



پاسخ عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه ارقام زمستانه و نیمه‌زمستانه گندم به تراکم‌های مختلف بذر

فرید صالحی^۱، نورعلی ساجدی^{۲*}، تقی بابایی^۳

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۲-دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۳- عضو هیأت علمی بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۶

چکیده

به منظور بررسی واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه ارقام زمستانه و نیمه‌زمستانه گندم به تراکم مختلف بذر، آزمایشی به صورت اسپیلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. رقم در ۴ سطح (میهن، اروم، زارع و حیدری) به عنوان عامل اصلی و میزان بذر در ۴ سطح (۴۵۰، ۵۵۰، ۶۵۰ و ۷۵۰ بذر در متر مربع) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و شاخص تلاش و بازآوری به ترتیب از ارقام میهن و اروم حاصل شد. با افزایش تراکم از ۵۵۰ بذر در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، شاخص تلاش و بازآوری و عملکرد دانه کاهش یافت. در تراکم‌های بذر ۴۵۰، ۵۵۰ و ۶۵۰ بذر در متر مربع، عملکرد رقم میهن بیشتر از ارقام دیگر بود. بیشترین عملکرد دانه (۹۱۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار) از رقم میهن با تراکم ۵۵۰ بذر در متر مربع حاصل شد. بیشترین درصد پروتئین دانه از رقم زارع و میزان ۵۵۰ بذر در متر مربع و رقم حیدری با میزان ۴۵۰ بذر در مترمربع بدست آمد. نتایج کلی تحقیق نشان داد که با کشت ارقام میهن و اروم با تراکم ۵۵۰ بذر در متر مربع و ارقام زارع و حیدری با تراکم ۴۵۰ بذر در متر مربع می‌توان به عملکرد مطلوب دست یافت.

واژه‌های کلیدی: تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله، شاخص تلاش و بازآوری، وزن هزار دانه،

گندم

* نگارنده مسئول (n-sajedi@iau-arak.ac.ir)

مقدمه

گندم دومین محصولی است که در سطح وسیع در دنیا تولید می‌شود (Fabriai & Lintes, 1988). در ایران، سطح زیر کشت گندم ۵/۶۸۱/۸۰۷ هکتار، کل تولید ۱۱/۰۹۷/۶۰۵ تن و میانگین عملکرد ۱۹۵۳/۲ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۳۹۵ بوده است (FAO, 2015).

تراکم گیاهی یک عامل مهم تأثیر گذار در رشد و تعیین عملکرد می‌باشد (Gooding *et al.*, 2002). تراکم مطلوب با توجه به منطقه کشت، شرایط اقلیمی، زمان کاشت و نوع رقم متفاوت می‌باشد، از آنجایی که ارقام بطور ژنتیکی از نظر اجزای عملکرد با هم متفاوت هستند، بنابراین به منظور تعیین مقدار بذر مصرفی مطلوب باید هر رقم به تنهایی در محدوده وسیعی از مقادیر متفاوت بذر مورد آزمایش قرار گیرد (Voltas *et al.*, 1997). اگر شرایط مطلوب از جمله رقم مناسب، مقدار مناسب کود و غیره فراهم باشد ولی تراکم مناسب در نظر گرفته نشود، عملکرد مطلوب حاصل نخواهد شد (Asdollahzadeh *et al.*, 2010). برای رسیدن به بیشترین پتانسیل تولید نیازمند تراکم مطلوبی می‌باشد که در آن رقابت درون و برون بوته‌ای به حداقل ممکن برسد، بطوری که فرایندهای تولید فقط توسط عوامل خارجی محدود شود (کوچکی و بنابان، ۱۳۷۳). بین

افزایش عملکرد گندم بواسطه افزایش تراکم همیشه یک رابطه خطی وجود ندارد، بطوری که در تراکم‌های بسیار زیاد ممکن است عملکرد دانه کاهش یابد (Dubis & Budzynski, 2006). در گندم، تعداد سنبلچه در سنبله در تراکم‌های کاشت مختلف تغییر می‌یابد (Dornbusch *et al.*, 2011). گزارش شده است که با افزایش تراکم از ۱۳۵ بوته به ۵۴۰ بوته در متر مربع، عملکرد زیستی افزایش یافت، همچنین با افزایش تراکم از ۱۳۵ تا ۴۰۵ بوته در متر مربع، عملکرد دانه افزایش یافت، اما با افزایش تراکم از ۴۰۵ به ۵۴۰ بوته در متر مربع عملکرد دانه کاهش یافت (Dai *et al.*, 2014). گزارش شده است که با افزایش میزان بذر مصرفی از ۴۸۰ به ۶۰۰ بذر در متر مربع، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله افزایش یافت، اما وزن هزار دانه و ضریب تولید پنجه کاهش یافت (Dornbusch *et al.*, 2011). گزارش شده است که اثر مقدار بذر روی وزن هزار دانه و وزن ویژه دانه کم و متناقض بود (Giunta *et al.*, 2007). همچنین بیشترین عملکرد دانه با استفاده از ۶۰۰ بذر جوانه زده در متر مربع حاصل شد (Li *et al.*, 2016). گزارش شده است که با افزایش تراکم، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به طور معنی‌دار کاهش یافت (Koc *et al.*, 2000). نتایج نشان داد که در گندم با افزایش تراکم

