نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۴(۴۰)، زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۸۵۶-۸۳۹

بررسی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی گندم متاثر از تراکم و کاربرد علف‌کش‌ها

احسان‌اله زیدعلی[۱]، رحیم ناصری[۲*]، امیر میرزایی[۳] و علی‌اصغر چیت‌بند[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۳

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی و استفاده از علف‌کش بر عملکرد دانه، تراکم علف هرز و میزان کلروفیل برگ گندم آزمایشی مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سرابله ایلام به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا گردید. عوامل مورد مطالعه شامل تراکم‌های بوته (۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار) به‌عنوان عامل اصلی و استفاده از علف‌کش (تیمارهای کاربرد توفوردی، گرانستار و شوالیه و شاهد بدون علف‌کش) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تراکم‌های مختلف گیاهی اثر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری شده داشتند. با افزایش تراکم بوته از تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، محتوای آب نسبی، میزان کلروفیل a، کلروفیل b، تراکم علف هرز و وزن خشک علف‌هرز کاسته شد، اما تعداد سنبله در متر مربع و درصد خوابیدگی افزایش یافت. استفاده از علف‌کش موجب افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، محتوای آب نسبی، میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کاهش تراکم و وزن خشک علف هرز گردید. برهمکنش تراکم گیاهی و علف‌کش بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار و مصرف علف‌کش گرانستار و کمترین عملکرد دانه (۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و تیمار شاهد به‌دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که تراکم گیاهی ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار و استفاده از علف‌کش گرانستار می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر روی رشد گندم داشته باشد.

واژگان کلیدی: تراکم علف هرز، عملکرد دانه، کلروفیل برگ، گندم.

۱- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲- دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

(* نگارنده‌ی مسئول) rahim.naseri@gmail.com

۳- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

۴- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان زراعی جهان می‌باشد که حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد انرژی غذایی انسان‌ها را تامین می‌کند، این محصول با تامین بیش از ۴۰ درصد کالری و ۵۰ درصد پروتئین مورد نیاز در جیره غذایی جامعه ایرانی، از اهمیت به‌سزایی برخورداراست (Naseri *et al*., 2013). تراکم مطلـوب بـوته و آرایش کاشت بهینه از مهم‌ترین عوامل به‌زراعی جهت رسیدن به حداکثر عملکرد در گیاهان زراعی است. با اتخاذ چنین روش‌هایی در کنار ارقام مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه و نیز حداکثر استفاده از منابع محیطی نظیر نور، آب و مواد غذایی می‌توان به عملکرد بیشتری دست یافت. اثر اصلی آرایش‌های مختلف کاشت و تراکم گیاهی بر محصول، عمدتاً به علت تفاوت در چگونگی توزیع انرژی تابشی خورشید است و افزایش جذب تابش خورشیدی منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Naseri *et al*., 2010). یکی از اصول مهم مدیریت کشاورزی در این مناطق، حفظ رطوبت و استفاده مطلوب از آن است، باید توجه داشت که تراکم نامناسب گیاهی می‌تواند رطوبت خاک را در اوایل فصل رشد، تخلیه و باعث مواجه‌شدن گیاه با تنش خشکی در دوران رشد زایشی شود و بر رشد و عملکرد دانه گندم تاثیر می‌گذارد، به‌همین دلیل شناخت مطلوب گیاهان این مناطق از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است (Li *et al*., 2016; Naseri *et al*., 2011). در یک مزرعه آلوده جنبه‌های مختلفی از اثرات رقابتی شـامل رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های گیاه زراعی، رقابت برون گونه‌ای بین گیاه زراعی و علف‌هرز، رقابت برون گونه‌ای بین چنـد گونه علف‌هرز و رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های یک گونه علف‌هرز می‌باشد، حضور علف‌های هرز به دلیل رقابت شدید برای دریافت منابع رشد در مزرعه گندم، باعث کاهش عملکرد آن می‌شود (Bazr Afshan *et al*., 2011). سرعت عمل، کارآیی بالا و صرفه اقتصادی از مهم‌ترین دلایلی هستند که کاربرد گسترده علف‌کش‌ها را در کنترل علف‌های هرز توجیه پذیر می‌کند، به همین دلیل هنوز هم به‌عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز محسوب می‌شوند و به‌رغم برخی مشکلات زیست محیطی آنها، بخش قابل توجهی از عملکرد محصولات زراعی در کشورهای پیشرفته مرهون مصرف علف‌کش‌ها است (Izadi Darbandi *et al*., 2013). علف‌کش‌ها امروزه به‌دلیل کارآیی و صرفه اقتصادی بالا، نقش محـوری در مدیریت علف‌های هرز ایفا کرده و به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ghatari and Roozbahani, 2015). ایجاد مقاومت به علف‌کش‌ها در برخی از علف‌های هرز، عدم وجود علف‌کش‌های انتخابی مناسب برای کنترل گونه‌هایی از علف‌های هرز و تاکید بر مدیریت تلفیقی آنها، راهبرد جدیدی را برای کنترل علف‌های هرز می‌طلبد (Naseri *et al*., 2011). بایلان و همکاران (Balyan *et al*., 1991) نشان دادند که ارتفاع بوته علف‌هرز نقش عمده‌ای در توانایی رقابت این گیاه با گندم دارد، زیرا هرچه سایه‌اندازی علف‌هرز بیشتر باشد، کاهش وزن خشک گندم نیز بیشتر خواهد بود. با مصرف علف‌کش تا مقداری معین، ماده خشک گیاهان هرز کاهش یافته و موجب افزایش توانایی رقابت گیاهان زراعی و در نتیجه افزایش عملکرد اقتصادی آنها می‌شود (Ki *et al*., 2006). مطالعات

رقابتی بین علف‌های هرز و گندم نیز حاکی از بهبود توانایی جذب نور، افزایش شاخص سطح برگ و تسریع در بسته شدن کانوپی گندم در تراکم‌های بالاتر که موجب برتری رقابتی گندم و تضعیف علف‌های هرز این محصول می‌باشد (Zimdahl *et al*., 2004). کنترل علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد باعث جلوگیری از خسارت شدید به محصول می‌شود. انتخاب یک علف‌کش مؤثر و استفاده آن در زمان مناسب می‌تواند باعث کنترل بهینه علف‌های هرز و جلوگیری از کاهش عملکرد محصول شود. بنابراین، این بررسی با هدف بررسی اثر علف‌کش بر صفات مهم زراعی در تراکم‌های گیاهی گندم اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تراکم‌های مختلف گیاهی و مصرف علف‌کش بر صفات مهم زراعی گندم‌رقم بهار، آزمایشی زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سرابله واقع در ۳۰ کیلومتری شرق ایلام با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۷ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۶ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۹۷۵متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد که وضعیت آب و هوایی منطقه در جدول ۱ ارایه شده است. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تراکم‌های مختلف کاشت (۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار) به‌عنوان تیمار اصلی و استفاده از علف‌کش (تیمار بدون اعمال علف‌کش، توفوردی، گرانستار و شوالیه) به‌عنوان تیمار فرعی در نظر گرفته شدند. بذور رقم مورد نیاز گندم از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام تهیه گردید. بذور و میوه‌های کپسول حاوی بذر گیاهان هرز پیچک صحرایی و شیرین بیان طی اواخر تابستان و اوایل پاییز از سطح مزارع گندم (مربوط به محصول سال قبل و به‌جای مانده از آن در اثر مدیریت ضعیف) شهرستان سیروان جمع‌آوری شد. پس از تهیه زمین، بذرها به میزان‌های تعیین شده توزین و کشت شدند. کودهای شیمیایی مورد نیاز بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۲) محاسبه و با استفاده از منابع کودی فسفات تریپل و اوره مصرف گردید. بذور پیچک صحرایی و شیرین بیان به‌صورت لکه‌ای در سطح کرت‌های مورد آزمایش کشت شد.

