Archive of SID

دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره ششم/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۵ (۱۹۹-۱۸۵)

واکنش جذب تشعشع، ضریب خاموشی نور، عملکرد و اجزای عملکرد جو به الگوی کاشت و میزان بذر

منا سلیمانی عبیات[۱]، محمدرضا مرادی تلاوت[۲]* و سید عطاالله سیادت[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۴

چکیده

به منظور بررسی واکنش جذب تشعشع، ضریب خاموشی نور، عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) رقم جنوب به الگوی کاشت و میزان بذر، آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا و تیمارها شامل چهار الگوی کشت (مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر، مسطح با فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر، سه ردیف کشت روی پشته‌های ۵۰ سانتی‌متری و دو ردیف کشت روی پشته‌های ۵۰ سانتی‌متری) به عنوان عامل اول و چهار سطح میزان بذر (۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ بذر در متر مربع) به عنوان عامل دوم در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر ضریب خاموشی نور معنی‌دار نبود. الگوی کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر، به دلیل دارا بودن بیشترین تعداد سنبله در متر مربع و شاخص سطح برگ، سبب افزایش جذب تشعشع دریافتی، انتشار بهتر نور درون کانوپی و افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده شد، اما بیشترین وزن هزار دانه از الگوی کشت پشته‌ای سه ردیفه به‌دست آمد. با افزایش میزان بذر، تعداد سنبله در متر مربع و شاخص کلروفیل افزایش یافت، اما عملکرد دانه، تعداد سنبلچه در سنبله و دانه در سنبله کاهش پیدا کرد. بالاترین عملکرد دانه با میانگین ۵۰۷۲/۱ کیلوگرم در هکتار از الگوی کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر به‌دست آمد و مناسب‌ترین میزان بذر برای دستیابی به عملکرد بالا، ۲۰۰ بذر در متر مربع بود.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل، فاصله ردیف کشت، کشت روی پشته

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز، ایران
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز، ایران
۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز، ایران
* نویسنده مسئول: moraditelavat@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

به‌کارگیری سیستم‌های کشت پیشرفته می‌تواند علاوه بر پراکنش متعادل بوته‌ها در واحد سطح و کاهش میزان بذر مصرفی، موجب تعدیل مشکلات پس از کاشت، مانند رقابت برای استفاده از منابع آب و مواد غذایی شود (Jamshidi and Tayari, 2011). الگوی کشت مناسب از طریق هماهنگی اجزای عملکرد، سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود. در گندم، زمانی که آرایش بوته‌ها مناسب باشد، به علت دریافت بهتر نور و تهویه و بهبود روند رشدی، مواد پرورده‌ی کل برای رشد سنبله‌ها افزایش پیدا می‌کند که علت آن امکان افزایش تسهیم مواد پرورده به سنبله‌ها و افزایش پتانسیل پر کردن دانه‌ها است (Wang *et al.*, 2011). در میان تمامی عوامل مؤثر بر رقابت، نور مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند، چرا که بر خلاف سایر منابع، هیچ‌گونه منبع ذخیره‌ای برای نور وجود ندارد. تحت شرایط مزرعه، رشد گیاهان به توانایی دریافت تشعشع ورودی وابسته است که تابع شاخص سطح برگ، ساختار سایه انداز و تبدیل مواد فتوسنتزی به ماده خشک است (Gifford *et al.*, 1984). ضریب خاموشی نور نشان‌گر نرخ کاهش نور در جامعه‌ی گیاهی است که مقدار آن به چگونگی پراکنش برگ‌ها و مقدار نور عبور یافته توسط سایه انداز بستگی دارد (Zahed *et al.*, 2013). اثر اصلی فاصله‌ی ردیف بر عملکرد تا حد زیادی ناشی از اختلاف در پراکنش انرژی تشعشی است. پراکنش یکنواخت‌تر بوته‌ها در ردیف‌های نزدیک‌تر کاشت، سبب انتشار بهتر نور درون سایه انداز، افزایش میزان جذب خالص نور، افزایش سطح برگ، فتوسنتز و ارتقای عملکرد می‌شود (Clarence *et al.*, 1965).

گزارش شده است که الگوی کشت با ردیف‌های باریک‌تر، سبب پراکنش یکنواخت‌تر نور در سایه انداز گیاهی و در نتیجه، افزایش کارایی استفاده از تشعشع می‌شود و در واقع این الگوهای کشت، ضریب خاموشی نور کمتری نسبت به دیگر الگوهای کشت دارند (Liu *et al.*, 2012). کاهش عملکرد گندم در الگوی کشت پشته‌ای، که علت آن به سریع‌تر خشک شدن خاک سطحی و دریافت رطوبت کمتر بر روی پشته نسبت داده شده، در برخی مطالعات گزارش شده است (Sikander *et al.*, 2003; Anil Prashar *et al.*, 2004). در مقایسه‌ی الگوهای کشت مسطح و پشته‌ای گندم، بیشترین تعداد پنجه، سنبلچه در سنبله، دانه در سنبله و عملکرد دانه و بیولوژیک، از الگوی کشت مسطح و با فاصله‌ی ردیف‌های کمتر به‌دست آمد (Waraich *et al.*, 2010). جمشیدی و طیاری (Jamshidi and Tayare, 2011) بیشترین عملکرد دانه و شاخص برداشت جو را در کشت روی پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری، در مقایسه با پشته‌های ۶۰ سانتی‌متری و کشت مسطح گزارش کردند. گزارش‌های دیگری نیز حاکی از افزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت گندم در کشت پشته‌ای است (Kakar, 2003; Bhuyan *et al.*, 2012).

میزان بهینه بذر نیز یکی از اهداف اصلی در مدیریت زراعی به منظور بیشترین بهره‌برداری از انرژی خورشید توسط سایه‌انداز است. به عبارت دیگر، در صورتی که از بیشینه انرژی خورشیدی بهترین استفاده به عمل آید، جذب نور افزایش و با نفوذ نور در لایه‌های مختلف سایه انداز گیاهی، فتوسنتز، زیست‌توده‌ی تولیدی و عملکرد افزایش پیدا می‌کند (Haverkort *et al.*, 1991). برخی پژوهشگران بیان داشتند که افزایش تراکم و میزان بذر سبب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود و این امر، جذب تشعشع بیشتر در جهت بهبود فرآیند فتوسنتز جامعه گیاهی و سرانجام افزایش تولید ماده خشک را به دنبال خواهد داشت (Goldani *et al.*, 2009; Gholybaigian *et al.*, 2009). افزایش شاخص سطح برگ که در نتیجه افزایش تراکم بوته در واحد سطح، حاصل می‌شود، ضریب خاموشی نور را کاهش می‌دهد و در حقیقت رابطه معکوسی بین دو پارامتر شاخص سطح برگ و ضریب خاموشی نور وجود دارد (Majd Nasiri and Ahmadi, 2000). در یک مطالعه، با افزایش تراکم، به دلیل افزایش تعداد سنبله بارور در متر مربع، عملکرد دانه افزایش یافت (Jaafari Haghighi *et al.*, 2002). در تحقیقی بر روی جو با در نظر گرفتن تراکم‌های۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ بوته در متر مربع، بیشترین عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت از بالاترین تراکم بوته به‌دست آمد (Soleymani *et al.*, 2011). تورک و همکاران (Turk *et al.*, 2003) با مقایسه ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ کیلوگرم بذر جو در هکتار، به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را از مصرف ۱۲۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آوردند. لک و همکاران (Lack *et al.*, 2009) در تحقیقی روی جو، با مقایسه تراکم‌های ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به ترتیب از تراکم۳۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع به دست آوردند.

