بیماری‌زا است (Mehmeti et al., 2019). علف‌کش‌ها به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی نقش محوری در مدیریت علف‌های‌هرز ایفا می‌کنند و امروزه به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zand et al., 2021). با این حال، ظهور علف‌های‌هرز مقاوم به علف‌کش‌ها، بقایای علف‌کش، سلامت مواد غذایی و تاثیر علف‌کش‌ها بر محیط زیست، چالش جدیدی برای کشاورزان ایجاد کرده است (Heap, 2023). در حال حاضر، ۲۵ فرمولاسیون علف‌کش از خانواده‌های مختلف برای کاربرد در گندم و جو در کشور به ثبت رسیده است که از میان آن‌ها، شش فرمولاسیون به‌عنوان علف‌کش‌های دومانظوره برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ معرفی شده‌اند (Zand et al., 2019). بسیاری از این ترکیبات سال‌ها در مزارع گندم کشور مصرف شده‌اند؛ با این حال، علاوه بر پیامدهای زیست‌محیطی، خطر بروز مقاومت در علف‌های‌هرز نسبت به برخی از آن‌ها نیز قابل توجه

است (Zand et al., 2012). به‌طور مثال، استفاده متوالی و غیراصولی از علف‌کش کلودینافوپ-پروپازریل در دهه‌های اخیر سبب گسترش مقاومت به این علف‌کش در جمعیت‌های یولاف وحشی (*Avena spp.*) در مزارع گندم کشور ایران شده است (Zand et al., 2025).

محدودبودن تنوع مکانیسم عمل علف‌کش‌های توصیه‌شده برای گندم و استفاده مکرر از ترکیباتی با نحوه عمل مشابه، از دلایل اصلی ضرورت ثبت و معرفی علف‌کش‌های جدید به شمار می‌رود. علف‌کش‌های جدید ممکن است حاوی ماده مؤثره جدید باشند یا ترکیب مواد مؤثره پیشین را در قالب نسبت‌ها و فرمولاسیون‌های تازه عرضه کنند (Nourbakhsh, 2021).

کاسپر، نام تجاری علف‌کش انتخابی پهن‌برگ‌کش در مزارع گندم است که از ترکیب دو ماده فعال با مکانیسم عمل متفاوت شامل پروسولفورون (۵ گرم در کیلوگرم) و دایکمبا (۵۰ گرم در کیلوگرم) در قالب فرمولاسیون گرانول خیس‌شونده ۵۵ درصد ساخته شده است (Nourbakhsh, 2021). پروسولفورون از خانواده سولفونیل‌اوره (گروه B) بر اساس طبقه‌بندی (HRAC¹) بوده و با مهار آنزیم استولاکتات سنتاز، از سنتز اسیدهای آمینه ضروری مانند ایزولوسین و والین جلوگیری می‌کند (Blair & Martin, 1988). دایکمبا از گروه بنزوئیک‌اسیدها (گروه O) و با عملکردی شبه‌اکسینی، به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد

¹ Herbicide Resistance Action Committee

(Musavi, 2013). این علف‌کش در سال ۱۳۵۶ به صورت فرمولاسیون محلول در آب نمک سدیم با نام تجاری بازاگران حاوی ۴۸۰ گرم در لیتر برای کنترل علف‌های هرز سویا و لوبیا با مقدار ۲/۵ تا ۳ لیتر در هکتار به ثبت رسیده است (Musavi, 2013). این ترکیب بر طیف وسیعی از علف‌های هرز پهن‌برگ شامل پیچک‌صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.)، خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، تاج‌ریزی (*Solanum nigrum* L.) و سلمه‌تره مؤثر است (BASF, 2025). بنتازون نیمه‌عمر نسبتاً کوتاهی (۲۸ روز) دارد، به سرعت در خاک تجزیه می‌شود و عمدتاً از طریق برگ جذب شده و با مهار فتوسنتز II و اختلال در انتقال الکترون در فتوسنتز، موجب مرگ علف‌های هرز می‌شود (Kazempour et al., 2014). علائم بارز تأثیر آن شامل سفیدشدگی و زردی برگ‌هاست.

بررسی‌های انجام‌شده نشان داده‌اند که استفاده از ۴۰۰ گرم در هکتار کاسپر در مزارع گندم، کنترل بیش از ۹۰ درصدی علف‌های هرز مقاومی مانند کنگر وحشی (*Gundelia tournefortii* L.) و پیچک‌صحرایی را به همراه داشته است (Manea et al., 2019). همچنین در پژوهشی در لهستان، کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی کاسپر (در مجموع ۳۰۰ گرم در هکتار)، توانست علف‌های هرز پهن‌برگ خردل وحشی در مزرعه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) را مهار کند، هرچند اثر منفی بر ماده خشک سورگوم نشان داد (Kaczmarek, 2017). همچنین، کاربرد کاسپر

عمل کرده و از طریق ریشه و برگ جذب می‌شود (Tomlin, 2009). این ماده با ایجاد ناهنجاری‌های فیزیولوژیک ناشی از رشد نامتقارن، منجر به اپی‌ناستی، شکنندگی و فنجان‌شدن اندام‌های گیاهی می‌شود (Tomlin, 2009; Dianat et al., 2013). نیمه‌عمر دایکمبا بسته به شرایط خاک متفاوت است؛ به طوری که در محیط‌های گرم و مرطوب به سرعت تحت تجزیه میکروبی قرار می‌گیرد (Smith & Cullimore, 1975)؛ هرچند، مرجع ایمنی مواد غذایی اروپا آن را در گروه علف‌کش‌های نیمه‌پایدار با نیمه‌عمر کمتر از ۵۰ روز طبقه‌بندی کرده است (Anonymous, 2011). این ترکیب پیش‌تر در قالب فرمولاسیون‌های مختلط مانند دایکمبا+توفوردی (دیال‌سوپر) یا دایکمبا+تریاسولفورون (لینتور) برای گندم به ثبت رسیده است (Zand et al., 2019). هم‌افزایی اثر دایکمبا و پروسولفورون از آن جهت اهمیت دارد که تحریک رشد بی‌رویه ناشی از دایکمبا، نیاز گیاه به اسیدهای آمینه را افزایش می‌دهد و افزودن پروسولفورون با مهار سنتز این ترکیبات حیاتی، فرایند مرگ گیاه را تسریع می‌کند (Isaacs et al., 2006; Sarabi et al., 2011; Sarabi et al., 2018).

