University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 15, No. 3, Autumn 2025 (269-284)
doi: 10.22124/CR.2025.31168.1872
pISSN: 2252-0163 eISSN: 2538-6115

RESEARCH PAPER **OPEN ACCESS**

The efficacy of selected herbicides for control of narrow-leaf weeds in wheat (*Triticum aestivum*) fields with emphasis on rigid ryegrass (*Lolium rigidum*)

Ebrahim Mamnoie[1*], Mohammad Reza Karaminejad[2], Hossien Sabet Zangeneh[3], Ali Reza Barjasteh[4] and Mehdi Minbashi Moeini[5]

1. Research Assistant Professor, Department of Plant Protection Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Fars, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran ([*] Corresponding Author: e.mamnoie@areeo.ac.ir)
2. Researcher Instructor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3. Researcher, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khuzestan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
4. Research Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrood, Iran
5. Research Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Comprehensive abstract

Introduction

Wheat is the most important agricultural crops in the country and plays a critical role in ensuring food security. Weeds are one of the most significant limiting factors for the production of wheat, as they can significantly reduce grain yield. Due to the morphological and ecological similarities between narrow-leaved weed species and wheat, controlling these weeds in this crop is difficult. Rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) is one of the most damaging weed species in wheat, particularly widespread in the southern regions of Fars Province, and has shown resistance to certain herbicides. This weed can significantly reduce wheat yield through intense competition with the crop. This study was conducted to evaluate the efficacy of several herbicides in controlling narrow-leaved weeds, with a focus on rigid ryegrass (*Lolium rigidum*).

Materials and methods

This experiment was conducted in a randomized complete block design (RCBD) with 14 treatments and 4 replications at the Hasanabad Agricultural Research Station of Darab (Fars) during 2023–2024. The treatments included the application of Clodinafop-propargyl (Topik, 8% EC) herbicide at a rate of 80 g.a.i.ha^{-1}; Fenoxaprop-P-ethyl (Puma Super, 7.5% EW) at a rate of 75 g.a.i.ha^{-1}; Mesosulfuron-methyl (Mesomax, 3% OD) at a rate of 37.5 g.a.i.ha^{-1}; Mesosulfuron-methyl+ mefenpyr-diethyl (Ritmica, 3% OD) at dose rates of 9, 12, 15 g.a.i.ha^{-1}; Iodosulfuron-methyl-sodium+ Mesosulfuron-methyl+ Mefenpyr-diethyl (Atlantis, 1.2% OD) at a rate of 18 g.a.i.ha^{-1}; Iodosulfuron-methyl-sodium+ Mesosulfuron-methyl+ Diflufenican+ mefenpyr-diethyl (Othello , 6% OD) at a rate of 96 g.a.i.ha^{-1}; Pinoxaden (Axial, 5% EC) at a rate of 62.5 g.a.i.ha^{-1}; Pendimethalin (Fist Super, 45.6% CS) at rates of 1365, 1824 g.a.i.ha^{-1}; Metribuzin (Sencor, 70% WP) at a rate of 560 g.a.i.ha^{-1}; and a tank mix of Fist Super (1365 g.a.i.ha^{-1}) + Sencor (280 g.a.i.ha^{-1}) and control (Weed free). The herbicides Topik, Puma Super, Mesomax, Ritmica, Atlantis, Othello, and Axial were applied at the wheat tillering stage. Sencor was applied in two stages of early post-emergence and at tillering stage. Fist Super was applied pre-emergence, and the combined treatment was applied Fist Super (pre-emergence) + Sencor (post-emergence at the tillering stage). Each plot was divided into two subplots. One subplot was sprayed (treatment) and subplot was unsprayed (weedy check). The spraying was done using a fixed-pressure back sprayer equipped with a fan spray nozzle (8003) at a pressure of 2 bar and spray volume of 350

CC BY

L.ha^{-1}. The measured traits included determining density, dry weight, the percentage of control of weed species, as well as grain yield and its components. Statistical analysis was performed using SAS software version 9.3, and the mean of treatments were compared using the Tukey's test at a 5% probability level.

Research findings

The dominant weed species observed in the experiment were rigid ryegrass (*Lolium rigidum*), wild oat (*Avena ludoviciana*), and littleseed canarygrass (*Phalaris minor*), respectively. *L. rigidum* had the highest relative frequency (90%). The results showed that the herbicide treatments were applied significantly decreased weed density and dry weight of these weed species, as well as a significant increase in grain per spike, the number of spikes per m^2, 1000 grains weight and grain yield. The highest efficacy in controlling *L. rigidum* was achieved with the application of Sencor at 560 g.a.i.ha^{-1} and Ritmica at 15 g.a.i.ha^{-1}. These treatments reduced the dry weight of the weed by 65% and 61%, respectively. In contrast, the lowest efficacy in controlling *L. rigidum* (less than 35%) was observed with the application of Fist Super (1365 g.a.i.ha^{-1}) and Puma Super. Additionally, the efficacy of the herbicides Atlantis, Othello, Mesomax, Axial, and Ritmica in controlling *A. ludoviciana* and *P. minor* ranged from 91% to 100 .Overall, the most favorable treatments in the experiment were the application of Sencor and Ritmica (15 g.a.i.ha^{-1}), which reduced the total dry weight of weeds by 68% and 64%, respectively, and increased grain yield by 30% and 28%, respectively.

Conclusion

Based on the results of this experiment, the efficacy of Ritmica herbicide in controlling *A. ludoviciana* and *P. minor* was comparable to or even superior to that of the herbicides Atlantis, Othello, Axial, and Mesomax. Sencor showed the highest efficacy in controlling *L. rigidum.* However, its performance against *A. ludoviciana* and *P. minor* was weaker than that of Ritmica. Although, Sencor showed the highest efficacy in controlling *L. rigidum*; however, its efficacy in controlling *A. ludoviciana* and *P. minor* was lower than that of Ritmica. Therefore, considering the weed control spectrum and resulting the increase in grain yield, the application of Ritmica is recommended for the control of *A. ludoviciana* and *P. minor*, while Sencor is suggested for use in wheat fields where *L. rigidum* is the dominant weed species.

Keywords: Canarygrass, Control percentage, Density, Dry weight, Wild oat

Received: July 15, 2025 Accepted: October 8, 2025

Cite this article:

Mamnoie, E., Karaminejad, M. R., Sabet Zangeneh, H., Barjasteh, A. R., & Minbashi Moeini, M. (2025). The efficacy of selected herbicides for control of narrow-leaf weeds in wheat (*Triticum aestivum*) fields with emphasis on rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). *Cereal Research*, *15*(3), 269-284. doi: 10.22124/CR.2025.31168.1872.

تحقیقات غلات
دوره پانزدهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۴ (۲۸۴-۲۶۹)
doi: 10.22124/CR.2025.31168.1872
مقاله پژوهشی
دسترسی آزاد

کارایی برخی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ مزارع گندم (*Triticum aestivum*) با تاکید بر چچم سخت (*Lolium rigidum*)

ابراهیم ممنوعی[۱]، محمدرضا کرمی‌نژاد[۲]، حسین ثابت زنگنه[۳]، علیرضا برجسته[۴] و مهدی مین‌باشی معینی[۵]

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران (* نویسنده مسئول: e.mamnoie@areeo.ac.ir)
۲- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۴- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شاهرود، ایران
۵- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده جامع

مقدمه: گندم مهم‌ترین گیاه زراعی کشور به‌شمار می‌رود که در تأمین امنیت غذایی نقش اساسی دارد. علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گندم در ایران هستند که قادرند عملکرد گندم را به‌طور قابل توجهی کاهش دهند. به‌دلیل شباهت‌های مورفولوژیکی و اکولوژیکی گونه‌های علف‌های هرز باریک‌برگ با گندم، کنترل آن‌ها در گندم دشوار است. چچم سخت یکی از مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زا در گندم است که در مناطق جنوبی استان فارس گسترش یافته و به برخی علف‌کش‌ها نیز مقاومت نشان داده است. چچم از طریق رقابت شدید می‌تواند عملکرد گندم به‌طور معنی‌داری کاهش دهد. این پژوهش با هدف بررسی کارایی برخی از علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ با تمرکز ویژه بر چچم سخت انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حسن‌آباد داراب (استان فارس) در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل، کاربرد کلودینافوپ پروپارژیل (تاپیک، امولیسیون شونده غلیظ، ۸٪) به‌مقدار ۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، فنوکساپروپ پی‌اتیل (پوماسوپر، امولسیون روغن در آب، ۷/۵٪) به‌مقدار ۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، مزوسولفورون متیل، (مزوماکس، پخش شده در روغن، ۳٪) به‌مقدار ۳۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، مزوسولفورون متیل+ مفن‌پایردی‌اتیل (ریتمیکا، پخش شده در روغن، ۳ ٪) به‌مقدار ۹، ۱۲ و ۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، یدوسولفورون متیل سدیم+ مزوسولفورون متیل+ مفن‌پایردی‌اتیل (اتلانتیس، پخش شده در روغن، ۱/۲٪) به‌مقدار ۱۸ گرم ماده مؤثره درهکتار، یدوسولفورون متیل سدیم+ مزوسولفورون متیل+ دیفلوفنیکان+ مفن‌پایردی‌اتیل (اتللو، پخش شده در روغن، ۶٪) به‌مقدار ۹۶ گرم ماده مؤثره درهکتار، پینوکسادن (اکسیال، امولیسیون شونده غلیظ، ۵٪) به‌مقدار ۶۲/۵ گرم ماده مؤثره درهکتار، پندیمتالین (فیست‌سوپر، سوسوپانسیون کپسوله، ۴۵/۶٪) به‌مقدار ۱۳۶۵ و ۱۸۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار، متری‌بوزین (سنکور، پودر مرطوب شونده، ۷۰٪) به‌مقدار ۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار)+سنکور (۲۸۲ گرم ماده مؤثره در هکتار) و شاهد وجین دستی علف‌های هرز بودند. علف‌کش‌های تاپیک، پوماسوپر، مزوماکس، ریتمیکا، اتلانتیس، اتللو، اکسیال در مرحله پنجه‌دهی گندم اعمال شدند. سنکور طی دو مرحله

زود پس‌رویشی و مرحله پنجه‌دهی گندم، فیست‌سوپر به‌صورت پیش‌رویشی و تیمار ترکیبی فیست‌سوپر (به‌صورت پیش‌رویشی) +سنکور (به‌صورت پس‌رویشی در مرحله پنجه‌دهی گندم) اعمال شدند.