در مرحله چهار برگی علف‌هرز، اقدام به کنترل گردید. میزان دز مصرفی برای گرانستار ۲۵ گرم در هکتار، شوالیه ۴۰۰ گرم در هکتار و توفوردی یک و نیم لیتر در هکتار بر اساس توصیه‌های کارشناسان بود. سه متر از طول خطوط کاشت تحت تیمار علف‌کش قرار گرفته و سه متر باقیمانده دیگر به عنوان شاهد استفاده شد. فاصله بین کرت‌های اصلی یک و نیم متر، بین تیمارهای فرعی یک و نیم و فاصله بین تکرارها یک و نیم متر در نظر گرفته شد. فاصله بین خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر، طول خطوط کاشت شش متر و در هر کرت آزمایشی پنج خط کاشت در نظر گرفته شد. طی فصل رشد یادداشت برداری‌های لازم از تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، وزن خشک علف‌هرز در متر مربع، تعداد سنبله در مترمربع، تراکم علف هرز، درصد خوابیدگی، وزن هزار دانه، عملکردهای دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه شدند. با نزدیک شدن گیاه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و صفات تعداد دانه در سنبله، همچنین جهت اندازه‌گیری تعداد سنبله در متر مربع از کادر یک متر مربعی استفاده گردید. جهت تعیین وزن هزار دانه، ۱۰۰۰ بذر از

هر کرت آزمایشی به‌صورت تصادفی شمارش و توسط ترازوی دیجیتالی محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد بیولوژیک، وزن بوته‌های هر کرت آزمایشی را پس از برداشت و قبل از جدا کردن دانه‌ها، اندازه‌گیری گردید. از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت نیز به‌دست آمد. به‌منظور اندازه‌گیری تراکم علف‌هرز از کادر نیم متر مربعی استفاده شد. پس از نمونه‌گیری تراکم علف‌هرز، علف‌های هرز موجود در کادر را در داخل آون در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و سپس اقدام به وزن خشک علف‌هرز گردید. در هنگام برداشت، پس از حذف دو خط از طرفین و حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت برداشت شده و تعیین عملکرد دانه شد. میزان کلروفیل a و b در مرحله گلدهی به کمک روش لیچتن‌هالر و ولبرن (Lichtenthaler and Wellburn, 1983) تعیین شد، به این صورت که ۰/۲۵ گرم برگ تازه را با استفاده از پنج میلی‌لیتر آب مقطر در هاون چینی کاملاً ساییده، سپس حجم مخلوط حاصل با آب مقطر به ۱۲/۵ میلی لیتر رسانده شد، سپس نیم میلی‌لیتر از عصاره نمونه برداشته و با چهار و نیم میلی‌لیتر استون ۸۰٪ مخلوط و محلول حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ قرار داده شده و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج‌های ۶۶۳ (کلروفیل a) و ۶۴۶ (کلروفیل b) تعیین گردید. غلظت کلروفیل a و b از طریق روابط زیر به‌دست آمد (Darabi *et al.*, 2015):

$$\text{Chlorophyll a}=12.21\ (A_{663})-2.81(A_{646})$$
$$\text{Chlorophyll b}=20.13(A_{646})-5.03(A_{663})$$

در مرحله گلدهی پس از جدا کردن برگ پرچم از گیاه، بلافاصله در آزمایشگاه این برگ‌ها توزین و وزن تر آنها ثبت گردید. سپس بعد از ۲۴ ساعت درون ظرف حاوی آب مقطر نگهداری تا به حالت اشباع کامل رسیده و مجدداً وزن شدند. نمونه‌ها جهت محاسبه وزن خشک به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای۷۲ درجه سلسیوس قرار داده شدند. محتوی آب نسبی برگ به روش سانچز (Sanchez, 1998) و با استفاده از فرمول لویت (Levitt, 1980) به شرح زیر اندازه‌گیری شد.

$$RWC(\%)=\frac{wt-wd}{wt-wd}\times 100$$

که در این رابطه Wf: وزن تر بافت گیاه، Wt: وزن آماس یافته گیاه (اشباع شده از آب)، Wd: وزن خشک بافت گیاه.

جهت محاسبات آماری و رسم نمودارها به ترتیب از نرم‌افزارهای SAS و Excel استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

تعداد سنبله: تعداد سنبله در متر مربع از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده عملکرد محسوب می‌گردد و در مراحل اولیه پر شدن دانه از طریق انجام فتوسنتز در رشد و تکامل دانه نقش مهمی ایفا می‌کند. بین تراکم‌های مختلف گیاهی و استفاده از علف‌کش از نظر تعداد سنبله در متر مربع اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد (جدول ۳). تراکم گیاهی ۳۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبله را در متر مربع دارا بودند (جدول ۴). با افزایش تراکم گیاهی تعداد سنبله بارور در هر بوته افزایش یافته است. افزایش پنجه‌زنی در تراکم‌های کمتر (۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار) نمی‌تواند کاهش تعداد سنبله در متر مربع را جبران کند. دونالدسون و همکاران (Donaldson *et al.*, 2001) افزایش تعداد سنبله

در متر مربع و کاهش تعداد دانه در سنبله با افزایش تراکم در گندم را گزارش داده است استفاده از علف‌کش نیز به‌طور معنی‌داری موجب افزایش تعداد سنبله در متر مربع گردید، به طوری‌که استفاده از علف‌کش گرانستار نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش ۳۰/۹ درصدی این صفت گردید (جدول ۴). افزایش تعداد سنبله در متر مربع به دلیل کاهش رقابت علف‌هرز با گندم می‌باشد که به این دلیل گندم موفق شده در تیمارهای استفاده از علف‌کش به‌دلیل از بین بردن علف‌های هرز عناصر غذایی، رطوبت و نور بیشتری را جذب کرده و از آنها در جهت تولید سنبله استفاده نماید.

