دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره نهم، شماره ۱۶، بهار و تابستان ۱۴۰۳
http://arpe.gonbad.ac.ir

اثر تراکم بوته و مقادیر علفکش سولفوسولفورون بر کنترل علف‌هرز و عملکرد گندم رقم چمران در شرایط محیطی شوشتر

عادل مدحج
دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۲

چکیده

مقدمه: گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که بخش عمده‌ای از غذای انسان را تامین می‌کند. عملکرد این گیاه در مناطق مختلف کشت آن در اثر تنش‌های زیستی و غیرزیستی محدود می‌شود. علف‌های هرز از جمله عوامل مهم زیستی کاهش دهنده عملکرد گندم در جهان به شمار رفته و هر ساله خسارت‌های قابل توجهی را در تولید این گیاه زراعی ایجاد می‌نمایند. در میان عوامل کاهش دهنده تولید گندم کشور، علفهای‌هرز از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در شهرستان شوشتر به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل تیمار شاهد کنترل کامل و کاربرد ۷۵ و ۱۰۰ درصد از میزان دز توصیه شده (۲۶/۶ گرم در هکتار) علف‌کش سولفوسولفورون (آپیروس) و فاکتور دیگر شامل تراکم بوته گندم رقم چمران با ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع بودند. پنیرک (*Malva Sylvestris*) تنها علف‌هرز غالب در مزرعه بود.

نتایج: نتایج نشان داد که اثر تیمار دز علف‌کش، تراکم بوته و برهمکنش آنها بر کارایی کنترل علف‌هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. دز توصیه شده آپیروس علف‌هرز پنیرک را ۹۰ درصد کنترل کرد. افزایش تراکم بوته باعث کاهش معنی‌دار تعداد بذر پنیرک شد، بنحوی که تعداد بذر پنیرک در تراکم‌های ۳۰۰ و ۶۰۰ بوته گندم در مترمربع به ترتیب در حدود ۵۲۸۲ و ۱۳۵ بذر در متر مربع بوته بود. بیشترین و کمترین میانگین عملکرد دانه به ترتیب به مصرف ۱۰۰ و ۷۵ درصد از دز علف‌کش اختصاص داشت. میانگین عملکرد دانه با کاهش ۲۵ درصد از دز توصیه شده در حدود ۱۶ درصد کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در تیمار دز کاهش یافته به دلیل کاهش تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در مترمربع بود.

نتیجه‌گیری کلی: بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ۱۰۰ درصد از دز آپیروس و تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع اختصاص داشت که تفاوت آن با تیمار کنترل کامل در تراکم بوته مشابه معنی‌دار نشد. بطور کلی تفاوت عملکرد دانه در تیمار دز توصیه شده و کاهش

*نویسنده مسئول: Adelmodhej2006@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]
[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

یافته آپیروس و همچنین کنترل کامل در تراکم‌های ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع معنی‌دار نبود. بنابراین، تیمار ۵۰۰ بوته در متر مربع و مصرف ۷۵ درصد از دز توصیه شده علف‌کش آپیروس توصیه شد.

واژه‌های کلیدی: بذر علف‌هرز، پنیرک، تعداد دانه در سنبله

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که بخش عمده‌ای از غذای انسان را تامین می‌کند (Siadat *et al*., 2013). عملکرد این گیاه در مناطق مختلف کشت آن در اثر تنش‌های زیستی و غیر زیستی محدود می‌شود. علف‌های هرز از جمله عوامل مهم زیستی کاهش دهنده عملکرد گندم در جهان به شمار رفته و هر ساله خسارت‌های قابل توجهی را در تولید این گیاه زراعی ایجاد می‌نمایند. در میان عوامل کاهش دهنده تولید گندم کشور، علفهای‌هرز از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بر اساس مطالعات انجام شده میانگین خسارت علف‌های‌هرز مزارع گندم کشور ۲۳ درصد است (Khalaghani, 2008).

علف‌های هرز به روش‌های مکانیکی، فیزیکی، زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی کنترل می‌شوند، که هر یک از این روش‌ها دارای معایب و مزایای ویژه خود هستند. استفاده از علف‌کش‌ها به دلیل سرعت و اثربخشی بالا در کنترل علف‌های هرز، بسیار رواج یافته است (Izadi Darbandi *et al*., 2013). سولفوسولفورون (آپیروس) علفکشی انتخابی از گروه سولفونیل اوره و بازدارنده عمل آنزیم استولاکتات سنتتاز یا استوهیدروکسی سنتتاز بوده و بیوسنتز اسیدهای آمینه زنجیره‌ای شاخه دار را مختل می‌کند (Russell *et al*., 2002). این علف‌کش در نهایت سبب توقف تقسیم سلولی، توقف رشد و مرگ گیاه شده و از سال ۱۳۸۲ در ایران به عنوان علفکش اختصاصی گندم برای کنترل برخی از گونه‌های علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک برگ استفاده می‌شود. باغستانی و همکاران (Baghestani *et al*., 2007) گزارش نمودند آپیروس در مقادیر ۱۹/۹۵ و ۲۴/۹ گرم در هکتار برای کنترل می تواند جایگزین مناسبی برای علف کش های رایج گندم باشد.