بنتازون با نام تجاری بازاگران‌اس‌جی، یک علف‌کش تماسی در فرمولاسیون گرانول خیس‌شونده ۸۷ درصد است که برای کنترل پس‌رویشی علف‌های هرز پهن‌برگ در گندم، لوبیا، نخودفرنگی و سیب‌زمینی (Kwon et al., 2022) در سال ۱۳۵۶ در ایران به ثبت رسیده است

موجب بروز خسارت موقتی روی ذرت (*Zea mays* L.) شده است (Waligóra et al., 2012).

با توجه به اهمیت روزافزون مدیریت مؤثر علف‌های هرز و چالش‌های ناشی از مقاومت و محدودیت در سازوکارهای عمل موجود، پژوهش حاضر با هدف مقایسه کارایی دو علف‌کش پیش‌آمیخته دایکمبا+پروسولفورون (کاسپر) و بنتازون (بازاگران‌اس‌جی) با علف‌کش‌های پهن-برگ‌کش رایج در کنترل علف‌های هرز، ارزیابی تأثیر آن‌ها بر عملکرد دانه و خسارت به گندم انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ در مزارع

تحقیقاتی مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مناطق کرج، مشهد دزفول و مغان به صورت طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در چهار تکرار انجام شد. مقادیر متفاوت شش علف‌کش پهن‌برگ‌کش با نحوه عمل مختلف در اواسط پنبه-زنی گندم (معادل مرحله رشدی ۲۰ زادوکس) که منطبق با مرحله سه تا پنج برگی علف‌های هرز بود، به کار برده شدند (Zadoks et al., 1974) (جدول ۱). لازم به ذکر است در بخش نتایج و بحث از نام تجاری علف‌کش (بدون ذکر فرمولاسیون) استفاده شده است تا ضمن کوتاه‌شدن واژه‌ها، نظم نوشتاری مقاله نیز حفظ شود. مشخصات جغرافیایی و مشخصات خاک مزارع محل آزمایش به ترتیب در جداول دو و سه نشان داده شده است.

جدول ۱. مشخصات تیمارهای آزمایش.

Table 1. Characteristics of herbicide treatments in the experiment.

Common name	Trade name	Mode of action	Manufacture	Application rate
Bromoxynil+MCPA	Bromicide® 40% EC	PSII inhibitor + Synthetic auxins	Nufarm	1.5 L ha ⁻¹
Bromoxynil+2,4-D	Buctrile Universal® 56% EC	PSII inhibitor + Synthetic auxins	Bayer	1.5 L ha ⁻¹
Bentazon+dichlorprop	Basagran DP® 56.6% SL	PSII inhibitor + Synthetic auxins	BASF	2 L ha ⁻¹
Triasulfuron+dicamba	Lintur® 70% WG	ALS inhibitor + Synthetic auxins	Syngenta	165 g ha ⁻¹
Prosulfuron+dicamba	Casper® 55% WG	ALS inhibitor + Synthetic auxins	Syngenta	300, 350, 400 g ha ⁻¹
Bentazon	Basagran SG ® 87% SG	PSII inhibitor	BASF	600, 700, 900, 1100 g ha ⁻¹

جدول ۲. مشخصات اقلیمی مناطق اجرای طرح در آزمایش.

Table 2. Climatic characteristics at different experimental locations.

Location	Minimum Temp. (°C)	Maximum Temp. (°C)	Precipitation (mm)	Emberger climate	Temperature at herbicide application (°C)	Coordinates
Moghan	-7	45	298	Semi-hot & dry	19	39.42° N, 47.59° E
Karaj	-20	40	247	dry	14	35.45° N, 50.57° E
Mashhad	-9	38	230	dry	16	36.29° N, 59.60° E
Dezful	10	52	234	Semi-hot & dry	20	32.38° N, 48.39° E

ماشین ردیف‌کار همدانی در نیمه دوم مهرماه به میزان ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کشت شد. در هر منطقه، مصرف کود طبق توصیه آزمون خاک و سایر عملیات زراعی داشت طبق توصیه زراعی انجام شد. تقویم عملیات زراعی و زمان کاربرد علف-کش‌ها در مناطق مختلف آزمایش در جدول چهار آورده شده است.

به‌منظور انجام آزمایش در مناطق یاد شده در پاییز سال ۱۴۰۲، زمینی که دارای سابقه آلودگی کافی به علف‌های‌هرز غالب هر منطقه بود، انتخاب شد. در پاییز پس از انجام عملیات تهیه زمین و بستر بذر، کشت انجام شد. ابعاد هر کرت آزمایش حدود ۱۰×۳ متر (پنج ردیف ۶۰ سانتی‌متری) در نظر گرفته شد. روی هر ردیف کاشت سه خط بذر گندم با

جدول ۳. اطلاعات خاک‌شناسی مربوط به مناطق اجرای طرح در آزمایش.

Table 3. Soil characteristics at the experimental locations.

