



تجزیه رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم جو (*Hordeum vulgare* L.) در تراکم‌های کاشت

پیام مرادحاجتی^۱ و علیرضا شکوه‌فر^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱۷

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف بذر بر مؤلفه‌های مهم تجزیه رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه ژنوتیپ جو در اهواز، آزمایشی به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل سه رقم جو (جنوب، نیمروز و زهک) و کرت‌های فرعی چهار میزان بذر (۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ بذر در متر مربع) بود. نتایج نشان داد افزایش میزان بذر در هر سه رقم باعث افزایش شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد محصول (CGR) و کاهش فتوسنتز خالص (NAR) شد. رقم جنوب دارای بیشترین مقادیر (LAI)، (CGR) و (NAR) بود. اختلاف بین ارقام از نظر تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و شاخص برداشت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بین سطوح مختلف میزان بذر از نظر طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. بیشترین عملکرد دانه به میزان ۵۵۶۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم جو جنوب در میزان ۳۵۰ بذر در متر مربع به دست آمد. بیشترین شاخص برداشت را رقم جنوب با میزان ۳۵۰ بذر در متر مربع با ۴۰ درصد به خود اختصاص داد. نتایج این بررسی نشان داد که رقم جنوب به دلیل بیشتر بودن شاخص‌های فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد (طول سنبله، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله) نسبت به سایر ارقام ذکر شده و همچنین با افزایش تراکم (۳۵۰ و ۴۰۰ بذر در متر مربع) در این رقم، تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافته که باعث عملکرد بیشتر شده است.

واژگان کلیدی: تراکم بذر، شاخص رشد، عملکرد دانه، CGR، NAR.

۱- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- استادیار گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. (* نگارنده‌ی مسئول)

alireza_shokuhfar@yahoo.com

مقدمه

می‌شود، میزان معمولی بذر ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۲۵۰ بوته در متر مربع و در ایران مقدار بذر در هکتار در اراضی فاریاب را ۲۰۰-۱۵۰ کیلو در هکتار توصیه می‌کنند. هر چه زمین ضعیف تر بوده و کشت دیرتر صورت می‌گیرد، مقدار بذر را افزایش می‌دهند. در دیم‌زارها مقدار بذر حدود ۷۰ کیلو در هکتار می‌باشد (Tajbakhsh and pourmirza, 2003). جهت دستیابی به محصول بیشتر جو در واحد سطح، علاوه بر رقم مناسب و سازگار با محیط، واکنش و نیازهای جانبی گیاه از جمله تعداد بوته در واحد سطح بسیار حایز اهمیت می‌باشد (Ahmadi *et al.*, 2012). نیاز دایمی به ارقام جدید حاکی از ضرورت تداوم کار اصلاح نباتات می‌باشد. مطالعه و سنجش میزان سازگاری ارقام در شرایط مختلف محیطی در برنامه‌های اصلاح نباتات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Dehghani *et al.*, 2006). گاردنر و تیتو (Gardner and Tetio-Kagho., 1988) نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم، شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. اگرچه سطح برگ تک بوته در تراکم‌های پایین، بیشتر از تراکم‌های بالا می‌باشد، ولی تعداد بوته بیشتر در واحد سطح این کمبود را جبران می‌کند (Hashemi and Herbert, 1992).

فرنیا و همکاران (Farnia *et al.*, 2014) به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد علوفه و تراکم بوته در جو بهاره، آزمایشی در بروجرد در چهار تراکم (۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰) بوته در متر مربع انجام دادند، نتایج نشان داد بیشترین عملکرد در تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع به دلیل توزیع بهتر بر روی زمین و جذب حداکثر نور خورشید نسبت به تراکم بیشتر بود. احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2012) بررسی روابط میان عملکرد دانه، اجزای عملکرد و سایر خصوصیات مرتبط با عملکرد دانه سه

جو از غلات مهم ایران و جهان است و در بین غلات به دلیل خوش‌خوراکی و برخورداری از ذخایر قابل شرکت در فرآیند سوخت و ساز، دارای موقعیت منحصر به فرد در تأمین انرژی و سوسترای اولیه بیوسنتز سایر بیومولکول‌های مورد نیاز دام و طیور است (Rashed mohassel and Koochaki., 1990). برای حداکثر سرعت رشد محصول بایستی به میزان کافی برگ در جامعه گیاهی وجود داشته باشد تا بیشترین مقدار نور خورشید را که روی جامعه گیاهی می‌تابد، جذب گردد. وقتی این حالت رخ می‌دهد میزان کارایی فتوسنتزی محصول (CGR) توسط راندمان فتوسنتزی برگ‌ها (NAR) تعیین می‌گردد و کارایی NAR می‌تواند تحت تاثیر مقدار تشعشع خورشیدی، قابلیت فتوسنتزی برگ‌ها، LAI، چگونگی تقسیم یکنواخت تشعشع خورشید بر سطوح برگ‌ها و مقدار تنفس در گیاه قرار گیرد (Sarmadnia and Koochaki., 1993). نحوه توزیع و تراکم بوته‌ها در مزرعه بر جذب و بهره‌وری گیاه از عوامل محیطی تاثیر گذاشته و از طریق تغییر در شاخص‌های رشد، بر عملکرد دانه در واحد سطح تأثیر می‌گذارد. شناخت و بررسی شاخص‌های رشد در تجزیه و تحلیل عوامل موثر در عملکرد دانه از اهمیت زیادی برخوردار بوده و به کمک آنها می‌توان مراحل رشد گیاه را تعیین و با توصیف کمی رشد و نمو، تولید محصول را ارزیابی کرد (Soleymani Fard *et al.*, 2011). شریفی و همکاران (Sharifi *et al.*, 2013) در بررسی ارقام مختلف نخود اعلام نمودند که تراکم‌های پایین به دلیل شاخص سطح برگ کم و درصد پایین جذب تابش توسط پوشش گیاهی، میزان سرعت رشد محصول در سطح پایینی قرار داشت. میزان بذر به زمان کاشت، جنس خاک و طرز تهیه زمین بستگی دارد. در منطقه مدیترانه جایی که زراعت نوین اجرا