تغییر شرایط اقلیمی، توسعه روش‌های تک کشتی و کم خاک‌ورزی و همچنین افزایش مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، اهمیت بکارگیری روش‌های مدیریت تلفیقی و زراعی کنترل علف‌های هرز را افزایش داده است (Auskalniene *et al*., 2018). تراکم بوته و ساختار سایه‌انداز گیاه زراعی بر میزان رقابت با علف‌هرز موثر بوده و به عنوان یک روش‌های مهم زراعی برای کاهش خسارت علف‌هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Auškalnis and Auškalnienė, 2007; Blackshaw *et al*., 2000; Doll, 1997; Olsen *et al*., 2006). تراکم کاشت باید به نحوی انتخاب شود که حداقل رقابت بین بوته های گیاه زراعی به وجود آید و از طرف دیگر فضای خالی در اختیار علف‌های هرز قرار نگیرد. تراکم بالا در سایه‌انداز گیاه زراعی، شرایط را برای رقابت علف‌هرز دشوار کرده و دسترسی آن را به منابع کاهش می‌دهد (Olsen *et al*., 2006). از سوی دیگر، محدودیت رشد علف‌هرز در شرایط سایه‌انداز متراکم ممکن است باعث کاهش تولید بذر علف‌هرز و ذخیره بانک بذر شود (Blackshaw *et al*., 2000). در یک تحقیق گزارش شد که کاهش تراکم بوته گندم موجب کاهش عملکرد گندم در رقابت با یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) شد (O Donovan *et al*., 2000). وینیر و همکاران (Weiner *et al*., 2001) نتیجه گرفتند که افزایش تراکم گندم و کاهش فاصله بین خطوط کاشت باعث ۶۰ درصد کاهش در زیست توده علف‌های هرز و افزایش عملکرد دانه گندم شد. گزارش شده است که ۲۵ و ۵۰ درصد افزایش در میزان بذر توصیه شده به ترتیب زیست توده یولاف وحشی را ۱۶/۹ و ۲۱/۵ درصد کاهش داد (Haile and Girma,

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

2010). از سوی دیگر، ممکن است افزایش بیش از حد تراکم گیاه زراعی موجب افزایش رقابت درون و برون گونه‌ای شده و خسارت بیشتر عملکرد را به دنبال داشته باشد.

اگرچه مصرف علف‌کش‌ها امروزه افزایش یافته اما این ترکیبات شیمیایی دارای اثر مخرب بر محیط زیست بوده و مصرف روزافزون آنها گسترش مقاومت در علف‌های هرز شده است. بیش از ۳۱۰ بیوتیپ و ۱۸۳ گونه علف‌هرز مقاوم به علفکش به ثبت رسیده است (Palou *et al*., 2008). از سوی دیگر، اگرچه روش‌های زراعی نظیر تراکم بوته گیاه زراعی، تاریخ کاشت، نحوه و میزان مصرف کودها و غیره بر افزایش توان رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز اثر دارند اما، قادر به کنترل موثر آن در مدت زمان کوتاه نیستند. لذا، در تحقیقات مختلف بر مدیریت تلفیقی روش‌های کنترل شیمیایی با روش‌های سازگار با طبیعت تاکید شده است (Izadi Darbandi *et al*., 2013). لذا، این تحقیق به منظور بررسی امکان کاهش مقادیر مصرف علف‌کش آپیروش از طریق مدیریت تراکم بوته گندم در شرایط محیطی شوشتر اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقات علف های هرز در دانشکده کشاورزی واحد شوشتر اجرا شد. شهرستان شوشتر با ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و۳۲ درجه ۳ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۶۷ متر از سطح دریا واقع شده است. منطقه محل اجرای آزمایش دارای زمستان‌های معتدل و تابستان گرم و خشک می‌باشد. با توجه به آمار هواشناسی هفت ساله در شوشتر متوسط بارندگی سالیانه ۳۸۴/۲۹ میلی‌متر، متوسط دمای سالانه ۱۹/۶ درجه سانتی گراد، متوسط حداکثر دمای سالانه ۳۰/۷ و متوسط حداقل دما سالانه ۸/۷ درجه سانتی گراد می‌باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل تیمار شاهد کنترل کامل و کاربرد ۷۵ و ۱۰۰ درصد از میزان دز توصیه شده علف‌کش آپیروس (۲۶/۶ گرم در هکتار) بود. تیمارهای تراکم بوته گندم رقم چمران شامل ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع فاکتور دیگر آزمایش بودند. عملیات تهیه زمین شامل ماخار، شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دو دیسک عمود برهم و ماله بود. مزرعه محل آزمایش در فصل قبل در شرایط آیش قرار داشت. عملیات کاشت در تاریخ نوزدهم آذر ماه به صورت دستی با فاصله خطوط ۱۸ و عمق کاشت سه سانتیمتر صورت گرفت. شش خط کاشت به طول سه متر در نظر گرفته شد. فاصله بلوک‌های از یکدیگر حدود ۱/۵ متر بود. آبیاری اول بلافاصله پس از کاشت و سایر مراحل آبیاری بر اساس نیاز آبیاری گیاه انجام شد.

براساس نتایج آزمون خاک توصیه شده، کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۲۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار و کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار قبل از کشت به صورت پایه مصرف شد. کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) مورد استفاده قرار گرفت. نیمی از کود نیتروژن قبل از کاشت و نیم دیگر در ابتدای مرحله ساقه رفتن گندم (زادوکس ۳۰,۱) در مزرعه توزیع شد.