www.SID.ir

Archive of SID

به طور کلی بررسی گزارش‌های گوناگون نشان می‌دهد که الگوی کاشت غلات دانه‌ریز بر رشد و عملکرد محصول نقش ویژه‌ای دارد. از سوی دیگر نتیجه پژوهش‌ها، حاکی از آن است که انتخاب حد بهینه بذر و افزایش پراکنش یکنواخت بوته در واحد سطح، سبب پراکنش مناسب نور دریافتی درون پوشش گیاهی و در نهایت بهبود عملکرد گیاه می‌شود. بنابراین، تعیین ترکیب مناسبی از الگوی کشت و میزان بذر، در جهت استفاده بهینه گیاه از انرژی تشعشعی خورشید و دیگر امکانات محیطی و دستیابی به عملکردهای بالا، ضروری به‌نظر می‌رسد که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش مزرعه‌ای به صورت کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار الگوی کشت (مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر، مسطح با فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر، سه ردیف کشت روی پشته‌های به عرض ۵۰ سانتی‌متری و دو ردیف کشت روی پشته‌های ۵۰ سانتی‌متری) به عنوان عامل اول و چهار میزان بذر (۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ بذر در متر مربع) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. جهت اعمال تیمار الگوی کشت در کرت‌های مربوط، جوی و پشته‌هایی (با عرض ۵۰ سانتی‌متر) به وسیله دستگاه جوی و پشته‌ساز آماده و در نهایت، مرزها و نهرها به ترتیب توسط مرزبند و نهرکن تهیه شدند. کشت بذر جو (رقم جنوب) در تاریخ ۱۵ آبان‌ماه ۱۳۹۲ انجام شد. آبیاری بر اساس نیاز گیاه، در الگوی مسطح به صورت غرقابی و در الگوی پشته‌ای درون جوی‌ها انجام شد. کود طبق نیاز گیاه به دو صورت پایه و سرک توزیع شد. کود سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) هنگام انجام عملیات دیسک با خاک مخلوط شد. توزیع کود اوره (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) نیز در سه مرحله پایه (بعد از سبز شدن)، شروع رشد طولی ساقه و آغاز مرحله آبستنی و بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) بود. برداشت در تاریخ ۲۱ فروردین ۱۳۹۳، همزمان با رسیدن رطوبت دانه‌ها به ۱۴ درصد (که به کمک دستگاه رطوبت‌سنج تشخیص داده شد) به صورت دستی انجام شد. بدین منظور، پس از حذف حاشیه از طرفین، در الگوی کشت مسطح از دو ردیف کنار هم هر کدام نیم متر طولی و در الگوی کشت پشته‌ای دو ردیفه و سه ردیفه، نیم متر طولی به ترتیب از دو و سه ردیف کشت شده روی پشته برداشت شد.

به منظور اندازه‌گیری شاخص کلروفیل در تیمارهای مختلف آزمایشی، میانگین سه مرحله پنجه‌زنی، آبستنی و گلدهی، به ترتیب در مراحل ۲۵، ۴۳ و ۴۹ زیدوکس (Zadoks *et al.*, 1974) در نظر گرفته شد، به گونه‌ای که از هر کرت و از خطوط میانی، سه بوته و از هر بوته جوان‌ترین برگ گسترش‌یافته انتخاب شد. سپس در هر مرحله از هر برگ، با استفاده از کلروفیل‌متر (Minolta SPAD 502 meter) سه نقطه قرائت و در نهایت میانگین نه عدد (۳ بار قرائت از سه بوته) به عنوان شاخص کلروفیل در هر کرت محاسبه و گزارش شد.

شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی (مرحله ۴۹ زیدوکس (Zadoks *et al.*, 1974) با اندازه‌گیری سطح برگ پنج بوته توسط سطح سنج دیجیتالی (CI202-CID ساخت آمریکا) و سطح زمین اشغال شده توسط آن‌ها بر اساس میزان بذر کشت شده در هر کرت و طبق رابطه (۱) محاسبه شد. که در آن LA مساحت برگ بر حسب متر مربع و GA سطح زمین اشغال شده توسط آن‌ها بر حسب متر مربع می‌باشد:

$$LAI = \frac{LA}{GA} \qquad (۱)$$

اندازه‌گیری تشعشع فعال فتوسنتزی در بالا و پایین سایه‌انداز (در روزهایی با آسمان کاملاً آفتابی و بدون ابر در محدوده زمانی ساعت ۱۳-۱۱)، طی پنج مرحله از فصل رشد و در فاصله زمانی بین اواسط پنجه‌زنی تا انتهای گلدهی (مراحل ۲۵ تا ۵۹ زیدوکس (Zadoks *et al.*, 1974)، توسط نورسنج (Accu par PAR / LAI Ceptometer model LP80) اندازه‌گیری شد، به‌طوری که در هر مرحله، نورسنج به صورت کاملاً تراز دو بار در بالای سایه‌انداز (برای محاسبه میانگین نور دریافت شده در بالای کانوپی) و سه مرتبه در کف سایه‌انداز (در جهت‌های مختلف جهت محاسبه میانگین نور دریافت شده در کف کانوپی) قرار داده شد. به این ترتیب که یک‌بار بالا، سه بار پایین و مجدداً یک بار بالای سایه‌انداز، نورسنجی (Khayamim *et al.*, 2002) و در نهایت به کمک رابطه (۲) محاسبه شد (Atlasi Pak *et al.*, 2006):

$$I_{abs} = (1 - \frac{1}{I_o}) \times 100 \qquad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

در این رابطه، I_{abs} درصد جذب تشعشع و I_o و I میزان تشعشع فعال فتوسنتزی به ترتیب در بالا و پایین سایه‌انداز هستند. تاریخ نورسنجی‌ها در فاصله زمانی بین اواسط پنجه‌زنی تا انتهای گلدهی شامل ۲۷ آذر، ۳۰ دی، ۱۳ بهمن، ۲۳ بهمن و ۵ اسفند بود.