بطور کلی ژنوتیپ عامل مؤثرتری در تعیین کیفیت دانه و بازدهی آرد و پخت دارد (Olaru *et al.*, 2008). گزارش شده است که مقدار کمتر بذر مصرفی باعث کاهش تراکم گیاه، عملکرد دانه، وزن دانه، عملکرد آرد و تاخیر در گلدھی می‌شود، اما محتوای پروتئین دانه را افزایش می‌دهد (Geleta *et al.*, 2002). بنابراین هدف از انجام این آزمایش بررسی پاسخ عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه ارقام زمستانه و نیمه‌زمستانه گندم نان به تراکم‌های مختلف بوته بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی پاسخ عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه ارقام زمستانه و نیمه‌زمستانه گندم نان به تراکم‌های مختلف بوته در شرایط آب و هوایی اراک، این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. در این پژوهش ارقام تجاری گندم آبی در ۴ سطح (میهن، اروم، زارع و حیدری) به عنوان عامل اصلی و میزان بذر در ۴ سطح (۴۵۰، ۵۵۰، ۶۵۰ و ۷۵۰ بذر در متر مربع) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. ویژگی‌های ارقام مورد آزمون عبارت بودند از:

بوته، عملکرد دانه بهبود یافت که این افزایش ناشی از تعداد سنبلچه در سنبله گزارش شده است (Hiltbrunner *et al.*, 2007). گزارش شده است که کشت متراکم باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد و در نتیجه بهبود فتوسنتز گیاه منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Li *et al.*, 2016). در آزمایش انجام شده در ارقام بهار، پیش‌تاز و چمران در تراکم‌های مختلف، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از رقم بهار در تراکم ۴۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد (چگینی، ۱۳۹۳). گزارش شده است که برای تولید تعداد سنبله‌های با کیفیت خوب به منظور حصول عملکرد کمی و کیفی مطلوب، در تاریخ کاشت مناسب، باید ۶۵۰ بذر جوانه زده در متر مربع حاصل شود (Wiersma, 2002).

تراکم گیاهی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر محتوای پروتئین دانه و صفات کیفی گندم می‌گذارد، بنابراین به عنوان یک عامل مهم مؤثر بر عملکرد دانه و کیفیت گندم باید در نظر گرفته شود (Zecevic *et al.*, 2014). گزارش شده است که اجزای کیفی گندم تحت تأثیر مقدار بذر قرار گرفت، محتوای گلوتن مرطوب با کاهش مقدار بذر افزایش یافت، در صورتی که عدد زلنی بالاتر در مقدار بذر بیشتر (۵۵۰ بذر در متر مربع) حاصل شد (McLeod *et al.*, 1996). Otteson *al* (2008) دریافتند که مقدار بذر مصرفی تأثیر معنی دار بر کیفیت دانه نداشت،

سانتی متر، تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی به ترتیب ۱۲۹ و ۱۷۴ روز، میانگین دوره پر شدن دانه ۴۵ روز، مقاوم به زنگ زرد حیدری: نیمه زمستانه، میانگین وزن هزار دانه ۴۱، میانگین ارتفاع ۸۶ سانتی متر، تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی به ترتیب ۱۲۸ و ۱۷۶ روز، میانگین دوره پر شدن دانه ۴۸ روز، مقاوم به زنگ زرد، مقاوم به تنش خشکی آخر فصل. به منظور تعیین خصوصیات خاک محل آزمایش در پاییز سال ۹۴ قبل از کاشت از نقاط مختلف خاک مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی متری نمونه برداری به عمل آمد که نتایج حاصل در جدول یک ارایه شده است.

میهن: تیپ رشدی زمستانه، مختص مناطق سرد، مقاوم به بیماری زنگ، مقاوم به خشکی انتهای فصل، میانگین وزن هزار دانه ۴۳ گرم، میانگین ارتفاع ۸۴ سانتی متر، تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی به ترتیب ۱۳۱ و ۱۷۵ روز، میانگین دوره پر شدن دانه ۴۴ روز

اروم: زمستانه و بینابین، میانگین وزن هزار دانه ۴۳ گرم، میانگین ارتفاع ۸۸ سانتی متر، تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی به ترتیب ۱۲۴ و ۱۷۵ روز، میانگین دوره پر شدن دانه ۵۱ روز، مقاوم به بیماری زنگ)، زارع: زمستانه، میانگین وزن هزار دانه ۴۰ گرم، میانگین ارتفاع بوته ۹۸

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش

عمق خاک	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی متر)	اسیدیته (pH)	مواد خنثی شونده	کربن آلی	نیترژن قابل جذب (درصد)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	بافت خاک
۰-۳۰	۳۵/۵	۰/۵۰۲	۷/۷	۱۳/۸	۰/۴۸	۰/۰۷۰	۴/۸۲	۴۵۵	C.L

فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسه از منبع سولفات پتاسیم استفاده شد. کودهای پتاسه و فسفره به صورت پایه و کود نیترژن دار در یک نوبت پایه و دو نوبت سرک در انتهای مرحله پنجه دهی (۲۹ زیداکس)^۱ و ساقه دهی گره دوم (۳۲ زیداکس)^۱

زمین مورد کشت تحت تناوب دو ساله غلات - آیش بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم کلش بعد از برداشت محصول قبل، یک نوبت شخم بهاره، یک نوبت دیسک، دوبار لولر عمود بر هم کودپاشی و ایجاد فارو بود. کود مصرفی براساس آزمون خاک با مقادیر ۳۰۰ کیلوگرم کود نیترژن دار از منبع اوره، ۱۰۰ کیلوگرم کود