به‌منظور سم پاشی، از سم پاش نوع پشتی با نازل شره‌ای و فشار ۲/۵ بار و میزان ۴۰۰ یتر آب در هکتار استفاده شد. سمپاشی براساس نوع تیمار به صورت پس رویشی در مرحله ۵-۴ برگی گندم و ۳-۲ برگی علف‌هرز انجام گرفت. تعداد علف‌های‌هرز در دو کوادرات ۰/۵×۰/۵ متر ثابت در هر کرت آزمایشی قبل و ۲۱ روز پس از سمپاشی شمارش شدند. برای افزایش دقت اثر علفکش‌ها بر علف‌های‌هرز موجود، در این مدت علف‌های‌هرز جدید در فضای کوادرات کنترل شدند. کارایی کنترل علف‌های هرز از طریق رابطه زیر ارزیابی شد (Baghestani *et al*., 2008):

$$WCE = [(A - B) / A] \times 100$$

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

در این رابطه، WCE، A و B به ترتیب کارایی کنترل علف‌هرز، تعداد علف‌های هرز قبل از سم‌پاشی و تعداد بعد از کاربرد علف‌کش هستند. همچنین در مرحله گرده‌افشانی گندم میزان بذر تولید شده توسط علف‌هرز پنیرک (تنها علف‌هرز مشاهده شده در مزرعه) از طریق جمع‌آوری و تعداد بذر علف‌هرز در کوادرات ۰/۵×۰/۵ متر در هر کرت آزمایشی مورد شمارش قرار گرفت.

صفات مورد اندازه‌گیری گندم شامل عملکرد و اجزای عملکرد دانه نظیر تعداد سنبله در مترمربع، دانه در سنبله و وزن هزار دانه بود. در زمان رسیدگی کامل، جهت تعیین عملکرد دانه گندم و صفات وابسته به آن، پس از حذف حاشیه‌های بالا و پایین خطوط کشت، از دو خط سه متری در وسط کرت فرعی، بوته ها برداشت و پس از خشک شدن در آون، توزین شدند. عملکرد دانه و صفات وابسته به آن از بوته‌های برداشت شده محاسبه شدند. وزن ۱۰۰۰ دانه از طریق شمارش و توزین چهار نمونه ۲۵۰ بذری محاسبه گردید. آنالیز واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار Mstat-C و رسم نمودار با استفاده از Excel انجام شد. برای مقایسه میانگین از روش آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد کنترل و تولید بذر علف‌هرز: خلاصه نتایج تجزیه واریانس درصد کنترل علف‌های هرز و میزان تولید بذر علف هرز پنیرک در جدول ۱ ارائه شده است. پنیرک تنها علف‌هرز مشاهده شده و غالب در مزرعه بود. اثر تیمار دز علف‌کش، تراکم بوته و برهمکنش آنها بر درصد کنترل علف‌هرز پنیرک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. دز توصیه شده آپیروس علف‌هرز پنیرک را ۹۰ درصد کنترل کرد. ملکیان و غدیری (Malekian and Ghadiri, 2016) گزارش دادند که میانگین کارایی کنترل علف‌های هرز گندم با کاربرد ۳۰ گرم در هکتار از علف‌کش آپیروس در حدود ۸۳ درصد بود. افزایش تراکم بوته تا ۶۰۰ بوته در متر مربع، کارایی کنترل علف‌هرز را افزایش داد.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) کارایی کنترل و تعداد بذر تولید شده پنیرک

Table 1- Analysis of variance (MS) of mallow seed production and control efficiency

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	کارایی کنترل WCE	تعداد بذر Seed Number
بلوک Block	2	1.08^{ns}	308.33^{ns}
علف‌کش Herbicide (H)	2	698.25^{**}	810300^{**}
تراکم Density (D)	3	343.22^{**}	358422.22^{**}
علف‌کش × تراکم D × H	6	98.69^{**}	89633.33^{**}
خطا Error	18	0.53	146.29

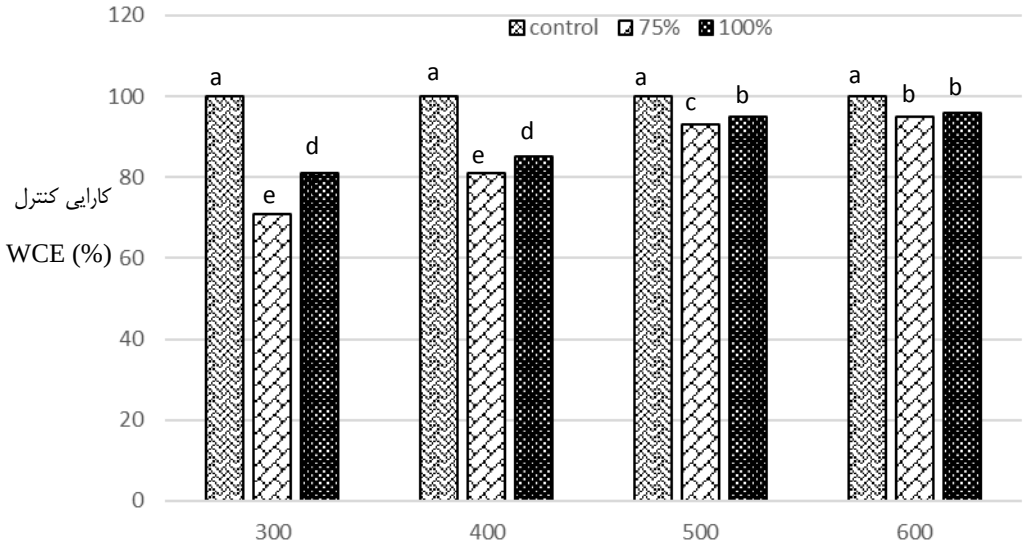
ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