یافته‌های تحقیق: علف‌های هرز غالب آزمایش به‌ترتیب شامل چچم سخت، یولاف وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana*) و علف قناری (*Phalaris minor*) بودند و چچم سخت بیش‌ترین فراوانی نسبی (۹۰ درصد) را داشت. نتایج نشان داد که تیمارهای علف‌کش، تراکم و وزن خشک گونه‌های علف‌های هرز مذکور را را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند. در مقابل، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه گندم به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. بیش‌ترین کارایی در کنترل چچم سخت به‌ترتیب از کاربرد علف‌کش سنکور (۵۶۰گرم ماده مؤثره در هکتار) و ریتمیکا (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) حاصل شد، به‌طوری که این تیمارها توانستند وزن خشک این علف هرز را به‌ترتیب ۶۵ و ۶۱ درصد کاهش دهند. در مقابل، کم‌ترین کارایی در کنترل چچم (کم‌تر از ۳۵ درصد) از کاربرد علف‌کش‌های فیست سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره) و پوماسوپر به‌دست آمد. همچنین، کارایی علف‌کش‌های اتلانتیس، اتللو، مزوماکس، اکسیال و ریتمیکا در کنترل یولاف وحشی و علف قناری ۹۱ تا ۱۰۰ درصد بود. در مجموع، مطلوب‌ترین تیمارهای آزمایش، شامل کاربرد علف‌کش سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و ریتمیکا (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) بودند که توانستند وزن خشک کل علف‌های هرز را به‌ترتیب ۶۸ و ۶۴ درصد کاهش و عملکرد دانه گندم را به‌ترتیب ۳۰ و ۲۸ درصد افزایش دهند.

نتیجه‌گیری: نتایج این آزمایش نشان داد که کارایی علف‌کش ریتمیکا در کنترل یولاف وحشی و علف قناری مشابه یا برتر از علف‌کش‌های اتلانتیس، اتللو، اکسیال و مزوماکس بود. اگرچه، سنکور بیش‌ترین کارایی را در کنترل چچم سخت نشان داد، اما کارایی سنکور در کنترل یولاف وحشی و علف قناری ضعیف‌تر از ریتمیکا بود. بنابراین، با توجه به طیف کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه، کاربرد علف‌کش ریتمیکا برای کنترل یولاف وحشی و علف قناری و علف‌کش سنکور در شرایطی که چچم سخت علف هرز غالب مزرعه گندم باشد، پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تراکم، درصد کنترل، علف قناری، وزن خشک، یولاف وحشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۶

نحوه استناد به این مقاله:

ممنوعی، ابراهیم، کرمی‌نژاد، محمدرضا، ثابت زنگنه، حسین، برجسته، علیرضا، و مین‌باشی معینی، مهدی. (۱۴۰۳). کارایی برخی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ مزارع گندم (*Triticum aestivum*) با تاکید بر چچم سخت (*Lolium rigidum*). *تحقیقات غلات*، *۱۵* (۳)، ۲۸۴-۲۶۹. doi: 10.22124/CR.2025.31168.1872

مقدمه

سطح زیر کشت گندم آبی و دیم در ایران به‌ترتیب ۲/۸ و ۴/۷ میلیون هکتار و همچنین سطح زیر کشت گندم در استان فارس ۴۱۲ هزار هکتار است. این موضوع اهمیت کاشت این گیاه زراعی را در کشور نشان می‌دهد (Ministry of Agriculture-Jahad, 2023). علف‌های هرز از جمله مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید این گیاه زراعی در کشور و در منطقه هستند. مقدار خسارت علف‌های هرز در مزارع گندم ایران ۲۵ تا ۳۰ درصد گزارش شده است (Minbashi *et al*., 2023). علف‌های هرز باریک‌برگ، به‌دلیل قرابت‌های خانوادگی و همچنین تشابه مورفولوژیک، فنولوژیک و اکولوژیک، بیش‌ترین چالش را در تولید گندم ایجاد می‌کنند (Kaur *et al*., 2020). از مهم‌ترین گونه‌های باریک‌برگ خسارت‌زای گندم در ایران می‌توان به یولاف وحشی زمستانه (*Avena sterilis subsp. ludoviciana* (Durieu) Nyman)، یولاف وحشی بهاره (*Avena fatua* L.)، علف‌قناری دانه‌ریز (*Phalaris minor* Retz.)، علف‌قناری (*Phalaris paradoxa* L.)، چچم سخت (*Lolium rigidum* Gaudin)، جودره (*Hordeum spontaneum* K. Koch)، و چاودار (*Secale cereale* L.) اشاره کرد (Zand *et al*., 2019).

در حال حاضر، استفاده از علف‌کش‌ها رایج‌ترین شیوه کنترل علف‌های هرز در مزارع گندم به‌شمار می‌رود. تا کنون در سطح کشور، نه علف‌کش برای گونه‌های باریک‌برگ و شش علف‌کش دو منظوره برای کاربرد در گندم به‌ثبت رسیده است (Zand *et al*., 2019). با این وجود، محدودیت دسترسی به برخی از علف‌کش‌های ثبت شده، استفاده مداوم و بی‌رویه از علف‌کش‌ها و کاهش تناوب زراعی، سبب گسترش مقاومت برخی گونه‌های علف‌های هرز از جمله چچم سخت در استان فارس شده است (Mamnoie *et al*., 2022)؛ مقاومت چچم سخت توسط آزمایش منتشر نشده سازمان حفظ نباتات استان فارس به اثبات رسید است. چچم سخت یکی از مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زای گندم به‌ویژه در مناطق جنوبی استان فارس به‌شمار می‌رود (Mamnoie *et al*., 2024b). این علف هرز با داشتن بانک بذر دائمی و نیز سیستم ریشه‌ای قوی همراه با پنجه‌های متراکم، رقابت شدیدی با گندم برای منابع خاک و نور دارد (Goggin *et al*., 2012)، به‌طوری که قادر است به‌میزان قابل‌توجهی تعداد پنجه‌های بارور و عملکرد دانه گندم را کاهش دهد (Stone *et al*., 1998). این موضوع چالش زیادی برای تولید کنندگان گندم در کشور و استان ایجاد کرده است، به‌طوری که علف‌کش‌های پینوکسادن، مزوسولفورون متیل + یدوسولفورون متیل سدیم، مزوسولفورون متیل + یدوسولفورون متیل سدیم + دیفلوفنیکان، دیکلوفوپ متیل و کلودینافوپ پروپارژیل، کارایی مؤثری در کنترل این علف هرز ندارند (Mamnoie *et al*., 2022; Mamnoie & Karaminejad, 2020). مقدار خسارت علف هرز چچم سخت در مزارع استان فارس بستگی به تراکم این علف هرز تا ۷۰ درصد گزارش شده است (Mamnoie *et al*., 2024b).

علف‌کش مزوسولفورون از گروه شیمیایی سولفونیل اوره است که از مرحله سبزشدن تا مرحله تولید گره گندم به‌کار می‌رود. این علف‌کش قادر است چچم مقاوم به دیکلوفوپ متیل را به‌خوبی کنترل کند (Bailey & Wilson, 2003). گزارش شده است که این علف‌کش می‌تواند چچم مقاوم را در حدود ۶۵ درصد کنترل کند (Bararpour *et al*., 2018). همچنین، گزارش شده است که علف‌کش مزوسولفورون در مهار چچم و یولاف وحشی بسیار موثر است (Karaminejad *et al*., 2021). علف‌کش متری‌بوزین (سنکور) از گروه تریازینون‌ها و بازدارنده فتوسیستم ۲ است که در گندم و جو نیز توصیه شده است (Sheikhi *et al*., 2018). کومار و همکاران (Kumar *et al*., 2011) نشان دادند که سنکور کارایی مطلوبی در کنترل خونی‌واش، چچم (*L. temulentum*) و یولاف وحشی زمستانه دارد. ممنوعی و همکاران (Mamnoie *et al*., 2024c) نشان دادند که سنکور چچم سخت را ۸۲ درصد کنترل کرد. همچنین، پندی‌متالین (فیست سوپر) از خانواده شیمیایی دی‌نیتروآنلین‌ها و بازدارنده تقسیم سلولی است (Zand *et al*., 2019). کاربرد علف‌کش پندی‌متالین به‌صورت تکی یا همراه متری‌بوزین قادر است علف‌های هرز گندم را به‌طور مطلوبی کنترل کند (Singh *et al*., 2019).