در منطقه ویس اجرا گردید. مزرعه آزمایشی در شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۹ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۴ درجه شرقی واقع شده بود و ارتفاع آن از سطح دریا ۲۳ متر می باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی متری نمونه گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. طرح آماری مورد استفاده در این آزمایش کرت های یک بار خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار بود. ارقام جو شامل جنوب (شش ردیفه)، زهک (شش ردیفه) و نیمروز (دو ردیفه) در کرت های اصلی و میزان بذر جو در چهار سطح (۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ بذر در متر مربع) در کرت های فرعی قرار گرفتند. مقدار کود شیمیایی مورد نیاز بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع کود سوپر فسفات تریپل به صورت پایه و مصرف کود نیتروژن از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰ درصد آن پیش از کاشت به صورت پایه و ۵۰ درصد بقیه نیز پس از اعمال تیمارها، در ابتدای ساقه رفتن به صورت سرک) توزیع گردید. ابعاد کرت های آزمایشی دارای ۱/۸ متر عرض و ۶ متر طول بود. هر تکرار دارای ۱۲ کرت و هر کرت ۹ خط کشت داشت. فاصله ردیف های کشت ۰/۲ متر و فاصله بین کرت های اصلی و فرعی از یکدیگر به ترتیب ۱ و ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. ارقام جو به صورت خطی و با دست در تاریخ ۱۵ آذرماه سال ۱۳۹۲ کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت انجام گردید. آبیاری های بعدی بر اساس وضعیت ظاهری گیاه به طور معمول انجام گرفت. نمونه برداری ها، ۴۵ روز پس از کشت و در ۵ مرحله به فاصله هر دو هفته یک بار، به مساحت ۰/۵ متر مربع از هر کرت برداشت انجام شد. تعیین مساحت سطح برگ به روش ترسیمی انجام و نمونه ها به تفکیک اجزا

رقم جو (دوپر محلی، ایزه و ماهور) و در پنج تراکم کاشت (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع) در ایستگاه بیان نمودند که با افزایش تراکم کاشت، ارتفاع بوته و طول سنبله کاهش و عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در متر مربع به طور معنی داری افزایش یافت، اما تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت، که علت آن را در حالت خود تنظیمی از طریق تغییر در پنجه زنی می توان جستجو نمود. نظری (Nazari, 2011) با بررسی تراکم بوته بر عملکرد دانه و خصوصیات فیزیولوژیکی رشد و نمو جو در چهار سطح (۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ بوته در متر مربع) گزارش نمود که بیشترین تعداد سنبله در تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع حاصل شد و تراکم های ۳۰۰ و ۳۵۰ بوته در مترمربع از بیشترین وزن هزار دانه برخوردار بودند. با کاهش مقدار بذر در واحد سطح، طول خوشه گندم افزایش یافت و تعداد سنبله های بارور، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله افزایش یافتند (Hemmat and Taki., 2001). ثابت مقدم و همکاران (Sabetmoghadam et al., 2009) گزارش دادند با افزایش تراکم، عملکرد دانه نیز افزایش می یابد به طوری که، بیشترین عملکرد در تراکم های ۳۰۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع به دست آمد اما در تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع به دلیل ورس زیاد و کاهش شدید وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت کاهش یافت. لذا با توجه به اهمیت رعایت مقدار بذر و تاثیر آن در افزایش عملکرد دانه و جهت شناخت رقم مناسب با تراکم پذیری بهتر، این پژوهش با هدف تاثیر سطوح مختلف بذر بر پارامترهای مهم تجزیه رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم جو در اهواز اجرا گردید.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز واقع

تعداد برگ بیشتر و افزایش سطح برگ در واحد سطح باشد، در واقع با آن‌که با افزایش تعداد بوته در مترمربع سطح برگ هر گیاه به علت رقابت کاهش می‌یابد ولی در واحد سطح باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. بیشتر بودن تعداد گیاه در واحد سطح می‌تواند دلیل بالاتر بودن شاخص سطح برگ در تراکم ۴۰۰ بوته در متر مربع باشد به این دلیل که شاخص سطح برگ از مساحت برگ محاسبه می‌شود و هر چه تراکم گیاهی بالاتر رود سطح برگ بیشتری نیز تولید می‌گردد و در نتیجه شاخص سطح برگ بالاتر می‌رود که با یافته‌های آرمین و همکاران (Armin et al., 2008) مطابق است. به نظر می‌رسد توسعه کند سطح برگ موجب ضعف پوشش گیاهی و جذب کمتر تابش خواهد شد که در نهایت کاهش سرعت رشد را به دنبال خواهد داشت (Khayam et al., 2002; Fathi, 2005). توسعه و گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به عوامل مختلفی مانند دما، تراکم بوته در واحد سطح، میزان مواد غذایی در دسترس و خصوصیات ریخت‌شناسی ژنوتیپ‌ها بستگی دارد که این عوامل باعث به وجود آمدن تفاوت‌هایی در شاخص سطح برگ می‌گردد (Ouzuni, 2008). کوچکی و خلقانی (Koochaki and Khalghani, 1997) علت کاهش مساحت برگ هر بوته را با افزایش تراکم گیاهی به افزایش رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز، سایه‌اندازی بوته‌ها بر همدیگر نسبت داده‌اند.

سرعت رشد محصول (CGR): با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود در مرحله گل‌دهی، رقم جنوب بیشترین سرعت رشد محصول را داشت و دو رقم زهک و نیمروز در جایگاه بعدی قرار داشتند. همچنین، در شکل ۴ با افزایش میزان بذر روند سرعت رشد گیاه به دلیل شاخص سطح برگ بالا و استفاده بهتر از تشعشع خورشیدی بیشتر است. با

در یک آون تهویه‌دار در حرارت ۷۵ درجه سلسیوس و رطوبت صفر درصد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. در این بررسی از ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم برای توزین نمونه‌ها استفاده شد. شاخص سطح برگ $LAI = LA/SA$ (LAI) بیان‌کننده نسبت سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط گیاه است).

سرعت رشد محصول (CGR) از رابطه $CGR(g/m^2/day) = (W_2 - W_1) / SA(T_2 - T_1)$ محاسبه شد که در آن W_1 و W_2 وزن خشک گیاه در شروع و پایان فاصله زمانی، T_1 و T_2 روزهای مربوطه و SA سطح خاک اشغال شده توسط گیاه است.

سرعت فتوسنتز خالص (NAR) از فرمول $NAR(g/m^2/day) = CGR/LAI$ به‌دست آمد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه، برداشت نهایی بر اساس رطوبت ۱۵ درصد دانه و در مساحت ۱ متر مربع از هر کرت صورت گرفت. تعداد سنبله‌های موجود در سطح برداشت در هر کرت شمارش و تعداد دانه در سنبله تعیین شد. صفات مورفولوژیکی از جمله طول سنبله نیز اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد و از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI): همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در مرحله گل‌دهی رقم جنوب بیشترین شاخص سطح برگ در حدود ۴/۵ را داشت و ارقام نیمروز با ۴/۲ و زهک با ۳/۹ در جایگاه پایین‌تری قرار داشتند. همچنین، با توجه به شکل ۲ بیشترین شاخص سطح برگ در میزان ۴۰۰ بذر در مترمربع با ۴/۶ و کمترین آن در میزان ۲۵۰ بذر در مترمربع با ۳/۳ بود. با افزایش میزان بذر شاخص سطح برگ افزایش یافت که این امر می‌تواند ناشی از

صفر را می‌توان به کاهش فتوسنتز خالص و ریزش برگ‌ها و پنجه‌ها نسبت داد (Power, 1976).