1 - ZGS 29 = Zadoks growth stages

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر رقم، تراکم و اثر متقابل رقم و تراکم بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته به ترتیب معادل ۱۰۵/۷ و ۱۰۴/۸ سانتی‌متر از رقم زارع و تراکم‌های ۵۵۰ و ۷۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد. در رقم میهن بیشترین ارتفاع بوته معادل ۹۸/۲ سانتی‌متر از تراکم ۴۵۰ و ۵۵۰ بوته، در رقم اروم بیشترین ارتفاع بوته معادل ۹۸/۸ سانتی‌متر از تراکم ۴۵۰ بوته در متر مربع و در رقم حیدری بیشترین ارتفاع بوته معادل ۹۵/۲ سانتی‌متر از تراکم‌های ۴۵۰ و ۵۵۰ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بوته، ارتفاع گیاه به منظور رقابت بین بوته‌ها جهت دستیابی به نور ممکن است، تا حدود زیادی افزایش یابد. گزارش شده است که با افزایش میزان بذر مصرفی از ۵۰ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار ارتفاع بوته گندم افزایش یافت. آن‌ها دلیل این امر را کاهش دریافت نور در قسمت‌های پایینی بوته عنوان کردند (امیدی نسب و همکاران، ۱۳۹۴). گزارش شده است که افزایش میزان بذر از ۲۰۰ تا ۵۰۰ بذر در متر مربع در دو رقم گندم ارتفاع بوته افزایش یافت اما تعداد پنجه در هر بوته و وزن هزار دانه کاهش یافت (Brigs, 1975).

به مصرف رسید. بذرها قبل از کاشت به منظور جلوگیری از سیاهک پنهان با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به نسبت ۲ در هزار ضد عفونی شدند. کشت در تاریخ ۱۳۹۴/۷/۳۰ با دستگاه بذر کار غلات دانه ریز (وینتراشتایگر ساخت سوئیس) مخصوص طرح‌های آزمایشی صورت گرفت و آبیاری به صورت نشتی انجام شد. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ مخلوطی از علف‌کش‌های گران استار و پوماسوپر در مرحله پنجه‌زنی تا ساقه‌رفتن استفاده شد. برای اندازه‌گیری صفات زراعی از میانگین ۲۰ ساقه از هر کرت استفاده شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه دو خط از چهار خط کاشت برای برداشت نهایی حفظ شد، پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای دو خط وسط، برداشت در تاریخ ۱۳۹۵/۴/۲۵ با استفاده از کمباین ویژه طرح‌های آزمایشی انجام شد و پس از توزین دانه‌های هر تیمار، عملکرد نهایی بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. در مرحله رسیدگی میزان نیتروژن دانه با استفاده از روش کجدال محاسبه و سپس درصد پروتئین دانه با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (Joseph et al., 1988).

$$\frac{5}{7} \times \text{نیتروژن (درصد)} = \text{پروتئین (درصد)}$$

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

تعداد سنبله در واحد سطح

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر رقم و تراکم و اثر متقابل رقم و تراکم بر تعداد سنبله در واحد سطح در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج اثر ساده تیمارها نشان داد که با افزایش تراکم بوته، تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح معادل ۹۸۸ عدد مربوط به رقم حیدری بود که از تراکم ۷۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد. در رقم میهن بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح معادل ۷۷۶ عدد مربوط به تراکم ۷۵۰ بذر در متر مربع، در رقم اروم بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح معادل ۹۲۰ عدد از تراکم ۶۵۰ بذر در متر مربع و در رقم زارع بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح معادل ۸۲۹ عدد از تراکم ۷۵۰ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۴). یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده عملکرد دانه، تعداد سنبله بارور در واحد سطح می باشد، بنابراین تراکم‌های مطلوب منجر به تولید بیشترین سنبله بارور می‌شود (Dornbusch *et al.*, 2011). گزارش شده است که ژنوتیپ‌های مختلف گندم از نظر تولید سنبله در واحد سطح متفاوت هستند (HuiJuaa *et al.*, 2009). محققان نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم کاشت در گندم نان، تعداد سنبله در واحد سطح افزایش می‌یابد (Dornbusch *et al.*,)

(2011). گزارش شده است که با افزایش تراکم گیاهی در گندم، تعداد گیاه در واحد سطح، تعداد پنجه و تعداد سنبله در واحد سطح بطور خطی افزایش می‌یابد (Grassini *et al.*, 2011).

تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در

سنبله

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر ساده رقم و تراکم بر تعداد سنبلچه در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به نتایج، با افزایش تراکم تعداد سنبلچه در سنبله کاهش یافت. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله معادل ۱۳/۹ عدد مربوط به رقم‌های میهن، اروم و حیدری به ترتیب ۴/۵ ، ۷/۷ و ۱۱/۲ درصد برتری نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله معادل ۱۳/۶ عدد از تراکم ۴۵۰ و ۵۵۰ بذر در متر مربع و کمترین تعداد سنبلچه از تراکم ۶۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد (جدول ۳). با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر رقم و تراکم بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین تعداد دانه در سنبله معادل ۳۷/۲ دانه از رقم میهن بدست آمد که نسبت به ارقام اروم و حیدری به ترتیب ۷/۸ ، ۱۶/۲ ، ۲۰ درصد افزایش نشان داد. رقم میهن از

مقایسه میانگین، بیشترین وزن دانه در سنبله معادل $1/6$ گرم مربوط به رقم میهن بود که نسبت به رقم‌های اروم، زارع و حیدری به ترتیب $6/6$ و $23/07$ و $33/3$ درصد افزایش نشان داد. با افزایش تراکم وزن دانه در سنبله کاهش یافت. نتایج نشان داد که بیشترین وزن دانه در سنبله معادل $1/5$ گرم مربوط به تراکم‌های 450 و 550 بوته در مترمربع حاصل شد و با افزایش میزان 650 و 750 بذر در متر مربع، وزن دانه در سنبله کاهش یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد، با افزایش تراکم، تعداد سنبله در متر مربع افزایش می‌یابد و در نتیجه به علت رقابت برای کسب مواد فتوسنتزی، سهم هر دانه برای جذب مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد و در نهایت میانگین وزن دانه کاهش خواهد یافت. گزارش شده است که با افزایش تراکم گیاهی وزن دانه در سنبله روند نزولی نشان داد (HuiJuan *et al.*, 2009).