استفاده از علف‌کش‌های خاک‌مصرف در تناوب شیمیایی با علف‌کش‌های پس‌رویشی می‌تواند راه‌کار سودمندی جهت برون‌رفت از چالش مقاومت به علف‌کش‌ها باشد. از این‌رو، آزمایش حاضر اجرا شد که هدف از آن بررسی کارایی علف‌کش‌های خاک‌مصرف سنکور (متری‌بوزین)، فیست‌سوپر (پندی‌متالین) و علف‌کش جدید ریتمیکا (مزوسولفورون متیل+مفن‌پایردی متیل) در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ گندم در

مقایسه با علف‌کش‌های پرکاربرد گندم و همچنین ارزیابی واکنش احتمالی خسارت‌زایی در گندم بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی حسن‌آباد داراب در استان فارس در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ انجام شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریای آزاد ۱۱۵۰ متر و میانگین بارندگی منطقه ۱۶۰ میلی‌متر است. بافت خاک مزرعه پژوهشی لوم رسی با اسیدیته ۷/۹، هدایت الکتریکی ۰/۶۸ دسی‌زیمنس بر متر و کربن آلی ۰/۶۸ درصد بوده و مقدار پتاسیم (K_2O) و فسفر (P_2O_5) قابل جذب آن به‌ترتیب ۲۴۸ و ۲۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای علف‌کش شامل کاربرد مقادیر توصیه شده تاپیک (۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)، پوماسوپر (۷۵ گرم ماده مؤثره در هکتار)، مزوماکس (۳۷/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار)، ریتمیکا (۹، ۱۲ و ۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار)، اتلانتیس (۱۸ گرم ماده مؤثره در هکتار)، اتللو (۹۶ گرم ماده مؤثره در هکتار)، اکسیال (۶۲/۵ گرم ماده مؤثره در هکتار)، فیست‌سوپر (۱۳۶۵ و ۱۸۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار)، سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)، فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) + سنکور (۵۶۰ گرم ماده موثره در هکتار) و شاهد وجین دستی علف‌های هرز طی فصل رشد بود. علف‌کش‌های تاپیک، پوماسوپر، مزوماکس، ریتمیکا، اتلانتیس، اتللو و اکسیال به‌صورت پس‌رویشی در مرحله پنجه‌دهی گندم (معادل مرحله ۲۵ زادوکس) (Zadoks *et al*., 1974) استفاده شدند. کاربرد سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) به‌صورت تقسیط‌شده طی دو مرحله استفاده شد که شامل ۲۸۰ گرم ماده مؤثره به‌صورت پس‌رویشی در مرحله دو تا سه برگی گندم معادل مرحله ۱۱ تا ۱۳ زادوکس (Zadoks *et al*., 1974) و ۲۸۰ گرم ماده مؤثره در مرحله پنجه‌زنی گندم بود. فیست‌سوپر به‌صورت پیش‌رویشی بعد از خاک‌آب (اولین آب) قبل از رویش گندم و علف‌های هرز و همچنین تیمار ترکیبی فیست‌سوپر (به‌صورت پیش‌رویشی) + سنکور (به‌صورت پس‌رویشی در مرحله پنجه‌دهی گندم اعمال شد. مشخصات علف‌کش‌های کاربردی شامل نام عمومی، فرمولاسیون، مقدار کاربرد ماده تجارتی، ماده موثره و شرکت سازنده در جدول ۱ ارائه شده است. شایان ذکر است که برای راحتی در نگارش به‌ویژه نتایج و بحث از نام تجاری استفاده شد.

عملیات خاک‌ورزی شامل شخم چیزل و دو بار دیسک عمود بر هم انجام شد. کشت با کارنده پشته‌کار ساخت ایتالیا (Raisbad, Model MZCS-24-300) مجهز به چهار ردیف‌کار با فاصله ۱۵ سانتی‌متر روی پشته‌هایی به عرض ۵۵ سانتی‌متر با عرض جوی ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل دو پشته و هر پشته دارای چهار خط کاشت به‌طول ۱۰ متر با فاصله ۱۵ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. رقم کشت‌شده چمران ۲ و مقدار بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار با تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع بود. کاشت در نیمه اول آبان‌ماه انجام شد.

جدول ۱- اسامی و مقدار مصرف علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Names and application rates of herbicides used in the experiment

Common name	Trade name†	Formulation	Dose ($g.ha^{-1}$ or $Lit.ha^{-1}$)	Dose ($g.a.i.ha^{-1}$)	Company
Iodosulfuron methyl sodium+ Mesosulfuron methyl+ Diflufenican+ Mefenpyr diethyl	Othello®	6% OD	1.6	96	Bayer
Iodosulfuron methyl sodium+ Mesosulfuron methyl+ Mefenpyr diethyl	Atlantis®	1.2% OD	1.5	18	Bayer
Pinoxaden	Axial®	5% EC	1.25	62.5	Syngenta
Clodinafop-propargyl	Topik®	8% EC	1	80	Syngenta
Fenoxaprop-p-ethyl	Puma Super®	7.5% EW	1	75	Bayer
Mesosulfuron methyl+ Mefenpyr-diethyl	Ritmica™	3% OD	0.3, 0.4, 0.5	9, 12, 15	Sam Co.
Mesosulfuron methyl sodium	Mesomax®	3% OD	1.25	37.5	R.A.K.†
Pendimethalin	Fist Super®	45.6% CS	3, 4	1365, 1824	UPL
Metribuzin	Sencor®	70% WP	800	560	Bayer

† R.A.K., Raha Andish Kavan; ®, Registered trademark; ™, Trademark.

آبیاری به‌صورت قطره‌ای با نوار تیپ انجام شد و حجم آبیاری برای تیمارها یکسان بود. مقادیر مورد نیاز کودها نیز بر اساس آزمون خاک تعیین شد، به‌طوری که مقدار نیتروژن از منبع اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و کودهای فسفر و پتاس به‌ترتیب از منبع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم هر یک به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. برای افزایش دقت آزمایش از شاهد کنار (متناظر) استفاده شد، به این ترتیب که هر کرت آزمایشی در بخش طولی به دو قسمت تقسیم و سپس بخش بالایی کرت‌ها سم‌پاشی نشد و به‌عنوان شاهد و بخش پایینی سم‌پاشی شد و به‌عنوان نیمه تیمار در نظر گرفته شد. سم‌پاشی با سم‌پاش پشتی فشار ثابت مجهز به نازل بادبزنی (۸۰۰۳) با همپوشانی استاندارد با فشار دو بار و حجم پاشش ۳۵۰ لیتر در هکتار انجام شد. قابل توجه است که برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ شامل گلرنگ وحشی (*Carthamus oxyacanthus* M. B.)، گل گندم (*Centaurea iberica* Trevir. ex Spreng)، پیچک، یونجه زرد (*Melilotus officinalis* (L.) Lam.) و خردل کاذب (*Hirschfeldia incana* (L.) Lagr. -Foss.) از علف‌کش بروموبایسید امآ (بروموکسینیل + امسی‌پآ) به‌میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در مرحله سه تا پنج برگی علف‌های هرز و در هنگام اوایل صبح بعد از برطرف شدن شبنم صبح‌گاهی استفاده شد. همچنین، در مواردی که علف‌های هرز پهن‌برگ کنترل نشده بودند، با وجین دستی کنترل شدند.

صفات اندازه‌گیری شده در علف‌های هرز شامل تراکم، وزن خشک و درصد کنترل گونه‌های علف‌های هرز بود. تراکم و وزن خشک گونه‌های علف‌های هرز (۳۰ روز پس از سم‌پاشی) از هر نیم کرت شاهد و تیمار در ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر مربع شمارش شد و پس از برداشت به‌تفکیک گونه، خشک و با ترازوی دیجیتال وزن شد. در گندم نیز در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، صفات وزن هزار دانه، تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و درصد تغییرات آن‌ها نسبت به تیمار شاهد اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه از خطوط وسط در مساحتی به ابعاد دو متر مربع و عملکرد زیستی از خطوط باقیمانده و در ابعاد ۳۰ سانتیمتر از هر نیم‌کرت شاهد و تیمار مورد نظر تعیین شد. درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز از رابطه (۱) و درصد تغییرات عملکرد دانه، عملکرد زیستی و اجزای عملکرد از رابطه (۲) اندازه‌گیری به‌دست آمد (Somani, 1992):

$$WCE = \left(\frac{A-B}{A}\right) \times 100 \quad (۱)$$

$$Y_i = 100 \times \frac{Y_f}{Y_w} \quad (۲)$$

در این روابط، WCE کارایی کنترل تراکم (وزن خشک) علف‌های هرز، A و B به‌ترتیب تراکم (وزن خشک) گونه علف‌های هرز در کادر سم‌پاشی نشده و سم‌پاشی شده، Y_i درصد تغییرات عملکرد و Y_f و Y_w به‌ترتیب عملکرد در نیم‌کرت سم‌پاشی شده و نشده است. شایان ذکر است که تیمار شاهد وجین دستی فقط در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دانه در نظر گرفته شد و در تعیین درصد کنترل علف‌های هرز از سر جمع تیمارها حذف شد. به‌منظور تجزیه داده‌ها ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی و سپس تجزیه واریانس انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۳) انجام شد.

نتایج و بحث

علف‌های هرز غالب باریک‌برگ شامل سه گونه چچم سخت، یولاف وحشی زمستانه و علف قناری بودند. بیش‌ترین و کم‌ترین فراوانی نسبی به‌ترتیب مربوط به چچم سخت (۹۰ درصد) و علف قناری (۴/۲ درصد) و بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین تعداد ساقه به‌ترتیب مربوط به چچم سخت و علف قناری با ۲۳۰ و ۹ پنجه در متر مربع بود (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که کاربرد علف‌کش تاثیر معنی‌داری بر تراکم، وزن خشک و درصد کنترل علف‌های هرز چچم سخت، علف قناری، یولاف وحشی زمستانه و مجموع علف‌های هرز داشتند (جدول ۳).

جدول ۲- تراکم نسبی و تعداد ساقه علف‌های هرز غالب مزرعه آزمایشی گندم

Table 2. Relative density and number of stems of dominant weeds in the experimental wheat field

Scientific name	Family	Persian name	Relative density (%)	No. of stem (per m^2)
Lolium rigidum Gaudin	Poaceae	Rigid ryegrass	90	230
Phalaris minor Retz.	Poaceae	Littleseed canarygrass	4.2	9
Avena sterilis subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman	Poaceae	Wild oat	5.8	13

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مربوط به تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و درصد کاهش آن‌ها تحت تاثیر علف‌کش‌ها

Table 3. Results of analysis of variance (mean square) for density and dry weight of weeds along with their reduction percentage affected by herbicides

Source of variation	df	*L. rigidum*		*A. ludoviciana*		*P. minor*		Total weeds	
		Density	RP†	Density	RP†	Density	RP†	Density	RP†
Replication	3	187.93^{ns}	21.81^{ns}	0.08^{ns}	36.44^{ns}	0.23^{ns}	19.19^{ns}	17.36^{ns}	7.47^{ns}
Treatment	12	13962 **	407**	14.57**	748**	9.94**	934 **	15162 **	425 **
Error	36	1448.87	26.86	0.14	94.1	0.16	87.32	972.37	25.46
CV (%)	-	13.99	11.88	22.01	11.03	29.67	10.7	11.31	10.4

^{ns}, * and ** Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.
† PR, Reduction percentage.