سرعت جذب خالص (NAR): با توجه به شکل

۵ در مرحله گل‌دهی رقم جنوب بیشترین سرعت فتوسنتز خالص را دارا بود و دو رقم زهک و نیمروز در جایگاه بعدی قرار داشتند. بر اساس شکل ۶ با افزایش میزان بذر، سرعت جذب خالص کمتر بود که دلیل آن سایه‌اندازی بیشتر و افزایش رقابت، ولی در سطوح پایین‌تر بذر به دلیل سایه‌اندازی کمتر، دارای سرعت جذب خالص بیشتر و پایدارتری بودند. رقم جنوب به دلیل شاخص سطح برگ بیشتر و آرایش برگ بهتر تا زمان گل‌دهی از فتوسنتز خالص بیشتری برخوردار بود و بعد از آن در محدوده نیمه دوم فروردین ماه که احتمالاً به دلیل پیر شدن برگ‌ها و محدود شدن ظرفیت مخزن می‌باشد سرعت جذب خالص در هر سه رقم کاهش یافت. در مراحل اولیه رشد زمانی که گیاهان کوچک بودند و در معرض نور مستقیم خورشید قرار داشتند سرعت تجمع ماده خشک بالایی حاصل گردید. هم‌زمان با رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ، برگ‌های بیشتری در سایه قرار گرفته و با سایه‌اندازی به جای این‌که تولید کننده مواد فتوسنتزی باشند، بیشتر نقش انگل را داشته و باعث کاهش میزان سرعت جذب خالص شدند. با افزایش سن برگ از فتوسنتز نیز کاسته می‌شود که این امر به نوبه خود موجب افزایش شیب نزولی سرعت جذب خالص گردید (Javadi et al., 2007). روند تغییرات سرعت جذب خالص در کلیه ارقام تقریباً مشابه بود. کشیری و همکاران (Keshiri et al., 2003) در مطالعات خود نشان دادند که روند سرعت جذب خالص در ابتدای فصل رشد (مرحله رشد سریع ساقه) به‌صورت افزایشی و پس از آن در مرحله انتهای گل‌دهی به صورت کاهشی است.

توجه به نتایج به‌دست آمده از افزایش میزان بذر تا یک حد مشخص، گیاهان به نحو مناسب‌تری می‌توانند سطح مزرعه را بپوشانند و از عوامل و منابع طبیعی تا جایی که می‌توانند استفاده کنند در نتیجه شاخص برگ بیشتری تولید می‌شود و استفاده از تشعشع خورشیدی بیشتر می‌شود و سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد و پس از رسیدن به اوج خود به دلیل کاهش سطح برگ و سرعت جذب خالص، کاهش می‌یابد. سرعت رشد محصول در مراحل اولیه به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم جذب نور خورشید توسط گیاه کم بود اما با نمو گیاهان میزان آن افزایش یافت. این افزایش در میزان سرعت رشد را می‌توان به بالا بودن میزان شاخص سطح برگ آنها نسبت داد که با تولید مواد فتوسنتزی بیشتر باعث افزایش سرعت رشد ارقام گردیده است. این نتایج با تحقیقات یینگ (Ying., 1998) مطابقت داشت. نتایج بررسی صفری و همکاران (Safari et al., 2008) بر روی ارزن دمروباهی نشان داده است که با افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد. بعد از آن که سرعت رشد محصول به حداکثر رسید تا مدتی که شاخص سطح برگ به حداکثر می‌رسد، CGR تقریباً ثابت باقی می‌ماند و در نمونه‌برداری‌های آخر، سرعت رشد محصول نزول کمی را نشان داده و با افت شاخص سطح برگ، CGR نیز شدیداً افت می‌یابد و با خشک شدن برگ‌ها صفر می‌شود. رقم جنوب به دلیل شاخص سطح برگ بیشتر و آرایش برگی بهتر در مدت زمان بیشتری از سرعت رشد مناسب‌تری نسبت به دو رقم دیگر برخوردار بود. از آن جایی که سرعت رشد محصول با شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص رابطه مستقیم دارد، لذا با افزایش شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص در رقم جنوب سبب افزایش رشد گیاه گردید. کاهش سرعت رشد محصول تا نزدیک

حداکثر سنبله بارور در گندم کمک می‌کند. همچنین، فتحی و همکاران (Fathi *et al.*, 1998) گزارش دادند، بالاترین عملکرد در تراکم‌های بالا عمدتاً مربوط به تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح بوده است و دو جزء دیگر عملکرد دانه یعنی تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش نشان دادند. بین ارقام به کار رفته، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که علت آن را می‌توان وجود تفاوت بین ارقام دو ردیفه و شش ردیفه ذکر کرد که از خصوصیات ارقام دو ردیفه، تولید پنجه بیشتر نسبت به ارقام شش ردیفه است به همین دلیل رقم نیمروز (دو ردیفه) نسبت به ارقام جنوب (شش ردیفه) و زهک (شش ردیفه) تعداد سنبله بیشتری تولید کرد که بیشتر مربوط به تفاوت‌های ژنتیکی این رقم با ارقام دیگر است. با توجه به این که تعداد سنبله تابعی از تعداد پنجه است لذا بخشی دیگر نیز مربوط به افزایش درصد پنجه‌های غیربارور در واحد سطح به دلیل رقابت (بخش‌هوایی و زیرزمینی) و افزایش مرگ و میر پنجه‌ها بود (Zandvakili *et al.*, 2011). باوار و همکاران (Bavar *et al.*, 2008) گزارش داد که با افزایش تراکم، تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت در حالی که با افزایش تراکم تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش پیدا کرد. در صورت ثابت ماندن سایر اجزای عملکرد، افزایش در تعداد سنبله‌ها، باعث افزایش عملکرد خواهد شد (Innes *et al.*, 1981).