وینیر و همکاران (Weiner *et al*., 2001) نتیجه گرفتند که افزایش تراکم گندم باعث ۶۰ درصد کاهش در زیست توده علف‌های هرز شد. والکر و همکاران (Walker *et al*., 2002) نیز گزارش دادند که افزایش تراکم بوته گندم باعث کنترل علف‌های هرز یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) و چچم (*Lolium tomulentum* L.) شد. نقشبندی و همکاران (Naghshbandi *et al*., 2008) نتیجه گرفتند که در ۴۲ روز بعد از سمپاشی با افزایش میزان تراکم گندم از ۴۰۰ به ۶۰۰ بوته، میزان کاهش تراکم علف‌های‌هرز از ۵۴ به ۷۲ درصد افزایش یافت. بیشترین درصد کنترل پس از تیمار شاهد کنترل کامل به ترکیب تیماری ۱۰۰ درصد دز آپیروس و تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع اختصاص داشت که با تیمار ۷۵ درصد آپیروس در همین تراکم بوته تفاوت معنی‌دار نداشت. به عبارتی در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع با وجود کاهش ۲۵ درصد از دز مصرفی علف‌کش، علف‌های‌هرز به خوبی و بدون تفاوت معنی‌دار با دز توصیه شده کنترل شدند (شکل ۱). نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مورد مطالعه و برهمکنش آنها بر تعداد بذر تولید شده توسط علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بانک بذر علف‌های هرز در خاک و میزان تولید بذر و انتشار آن در علف‌های هرز از جمله موضوعات حائز اهمیت در مدیریت پایدار علف‌های هرز به شمار می‌رود (Blackshaw *et al*., 2000; O Donovan *et al*., 20130). افزایش تراکم بوته باعث کاهش معنی‌دار تعداد بذر پنیرک به عنوان علف هرز غالب در مزرعه شد، بنحوی که میانگین تعداد بذر این علف‌هرز در تراکم ۳۰۰ بوته گندم در حدود ۵۲۸۲ و در تراکم ۶۰۰ بوته در حدود ۱۳۵ بذر در متر مربع بوته بود. تراکم بالای محصول می تواند زیست توده و عملکرد دانه علف‌هرز را کاهش و مانع خسارت بیشتر به گندم شود (Cudney *et al*., 1989).



شکل ۱- اثر برهمکنش تراکم بوته و دز علف‌کش بر کارایی کنترل علف‌های هرز

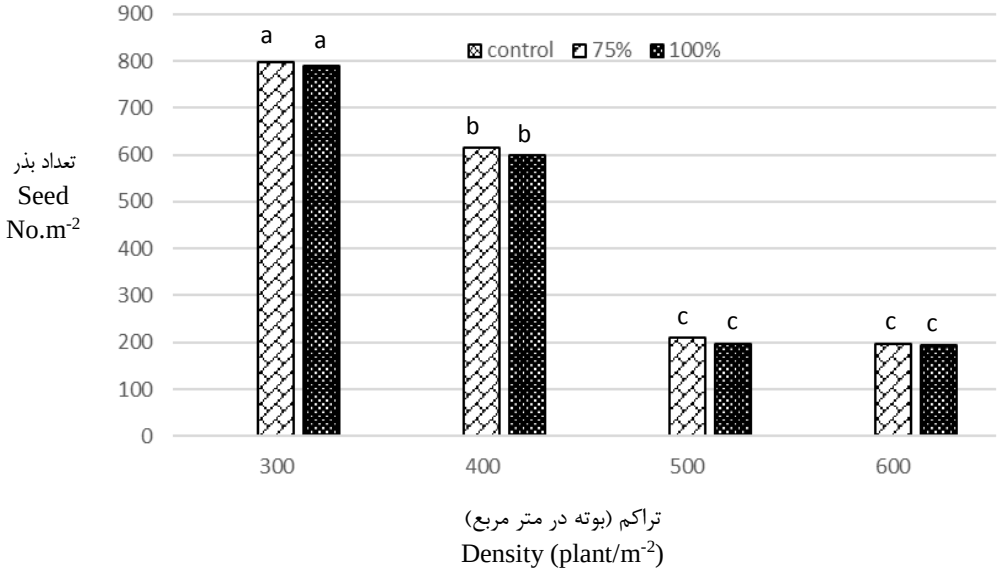
Figure 1- Interaction effect of density and herbicide on weed control efficiency

(Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

اودونر و همکاران (O Donovan *et al*., 2000) با بررسی اثر میزان بذر مصرفی جو بر عملکرد بذر یولاف وحشی، نتیجه گرفتند که افزایش تراکم باعث کاهش معنی‌دار میزان بذر این علف‌هرز به ویژه در ارقام جو پاکوتاه شد. در یک تحقیق گزارش شد که افزایش میزان بذر مصرفی گندم از ۵۰ به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، میزان تولید بذر علف‌هرز لک لکی (*Erodium cicutarium*) را ۹۵ درصد کاهش داد (Blackshaw *et al*., 2000). برهمکنش اثر تیمارها نشان داد که در تراکم‌های ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع، تفاوت اثر دزهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد بر تعداد بذر تولیدی علف‌هرز معنی‌دار نبود (شکل ۲). تعداد بذر علف‌هرز در تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع و دزهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد به ترتیب ۷۵/۱ و ۷۳/۶ درصد نسبت به تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع کاهش یافت. بنابراین به نظر می‌رسد با افزایش تراکم از ۴۰۰ بوته (توصیه شده) به ۵۰۰ بوته در مترمربع، اثر کاهش دز علف‌کش آپیروس بر میزان تولید بذر علف‌هرز و توسعه بانک بذر، اثر گذار و هم‌سطح با دز توصیه شده بود. در یک تحقیق گزارش شده است که مدیریت صحیح تراکم بوته می‌تواند به کنترل علف‌هرز توسط مقادیر کمتر علف‌کش منجر شده و از گسترش علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش بکاهد (O Donovan *et al*., 2013).



شکل ۲- اثر برهمکنش تراکم بوته و دز علف‌کش بر تعداد بذر پنیرک تولید شده در هر متر مربع

Figure 2- Interaction effect of density and herbicide on mallow seed production
(Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different)

عملکرد و اجزای عملکرد دانه: اثر تیمارهای علف‌کش بر صفات تعداد دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود اما اثر این تیمار بر وزن هزار دانه، تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نشد (جدول ۲). اثر تراکم بوته و برهمکنش تعداد بوته و علف‌کش بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تمامی صفات مورد مطالعه تفاوت بین مصرف ۱۰۰ دز علف‌کش و تیمار کنترل کامل معنی‌دار نبود. تیمارهای علف‌کش اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله نداشت اما افزایش تراکم بوته باعث افزایش معنی‌دار این صفت شد. این نتایج با گزارش بابایی و سعیدی‌پور (Babaei and Saeedipour, 2017) مطابقت داشت. مقایسه میانگین‌های برهمکنش علف‌کش و تراکم بوته

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع و کنترل کامل علف‌هرز و همچنین مصرف ۱۰۰ درصد دز آپیروس بود، این دو ترکیب تیماری با یکدیگر تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). کنترل کارآمد علف‌های هرز در دز توصیه شده آپیروس منجر به افزایش دسترسی گیاه زراعی به منابع محیطی و فضای کافی برای پنجه‌زنی و تولید سنبله‌های بارور شد (Cheema and Akhtar, 2005).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد دانه گندم در تیمارهای مورد مطالعه

Table 2- Analysis of variance (MS) of wheat yield components in investigated treatments

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	تعداد سنبله در متر مربع Spike/m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Grain/Spike	تعداد دانه در متر مربع Grain/m^{-2}
بلوک Block	2	13.36**	8.17^{ns}	1454610^{ns}
علف کش Herbicide (H)	2	118.02^{ns}	102.87**	30230538**
تراکم Density (D)	3	154045.96**	350.16**	504656418**
علف کش × تراکم D × H	6	24.43**	8.75*	2588038**
خطا Error	18	1.97	2.42	577088

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد دانه گندم در تیمارهای مورد مطالعه

Table 2- Analysis of variance (MS) of wheat yield components in investigated treatments

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
بلوک Block	2	0.49^{ns}	466.77^{ns}	171.19^{ns}
علف کش Herbicide (H)	2	4.13^{ns}	1635.52^{ns}	5860.41**
تراکم Density (D)	3	141.93**	23600.29**	114481.75**
علف کش × تراکم D × H	6	5.81**	1699.37**	2130.29*
خطا Error	18	0.99	386.12	616.28

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

کاهش دز مصرف علفکش، کاهش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله را به دنبال داشت. تعداد دانه در تیمار دز کاهش یافته در حدود ۱۵/۷ درصد نسبت به دز توصیه شده کاهش یافت. محمد دوست چمن آباد و همکاران (Mohammaddoust

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

Chamanabad *et al*., 2013) نتیجه گرفتند که تداخل علف‌های هرز تعداد دانه در سنبله را در حدود ۹/۵ درصد کاهش داد. این صفت در واکنش به افزایش تراکم بوته افزایش یافت، بطوری که بیشترین تعداد دانه در سنبله در تراکم‌های ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته مشاهده شد. به نظر می‌رسد کاهش تعداد دانه در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع به دلیل تداخل بیشتر علف‌هرز بود. بیشترین تعداد دانه در سنبله در تیمارهای کنترل کامل و تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع بود که تفاوت آن با تیمار دز ۱۰۰ درصد علف‌کش و تراکم ۵۰۰ بوته معنی‌دار نبود (جدول ۳). تعداد دانه در متر مربع روند مشابه تعداد دانه در سنبله را در واکنش به تیمارهای علف‌کش نشان داد. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار تعداد سنبله تحت اثر تیمارهای علف‌کش، تغییرات تعداد دانه در متر مربع در این تیمارها مربوط به تعداد دانه در سنبله بود.