تعداد دانه در سنبله: نتایج جداول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم و علف‌کش بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار بیشترین و تراکم ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین تعداد دانه در سنبله بود (جدول ۴). اثر علف‌کش نشان داد که علف‌کش گرانستار تاثیر بیشتری در افزایش تعداد دانه در سنبله و تیمار شاهد (بدون اعمال علف‌کش) کمترین تعداد دانه در سنبله به خود اختصاص داد (جدول ۵). بیشترین تعداد دانه در سنبله به دلیل این‌که تشکیل دانه بستگی به تامین مواد غذایی لازم و شرایط محیطی مناسب در مرحله تبدیل مریستم رویشی به زایشی و مراحل بعد از آن دارد، به نظر می‌آید با افزایش تراکم گیاهی و به دنبال محدودیت مواد غذایی و نور، تولید واحدهای زایشی کاهش می‌یابد و در مراحل بعدی با افزایش رقابت برای به‌دست آوردن نور و مواد غذایی، شماری از واحدهای زایشی (سنبلچه‌ها و تعـداد دانه در سنبلچه) حـذف می گردند و به دلیل رقابت بین دانه‌های در حال رشد و عدم دریافت مواد پرورده، بسیاری از دانه‌ها در ابتدای رشد چروکیده شده و از بین می‌روند بنابراین تعداد دانه کمتری تولید می‌شود (Naseri *et al*., 2012). هرچه تعداد سنبله بیشتری وجود داشته باشد، به دلیل عدم کفایت تولیدات فتوسنتزی برای پر شدن دانه به‌طور معمول از میانگین تعداد دانه در تراکم بالاتر کاسته می‌شود. دونالدسون و همکاران (Donaldson *et al*., 2001) نشان دادند که افزایش تراکم موجب کاهش تعداد دانه در سنبله در گندم می‌گردد. پژوهش‌گران کاهش تعداد دانه در سنبله در تراکم‌های زیادتر گیاهی را به کم شدن نفوذ تابش فعال به درون سایه‌انداز گیاهی، کاهش سرعت رشد گیاه و کاهش فتوسنتز در گیاه نسبت داده‌اند (Naseri *et al*., 2012).

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم و علف‌کش در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار دارای بیشترین وزن هزار دانه و تراکم ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین وزن هزاردانه دارا می‌باشد (جدول ۴). بیشترین وزن هزار دانه در اعمال علف‌کش گرانستار و کمترین میزان وزن هزار دانه در تیمار شاهد (بدون اعمال علف‌کش) ثبت گردید (جدول ۵). با افزایش تراکم کاشت تعداد سنبله در متر مربع افزایش پیدا می‌کند، لذا رقابت برای دستیابی به مواد فتوسنتزی جهت انتقال به دانه‌ها افزایش یافته و مواد فتوسنتزی کمتری به پرشدن دانه‌ها اختصاص می‌یابد و در نهایت کاهش وزن هزار دانه دیده می‌شود (Maleki *et al*., 2012) (جدول ۴). دلیل کاهش وزن هزار دانه با افزایش

تراکم گیاهی، رقابت بین بوته‌های مجاور در جذب رطوبت و مواد غذایی و وجود اثرات متقابل بین تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه است (Naseri *et al.*, 2012). احتمالاً بالا بودن وزن هزار دانه در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار نسبت به تراکم‌های بالاتر می‌تواند تأیید کننده این مطلب باشد که در تراکم ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار به علت رقابت شدید از یک طرف، تولید مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد و از طرفی دیگر افزایش تعداد سنبله باعث محدودیت مخازن می‌شود و مجموع این عوامل سبب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه می‌شود. این در حالی است که در تراکم‌های بالاتر مواد فتوسنتزی بین مخازن بیشتری توزیع می‌گردد و سهم هر مخزن از این مواد کاهش می‌یابد. عدم کفایت مواد فتوسنتزی در دوره پرشدن دانه در تراکم‌های بالا ممکن است دلیلی برای کاهش وزن دانه با افزایش تراکم باشد (Naseri *et al.*, 2012). در این پژوهش، بیشترین وزن هزار دانه در تیمار استفاده از علف‌کش به دست آمد و بین آنها از نظر آماری اختلافی مشاهده نگردید، اما کمترین وزن هزار دانه در تیمار شاهد (تیمار بدون اعمال علف‌کش) مشاهده گردید (جدول ۵). به نظر می‌رسد که با سریع‌تر شدن رشد علف‌هرز پیچک و شیرین بیان و تراکم بالاتر آن، روند پیر شدن برگ‌های گندم بر اثر سایه‌اندازی این علف‌های هرز تشدید شده و در نتیجه آن، سهم برگ در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه با کاهش مواجه شده و این موضوع باعث کاهش وزن هزار دانه در گندم شده است. نشان داده شده است که در شرایط کاهش رقابت علف های هرز، اختصاص منابع فتوسنتزی به سمت دانه بیشتر از کاه و کلش می‌باشد (Mahzari *et al.*, 2013).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که برهمکنش تراکم گیاهی و کاربرد علف‌کش در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه معنی دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات برهمکنش تراکم و علف‌کش نشان داد که تیمار تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار و کاربرد علف‌کش گرانستار موجب افزایش عملکرد دانه گردید اما تیمار تراکم ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و شاهد (عدم استفاده از علف‌کش) دارای کمترین میزان عملکرد دانه بود (شکل ۱). کاربرد علف‌کش برای از بین بردن علف‌های هرز و بالا بردن عملکرد دانه ضروری می‌باشد. نتایج به‌دست آمده دلالت بر آن دارد که عملکرد دانه در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار نسبت به سایر تراکم های گیاهی بیشتر است. در تراکم‌های بالاتر (۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار) به دلیل این‌که خوابیدگی در زمانی که گیاه از لحاظ متابولیکی فعال است رخ می‌دهد، افت مستقیم عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت. خوابیدگی ساقه وضعیت سازمان یافته سایه‌انداز برگی را بر هم زده و موجب افزایش سایه‌اندازی برگ‌ها می‌گردد، به‌علاوه خوابیدگی باعث کاهش جریان هوا و گازکربنیک در درون پوشش گیاهی شده و از کارآیی فتوسنتزی برگ‌ها می‌کاهد. خم‌شدن ساقه‌ها باعث قطع جریان آب، انتقال مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی در درون بوته‌ها می‌گردد (Naseri *et al.*, 2012). فریرا و ابرو (Ferreira and Abreu, 2001) در آزمایش‌های خود اظهار داشتند که با افزایش تراکم گیاهی عملکرد دانه افزوده می‌شود، زیرا در تراکم‌های خیلی کم گیاهی تولید ماده خشک و جذب تشعشع خوشیدی کمتر است که این