ضریب خاموشی نور به‌وسیله برازش تابع زیر به داده‌های کسر تشعشع دریافت شده در مقابل شاخص سطح برگ محاسبه شد (Saber Ali *et al.*, 2006 به نقل از Monsi and Saeki, 1953):

$$Y = 1 - \exp(-k \times x) \quad (۳)$$

که در آن Y کسر تشعشع دریافت شده، x شاخص سطح برگ و k ضریب خاموشی نور می‌باشد. شاخص سطح برگ و تشعشع فعال فتوسنتزی در بالا و پایین سایه‌انداز، طی پنج مرحله توسط دستگاه نورسنج به‌دست آمد. از آن‌جا که کسر تشعشع دریافت شده از تشعشع فعال فتوسنتزی محاسبه شده بود، از این‌رو ضریب خاموشی محاسبه شده از تابع بالا برای تشعشع فعال فتوسنتزی می‌باشد. بنابراین ضریب خاموشی نور برای تشعشع خورشیدی کل از رابطه (۴) محاسبه شد، که در آن K_s تشعشع خورشیدی کل و K_{PAR} تشعشع فعال فتوسنتزی است (Zahed *et al.*, 2013 به نقل از Soltani *et al.*, 2006):

$$K_s = 0.75 K_{PAR} \quad (۴)$$

ساعات آفتابی ایستگاه هواشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان طی مدت اجرای آزمایش در جدول ۲ ارایه شده است.

تعداد کل سنبله‌های برداشت شده (از سطح برداشت ذکر شده)، شمارش و سپس برای یک متر مربع، محاسبه شد. با برداشت تصادفی ۲۰ سنبله از کل سنبله‌های یک کرت، شمارش همه سنبلچه‌ها و دانه‌های آن‌ها و تقسیم تعداد کل آن‌ها بر تعداد سنبله‌های برداشت شده، به ترتیب تعداد سنبلچه و دانه در سنبله به دست آمد. جهت اندازه‌گیری وزن هزار دانه برای هر کرت دو نمونه‌ی ۵۰۰ تایی از بذور شمارش و با تراوزی دیجیتالی توزین گردید و مجموع وزن دو نمونه‌گیری به عنوان وزن هزار دانه در نظرگرفته و صحت اندازه‌گیری آن با در نظر گرفتن انحراف از معیار دو نمونه‌گیری کمتر از ۴٪، بررسی شد. سپس کل بوته‌های برداشت شده از سطح برداشت نهایی در هر کرت، توزین و تعدادی از بوته‌ها، بلافاصله وزن شد (وزن تر)، و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و دوباره توزین شد (وزن خشک) و از این طریق درصد رطوبت اندازه‌گیری گردید. در نهایت با توجه به وزن اولیه بوته‌های برداشت شده، درصد رطوبت هنگام برداشت، عملکرد ریست‌توده بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. محاسبه عملکرد دانه نیز با برداشت کل سنبله‌های برداشت شده از سطح برداشت، خرمن‌کوبی و توزین آنها و بر حسب کیلوگرم در هکتار انجام گرفت.

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table1. The soil physical and chemical properties of experimental soil

Physical and chemical properties	ویژگی فیزیکی و شیمیایی	Value ارزش
Electrical conductivity dS/m	هدایت الکتریکی	4.5
pH	اسیدیته خاک	8.1
Total nitrogen (%)	نیتروژن کل	0.07
Absorbable phosphorus (mg.kg $^{-1}$)	فسفر قابل جذب	6.2
Absorbable potassium (mg.kg $^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب	214
Organic mater	مواد آلی	0.66
Clay	رس	44
Silt	سیلت	40
Sand	شن	16
Texture	بافت	Silty clay

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- ساعات آفتابی ایستگاه هواشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان (سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲)

Table 2. The sunshine hours of Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan's weather station (2013-14 cropping seasons)

ماه Months		مجموع ساعات آفتابی Total sunshine hours	میانگین ساعت آفتابی Average sunshine hours
Oct. 21-Nov. 20	آبان	177.4	5.9
Nov. 21-Dec. 20	آذر	177.9	5.9
Dec. 21-Jan. 20	دی	158.8	5.3
Jan. 21-Feb. 20	بهمن	216.5	7.2
Feb. 21-Mar. 20	اسفند	217.5	7.5
Mar. 21-Apr. 20	فروردین	264.1	8.5

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ تحت تاثیر معنی‌دار الگوی کشت و میزان بذر مصرفی قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به‌ترتیب از کشت مسطح با فاصله ردیف ۱۷ سانتی‌متر و پشته‌های دو ردیفه حاصل شد، اگرچه تفاوت بین پشته‌های دو و سه ردیفه معنی‌دار نبود (جدول ۴). فاصله‌ی بین ردیف‌ها تا حد زیادی در پراکنش انرژی تشعشعی موثر است. پراکنش یکنواخت‌تر بوته‌ها در ردیف‌های نزدیک‌تر کاشت، سبب انتشار بهتر نور درون پوشش گیاهی، افزایش سطح برگ، بسته شدن سریع‌تر سایه‌انداز و افزایش فتوسنتز می‌شود (Clarence *et al.*, 1965). در مقایسه سه الگوی کشت مربعی، لوزی و مستطیلی در ذرت، الگوی لوزی و مربعی (به دلیل کم بودن فاصله‌ی ردیف‌ها) در مقایسه با مستطیلی، از فضای رشد استفاده‌ی بیشتری نمود و برگ‌ها در آن توسعه بیشتری یافتند (Fathi, 2005). در آزمایش حاضر، افزایش فواصل ردیف در میان جویچه‌ها در سیستم‌های کشت پشته‌ای سبب کاهش شاخص سطح برگ شد.

هر واحد افزایش میزان بذر، موجب افزایش معنی‌دار ۰/۰۱ واحدی شاخص سطح برگ شد (شکل ۱). اگرچه با افزایش میزان بذر، به دلیل افزایش رقابت و کاهش شمار پنجه در هر بوته، از سطح برگ هر بوته کاسته می‌شود، اما به‌طور کلی شاخص سطح برگ جامعه گیاهی به دلیل توسعه سریع‌تر سایه‌انداز افزایش پیدا می‌کند. نتایج این تحقیق با آزمایش زاهد و همکاران (Zahed *et al.*, 2013) مطابقت داشت.

شاخص کلروفیل

شاخص کلروفیل که نماینده بسیار خوبی از پتانسیل و کارآیی فتوسنتزی برگ‌هاست (Mercado-luna *et al.*, 2010)، تحت تاثیر منفی و معنی‌دار میزان بذر در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت، اما الگوی کشت و اثر متقابل آن با میزان بذر از بر این مولفه تاثیر معنی‌دار نداشتند. با افزایش میزان بذر، به طور نسبی شاخص کلروفیل از روندی نزولی پیروی کرد، به طوری که با افزایش هر بذر در متر مربع، شاخص کلروفیل به میزان ۰/۰۱ کاهش یافت (شکل ۲). در واقع مصرف مقادیر بذر کمتر که منجر به کاهش تراکم بوته می‌شود، با حفظ کلروفیل و جلوگیری از تخریب و زوال آن، به افزایش فتوسنتز می‌انجامد (Habibi and Sorkhi, 2010; Firoz and Rodrigues, 2010).