کمترین تعداد سنبله در واحد سطح برخوردار بود. با توجه به نتایج، با افزایش تراکم و در نتیجه افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت. بیشترین تعداد دانه در سنبله معادل $36/4$ دانه مربوط به تراکم 450 بوته در متر مربع و کمترین تعداد دانه مربوط به تراکم 650 بذر در متر مربع بود (جدول ۳). گزارش شده است که با افزایش تراکم گیاهی، تعداد سنبله در سنبله کاهش یافت و باعث کاهش تعداد دانه در سنبله شد (تاکی و همت، ۱۳۷۷). چون با افزایش تراکم رقابت بین بوته‌ها افزایش می‌یابد و سهم هر بوته برای جذب عناصر غذایی و نور کاهش می‌یابد، لذا امکان دریافت ماده خشک گیاهی و تشکیل دانه کمتر در سنبله کاهش می‌یابد (Willey, 2002).

وزن دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و تراکم بر وزن دانه در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به جدول

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تراکم‌های مختلف بر صفات اندازه گیری شده ارقام زمستانه و نیمه زمستانه گندم نان

درصد پروتئین دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	شاخص تلاش و بازاریابی	شاخص هزار دانه	وزن دانه در سنبله	وزن دانه در سنبله	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبله در متر مربع	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییرات	
												تکرار	رقم
۰/۰۹ ^{ns}	۱۰۵۱۲۶ ^{ns}	۱۷/۳ ^{ns}	۲۴/۷۷ ^{**}	۵۹ ^{ns}	۰/۱۵ ^{**}	۴۷/۸*	۲/۸ ^{**}	۱۴۱ ^{ns}	۱۸ ^{**}	۳			
۱/۰۳ ^{**}	۳۰۹۹۹۵ ^{**}	۳۶/۷ ^{**}	۵۷/۱ ^{**}	۴۸/۵ ^{**}	۰/۵۷ ^{**}	۱۲۳/۴ ^{**}	۵ ^{**}	۳۱۶۱۳ ^{**}	۲۱۷ ^{**}	۳			
۰/۰۵	۴۷۲۶۵۶	۱/۳	۱/۹	۱/۴	۰/۰۰۹	۶/۶	۰/۳۶	۵۶۴	۴/۱۵	۹		خطای کرت اصلی	
۰/۱۳ ^{ns}	۷۴۲۵۷۹ ^{**}	۲۰/۸ ^{**}	۳۰/۱ ^{**}	۵/۰۷ ^{**}	۰/۲۶ ^{**}	۱۲۳/۲ ^{**}	۵/۳ ^{**}	۶۴۵۹۷ ^{**}	۴۷/۱ ^{**}	۳		تراکم	
۰/۵۷ ^{**}	۹۵۸۴۹۴ ^{**}	۵/۳ ^{ns}	۱۳/۱*	۰/۶ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۱۳/۱ ^{ns}	۱/۱۴ ^{ns}	۲۶۴۰۱ ^{**}	۱۸۷ ^{**}	۹		رقم × تراکم	
۰/۰۹	۱۳۸۸۴۱	۳/۴	۴/۵	۰/۵	۰/۰۲	۱۳/۷	۰/۸۱	۲۱۳۱	۳/۲۶	۳۶		خطای کرت فرعی	
۳/۷	۴/۷	۴/۲۷	۳/۷	۱/۷۵	۱/۱۱	۱۱/۰۵	۶/۸۷	۶/۰۴	۱/۸۴	-		ضریب تغییرات (درصد)	

ns و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- اثر ساده تراکم بر و ارقام زمستانه و نیمه زمستانه گندم نان بر صفات اندازه گیری شده

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن دانه در سنبله (گرم)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	شاخص تلاش و بازآوری (درصد)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد پروتئین
ارقام										
میهن	۹۷/۱ ^b	۶۹۸/۲ ^c	۱۳/۳ ^b	۱/۶ ^a	۳۷/۲ ^a	۴۲ ^a	۵۸/۹ ^a	۴۴/۷ ^a	۸۵۵۸/۳ ^a	۷/۹ ^c
اروم	۹۵/۹ ^{bc}	۷۷۵/۱ ^b	۱۲/۹ ^c	۱/۵ ^b	۳۴/۵ ^b	۴۱/۹ ^a	۵۹/۳ ^a	۴۴ ^a	۷۵۹۳/۶ ^b	۸ ^c
زارع	۱۰۳ ^a	۷۸۲/۱ ^b	۱۳/۹ ^a	۱/۳ ^c	۳۲ ^c	۳۹/۴ ^b	۵۷/۲ ^b	۴۲/۹ ^b	۷۷۰۶/۵ ^b	۸/۲ ^b
حیدری	۹۴/۶ ^c	۷۹۸ ^a	۱۲/۵ ^c	۱/۲ ^d	۳۱ ^c	۳۸/۶ ^b	۵۵/۲ ^c	۴۱ ^c	۷۷۷۰/۶ ^b	۸/۴ ^a
تراکم										
۴۵۰	۹۸/۳ ^a	۷۳۴/۵ ^c	۱۳/۶ ^a	۱/۵ ^a	۳۶/۴ ^a	۴۱/۳ ^a	۵۹ ^a	۴۴/۳ ^a	۷۸۹۵/۷ ^b	۸ ^a
۵۵۰	۹۹ ^a	۶۹۰/۹ ^d	۱۳/۶ ^a	۱/۵ ^a	۳۵/۶ ^a	۴۰/۲ ^b	۵۸/۶ ^a	۴۴/۲ ^a	۸۲۰۶/۶ ^a	۸/۲ ^a
۶۵۰	۹۵/۱ ^b	۷۹۲/۹ ^b	۱۲/۶ ^b	۱/۳ ^b	۳۰/۸ ^b	۴۰/۳ ^b	۵۶/۲ ^b	۴۲/۳ ^b	۷۶۹۹/۹ ^b	۸/۱ ^a
۷۵۰	۹۸ ^a	۸۳۵/۱ ^a	۱۲/۷ ^b	۱/۳ ^b	۳۱/۹ ^b	۴۰/۱ ^b	۵۶/۷ ^b	۴۲/۳ ^b	۷۸۲۶/۸ ^b	۸/۱ ^a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

