

Evaluating yield loss of winter wheat in competition with wild rye (Case study: Shahkoh region, Golestan province)

Hadi Mohamadi¹, Farshid Ghaderi-Far², Asieh Siahmarguee^{*3}, Ebrahim Zeinali⁴,
Javid Gherekhloo⁵

1. Ph.D. Graduate of Agronomy, Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran. E-mail: hadimohamadi1362@gmail.com
2. Professor, Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran. E-mail: farshidghaderifar@yahoo.com
3. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran. E-mail: siahmarguee@gau.ac.ir
4. Associate Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran. E-mail: zeinalistudents@gmail.com
5. Professor, Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran. E-mail: gherekhloo@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 01.07.2023
Revised: 01.21.2023
Accepted: 01.30.2023

Keywords:
Certified seeds,
Competition,
Cousens three-parameter
model,
Self-consumption seeds,
Yield loss

ABSTRACT

Background and Objectives: wild rye (*Secale cereale* L.) is considered one of the most important winter cereal weeds in the world. The damage resulting from the interference of this weed with wheat is more than other species of weed. This species is known as the most important wheat weed in the southern highlands of Golestan province (Shahkoh region). Since the area under wheat cultivation in the southern highlands of Golestan province (Shahkoh region) is much lower compared to the plains and low-altitude areas, no attention has been paid to the problems of wheat production, including the presence of wild rye in the mentioned region. Therefore, this study was conducted with the aim of investigating the damage caused by wild rye in the wheat fields of Shahkoh region.

Materials and Methods: This experiment was designed and carried out as a survey method in 30 wheat fields at Alvand and Omid cultivars in Shahkoh region of Golestan province. Sampling was done from each field in the wheat harvest stage at ten points in quadrats measuring 1 × 1 square meter. All wheat and wild rye plants were harvested at each point and transferred to the Plant Physiology Laboratory of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources to determine plant density, yield and yield components. The changes of the mentioned traits in wheat cultivars with the increase of wild rye density were investigated using the three-parameter Cozens model.

Results: The results showed that the number of wild rye plants in the fields varied from 0 to 9 plants per square meter. The number of spikes. m⁻², grain yield and biomass yield of wild rye in all densities were higher in interference with Alvand cultivar than Omid cultivar. With increasing the density of rye, the studied traits decreased in wheat cultivars. With the introduce of each rye plant, the number of spikes.m⁻², number of seeds per spike, 1000-seed weight, seed yield, biological yield and harvest index were 6.64%, 3.50%, 2.47%, 9.28%, 5.38% and 9.43% in Omid cultivar and 4.74%, 4.19%, 2.93%, 7.30%, 3.77% and 7.15% in Alvand cultivar, respectively. A lower decrease in the number of spikes.m⁻² and 1000-seed

weight in the Alvand cultivar can indicate its higher competitive power compared to the Omid. On the other hand, the seed yield of these cultivars in terms of non-interference with wild rye in fields under self-consumption seeds was almost similar to fields under certified seeds (without contamination with rye).

Conclusion: These findings showed that wild rye has an important role in reducing the yield of wheat cultivars in Shahkoeh region; Alvand cultivar is considered as a more suitable cultivar due to its higher yield potential in both interference and non-interference conditions; The use of certified seeds may be the main strategy to control wild rye in Shahkoh region.

Cite this article: Mohamadi, Hadi, Ghaderi-Far, Farshid, Siahmarguee, Asieh, Zeinali, Ebrahim, Gherekhloo, Javid. 2023. Evaluating yield loss of winter wheat in competition with wild rye (Case study: Shahkoh region, Golestan province). *Journal of Plant Production Research*, 30 (3), 161-176.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JOPP.2023.20953.2999

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

ارزیابی کاهش عملکرد گندم زمستانه در تداخل با علف هرز چاودار وحشی (مطالعه موردی: منطقه شاهکوه، استان گلستان)

هادی محمدی^۱، فرشید قادری فر^۲، آسیه سیاهمرگویی^{۳*}، ابراهیم زینلی^۴، جاوید قرخلو^۵

۱. دانش آموخته دکتری زراعت، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: hadimohamadi1362@gmail.com
۲. استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: farshidghaderifar@yahoo.com
۳. نویسنده مسئول، دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: siahmarguee@gu.ac.ir
۴. دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: zeinalistudents@gmail.com
۵. استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: gherekhloo@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: چاودار وحشی (<i>Secale cereal L.</i>) یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز غلات زمستانه در دنیا محسوب می‌شود. خسارت حاصل از تداخل این علف هرز با گندم بیش از سایر گونه‌های علف هرز می‌باشد. این گیاه به عنوان مهم‌ترین علف هرز گندم در ارتفاعات جنوبی استان گلستان (منطقه شاهکوه) شناخته می‌شود. از آنجایی که سطح زیر کشت گندم در ارتفاعات جنوبی استان گلستان، در مقایسه با مناطق جلگه‌ای و کم ارتفاع بسیار پایین‌تر است، تاکنون هیچ توجهی به مشکلات تولید گندم از جمله حضور چاودار وحشی در منطقه مذکور نشده است. از این‌رو، این مطالعه با هدف بررسی خسارت ناشی از چاودار وحشی در مزارع گندم منطقه شاهکوه انجام شده است.
واژه‌های کلیدی: بذر خود مصرفی، بذر گواهی شده، رقابت، کاهش عملکرد، مدل سه پارامتره کوزنس	مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت پیمایشی در ۳۰ مزرعه گندم زیر کشت رقم الوند و رقم امید در منطقه شاهکوه در استان گلستان طراحی و اجرا گردید. نمونه‌برداری از هر مزرعه در مرحله رسیدگی کامل گندم در ده نقطه در کوادراتی به ابعاد ۱×۱ مترمربع انجام شد. در هر نقطه تمامی بوته‌های گندم و چاودار وحشی برداشت و جهت تعیین تراکم، عملکرد و اجزای عملکرد به آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

منتقل شدند. تغییرات صفات مذکور در ارقام گندم با افزایش تراکم چاودار وحشی با استفاده از مدل سه پارامتره کوزنس بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تعداد بوته‌های چاودار وحشی در مزارع از ۰ تا ۹ بوته در مترمربع متغیر بود. تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده چاودار وحشی در تمامی تراکم‌ها در تداخل با رقم الوند نسبت به تداخل با رقم امید بیش‌تر بود. با افزایش تراکم چاودار وحشی صفات مورد بررسی در ارقام گندم کاهش یافتند. به‌ازای ورود هر بوته چاودار وحشی تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت به ترتیب به میزان ۶/۶۴، ۳/۵۰، ۲/۴۷، ۹/۲۸، ۵/۳۸ و ۹/۴۳ درصد در رقم امید و ۴/۷۴، ۴/۱۹، ۲/۹۳، ۷/۳۰، ۳/۷۷ و ۷/۱۵ درصد در رقم الوند کاهش یافتند. کاهش کم‌تر تعداد سنبله در مترمربع (پنجه بارور) و وزن هزاردانه در رقم الوند می‌تواند نشان‌دهنده توان رقابتی بالاتر آن نسبت به رقم امید باشد. از سوی دیگر، عملکرد دانه این ارقام در شرایط عدم تداخل با چاودار در مزارع تحت کشت بذره‌های خودمصرفی تقریباً مشابه مزارع تحت کشت بذره‌های گواهی شده (بدون آلودگی به چاودار وحشی) بود.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان دادند که چاودار وحشی نقش مهمی در کاهش عملکرد ارقام گندم در منطقه شاهکوه دارد؛ رقم الوند با توجه به پتانسیل تولید عملکرد بالاتر در هر دو شرایط تداخل و عدم تداخل، رقم مناسب‌تری محسوب می‌شود. استفاده از بذره‌های گواهی شده ممکن است راهکار اصلی کنترل چاودار وحشی در منطقه شاهکوه باشد.