کاهش به‌دلیل کمتر بودن سطح برگ در تراکم‌های گیاهی کم می‌باشد. نتایج آزمایش‌های ملکی و همکاران (Maleki *et al.*, 2012) بر روی گیاه گندم نشان دادند که با افزایش تراکم بوته بیشتر عملکرد دانه کاهش می‌یابد. برخی محققان نیز کاهش عملکرد دانه در تراکم بالای گیاهی را به‌دلیل افزایش ورس بوته گزارش داده‌اند (Naseri *et al.*, 2012). به نظر می‌رسد که دلیل عمده تفاوت عملکرد دانه در تراکم‌های مختلف به تعداد سنبله در متر مربع مربوط باشد، چرا که با افزایش تراکم گیاهی این جزء عملکرد به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده و بیشترین تغییرات را در دو جزء دیگر عملکرد داشته است. در واقع تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بیشتر در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار توانست کاهش عملکرد ناشی از تعداد سنبله در متر مربع کمتر در واحد سطح را جبران کند. در تراکم‌های گیاهی بالاتر سایه‌اندازی و تنش وارده به دانه علف‌های هرز به اندازه‌ای بود که اکثر آنها رشد چندانی نکردند و به همین دلیل تراکم علف‌های هرز در این تراکم بسیار کمتر از دیگر تراکم‌ها بود. به نظر می‌آید که به‌کارگیری تراکم مناسب، نیاز به کاربرد علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز روییده شده را کاهش می‌دهد. کاربرد علف‌کش به‌واسطه کاهش رقابت بین علف‌های هرز و گیاه گندم برای عناصر غذایی، نور، فضا و آب در گندم موجب افزایش صفات مرتبط با عملکرد دانه خواهد شد (Fathi, 2013). در گزارش‌های ناکانو و همکاران (Nakano *et al.*, 2012) اظهار شده است که تراکم گیاهی از طریق افزایش تعداد سنبلچه و وزن هزار دانه موجب افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

شاخص برداشت: بین تراکم‌های مختلف گیاهی و علف‌کش اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص برداشت مشاهده گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار بیشترین شاخص برداشت و تراکم ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها برای فاکتور علف‌کش نشان داد که تفاوت معنی‌داری در بین تیمار عدم کاربرد علف‌کش و کاربرد آنها وجود دارد (جدول ۴). به نظر می‌آید که درصد انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار بالاتر از سایر تراکم‌های گیاهی بوده به همین دلیل از شاخص برداشت بالاتری برخوردار است. دلیل کم بودن شاخص برداشت در تراکم بوته بیشتر می‌تواند به‌دلیل افزایش سایه‌اندازی و رقابت بین بوته‌ای و در نتیجه، کاهش نفوذ نور به درون سایه‌انداز گیاهی باشد که در مقایسه با تراکم‌های کمتر، مواد فتوسنتزی کمتری به دانه اختصاص می‌یابد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل عمده شاخص برداشت بالاتر در تراکم‌های پایین، رقابت ضعیف گیاهان جهت عوامل رشدی به‌ویژه جذب تشعشع در طول فصل بوده است. احتمالاً در این شرایط انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی، نسبت به مواد فتوسنتزی ساختمانی که در برگ‌ها و ساقه باقی می‌ماند، بیشتر بوده است. حالت عکس آن در تراکم‌های بالا به‌دلیل وجود رقابت شدید بین گیاهان می‌باشد که در چنین شرایطی به‌دلیل کاهش سهم هر دانه از تولید مواد فتوسنتزی (منبع) کاهش یافته و بدنبال آن شاخص برداشت پایین آمده است (Majnoon Hosseini *et al.*, 2003). گزارش شده است که در تیمار شاهد بدون علف‌هرز، گیاه زراعی زودتر به حداکثر سطح برگ پرچم خود رسیده و در مقایسه با تیمارهای دارای علف‌هرز برای مدت

بیشتری سطح برگ بهینه‌ی خود را حفظ کرد (Fathi, 2013)، که این امر موجب بالا بردن و اختصاص یافتن مواد فتوسنتزی به سمت دانه می‌گردد که این موضوع موجب بالا رفتن میزان شاخص برداشت می‌گردد. همچنین، علف‌هرز با سایه‌اندازی بر روی گیاه گندم سبب کاهش رشد رویشی آن و کاهش تخصیص مواد جهت ساخت بخش‌های زایشی گندم می‌شود و ضمن کاهش عملکرد گندم، سبب کاهش معنی‌دار شاخص برداشت آن نیز می‌شود (Anafjeh *et al*., 2009).

عملکرد بیولوژیک: نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش تراکم گیاهی و علف‌کش درسطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تراکم گیاهی و علف‌کش نشان داد که در هر سه تراکم گیاهی، استفاده از علف‌کش‌ها موجب بالا رفتن عملکرد بیولوژیک شد، به‌طوری‌که تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار و علف‌کش گرانستار دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک و تراکم گیاهی ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و تیمار شاهد (عدم کاربرد علف‌کش) دارای کمترین عملکرد بیولوژیک بود (شکل ۲). افزایش عملکرد بیولوژیک در تراکم گیاهی ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار می‌تواند به این دلیل باشد که بوته‌ها در این تراکم توانسته‌اند به طور مناسب‌تری سطح مزرعه را پوشش داده و از عوامل محیطی به نحو مطلوب‌تری استفاده کنند، در نتیجه، میزان عملکرد بیولوژیک بیشتری در واحد سطح نیز تولید کرده‌اند. به‌نظر می‌رسد ورس و رقابت بین بوته‌ها در تراکم ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار دلیل کاهش ماده خشک باشد (جدول ۵). در گزارشی تراکم‌های بالا، پوشش متراکمی از سایه‌اندازی قسمت‌های هوایی گیاه روی برگ‌های پایین گیاه، فتوسنتز، دوام سطح برگ و تولید مانده خشک را در گندم کاهش می‌دهد (Naseri *et al*., 2012). طبق یافته‌های برخی پژوهش‌گران، افزایش تراکم بوته با ایجاد رقابت بین بوته‌ها در جذب آب و مواد غذایی و جذب دی‌اکسیدکربن باعث کاهش میزان ماده خشک تولیدی در هر بوته می‌گردد (Major *et al*., 1978). دونالدسون و همکاران (Donaldson *et al*., 2001) نشان دادند که با افزایش تراکم بر عملکرد بیولوژیک افزوده می‌شود که این افزایش به‌طور عمده مربوط به اجزای غیرزایشی گیاه است. افزایش جمعیت علف‌های هرز (گیاهان هرز پیچک و شیرین بیان) و به تبع آن تراکم کل، منجر به ایجاد رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای شده و احتمالاً تشدید رقابت، از طریق کاهش تعداد پنجه‌های گندم، افزایش مرگ و میر پنجه‌ها و یا کاهش وزن تک بوته‌های گندم، باعث کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و تیمار شاهد شده است. در گزارش‌های سایر محققان نیز نشان داده شد که زیست توده بالا در تیمارهای بالاتر به کنترل بهتر علف‌های هرز مربوط می‌شود که باعث استفاده بهتر از منابع (عناصر غذایی، تابش خورشیدی، آب و فضا) توسط گندم می‌گردد (Fathi, 2013). علاوه بر این، مشاهده شد که کاهش عملکرد دانه گندم در اثر رقابت با علف‌هرز بیشتر از کاهش عملکرد ماده خشک گندم می باشد و این نشان می‌دهد که علف‌هرز نه تنها در طول دوره رویشی با گندم رقابت می‌کند، بلکه در طول دوره‌ی زایشی هم به رقابت خود ادامه می دهد (Anafjeh *et al*., 2009).