Table 3. Continued

جدول ۳- ادامه

Source of variation	df	*L. rigidum*		*A. ludoviciana*		*P. minor*		Total weeds	
		Dry weight	RP†	Dry weight	RP†	Dry weight	RP†	Dry weight	RP†
Replication	3	24.14^{ns}	23.4^{ns}	0.06^{ns}	29.14^{ns}	0.05^{ns}	12.37^{ns}	7.81^{ns}	28.14^{ns}
Treatment	12	4146**	397 **	32.77**	786 **	32.09**	926 **	5016 **	451 **
Error	36	474.84	26.69	0.17	77.73	0.09	82.22	358.59	57.88
CV (%)	-	14.61	10.52	16.21	10.07	12.9	10.38	11.69	14.48

^{ns}, * and ** Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.
† RP, Reduction percentage.

تراکم علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمارهای علف‌کش سبب کاهش معنی‌دار تراکم علف‌های هرز شد. با این وجود، علف‌کش‌ها کارایی متفاوتی در کنترل علف‌های هرز نشان دادند. همچنین، با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش‌های ریتمیکا و فیست‌سوپر کارایی کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری که تراکم پنجه‌های چچم سخت در تیمارهای علف‌کش ریتمیکا (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و فیست‌سوپر (۱۸۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار) به‌ترتیب ۲۰۳ و ۲۹۵ ساقه در متر مربع بودند که نسبت به نیمه شاهد ۵۵ و ۴۰ درصد کاهش نشان دادند. این نتیجه بیانگر آن است که کارایی ریتمیکا (۱۵ گرم ماده موثره در هکتار) در کنترل چچم سخت بیش‌تر از سایر علف‌کش‌های کاربردی (به‌جز سنکور) بوده است. بیش‌ترین کارایی در کنترل چچم سخت از کاربرد سنکور حاصل شد، به‌طوری که تعداد پنجه چچم سخت در کاربرد علف‌کش سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) ۱۷۰ پنجه در متر مربع بود که نسبت به نیمه شاهد ۶۰ درصد کاهش نشان داد. کم‌ترین کارایی در کاهش تراکم تعداد ساقه چچم سخت به‌ترتیب از کاربرد فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و پوماسوپر (۲۴ تا ۳۰ درصد) به‌دست آمد. کارایی کنترل چچم سخت در تیمار ترکیبی فیست‌سوپر+ سنکور (۴۱ درصد) و علف‌کش‌های تاییک، پوماسوپر، آتللو و مزوماکس (۳۸ تا ۴۸ درصد) نیز رضایت‌بخش نبود. همچنین، تعداد ساقه چچم با کاربرد علف‌کش‌های اکسیال و آتلانتیس به‌ترتیب ۵۳ و ۵۰ درصد کاهش یافت (جدول ۴).

کارایی علف‌کش‌های مورد مطالعه در کنترل یولاف زمستانه و علف قناری بسیار مطلوب بود، به‌طوری که با کاربرد ریتمیکا (همه مقادیر)، مزوماکس، اتلانتیس، اتللو و اکسیال، تراکم تعداد ساقه یولاف و علف قناری ۹۲ تا ۱۰۰ درصد کنترل شدند. کاربرد سنکور به‌تنهایی یا به‌همراه فیست‌سوپر نیز توانست یولاف وحشی و علف قناری را ۸۰ تا ۸۴ درصد کنترل کند. در مقابل، کم‌ترین کارایی در کنترل یولاف وحشی (۶۷ درصد) و علف قناری (۵۵ درصد) از کاربرد فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۴).

در مجموع، مطلوب‌ترین تیمارها در کنترل کل علف‌های هرز به‌ترتیب از کاربرد سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و ریتمیکا (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) حاصل شد، به‌طوری که با کاربرد تیمارهای مذکور تعداد کل علف‌های‌هرز به‌ترتیب ۱۷۴ و ۲۰۳ ساقه در متر مربع بود که نسبت به شاهد ۶۵ و ۶۰ درصد کاهش یافت. این تیمارها با اکسیال و اتلانتیس در یک گروه آماری بودند، اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان دادند. در

مقابل، کم‌ترین کارایی کنترل تراکم کل علف‌های هرز باریک‌برگ از فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و پوماسوپر به‌ترتیب با ۳۸۴ و ۳۶۴ ساقه در متر مربع به‌دست آمد که نسبت به نیمه شاهد ۳۰ تا ۳۵ درصد تراکم علف‌های هرز را کاهش دادند (جدول ۴).

بر اساس نتایج به‌دست آمده، با اینکه کارایی علف‌کش‌های اتلانتیس، آتللو، مزوماکس، اکسیال، ریتمیکا (۹ و ۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار) در کنترل یولاف وحشی و علف قناری بسیار مطلوب بود، اما به‌دلیل ضعف کارایی آن‌ها در کنترل چچم سخت، وضعیت مطلوبی برای کنترل مجموع علف‌های هرز نشان ندادند. بنابراین در شرایطی که چچم سخت علف هرز غالب مزرعه باشد، کاربرد سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و ریتمیکا (با دوز حداکثر) گزینه‌های مناسب‌تری به‌شمار می‌روند. گزارش‌های قبلی نیز نشان داده‌اند که علف‌کش اکسیال قادر است تراکم و زیست‌توده یولاف وحشی را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد و از تولید بذر در این علف هرز جلوگیری کند (Baziyar *et al*., 2010)، در حالی‌که اکسیال و اتلانتیس توده علف قناری مقاوم به تاپیک را به‌خوبی کنترل می‌کنند (Travlos, 2012). همچنین، کارآیی علف‌کش کلودینافوپ‌پروپارژیل+ متری‌یوزین در کنترل یولاف وحشی زمستانه و چچم سخت نامطلوب بود (Mamnoie *et al*., 2023b)، در حالی‌که آکسیال‌وان کارایی بسیار مطلوبی در کنترل یولاف وحشی داشت و کارایی علف‌کش کاسیک در کنترل چچم مطلوب‌تر از آکسیال‌وان بود (Mamnoie *et al*., 2024a).

جدول ۴- مقایسه تیمارهای علف‌کش از نظر تعداد ساقه علف‌های هرز و درصد کاهش آن نسبت به شاهد

Table 4. Comparison of herbicide treatments for the number of weed stems and it's reduction percent compared to control

Treatment†	Dose (Lit or g/ha)	*L. rigidum*		*A.. ludoviciana*		*P. minor*		Total weeds	
		No. of stem per m^2	RP† (%)	No. of stem per m^2	RP† (%)	No. of stem per m^2	RP† (%)	No. of stem per m^2	RP† (%)
Topik	1	310c a-d	38.63 d-f	3 c	80. a-c	3.25 b-c	75.06 b-d	317.2 a-c	42.06 e-g
Puma Super	1	355 ab	30.1 gf	5 a	65 c	3.5 ab	65 cd	364.5 ab	35.06 fg
Mesomax	1.25	265 b-f	43.32 b-e	0 f	100 a	0 f	100 a	265 c-e	48.14 b-e
Ritmica	0.3	321 a-c	35.01 e-g	0 f	100 a	0 f	100 a	321 a-c	40.25 e-g
Ritmica	0.4	245 c-f	48.14 a-d	0 f	100 a	0 f	100 a	245 c-f	55.02 a-d
Ritmica	0.5	203 ef	55.27 ab	0 f	100 a	0 f	100 a	203 ef	60.14 ab
Atlantis	1.5	234.5 c-f	50.86 a-d	0 f	100 a	0 f	100 a	234.5 d-f	56.09 a-c
Othello	1.6	255 c-f	46.09 b-e	0 f	100 a	0 f	100 a	255 c-e	52.08 b-e
Axial	1.25	225 d-f	53.11 a-c	1 e	92.36 ab	0.5 f	95.14 ab	227.5 d-f	58.02 a-c
Fist Super	3	375 a	24.96 g	4.5 ab	67.22 c	4.25 a	55.28 d	384.75 a	30.15g
Fist Super	4	295 a-e	40.15 c-f	4 b	70.25 bc	1.75 de	81.25 a-c	301.7 b-d	43.17 d-f
Sencor	800	170 f	60.11 a	2 d	84.69 a-c	1.5 e	83.31a- c	174.5 f	65.07 a
Fit+Sen	3 + 400	285 a-e	41.85 c-f	2 d	84.73 a-c	2.5 cd	80.29 a-c	290.5 b-d	45.57 c-f

Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P≤0.05) by Tukey's test.
† Fit, Fist Super; Sen, Sencor; RP, reduction percentage.