وزن هزار دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر ساده رقم و تراکم بر وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین، بیشترین وزن هزار دانه معادل ۴۲ گرم از رقم میهن حاصل شد که با رقم اروم با وزن هزار دانه ۴۱/۹ گرم اختلاف معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج، ارقام میهن و اروم از کمترین تعداد سنبله در واحد سطح برخوردار بودند لذا بیشتر مواد فتوسنتزی به واحدهای زایشی اختصاص یافته است. از طرفی رقم حیدری دارای بیشترین سنبله در واحد سطح و کمترین وزن هزار دانه بود. با توجه به نتایج، با افزایش تراکم بوته، وزن هزار دانه کاهش یافت. به نظر می‌رسد، با افزایش تعداد واحد زایشی در واحد سطح، به علت افزایش رقابت بین سنبله‌ها، سهم انتقال مواد حاصل از فتوسنتز به هر واحد زایشی کاهش و در نتیجه وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. بیشترین وزن هزار دانه معادل ۴۱/۳ گرم از تراکم ۴۵۰ دانه در متر مربع بدست آمد (جدول ۳). نتایج این تحقیق با نتایج جعفری و همکاران (۱۳۷۷) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش نمودند که، افزایش تراکم بوته باعث کاهش وزن هزار دانه گردید. گزارش شده است که در جو با افزایش تراکم، تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت ولی تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش یافت (Bavar, 2008). گزارش شده است

که در ارقام گندم دوروم با افزایش تراکم و در نتیجه افزایش سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Feredric & Marshall, 1985).

شاخص برداشت و شاخص تلاش و بازآوری

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر رقم و تراکم بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین شاخص برداشت معادل ۴۴/۷ و ۴۴ از ارقام میهن و اروم حاصل شد. علت بیشتر بودن شاخص برداشت در این ارقام، داشتن تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه بیشتری می‌باشد (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش تراکم، شاخص برداشت کاهش یافت. به نظر می‌رسد با افزایش تراکم، تعداد سنبله در واحد سطح بیشتر و سهم هر سنبله در دریافت مواد فتوسنتزی و اختصاص آن به بخش اقتصادی محصول کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص برداشت معادل ۴۴/۳ مربوط به تراکم ۴۵۰ بذر در متر مربع و کمترین شاخص برداشت معادل ۴۲/۳ درصد از تراکم ۷۵۰ بذر در متر مربع بدست آمد (جدول ۳). نتایج این تحقیق با نتایج افیونی (۱۳۸۴) مطابقت دارد. وی گزارش نمود که با افزایش تعداد ۳۵۰ به بذر ۶۵۰ در متر مربع شاخص برداشت کاهش یافت. شیرانی‌فر

مربوط به ارقام میهن و اروم بود. همچنین بیشترین شاخص تلاش و بازآوری محصول معادل ۵۹ و ۵۸/۶ درصد به ترتیب از تراکم‌های ۴۵۰ و ۵۵۰ بذر در متر مربع حاصل شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد شاخص تلاش و بازآوری معادل ۶۲/۶ درصد از رقم اروم با تراکم ۴۵۰ بوته در متر مربع بدست آمد که نسبت به رقم میهن با تراکم ۷۵۰ بذر در متر مربع اختلاف معنی داری نداشت. در رقم میهن بیشترین شاخص تلاش معادل ۶۰ درصد از تراکم ۷۵۰ بذر در متر مربع و در رقم زارع بیشترین شاخص تلاش و بازآوری معادل ۵۹/۲ درصد از تراکم ۴۵۰ بذر در متر مربع و در رقم حیدری بیشترین شاخص تلاش معادل ۵۶/۲ درصد از تراکم ۴۵۰ بذر در متر مربع حاصل شد (جدول ۴).

(۱۳۷۴) گزارش نمود که اثر رقم در تراکم بوته بر روی عملکرد دانه و شاخص برداشت گندم معنی‌دار بود. گزارش شده است که با افزایش تراکم شاخص برداشت افزایش یافت که این افزایش ناشی از کاهش زیست توده و افزایش عملکرد اقتصادی می‌باشد (Arduni *et al.*, 2006). گزارش شده است که شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های اصلاح شده نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بهبود یافته است که این افزایش عمدتاً با عملکرد دانه همبستگی داشته است (Donalason *et al.*, 2001).

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر رقم و تراکم بر شاخص تلاش و بازآوری در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل رقم و تراکم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین شاخص تلاش و بازآوری معادل ۵۸/۹ و ۵۹/۳ درصد

جدول ۴- اثر متقابل تراکم و ارقام زمستانه و نیمه زمستانه گندم نان بر صفات اندازه گیری شده