تعداد دانه در سنبله: تعداد دانه در سنبله ارقام و میزان بذر و همچنین اثر متقابل رقم و میزان بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). رقم جنوب با میزان ۲۵۰ بذر در متر مربع با ۴۰ دانه در سنبله و رقم نیمروز با میزان ۴۰۰ بذر در متر مربع با ۱۰ دانه در سنبله به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). اثر تراکم‌های مختلف بر تعداد دانه بر سنبله

طول سنبله: نتایج حاصل از جدول ۲ نشان داد که اثرات ساده ژنوتیپ و تراکم برای این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ در تراکم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین طول سنبله مربوط به رقم جنوب با میزان ۲۵۰ بذر در مترمربع و کمترین آن مربوط به رقم زهک با میزان ۳۵۰ بذر در مترمربع بود (جدول ۳). احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2012) اعلام نمودند که با افزایش تراکم کاشت، طول سنبله کاهش پیدا کرد. براساس نتایج به دست آمده با کاهش تراکم، طول سنبله به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و باعث افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود. چرا که با کاهش تراکم، رقابت برای دریافت نور، آب و غذا کمتر شده و شرایط برای رشد بهتر مهیاتر می‌شود. تفاوت بین ارقام در تراکم‌های یکسان کاملاً مشهود بود که این خود به تفاوت‌های ژنتیکی ارقام مربوط می‌شود که با کاهش مقدار بذر و کم شدن تعداد بوته در واحد سطح، طول سنبله افزایش یافت (Hemmat and Taki, 2001). طول نهایی سنبله تحت تاثیر ژنوتیپ، رقابت و شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Hashemi *et al.*, 1997).

تعداد سنبله در متر مربع: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرهای ساده رقم و میزان بذر و همچنین اثر متقابل رقم و میزان بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد سنبله به ترتیب مربوط به رقم نیمروز با میزان ۴۰۰ بذر در مترمربع با ۵۴۳ سنبله و کمترین آن مربوط به رقم جنوب با تراکم ۲۵۰ بذر در مترمربع با تعداد ۳۱۴ سنبله در مترمربع بود (جدول ۳). دونالدسون و همکاران (Donaldson *et al.*, 2001) نیز تعداد سنبله بارور در واحد سطح را به‌عنوان مهم‌ترین عامل تعیین کننده عملکرد دانه می‌دانند و معتقدند که وجود تراکم بهینه به تولید

به دلیل افزایش توان فتوسنتزی گیاه در اثر سایه‌اندازی کمتر و جذب نور بیشتر در این تراکم‌ها است (Niknam and Faraji, 2014). همچنین، کاهش وزن هزار دانه در تراکم‌های بالا می‌تواند از برتری اندام‌های رویشی در رقابت با اندام‌های زایشی ناشی شده باشد (Sarmadnia and Koochaki., 1993). با افزایش میزان بذر، تعداد سنبله در واحد سطح افزایش پیدا می‌کند در نتیجه رقابت برای دستیابی به مواد فتوسنتزی جهت انتقال به دانه‌ها افزایش یافته و مواد فتوسنتزی کمتری به پر شدن دانه‌ها اختصاص می‌یابد و در نهایت کاهش وزن هزار دانه با افزایش تعداد سنبله در واحد سطح دیده شد. با کاهش تراکم در ارقام جو وزن هزار دانه افزایش پیدا کرد که به دلیل کمتر بودن تعداد مخازن در تراکم کمتر باعث انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به سمت مخازن کمتر و در نهایت افزایش وزن هزار دانه خواهد شد و تفاوت آن در بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار نبود (Shakeri et al., 2009).

عملکرد دانه: تفاوت عملکرد دانه بین ارقام و میزان بذر همچنین اثر متقابل رقم با میزان بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه با ۵۱۶۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم جنوب در میزان ۳۵۰ بذر در مترمربع و کمترین آن با ۲۱۴۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم نیمروز با میزان ۴۰۰ بذر در مترمربع بود (جدول ۳). رقم جنوب به دلیل برخورداری از شاخص‌های رشدی بهتر نسبت به ارقام نیمروز و زهک، توانسته است با افزایش میزان بذر در متر مربع، توان تولیدی محصول نهایی خود را بیشتر از سایر تیمارها افزایش دهد. نتایج این آزمایش با یافته‌های سایر محققین که اظهار کرده بودند بالاترین عملکرد دانه در تراکم ۳۵۰ و ۴۰۰ بذر در مترمربع حاصل شد و با افزایش تراکم در ارقام گندم، به دلیل افزایش تعداد سنبله بارور در

معنی‌دار بود به طوری که با افزایش تراکم از میزان آنها کاسته شد (Falah heravi et al., 2002). رقم جنوب نسبت به ارقام تروپی و ۱۳ سراسری از تعداد دانه بیشتری برخوردار بود (Lak et al., 2009). این نتایج با یافته‌های همت و تاکی (Hemmat and Taki, 2001) مطابقت داشت. با افزایش میزان بذر، رقابت بین بوته‌ای بیشتر شده و چون سهم هر بوته از عناصر غذایی خاک و نور کاهش می‌یابد امکان تولید مواد فتوسنتزی و همچنین تشکیل دانه کمتری در هر سنبله وجود خواهد داشت. براساس نتایج بخشنده و راهنما (Bakhshandeh and Rahnama., 2005) با افزایش تراکم بذر، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. نتایج حاصله می‌تواند مربوط به تفاوت بین ژنوتیپ‌های دو ردیفه (نیمروز) و شش ردیفه (جنوب) و (زهک) باشد به طوری که ارقام شش ردیفه نسبت به دو ردیفه تعداد دانه در سنبله بیشتری تولید می‌کنند. ژنوتیپ‌های دو ردیفه به خاطر برخوردار بودن از تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح احتمالاً با تشدید رقابت درون بوته‌ای در زمان تشکیل آغازه‌های گل سبب کاهش در تعداد آغازه‌های گل در سنبله و در نهایت تعداد دانه در سنبله شد. افزایش تراکم به دلیل افزایش رقابت بین سنبله‌ها در مصرف آسیمیلات‌ها باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می‌گردد (Ahmadi et al., 2012).

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه در سطوح مختلف میزان بذر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه مربوط به میزان ۲۵۰ و ۳۰۰ بذر با وزن ۳۷ گرم و کمترین در میزان ۴۰۰ بذر با وزن ۳۵ گرم به دست آمد (شکل ۷). در تراکم‌های بالا کاهش نفوذ تشعشع خورشیدی و کاهش مواد فتوسنتزی در دوره پرشدن دانه، باعث کاهش وزن هزار دانه گردید (Bahrani and Seyydi., 2005). افزایش وزن دانه در تراکم‌های پایین، احتمالاً