محتوای آب نسبی برگ: در این پژوهش محتوای آب نسبی برگ تحت تاثیر تراکم گیاهی و استفاده از علف‌کش قرار گرفت (جدول ۳). با زیاد

شدن تراکم گیاهی بر میزان محتوای آب نسبی برگ افزوده شد اما با افزایش بیشتر در تراکم گیاهی از این میزان کاسته شد به‌طوری‌که بیشترین میزان آب نسبی برگ در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار و کمترین آن در تراکم ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار مشاهده گردید (جدول۵). در مطالعات لک و همکاران (Lak *et al.*, 2011) نیز نشان داده شد که افزایش تراکم گیاهی موجب کاهش محتوای آب نسبی می‌گردد که دلیل این امر را سایه‌اندازی برگ‌های پایینی عنوان کردند. در گزارش‌های دیگر نیز کاهش محتوای آب نسبی را در تراکم‌های بالاتر به وجود رقابت بیشتر بین بخش‌های هوایی و زیرزمینی در جهت استفاده از منابع نسبت داده‌اند (Gholinejad *et al*., 2009). در شرایط استفاده از علف‌کش گرانستار، بیشترین و تیمار شاهد (بدون اعمال علف‌کش) کمترین میزان محتوای آب نسبی را به خود اختصاص داد. بین علف‌کش توفوردی و شوالیه از نظر آماری اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (جدول ۵). افزایش و بالا بودن محتوای آب نسبی در تیمار کنترل علف‌هرز را می‌توان به عدم وجود رقابت برای جذب آب و نور نسبت داد، با توجه به این‌که بین علف‌هرز و گیاه زراعی منابع مشترک وجود دارد بنابراین هر عاملی که مانع رشد علف‌هرز گردد، باعث می‌شود که گیاه زراعی از آب و رطوبت بیشتری جهت اندام‌های هوایی استفاده نماید. نتایج سایر پژوهش‌گران نیز حاکی از آن بود تیمارهایی که درصد کنترل علف‌های هرز بیشتری داشتند شرایط رقابتی را به سمت گیاه زراعی سوق داده است (Abdi *et al*., 2012).

کلروفیل a و b: کلروفیل a و b تحت تاثیر تراکم گیاهی و استفاده از علف‌کش قرار گرفت (جدول ۳). با افزایش تراکم گیاهی بر مقدار کلروفیل a و b افزوده شد و با افزایش بیشتر تراکم گیاهی از این میزان کاسته شد به طوری‌که بیشترین کلروفیل a و b در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار و کمترین کلروفیل a و b در تراکم ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار مشاهده گردید (جدول ۵). استفاده از علف‌کش گرانستار که دارای توانایی بالایی در کنترل علف‌های هرز بود دارای بیشترین کلروفیل a و b و تیمار شاهد (بدون اعمال علف‌کش) نیز کمترین کلروفیل a و b را به خود اختصاص داد. بین علف‌کش توفوردی و شوالیه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۵). این نتیجه نشان داد که با افزایش تراکم، میزان کلروفیل تا یک حد مطلوب با افزایش مواجه شده و سپس کاهش می‌یابد (Vaishya and Fayaz Qazi, 1992; Majnoon hosieni *et al*., 2003). وایشیا و فیاض قاضی (Vaishya and Fayaz Qazi, 1992) نشان دادند که محتوای کلروفیل برگ نخود به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر میزان‌های مختلف بذر در ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از کاشت قرار گرفت. این نتایج نشان داد که ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار به‌طور معنی‌داری محتوی کلروفیل بالاتری نسبت به میزان ۱۲۵ کیلوگرم بذر در هکتار طی دو زمان مورد نظر داشته‌اند. اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر شاخص کلروفیل برگ نشان داد که با افزایش تعداد گیاه کلروفیل‌ها روندی افزایشی داشته است و از تراکم ۵۴ تا ۶۶ بوته در مترمربع میزان آنها از روندی کاهشی برخوردار شده که می‌تواند ناشی از عوامل درونی گیاه بر اثر رقابت بوته‌ها برای جذب عناصر غذایی خاک باشد (Pezeshkpour *et al*., 2003). میزان کلروفیل در گیاه به قابلیت دسترسی نیتروژن خاک و توانایی جذب نیتروژن

توسط گیاه وابسته است پس با کاهش رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز میزان نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه زراعی قرار گرفته و کلروفیل برگ افزایش می‌یابد که این امر با نتایج سایر محققین همخوانی دارد (Jongschaap and Booij, 2004; Ghatari and Roozbahani, 2015). مقدار زیادی از کلروفیل b برداشت کننده نور در فتوسیستم II قرار دارد، پژوهش‌گران بیان می‌دارند که در شرایط تنش، کمپلکس‌های برداشت کننده نور بیشتر آسیب می‌بینند که باعث کاهش شدید کلروفیل b در کلروپلاست و افزایش نسبت a به b تحت تنش‌های محیطی خواهد بود، کاهش شدت نور باعث کاهش مقدار نیتروژن در برگ می‌شود پس با کاهش رقابت بین علف‌هرز و گیاه زراعی میزان نور قابل دسترس برای گیاه زراعی افزایش می‌یابد، لذا با افزایش نور مقدار نیتروژن نیز افزایش یافته و در نتیجه مقدار کلروفیل برگ نیز افزایش می‌یابد (Ghatari and Roozbahani, 2015).

وزن خشک علف‌هرز: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم گیاهی و تیمار علف‌کش در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک علف‌هرز معنی‌دار گردید (جدول ۳). در این پژوهش، با افزایش تراکم گیاهی از وزن خشک علف‌هرز کاسته شد، بیشترین وزن خشک علف‌هرز در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بذر به‌دست آمد (جدول ۵). تیمار شاهد (بدون علف‌کش) دارای بیشترین و مصرف علف‌کش گرانستار دارای کمترین وزن خشک علف‌هرز بود (جدول ۵). بین کاربرد علف‌کش توفوردی و شوالیه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید و در یک گروه آماری قرار گرفتند. در گزارش‌های قطاری و روزبهانی (Ghatari and Roozbahani, 2015) نشان داده شد که مصرف علف‌کش بیشترین کاهش وزن تر و خشک علف‌هرز را به دنبال داشته است که می‌تواند ناشی از اثر علف‌کش بر فیزیولوژی علف‌های هرز باشد که باعث کند شدن و در بعضی مواقع توقف رشد علف‌هرز می‌شود.

درصد خوابیدگی: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تراکم گیاهی و علف‌کش بر درصد خوابیدگی گندم معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که با افزایش تراکم بذر بر میزان خوابیدگی افزوده شد به‌طوری‌که، تراکم ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار دارای بیشترین درصد خوابیدگی و تراکم ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار دارای کمترین درصد خوابیدگی بودند (جدول ۵). استفاده از علف‌کش گرانستار که توانایی بالایی در کنترل علف‌های هرز داشت، باعث کاهش درصد خوابیدگی گردید و تیمار شاهد (بدون اعمال علف‌کش) نیز بشترین درصد خوابیدگی را به خود اختصاص داد. بین علف‌کش توفوردی و شوالیه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۵). در مطالعات شیرانی‌راد (Shirani Rad *et al.*, 2010) نیز عنوان شده است در رقابت علف‌هرز با گیاه زراعی، رقابت برای مواد غذایی، رطوبت و نور افزایش می‌یابد که این امر موجب کاهش قطر ساقه گیاه زراعی می‌گردد.