درصد پروتئین	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص تلاش و بازآوری (درصد)	تعداد سنبله در متر مربع	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تیمارها
۷/۴e	۸۲۹۳/۷ bc	۵۸/۲bcd	۶۴۳/۵d	۹۸/۲c-e	میهن ۴۵۰
۷/۸c-f	۹۱۱۰/۵a	۵۸/۳bcd	۶۳۵/۲d	۹۸/۲c-e	۵۵۰
۸/۲bc	۸۷۸۳/۲ ab	۵۹/۳bc	۷۳۸/۵d	۹۵/۸e-g	۶۵۰
۸b-d	۸۰۴۵/۷ ce	۶۰/۰ab	۷۷۵/۷cd	۹۵/۹e-g	۷۵۰
۷/۸c-f	۷۰۷۵/۲g	۶۲/۶a	۷۷۳/۲d	۹۸/۸b-d	۴۵۰
۸/۲bc	۸۳۰۸/۵ bc	۵۹/۳bc	۷۰۰/۲d	۹۷/۱d-f	اروم ۵۵۰
۷/۶df	۷۳۱۹/۲dfg	۵۷/۸bcd	۹۱۹/۷bd	۹۰h	۶۵۰
۸/۲bc	۷۶۷۱/۲ f	۵۷/۴b-e	۷۴۷/۲d	۹۷/۶d-f	۷۵۰
۸/۲bc	۸۰۰۳/۲c-e	۵۹/۲bcd	۷۸۵/۵cd	۱۰۰/۸b	۴۵۰
۸/۷a	۷۷۲۵/۷d-f	۵۸/۲bcd	۷۸۰/۲cd	۱۰۵/۷a	۵۵۰
۸/۲bc	۷۷۰۰/۵d-f	۵۴/۷ef	۷۳۳/۲d	۱۰۰/۳bc	زارع ۶۵۰
۷/۶df	۷۳۹۶/۵fg	۵۶/۸cde	۸۲۹/۲cd	۱۰۴/۸a	۷۵۰
۸/۷a	۸۲۱۰/۵cd	۵۶/۲e	۷۷۵/۷cd	۹۵/۲fg	۴۵۰
۸/۲bc	۷۶۸۱/۷d-f	۵۸/۵bcd	۶۴۷/۷d	۹۵/۲fg	حیدری ۵۵۰
۸/۴ab	۶۹۹۶/۵g	۵۳/۱f	۷۸۰/۲cd	۹۴/۳g	۶۵۰
۸/۴ab	۸۱۹۳/۷c-e	۵۲/۸f	۹۸۸/۲a	۹۳/۶g	۷۵۰

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم و تراکم و اثر متقابل رقم و تراکم بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم میهن بود. علت افزایش عملکرد در رقم میهن مربوط به افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش تراکم از ۴۵۰ بوته به ۵۵۰ بوته عملکرد دانه افزایش یافت، اما با افزایش تراکم به ۶۵۰ و ۷۵۰ بوته در متر

مربع، عملکرد دانه به علت کاهش اجزای عملکرد، شاخص تلاش و بازآوری و شاخص برداشت کاهش یافت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد، بیشترین عملکرد دانه معادل ۹۱۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار از رقم میهن و تراکم ۵۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد که با تراکم ۶۵۰ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در رقم اروم بیشترین عملکرد دانه معادل ۸۳۰۸ کیلوگرم در هکتار از تراکم ۵۵۰ بوته در متر مربع حاصل شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد، دلیل افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش تراکم تا حد مطلوب، تفاوت در تعداد

پخت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، محتوای پروتئین آن می‌باشد که به عوامل ژنتیکی (رقم) و عواملی چون درجه حرارت، میزان رطوبت در خاک، تراکم بوته و مدت زمان رسیدن دانه بستگی دارد (Koc *et al.*, 2000). گزارش شده است که با افزایش تراکم گیاهی از ۱۲۰ به ۲۴۰ گیاه در متر مربع در شرایط عدم مصرف نیتروژن میزان پروتئین گندم کاهش یافت اما در شرایط مصرف معمول ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، با افزایش تراکم گیاهی محتوای پروتئین دانه افزایش یافت (McLeod *et al.*, 1996). برخی از محققان گزارش نمودند که با افزایش مقدار بذر مصرفی محتوای پروتئین دانه کاهش یافت (Bavec *et al.*, 2002). در مقابل برخی دیگر از محققان گزارش نمودند که با افزایش مقدار بذر مصرفی، میزان پروتئین دانه تغییر نیافت (Maric *et al.*, 2008). نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که افزایش میزان بذر مصرفی تاثیری بر محتوای پرتئین دانه نشان نداد. به طور کلی نتایج نشان داد که تراکم به عنوان یک عامل مهم مؤثر در تنظیم عملکرد ارقام گندم محسوب می‌شود، بطوری که با افزایش تراکم تا حد مطلوب عملکرد افزایش می‌یابد و با افزایش بیش از حد بواسطه تنش ایجاد شده، عملکرد دانه کاهش نشان می‌دهد. با توجه به نتایج با کاشت ارقام میهن و اروم با تراکم ۵۵۰ بوته در متر مربع و کشت رقم حیدری و زارع با تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع می‌توان به عملکرد کمی و کیفی مطلوب دست یافت.

سنبله در متر مربع باشد. چون با افزایش تراکم بوته، تعداد سنبله در متر مربع به طور معنی داری افزایش می‌یابد (زرین آبادی و احسان زاده، ۱۳۸۲). در مطالعات انجام شده قبلی روی هفت رقم گندم، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در شرایط مطلوب رطوبتی به ترتیب از ارقام اروم، الوند، میهن و بک کراس روشن حاصل شد (فرج زاده و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج این تحقیق نشان داد که در ارقام زارع و حیدری بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۴۵۰ بذر در مترمربع حاصل شد (جدول ۴). محققان علت افزایش عملکرد در ارقام جدید را ناشی از افزایش تعداد دانه در متر مربع می‌دانند (Geleta *et al.*, 2002).