درصد جذب تشعشع

روند جذب تشعشع در الگوها و مقادیر مختلف بذر در طول دوره رشد در شکل ۳ ارایه شده است. در مراحل اولیه رشد (اواسط پنجه‌زنی) به طور تقریبی در همه الگوها و مقادیر بذر مورد بررسی میزان کمتری از تشعشع دریافتی، توسط سایه‌انداز گیاهی جذب شد که این وضعیت با افزایش مراحل رشد افزایش یافت. پلنت و همکاران (Plenet *et al.*, 2000) علت افزایش جذب تشعشع توسط سایه‌انداز را افزایش سطح برگ و کامل‌تر شدن پوشش گیاهی دانستند. همچنین در مراحل اولیه رشد، مصرف بذر بیشتر به علت افزایش شاخص سطح برگ، جذب تشعشع فعال فتوسنتزی را افزایش می‌دهد (Alimadadi *et al.*, 2006). اما با گذشت زمان و بسته‌شدن کامل سایه‌انداز (اندکی پس از گلدهی) تقریباً

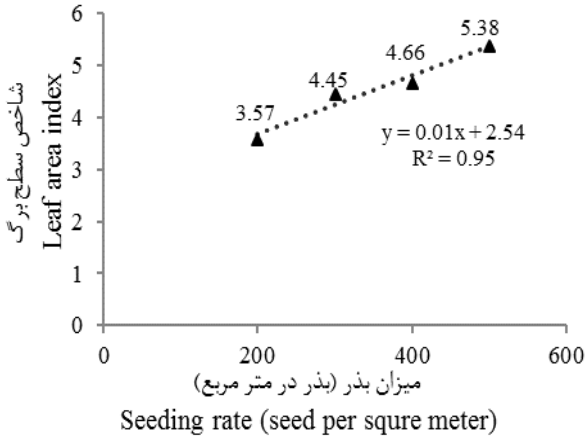
www.SID.ir

Archive of SID

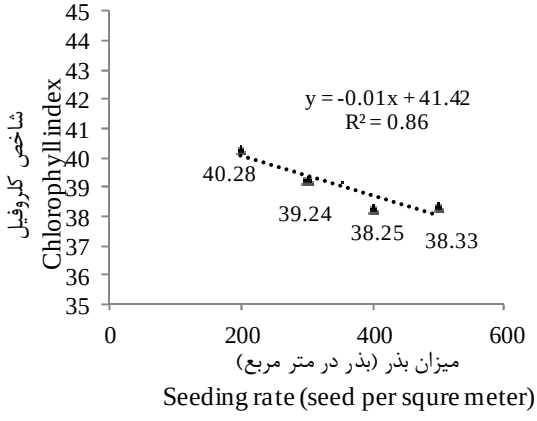
تمامی تشعشع رسیده به سطح سایه‌انداز در همه سطوح بذر مصرفی به‌طور یکسان جذب می‌شود (Mansoori *et al.*, 2013). چنان‌چه نورسنجی در مراحل بعدی رشد نیز انجام می‌گرفت، به دلیل زردی و از بین رفتن برگ‌ها، سطح برگ کاهش و منجر به ایجاد روند کاهشی در نمودارهای فوق می‌شد. در آزمایش علیمددی و همکاران (Alimadadi *et al.*, 2006) کاهش سطح برگ در مراحل پایانی رشد به کاهش جذب تشعشع انجامید. کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر در ابتدای رشد به طور تقریبی در کلیه مقادیر بذر مصرفی مورد آزمایش، درصد بیشتری از تشعشع فعال فتوسنتزی را نسبت به دیگر روش‌ها جذب کرد، زیرا در فواصل ردیف کمتر به علت رقابت کمتر بوته‌ها، اختصاص فضای بیشتر به هر بوته و افزایش شاخص سطح برگ، گیاهان سریع‌تر سایه‌انداز خود را بسته و میزان تابش دریافتی افزایش می‌یابد. از آن‌جا که بیشینه شاخص سطح برگ، مربوط به کشت مسطح با فاصله ردیف ۱۷سانتی‌متر بود، بنابراین گیاهان طی فصل رشد در جذب تشعشع فعال فتوسنتزی برتری داشتند. افزایش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در الگوهای کشتی که از شاخص سطح برگ بالاتری برخوردار بودند در آزمایش اطلسی پاک و همکاران (AtlasiPak *et al.*, 2006) نیز مشاهده شد.

ضریب خاموشی نور

این مولفه نرخ کاهش نور در جامعه‌ی گیاهی را با عدد بیان می‌کند و مشخصه ایستایش برگ‌هاست که بیشتر شامل زاویه برگ‌ها و چگونگی تجمع برگ‌ها در داخل جامعه‌ی گیاهی است (Gardner *et al.*, 2006). در آزمایش حاضر، این شاخص بر اساس پنج مرحله نورسنجی در طول فصل رشد محاسبه شد. با توجه به این‌که با افزایش رشد، زیاد شدن شاخص سطح برگ در الگوها و مقادیر مختلف مصرف بذر تأثیر کمتری در کاهش ضریب خاموشی نور در جامعه گیاهی داشت، این مسئله می‌تواند موجب عدم معنی‌داری اثر تیمارها بر ضریب خاموشی نور شده باشد (جدول ۳). در آزمایشی بیان شد که ضریب خاموشی نور به چگونگی پراکنش برگ‌ها و مقدار نور عبور یافته توسط کانوپی بستگی دارد و به نظر می‌رسد با افزایش تراکم (میزان بذر) تغییری در نحوه پراکنش برگ‌ها صورت نمی‌گیرد (Zahed *et al.*, 2013). کمانیان و همکاران (Kamanian *et al.*, 2004) گزارش کردند که رقم، تاریخ و تراکم کشت جو، تأثیری بر ضریب خاموشی نور ندارد. البته در برخی مطالعات گزارش شده است که افزایش تراکم به‌دنبال افزایش شاخص سطح برگ موجب کاهش ضریب خاموشی نور شد (Majd Nasiri and Ahmadi, 2000).



شکل ۱- اثر میزان بذر بر شاخص سطح برگ
Figure 1. Effect of seeding rate on leaf area index



شکل ۲- اثر میزان بذر بر شاخص کلروفیل
Figure 2. Effect of seeding rate on chlorophyll index