کمترین شاخص برداشت با حدود ۲۴/۲۹ درصد را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). می‌توان نتیجه گرفت که رقم جو دو ردیفه (نیمروز) به دلیل عملکرد پایین و زیست توده بیشتر نسبت به ارقام شش ردیفه (جنوب و زهک)، از شاخص برداشت کمتری برخوردار بود. افزایش شاخص برداشت با افزایش تراکم را شاید بتوان چنین توجیه کرد که در تراکم‌های بالا، کربوهیدرات‌های بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه فرستاده شده و باعث افزایش عملکرد دانه و نتیجتاً افزایش شاخص برداشت شده است. چون عملکرد دانه در واحد سطح نقش اصلی را در تعیین شاخص برداشت دارد (Taghavi et al., 2007).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که روند رشد رقم جنوب از نظر شاخص سطح برگ، فتوسنتز خالص و سرعت رشد محصول نسبت به ارقام زهک و نیمروز در بیشتر سطوح تراکم بهتر بود. در تراکم‌های بالاتر (۳۵۰ و ۴۰۰ بذر در مترمربع) تعداد سنبله و دانه افزایش و وزن دانه کمتر شد که کمبود وزن دانه و طول سنبله را جبران کرده و نهایتاً باعث افزایش عملکرد دانه شده است. رقم جنوب (شش ردیفه) از تعداد سنبله کمتری نسبت به ارقام نیمروز (دو ردیفه) و زهک (شش ردیفه) برخوردار بود اما به دلیل بارور بودن تمام سنبله‌ها و بیشتر بودن طول سنبله، وزن دانه و تعداد دانه در سنبله، این رقم نسبت به سایر ارقام در تراکم‌های بالا برتری داشت. در این آزمایش، رقم جنوب با تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع نسبت به سایر ارقام عملکرد بالاتری داشت هر چند که با تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع اختلاف معنی‌داری نداشت، اما از لحاظ اقتصادی به صرفه‌تر بود.

مترمربع، عملکرد دانه افزایش می‌یابد، مطابقت داشت (Jasmi and yousefi, 2003; Jaafari Haghghi et al., 2002; Soleymani et al., 2011; Turk et al., 2011 and Nazari, 2003). ارقام شش ردیفه تعداد دانه در سنبله بیشتر و عملکرد بالاتری نسبت به ارقام دو ردیفه دارند (Imam, 2007; Halloran, 1981).

عملکرد بیولوژیک: میزان بذر و اثر متقابل رقم

با تراکم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود ولی اثر رقم معنی‌دار نشد (جدول ۲). رقم جنوب در میزان ۳۵۰ بذر در مترمربع، دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک با وزن ۱۳۸۶۱ کیلوگرم در هکتار و رقم نیمروز در میزان ۲۵۰ بذر دارای کمترین بیوماس با وزن ۷۵۳۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (شکل ۳). با افزایش میزان بذر در رقم جنوب، شاخص سطح برگ نسبت به سایر ارقام ذکر شده افزایش بیشتری داشت که در نتیجه آن نور بیشتری دریافت کرده و سرعت رشد گیاه افزایش یافت که باعث شد عملکرد بیولوژیک بیشتری را به خود اختصاص دهد. با افزایش تراکم، عملکرد بیولوژیک به صورت خطی افزایش می‌یابد (Bavar, 2008; Donaldson et al., 2001). جاسمی و یوسفی (Jasemi and Yousefi, 2004) با بررسی اثر میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد چند رقم جو گزارش دادند که تراکم ۴۵۰ بذر در متر مربع، بالاترین عملکرد بیولوژیکی را به خود اختصاص داد.

شاخص برداشت: اثر ارقام، میزان بذر و اثر

متقابل رقم و میزان بذر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم جنوب در میزان ۳۵۰ بذر در مترمربع بیشترین شاخص برداشت با ۴۰/۱۲ درصد، و رقم نیمروز در میزان ۴۰۰ بذر در مترمربع

جدول ۱ - مشخصات خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Soil properties in experiment

خواص فیزیکی شیمی خاک Soil physicochemical characteristics									
بافت خاک Soil texture	شن Gravel (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	پتاسیم Potassium (ppm)	فسفر Phosphorus (ppm)	کربن آلی Organic carbon (%)	pH	شوری Salt (ds/m)	اشباع (s.p)
سیلتی کلی لومی	19	49	32	152	5.4	0.63	7.01	6.6	46.7

جدول ۲ - تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام جو

Table 2- Analysis of variance of morphological traits, yield and yield components of barley cultivars

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)						
		طول سنبله Spike length	تعداد سنبله Number of spikes	تعداد دانه در سنبله Number of grains spike	وزن هزار دانه Seed weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biomass	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Repeat	2	0.89	17542.64	20.07	118.03	14152.35	154328.77	5.01
رقم cultivar	2	6.01**	14268.12**	1290.19**	35.49 ^{ns}	57506.14**	61052.89 ^{ns}	326.45*
خطای اصلی Error(a)	4	0.26	788.42	14.94	5.71	1964.31	12633.14	41.8
میزان بذر Rate seed	3	1.02**	2149.75**	256.47**	33.82*	33758.65**	29992.05*	48.32*
رقم × میزان بذر seed × cultivar rate	6	0.11*	1245.73**	47.30**	7.55 ^{ns}	11931.16**	28322.7*	27.25*
خطای فرعی Error(b)	18	0.04	273.55	5.75	3.34	1252.22	7236.98	9.85
ضریب تغییرات CV(%)	-	4.16	3.94	8.67	4.95	8.74	7.82	8.58

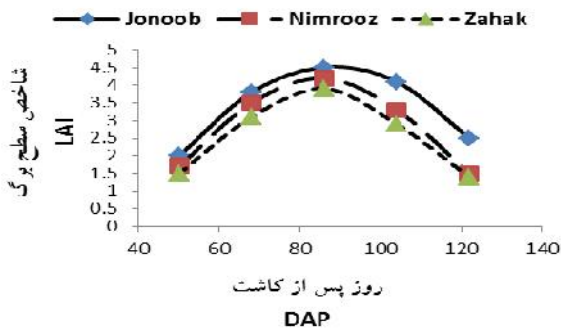
ns, *, **: به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد

ns, *, **: non-significant and significant at 5 and 1% probability level, respectively

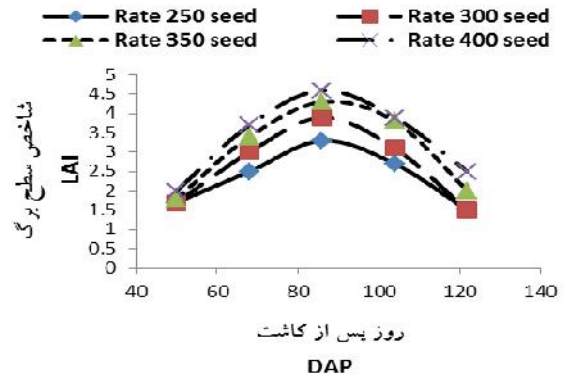
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام جو
Table 3- Comparison of interaction effects of factors on morphological traits, yield and yield components of barley cultivars