پروتئین دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر رقم و اثر متقابل رقم و تراکم بر پروتئین دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین درصد پروتئین معادل ۸/۷ درصد از رقم زارع و تراکم ۵۵۰ بذر در متر مربع و رقم حیدری با تراکم ۴۵۰ بذر در مترمربع بدست آمد که با رقم حیدری و تراکم ۶۵۰ و ۷۵۰ بذر در متر مربع اختلاف معنی داری نشان نداد. در رقم میهن بیشترین درصد پروتئین معادل ۸/۲ درصد از تراکم ۶۵۰ بذر در متر مربع و در رقم اروم بیشترین درصد پروتئین معادل ۸/۲ از تراکم ۵۵۰ بذر در متر مربع به دست آمد (جدول ۴). مهمترین خصوصیت کیفی دانه گندم که کیفیت

منابع

- زیرین آبادی، ا، و پ. احسان زاده. ۱۳۸۲. رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه سه ژنوتیپ گندم دروم تحت تراکم‌های مختلف کاشت در اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۷(۴): ۱۲۹-۱۴۰.
- شیرانی فر، ب. ۱۳۷۴. تاثیر تراکم‌های مختلف بوته بر روند پنجه‌زنی و رابطه آن با عملکرد سه رقم گندم در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- فرج زاده، ر، ن. ساجدی، و ت. بابایی. ۱۳۹۵. اثر اسید سالیسیلیک و تنش کمبود آب پس از گرده‌افشانی بر برخی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های مختلف گندم. تحقیقات غلات. ۶(۲): ۱۷۳-۱۸۴.
- کوچکی، ع، و م. بنایان. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۷ ص.
- Arduini, I., A. Masoni, L. Ercoli, and M. Mariotti. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy*. 25: 309-318.
- افیونی، د. ۱۳۸۴. بررسی مناسبترین میزان بذر در ارقام گندم تحت تنش شوری. مجله کشاورزی. ۷(۲): ۷-۱۶.
- امیدی نسب، د، م، ح. قرینه، ع. بخشنده، م. شرفی زاده، ع. شافعی نیا، و ع. سقلی. ۱۳۹۴. اثر میزان بذر و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم (*Triticum aestivum*) در بقایای گیاهی ذرت (*Zea mays*) (بی خاک ورزی). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳(۳): ۵۹۸-۶۱۰.
- تاکلی، ا، و ع. همت، ع. ۱۳۷۷. تاثیر روش‌های مختلف تهیه بستر کاشت و مقادیر مختلف بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم آبی. پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. کرج.
- جعفری حقیقی، ب، ر. مامقانی، ع. کاشانی، و ع. سیادت. ۱۳۷۷. اثر تراکم کاشت بر عملکرد دانه و بعضی خواص کیفی پنج ژنوتیپ گندم دروم تحت شرایط آب و هوایی اهواز. مجله علوم زراعی. ۴(۱): ۶۷-۷۹.
- چگینی، ه. ۱۳۹۳. بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم. نشریه زراعت. ۱۰۴: ۹-۱۶.

- Donmez, E., R.G. Sears, J.P. Shroyer, and G.M. Paulsen.** 2001. Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the Great Plains. *Crop Science*. 41: 1412-1419.
- Dornbusch, T., R. Baccar, J. Watt, J. Hillier, J. Bertheloot, and C. Fournier.** 2011. Plasticity of winter wheat modulated by sowing date, plant population density and nitrogen fertilization: dimensions and size of leaf blades, sheaths and internodes in relation to their position on a stem. *Field Crops Research*. 121(1):116-124.
- Dubis, B. and W. Budzynski.** 2006. Response of winter wheat to the date and density of sowing. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*. 5:15-24.
- Fabriai, G. and C. Lintes.** 1988. Durum wheat: Chemistry and Technology. Amer. Assoc. Cereal Chem. Inc.
- FAO, I. WFP.** 2015. The state of food insecurity in the world: meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress.
- FAO, STAT.** 2016. <http://fao.org/faostat/en>.
- Feredric, K. J. R. and H.G. Marshall.** 1985. Grain yield components of soft red winter wheat as affected by management practices. *Agronomy Journal*. 77:495-499.
- Gebiahou, G., D.R. Knott, and R.J. Baker.** 1982. Relationships among duration of vegetative and grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. *Crop Science*. 22: 287-290.
- Geleta, B., M. Atak, P.S. Baenziger, L.A. Nelson, D.D. Baltenesperger, K.M. Eskridge, and et al.** 2002. Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end use quality of winter wheat. *Crop Science*. 42:827-832.
- Asdollahzadeh, R., A. Naderi, and A. Kakzadeh.** 2010. Effect of plant density on yield and yield components of wheat genotypes in different planting patterns. *Journal of Crop Physiology. Islamic Azad University of Ahvaz*. 2(1): 4-6.
- Bavar, M.** 2008. Effects of planting date density on growth indices and yield component of hull-less barley. The Thesis of M.Sc. degree. University of Agriculture Sciences and Natural Resources of Gorgan, 62p.
- Bavec, M., F. Bavec, B. Varga, and V. Kovacevic.** 2002. Relationships among yield, it's quality and yield components, in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars affected by seeding rates. *Bodenkultur*. 53 : 143-151.
- Brigs, K. G.** 1975. Effects of seed rate and row spacing on agronomic characteristics of Glenlea, Pitic 62 and Nee pawa wheat. *Canadian Journal of plant Science*, 55: 363-367.
- Dai, X., L. Xiao, D. Jia, H. Kong, Y. Wang, Ch. Li, Y. Zhang, and M. He.** 2014. Increased plant density of winter wheat can enhance nitrogen-uptake from deep soil. *Plant and Soil*. 384:141-152.
- Dornbusch, T., R. Baccar, J. Watt, J. Hillier, J. Bertheloot, C. Fournier, et al.** 2011. Plasticity of winter wheat modulated by sowing date, plant population density and nitrogen fertilisation: dimensions and size of leaf blades, sheaths and internodes in relation to their position on a stem. *Field Crops Res*. 121(1): 116-124.
- Donaldson, E., F.W. Schillinger, and S.M. Dofing.** 2001. Straw production and grain yield in relationships winter wheat. *Crop Science*. 41: 100-106.