تراکم علف‌هرز: نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تراکم گیاهی و علف‌کش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). با افزایش میزان تراکم گیاهی از تراکم علف‌هرز کاسته شد به‌طوری‌که بیشترین تراکم علف‌هرز در تراکم ۲۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار مشاهده گردید و با افزایش تراکم گیاهی به ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار از این تراکم کاسته

شد (جدول ۵). استفاده از علف‌کش گرانستار که دارای توانایی بالایی در کنترل علف‌های هرز بود، باعث کاهش تراکم علف‌هرز گردید و تیمار شاهد (بدون اعمال علف‌کش) بیشترین تراکم علف‌هرز را به خود اختصاص داد. بین علف‌کش توفوردی و شوالیه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۵). استفاده از تیمارهای علف‌کش در طول فصل رشد باعث کاهش تراکم علف‌های هرز می‌شود و به علت رشد گیاه زراعی، علف‌هرز قادر به رقابت نبوده و همچنین کاربرد علف‌کش با تاثیر بر روی گیاهچه‌های علف‌هرز و توقف رشد آن باعث کاهش تراکم علف‌های هرز می‌گردد (Ghatari and Roozbahani, 2015).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده به نظر می‌رسد که تراکم‌های مختلف گیاهی و استفاده از علف‌کش بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم تاثیر گذاشته است. این موضوع نشان‌دهنده اثرات رقابتی علف‌های هرز در هر دو مرحله رشد رویشی و زایشی گندم می‌باشد. علف‌های هرز مورد بررسی (پیچک و شیرین بیان) در مرحله رویشی از طریق رقابت اندام‌های زیرزمینی بیشتر خـود عمده عناصر مورد نیاز گیاه زراعی را به خود اختصاص داده و توان رقابتی بالاتری را دارند. در مراحل بعدی، این برتری از طریق رقابت در فضای بالاتر از سطح خاک یعنی فضای رشد و پنجه‌زنی گندم را محدود می‌سازد و در نهایت موجب کاهش تعداد سنبله در متر مربع گندم می‌شود. در مرحله گلدهی به دلیل سایه‌اندازی روی سنبله‌های باقیمانده و عدم تلقیح مناسب گلچه‌ها، تعداد دانه در سنبله کاهش یافته و در زمان پر شدن دانه با کاهش میـزان و ذخیره مواد فتوسنتزی، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار به دلیل توزیع یکنواخت بوته و نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی توانست به‌طور کارآمدتری از تشعشع خورشیدی استفاده و بیشترین تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت را به خود اختصاص دهد. انتخاب یک علف‌کش مؤثر و استفاده آن در زمان مناسب می‌تواند باعث کنترل بهینه علف‌های هرز و جلوگیری از کاهش عملکردگیاه زراعی شود. در این پژوهش علف‌کش گرانستار دارای کارآیی و اثر گذاری بهتری بر کنترل علف‌های هرز مزرعه گندم بود.

جدول ۱- شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳

Table 1- Results of climatic properties of experimental location in 2014-2015

ماه Month		بارندگی Precipitation (mm)	دمای حداقل مطلق ماهانه Monthly absolute minimum temperature (°C)	دمای حداکثر مطلق ماهانه Monthly absolute maximum temperature (°C)	رطوبت نسبی Relative temperature (°C)	تبخیر Evaporation (mm)
مهر	October	50.7	5.4	34.8	44	151.1
آبان	November	77.7	0.2	26.4	59	65.4
آذر	December	45.1	1.2	19.6	70	26.7
دی	January	17.2	-4.6	18	64	6.6
بهمن	February	15.7	-1.6	20.2	55	0
اسفند	March	52.9	-4.4	23	55	0
فروردین	April	58.9	1.2	31	55	181.9
اردیبهشت	May	7.5	3	36.6	32	269.9
خرداد	Jun	0.1	15.6	41	20	400.6
تیر	July	0	18	45.2	22	395

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2- Soil physical and chemical properties of experimental area

بافت خاک Soil texture	فسفر قابل جذب Available P (mg kg^{-1})	پتاسیم قابل جذب Available K (mg kg^{-1})	نیتروژن کل Total N (%)	هدایت الکتریکی E.C(dS/m)	اسیدیته خاک pH
Silty loam	7.2	310	0.5	0.97	7.2

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تراکم گیاهی و علف‌کش در گندم

Table 3- Nalysis of variance of studied traits at different plant densites and herbicide in wheat

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی	میانگین مربعات MS					
		تعداد سنبله در متر مربع Number of spike per m^2	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Replication	2	10.5	3.028	2.02	80218.3	128068.75	3.539
تراکم گیاهی Plant density	2	1400.08**	320.778*	220.7*	3074653.3*	1485452.1ns	108.8**
خطای اصلی Main error	4	48.6	8.1	8.403	117314.1	371045.8	10.1
علف‌کش Herbicide	3	2100.2**	323.4**	233.5**	9722672.6**	7716645.1**	274.8**
تراکم در علف‌کش Plant density × Herbicide	6	16.1ns	2.741ns	2.7ns	183747.06*	306290.9*	6.7ns
خطای فرعی Sub error	18	33.2	11.3	11.2	87531.1	304909.03	5.05
ضریب تغییرات C.V. (%)		23.5	14.6	17.6	16.9	13.6	8.1

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: non significant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۳

Table 4- Continued

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی	میانگین مربعات MS					
		تراکم علف هرز Weed density	درصد خوابیدگی Percentage of lodging	وزن خشک علف هرز Weed dry weight	کلروفیل a chlorophyll a	کلروفیل b chlorophyll b	محتوای نسبی آب برگ Relative water content
بلوک Replication	2	14.3	25.6	68117.8	2.8	2.6	255.1
تراکم گیاهی Plant density	2	2600.3**	150.1*	851067.6**	99.5**	88.4**	435.5**
خطای اصلی Main error	4	42.6	22.5	49018.6	9.9	9.1	17.5
علف‌کش Herbicide	3	5041.2**	325.9**	10363494.7**	243.1**	235.2**	45.6**
تراکم در علف‌کش Plant density × Herbicide	6	15.1ns	16.8ns	92496.2ns	5.9ns	5.6ns	5.9ns
خطای فرعی Sub error	18	33.4	14.3	83193.4	4.9	4.6	10.7
ضریب تغییرات C.V. (%)		23.9	24.1	23.4	6.1	5.6	10.5

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: non significant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تراکم گیاهی و علف‌کش در گندم

Table 4- Mean comparision of studied traits at different plant densites and herbicide in wheat

صفات Traits		تعداد سنبله در واحد سطح Number of spike per m^2	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	وزن هزار دانه 1000-grain weight (gr)	شاخص برداشت Harvest index (%)
میزان بذر seed rate (kg/ha)					
۲۰۰	200	400c	51b	45a	30c
۲۵۰	250	450b	60a	46a	35a
۳۰۰	300	500a	45c	42b	32b
علف‌کش Herbicide					
توفوردی	2,4-D	490ab	48ab	49a	33b
گرانستار	Granstar	507a	50a	45a	36a
شوالیه	Shovalyeh	460ab	44b	45a	31b
شاهد	Check	350b	38c	35b	25c

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significant different at the %5 probability level using Duncans Multiple range test.