استناد: محمدی، هادی، قادری‌فر، فرشید، سیاهمرگویی، آسیه، زینلی، ابراهیم، قرخلو، جاوید (۱۴۰۲). ارزیابی کاهش عملکرد گندم زمستانه در تداخل با علف هرز چاودار وحشی (مطالعه موردی: منطقه شاهکوه، استان گلستان). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۳۰ (۳)، ۱۷۶-۱۶۱.

DOI: 10.22069/JOPP.2023.20953.2999



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

چاودار وحشی (*Secale cereale* L.) یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز غلات زمستانه در دنیا محسوب می‌شود (۱). مشکلات ناشی از حضور چاودار وحشی در غلات زمستانه در کشورهایمانند ایران بسیار زیاد است (۲). این گیاه پراکنش بسیار وسیعی در ایران داشته و از اصلی‌ترین علف‌های هرز مزارع گندم در استان‌های اردبیل، کردستان، خوزستان، آذربایجان غربی و شرقی، فارس، اصفهان و خراسان به شمار می‌آید (۳).

چاودار وحشی گیاهی یکساله بوده و از طریق بذر تکثیر می‌شود. هر بوته چاودار توانایی تولید بیش از ۶۰۰ بذر را دارد؛ که تنها درصد اندکی از آن‌ها قادر به حضور در بانک بذر تا بیش از ۵ سال خواهند بود (۴). وسترا و همکاران (۲۰۰۴) بیان نمودند که کم‌تر از یک درصد بذرهای ریزش یافته چاودار وحشی بر روی سطح خاک ممکن است دارای کمون باشند و در بانک بذر باقی بمانند (۵). از این جهت به نظر می‌رسد مهم‌ترین دلیل حضور چاودار وحشی در مزارع گندم، استفاده از بذرهای آلوده باشد (۶)؛ زیرا روش‌های بوجاری رایج شامل استفاده از جداکننده‌های طولی و دنداندار قادر به تفکیک ۱۰۰ درصدی بذرهای گندم و چاودار وحشی از یکدیگر نیستند (۱).

کنترل چاودار وحشی به دلیل انعطاف‌پذیری بالای آن به نوسانات محیطی، مقاومت به خشکی، پتانسیل عملکرد بالا، قابلیت بالای جذب آب و عناصر غذایی، داشتن خاصیت دگرآسیبی و تشابه سیکل زندگی آن به گندم بسیار دشوار است (۷، ۸). از طرف دیگر، فقدان علف‌کش‌های مؤثر با خاصیت انتخابی، مشکلات کنترل چاودار وحشی در مزارع گندم را دوچندان نموده است (۳، ۴).

خسارت ناشی از رقابت این علف هرز با گیاه زراعی بسیار زیاد است. منابع نشان می‌دهد که حضور

بلندمدت چاودار وحشی در مناطق مختلف آمریکا باعث کاهش عملکرد دانه گندم تا بیش از ۵۰ درصد شده است (۹، ۱۰). قدرت رقابت چاودار وحشی در مقایسه با سایر علف‌های هرز مزارع گندم بسیار بالاتر است، به طوری در مطالعه‌ای که در شهر استیل واتر اوکلاهوما انجام شد در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع چاودار وحشی، چچم (*Lolium multiflorum* Lam) و بروموس (*Bromus secalinus* L.) میزان کاهش عملکرد گندم به ترتیب ۶۵، ۹۵ و ۴۰ درصد بود (۱). قدرت رقابتی هر بوته چاودار وحشی از لحاظ تأثیر بر عملکرد دانه گندم معادل ۳/۱ بوته گندم گزارش شده است که نشان از آسیب‌پذیری بیش‌تر عملکرد دانه تک‌بوته‌های گندم در اثر رقابت برون‌گونه‌ای (حضور چاودار وحشی) نسبت به رقابت درون گونه‌ای دارد (۱۱). سعادتیان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که در شهرستان درگز عملکرد دانه گندم در رقم حساس چمران از ۶۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط عاری از علف هرز چاودار وحشی به ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۸۰ بوته در مترمربع چاودار وحشی کاهش یافت. ایشان هم‌چنین گزارش کردند که بیش‌ترین میزان افت عملکرد تا تراکم ۲۰ بوته در مترمربع چاودار وحشی حاصل می‌شود و در تراکم‌های بالاتر شیب کاهش عملکرد گندم کم‌تر می‌شود (۱۲). افزایش تراکم چاودار وحشی از صفر به ۱۰۰ بوته در مترمربع عملکرد دانه گندم را در منطقه ترتبت حیدریه از ۶۰۵۰ کیلوگرم در هکتار به ۲۸۷۵ کیلوگرم در هکتار کاهش داد (۱۳). میزان کاهش عملکرد گندم در ایالت کانزاس آمریکا در شرایط تداخل ۲۱ بوته چاودار وحشی بیش از ۴۰ درصد بود (۱۴). علاوه بر این آلودگی بذرهای گندم به چاودار وحشی نیز باعث کاهش کیفیت آرد و در نتیجه کاهش ارزش تجاری آن می‌شود (۱۵).

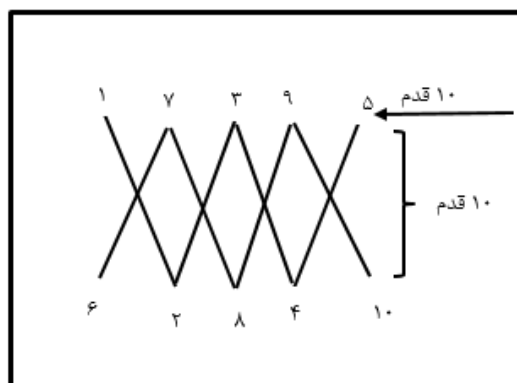
شده تنها ارقام مورد استفاده در منطقه شاهکوه می‌باشند و این موضوع علت انتخاب آن‌ها بود. در این پژوهش تعداد ۳۰ مزرعه گندم که ۱۵ مورد زیر کشت رقم الوند و ۱۵ مورد نیز زیر کشت رقم امید قرار داشتند، انتخاب شدند. در تمامی مزارع انتخاب شده از بذره‌های خودمصرفی (آلوده به بذر چاودار وحشی) برای کشت استفاده شده بود. برای بررسی امکان حضور چاودار وحشی در مزارع تحت کشت بذره‌های گواهی شده نیز ۵ مزرعه از رقم الوند و ۵ مزرعه از رقم امید انتخاب و حضور چاودار وحشی و عملکرد دانه تولیدی در آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش نمونه‌برداری و صفات مورد اندازه‌گیری: نمونه‌برداری در مرحله رسیدگی دانه گندم به روش زیر (شکل ۱) انجام شد. در محل هر نقطه کوادراتی به ابعاد ۱×۱ مترمربع قرار داده شد. تمامی بوته‌های گندم و چاودار وحشی قرار گرفته در داخل هر کوادرات از سطح خاک، قطع و پس از قرارگیری در داخل کیسه‌های پلاستیکی جداگانه، به آزمایشگاه منتقل شدند. در مرحله بعد تعداد بوته‌های گندم و چاودار وحشی متعلق به هر نمونه به صورت جداگانه شمارش شدند. لازم به ذکر است که میانگین تراکم گندم در مزارع 0.38 ± 0.05 بوته در مترمربع بود.