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در این آزمایش

Table 3. Analysis of variance of the studied traits in this experiment

منابع تغییرات Source of Variation		درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of squares								
			شاخص سطح برگ Leaf area index	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	ضریب خاموشی نور Light extinction	تعداد سنبله در متر مربع No. of spike per m^2	تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelet per spike	تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد زیست‌توده Biological yield
Block	بلوک	2	1.78^{ns}	17.46^{ns}	0.019^{ns}	6126.57^{ns}	123.55^{ns}	23.15^{ns}	4.61^{ns}	477294^{ns}	702409.3^{ns}
Planting pattern	الگوی کشت	3	10^{**}	18.26^{ns}	0.011^{ns}	135162^{*}	52.49^{ns}	63.40	170.55^{*}	1424992.1^{*}	111192752.1^{**}
Error 1	خطای اول	6	2.29	31.45	0.02	65864.25	220.62	225.61	49.82	4481476.34	21319849.2
Seeding rate	میزان بذر	3	20.12^{**}	32.66^{*}	0.019^{ns}	164969.39^{**}	69.53^{**}	75.84^{*}	15.42^{ns}	5288637.87^{*}	8694664.57^{ns}
Error 2	خطای دوم	6	0.3	7.92	0.017	24775.38	11.59	22.98	24.89	1655389.93	8895304.2
Interaction	اثر متقابل	9	3.81^{ns}	52.27^{ns}	0.05^{ns}	41918.63^{ns}	111.76^{ns}	76.35^{ns}	41.94^{ns}	7887469.77^{ns}	42163399.6^{ns}
Residual error	خطای باقیمانده	18	3.32	58.88	0.06	84434.87	196.98	157	92.12	7293843.45	46391757.6
CV (%)	ضریب تغییرات (درصد)	-	9.5	4.63	11.79	15.32	7.77	7.44	6.16	14.61	14.9

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد سنبله در متر مربع

اثر الگوی کشت و میزان بذر بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین تعداد سنبله در متر مربع به ترتیب با میانگین ۵۳۱/۹۴ و ۳۸۶/۲۵ سنبله در متر مربع از الگوی کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر و کشت سه ردیفه بر روی پشته به‌دست آمد (جدول ۴). قرارگیری جریان آب درون جوی‌ها در کشت‌های پشته‌ای به احتمال زیاد سبب شده است سطح پشته زودتر تحت شرایط خشکی قرار بگیرد و در نهایت تعداد پنجه بارور و سنبله را کاهش دهد (جدول ۴). توانایی تولید تعداد سنبله بیشتر در سیستم‌های کشت مسطح در مقایسه با کشت پشته‌ای در آزمایش دیگری نیز گزارش شد (Kakar, 2003). هر واحد افزایش بذر، موجب افزایش ۰/۵۱ سنبله در متر مربع (شکل ۴) شد. آزمایش نوورولنیک (Noworolnik, 2010) نیز حاکی از واکنش مثبت تعداد سنبله در واحد سطح در برابر میزان بذر مصرفی بود.

مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۵) نشان داد که الگوی کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر با کاربرد ۵۰۰ بذر در متر مربع (تیمار P_1D_4) و الگوی کشت پشته‌ای سه ردیفه با کاربرد ۲۰۰ بذر در متر مربع (تیمار P_3D_1) به ترتیب با میانگین ۶۰۶/۹۳ و ۲۵۱/۳۶ سنبله در متر مربع دارای بیشترین و کمترین شمار سنبله در متر مربع بودند.

تعداد سنبلچه در سنبله

اثر میزان بذر بر تعداد سنبلچه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش میزان بذر، تعداد سنبله در متر مربع افزایش یافت و این مسئله منجر به تشدید رقابت بین آن‌ها برای دریافت مواد فتوسنتزی و کاهش تعداد سنبلچه‌ها شد، به‌طوری که با افزایش هر بذر در متر مربع، تعداد سنبلچه‌ها به اندازه ۰/۰۱ کاهش یافتند (شکل ۵) که با پژوهش مارشال و هانت (Marshal and Hunt, 2007) مطابقت داشت. در میان ترکیبات تیماری نیز، بیشترین و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله مربوط به تیمارهای P_1D_1 و P_3D_4 بود که البته این دو تیمار نیز تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۵). در واقع مصرف میزان بذر بیشتر که سبب افزایش رقابت می‌شود، به کاهش تعداد سنبلچه در سنبله منجر شد.

تعداد دانه در سنبله

این مولفه تحت تاثیر معنی‌دار میزان بذر قرار گرفت و الگوی کشت و اثر متقابل آن با میزان بذر از این نظر معنی‌دار نبودند (جدول ۳). هر واحد افزایش مصرف بذر سبب شد ۰/۰۱ از تعداد دانه در سنبله کاسته شود. افزایش شمار بذر در متر مربع، با افزایش تعداد سنبله در متر مربع همراه است و این مسئله سبب تشدید رقابت گیاهان مجاور قبل از تشکیل سلول‌های مولد گل می‌شود و تعداد آن‌ها را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد و در نهایت به کاهش تعداد دانه در سنبله منجر می‌شود (Gardner *et al.*, 2006)، که این مسئله به دلیل آثار جبرانی اجزای عملکرد است (شکل ۶). در گزارش دیگری نیز در جو، افزایش تراکم به کاهش تعداد دانه در سنبله انجامید (Paunovic *et al.*, 2006). در میان تیمارهای مورد بررسی نیز بیشترین تعداد دانه در سنبله (با میانگین ۴۳/۳۶) مربوط به تیمار P_1D_1 و کمترین آن (با میانگین ۳۶/۱۶) مربوط به تیمار P_4D_3 بود (جدول ۴).

وزن هزار دانه

اثر الگوی کشت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین میانگین وزن هزار دانه از روش کشت پشته‌ای سه ردیفه به‌دست آمد و این روش کشت با دیگر الگوهای کشت، اختلاف آماری معنی‌داری داشت. کمترین وزن هزار دانه نیز از کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۴). کاهش تعداد سنبله، موجب استفاده از حداکثر توان گیاه برای پر کردن دانه‌ها و تسهیم مطلوب‌تر مواد فتوسنتزی بین آن‌ها شده و در نهایت وزن هزار دانه را افزایش داد (Reynolds, 2009). در آزمایش حاضر نیز الگوی کشت پشته‌ای سه ردیفه در واکنش به کاهش تعداد سنبله‌ها موجب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه شده شد که با نتایج وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2011) هم‌خوانی دارد، اما کریمی نشان داد که وزن هزار دانه تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است و از الگوی کشت تأثیر نمی‌پذیرد (Karimi, 2011). در میان تیمارهای مورد مطالعه، کشت سه ردیف روی پشته با ۳۰۰ بذر در متر مربع و کشت مسطح با فواصل کمتر (۱۷ سانتی‌متر) با کاربرد ۲۰۰ بذر در متر مربع، به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۵).