وزن خشک علف‌های هرز

اثر تیمارهای علف‌کش بر وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ نیز نتایج مشابهی داشت، به‌طوری که با کاربرد علف‌کش‌ها، وزن خشک علف‌های هرز چچم، علف قناری و یولاف به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۵). با این وجود، کاهش وزن خشک علف‌های هرز مذکور نسبت به علف‌کش‌های کاربردی متفاوت بود. این مطلب بیانگر، کارایی متفاوت علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز و حساسیت متفاوت علف‌های هرز در پاسخ به علف‌کش‌های مورد استفاده می‌باشد. از سوی دیگر، نتایج نشان داد که با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش ریتمیکا و فیست‌سوپر، وزن خشک علف‌های هرز مزبور به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری که وزن خشک علف هرز چچم سخت با کاربرد دوز حداکثری علف‌کش ریتمیکا (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و فیست‌سوپر (۱۸۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار) به‌ترتیب ۱۱۲ و ۱۶۲ گرم در متر مربع ثبت شد که نسبت ۶۱ و ۴۶ درصد به نیمه شاهد کاهش داشت. بر این اساس، کارایی علف‌کش ریتمیکا (دوز حداکثر) در کنترل چچم سخت بعد از سنکور بیش‌تر از سایر علف‌کش‌ها بود. در همین راستا، بیش‌ترین کارایی در کاهش وزن خشک چچم سخت با کاربرد سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) حاصل شد، به‌طوری که این تیمار توانست وزن

خشک چچم سخت را به ۱۰۱ گرم در متر مربع برساند که نسبت به نیمه شاهد ۶۵ درصد کاهش داشت. در مقابل، کاربرد فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و پوماسوپر به‌ترتیب با ۳۰ و ۳۵ درصد کاهش وزن خشک نسبت به شاهد، کم‌ترین کارایی را در کنترل چچم سخت داشتند. کاربرد تلفیقی فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) + سنکور وزن خشک چچم را ۴۷ درصد کاهش داد و با علف‌کش اتللو در یک گروه آماری قرار گرفت. همچنین کارایی علف‌کش‌های پرمصرف گندم در کنترل چچم سخت به‌ترتیب در پوماسوپر (۳۵ درصد)، تایپک (۴۴ درصد)، مزوماکس (۴۹ درصد)، اتللو (۵۱ درصد)، اتلانتیس (۵۶ درصد) و اکسیال (۵۸ درصد) بود. این نتیجه بیانگر کارایی ضعیف این علف‌کش‌ها در کنترل این گونه است (جدول ۵).

نتایج نشان داد که کارایی علف‌کش‌های ریتمیکا (همه مقادیر)، مزوماکس، اتلانتیس، اتللو و اکسیال در کنترل یولاف زمستانه و علف قناری بسیار مطلوب بود، به‌طوری که با کاربرد تیمارهای مذکور وزن خشک اندام هوایی یولاف و علف قناری ۹۱ تا ۱۰۰ درصد نسبت به نیمه شاهد کاهش یافت. سنکور وزن خشک یولاف وحشی و علف قناری را ۸۳ تا ۸۴ درصد کاهش داد و با تیمارهای اکسیال، تایپک و فیست‌سوپر+ سنکور در یک گروه آماری قرار گرفت. کم‌ترین کارایی در کنترل یولاف وحشی و علف قناری نیز به‌ترتیب با مقادیر ۶۲ و ۶۰ درصد از کاربرد فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) حاصل شد که با پوماسوپر اختلاف معنی‌داری نداشت. افزایش مقدار کاربرد فیست‌سوپر (۱۸۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار) سبب بهبود کنترل یولاف وحشی (۷۰ درصد) و علف قناری (۸۳ درصد) شد، هر چند کارایی این علف‌کش در کنترل این دو علف هرز به‌طور معنی‌داری کم‌تر از ریتمیکا، مزوماکس، اتلانتیس، اتللو و اکسیال بود (جدول ۵).

ارزیابی کارایی علف‌کش‌ها در کاهش مجموع وزن خشک علف‌های هرز نیز نشان داد که مطلوب‌ترین تیمارها در کنترل علف‌های هرز مورد مطالعه به‌ترتیب سنکور و ریتمیکا (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) بودند، به‌طوری که این دو تیمار به‌ترتیب با ۱۱۳ و ۱۲۱ گرم در متر مربع، کم‌ترین وزن خشک کل علف‌های هرز را به‌خود اختصاص دادند که نسبت به نیمه شاهد ۶۷ و ۶۴ درصد کاهش داشت. همچنین، کارایی تیمارهای سنکور و ریتمیکا (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) از نظر کاهش وزن خشک کل علف‌های هرز با تیمارهای مزوماکس، ریتمیکا (۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار)، اتلانتیس و اکسیال در یک گروه آماری بودند. در مقابل، بیش‌ترین وزن خشک و کم‌ترین کارایی در کاهش وزن خشک کل علف‌های هرز باریک‌برگ با کاربرد فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) و پوماسوپر به‌ترتیب با ۲۲۴ و ۲۱۲ گرم در متر مربع به‌دست آمد که نسبت به نیمه شاهد فقط ۲۹ تا ۳۸ درصد کاهش داشتند. همچنین، کاربرد فیست‌سوپر (۱۸۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار)، تاپیک، پوماسوپر و تیمار ترکیبی فیست‌سوپر+ سنکور در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ رضایت‌بخش نبود (جدول ۵).

این نتایج بیانگر آن است که با وجود کارایی بسیار مطلوب علف‌کش‌های اتلانتیس، اتللو، مزوماکس، اکسیال، ریتمیکا (همه مقادیر) در کنترل یولاف وحشی و علف قناری، کارایی آن‌ها در کنترل چچم مطلوب نبود. با توجه به اینکه چچم بیش‌ترین زیست‌توده خشک علف‌های هرز را در این آزمایش داشت، این علف‌کش‌ها نتوانستند کارایی مطلوبی در کنترل مجموع علف‌های هرز نشان دهند. بنابراین، در شرایطی که چچم سخت، علف هرز غالب مزرعه گندم باشد، کاربرد سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) و ریتمیکا (۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) در اولویت می‌باشد. در آزمایش‌های قبلی نیز نشان داده شد که علف‌کش‌های پس‌رویشی کارایی ضعیفی در کنترل چچم سخت در مزارع فارس داشتند (Mamnoie *et al.*, 2022). به‌نظر می‌رسد کنترل بهتر چچم توسط علف‌کش سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) در مقایسه با سایر تیمارهای علف‌کش، می‌تواند احتمالاً مربوط به حساسیت بیش‌تر مرحله گیاهچه‌ای چچم نسبت به مرحله پنجه‌زنی آن باشد، به‌طوری که کاربرد زودهنگام پس‌رویشی سنکور و استقرار مولکول‌های علف‌کش در لایه سطحی خاک قبل از مرحله جوانه‌زنی و مرحله حساس گیاهچه‌ای چچم قادر است وضعیت کنترل مطلوب‌تری در مقایسه با سایر علف‌کش‌های پس‌رویشی نشان دهد (Mamnoie *et al.*, 2024b). با این وجود، کاربرد پیش‌رویشی فیست‌سوپر در مقادیر کاربردی نتوانست چچم سخت را کنترل کند و این اختلاف احتمالاً می‌تواند مربوط به اختلاف مقادیر جذب علف‌کش توسط علف هرز باشد (Preston, 2014). نتایج آزمایش‌های قبلی نیز نشان داده است که تاپیک قادر به کنترل چچم نیست (Baziyar *et al.*, 2010)، در حالی‌که اکسیال کارایی مطلوبی در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ و چچم دارد (Mahmood *et al.*, 2013). در گزارشی اظهار شد، کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی

اکسیال، اتلانتیس و اتللو سبب توقف رشد و نکروزه شدن اندام هوایی چچم سخت شد، اما این علف هرز مجدداً توانست از طریق جوانه‌های جانبی پایین طوقه رشد کند (Mamnoie *et al*., 2024b). این مطلب می‌تواند ناشی از مقاومت چچم سخت به علف‌کش‌های گروه‌های مختلف باشد. در این ارتباط، گزارش‌های قبلی نیز نشان داده‌اند که علف‌کش‌های ایلوکسان، تاپیک، اکسیال، آپیروس، توتال، پوماسوپر، آتلانتیس، اُتللو کارایی ضعیفی در کنترل چچم سخت دارند (Mamnoie & Karaminejad, 2020; Mamnoie *et al*., 2022; Molaei *et al*., 2022). مقاومت چچم به ۱۳ علف‌کش با محل عمل مختلف از ۱۲ کشور مختلف به اثبات رسیده است (Heap, 2023).

جدول ۵- مقایسه تیمارهای علف‌کش از نظر وزن خشک علف‌های هرز و درصد کاهش آن نسبت به شاهد

Table 5. Comparison of herbicide treatments for weed dry weight and it's reduction percent compared to control

Treatment†	Dose (Lit or g/ha)	*L. rigidum*		*A. ludoviciana*		*P. minor*		Total weeds	
		Dry weight (g/m^2)	RP†	Dry weight (g/m^2)	PR† (%)	Dry weight (g/m^2)	PR†	Dry weight ($g\ m^{-2}$)	PR†
Topik	1	173 a-d	44.12 d-f	3d	84.2 a-c	5.32 c	77.16 b-d	193.4 a-c	44.05 c-e
PumaSuper	1	195 ab	35.81 fg	7.5 a	62.67 c	6.25 b	60.78 cd	212.88 ab	38.16 de
Mesomax	1.25	144 b-f	49.72 b-e	0 f	100 a	0 h	100 a	153.35 c-f	56.95 a-d
Ritmica	0.3	181 a-c	40.18 e-g	0 f	100 a	0 h	100 a	190.6 a-d	47.14 b-e
Ritmica	0.4	131f d-e	53.05 a-e	0 f	100 a	0 h	100 a	139.53 ef	57.71 a-c
Ritmica	0.5	112 ef	61.11 ab	0 f	100 a	0 h	100 a	121.35 f	64.38 ab
Atlantis	1.5	128 c-f	56.04 a-d	0 f	100 a	0 h	100 a	136.25 ef	59.53 a-c
Othello	1.6	136 c-f	51.16 b-e	0 f	100 a	0 h	100 a	144.53 d-f	55.37 a-d
Axial	1.25	121 d-f	58.17 a-c	1.5 e	91.01 ab	0.89 g	93.12 ab	131.88 ef	61.27 a-c
Fist Super	3	205 a	30.43 g	6.75 ab	67.13 c	8.12 a	57.18 d	224.66 a	29.99 e
Fist Super	4	162 a-e	46.07 c-f	6 b	70.41 bc	3.1 e	83.14 a-c	175.8 b-e	49.63 a-d
Sencor	800	101 f	65.11 a	3 d	83.83 a-c	2.21 f	84.16 ab	113.34 f	67.05 a
Fit+Sen	3+ 400	151 a-f	47.81 c-f	4.5 c	79.74 a-c	4.11 d	81.17 a-c	169.5 b-e	52.2 a-d

Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P≤0.05) by Tukey's test.
† Fit, Fist Super; Sen, Sencor; RP, reduction percentage.