با توجه به آن‌چه گفته شد، چاودار وحشی یکی از علف‌های هرز بسیار مهم مزارع گندم در نقاط مختلف کشور به شمار می‌رود و از این جهت، برآورد میزان خسارت وارده به گندم در شرایط حضور این علف هرز در هر منطقه ضروری می‌باشد. این گیاه به عنوان مهم‌ترین علف هرز گندم در ارتفاعات جنوبی استان گلستان (منطقه شاهکوه) شناخته می‌شود. از آنجایی‌که سطح زیر کشت گندم در ارتفاعات جنوبی استان گلستان در مقایسه با مناطق جلگه‌ای و کم‌ارتفاع بسیار پایین‌تر است، تاکنون هیچ توجهی به مشکلات تولید گندم از جمله حضور چاودار وحشی در منطقه مذکور نشده است. از این جهت، این مطالعه با هدف بررسی میزان خسارت ناشی از حضور چاودار وحشی در مزارع گندم منطقه شاهکوه از طریق نمونه‌برداری میدانی از مزارع کشاورزان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

مواد و محل انجام آزمایش: در این مطالعه اثر حضور علف هرز چاودار وحشی بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم زمستانه شامل ارقام الوند و امید در شرایط طبیعی روستای شاهکوه پایین (واقع در ارتفاعات جنوبی استان گلستان) مورد بررسی قرار گرفت. ارقام ذکر



شکل ۱- الگوی نمونه‌برداری از مزارع گندم.

Fig. 1. Sampling pattern of wheat fields.

در این رابطه، y مقدار صفت مورد بررسی در تراکم x ، شیب خط و b عرض از مبدا منحنی می‌باشند.

$$y = Y_{wf} \times \left[1 - \frac{I \times D}{100 \times \left(1 + \frac{I \times D}{A} \right)} \right] \quad (3)$$

در این رابطه، y مقدار صفت مورد بررسی در واحد سطح، Y_{wf} مقدار صفت مورد بررسی در شرایط عدم تداخل، I درصد کاهش صفت مورد بررسی به ازای ورود اولین بوته علف هرز وقتی که تراکم علف هرز به سمت صفر میل می‌کند و A مقدار صفت مورد بررسی در حداکثر تراکم علف هرز می‌باشند.

تمامی تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۰ انجام شد. رسم شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

تغییرات ارتفاع، عملکرد و اجزای عملکرد چاودار وحشی با افزایش تراکم در شرایط تداخل با ارقام گندم: نتایج تجزیه رگرسیون داده‌ها نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده چاودار وحشی با افزایش تراکم آن در شرایط تداخل با ارقام الوند و امید گندم به صورت خطی افزایش یافت (شکل ۲). عدم معنی‌داری روند تغییرات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه با افزایش تراکم بوته نیز بیانگر عدم تأثیرپذیری صفات مذکور از تغییرات تراکم چاودار وحشی در شرایط تداخل با ارقام گندم بود (شکل ۲). هرچند که روند تغییرات ارتفاع بوته در مقابل تراکم معنی‌دار نبود، اما ارتفاع بوته‌های چاودار وحشی در تمامی تراکم‌ها در شرایط تداخل با رقم امید به‌طور قابل‌توجهی بیش‌تر از ارتفاع بوته‌های چاودار وحشی در شرایط تداخل با رقم الوند بود (شکل ۲). سعادتیان و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای که در شهرستان درگز انجام دادند گزارش

در آزمایشگاه ارتفاع هر بوته گندم و چاودار وحشی با استفاده از خط‌کشی با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، تعداد سنبله (پنجه بارور) در هر بوته گندم و چاودار وحشی مورد شمارش قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در هر سنبله، دانه‌های موجود در ۱۰ سنبله گندم و نیز چاودار وحشی پس از جداسازی به‌صورت دستی، مورد شمارش قرار گرفتند و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد دانه در سنبله برای هر نمونه (کوادرات) در نظر گرفته شد. وزن هزاردانه نیز برای بوته‌های گندم و چاودار وحشی موجود در هر نمونه، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه در واحد سطح نیز وزن تمامی دانه‌های گندم و چاودار وحشی موجود در هر نمونه پس از جداسازی با دست به‌وسیله ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. مجموع عملکرد دانه و وزن خشک کاه و کلش به‌عنوان عملکرد زیست‌توده در نظر گرفته شد. برای محاسبه شاخص برداشت نیز از رابطه ۱ استفاده شد.

$$HI = \frac{GY}{BY} \times 100 \quad (1)$$

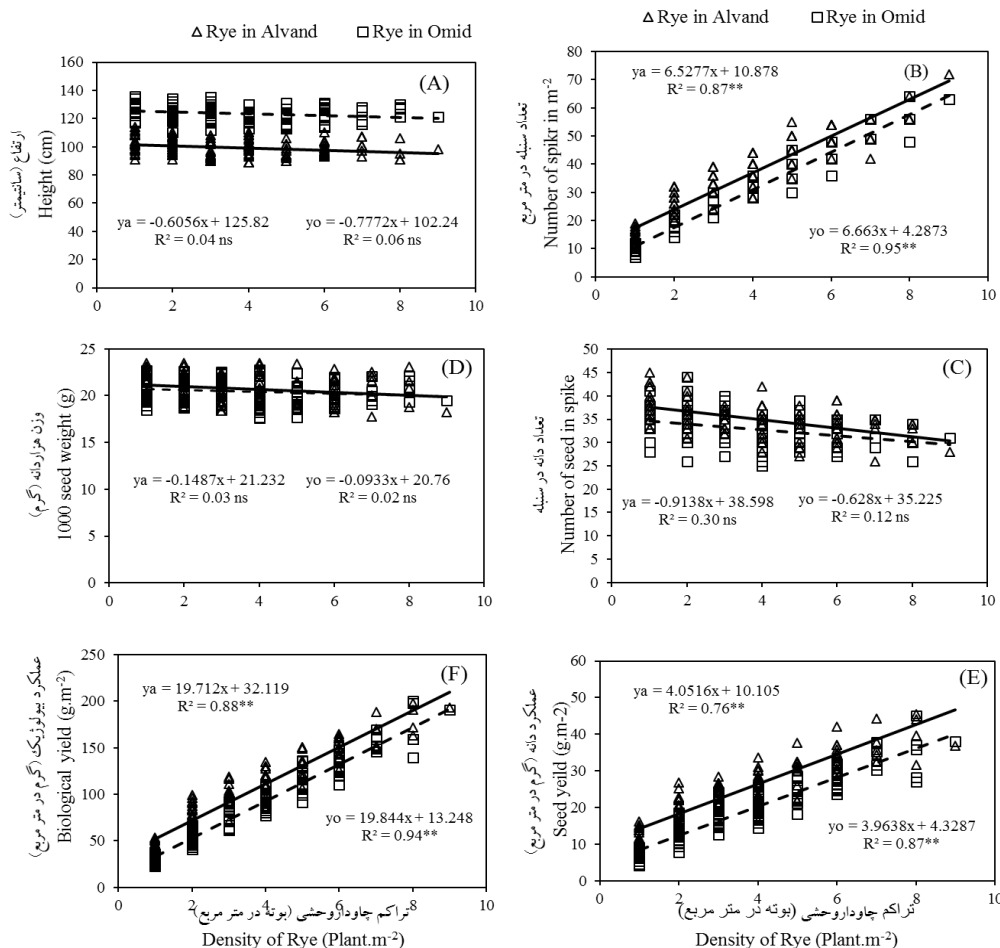
در این رابطه، GY عملکرد دانه بر حسب گرم در مترمربع، BY عملکرد زیست‌توده بر حسب گرم در مترمربع و HI شاخص برداشت بر حسب درصد می‌باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک چاودار وحشی با افزایش تراکم آن در شرایط تداخل با گندم از معادله خطی ساده (رابطه ۲) و برای بررسی روند تغییرات صفات مذکور در ارقام گندم با افزایش تراکم چاودار وحشی از مدل هذلولی سه پارامتره کوزنس (۱۶) استفاده شد (رابطه ۳).