ارقام cultivars	سطوح بذر levels of seeds	طول سنبله Spike length(cm)	تعداد سنبله در متر مربع Number of spikes(m ²)	تعداد دانه در سنبله Number of grains spike	وزن هزار دانه Seed weight(g)	عملکرد دانه Grain yield(kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biomass(kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index(%)
جنوب Jonoob	۲۵۰ بوته 250 seeds/m ²	6.3 ^a	314.13 ^c	40.00 ^a	39.17 ^a	4919.7 ^{ab}	12543.7 ^{ab}	39.22 ^{ab}
	۳۰۰ بوته 300 seeds/m ²	5.8 ^{ab}	336.63 ^{bc}	39.06 ^{ab}	38.20 ^{ab}	5022.8 ^{ab}	12755.0 ^{ab}	39.37 ^{ab}
	۳۵۰ بوته 350 seeds/m ²	5.5 ^{a-c}	397.08 ^b	36.86 ^{a-c}	38.00 ^{ab}	5561.8 ^a	13861.5 ^a	40.12 ^a
	۴۰۰ بوته 400 seeds/m ²	4.9 ^{cd}	423.23 ^b	34.45 ^{bc}	37.17 ^{a-c}	5408.9 ^a	13744.2 ^a	39.35 ^{ab}
نیمروز Nimrooz	۲۵۰ بوته 250 seeds/m ²	5.8 ^{ab}	423.26 ^b	16.22 ^d	37.15 ^{a-c}	2550.4 ^{ef}	7531.0 ^{de}	33.86 ^c
	۳۰۰ بوته 300 seeds/m ²	5.3 ^{bc}	477.95 ^{ab}	16.60 ^d	37.34 ^{a-c}	2962.5 ^f	8023.1 ^{de}	36.92 ^b
	۳۵۰ بوته 350 seeds/m ²	4.3 ^{de}	512.83 ^a	12.13 ^d	36.56 ^b	2274.2 ^{ef}	8460.5 ^d	26.88 ^e
	۴۰۰ بوته 400 seeds/m ²	4.4 ^{de}	543.33 ^a	10.90 ^d	36.23 ^b	2145.6 ^{ef}	8832.3 ^d	24.29 ^{ef}
زهک Zahak	۲۵۰ بوته 250 seeds/m ²	4 ^e	335.14 ^c	34.00 ^{bc}	36.03 ^b	4105.5 ^{bc}	10455.5 ^c	39.26 ^{ab}
	۳۰۰ بوته 300 seeds/m ²	3.7 ^e	378.3 ^{bc}	32.26 ^{bc}	36.55 ^b	4460.5 ^b	11239.7 ^{bc}	39.68 ^{ab}
	۳۵۰ بوته 350 seeds/m ²	3.6 ^e	431.12 ^b	29.60 ^c	35.36 ^b	4512.3 ^b	11325.1 ^{bc}	39.84 ^{ab}
	۴۰۰ بوته 400 seeds/m ²	4 ^e	450.51 ^{ab}	29.80 ^c	34.98 ^c	4685.3 ^{abc}	11812.9 ^b	39.66 ^{ab}

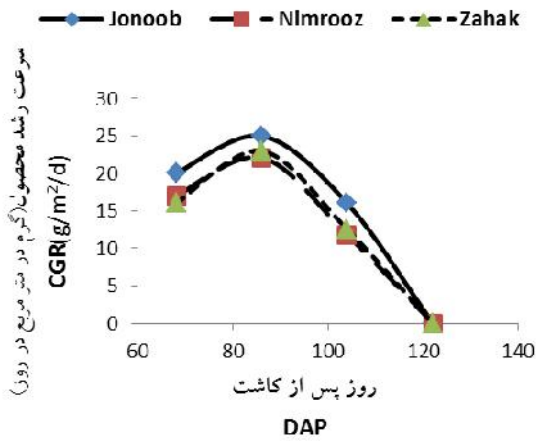
میانگین‌هایی که دارای حروف مشابهی هستند؛ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.
 Means with common letters in each column mean indicate significant differences at 5% probability level using Duncan test.



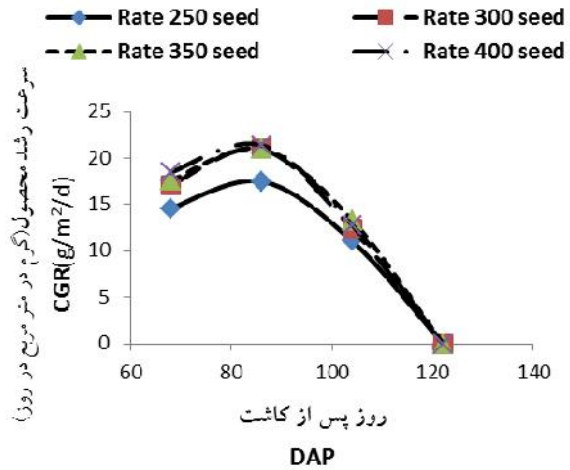
شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام جو
Figure 1- Trend of leaf area index in barley cultivars



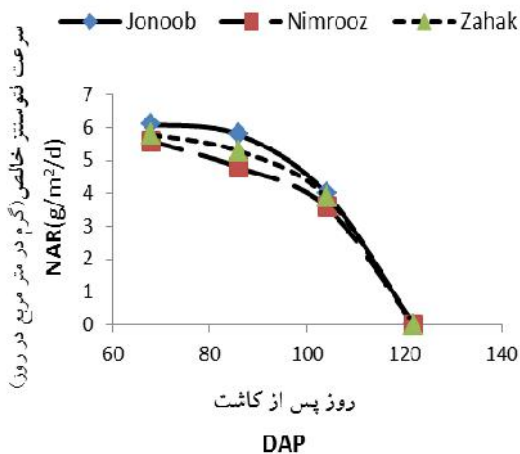
شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ در سطوح مختلف بذر
Figure 2- Trend of leaf area index in different levels seed.