آمار توصیفی

نتایج آماره‌های توصیفی نشان داد که کارایی علف‌کش ریتمیکا (همه مقادیر)، اتللو، اتلانتیس، اکسیال، مزوماکس، در کنترل یولاف وحشی زمستانه و علف قناری بسیار مطلوب (۹۰ تا ۱۰۰ درصد) و علف‌کش‌های تاپیک، سنکور، فیست‌سوپر (۱۸۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار)، فیست‌سوپر+ سنکور در کنترل یولاف وحشی و علف قناری خوب (۷۵ تا ۸۵ درصد) ارزیابی شد، اما پوماسوپر و فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) کارایی مطلوبی در کنترل این دو علف هرز نداشتند. همچنین، نتایج نشان داد که کارایی اغلب علف‌کش‌ها در کنترل چچم سخت، ضعیف و نامطلوب بود، به‌طوری که کارایی علف‌کش‌های پوماسوپر، تاپیک، فیست‌سوپر، ریتمیکا (۹ گرم ماده مؤثره در هکتار) و فیست‌سوپر+سنکور در کنترل چچم سخت، ۳۰ تا ۴۰ درصد و علف‌کش‌های مزوماکس، ریتمیکا (۱۲ گرم ماده مؤثره در هکتار)، آتلانتیس و اتللو، ۴۰ تا ۵۰ درصد بود. با این وجود، علف‌کش‌های سنکور و اکسیال توانستند چچم سخت را در حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد کنترل کنند (جدول ۶).

عملکرد دانه

مشاهدات ظاهری نتایج این آزمایش نشان داد که هیچ یک از علف‌کش‌های کاربردی در بازه‌های زمانی مختلف هیچ خسارتی در گندم ایجاد نکردند و به این دلیل از ارائه نتایج خودداری شد. از سوی دیگر، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای علف‌کش تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد مطالعه در گندم شامل عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه داشتند (جدول ۷).

کاربرد تیمارهای علف‌کش سبب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد دانه نسبت به نیمه شاهد شد، اما پاسخ صفات مذکور به کاربرد تیمارهای علف‌کش متفاوت بود. نتایج نشان داد که با افزایش مقادیر علف‌کش ریتمیکا و فیست‌سوپر، عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند، به‌طوری که با کاربرد علف‌کش ریتمیکا به‌میزان ۱۲ و ۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، به‌ترتیب وزن هزار دانه (۴۱ و ۴۲ گرم)، تعداد دانه در خوشه (۲۹ و ۳۳ عدد)، تعداد خوشه در متر مربع (۴۰۰ و ۴۲۸ خوشه)، عملکرد دانه (۵/۵ و ۶ تن در هکتار) و

عملکرد زیستی گندم (۱۳ و ۱۵ تن در هکتار) ثبت شد که مقدار افزایش آن‌ها نسبت به نیمه شاهد به‌ترتیب برای وزن هزار دانه (۹ تا ۱۰ درصد)، تعداد دانه (۲۳ تا ۲۵ درصد)، تعداد خوشه (۲۴ تا ۲۷ درصد)، عملکرد دانه (۲۳ تا ۲۸ درصد) و عملکرد زیستی گندم (۲۴ تا ۲۸ درصد) بود. این نتایج بیانگر آن است که کاربرد ریتمیکا به‌میزان ۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار، بیش‌ترین عملکرد دانه را بعد از تیمارهای شاهد وجین دستی و سنکور تولید کرد که برتر از تیمارهای پرکاربرد اتللو، اتلانتیس، اکسیال و مزوماکس بود و اختلاف معنی‌داری با تاپیک، پوماسوپر و فیست‌سوپر+ سنکور داشت (جدول‌های ۸ و ۹). با افزایش مقدار کاربرد علف‌کش فیست‌سوپر نیز عملکرد دانه و عملکرد زیستی گندم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری که با کاربرد فیست‌سوپر (۱۸۲۴ گرم ماده مؤثره در هکتار)، وزن هزار دانه (۶ درصد)، تعداد دانه (۲۱ درصد)، تعداد خوشه (۱۹ درصد) و عملکرد زیستی (۱۵ درصد) نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین، این تیمار با ۴/۸ تن در هکتار، عملکرد دانه را نسبت به شاهد ۱۵ درصد افزایش داد و با تیمارهای تاپیک، پوماسوپر، فیست‌سوپر+ سنکور در یک گروه آماری قرار داشت، اما نسبت به علف‌کش‌های پرکاربرد اتللو، اتلانتیس، اکسیال و مزوماکس به‌طور معنی‌داری عملکرد کم‌تری داشت (جدول‌های ۸ و ۹). بیش‌ترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه بعد از شاهد وجین دستی، از کاربرد علف‌کش سنکور (۵۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار) به‌دست آمد، به‌طوری که با کاربرد این علف‌کش، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در متر مربع، عملکرد زیستی و عملکرد دانه گندم به‌ترتیب ۱۱، ۲۸، ۲۹، ۲۹ و ۳۰ درصد افزایش یافت. همچنین، عملکرد دانه گندم با کاربرد سنکور، ۶/۱۲ تن در هکتار بود که با تیمارهای شاهد وجین، ریتمیکا (۱۲ و ۱۵ گرم ماده مؤثره در هکتار)، اتللو، اتلانتیس و اکسیال تفاوت معنی‌داری نداشت. در مقابل، کم‌ترین عملکرد دانه (۳/۹ تن در هکتار) و عملکرد زیستی گندم (۹/۱ تن در هکتار) از کاربرد علف‌کش فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار) حاصل شد که نسبت به نیمه شاهد به‌ترتیب ۸ و ۹ درصد افزایش داشت و با تیمارهای تاپیک، پوماسوپرو ریتمیکا (۹ گرم ماده مؤثره در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول‌های ۸ و ۹).

جدول ۶- ارزیابی توصیفی کارایی علف‌کش‌ها بر اساس کنترل جمعیت

Table 6. Descriptive assessment of herbicide efficiency for weed control population

Treatment	Dose (Lit or g/ha)	*Avena sterilis subsp. ludoviciana*	*Phalaris minor*	*Lolium rigidum*
Topik	1	+++	+++	+
Puma Super	1	++	++	+
Mesomax	1.25	++++	++++	+
Ritmica	0.3	++++	++++	+
Ritmica	0.4	++++	++++	+
Ritmica	0.5	++++	++++	++
Atlantis	1.5	++++	++++	++
Othello	1.6	++++	++++	+
Axial	1.25	++++	++++	++
Fist Super	3	++	++	+
Fist Super	4	++	+++	+
Sencor	800	+++	+++	++
Fist Super + Sencor	3+ 400	+++	+++	+

Weeds control percentage: ++++ excellent (more than 85%,), +++ good (70-85%,), ++ moderate (50-70%,), + weak (30-50%,).

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای علف‌کش بر عملکرد و اجزای عملکرد و درصد تغییر آن‌ها نسبت به شاهد

Table 7. Results of analysis of variance (mean square) for the effect of herbicide treatments on yield, yield components and their changes percentage (CP) compared to control

Source of variation	df	Grain yield	CP	Biological yield	CP
Replication	3	0.09^{ns}	9.68^{ns}	0.46^{ns}	22.37^{ns}
Treatment	13	2.59^{**}	268.25^{**}	17.36^{**}	245.11^{**}
Error	39	0.36	12.44	1.22	6.7
CV (%)	-	11.31	17.08	8.46	12.43

^{ns}, * and ** Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

Table 7. Continued

جدول ۷- ادامه

Source of variation	df	1000-grain weight	CP	No. of grain per spike	CP	No. of spike	CP
Replication	3	1.8^{ns}	1^{ns}	0.77^{ns}	12.05^{ns}	1549^{ns}	0.84^{ns}
Treatment	13	22.09^{*}	24.16^{**}	88.53^{**}	112.17^{**}	9450^{**}	207.59^{**}
Error	39	10.4	2.1	9.02	9.19	1761	13.7
CV (%)	-	8.07	17.15	10.68	14.1	10.89	17.23

^{ns}, * and ** Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۸- میانگین عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده گندم و درصد تغییرات آن‌ها نسبت به شاهد در تیمارهای مورد مطالعه

Table 8. Means of grain and biological yield of wheat and their changes percentage (CP) compared to control in the studied treatments

Treatment	Dose (Lit or g/ha)	Grain yield		Biological yield	
		Mean (ton.ha^{-1})	CP (%)	Mean (ton.ha^{-1})	CP (%)
Topik	1	4.51 c-e	11.07 fg	10.79 e-g	11.08 gh
Puma Super	1	4.3 de	10.04 g	10.32 fg	10.19 gh
Mesomax	1.25	5.22 b-e	20.05 c-e	12.75 b-f	21.14 c-e
Ritmica	300	4.64 b-e	13.06 e-g	11.68 d-g	13.34f gh
Ritmica	400	5.51 a-d	23.03 b-d	13.65 b-d	24.69 b-d
Ritmica	500	6.05 ab	28.77 ab	15.01 a-c	28.38 ab
Atlantis	1.5	5.65 a-d	26.74 a-c	14.42 a-d	26.24 bc
Othello	1.6	5.43 a-d	25.1 b-d	13.32 b-e	23.52 b-d
Axial	1.25	5.86 a-c	27.11 a-c	14.75 a-c	26.77 a-c
Fist Super	3	3.9 e	8.03 g	9.45 g	9.21 h
Fist Super	4	4.85 b-e	15.13 e-g	11.81 d-g	15.88 e-g
Sencor	800	6.12 ab	30.04 ab	15.31 ab	29.43 ab
Fist Super + Sencor	3+ 400	5.14 b-e	18.01 d- f	12.25 c-f	18.55 d-f
Weeding control	-	6.85 a	33.07 a	16.6 a	33.07 a

Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P≤0.05) by Tukey's test.