$$y = ax + b \quad (2)$$

برای افزایش ارتفاع خود صرف می‌کنند. تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده چاودار وحشی در تمامی تراکم‌ها در تداخل با رقم الوند نسبت به تداخل با رقم امید بیش‌تر بود (شکل ۲). این موضوع نیز ممکن است به دلیل هزینه بیش‌تر چاودار وحشی برای افزایش ارتفاع تاج‌پوشش در شرایط تداخل با رقم امید (شکل ۲) و نیز ظرفیت تولید تعداد سنبله بیش‌تر (تعداد پنجه بارور) در رقم امید نسبت به رقم الوند (شکل ۲) باشد.

کردند که ارتفاع بوته‌های چاودار وحشی می‌تواند تا بیش از ۵۰ سانتی‌متر بیش‌تر از ارقام گندم باشد (۱۷). در پژوهش حاضر، بیش‌تر بودن ارتفاع بوته‌های چاودار وحشی در در مزارع تحت کشت رقم امید نسبت به مزارع تحت کشت رقم الوند ناشی از ارتفاع بیش‌تر رقم امید در مقایسه با رقم الوند بود (شکل ۲). در واقع بوته‌های چاودار وحشی همواره سعی در افزایش ارتفاع تاج‌پوشش نسبت به گندم در شرایط تداخل دارند (۱۸) و چون رقم امید بلندتر از رقم الوند است، بوته‌های چاودار وحشی هزینه بیش‌تری



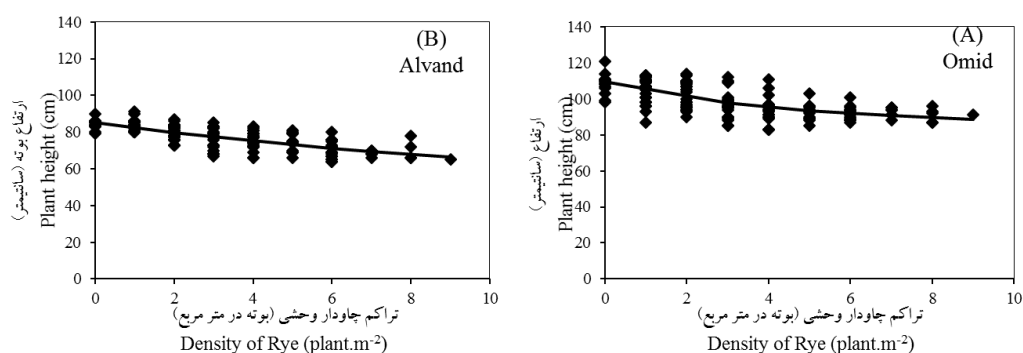
شکل ۲- تغییرات ارتفاع بوته (A)، تعداد سنبله در مترمربع (B)، تعداد دانه در سنبله (C)، وزن هزاردانه (D)، عملکرد دانه (E) و عملکرد زیست‌توده (F) چاودار وحشی در تراکم‌های مختلف در شرایط تداخل با ارقام الوند (ya) و امید (yo) گندم. (**، * و ^{ns} به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌داری هستند).

Fig. 2. Changes in plant height (a), number of spikes per square meter (b), number of seeds per spike (c), 1000-seed weight (d), grain yield (f) and biomass yield (e) of wild rye at different densities under different conditions Alvand (ya) and Omid (yo) wheat cultivars.

(**, * and ^{ns} indicate significance at the level of 1%, 5% and non-significance, respectively).

بوته در رقم امید همواره بالاتر از رقم الوند بود (شکل ۳، جدول ۱). میزان کاهش ارتفاع ارقام گندم در شرایط تداخل با چاودار وحشی به قابلیت رقابت آنها برای دریافت نور بستگی دارد و تنوع زیادی از این لحاظ در بین ارقام مختلف مشاهده می‌شود (۱۷). هر چند که ارتفاع بالاتر ارقام گندم ممکن است همیشه نشانه برتری آنها در رقابت نباشد، اما به طور معمول ارقام دارای قدرت رقابتی بالاتر معمولاً کم‌تر دچار کاهش ارتفاع در شرایط تداخل می‌شوند (۱۲، ۱۵).

تغییرات ارتفاع، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم با افزایش تراکم چاودار وحشی: بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته در ارقام امید و الوند گندم در تداخل با چاودار وحشی نشان داد که با افزایش تراکم چاودار وحشی، ارتفاع بوته ارقام گندم به طور قابل توجهی کاهش یافت (شکل ۳، جدول ۱). به ازای ورود هر بوته چاودار وحشی، ارتفاع بوته در ارقام امید و الوند به ترتیب به مقدار ۳/۰۰ و ۳/۵۰ درصد کاهش یافت (جدول ۱). در تمامی تراکم‌ها ارتفاع



شکل ۳- تغییرات ارتفاع بوته در ارقام امید (الف) و الوند (ب) گندم با افزایش تراکم چاودار وحشی با استفاده از مدل سه پارامتره کوزنس.
Fig. 3. Plant height changes in Omid (a) and Alvand (b) wheat cultivars by increasing the density of rye using Cousens three-parameter model.

جدول ۱- پارامترهای حاصل از برازش مدل کوزنس به داده‌های ارتفاع بوته ارقام امید و الوند در تداخل با چاودار وحشی که در شکل ۲ نشان داده شده است.

Table 1. The parameters obtained from fitting the Cousens model to the plant height data of Omid and Alvand cultivars interfering with wild rye are shown in Fig. 2.