وزن هزار دانه به تیمارهای علف‌کش واکنش نشان نداد اما با افزایش تراکم بوته در واحد سطح وزن هزار دانه کاهش یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد دلیل کاهش وزن دانه در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش تعداد دانه‌ها و در نتیجه کاهش سهم هر دانه از مواد فتوسنتزی بود (Modhej *et al*., 2013). این نتایج با گزارش استفن و همکاران (Stephen *et al*., 2005) نیز مطابقت داشت. اثر برهمکنش تراکم بوته و علف‌کش نشان داد که تغییرات وزن دانه در واکنش به تیمارها مربوط به تراکم بوته بود، به نحوی که در هر تراکم، تفاوت بین تیمارهای علف‌کش معنی‌دار نشد (جدول ۳). اثر تیمارهای علف‌کش بر عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نبود، اما افزایش تراکم باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی شد (جدول ۳). تفاوت بین تراکم‌های ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته از نظر عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نبود. اثر برهمکنش تراکم و علف‌کش بر این صفت معنی‌دار شد اما دلیل این تفاوت، واکنش عملکرد بیولوژیکی به تراکم بوته بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمارهای علف‌کش و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم

Table 3- Mean interaction comparison of herbicide and density on wheat yield and yield components

تیمارها Treatments	تعداد سنبله در متر مربع Spike/m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Grain/spike	تعداد دانه در متر مربع Grain/m^{-2}
H1D1	358g	30efg	10750 fg
H1D2	442e	31ef	14010 de
H1D3	527c	45a	23660 b
H1D4	670a	42ab	28110 a
H2D1	355g	28fg	10250 g
H2D2	441e	27g	12030 fg
H2D3	523d	36cd	18930 c
H2D4	660b	38bc	25270 b
H3D1	366 f	33de	12310 ef
H3D2	442 e	32ef	14210 d
H3D3	526 cd	45a	23610 b
H3D4	669 a	42ab	28100 a

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه ای در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

H1, H2 , H3: به ترتیب کنترل کامل، ۱۰۰ و ۷۵ درصد از دز توصیه شده علف‌کش D1, D2, D3 , D4: به ترتیب تراکم‌های ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع.

The same letters in each column indicate an insignificant difference at the *P=0.05* level.

H1, H2 and H3: Complete control, reduced and recommended herbicide dose, respectively. D1, D2, D3 and D4:300, 400, 500 and 600 plant. m^{-2}, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمارهای علف‌کش و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم

Table 3- Mean interaction comparison of herbicide and density on wheat yield and yield components

تیمارها Treatments	تعداد سنبله در متر مربع Spike/m^{-2}	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g/m^{-2})	عملکرد دانه Grain yield (g/m^{-2})
H1D1	358g	1032 d	340c
H1D2	442e	1272 c	380 b
H1D3	527c	1961 ab	545 a
H1D4	670a	1963 ab	514 a
H2D1	355g	965 d	289 d
H2D2	441e	1363 c	297 cd
H2D3	523d	1798 b	496 a
H2D4	660b	1895 ab	515 a
H3D1	366 f	1067 d	352bc
H3D2	442 e	1313 c	358 bc
H3D3	526 cd	1845 ab	558 a
H3D4	669 a	1998 a	506 a

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

H1, H2 , H3: به ترتیب کنترل کامل، ۱۰۰ و ۷۵ درصد از دز توصیه شده علف‌کش D1, D2, D3 , D4: به ترتیب تراکم‌های ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع.

The same letters in each column indicate an insignificant difference at the *P=0.05* level.

H1, H2 and H3: Complete control, reduced and recommended herbicide dose, respectively. D1, D2, D3 and D4:300, 400, 500 and 600 plant/m^{-2}, respectively.

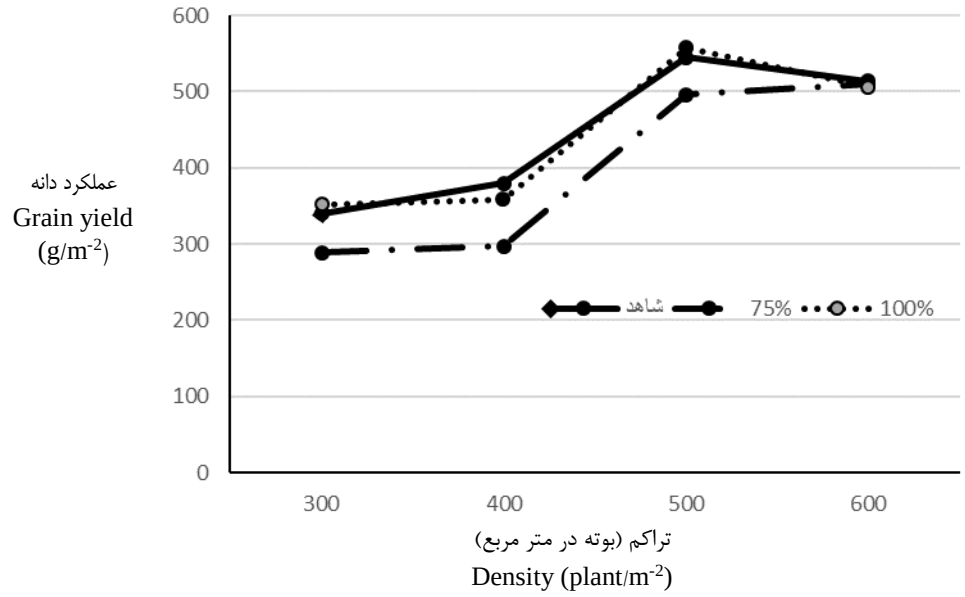
بیشترین و کمترین میانگین عملکرد دانه به ترتیب به مصرف ۱۰۰ و ۷۵ درصد از دز علف‌کش اختصاص داشت. میانگین عملکرد دانه با کاهش ۲۵ درصد از دز توصیه شده در حدود ۱۶ درصد کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در تیمار دز کاهش یافته به دلیل کاهش تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در مترمربع بود. همبستگی تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد (R=۰/۹۵) ارزیابی شد. عملکرد دانه تا تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع افزایش و سپس در تیمار ۶۰۰ بوته تا حدودی کاهش یافت. گزارش شده است که عملکرد دانه در تراکم های بالاتر از تراکم بهینه با توجه به تغییر تخصیص منابع به ارگان های ذخیره سازی در شرایط رقابت کاهش می‌یابد (Modhej and Fathi, 2008).