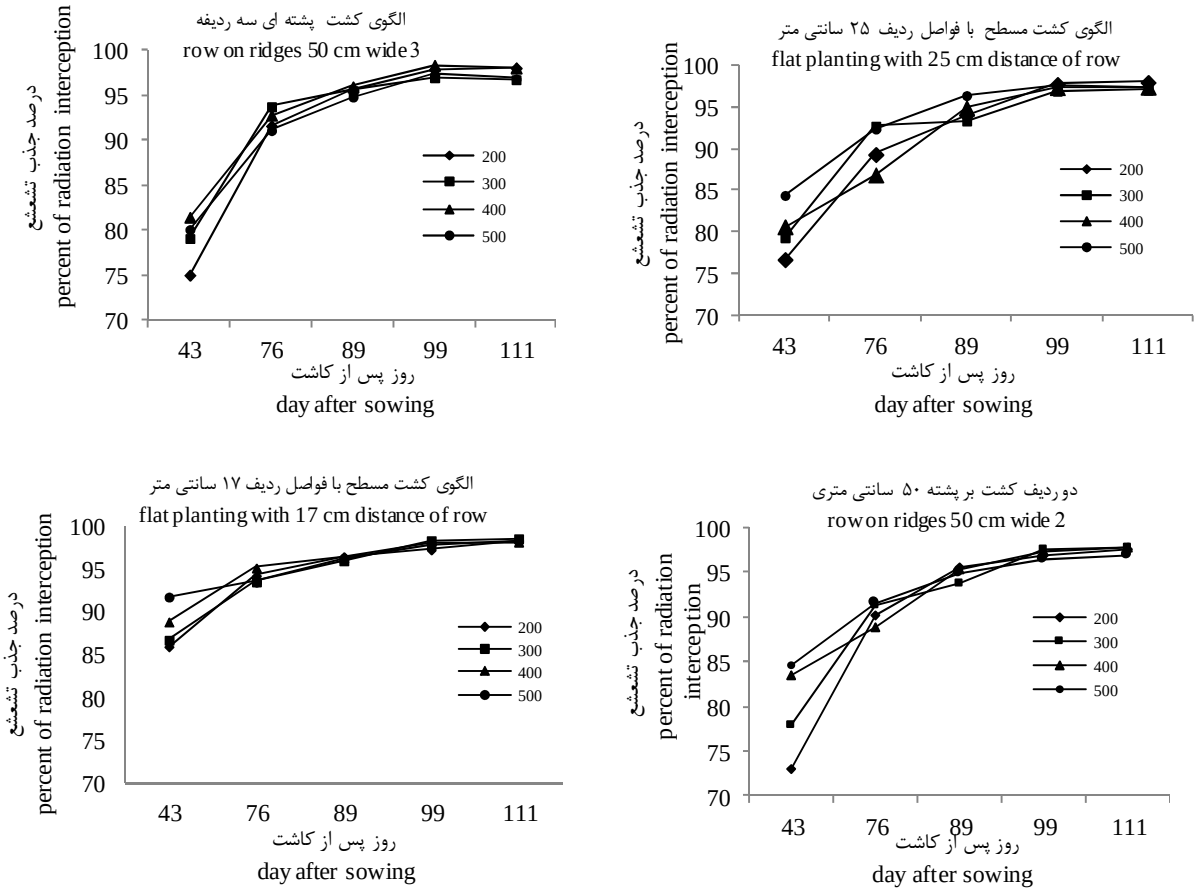
www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد زیست‌توده

اثر الگوی کشت بر عملکرد زیست‌توده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). کاهش فواصل ردیف و پراکنش یکنواخت‌تر گیاهان در الگوی کشت مسطح با فاصله ردیف ۱۷ سانتی‌متر، منجر به استخراج کامل منابع محیطی و رقابت کمتر با گیاهان مجاور شد و رشد رویشی و در نهایت عملکرد ریست‌توده را نسبت به دیگر الگوهای کشت افزایش داده است (جدول ۴). گزارش شده است که در فواصل ردیف کمتر، عملکرد زیست‌توده بیشتری به‌دست می‌آید (Malik *et al.*, 2009). در میان تیمارهای مطالعه شده در این آزمایش نیز بیشترین عملکرد زیست‌توده از کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر و تراکم ۳۰۰ بذر در متر مربع با میانگین ۱۴۵۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۴). در الگوهای کشت پشته‌ای به علت این که فضای زیادتری نسبت به کشت مرسوم به احداث جویچه‌ها اختصاص می‌یابد، در عمل فضاهای خالی در مزرعه افزایش پیدا کرده و ماده خشک کمتری از فضای موجود به‌دست آمد (Sayre and Moreno Ramos, 1997)، به‌گونه‌ای که کمترین عملکرد بیولوژیک (۸۵۲۹ کیلوگرم در هکتار) نیز از پشته‌های دو ردیفه و با ۲۰۰ بذر در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۴).

عدم معنی‌داری اثر میزان بذر بر عملکرد زیست‌توده به دلیل آن است که در عمل با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، وزن هر بوته کاهش می‌یابد و در نتیجه پس از مصرف میزان بذر معینی، افزایش تعداد بوته خنثی شده و عملکرد ماده خشک در حد ثابتی باقی می‌ماند (Moradi, 2010).



شکل ۳- روند جذب تشعشع در الگوها و مقادیر مختلف بذر در طول دوره رشد

Figure 3. Process of radiation interception in planting patterns and rate of seeds during the growing period

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- اثر الگوی کشت بر شاخص سطح برگ، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده

Table 4. Effect of planting pattern on LAI, number of spike/m^2, 1000-grain weight, grain yield and biological yield

Planting pattern	الگوی کشت	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد سنبله در متر مربع No. of spike/m^2	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد زیست‌توده Biological yield
Flat planting with 17 cm distance between rows	مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر	5.18^{a}	531.94^{a}	34.63^{b}	5072.1^{a}	13250.2^{a}
Flat planting with 25 cm distance between rows	مسطح با فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر	4.56^{b}	440.97^{ab}	36.76^{b}	4691.6^{ab}	1057.2^{b}
Two rows on ridges 50 cm wide	دو ردیف کشت روی پشته ۵۰ سانتی‌متر	3.89^{c}	429.04^{ab}	35.77^{b}	3765.1^{c}	9150.4^{b}
Three rows on ridges 50 cm wide	سه ردیف کشت روی پشته ۵۰ سانتی‌متر	4.43^{bc}	386.25^{b}	39.71^{a}	3894.6^{bc}	10097.7^{b}
$LSD_{5\%}$	حداقل اختلاف معنی‌دار	0.61	104.66	2.87	863.33	1883

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means followed by the same letters in each column have not significantl differeces by LSD test.

عملکرد دانه

دو تیمار الگوی کشت و میزان بذر در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۳). الگوی کشت مسطح با فاصله ردیف ۱۷ سانتی‌متر دارای بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵۰۷۲/۱ کیلوگرم در هکتار بود و این روش با الگوهای کشت پشته‌ای اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد. کمترین عملکرد دانه با میانگین ۳۷۶۵/۱ کیلوگرم در هکتار نیز از پشته‌های دو ردیفه به‌دست آمد، به‌طوری که عملکرد دانه در الگوی کشت مسطح، ۲۵/۷۶ درصد بیشتر از پشته‌های دو ردیفه بود (جدول ۴). کاهش فواصل ردیف و پراکنش یکنواخت‌تر گیاهان منجر به استخراج کامل منابع محیطی و رقابت کمتر با گیاهان مجاور و بهبود رشد گیاه شد و در نهایت سبب افزایش شاخص سطح برگ، بسته شدن سریع‌تر سایه‌انداز، افزایش فتوسنتز و ارتقای عملکرد می‌شود. به‌علاوه از آن‌جایی که عملکرد دانه تابع اجزای عملکرد بوده و تعداد سنبله در متر مربع یکی از اصلی‌ترین اجزای عملکرد دانه است، می‌توان این‌گونه بیان کرد که افزایش عملکرد ناشی از کاهش فاصله ردیف به علت افزایش تعداد سنبله در متر مربع بوده است. در الگوهای کشت پشته‌ای نیز به دلیل خشک شدن سریع‌تر سطح پشته و همچنین افزایش فضاهای خالی در مزرعه در اثر وجود جویچه‌ها، تعداد سنبله در متر مربع و در نهایت عملکرد دانه کاهش پیدا کرد که با نتایج دیگران مطابقت داشت (Modarres Sanavi and Sorushzadeh, 2003).