Pr > F	R ²	Parameter ± Standard Error			Variety
		A ± SE	I ± SE	Y _{wf} ± SE	
0.001	0.55	90.40 ± 7.60	3.00 ± 0.31	107.60 ± 1.48	Omid
0.001	0.56	76.73 ± 0.78	3.50 ± 0.79	85.23 ± 0.87	Alvand

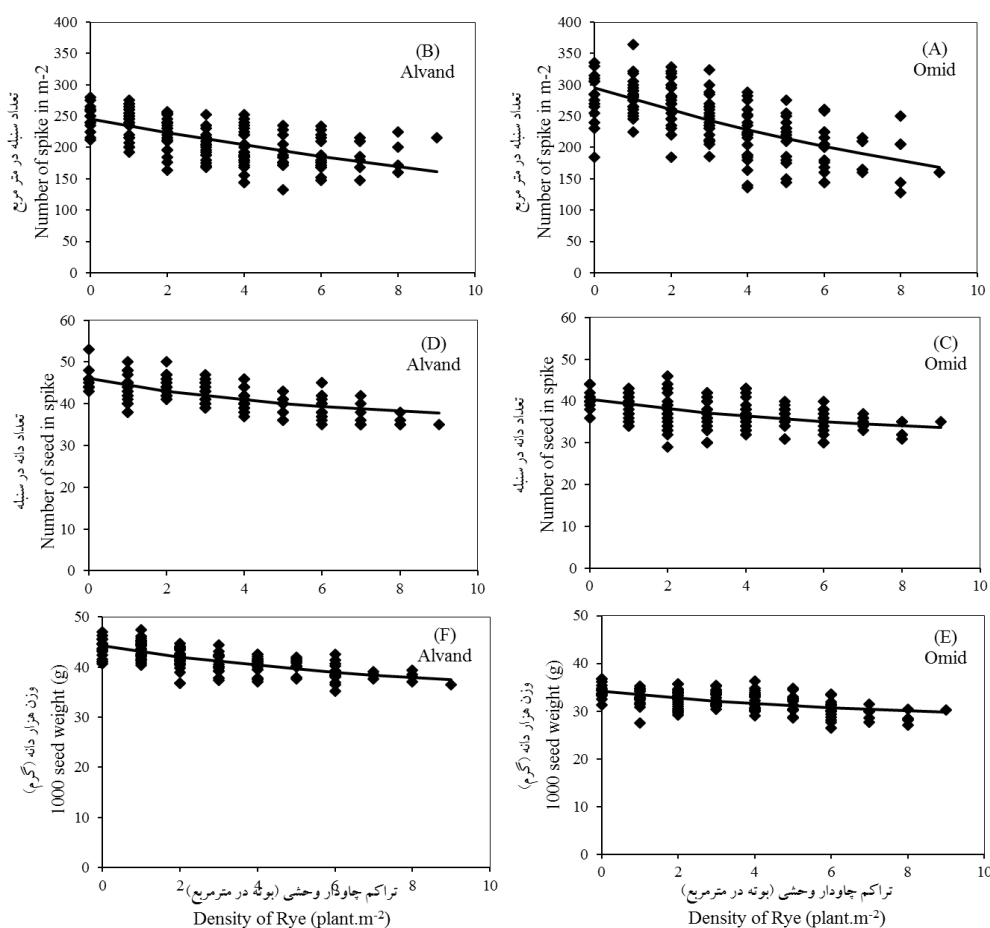
Y_{wf}: مقدار صفت مورد بررسی در شرایط عدم تداخل (شاهد)، I: درصد کاهش صفت مورد بررسی به ازای ورود اولین بوته علف هرز وقتی که تراکم علف هرز به سمت صفر میل می‌کند و A: مقدار صفت مورد بررسی در حداکثر تراکم علف هرز می‌باشند
 Y_{wf}: The value of the studied trait in non-interference conditions (control), I: Percentage reduction of the studied trait for the entry of the first weed plant when the weed density tends to zero and A: The values of the studied traits are in the maximum weed density

سنبله در مترمربع در رقم امید بیش‌تر از رقم الوند بود (شکل ۴، جدول ۲). بر اساس پارامترهای حاصل از برازش مدل کوزنس به داده‌ها، درصد کاهش تعداد سنبله در هر متر مربع به ازای هر بوته چاودار وحشی

با افزایش تراکم چاودار وحشی در مزارع گندم (ارقام امید و الوند) تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه گندم کاهش پیدا کرد (شکل ۴، جدول ۲). در شرایط عدم تداخل (شاهد) تعداد

در مترمربع (پنجه بارور) و وزن هزاردانه در رقم الوند می‌تواند نشان‌دهنده توان رقابتی بالاتر آن نسبت به رقم امید باشد، زیرا تعداد سنبله در مترمربع بیش‌ترین همبستگی را با عملکرد دانه گندم در مقایسه با سایر اجزای عملکرد دانه دارد (۱۹). سعادتیان و همکاران (۲۰۱۴) نیز در پژوهشی که در شهرستان درگز انجام دادند دریافتند که رقم الوند از شاخص تحمل به تداخل (چاودار وحشی) بیش‌تری در مقایسه با ارقام سایسون، سپاهان و چمران برخوردار بود که علت آن بهینه بودن توزیع عمودی سطح برگ، شاخص سطح برگ بالا، سرعت تجمع ماده خشک بالا و نیز دوام بیش‌تر ماده خشک در این رقم بود (۱۷).

در رقم امید (۶/۶۴ درصد) بیش‌تر از رقم الوند (۴/۷۴ درصد) بود (شکل ۴، جدول ۲). با ورود هر بوته چاودار وحشی تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه به ترتیب ۳/۵۰ و ۲/۴۷ درصد در رقم امید و ۴/۱۹ و ۲/۹۳ درصد در رقم الوند کاهش یافتند (شکل ۴، جدول ۲). در مطالعات انجام شده در میاندوآب و تربت حیدریه نیز با افزایش تراکم چاودار وحشی تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه ارقام گندم به شدت کاهش یافتند (۱۱، ۱۳). در شرایط عدم تداخل و تراکم‌های پایین‌تر چاودار وحشی، تعداد دانه در سنبله و در تمامی تراکم‌های علف هرز، وزن هزاردانه در رقم الوند بیش‌تر از رقم امید بود (شکل ۴، جدول ۲). کاهش کم‌تر تعداد سنبله



شکل ۴- تغییرات تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه در ارقام امید و الوند گندم با افزایش تراکم چاودار وحشی با استفاده از مدل سه پارامتره کوزنس.

Fig. 4. Changes in number of spikes in m^{-2} , number of seeds in spike and 1000-seed weight in Omid and Alvand wheat cultivars with increasing density of rye using Cousens three-parameter model.

جدول ۲- پارامترهای حاصل از برازش مدل کوزنس به داده‌های تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه ارقام امید و الوند گندم در تداخل با چاودار وحشی که در شکل ۳ نشان داده شده است.

Table 2. The parameters obtained from fitting the Cousens model to the No. spike in m⁻², No. seed in spike and 1000 seed weight data of Omid and Alvand cultivars interfering with wild rye are shown in Fig. 3.

Pr > F	R ²	Parameter ± Standard Error			Characteristic	رقم
		A ± SE	I ± SE	Y _{wf} ± SE		
0.001	0.57	151.21 ± 9.90	6.64 ± 0.65	295.30 ± 6.03	No. spike in m ⁻²	
0.001	0.43	35.27 ± 4.25	3.50 ± 1.75	40.47 ± 0.73	No. seed in spike	Omid
0.001	0.79	29.43 ± 1.55	2.47 ± 0.46	34.10 ± 0.32	1000 seed weight	
0.001	0.47	175.16 ± 5.50	4.74 ± 0.46	245.90 ± 3.47	No. spike in m ⁻²	
0.001	0.53	35.00 ± 1.33	4.19 ± 0.62	46.17 ± 0.48	No. seed in spike	Alvand
0.001	0.51	36.69 ± 16.46	2.93 ± 0.77	44.24 ± 0.37	1000 seed weight	