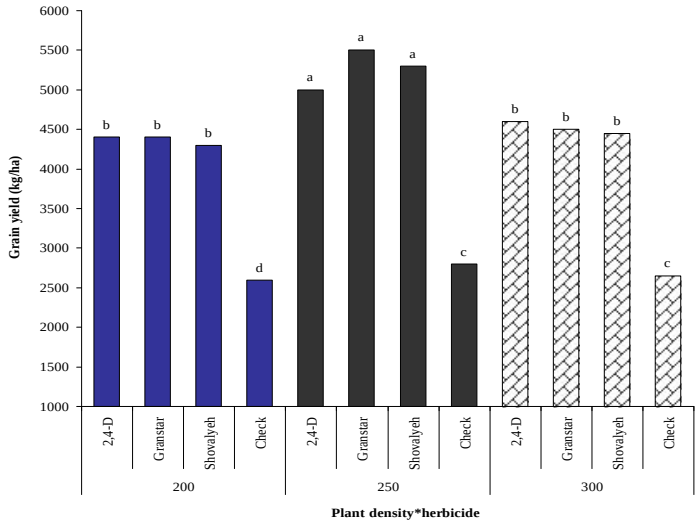
جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تراکم گیاهی و علف‌کش در گندم

Table 5- Mean comparision of studied traits at different plant densites and herbicide in wheat

صفات Traits		تراکم علف هرز Weed density (m^2)	درصد خوابیدگی Lodging percentage	وزن خشک علف هرز Weed dry weight (g/m^2)	کلروفیل a chlorophyll a(mg/g)	کلروفیل b chlorophyll b (mg/g)	محتوای نسبی آب برگ Relative water content (%)
میزان بذر seed rate (kg/ha)							
۲۰۰	200	45a	5b	550a	19b	13b	60b
۲۵۰	250	31b	6b	500b	25a	20a	78a
۳۰۰	300	28b	9a	470b	21b	19a	72ab
علف‌کش Herbicide							
توفوردی	2,4-D	15b	10b	450b	19b	15a	73b
گرانستار	Granstar	10c	7c	360c	22a	16a	80a
شوالیه	Shovalyeh	16b	10b	500b	18b	14a	70b
شاهد	Check	50a	15a	2200a	13c	10b	45c

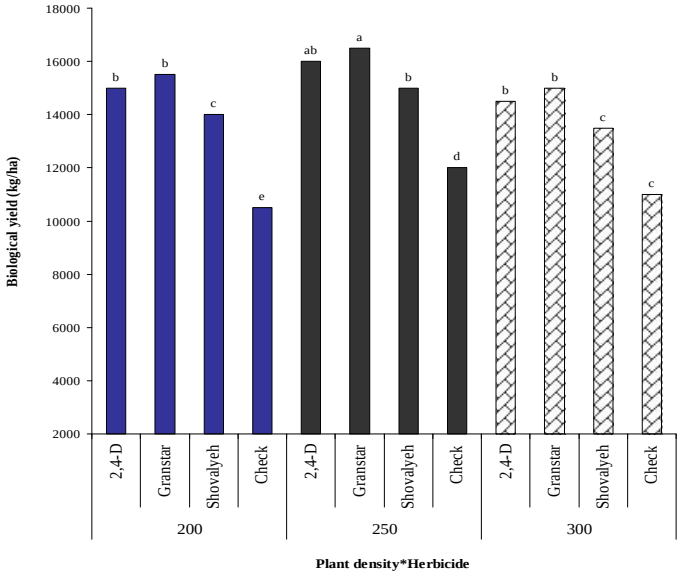
میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significant different at the %5 probability level using Duncans Multiple range test.



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری تراکم گیاهی و علف‌کش بر عملکرد دانه

Figure 1- Mean copmarision for intractition effect of plant densities and herbicide on grain yield



شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری تراکم گیاهی و علف‌کش بر عملکرد بیولوژیک

Figure 2- Mean copmarision for intractiion effect of plant densities and herbicide on biological yield

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

The mean contains at least one letter in common don't have significant difference at the 5% probability level according to Duncan's multiple range test.

References منابع مورد استفاده

- Abdi, J., M.A. Bagestani, A. Khorgami, and P. Sabeti. 2012. Efficacy of maister OD (Foramsulfuron + Idosulfuron) a new herbicide in controlling weeds of corn fields. *Journal of Crop Ecophysiology*. 6(1): 57-68. (In Persian).
- Anafjeh, Z., G. Fathi, Kh. Alami-Said, E. Zand, and A. Choab. 2009. Response of canola (*Brasica napus* L.) to plant densities of mustard (*Sinapis arvensis* L.) with emphasis on agonomic control. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 11 (2): 109-122. (In Persian).
- Balyan, R.S., R.K. Malik, R.S. Panwar, and S. Singh. 1991. Competition ability of winter wheat cultivars with wild oat. *Weed Science*. 39: 154-158.
- Bazr Afshan, F., H. Mousavinia, A. Moezi, S.A. Syadat, and R. Hamidi. 2011. The influence of different densities of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) on yield and yield component of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Weeds Research*. 2 (1): 15-29. (In Persian).
- Darabi, F., A. Hatami, M.J. Zarea, and R. Naseri. 2015. Effect of shading on some important physiological traits in lentil crop. *Journal of Crop Ecophysiology*. 9 (31): 109-122. (In Persian).
- Donaldson, E., W.E. Schillinger, and S.M. Dofing. 2001. Strwa production and grain yield relationships in winter wheat. *Crop Science*. 41: 100-106.
- Fathi, A. 2013. Intefrated mangment of weed control in wheat by dual puropes herbices. *Agricaulture and Natural Resources Engineering Organization of Isalmic Republic of Iran*. 11 (43): 31-36. (In Persian).
- Ferreira, A.M., and F.G. Abreu. 2001. Description of development, light interception and growth of sufflower at two sowing dates and two densities. *Mathematics and Computers in Simulation*. 56 (4-5): 369-384.
- Ghatari, A.S., and A. Roozbahani. 2015. Chemical and mechanical weed control methods and their effects on photosynthetic pigments and grain yield of kidney bean. *Journal of Crop Ecophysiology*. 9 (3): 461-476. (In Persian).
- Gholinejad, E., A. Aeenehband, A. Hasanzade Ghorttape, I. Barnoodi, and H. Rezaei. 2009. Evalution of eefctive drought stress on yeld, yeld components and harvest index of sunflower hybride iroflor at different levels of nitrogen and population in Urmieh climate condition. *Journal of Plant Production*. 16 (3): 1-27. (In Persian).
- Izadi Darbandi, E., A.A. Chitband, A. Abasian, and M. Heidari. 2013. Evalouation of toleranmce of wheat and barely to application metri biozien. *Iranian Journal of Field Crops Research.* 11 (1): 152-161. (In Persian).
- Jongschaap, R., and R. Booij. 2004. Spectral measurements at different spatial scales in potato: Relating leaf, plant and canopy nitrogen status. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 5: 205-218.