با هر واحد افزایش میزان بذر، عملکرد دانه به میزان ۲/۷۳ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (شکل ۷). در واقع با وجود افزایش تعداد سنبله در متر مربع در مقادیر بالای بذر و با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار بین وزن هزار دانه در مقادیر مختلف بذر مصرفی، افزایش رقابت درون گیاهی سبب کاهش تعداد دانه در سنبله شده است (Tabatabaei, 2013). نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نیز نشان داد که بالاترین عملکرد دانه از تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع در الگوی کاشت مسطح با فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر (۵۸۴۷/۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن (با میانگین ۳۲۱۰ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۵۰۰ بذر در متر مربع با الگوی کاشت پشته‌های سه‌ردیفه به‌دست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو

Table 5. Effect of experimental treatments on barley yield and yield components

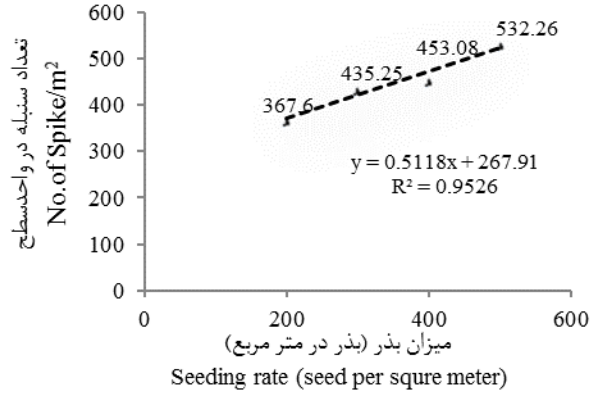
تیمار* Treatment*	تعداد سنبله در متر مربع No. of spike/m²	تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelete/spike	تعداد دانه در سنبله No. of grain/spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد زیست‌توده Biological yield
P_1D_1	444.25^{bcde}	47.4a	43.36a	35.93cdefg	5584.1ab	13794ab
P_1D_2	529.93^{abc}	46.4ab	41.83abc	33.89gf	5635.9ab	14580a
P_1D_3	546.64^{ab}	43.4abc	42.36ab	36.61abcdef	4644.8bc	11637bcd
P_1D_4	606.93^{a}	40.2bc	38.66abc	32.08g	4423.8cd	12989abc
P_2D_1	434.14^{bcde}	41.2abc	39.7abc	37.52abcdef	5847.4a	13176abc
P_2D_2	431.15^{bcde}	42.4abc	37.66abc	35.66cdefg	4279.8cde	9731de
P_2D_3	402.20^{de}	41bc	38.4abc	35.9cdefg	4309.5cde	10025de
P_2D_4	496.39^{abcd}	42abc	38.1abc	37.98abcde	4329.7cd	9353de
P_3D_1	251.36^{f}	45.8ab	42.1abc	40.06ab	4656.4bc	10275de
P_3D_2	365.63^{ef}	42abc	39.96abc	40.17a	3573.2cde	9799de
P_3D_3	427.89^{bcde}	42abc	39abc	39.36abc	4138.8cde	11128cde
P_3D_4	500.12^{abcd}	38.8c	36.8bc	39.25abcd	3210e	9188ed
P_4D_1	340.68^{ef}	40.86bc	39.6abc	36.23bcdef	3468.8ed	8529e
P_4D_2	414.31^{cde}	42.93abc	42.6ab	34.88efg	3615.1cde	8830e
P_4D_3	435.58^{bcde}	42.9^{abc}	36.16c	36.58abcdef	4037.1cde	9678de
P_4D_4	525.59^{abcd}	41.86^{abc}	38.4abc	35.39defg	3939.4cde	9564de

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار ندارند.

*: تیمارها عبارت‌اند از: P_1 مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر، P_2 مسطح با فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر، P_3 دو ردیف کشت روی پشته ۵۰ سانتی‌متر، P_4 سه ردیف کشت روی پشته ۵۰ سانتی‌متر، D_1 تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع، D_2 تراکم ۳۰۰ بذر در متر مربع، D_3 تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع، D_4 تراکم ۵۰۰ بذر در متر مربع.

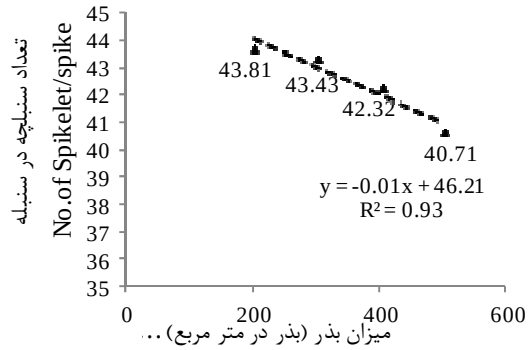
Means followed by the same letters in each column have not significantl differeces by LSD test.

*: The treatments are including: P_1, Flat planting with 17 cm distance between rows; P_2, Flat planting with 25 cm distance between rows; P_3, Two rows on ridges with 50 cm wide; P_4, Three rows on ridges with 50 cm wide; D_1, Seeding rate of 200 seeds per m^2; D_2, Seeding rate of 300 seeds per m^2; D_3, Seeding rate of 400 seeds per m^2; D_4, Seeding rate of 500 seeds per m^2.



شکل ۴- اثر میزان بذر بر تعداد سنبله در واحد سطح (متر مربع)

Figure 4. Effect of seeding rate on spike number/m^2

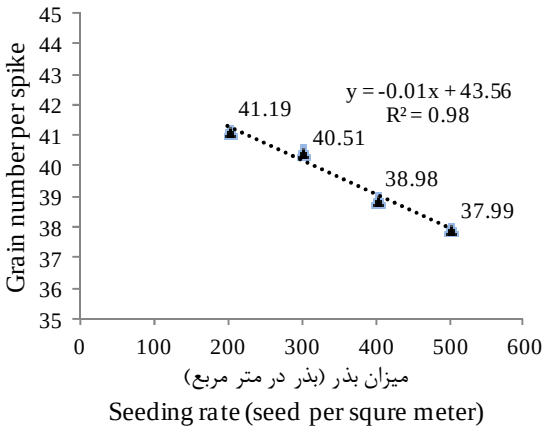


شکل ۵- اثر میزان بذر بر تعداد سنبلچه در سنبله

Figure 5. Effect of seeding rate on spikelet number/spike

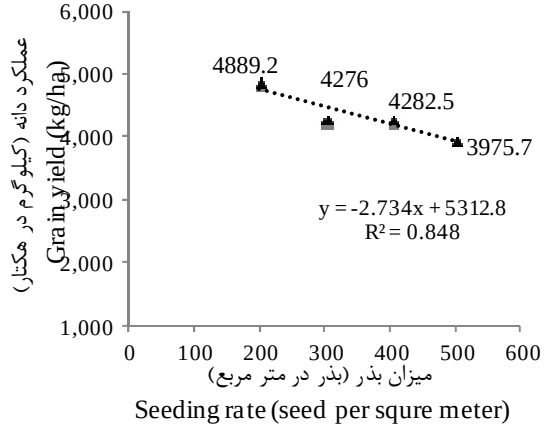
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- اثر میزان بذر بر تعداد دانه در سنبله