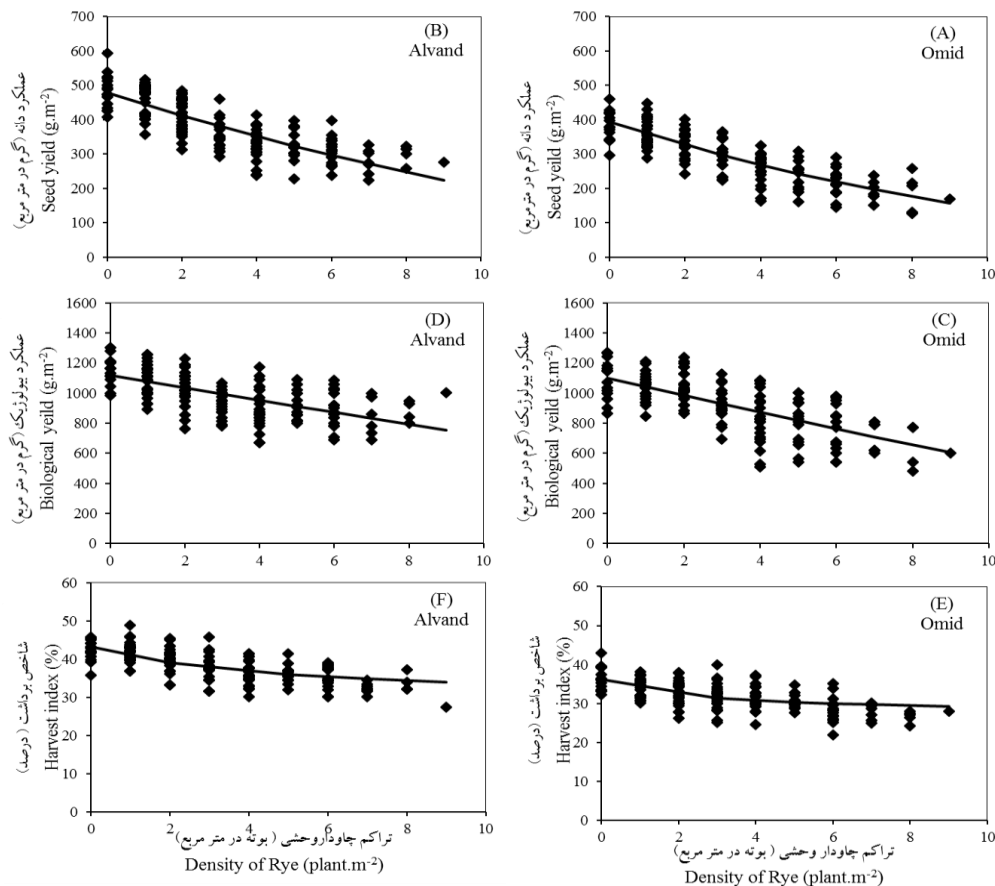
Y_{wf}: مقدار صفت مورد بررسی در شرایط عدم تداخل (شاهد)، I: درصد کاهش صفت مورد بررسی به ازای ورود اولین بوته علف هرز وقتی

که تراکم علف هرز به سمت صفر میل می‌کند و A: مقدار صفت مورد بررسی در حداکثر تراکم علف هرز می‌باشند

Y_{wf}: The value of the studied trait in non-interference conditions (control), I: Percentage reduction of the studied trait for the entry of the first weed plant when the weed density tends to zero and A: The values of the studied traits are in the maximum weed density

بوته چاودار وحشی در رقم امید بیش‌تر از رقم الوند بود. درصد کاهش عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت نیز در رقم امید بیش‌تر از رقم الوند بود. در تمامی تراکم‌های چاودار وحشی، رقم الوند از شاخص برداشت بالاتری در مقایسه با رقم امید برخوردار بود (شکل ۵ و جدول ۳).

تغییرات عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت ارقام گندم در شرایط تداخل با چاودار وحشی نیز از مدل کوزنس تبعیت کردند و با افزایش تراکم علف هرز صفات مذکور کاهش یافتند (شکل ۵، جدول ۳). در تمامی تراکم‌های چاودار وحشی عملکرد دانه در رقم الوند همواره بیش‌تر از رقم امید بود. درصد کاهش عملکرد دانه به ازای هر



شکل ۵- تغییرات عملکرد دانه (A, B)، عملکرد زیست توده (C, D) و شاخص برداشت (E, F) در ارقام امید و الوند گندم با افزایش تراکم چاودار وحشی با استفاده از مدل سه پارامتره کوزنس.

Fig. 5. Changes in seed yield (A, B), biological yield (C, D) and harvest index (E, F) in Omid and Alvand wheat cultivars with increasing density of rye using Cousens three-parameter model.

جدول ۳- پارامترهای حاصل از برازش مدل کوزنس به داده‌های عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت ارقام امید و الوند گندم در تداخل با چاودار وحشی که در شکل ۴ نشان داده شده است.

Table 3. The parameters obtained from fitting the Cousens model to the seed yield, biological yield and harvest index data of Omid and Alvand cultivars interfering with different density of rye are shown in Fig. 4.

Pr > F	R ²	Parameter ± Standard Error			Characteristic	Variety
		A ± SE	I ± SE	Y _{wf} ± SE		
0.001	0.68	214.10 ± 23.11	9.28 ± 1.57	392.30 ± 8.68	Seed yeild	Omid
0.001	0.44	654.31 ± 4.52	5.38 ± 0.43	1102.30 ± 20.33	Biological yield	
0.001	0.69	24.43 ± 4.65	9.43 ± 3.28	36.17 ± 0.74	Harvest index	
0.001	0.58	279.12 ± 21.43	7.30 ± 0.40	477.40 ± 7.07	Seed yeild	Alvand
0.001	0.48	752.12 ± 11.23	3.77 ± 0.36	1118.30 ± 17.18	Biological yield	
0.001	0.69	32.23 ± 4.21	7.15 ± 1.38	43.34 ± 0.64	Harvest index	

Y_{wf}: مقدار صفت مورد بررسی در شرایط عدم تداخل (شاهد)، I: درصد کاهش صفت مورد بررسی به ازای ورود اولین بوته علف هرز وقتی که تراکم علف هرز به سمت صفر میل می‌کند و A: مقدار صفت مورد بررسی در حداکثر تراکم علف هرز می‌باشند

Y_{wf}: The value of the studied trait in non-interference conditions (control), I: Percentage reduction of the studied trait for the entry of the first weed plant when the weed density tends to zero and A: The values of the studied traits are in the maximum weed density

کم‌تری به تداخل چادار وحشی در مقایسه با عملکرد دانه برخوردار بود (۲۶).