در تحقیقی دیگر گزارش شد که اگرچه افزایش تراکم از ۴۰۰ به ۸۰۰ بوته در متر مربع باعث کاهش فراوانی و زیست توده علف‌های هرز در رقابت با گندم شد اما میزان ورس ساقه گندم را افزایش داد (Auskalniene *et al*., 2018). افزایش تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیکی و تعداد دانه در مترمربع از دلایل افزایش عملکرد دانه در تیمار ۵۰۰ بوته در متر مربع بود. مقایسه میانگین‌های برهمکنش علف‌کش و تراکم بوته نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ۱۰۰ درصد از دز آپیروس و تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع اختصاص داشت که تفاوت آن با تیمار کنترل کامل در تراکم بوته مشابه معنی‌دار نبود (جدول ۳). در تیمار دز کاهش یافته، بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۶۰۰ بوته مشاهده شد که تفاوت آن با تیمار کنترل کامل و دز ۱۰۰ درصد معنی‌دار نبود. روند تغییرات عملکرد دانه در واکنش به علف‌کش در تراکم‌های مختلف توسط شکل ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج نمودار، روند تغییرات عملکرد دانه در تیمارهای علف‌کش ۱۰۰ درصد و کنترل کامل در تراکم‌های مختلف مشابه و افزایشی بود. اگرچه تفاوت این صفت در تیمار دز کاهش یافته با کنترل کامل

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

در تراکم‌های پایین بیشتر بود، اما در تراکم ۶۰۰ بوته در مترمربع عملکرد هر سه تیمار کنترل کامل، دز ۱۰۰ و ۷۵ درصد مشابه بود. بنابراین به نظر می‌رسد در هنگام کاهش دز علف‌کش آپیروس می‌توان با افزایش تراکم از ۴۰۰ (تراکم توصیه شده) به تراکم ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته به عملکرد هم‌سطح با دز کامل دست یافت. نقشبندی و همکاران (Naghshbandi *et al.*, 2008) گزارش دادند که با افزایش تراکم گندم از ۴۰۰ به ۵۰۰ بوته در مترمربع امکان کاهش دز علف‌کش متری‌بوزین از ۰/۸ به ۰/۶ گرم بدون کاهش عملکرد وجود دارد. از سوی دیگر، کالرسون و هیل (Carlson and Hill, 1985) نتیجه گرفتند که در تراکم‌های پایین بوته و عدم کنترل موثر شیمیایی، شرایط مناسب برای دریافت منابع نظیر آب، مواد غذایی و فضای رشد سریع برای علف‌هرز فراهم شده و قدرت رقابت آن را با گیاه زراعی افزایش می‌یابد.



شکل ۳- اثر برهمکنش تراکم بوته و دز علف‌کش بر کارایی کنترل علف‌های‌هرز

Figure 3- Interaction effect of density and herbicide on wheat grain yield

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش تراکم گندم تا ۶۰۰ بوته در متر مربع، کارایی کنترل علف‌هرز افزایش و میزان بذر تولیدی آن کاهش یافت. آپیروس از کارایی بالایی در کنترل علف‌هرز پنیرک به عنوان گونه غالب در مزرعه برخوردار بود، بنحوی که تفاوت این تیمار با کنترل کامل معنی‌دار نشد. برخلاف سایر تراکم‌ها، در تراکم ۶۰۰ بوته در مترمربع تفاوت کارایی کنترل بین دو تیمار علف‌کش ۱۰۰ و ۷۵ درصد معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف ۱۰۰ درصد از دز آپیروس و تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع اختصاص داشت که تفاوت آن با تیمار کنترل کامل در تراکم بوته مشابه معنی‌دار نبود. افزایش عملکرد در این تیمارها به دلیل افزایش تعداد دانه در سنبله و دانه در مترمربع بود و اثر تیمارهای علف‌کش بر وزن دانه و تعداد سنبله در واحد سطح معنی‌دار نشد. بطور کلی تفاوت عملکرد دانه در تیمار دز توصیه شده و کاهش یافته آپیروس و همچنین کنترل کامل در تراکم‌های ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع معنی‌دار نبود. بنابراین، بر اساس این

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

نتایج و به منظور مدیریت پایدار علف‌های هرز و همچنین کاهش آلودگی محیط زیست، تیمار ۵۰۰ بوته در متر مربع و مصرف ۷۵ درصد از دز توصیه شده علف‌کش آپیروس توصیه شد.