Location	Soil texture	Organic matter (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Moghan	Clay Loam	0.42	6.23	4.23	0.04	16	354
Karaj	Loam	0.56	7.48	4.52	0.02	16	365
Mashhad	Clay Loam	0.55	7.75	4.30	0.03	9	198
Dezful	Loam	0.72	6.45	4.65	0.61	9	213

جدول ۴. عملیات زراعی و زمان کاربرد علف‌کش‌ها در مناطق مختلف آزمایش.

Table 4. Timetable for field operations and application dates of herbicides at different experimental locations.

Field operation	Moghan	Karaj	Mashhad	Dezful
Seed planting date	4 Oct 2023	11 Oct 2023	20 Oct 2023	18 Oct 2023
Emergence date	9 Oct 2023	15 Oct 2023	25 Oct 2023	23 Oct 2023
Post-emergence herbicide	10 Mar 2024	30 Mar 2024	18 Mar 2024	24 Mar 2024
Weed sampling date	10 Apr 2024	29 Apr 2024	20 Apr 2024	22 Apr 2024
Harvest date	12 June 2024	25 June 2024	9 July 2024	11 July 2024
Cultivar	Chamran	Pishgam	Pishgam	Chamran
Seeding rate (Kg ha ⁻¹)	250	200	200	250

هکتار کالیبره شد. همچنین برای هر بلوک یک زهکش در نظر گرفته شد تا زه آب بلوک بالا وارد بلوک زیردست نشود. علف‌های‌هرز باریک‌برگ بسته به منطقه بیشتر شامل یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu)، چچم (*Lolium rigidum* L.) و علف‌خونی (*Phalaris minor* L.) بودند که در کرت‌های آزمایش با استفاده از علف‌کش تاپیک (کلودینافوپ-پروپازریل EC8%) به مقدار یک در لیتر در هکتار در اوایل پنجه‌زنی گندم کنترل شدند.

هر کرت آزمایش از نظر طولی به دو قسمت تقسیم شد. قسمت بالایی هر کرت سمپاشی نشده و به عنوان شاهد آن کرت در نظر گرفته شد و در قسمت پایین آن، اعمال تیمار شد. در طول دوره رشد، کلیه علف‌های‌هرز موجود در کرت شاهد با وجین دستی حذف شد. سمپاشی بر اساس تیمارهای ارائه شده در نیمه پایینی کرت و در مرحله رشدی توصیه شده، انجام شد. سمپاشی با استفاده از سمپاش پستی مجهز به نازل شره‌ای و با فشار ۲ تا ۲/۵ بار انجام شد. سمپاشی بر اساس میزان ۳۰۰ لیتر آب در

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

طیف علف‌های هرز

بررسی طیف علف‌های هرز در مناطق مورد مطالعه متفاوت بود، بنابراین اثرات تیمارها در هر منطقه جداگانه مورد تجزیه آماری قرار گرفت. از مجموع ۱۰ گونه علف‌هرز در مناطق مختلف، گونه خاکشیر ایرانی (*Descurainia Sophia* L.) در دو منطقه کرج و مغان حضور غالب داشت (جدول ۵). شلمی (*Rapistrum rogosum* L.)، شیرتیغک (*Sonchus oleraceus* L.) و پیچک‌صحرايي نیز در منطقه کرج غالب بودند (Minbashi Moeini et al., 2021). خردل وحشی در دو منطقه مغان و دزفول حضور غالب داشت (جدول ۵).

گونه‌های غالب دیگر در مغان شامل کیسه-کشیش (*Capsella bursa-pastoris* L.) و خردل-وحشی بودند. خاکشیر طبی (*Sisymbrium officinale* L.) در دو منطقه مشهد و دزفول حضور غالب داشت (جدول ۵). همچنین در مشهد گونه‌های سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، شاه‌تره (*Fumaria vailantii* Loisel) و تلخه (*Acroptilon repens* L.) نیز غالب بودند (جدول ۵).

سی روز پس از سمپاشی، با پرتاب تصادفی یک قاب به ابعاد 50×50 سانتی متر در هر یک از نیمه‌های سمپاشی شده و

سمپاشی نشده کرت، وزن خشک علف‌های هرز پس

از قرار گرفتن در آون 75°C درجه‌سانتی گراد (C°) به مدت ۴۸ ساعت، به تفکیک گونه اندازه‌گیری شد. تعیین درصد کنترل علف‌های هرز (WCE^1) بر اساس وزن خشک با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (Somanni, 1992):

معادله یک

در این معادله، WCE ، تراکم علف‌های هرز در کرت شاهد بدون کنترل و B تراکم علف‌های هرز در کرت‌های تیمار شده بود. پانزده روز پس از سمپاشی‌ها یادداشت‌برداری‌های مربوط به خسارت علف‌کش‌های کاربردی روی علف‌های هرز و گندم بر اساس روش پیشنهادی شورای تحقیقات علف-های هرز اروپا ($EWRS^2$) ارزیابی شد (Wilkinson, 1971). جهت تعیین اثر تیمارها بر عملکرد نهایی گندم پس از رسیدگی فیزیولوژیکی از محصول نمونه‌گیری به عمل آمده و درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد.

$$Yield = 100 \times \frac{C}{D} (\%)$$

معادله ۲

در این معادله، $Yield$ ، درصد افزایش عملکرد دانه، C و D به ترتیب عملکرد دانه در نیمه کرت سمپاشی شده و سمپاشی نشده می‌باشد. تجزیه

¹ Weed Control Efficacy

² European Weed Research Society

کارایی کنترل بر مبنای وزن خشک علف‌های هرز

کاسپر به میزان ۴۰۰ گرم در هکتار، وزن خشک خاکشیر ایرانی را بیش از ۹۹ درصد کاهش داد و با تیمارهای بازگران‌اس‌جی، بوکتریل‌یونیورسال، بازگران‌دی‌پی، لیتور و برومایسید در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۶). کنترل شلمی توسط تمام تیمارهای آزمایش خوب تا عالی (۸۵ تا ۱۰۰ درصد) انجام شد.