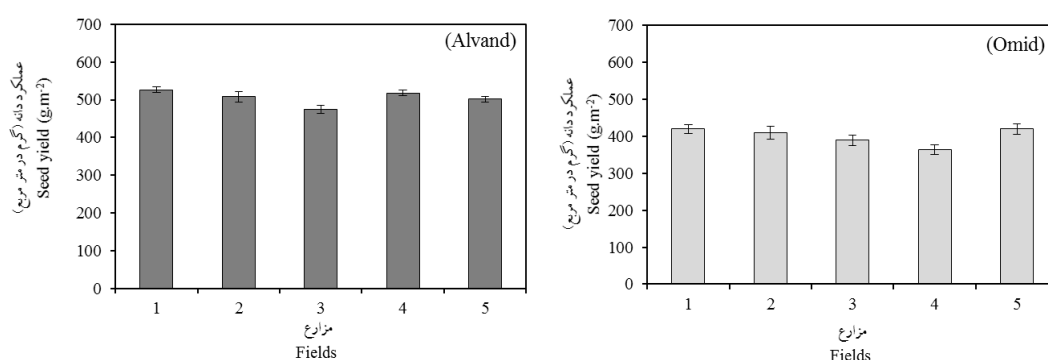
یکی از نکات مهم این پژوهش این است که درصد کاهش عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده به‌ازای ورود هر بوته چادار وحشی بسیار بالا بود. پیش‌تر مشخص شده است که یکی از مهم‌ترین راه‌های کنترل چادار وحشی افزایش تراکم گندم از طریق کشت تعداد بیش‌تری بذر می‌باشد (۲۰). قدرت رقابتی چادار در کشت‌های متراکم گندم به شدت کاهش می‌یابد و در نتیجه، تأثیر آن بر کاهش عملکرد گندم نیز بسیار کاهش خواهد یافت (۱۱، ۱۵). در منطقه شاهکوه به دلیل عدم وجود ادوات مناسب و کافی، روش‌های نادرست کشت (کشت دست‌پاش)، رعایت نکردن زمان مناسب کشت و به‌طورکلی، پایین بودن دانش کشاورزی منطقه، تراکم مزارع گندم بسیار پایین است (در این آزمایش $0/38 \pm 45$ بوته در مترمربع). بنابراین، بر اساس توضیحات ارائه شده انتظار می‌رود که توان رقابتی چادار وحشی در این شرایط بسیار افزایش یابد و طبق نتایج پژوهش حاضر، افت عملکرد نیز در این منطقه بسیار بالا بود.

بررسی عملکرد دانه در دو رقم امید و الوند در مزارعی که از بذرهای گواهی شده برای کشت استفاده کرده بودند، نشان داد که عملکرد دانه ارقام مذکور تقریباً مشابه عملکرد حاصل از مزارع تحت کشت بذرهای خودمصرفی در شرایط عدم تداخل بود (شکل ۶)؛ علت این تشابه عدم حضور چادار وحشی در مزارع تحت کشت بذرهای گواهی شده بود. به‌علاوه در مزارع تحت کشت بذرهای گواهی شده نیز عملکرد دانه رقم الوند بالاتر از رقم امید بود (شکل ۶). این یافته‌ها نشان داد که در شرایط عدم تداخل، عملکرد گندم در مزارع گواهی شده و خودمصرفی اختلاف قابل‌توجهی با یکدیگر نداشتند و این به دلیل دانش و امکانات مدیریتی یکسان در بین

به‌طورکلی نتایج نشان دادند که با وجود این‌که رقم امید از ارتفاع بوته بیش‌تری در شرایط تداخل با چادار وحشی در مقایسه با رقم الوند برخوردار بود (شکل ۳، جدول ۱)، اما از قدرت رقابتی پایین‌تری در مقایسه با رقم الوند برخوردار بود. با توجه به نتایج این پژوهش، کاهش شدیدتر تعداد سنبله در مترمربع در رقم امید نسبت به رقم الوند در شرایط تداخل چادار وحشی (شکل ۴، جدول ۲) علت اصلی کاهش بیش‌تر عملکرد دانه در رقم امید بود. چادار وحشی در مقایسه با گندم از سرعت رشد اولیه بالاتری برخوردار بوده و این موضوع باعث برتری در رقابت و ضعیف شدن بوته‌های گندم می‌شود (۲۰). به‌علاوه، سازگاری بیش‌تر چادار وحشی به سرما (۲۱) از یک‌سو و وقوع زمستان سرد در منطقه شاهکوه از سوی دیگر، می‌تواند باعث افزایش سرعت استقرار و رشد این علف هرز در مقایسه با گندم و در نتیجه محدود شدن قدرت پنجه‌زنی گندم (ظرفیت تولید سنبله) شود. چادار وحشی قادر به جوانه‌زنی در دماهای بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۲۲)، در حالی‌که گندم معمولاً در دماهای بالاتر از ۴ درجه سانتی‌گراد جوانه می‌زند (۲۳). به‌علاوه، چادار وحشی از تحمل به خشکی بالاتری در مقایسه با سایر غلات برخوردار است (۱). به‌طورکلی، چادار وحشی در رقابت بر سر منابع محیطی بسیار قوی‌تر از گندم عمل می‌کند (۲۴). برای مثال، قابلیت تخلیه رطوبت خاک توسط یک بوته چادار وحشی معادل $2/43$ بوته گندم می‌باشد (۲۵). به‌علاوه در هر دو رقم امید و الوند، عملکرد دانه در شرایط تداخل با چادار وحشی از کاهش بیش‌تری در مقایسه با عملکرد زیست‌توده برخوردار بود (شکل ۲-۴، الف-د، جدول ۲-۳). نتایج حاصل از مطالعه عبدی و همکاران (۲۰۰۷) در شهرستان‌های مشهد و گناباد نیز نشان داد که عملکرد زیست‌توده گندم از حساسیت

مزارع به شدت کاهش می‌یابد (۱). این بدین خاطر است که تنها یک درصد از بذره‌های چاودار وحشی دارای کمون هستند (۵). از طرفی، میزان ماندگاری بذره‌های چاودار وحشی در بانک بذر بسیاری از مناطق بسیار کوتاه و کم‌تر از یک سال است (۲۷). بنابراین، استفاده از بذره‌های گواهی شده فاقد آلودگی می‌تواند باعث افزایش عملکرد گندم در منطقه شاهکوه شود.

کشاورزان بود. در منطقه شاهکوه تنها عامل مدیریتی متفاوت منشأ بذر مورد کاشت بود. بنابراین، آنچه باعث تفاوت میانگین عملکرد دانه در مزارع شاهکوه می‌شود به منشأ بذر مورد استفاده بر می‌گردد. مطالعات گذشته نشان دادند که مهم‌ترین راه ورود چاودار وحشی به مزارع گندم استفاده از بذره‌های آلوده می‌باشد و در صورت استفاده از بذره‌های فاقد آلودگی برای کاشت، میزان حضور چاودار وحشی در



شکل ۶- مقایسه عملکرد دانه ارقام امید (الف) و الوند (ب) گندم در مزارع تحت کشت بذره‌های گواهی شده (در این مزارع تعداد بوته‌های گندم برابر 51 ± 0.97 بوته در متر مربع و تعداد بوته‌های چاودار وحشی برابر صفر بوته در متر مربع بود).

Fig. 6. Comparison of grain yield of Omid (a) and Alvand (b) wheat cultivars in fields under certified seed cultivation (in these fields, the number of wheat plants was 51 ± 0.97 plants per square meter and the number of rye plants was zero plants per square meter).