- weight of two winter wheat cultivars at different spikelet and grain positions. *PLOS. 1*: 1-15.
- Maric, S., V. Guberac, G. Drezner, S. Petrovic, T. Cupic, and V. Brandic.** 2008. Effects of testing environments and crop density on winter wheat yield. p. 684-686. In Appels, R., et al. (ed.) *Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium*, Brisbane, Queensland, Australia. 24-29 August 2008. Sidney University Press, Sidney, Australia.
- McLeod, J.G., C.a. Campbell, Y. Gan, F.B. Dyck, and C.L. Vera.** 1996. Seeding depth, rate and row spacing for winter wheat grown on stubble and chemical fallow in the semiarid prairies. *Canadian Journal of Plant Science*, 76 : 207-214.
- Olaru, L., F. Oncica, and G. Matei.** 2008. Responses of wheat grain yield and quality to seed rate in central part of Oltenia, Romania. p. 588-590. In *Proceedings of 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture*, Opatija, Croatia.
- Otteson, B.N., M. Mergoum, and J.K. Ransom.** 2008. Seeding rate and nitrogen management on milling and baking quality of hard red spring wheat genotypes. *Crop Science*. 48:749-755.
- Voltas, J., I. Romagosa, and J.I. Araus.** 1997. Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduction barley under Mediterranean conditions. *Field Crops Research*. 52: 117-126.
- Willey, R.W. and R. Holliday.** 1971. Plant Population, shading and thinning studies in wheat. *The Journal Agriculture Science*. 77: 453 - 461.
- Giunta, F., R. Motzo, and G. Pruneddu.** 2007. Trends since 1900 in the yield potential of Italian-bred durum wheat cultivars. *European Journal of Agronomy*. 27: 12-24.
- Gooding, M.J., A. Pinyosinwat, and R.H. Ellis.** 2002. Responses of wheat grain yield and quality to seed rate. *Journal of Agricultural Science*. 138:317-331.
- Grassini, P., J. Thorburn, C. Burr, and K.G. Cassman.** 2011. High-yield irrigated maize in the Western US Corn Belt: I. On-farm yield, yield potential, and impact of agronomic practices. *Field Crops Research*.120(1): 142–150.
- Hiltbrunner, J., B. Streit, and M. Lidgens.** 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? *Field Crops Research*,102: 163-171.
- HuiJuan, Q., L. JinCai, S. Xue Shan, W. Feng Zhen, W. Cheng Yu, and Z. Sheng Jun.** 2009. Effects of plant density and seeding date on accumulation and translocation of dry matter and nitrogen in winter wheat cultivar Lankao Aizao 8. *Acta Agronomyica Sinica*. 35(1): 124–131.
- Joseph, J.W., W.L. Hargrove, and R.B. Moss.** 1988. Optimizing row spacing and seeding rate for soft red winter wheat. *Agronomy journal*. 80(2): 164-166.
- Koc, M., C. Barutcular, and N. Zencirci.** 2000. Grain protein and grain yield of durum wheats from South-Eastern Anatolia, Turkey. *Australian Journal of Agricultural Research*. 51: 665 - 671.
- Li, Y., Z. Cui, Y. Ni, M. Zheng, D. Yang, M. Jin, J. Chen, Z. Wang, and Y. Yin.** 2016. Plant density effect on grain number and

- Zecevic, V., J. Boskovic, D. Knezevic, and D. Micanovic.** 2014. Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean Journal OF Agricultural Research*. 74(1):23-28.
- Zhang, Y., X. Dai, D. Jia, H. Li, Y. Wang, C. Li, H. Xu, and M. He.** 2016. Effects of plant density on grain yield, protein size distribution, and breadmaking quality of winter wheat grown under two nitrogen fertilization rates. *European Journal of Agronomy*. 73: 1–10.
- Wiersma, J.J.** 2002. Determining an optimum seeding rate for spring wheat in Northwest Minnesota. *Crop Management*. 18:1-7.
- Yoshida, S.** 1981. *Fundamentals of rice crop science*. The international Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines. PP 269.

Response of yield, yield components and grain protein of winter and intermediate wheat cultivars to different seed densities

F. Salehi¹, N. Sajedi^{2*}, T. Babaei³

1. M. Sc. graduate, Department of Agronomy and plant breeding, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

2. Assistant Prof, Department of Agronomy and plant breeding, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

3. Member of Scientific Board of Horticulture Crops Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran.

Abstract

In order to investigate response of yield, yield components and grain protein of winter and intermediate wheat cultivars to different seed densities, an experiment was done as split plot based on complete randomized blocks design with four replicates in the Agriculture and Natural Resources Research Center of Markazi province, Iran in 2015-2016. Experimental factors were included four wheat cultivars (Mihan, Oroum, Zarea and Heidari) as main factor and four seed amounts consumption 450, 550, 650 and 750 seed /m². The results showed that maximum of number of seed per spike, 1000 grain Weight, harvest index and productivity index was belonged to Mihan and Oroum cultivars, respectively. Increasing of plant density from 550 seed /m² was decreased the number of seed per spike, 1000 grain Weight, harvest index, productivity index and grain yield. The grain yield of Mihan cultivar in seed density of 450, 550 and 650 seed/m² was more than other cultivars. Maximum of grain yield (9110.5 kg/ha) was recorded for Mihan cultivar with seed density 550 seed /m². The highest grain protein was obtained from Zarea cultivar with seed density 550 seed /m² and Heidari cultivar with seed density 450 seed /m². In general, the current results showed that, in Mihan and Oroum cultivars with seed density 550 seed /m² and Zarea and Heidari cultivars with seed density 450 seed /m² can attended to optimum yield.

Key words: Number of fertile tiller, Number of seed per spike, Productivity index, 1000 grain weight, Wheat

* Corresponding author (n-sajedi@iau-arak.ac.ir)