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک علف‌های هرز خاکشیر ایرانی، شلمی، شیر تیغک و پیچک‌صحرایی نشان داد که تیمارهای علف‌کش اثر معنی‌دار بر وزن خشک علف‌های هرز داشتند (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشدند). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که

جدول ۵. طیف علف‌های هرز در مناطق مختلف آزمایش.

Table 5. Weed spectrum at different experimental locations.

Weed species	Persian name	Family	Locations			
			Moghan	Karaj	Mashhad	Dezful
<i>Acroptilon repens</i> L.	تلخه	Asteraceae	-	-	+	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	کیسه‌کشیش	Brassicaceae	+	-	-	-
<i>Chenopodium album</i> L.	سلمه‌تره	Chenopodiaceae	-	-	+	-
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	پیچک‌صحرایی	Convolvulaceae	-	+	-	-
<i>Descurainia sophia</i> L.	خاکشیر ایرانی	Brassicaceae	+	+	-	-
<i>Fumaria vaillantii</i> Loisel.	شاه‌تره	Fumariaceae	-	-	+	-
<i>Rapistrum rugosum</i> L.	شلمی	Brassicaceae	-	+	-	-
<i>Sinapis arvensis</i> L.	خردل وحشی	Brassicaceae	+	-	-	+
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	خاکشیر طبی	Brassicaceae	-	-	+	+
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	شیر تیغک	Asteraceae	-	+	-	-

(+) and (-) signs indicate weeds are dominant and non-present, respectively.

کنترل پیچک‌صحرایی با افزایش مقدار مصرف این علف‌کش‌ها افزایش یافت، به‌طوری که نتایج نشان داد کاسپر در مقادیر ۳۵۰ و ۴۰۰ گرم در هکتار موجب کنترل بیش از ۹۰ درصد این علف‌هرز شد (جدول ۶).

مغان

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارها از نظر تأثیر علف‌کش‌ها بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ در ۳۰ روز پس از

کاسپر در مقادیر ۳۵۰ و ۴۰۰ گرم در هکتار و بازگران‌اس‌جی در مقادیر ۹۰۰ و ۱۱۰۰ گرم در هکتار، بوکتریل‌یونیورسال، بازگران‌دی‌پی، لیتور و برومایسید موجب کنترل ۱۰۰ درصد شلمی شدند (جدول ۶). کاربرد علف‌کش بازگران‌دی‌پی نیز موجب کنترل ۱۰۰ درصد شیر تیغک شد (جدول ۶). پیچک‌صحرایی در منطقه کرج به نسبت سخت-کنترل محسوب شد و کمترین مقدار مصرف کاسپر (۳۰۰ گرم در هکتار) و بازگران‌اس‌جی (مقادیر ۶۰۰ تا ۹۰۰ گرم در هکتار) آن را کنترل نکردند، درصد

از ۹۳ درصد کنترل علف‌های هرز خاکشیر ایرانی، خردل وحشی و کیسه‌کشیش شدند (جدول ۷). کمترین تأثیر در کاهش تراکم علف‌های هرز مذکور، در کاربرد تیمارهای لنتور و کاسپر به میزان ۳۰۰ گرم در هکتار به دست آمد (جدول ۷).

سم‌پاشی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد به دست آمد (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشده است). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد تیمارهای کاسپر به میزان ۴۰۰ گرم در هکتار، بازاگران اس‌جی در مقادیر ۹۰۰ و ۱۱۰۰ گرم در هکتار، برومایسید و بوکتریل یونیورسال، موجب بیش

جدول ۶. کارایی تیمارهای آزمایش بر مبنای درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز در کرج.

Table 6. Treatment efficacy on weed dry matter (percentage decrease) in Karaj region.

Treatments	<i>Descurainia sophia</i> L.	<i>Rapistrum rugosum</i> L.	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
Casper® 55% WG (300 g ha ⁻¹)	98.03 ^b	90.66 ^{ab}	89.84 ^{bc}	68.42 ^{bc}
Casper® 55% WG (350 g ha ⁻¹)	99.82 ^{ab}	100 ^a	95.51 ^{ab}	92.5 ^a
Casper® 55% WG (400 g ha ⁻¹)	100 ^a	100 ^a	97.75 ^{ab}	95.33 ^a
Basagran® 87% SG (600 g ha ⁻¹)	100 ^a	86.17 ^b	75 ^d	45.21 ^d
Basagran® 87% SG (700 g ha ⁻¹)	100 ^a	96.33 ^a	91.57 ^{abc}	48.49 ^{cd}
Basagran® 87% SG (900 g ha ⁻¹)	100 ^a	100 ^a	93.72 ^{ab}	56.85 ^{bcd}
Basagran® 87% SG (1100 g ha ⁻¹)	100 ^a	100 ^a	94.02 ^{ab}	72.08 ^b
Buctril Universal® 56% EC (1.5 L ha ⁻¹)	100 ^a	100 ^a	84.46 ^c	56.31 ^{bcd}
Basagran DP® 56.6% SL (2 L ha ⁻¹)	100 ^a	100 ^a	100 ^a	55.21 ^{bcd}
Lintur® 70% WG (165 g ha ⁻¹)	100 ^a	100 ^a	94 ^{ab}	65.12 ^{bcd}
Bromicide® 40% EC (1.5 L ha ⁻¹)	100 ^a	96.15 ^a	93.30 ^{ab}	96.12 ^a
LSD (0.05)	2.21	8.45	7.34	16.45

In each column, means followed by the same letter in each treatment are not significantly different based on the LSD test ($p \leq 0.05$).

جدول ۷. کارایی تیمارهای آزمایش بر مبنای درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز در مغان.