منابع

Auskalniene O., Kadziene G., Jomantaite B. 2018. The influence of crop density and sowing delay on weed germination in winter wheat. Julius-Kuhn-Archiv, 458: 306-309.

Auškalnis A., Auškalnienė O. 2007. Sėjos laiko ir pasėlio tankumo įtaka javų piktžolėtumui. Augalų Lpsaugai Lietuvoje. 80: 241-246.

Babaei M., Saeedipour S. 2017. The Effect of crop seed rate and post emergence herbicide application on weed control and grain yield of wheat. Journal of Plant Protection, 31 (1): 117-123. (In Persian).

Baghestani M., Zand E., Mighani F., Mousavi S.K. 2008. Evaluation of efficiency and herbicides registeration. In: Zand S., Mousavi S.K., Heidari A. Herbicides and their technic of application with improvement and decrease using herbicide. Mashhad Jahad Publication, 565 p. (In Persian).

Baghestani M., Zand E., Soufizadeh S., Jamali M., Maighanya F. 2007. Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop protection, 26 (9): 1385-1389.

Blackshaw R. E, Semach G. P., O'Donovan G. T. 2000. Utilization of wheat seed rate to manage Redstem Filaree (*Erodium cicutarium*) in a zero-tillage cropping system. Weed Technology, 14 (2): 389-396.

Carlson H.L., Hill J.E. 1986. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat. Effects of nitrogen fertilization. Weed Science, 34: 29-33.

Cheema M.S., Akhtar M. 2005. Efficacy of different post emergence herbicides and their application methods in controlling weeds in wheat. Pakistan Journal of Weed Science Research, 11 (1-2): 23-30.

Doll H. 1997. The ability of barley to compete with weeds. Biological Agriculture and Horticulture, 14: 43-51

Haile D and Girma F. 2010. Integrated effect of seeding rate, herbicide dosage and application timing on durum wheat (*Triticum aestivum* L. var Durum) yield, yield components and wild oat (*Avena fatua* L.) control in South Eastern Ethiopia. Momona Ethiopian Journal Science, 2 (2): 12-26.

Izadi Darbandi E., Chitband A.A., Abasian A., Heidari M. 2013. Evaluation of tolerance of wheat and barely to application metribiozien. Iranian Journal of Field Crops Research, 11 (1): 152-161. (In Persian).

Khalaghani J. 2008. Advanced study for estimation of yield loss due to weeds in wheat fields. Final Report of Project, Iranian Research Institute of Plant Protection. 76 p. (In Persian).

Malekian B., Ghadiri H. 2016. Efficacy of Apirus, Total, Atlantis and Chevalier herbicides on weed control in wheat. Journal of Crop Production and Processing, 6 (20): 85-9.

Modhej A., Fathi G. 2008. Wheat physiology. Islamic Azad University Publication. 317 p.

Modhej A., Kaihani A. 2013. Effect of nitrogen fertilizer and herbicides on weed control and wheat grain yield under subtropical conditions. International Journal of Biosciences, 3 (10): 1-7.

Mohammaddoust Chamanabad H.R., Hemmati K.H., Asghari A., Barmaki M. 2013. Effect of nitrogen and weed interference on some agronomic traits, five cultivars wheat yield and yield components. Agricultural Science and Sustainable Production, 33 (4): 131-140.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]

Naghshbandi S.M., Baghestani M., Zand E., Mansourian S. 2008. Effects of Metribuzin and plant density on weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.). Weed Science Journal, 4 (1): 85-95.

O Donovan J.T., Harker K.N., Clayton G.W., Hall L.M. 2000. Wild Oat (*Avena fatua*) interference in barley (*Hordeum vulgare*) is influenced by barley variety and seed line rate. Weed Technology, 14: 624-629.

O'Donovan G.T., Harker K.N., Turkington T.K., Clayton, G.W. 2013. Combining cultural practices with herbicides reduces wild oat (*Avena fatua*) seed in the soil seed bank and improves barley yield. Weed Science, 61 (2): 328-333.

Olsen J., Kristensen L., Weiner J. 2006. Effects of density and spatial pattern of winter wheat on suppression of different weed species. Weed Science, 53: 690-694.

Palou A.T., Ranzenberger A.C., Larios C.Z. 2008. Management of herbicide-resistant weed populations, 100 questions on resistance. FAO Publication, 107 p.

Russell M.H., Saladini J.L., Lichtner F. 2002. Sulfonylurea herbicides. Pesticide Outlook, 166-173.

Siadat S.A., Modhej A., Esfahani M. 2013. Cereals. Mashhad Jahad Publication, 352 p.

Stephen R.S., Saville D.J., Drewitt E.G. 2005. Effects of wheat seed rate and fertilizer nitrogen application practices on populations, grain yield components and grain yields of wheat (*Triticum aestivum*), New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 33 (2): 125-138.

Walker S.R., Medd R.W., Robinson G.R. Cullis B.R. 2002. Improved management of Avena ludoviciana and Phalaris paradoxa with more density sown wheat and less herbicide. Weed Research, 42: 257-270.

Weiner J., Griepentrog H.W., Kristensen L. 2001. Suppression of weeds by spring wheat (*Triticum aestivum*) increases with crop density and spatial uniformity. Journal of Applied Ecology, 38: 784-790.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-05-01]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.125]