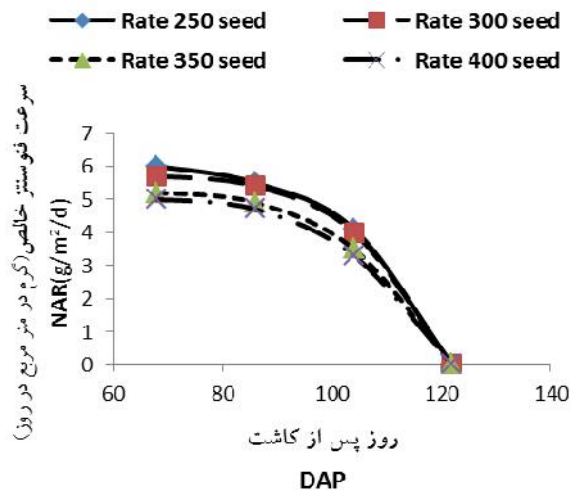
شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام جو
Figure 3- Trend of crop growth rate in barley cultivars



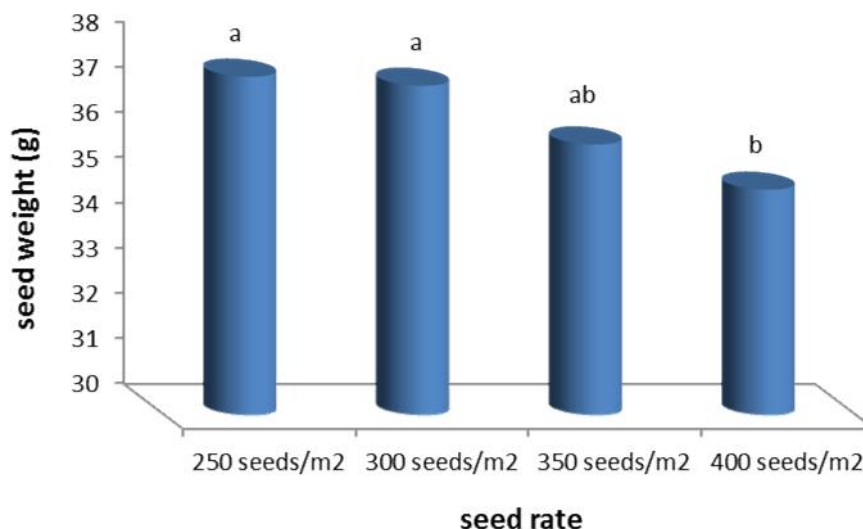
شکل ۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در سطوح مختلف بذر
Figure 4- Trend of crop barley growth rate in different levels seed.



شکل ۵- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در ارقام جو
Figure 5- Trend of net assimilation rate in barley cultivars



شکل ۶- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در سطوح مختلف بذر
Figure 6- Trend of net assimilation rate in different levels seed



شکل ۷ - میانگین وزن هزار دانه در میزان بذر

Figure 7- Average weight of thousand seeds in the rate seed

References

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, A., T. Hosseinpour, and M. Soltani. 2012. The effect of plant density on yield and its components in three rain fed barley cultivars. *Journal of Agriculture (Pajouhesh & Sazandegi)*. 102: 131-140. (In Persian).
- Armin, M., G. Noormohammadi, E. Zand, M. Baghestani, and F. Darvish. 2008. Study on some ecophysiological difference in more and less competitive winter wheat cultivars on competition with wild oat at different wheat densities. *Journal of Pajouhesh & Sazandegi*. 80: 119-127.
- Bahrani, M., and A. Seyyedi. 2005. The effect of plant density and nitrogen application methods on corn yield and its components. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 3: 128-135. (In Persian).
- Bakema-Boomstra, A.G., and H.D. Masterbroke. 1993. The grain yield of unicum barley (*Hordeum vulgare* L.) in two contrasting environments. *Euphytica*. 66: 103-110.
- Bakhshandeh, A., and A. Rahnama. 2005. The effect of seeding rates, planting date on the tiller, yield six cultivars. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 3: 31-42. (In Persian).
- Bavar, M. 2008. Effects of planting date density on growth indecies and yield component of hull-less barley. The Thesis of M.Sc. degree. University of Agriculture Sciences and Natural Resources of Gorgan, 62 p.
- Dehghani, H., A. Ebadi and A. Yousefi. 2006. Biplot analysis of genotype by environment interaction for barley yield in Iran. *Agronomy Journal*. 98: 388-393.

- Donaldson, E., W.F. Schillinger, and S.M. Dofing. 2001. Straw production and grain yield relationships in winter wheat. *Crop Science*. 41: 100-106.
- Falah heravi, A., N. Ltyfy, and S. Galshy. 2002. The effect of planting and seeding density on yield and yield components of wheat. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2(2) 103-112. (In Persian).
- Farnia, A., A. Aminbaygi, and A. Niazi Fard. 2014. The effect of plant density on comparison forage yield of spring barley cultivar. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. L: 244-250. (In Persian).
- Fathi, G.H. 2005. Effects of planting pattern and population density on light extinction coefficient, light interception and grain yield of sweet corn (Hybrid SC 704). *Journal of Agricultural Sciences Nature and Resourse*. 12: 131-143. (In Persian).
- Fathi, G.A., A. Alipour, M. Radmehr, and A. Lotfali ayendh. 1998. Interaction of density and nitrogen fertilizer on yield and yield components south of Varamin Agricultural Educational Center martyr Chamran University, Center for Agricultural Research in Khuzestan. Proceedings of the Sixth Congress of Crop Iran, Babolsar, Mazandaran University. (In Persian).
- Fischer, R.A. 1999. Irrigated spring wheat and timing and amount of nitrogen fertilizer. *Field Crops Research*. 33: 57-80.
- Halloran, G.M. 1981. Grain yield and protein relation ship a wheat cross. *Grape Science*. 21: 699-701.
- Hashemi-Dezfouli, A., and S.J. Herbert. 1992. Effect of leaf orientation and density on yield of corn. *Iranian Journal of Agricultural Research*. 11:89 –104. (In Persian).
- Hashemi Dezfouli, A., A. Kocheiki, and M. Banaian Aval. 1997. Maximizing crop yield. Mashhad Jahad Daneshgahi Publication. (In Persian).
- Hemmat, A., and O. Taki. 2001. Grain yield of irrigation winter wheat as affected by tillage management and seeding rates in central Iran. *Soil Tillage Research*. 63: 57–64. (In Persian).
- Imam, Y. 2007. The cultivation of crops, Third Edition, Publishing Center, Shiraz University, pages 196. (In Persian).
- Innes, P., R.D. Blackwell, and R.B. Austin. 1981. The effects of selection for number of ears on the yield and water economy of winter wheat. *Journal of Agricultural Science Cambridge*. 97: 523 – 532
- Jaafari Haghghi, B., R. Mamaghani, A. Kashani, and S.A. Siadat. 2002. Effect of plant density on grain yield and some qualitative characteristics of five durum wheat genotypes under Ahvaz climatic conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 4(1): 67-79. (In Persian).
- Jasemi, S., and A. Yousefi. 2004. The effect of seeding rate on yield and hull-less barley lines. Proceedings of the Eighth Congress of Crop Sciences, the University of Guilan. (In Persian).