- Ki, D.S., E.J.P. Marshall, P. Brain, and J.C. Caseley. 2006. Modeling the effects of sub-lethal doses of herbicide and nitrogen fertilizer on crop-weed competition. *Weed Research*. 46: 492- 502.
- Lak, Sh., A. Modhej, M. Alavi Fazel, M. Mojadam, and M. Ghohari. 2011. Effect of water deficit, nitrogen levels and plant density on growth incise of maize (*c.v* 704) under Ramin-Ahvaz conditions. *Crop Physiology*. 2 (2): 45-66. (In Persian).
- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. Vol. 2. Water, radiation, salt and other stresses. Academic Press., New York, U.S.A. 650 p.
- Li, Y., Z. Cui, Y. Ni, M. Zheng, D. Yang, and M. Jin. 2016. Plant density effect on grain number and weight of two winter wheat cultivars at different spikelet and grain positions. *Plos One*. 11 (5): 1-15.
- Lichtenthaler, H.K., and A.R. Wellburn. 1983. Determinations of total carotenoida and chorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*. 591-592.
- Mahzari, S., M.A. Baghestani, A.H. Shirani Rad, M. Nasiri, and M. Omrani 2013. Effect of cono-weeder and herbicide application on weeds population, growth indices and yield in rice. *Weed Knowledge*. 8: 71-86. (In Persian).
- Majnoon Hosseini, N., H. Mohamadi, and K. Poustini. 2003. Effect of plant density on agronomic characteristics, chlorophyll content and stem remobilization percentage in chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Agricultural Science.* 34 (3): 1011-1019. (In Persian).
- Major, D.J., J.B. Bole, and W.A. Charnetski. 1978. Distribution of photosynthates CO_2 assimilation by stem leaves and pods of rape plants. *Canadian Journal of Plant Science.* 58: 783-787.
- Maleki, A., P. Seyedan, and A. Tahmasbi. 2012. Response of three bread wheat cultivars to different levels of seeding rates in Ilam region. *Journal of Crop Ecophysiology*. 6 (1): 1-12. (In Persian).
- Nakano, H., S. Morita, H. Kitagawa, H. Wada, and M. Takahashi. 2012. Grain yield response to planting density in forage rice with a large number of spikelets. *Crop Science*. 52 (1): 345-350.
- Naseri, R., A. Soleymanifard, H. Khoshkhabar, A. Miraei, and K. Nazaralizadeh. 2012. Effect of plant density on grain yield, yield components and associated traits of three dueum wheat cultivars in western Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Science*s. 4 (2): 79-85
- Naseri, R., Kh. Fasihi, A. Hatami, and M.M. Poursiahbidi. 2010. Effect of planting pattern on yield, yield components, oil and protein contents in winter safflower *cv.* Sina under rainfed conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 12 (3) 227-238. (In Persian).
- Naseri, R., Kh. Fasihi, M.M. Poursiahbidi, A. Soleymanifard, and A. Mirzaei. 2011. Effect of wild oat (*Avena ludoviciana* L.) plant density on grain yield and yield

components in three bread wheat cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13 (2) 310-324 (In Persian).

- Naseri, R., Kh. Fasihi, M.M. Poursiahbidi, A. Soleymanifard, and A. Mirzaei. 2013. The effect nitrogen application rate and wild oat density on yield and yield components of wheat cultivar Yavaros. *Agronomy Journal* (*Pajouhesh & Sazandegi*). 98: 67-76. (In Persian).
- Naseri, R., S.A. Siyadat, A. Soleymani Fard, R. Soleymani, and H. Khosh Khabar. 2011. Effects of planting date and density on yield, yield components and protein content of three chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions in Ilam province. *Iranian Journal of Pulses Research.* 2(2): 7-18. (In Persian).
- Pezeshkpour, P., M. Daneshvar, and A.R. Ahmadi. 2003. Effect of plant density on agronomic characteristics, SPAD reading as indicator and light influence bottom of the canopy in chickpea cultivers. First National Congress on Pulses. 202-204. (In Persian).
- Sanchez, F.J., M. Manzanares, E.F. de Andres, JL. Tenorio, and L. Ayerbe. 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crops Research*. 59: 225-235.
- Shirani Rad, A.H., R. Rostami, F. Mighani, and E. Zand. 2010. Study the weed integrated management of corn in Ghazvin province. *Agricultural New Findings*. 4(4): 333-346. (In Persian).
- Vaishya, R.D., and M. Fayaz Qazi. 1992. Chlorophyll content in chickpea as influenced by seed rate and weed management practices. *International Chick pea Newsletters.* 26: 26-27.
- Zimdahl, R.L. 2004. Weed–crop competition. A Review, Second Edition, *Blackwell Publishing*. 240p.

Ecophysiologic Indices of Wheat as Influenced by Plant Density and Application of Herbicide

Ehsanollah Zeidali [1], Rahim Naseri [2*], Amir Mirzaei[3], and Ali Asghar Chit Band[4]

Received: March 2016, Revised: 11 May 2016, Accepted: 3 January 2017

Abstract

To evaluate the effects of application of herbicides and different plant densities on seed yield, weed density and chlorophyll content in wheat (cv. Bahar), a split plot experiment based on randomized complete blocks design with three replications was conducted at the Agricultural Research Staion of Sarableh, Ilam, in 2014-2015 cropping season. Plant densities in (200, 250 and 300 kg of seed/ha) were considered as main factor and application of herbicides (2, 4-D, Granstar, Shovalyeh, and control, without herbicide application) as sub factor. Results indicated that plant densities affected traits under study significantly. As a result number of seed per spike, 1000-seed weight, relative water content, chlorophyll a and b contents decreased, while weed density and weed dry weight number of spike per m^2 and percent lodging increased by increasing plant density. Application of herbicide increased number of spike per m^2, number of seed per spike, 1000 seed weight, harvest index, relative water content, chlorophyll a and b contents, while it decreased weed dry weight and its density. Interaction effect of plant density and application of herbicide were significant on seed yield and biological yield. The highest seed yield (5500 $kg.ha^{-1}$) was produced by using 250 kg seed/ha and application of Granstar herbicide and the lowest (2400 $kg.ha^{-1}$) from 200 kg seed/ha and without application of herbicide. Thus, using 250 kg seed/ha and Granstar herbicide would increase wheat seed yield in this region as compared with the other treatments.

Key words: Grain yield, Leaf chlorophyll, Weed density, Wheat.

1- Faculty member, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2- Ph.D. in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
3- Seed and Plant Improvement Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran
4- Faculty member, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran
**** Corresponding Author:*** *rahim.naseri@gmail.com*