Table 7. Treatment's efficacy on weed dry matter (percentage decrease) in the Moghan region.

Treatments	<i>Descurainia sophia</i> L.	<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.
Casper ® 55% WG (300 g ha ⁻¹)	79.78 ^c	83.24 ^b	79.89 ^c
Casper ® 55% WG (350 g ha ⁻¹)	86.69 ^{bc}	87.47 ^{ab}	85.43 ^{abc}
Casper ® 55% WG (400 g ha ⁻¹)	95.26 ^a	95.03 ^{ab}	93.08 ^{abc}
Basagran ® 87% SG (600 g ha ⁻¹)	82.88 ^c	85.55 ^{ab}	85.49 ^{abc}
Basagran ® 87% SG (700 g ha ⁻¹)	92.59 ^{ab}	92.88 ^{ab}	91.59 ^{abc}
Basagran ® 87% SG (900 g ha ⁻¹)	96.69 ^a	96.50 ^{ab}	96.62 ^{ab}
Basagran ® 87% SG (1100 g ha ⁻¹)	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Buctril Universal® 56% EC (1.5 L ha ⁻¹)	96.24 ^a	95 ^{ab}	93.77 ^{abc}
Basagran DP® 56.6% SL (2 L ha ⁻¹)	91.74 ^{ab}	91.03 ^{ab}	89.82 ^{abc}
Lintur® 70% WG (165 g ha ⁻¹)	81.61 ^c	84.75 ^b	83.44 ^{bc}
Bromicide® 40% EC (1.5 L ha ⁻¹)	91.57 ^{ab}	92.07 ^{ab}	94.93 ^{abc}
LSD (0.05)	8.67	15.36	5.70

In each column, means followed by the same letter within each treatment are not significantly different based on the LSD test ($p \leq 0.05$).

خشک علف‌های هرز در مشهد در ۳۰ روز پس از سم‌پاشی اختلاف آماری معنی‌داری به دست آمد (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشده است).

مشهد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد تأثیر علف‌کش‌ها بر درصد کاهش وزن

(جدول ۸). در خصوص علف‌هرز خاکشیر طبی، کاربرد مقادیر ۳۰۰ تا ۴۰۰ گرم کاسپر و بازگران-اس‌جی به میزان ۱۱۰۰ گرم در هکتار، بوکتریل-یونیورسال و بازگران‌دی‌پی موجب کنترل ۱۰۰ درصدی این علف‌هرز شدند (جدول ۸). در مورد علف‌هرز سلمه‌تره، غیر از کاسپر ۳۰۰ گرم در هکتار و مقادیر ۶۰۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ گرم در هکتار بازگران-اس‌جی، سایر تیمارها موجب کنترل ۱۰۰ درصدی این علف‌هرز شدند (جدول ۸).

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که برترین تیمارها در کاهش زیست‌توده تلخه، تیمارهای کاسپر به میزان ۴۰۰ گرم در هکتار، بازگران‌اس‌جی در مقادیر ۹۰۰ و ۱۱۰۰ گرم در هکتار، بازگران‌دی‌پی و برومایسید بودند (جدول ۸).

در خصوص علف‌هرز شاه‌تره نتایج نشان داد که با افزایش مقدار کاسپر این علف‌هرز به میزان ۱۰۰ درصد کنترل شد؛ ولی افزایش مقادیر بازگران‌اس-جی نتوانست این علف‌هرز را ۱۰۰ درصد کنترل کند

جدول ۸. کارایی تیمارهای آزمایش بر مبنای درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز در مشهد.

Table 8. Treatments efficacy on weed dry matter (decrease percent) in Mashhad region.

Treatments	<i>Acroptilon repens</i> L.	<i>Fumaria vaillantii</i> L.	<i>Sisymbrium officinale</i> L.	<i>Chenopodium album</i> L.
Casper ® 55% WG (300 g ha ⁻¹)	88.54 ^{ab}	90.20 ^a	100 ^a	88.33 ^{ab}
Casper ® 55% WG (350 g ha ⁻¹)	91.39 ^a	91.86 ^a	100 ^a	100 ^a
Casper ® 55% WG (400 g ha ⁻¹)	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Basagran ® 87% SG (600 g ha ⁻¹)	67.03 ^b	88.95 ^{ab}	93.30 ^{ab}	78.47 ^b
Basagran ® 87% SG (700 g ha ⁻¹)	84.58 ^{ab}	89.82 ^{ab}	95.41 ^{ab}	83.30 ^{ab}
Basagran ® 87% SG (900 g ha ⁻¹)	100 ^a	92.35 ^a	97.70 ^{ab}	94.27 ^a
Basagran ® 87% SG (1100 g ha ⁻¹)	100 ^a	94.14 ^a	100 ^a	100 ^a
Buctril Universal ® 56% EC (1.5 L ha ⁻¹)	79.98 ^b	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Basagran DP ® 56.6% SL (2 L ha ⁻¹)	100 ^a	89.24 ^{ab}	100 ^a	100 ^a
Lintur ® 70% WG (165 g ha ⁻¹)	76.56 ^b	100 ^a	94.66 ^{ab}	100 ^a
Bromicide ® 40% EC (1.5 L ha ⁻¹)	100 ^a	83.86 ^b	77.82 ^b	100 ^a
LSD (0.05)	16.21	12.24	4.78	12.10

In each column, means followed by the same letter within each treatment are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).

۴۰۰ گرم در هکتار کاسپر و ۱۱۰۰ گرم در هکتار بازگران‌اس‌جی بودند (جدول ۹). در مقابل تیمار بازگران‌دی‌پی کنترل کمتر از ۵۰ درصد بود (جدول ۹). در خصوص علف‌هرز خاکشیر طبی نتایج نشان داد بجز تیمارهای مصرف لیتور و برومایسید، سایر تیمارها موجب کنترل بیش از ۹۰ درصدی این علف‌هرز شدند (جدول ۹).