جدول ۹- میانگین وزن هزار دانه، تعداد دانه و تعداد سنبله گندم و درصد کاهش آن‌ها نسبت به شاهد در تیمارهای مورد مطالعه

Table 9. Means of 1000-grain weight, number of grain and number of spike of wheat and their changes percentage (CP) compared to control in the studied treatments

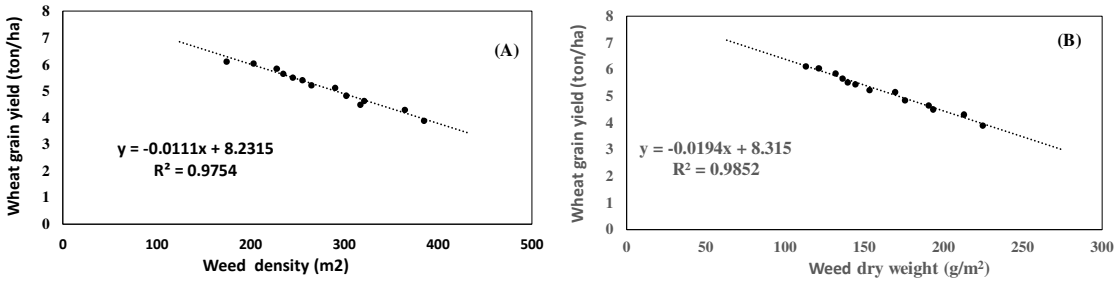
Treatment	Dose (Lit or g/ha)	1000-grains weigh		No. of grains per spike		No. of spikes per m^2	
		Mean (g)	CP (%)	Mean	CP (%)	Mean	CP (%)
Topik	1	37.67 a	5.49 de	25 d-f	18.95 b-d	335 bc	12.46 ef
PumaSuper	1	36.12 a	4.93 e	22 ef	12.83 de	330 bc	11.26 f
Mesomax	1.25	40.22 a	9.08 a-d	27 c-f	22.81 a-c	375 bc	22.78 b-d
Ritmica	0.3	39.48 a	7.13 b-e	24 d-f	15.62 c-e	349 bc	14.2 d-f
Ritmica	0.4	40.99 a	9.46 a-c	29 b-e	23.47 ab	400 a-c	24.56 bc
Ritmica	0.5	42.19 a	10.77 ab	33 a-cb	25.77 ab	428 ab	27.07 a-c
Atlantis	1.5	41.27 a	9.78 a-c	30 a-d	23.92 ab	415 a-c	25.46 a-c
Othello	1.6	40.11 a	8.65 a-d	28 b-f	23.15 a-c	382 bc	23.21 b-d
Axial	1.25	41.44 a	10.26 ab	31 a-d	24.23 ab	418 a-c	26.25 a-c
Fist Super	3	35.75 a	4.66 e	21 f	10.6 e	320 c	10.02 f
Fist Super	4	38.25 a	6.28 c-e	26 c-f	21.19 a-c	354 bc	19.24 c-f
Sencor	800	42.65 a	11.65 a	35 ab	28.69 a	431 ab	29.03 ab
Fit + Sen	3+ 400	39.85 a	7.88 b-e	26 c-f	22.34 a-c	367 bc	21.27 b-e
Weeds.control		43.65 a	12.2 a	37 a	27.61 a	495 a	34.07 a

Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P≤0.05) by Tukey's test.

سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2019) نشان دادند که کاربرد علف‌کش پندی‌متالین به‌تنهایی یا مخلوط با متری‌بوزین، عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله گندم را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. ممنوعی و کرمی‌نژاد (Mamnoie & Karaminejad, 2020) گزارش کردند که علف‌های هرز از طریق کاهش تعداد پنجه‌های بارور و تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه گندم را کاهش می‌دهند. هادی‌زاده و همکاران (Hadizadeh *et al*., 2022) اظهار داشتند که با کاربرد علف‌کش پروسولفورون+ دیکامبا (کاسپر)، عملکرد دانه گندم (۲۰ تا ۶۹ درصد) افزایش یافت. نتایج سایر مطالعات نیز نشان می‌دهند که کاربرد علف‌کش‌های پروسولفوکارب (Mamnoie *et al*.,

2020)، فلوراسولام+ دیفلوفنیکان+ یدوسولفورون متیل سدیم (Mamnoie *et al*., 2022) و امسی‌پی‌آ+فلوراسولام (Mamnoie *et al*., 2023a)، با کنترل مطلوب علف‌های هرز سبب افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه گندم شدند.

ارزیابی رابطه رگرسیونی نشان داد که عملکرد دانه گندم با تراکم و وزن خشک علف‌های هرز از یک معادله خطی با شیب منفی (به‌ترتیب با R^2=۰/۹۷ و R^2 =۰/۹۸) تبعیت می‌کند (شکل ۱). این نتیجه بیانگر آن است که با افزایش وزن خشک یا تراکم علف‌های هرز، عملکرد دانه گندم به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. بنابراین، کنترل علف‌های هرز برای جلوگیری از افت عملکرد دانه امری اجتناب‌ناپذیر است. قبلاً نیز نشان داده شد که کاربرد علف‌کش‌ها از طریق کنترل مطلوب یولاف وحشی و علف قناری و کاهش جمعیت چچم سخت، نه‌تنها مانع افت عملکرد، بلکه سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم نیز شدند، به‌طوری که علف‌کش‌های اتللو، اتلانتیس، ریتمیکا، مزوماکس توانستند علف‌های هرز یولاف وحشی و علف قناری را بهتر از سنکور کنترل کنند، در حالی‌که کارایی علف‌کش سنکور در کنترل چچم سخت بیش‌تر از سایر تیمارهای علف‌کش بود (جدول‌های ۴ تا ۶). همچنین، نتایج نشان داد که علف هرز چچم با میانگین ۲۳۰ پنجه در متر مربع، بیش‌ترین فراوانی نسبی (۹۰ درصد) را در مزرعه داشت (جدول ۳). این نتیجه بیانگر آن است که نقش چچم در رقابت با گندم در این آزمایش بیش‌تر از یولاف و علف قناری بود. چچم با تولید پنجه‌های فراوان و ریشه‌های متراکم، توان رقابت زیادی با گیاه زراعی دارد (Stone *et al*., 1998). بنابراین، کنترل چچم نقش کلیدی در کاهش افت عملکرد دانه گندم دارد. بر این اساس، کاربرد علف‌کش سنکور با کاهش جمعیت چچم (۶۰ درصد) و کاهش تراکم کل علف‌های هرز (۶۵ درصد)، موفق‌تر از سایر تیمارهای علف‌کش بود (جدول ۴) و بعد از تیمار وجین دستی، بیش‌ترین درصد افزایش عملکرد دانه (۳۰ درصد) را به‌خود اختصاص داد.



شکل ۱- رابطه بین عملکرد دانه گندم با تراکم (A) و وزن خشک (B) علف‌های هرز

Figure 1. The relationship between wheat grain yield with weed density and wheat dry weight

با ارزیابی کارایی دو تیمار سنکور (۲۸۲ گرم ماده مؤثره در هکتار زود پس‌رویشی+ ۲۸۲ گرم ماده مؤثره در هکتار پس‌رویشی) و تیمار ترکیبی فیست‌سوپر (۱۳۶۵ گرم ماده مؤثره در هکتار)+ سنکور (۲۸۲ گرم ماده مؤثره در هکتار) در کنترل چچم سخت (جدول‌های ۴ تا ۶)، ملاحظه می‌شود که مقدار و زمان کاربرد پس‌رویشی سنکور در دو تیمار یکسان بوده است. از سوی دیگر، علف‌کش فیست‌سوپر (به‌تنهایی) کارایی ضعیفی در کنترل چچم داشت (جدول‌های ۴ تا ۶). از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که کاربرد زود پس‌رویشی سنکور نقش تعیین کننده‌ای در کنترل چچم دارد. بروستر و همکاران (Broster *et al*., 2022) نشان دادند که حساسیت چچم (*L. rigidum*) به علف‌کش‌های خاک مصرف بیش‌تر از علف‌کش‌های پس‌رویشی است. این علف هرز در مراحل جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای به علف‌کش‌ها حساس‌تر است و بنابراین با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. همچنین، ممنوعی و همکاران (Mamnoie *et al*., 2024c) نشان دادند که علف‌کش‌های بوکسر (پروسولفوکارپ) و سنکور کارایی مطلوبی در کنترل چچم داشتند و کارایی آن‌ها در کنترل چچم بیش‌تر از علف‌کش‌های پس‌رویشی اتللو، اکسیال و ایلوکسان بود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که کارآیی علف‌کش ریتمیکا در کنترل یولاف زمستانه و علف قناری، همانند علف‌کش‌های اتلانتیس، اتللو، اکسیال و مزوماکس، بسیار مطلوب بود، اما با تیمارهای سنکور، فیست‌سوپر، پوماسوپر و تاپیک تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین، ریتمیکا (با دوز حداکثر) کارآیی مشابهی با علف‌کش‌های اتلانتیس و

اکسیال در کنترل چچم سخت داشت و مطلوب‌تر از اتللو، مزوماکس، فیست‌سوپر، تاپیک و پوماسوپر بود. از سوی دیگر، کارایی سنکور در کنترل یولاف زمستانه و علف قناری، ضعیف‌تر از ریتمیکا، اتلانتیس، اتللو، اکسیال و مزوماکس بود، در حالی‌که کارآیی آن در کنترل چچم در مقایسه با سایر تیمارها رضایت‌بخش‌تر بود. فیست‌سوپر نیز به‌تنهایی یا همراه با سنکور، کارآیی مطلوبی در کنترل علف‌های هرز مورد مطالعه نداشت. بنابراین، با توجه به نتایج این آزمایش، علف‌کش ریتیمکا برای کنترل علف‌های هرز یولاف وحشی و علف قناری در مزارع گندم پیشنهاد می‌شود، اما در شرایطی که چچم، علف هرز غالب مزرعه باشد، کاربرد سنکور می‌تواند گزینه مناسبی باشد.

سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس و موسسه تحقیقات گیاهپزشکی برای حمایت مالی پژوهش سپاسگزاری می‌شود. این مقاله حاصل طرح پژوهشی با شماره مصوب ۰۴-۱۶-۱۶-۰۶۷-۰۱۰۶۱۸ است.

تضاد منافع

نویسندگان تایید می‌کنند که این تحقیق در غیاب هر گونه روابط تجاری یا مالی که می‌تواند به‌عنوان تضاد منافع بالقوه تعبیر شود، انجام شده است.

رعایت اخلاق در نشر

نویسندگان اعلام می‌کنند که در نگارش این مقاله به‌طور کامل از اخلاق نشر از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و انتشار دوگانه، پیروی کرده‌اند. همچنین، این مقاله حاصل یک کار تحقیقاتی اصیل بوده و تا کنون به‌طور کامل به هیچ زبانی و در هیچ نشریه یا همایشی چاپ و منتشر نشده است و هیچ اقدامی نیز برای انتشار آن در هیچ نشریه یا همایشی صورت نگرفته و نخواهد گرفت.

اجازه انتشار مقاله

نویسندگان با چاپ این مقاله به‌صورت دسترسی باز موافقت کرده و کلیه حقوق استفاده از محتوا، جدول‌ها، شکل‌ها، تصویرها و غیره را به ناشر واگذار می‌کنند.

References

Mahmood, A., Iqbal, J., Chattha, M. B., & Azhar, G. S. (2013). Evaluation of various herbicides for controlling grassy weeds in wheat. *Mycopath*, *11*(1), 39-44.

Bailey, W. A., & Wilson, H. P. (2003). Control of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in wheat (*Triticum aestivum*) with postemergence herbicides. *Weed Technology*, *17*(3), 534-542. doi: 10.1614/WT02-144.

Bararpour, T., Hale, R., Kaur, G., Bond, J. A., Burgos, N. R., Tseng, T. M. P., Wilkerson, T. H., & Lazaro, L. M. (2018). Comparison of herbicides for control of diclofop-resistant Italian ryegrass in wheat. *Agriculture*, *8*(9), 135. doi: 10.3390/agriculture8090135.

Baziyar, S., Vazan, S., Oveisi, M., & Paknezhad, F. (2010). Optimization of herbicide doses of mesosulfuron-methyl (Atlantis) and clodinafop-propargyl (Topik) in control of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in competition with wheat. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *41*(4), 755-761. [In Persian].

Broster, J., Boutsalis, P., Gill, G. S., & Preston, C. (2022). The extent of herbicide resistance in *Lolium rigidum* Gaud. (annual ryegrass) across south-eastern Australia as determined from random surveys. *Crop & Pasture Science*, *73*(11), 1308-1317. doi: 10.1071/CP21753.

Goggin, D. E., Powles, S. B., & Steadman, K. J. (2012). Understanding *Lolium rigidum* seeds: The key to managing a problem weed. *Agronomy*, *2*(3), 222-239. doi: 10.3390/agronomy2030222.

Hadizadeh, M. H., Minbashi Moeini, M., Jamali, M., Shahi-Kotiani., M., & Karaminejad, M. (2022). Study on the efficacy of prosulfuron+ dicamba (Casper® WG 55%) as compared with common broadleaf weed killers in wheat. *Iranian Journal of Weed Science*, *18*(2), 47-64. [In Persian].

Heap, I. (2023). The international survey of herbicide resistant weeds. Retrieved from http://www.weedscience.com.

Karaminejad, M., Haghighi, A., Sabet Zangeneh, H., Sabati, P., Barjasteh, A., Nezamabadi, N., Jabbari, S., Hemmati, A., & Garanjik, A. (2021). Evaluation of the efficacy of dual-purpose herbicides mesosulfuron (3% OD) and mesosulfuron-methyl (3% WG) + iodosulfuron-methyl sodium (0.6%) for weed control in wheat fields, Final Report No. 60887, October 12, 2021. Iranian Plant Protection Research Institute. [In Persian].

Kaur, A., Kumar, A., Patil, M., Kumar, P., & Singh, A. N. (2020). Novelty of plant functional approaches under weed-crop interactions particularly leaf functional traits of the wheat crop: A synthesis. *Advances in Zoology & Botany*, *8*(6), 469-482. doi: 10.13189/azb.2020.080601.

Kumar, S., Angiras, N. N., & Rana, S. S. (2011). Bio-efficacy of clodinafop-propargyl+ metsulfuron-methyl against complex weed flora in wheat. *Indian Journal of Weed Science 43*(3&4): 195-198.

Ministry of Agriculture-Jahad. (2023). Statistical Database. Agriculture Products. Vol. 1. Crop Plants. Ministry of Agriculture-Jihad, Tehran, Iran. [In Persian]. http://www.agri-jahad.ir.

Mamnoie, E., & Karaminejad, M. R. (2020). Evaluation of time and rate application of Prosulfocarb herbicide in the weed control of wheat in South Kerman. *Journal of Crop Production*, *13*, 51-66. [In Persian]. doi: 10.22069/ejcp.2020.17165.2269.

Mamnoie, E., Karaminejad, M. R., Aliverdi, A., & Minbashi Moeini, M. (2022). Application efficacy of newly released pre-mixed herbicide in winter wheat: Joystick®. *Agronoomia (Estonian Journal of Agricultural Science)*, *1*(33), 118-123. doi: 10.15159/jas.22.13.

Mamnoie, M., Karaminejad, M. R., Bagherani Torshiz, N., Barjasteh, A., & Minbashi Moeini, M.. (2023b). The efficiacy of clodinafop propargyl+ metribuzin in compared with common herbicide of wheat fields. *Iranian Journal of Weed Science*, *19*(1), 139-155. [In Persian]. doi: 10.22034/ijws.2023.362006.1434.

Mamnoie, E., Karaminejad, M. R., Barjasteh, A. R., Haghighi, A. A., Minbashi Moeini, M., & Askari K. A. R. (2024b). Evaluation of the efficacy of dual-purpose herbicides Axial One® (pinoxaden + flurasulam) and Cassic® (diflufenican+ iodosulfuron methyl sodium+ flurasulam) compared to common herbicides for weed control in wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of Plant Protection Research*, *37*(4), 455-469. [In Persian]. doi: 10.22067/JPP.2023.81511.1134.

Mamnoie, M., Karaminezhad, M. R., Minbashi Moeini, M., & Zali, H. (2024a). The evaluation of application time of Prosulfocarb (80% EC) herbicide on weed control especially annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in wheat. *Weed Research Journal*, *15*(2), 49-61. [In Persian].

Mamnoie, E., Minbash Moeini, M., & Karaminejad, M.R. (2023a). The effect of premixed herbicides of MCPA+Florasulam on weed control of broadleaf and wheat (*Triticum aestivum*) yield in fields of Fars province. *Crop Production Journal*, *16*(4), 199-216. doi: 10.22069/ejcp.2024.21863.2608.

Mamnoie, E., Minbash Moeini, M., Mojab, M., Karaminejad, M. R., Esmaili, A., & Ghezeli, F. (2024c). Weed management of rigid ryegrass (*Lolium rigidum* Gaudin) in wheat fields. Technical Bulletin No. 65422. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran. [In Persian].

Minbashi, M. M., Haghighi, A., Shahi, K. M., & Samadani, B. (2023). Evaluation of bentazon+ dichlorprop for control of noxious broadleaf weeds in wheat fields of Iran. *Gesunde Pflanzen*, *6*, 1-9. doi: 10.1007/s10343-023-00789-w.

Molaei, M. N., Hosseini, S. A., Mamnoie, E., & Sasanfar, H. (2022). Winter wild oat (*Avena ludoviciana*) accessions resistance to Clodinafop-Propargyl herbicide in south of Kerman. *Iranian Journal of Weed Science*, *18*(1), 23-33. [In Persian]. doi: 10.22092/IJWS.2021.354407.1391.

Preston, C. (2014). Understanding Preemergent Cereal Herbicides: How They Work, Interactions with Seeder Type, Soil, Weed Kill and Crop Safety. Grains Research and Development Corporation.

Sheikhi-Gorjani, A., Najafi, H., Abbasi, S., Saberfar, F., & Moradi, M. (2018). Guide to Chemical and Organic Pesticides of Iran. Rahdan Publications. [In Persian]. 228 p.

Singh, R. S., Kumar, R., Kumar, M., & Pandey, D. (2019). Effect of herbicides to control weeds in wheat. *Indian Journal of Weed Science*, *51*(1), 75-77.

Somani, L. I. (1992). Dictionary of Weed Science. Agronomy Publishing Academy, India. 256 p.

Stone, M. J., Cralle, H. T., Chandler, J., Miller, T. D., Bovey, R. W., & Carson, K. H. (1998). Above- and below-ground interference of wheat by Italian ryegrass. *Weed Science*, *46*(4), 438-441.

Travlos, I. S. (2012). Evaluation of herbicide-resistance status on populations of little seed canarygrass (*Phalaris minor* Retz.) from southern Greece and suggestions for their effective control. *Journal of Plant Protection Research*, *52*(3), 314-318. doi: 10.2478/v10045-012-0015-2.

Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974.) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, *14*, 415-421.

Zand, E., Baghestani, M. A., Nezamabadi, N., Shimi, P., & Mousavi, S. K. (2019). A Guide for Herbicides in Iran. University Press Center. 216 p. [In Persian].