این می‌تواند دلیل کلی پایین بودن عملکرد مزارع باشد، اما حضور چاودار وحشی نیز نقش بسیار قابل توجهی در کاهش عملکرد دانه گندم در مزارع این منطقه دارد. در بین ارقام مورد استفاده در منطقه نیز رقم امید ضمن این‌که در شرایط عدم تداخل عملکرد دانه پایین‌تری در مقایسه با رقم الوند داشت، در شرایط تداخل نیز کاهش عملکرد شدیدتری نسبت به رقم الوند از خود نشان داد. بنابراین، رقم الوند برای کشت در منطقه بسیار مناسب‌تر است. با توجه به این‌که در مطالعه حاضر آلودگی مزارع به چاودار وحشی تنها در مزارع تحت کشت بذره‌های خودمصرفی مشاهده شد، انتظار می‌رود با کاشت

نتیجه‌گیری کلی

پایین بودن دانش کشاورزی در منطقه شاهکوه باعث شد تا کشاورزان این منطقه، چاودار وحشی یا به اصطلاح محلی خودشان "دییک" را به عنوان بوته‌های تغییر شکل یافته گندم در اثر سرما تلقی کنند و هیچ‌گاه آن را به عنوان یک علف هرز مهم و خطرناک در نظر نگرفته‌اند. به همین دلیل، با وجود عملکردهای پایین گندم در منطقه، تاکنون آن‌ها هیچ تلاشی برای کنترل این علف هرز در مزارع انجام ندادند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هرچند که تراکم گندم در مزارع شاهکوه به‌طور کلی پایین‌تر از تراکم‌های معمول و توصیه شده برای گندم است و

کشاورزان و تشویق آن‌ها به استفاده از بذرهاى گواهی شده دارد.

بذرهاى گواهی شده که مراحل بوجارى بذر را طى مى‌کنند، بتوان به راحتی چاودار وحشى را از منطقه شاهکوه حذف کرد. این موضوع نیاز به آگاه کردن

منابع

1. White, A. D., Lyon, D. J., Mallory-Smith, C., Medlin, C. R. & Yenish, J. P. (2006). Feral rye (*Secale cereale* L.) in agricultural production systems. *Weed Technology*, 20, 815-823.
2. [INCARDA] International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. 2005. Seed and crop improvement situation assessment in Afghanistan. Web page: <http://www.icarda.org/Afghanistan/NA/Full/EarlyF.htm>. Accessed: September 9, 2005.
3. Baghestani, M. A., Zand, E. & Atri, A. (2003). Rye (*Secale cereale* L.), botany, ecology, biology, applications and control. Deputy of Extension and Exploitation System, Ministry of Jihad Agriculture. [In Persian]
4. Kumar, V., Liu, R. & Lambert, T. (2020). Response of Kansas feral rye populations to aggressor herbicide and management in CoAXium wheat production system, Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.7939>.
5. Westra, P., Nissen, S., Haley, S., Johnson, J. & Helm, A. (2004). Weed control for colorado farmers and wheat producers. Colorado Association of Wheat Grower. 11p.
6. Mohammadi, M., Ghaderi-Far, F., Siahmarguee, A., Zeinali, E. & Gherekhloo, J. (2021). Comparison of Physical Properties in Weed-Rye (*Secale cereale* L.) and Winter Wheat (Alvand cultivar) Seeds in Golestan Province. *Journal of Plant Protection*, 34(4), 445-456. [In Persian]
7. Pester, T. A., Westra, P., Anderson, R. L., Lyon, D. L., Miller, S. D., Stahlman, P. W., Northam, F. E. & Wicks, G. A. (2000). *Secale cereale* interference and economic thresholds in winter *Triticum aestivum*. *Weed Science*, 48, 720-727.
8. Acharya, J., Moorman, T. B., Kaspar, T. C., Lenssen, A. W., Gailans, S., & Robertson, A. E. (2022). Effect of planting into a green winter cereal rye cover crop on growth and development, seedling disease, and yield of corn. *Plant Disease*, 106, 114-120.
9. Cobel, D. L. & Fay, P. K. 1985. Patterns of moisture depletion by downy brome grass, jointed goatgrass and feral rye. Pages 135-136 in Proceedings of the Western Society of Weed Science. Phoenix, AZ: Western Society of Weed Science.
10. Westra, P. & D'Amato, T. (1989). Jointed goatgrass control with ethyl metribuzin. P 398-399 in Western Society of Weed Science Research Progress Reports, Honolulu, HI: Western Society of Weed Science.
11. Sohrabi, M., Rahimian Mashhadi, H. & Beheshtian, M. (2012). Evaluation of competitive ability of Wheat (*Triticum aestivum* L.) against Rye (*Secale cereal* L.) using reciprocal yield model in Miandoab. *Iranian Journal of Weed Science*, 8, 87-99. [In Persian]
12. Saadatian, B., Soleimani, F. & Ahmadvand, G. (2012). Evaluation of feral rye (*Secale cereale* L.) interference effects on wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and determination of economic and qualitative threshold of weed. *Weed Research Journal*, 4(2), 19-37. [In Persian]
13. Harivandy, M. R., Latifi, N., Zeinali, E., Feizabadi, A. & Shojaii, K. (2005). A study of the effect of Rye population on reproductive characteristics and grain yield in wheat. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36(1), 87-97. [In Persian]
14. Stahlman, P. W. & Northam, F. E. (1995). Weedy rye interference in winter wheat. *Proceeding North Central Weed Science Society*, 50-64.

15. Roberts, J. R., Peeper, T. F. & Solie, J. B. (2001). Wheat (*Triticum aestivum*) row spacing, seeding rate and cultivar affect interference from rye (*Secale cereale*). *Weed Technology*, 15, 19-25.
16. Cousens, S. R. (1985). A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*, 107, 239-252.
17. Saadatian, B., Kafi, M. & Soleimani, F. (2014). Evaluation of canopy characteristic role on tolerance index of wheat cultivars in interference with feral rye (*Secale cereale* L.). *Journal of Plant Production*, 21(1), 1-24. [In Persian]
18. Vila-Aiub, M. M. (2019). Fitness of herbicide-resistant weeds: current knowledge and implications for management. *Plants*, 8, 469.
19. Okuyama, L. A., Ferizzi, L. C. & Neto, J. F. B. (2004). Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. *Ciencia Rural*, 34(6), 1701-1708.
20. Bushong, J. A. 2010. Winter crop rotation with herbicides to control feral rye (*Secale cereale* L.) and Italian ryegrass (*Lolium perenne* SSP. Multiflorum). Submitted to the Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of M.Sc.
21. Hömmö, L. & Pulli, S. (1993). Winterhardiness of some winter wheat (*Triticum aestivum* L.), rye (*Secale cereale* L.), triticale (\times *Triticosecale*) and winter barley (*Hordeum vulgare*) cultivars tested at six locations in Finland. *Agricultural and Food Science*, 2, 311-327.
22. Nalborczyk, E. & Sowa, A. (2001). *Physiology of rye*. In W. Bushuk, ed. *Rye: Production, Chemistry, and Technology*. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists. Pp. 53-68.
23. Acevedo, E., Silva, P. & Silva, H. (2002). Wheat growth and physiology. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., Gómez Macpherson, H. *Bread wheat*. Food and Agriculture Organization of the UN; 1st edition. 544 p.
24. Atri, A., Baghestani, M. A. & Partovi, M. (2008). Quantitative evaluation of wheat against volunteer rye in Iran. *Weed Biology and Management*, 8, 191-200.
25. Golestani Far, F., Mahmoodi, S., Zamani, G. R. & Sayyari Zahan, M. H. (2017). Evaluation of competitive parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.) under drought stress condition by using reciprocal yield model. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(2), 203-212.
26. Abdi, M., Rahimian Mashhadi, H. & Bazoobandi, M. (2007). Evaluating feral rye competition with wheat. *Iranian Journal of Weed Science*, 3(1-2), 105-117. [In Persian]
27. Roerig, K. C. & Ransom, C. V. (2017). Expansion of feral cereal rye (*Secale cereale* L.) on non-crop hillsides in northern Utah. *Invasive Plant Science Management*, 10, 26-32.