دز فول

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک علف‌های هرز خردل وحشی و خاکشیر طبی نشان داد که تیمارهای علف‌کش اثر معنی‌داری بر صفت مذکور داشتند (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشده است). نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین تیمارهای علف‌کش نشان داد که برترین تیمار از نظر درصد کاهش وزن خشک علف‌هرز خردل وحشی، تیمارهای ۳۵۰ و

جدول ۹. کارایی تیمارهای آزمایش بر مبنای درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز در دزفول.

Table 9. Treatments efficacy on weed dry matter (percentage decrease) in Dezful region.

Treatments	<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Sisymbrium officinale</i> L.
Casper ® 55% WG (300 g ha ⁻¹)	67.23 ^{abc}	96.93 ^a
Casper ® 55% WG (350 g ha ⁻¹)	89.94 ^a	98.08 ^a
Casper ® 55% WG (400 g ha ⁻¹)	90.54 ^a	98.78 ^a
Basagran ® 87% SG (600 g ha ⁻¹)	66.51 ^{bc}	95.83 ^a
Basagran ® 87% SG (700 g ha ⁻¹)	68.41 ^{abc}	98.73 ^a
Basagran ® 87% SG (900 g ha ⁻¹)	85.64 ^{ab}	100 ^a
Basagran ® 87% SG (1100 g ha ⁻¹)	95.12 ^a	100 ^a
Buctril Universal ® 56% EC (1.5 L ha ⁻¹)	88.70 ^{ab}	100 ^a
Basagran DP ® 56.6% SL (2 L ha ⁻¹)	49.96 ^c	89.91 ^a
Lintur ® 70% WG (165 g ha ⁻¹)	82.18 ^{ab}	65.12 ^b
Bromicide ® 40% EC (1.5 L ha ⁻¹)	79.49 ^{ab}	85.68 ^{ab}
LSD (0.05)	12.34	15.12

In each column, means followed by the same letter within each treatment are not significantly different based on the LSD test ($p \leq 0.05$).

کارایی تیمارهای آزمایش بر مبنای ارزیابی چشمی خسارت

نتایج ارزیابی چشمی خسارت علف‌کش‌ها بر علف‌های هرز با استفاده از مقیاس شورای تحقیقات علف‌های هرز اروپا (EWRS) در زمان ۳۰ روز پس از سم‌پاشی نشان داد که در چهار منطقه مورد بررسی،

بجز تیمارهای مصرف ۳۰۰ گرم در هکتار کاسپر، ۶۰۰ گرم در هکتار بازاگران‌اس‌جی و لیتور، سایر تیمارها بیش از ۸۵ درصد موجب کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ شدند و هیچ خسارتی روی گیاه گندم در مناطق آزمایش ایجاد نکردند (جدول ۱۰).

جدول ۱۰. ارزیابی چشمی خسارت تیمارها به علف‌های هرز و کلی کارایی علف‌کش‌های آزمایش در چهار منطقه مورد بررسی.

Table 10. Overall evaluation of the performance of tested herbicides in four examined regions.

Treatments	Ardabil	Karaj	Mashhad	Dezful	Final evaluation
Casper ® 55% WG (300 g ha ⁻¹)	**	****	****	***	***
Casper ® 55% WG (350 g ha ⁻¹)	****	****	****	****	****
Casper ® 55% WG (400 g ha ⁻¹)	****	****	****	****	****
Basagran ® 87% SG (600 g ha ⁻¹)	***	***	***	***	***
Basagran ® 87% SG (700 g ha ⁻¹)	****	***	****	***	****
Basagran ® 87% SG (900 g ha ⁻¹)	****	****	****	****	****
Basagran ® 87% SG (1100 g ha ⁻¹)	****	****	****	****	****
Buctril Universal ® 56% EC (1.5 L ha ⁻¹)	****	****	****	****	****
Basagran DP ® 56.6% SL (2 L ha ⁻¹)	****	****	****	****	****
Lintur ® 70% WG (165 g ha ⁻¹)	***	****	****	***	***
Bromicide ® 40% EC (1.5 L ha ⁻¹)	****	****	****	***	****

(****) : More than 85% control, (***) : 70 - 85% control, (**) : 50 - 70% control, (*) : 30 - 50% control, (-) : < 30% control.

عملکرد دانه گندم

تأثیر علف‌کش‌های آزمون‌شده بر عملکرد دانه گندم در منطقه کرج نشان داد که از میان تیمارهای علف-کش جدید، کاسپر ۴۰۰ گرم (۲۵ درصد افزایش) و بازآگران‌اس‌جی ۱۱۰۰ گرم (۲۷ درصد افزایش) همانند بوکتریل‌یونیورسال (با ۲۲ درصد افزایش) در گروه آماری مشترک با وجین‌دستی (با ۲۹ درصد افزایش) قرار گرفتند (جدول ۱۱). لیتور از میان علف‌کش‌های قدیمی، کمترین تأثیر را بر حفظ عملکرد دانه در کرج نشان داد. حفظ عملکرد دانه در منطقه مغان با تیمارهای کاسپر از ۱۴ تا ۲۲ درصد و تیمارهای بازآگران‌اس‌جی از ۱۱ تا ۳۰ درصد در مقایسه با وجین‌دستی (۳۳ درصد) متغیر بود و فقط بازآگران‌اس‌جی ۱۱۰۰ گرم در هکتار با بیشترین مقدار افزایش عملکرد در گروه یکسان با تیمار وجین‌دستی قرار گرفت (جدول ۱۱).