- Javadi, H., M.H. Rashed Mohassel, Gh.R. Zamani, E. Azari Nasr Abadi, and Gh.R. Musavi. 2007. Effect of plant density on growth indices in four grain sorghum cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 4: 265 – 253. (In Persian).
- Keshiri, M., N. Latifi, and M. Ghasemi. 2003. Growth analysis of safflower varieties with different cropping pattern in rainfed condition. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 10: 85-94. (In Persian).
- Khayam, S., D. Mazaheri, M. Banayan aval, J. Gohari, and M. Jahansooz. 2002. Determination of sugar beet extinction coefficient and radiation use efficiency at different plant density and nitrogen use levels sugar beet. *Sugar beet*. 18(1): 51-66. (In Persian).
- Koochaki, A., and J. Khalghani. 1997. Understanding crop production. Fersowsi University of Mashhad Press. 260p. (In Persian).
- Lak, S., A. Modhej, M. Moghadam, M. Alavi Fazel, A. Sadeghi Pour, and K. Seyed Javadi. 2009. The effect of genotype and plant density on yield and grain dual purpose, *Quarterly Journal of Plants and Ecosystems*. 18: 25-43. (In Persian).
- Nazari, H.R. 2011. The effect of planting date and plant density on yield and its components in the cold Region Aligudarz. *New Science of Sustainable Agriculture*. 7(3): 64-75. (In Persian).
- Niknam, N., and H. Faraji. 2014. Effect of plant density and nitrogen on corn yield 704. *Publication Agriculture (Research and Development)*. 102: 55-60. (In Persian).
- Ouzuni Douji, A.A., M. Esfahani, H.A. Samizadeh Lahiji, and M. Rabiei. 2008. Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowers and petalled flowers rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Science*. 9: 400–328. (In Persian).
- Power, J.F., W.O. Willis, D.L. Grunes, and G.A. Reichman. 1976. Effect of soil temperature, phosphorus, and plant age growth, analysis of barley. *Agronomy Journal*. 59: 231 –234.
- Rashed Mohassel, M.H., and A. Koochaki. 1990. Principles of dry farming (translated). Mashhad Jihad University Pub. Iran. (In Persian).
- Sabet Moghadam. H. 2009. Effect of planting date and seeding density on grain yield and yield components on hulls barley in Ahvaz region. In: Gh. Fathi, A. Siadat (Eds), Proceeding of Agronomy and Plant Breeding Congress. 503 pp. Karaj, Tehran. (In Persian).
- Safari, F., S. Galeshi, N. Torbati Nejad, and S.A. Mosavat. 2008. Effect of planting date and plant density on yield of foxtail millet. *Journal of Agricultural and Natural Resources*. Volume Issue Special Crop fifth. 5(15) 22-36. (In Persian).
- Sarmad Nia, Gh., and A. Koochaki. 1993. Agricultural plants physiology (translation). Jihad Daneshgahi Publication of Mashhad. Third edition, pp. 116-210. (In Persian).

- Shakeri, S., A. Naderi, and A. Lakzadeh. 2009. Effects of planting and seeding rate on yield and yield components of two genotypes in Ahvaz weather conditions. Msc. Islamic Azad University, Science and Research Khuzestan. (In Persian).
- Sharifi, R., P. Khanghah, and Y. Raei. 2013. Effect of plant density on yield, yield components and other physiological indicators of three chickpea cultivars. *Journal of Crop Physiology*. 5(20): 38-25.
- Soleymani, A., M.H. Shahrajabian, and L. Naranjani. 2011. Determination of the suitable date and plant density for different cultivars of barley (*Hordeum vulgare* L.) in Fars. *African Journal of Plant Science*. 5(3): 284 -286. (In Persian).
- Soleymanifard, A., S.S. Pouredad, R. Naseri, and A. Mirzaei. 2011. Effect of planting pattern on phenological characteristics and growth indices of safflower (*Carthamus tinctoriu* L.) in rainfed conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13(2): 282-298. (In Persian).
- Taghavi, D., G. Noormohamadi, and A. Valadiani. 2007. Effect of plant density on yield and some morphological characters of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *Journal of Crop Iran*. 2(1): 1-14. (In Persian).
- Tajbakhsh, M., and A. Pourmirza. 2003. Cultivation of crops. University of West Azarbaijan. 312 page. (In Persian).
- Tetio-Kagho, F., and F.P. Gardner. 1988. Responses of maize to plant population density. Reproductive development, yield and yield adjustment. *Agronomy Journal*. 80: 935 - 940.
- Turk, M.A., M. Abdel Rahman, A. Tawaha, O. Nicksun, and M. Rifaee. 2003. Response of sixrow barley to seeding rate with or without ethrel spray in the absence of moisture stress. *International Journal of Agriculture and Biology*. 5(4): 416-427. (In Persian).
- Ying, J., Sh. Peng, Q. He, H. Yang, Ch. Yang, R.M. Visperas, and K.G. Cassman. 1998. Comparison of high- yield rice in a tropical and subtropical environment: I. Determinants of grain and dry matter yields. *Field Crops Research*. 57: 71-84.
- Zndvakili, A., M. Shahbazi, H. Nickhah, and S. Sanjari. 2011. Evaluation of drought tolerance region cultivars and commercial collections. Plant Physiology Conference on Iran, Yazd University. (In Persian).

Growth Analysis, Yield and Yield Components of Three Barley Cultivars (*Hordeum vulgare* L.) under Different Seeding Rates

Payam Moradhajati¹, and Alireza Shokuhfar^{2*}

Received: December 2015, Revised: 16 February 2016, Accepted: 9 March 2016

Abstract

This experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design with 3 replications during 2013-2014 at the Research and Experimental Field of Islamic Azad University in Ahvaz, Iran. The main plots consisted of three cultivars of barley (Jonoob, Nimrooz, and Zahak) and subplots of plant density with four levels (250, 300, 350, and 400 seeds/m²). Results showed that increasing seed density increased leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR), and decreased net assimilation rate (NAR) in all of the cultivars under study. The Jonoob cultivar had the highest (LAI), (CGR), and (NAR). The differences among cultivars in number of spikes/m², seed number per spike, length of spike and seed yield were significant at %1 and harvest index at the 5% levels of probabilities. The effects of seeding rates on spike length, spike number, seed number per spike, seed yield and stem length were significantly at 1% and, biological yield and harvest index at 5% levels of probabilities. The highest seed yield was produced by Jonoob cultivar by using 350 seeds/m² (5,561 kg/ha), The Maximum harvest index was obtained in Jonoob cultivar at the rate 350 seeds/m² (40%). The results showed that the Jonoob cultivar, because of higher physiological indices and yield components (spike length, seed weight and number of grains per spike) and seeding density of 350 and 400 seeds/m² by increasing number of spikes/m², produced higher yield.

Key words: CGR, Growth index, NAR, Plant densities, Seed yield.

1- Msc., Graduated Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

* Corresponding Author: alireza_shokuhfar@yahoo.com