بیشترین درصد افزایش عملکرد دانه گندم در مشهد مربوط به تیمار کاسپر ۴۰۰ گرم در هکتار با ۶۱ درصد افزایش بود (جدول ۱۱). افزایش عملکرد دانه گندم در دزفول در کاربرد بازآگران‌اس‌جی نسبت به کاربرد کاسپر به‌طور غیر معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۱۱). همچنین علف‌کش‌های لیتور و برومایسید (به‌ترتیب با ۲۳ و ۱۷ درصد افزایش عملکرد دانه گندم) به‌طور معنی‌داری، تأثیر کمتری نسبت به سایر علف‌کش‌های رایج پیشین در افزایش عملکرد محصول در این منطقه داشتند. تأثیر مثبت کاربرد علف‌کش در کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد گندم در گزارش‌های مختلفی بیان شده است (Zeidali *et al.*, 2025; Absy & Abd EL-, 2018; Fattah, 2022; Abd El-Samie *et al.*, 2018; Safina & Absy, 2017; Minbashi Moeini *et al.*, 2023; Karkanis, 2023; Mehmeti *et al.*, 2018).

جدول ۱۱. تأثیر تیمارها بر درصد افزایش عملکرد دانه گندم در مناطق آزمایش.

Table 11. Treatment effect on wheat grain yield (percentage increase) in experimental sites.

Treatments	Karaj	Moghan	Mashhad	Dezful
Casper ® 55% WG (300 g ha ⁻¹)	15.98 ^{def}	14.50 ^{bc}	23.56 ^c	29.99 ^{a-d}
Casper ® 55% WG (350 g ha ⁻¹)	19.88 ^{b-e}	18.39 ^{abc}	52.54 ^{abc}	30.51 ^{a-d}
Casper ® 55% WG (400 g ha ⁻¹)	25.87 ^{abc}	22.03 ^{ab}	61.58 ^{ab}	31.78 ^{a-d}
Basagran ® 87% SG (600 g ha ⁻¹)	18.35 ^{c-f}	11.81 ^{bc}	52.07 ^{abc}	11.69 ^d
Basagran ® 87% SG (700 g ha ⁻¹)	21.89 ^{bcd}	21.76 ^{ab}	39.48 ^{abc}	41.48 ^{abc}
Basagran ® 87% SG (900 g ha ⁻¹)	24.60 ^{abc}	24.03 ^{ab}	34.98 ^{bc}	30.61 ^{a-d}
Basagran ® 87% SG (1100 g ha ⁻¹)	27.21 ^{ab}	30.02 ^a	44.98 ^{abc}	45.53 ^{ab}
Buctril Universal® 56% EC (1.5 L ha ⁻¹)	22.93 ^{a-d}	5.36 ^c	61.28 ^{ab}	34.11 ^{a-d}
Basagran DP ® 56.6% SL (2 L ha ⁻¹)	19.12 ^{c-f}	13.11 ^{bc}	60.15 ^{ab}	34.47 ^{a-d}
Lintur ® 70% WG (165 g ha ⁻¹)	11.56 ^f	6.29 ^c	55.19 ^{ab}	23.66 ^{bcd}
Bromicide ® 40% EC (1.5 L ha ⁻¹)	13.17 ^{ef}	20.69 ^{abc}	47.81 ^{abc}	17.60 ^{cd}
Hand weeding	29.98 ^a	33.73 ^a	67.61 ^a	51.48 ^a
LSD (0.05)	2.65	9.11	6.32	6.15

In each column, values followed by the same letter are not significantly different according to the LSD test ($p \leq 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

علف کش کاسپر و ۹۰۰ گرم در هکتار برای علف-کش بازاگران‌اس‌جی تعیین شد که در شرایط آلودگی شدید یا حضور علف‌های هرز سخت کنترل به ترتیب تا ۴۰۰ و ۱۱۰۰ گرم در هکتار قابل افزایش است. کاربرد پس‌رویشی این دو علف‌کش در مرحله پنجه‌زنی گندم، ضمن کنترل مؤثر علف‌های-هرز، آسیبی به گندم وارد نکرده و موجب افزایش عملکرد دانه شد.

نتایج پژوهش نشان داد علف‌کش‌های کاسپر و بازاگران‌اس‌جی با ویژگی‌هایی مانند کارایی بالا در کنترل پهن‌برگ‌ها، مقدار مصرف پایین، فرمولاسیون ایمن و فاقد ترکیبات پایدار، گزینه‌های مناسبی برای مزارع گندم محسوب می‌شوند. مقدار بهینه کاربرد این علف‌کش‌ها شامل ۳۵۰ گرم در هکتار برای

منابع

- Abd El-Samie, F.S. Megawer, E.A. Mekdad, A.A., Mohamed, S.M. 2018. Effect of inter row spacing with or without weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.). Egypt. J. Agron. 15: 41–48.
- Absy, R. & Abd EL-Fattah, H.M. 2022. Comparative performance of herbicides for grassy weed management in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under Egyptian conditions. Egypt. J. Agron. 44(1): 75–80.
- Anonymous. 2011. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance dicamba. EFSA J. 9(1): 1965 (52 pp.).
- BASF. (2025). Basagran® SG label. <https://www.agricentre.basf.co.uk/Documents/Product-Files/Basagran-SG-Label.pdf?1729517672474>.
- Blair, A.M. & Martin, T.D. 1988. A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. Pesticide Sci. 22(3): 195–219.
- Dianat, M., Zand, E., Alizadeh, H., Nosrati, I., Babaei, S. 2013. Herbicide symptomology. Agricultural Education and Extension Publication (EATK), Iran. (In Persian).
- Heap, I. 2023. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Retrieved February 25, 2023, from <https://www.weedscience.org/Home.aspx>.
- Isaacs, M.A. Hatzios, K.K. Wilson, H.P., Toler, J. 2006. Halosulfuron and 2,4-D mixtures' effects on common lambsquarters (*Chenopodium album*). Weed Tech. 20(1): 137–142.
- Kaczmarek, S. 2017. A study on *Sorghum bicolor* (L.) Moench response to split application of herbicides. J. Plant Prot. Res. 57: 152–157.
- Karkanis, A., Angou, A., Athanasiadou, D., Giannoulis, K.D., Askianaki, R., Kousi, N., Sarridis, A., Souipas, S., Karamoutis, C. 2022. Using post-emergence herbicides in combination with the sowing date to suppress *Sinapis arvensis* and *Silybum marianum* in durum wheat. Agron. J. 12(2583): 1–13.
- Kazempour, I. 2014. Weed management in ornamental plants. Kitabrah, Tehran. (In Persian).
- Kwon, O.H., Choi, H.G., Kim, S.J., Lee, Y.R., Jung, H.H., Park, K.Y. 2022. Changes in yield, quality, and morphology of three grafted cut roses grown in a greenhouse year-round. Hortic. 8(7): 634–655.
- Manea, D.N., Pet, I., Inciu, A.A., Stef, R. 2019. Control of horse thistle (*Cirsium arvense* Scop.) in winter wheat crop. Res. J. Agric. Sci. 47: 82–89.
- Mehmeti, A., Fetahaj, F., Demaj, A., Nishori, F., Rracaj, V. 2019. Evaluation of pre- and post-emergence herbicides for weed control in maize (*Zea mays* L.). J. Cent. Eur. Agric. 20(1): 208–221.
- Mehmeti, A., Pacanoski, Z., Fetahaj, R., Kika, A., Kabashi, B. 2018. Weed control in wheat with post-emergence herbicides. Bulg. J. Agric. Sci. 24(1): 74–79.
- Minbashi Moeini, M., Hadizadeh, M.H., Baghestani, M.A., Veisi, M., Jamali, M. 2021. Efficacy of bromoxynil + 2,4-D (Buctril Universal 56%EC) as broadleaf weed killer in the wheat fields of Iran. J. Plant Prot. 34(4): 485–499. (In Persian).
- Minbashi Moeini, M., Haghighi, A., Shahi Kootiani, M., Samadani, B. 2023. Evaluation of Bentazon + Dichlorprop for control of noxious broadleaf weeds in wheat fields of Iran. Gesunde Pflanz. 75(6): 1–8.
- Musavi, M.R. 2013. Herbicides (knowledge and application). Merz Danesh Publications. 294 pages. (In Persian).

- Nourbakhsh, S. 2021. List of important pests, diseases and weeds of major agricultural products, chemicals and recommended ways for their control. Plant Protection Organization, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Iran. (In Persian).
- Paudel, P., Pandey, M.K., Subedi, M., Paudel, P., Kumar, R. 2024. Genomic approaches for improving drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.): A comprehensive review. *Plant Archives*. 24(1): 1289–1300.
- Safina, S.A. & Absy, R. 2017. Broadleaf weed control with some recent post-emergence herbicides in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Egypt. *Egypt. J. Agron*. 39(1): 41–50.
- Sarabi, V., Ghanbari, A., Rashed Mohassel, M.H., Mahallati, M.N., Rastgoo, M. 2018. Interaction of foramsulfuron or nicosulfuron with 2,4-D + MCPA on important broadleaf weeds in corn (*Zea mays* L.). *Plant Prod. Sci*. 21(3): 203–214.
- Sarabi, V., Rashed Mohassel, M.H., Valizadeh, M. 2011. Response of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) to tank mixtures of 2,4-D plus MCPA with foramsulfuron. *Aust. J. Crop Sci*. 5(5): 605–610.
- Smith, A.E. & Cullimore, D.R. 1975. Microbiological degradation of the herbicide dicamba in moist soils at different temperatures. *Weed Res*. 15: 59–62.
- Somanni, L. 1992. Dictionary of Weed Science. Argotic Publishing Academy. 250 pages. (India).
- Tomlin, C.D.S. 2009. The pesticide manual (15th ed.). British Crop Protection Council, Hampshire, UK.
- Waligóra, H., Weber, A., Skrzypczak, W., Idziak, R., Szulc, P., Cichocki, M. 2012. Effectiveness of dicamba + prosulfuron and reaction of sugar maize (*Zea mays* ssp. *saccharata* Koern.) varieties. *Nauka Przyr. Tech*. 6(4): 66–76.
- Wilkinson, R.E. 1971. Research methods in weed science. Southern Weed Science Society.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res*. 14: 415–421.
- Zand, E., Baghestani, M.A., Hadizadeh, M.H., Shimi, P. 2012. Weed management guide in wheat fields of Iran. Jihad Daneshgahi Mashhad Publications. (In Persian).
- Zand, E., Keshtkar, A., Mousavi, S.K., Heidari, A. 2021. Herbicides and their application technology. Jihad Daneshgahi Khorasan Razavi Publications. 815 pages. (In Persian).
- Zand, E., Nezamabadi, N., Baghestani, M.A., Shimi, P., Mousavi, S.K. 2019. A guide to chemical control of weeds in Iran. Jihad-e-Daneshgahi Press, Mashhad, Iran. 216 pages. (In Persian).
- Zand, E., Sasanfar, H., Zamani, M.H., Joumi, A. 2025. Monitoring of wild oat resistance to accase-inhibiting herbicides in wheat fields across iran. *Iran. J. Weed Sci*. 20(2): 85–104.
- Zeidali, E., Ali Hussein, K., Hatami, A., Lahmood Al-Issawi, N. 2025. Effect of wheat density and herbicides application on lolium (*Lolium temulentum* L.) control and wheat yield under south Iraq conditions. *Egypt. J. Agron*. Advance online publication.