Figure 6. Effect of seeding rate on grain number/spike



شکل ۷- اثر میزان بذر بر عملکرد دانه

Figure 7. Effect of seeding rate on grain yield

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر اصلی فاصله ردیف بر عملکرد دانه تا حد زیادی ناشی از اختلاف در توزیع انرژی تشعشعی بود. در فواصل ردیف کمتر به علت رقابت کمتر بوته‌ها، اختصاص فضای بیشتر به هر بوته و افزایش شاخص سطح برگ، گیاهان سریع‌تر سایه‌انداز خود را بسته و میزان تابش دریافتی افزایش یافت. با افزایش بذر و تراکم بوته، در طول دوره رشد جذب تشعشع افزایش یافت و الگوی کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر نسبت به دیگر روش‌های کشت برتری داشت و این مسئله به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه منجر شد. اگرچه افزایش تعداد بذر در متر مربع، سبب افزایش شاخص سطح برگ شد، اما سایه‌اندازی در مقادیر بالای مصرف بذر منجر به کاهش عملکرد دانه شد. کشت با بذر کمتر علاوه بر کاهش رقابت و صرفه‌جویی در میزان بذر مصرفی، موجب تعادل بین اجزای عملکرد شد و توازنی جهت به‌دست آوردن عملکرد اقتصادی فراهم کرد، به‌طوری که بالاترین عملکرد دانه از تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع به‌دست آمد.

References

Alimadadi, A., Jahansooz, M. R., Ahmadi, A., Tavakol Afshari, R. and Rostamza, M. 2006. Cowpea, common bean and mung bean radiation use efficiency, light extinction coefficient and radiation interception in double cropping. **Journal of Research and Development** 71: 67-75. (In Persian with English Abstract).

Anil Prashar, S., Thaman, A., Nayyar, E., Humphre, S. S., Sing, Y., Gajri, P. R. and Smith, D. J. 2004. Performance of wheat on beds and flats in Punjab, India. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbance. Australia.

AtlasiPak, V., Mamghani, R., Mesgarbashi., M. and Nabipoor, M. 2006. Effect of planting pattern on light use efficiency and dry matter accumulation in three varieties of spring rapeseed. **Scientific Journal of Agriculture** 29 (4): 139-152. (In Persian with English Abstract).

Bhuyan, M. H., Ferdousi, M. R. and Iqbal, T. 2012. Foliar spray of nitrogen fertilizer on raised bed increases yield of transplanted aman rice over conventional method. **International Scholarly Network (ISRN) Agronomy** 1-8.

Clarence, M., Robert, S. and Shaw, H. 1965. Light distribution in field soybean canopies. **Agronomy Journal** 59: 7-9.

Fathi, Gh. 2005. Effect of planting pattern and population density on light extinction coefficient, light interception and grain yield of sweet corn (Hybrid SC704). **Journal of Agricultural Science and Natural Resources (Agriculture and Plant Breeding)** 12: 131-143. (In Persian with English Abstract).

www.SID.ir

Archive of SID

Fiorez, S. L. and Rodrigues, J. D. 2012. Effects of sowing density and plant growth regulators on the morphological and physiological characteristics of the wheat flag leaf. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 7 (1): 89-96.

Gardner, F. P., Brent Pearce, R. and Mitchell, R. L. 1999. Physiology of crop plants. Translated by Koocheki, A. and Sarmadnia, G. ACECR of Mashhad, Iran. (In Persian).

Gholybaigian, M., Zarghami, R., Nasri, M., Zargari, K. and Haj Seyyed Hadi, M. R. 2009. Effect of plant density and N-fertilizer on radiation use effeciency and extinction coefficient in milk thistle (*Silybum marianum*) as a medicinal plant. **Journal of Dynamic Agriculture** 6 (1): 1-12. (In Persian with English Abstract).

Gifford, R. M., Thone, J. H., Witz, W. D. and Giaquinta, R. T. 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. **Crop Science** 225: 801-808.

Goldani, M. Rezvani Moghaddam, P., Nassiri Mahallati, M. and Kaffi, M. 2009. Radiation use efficiency of maize (*Zea may*s L.) hybrids with different growth types in response to density. **Iranian Journal of Agronomy Research** 7 (2): 595-604. (In Persian with English Abstract).

Habibi, F. and Sorkhi, F. 2011. Effect of wild oat (*Avena fatua* L.) density on morpho-physiologcal characteristics and yield of winter wheat**. Journal of Reserch in Crop Sciences** 4 (13). 41-50.

Haverortk, A., Unek, J., Veround, D., Van, H. and Vaart, M. 1991. Relationship between ground cover, infrared reflectace of crops potato abstract. **Indian Journal of Agronomy** 34: 119-125.

Jaafari Haghighi, B., Mamaghani, R., Kashani, A. and Siadat, S. A. 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 with English Abstract).

Jamshidi, A. and Tayari, E. 2011. Effect of different methods mechanization sowing barley in North of Khuzestan, Iran. **Australian Journal of Basic Applied Sciences** 5 (12): 1460- 1465.

Kakar, K. M. 2003. Irrigation and nitrogen levels for wheat varieties under bed planting system. Ph.D Dissertation. NWFP Agriculture University. Peshawar.

Kamanian, A. R., Stockle, C. O. and Huggins, R. 2004. Variability of barley radiation use efficiency. **Crop Science** 44: 1662-1672.

Karimi, A. 2011. Effects of different planting methods and irrigation levels on yield of two wheat cultivars in Ahvaz. M. Sc. Dissertation. Shahid-Chamran University, Ahvaz, Iran. (In Persian).

Khayamim, S., Mazaheri, D., Banaianavval, M., Goohari, J. and Jahansooz, M. R. 2002. Determination of sugar beet extinction coefficient and radiation use efficiency at different plant density and nitrogen use levels. **Journal of Sugarbeet** 18 (1): 51-66. (In Persian with English Abstract).

Lack, S., Modhej, A., Mojadam, M., Alavi, M., Sadeghipoor, O. and Seyyed Javdi, K. 2009. Effect of genotypes and plant density on grain and forage yield of barley. **Journal of Plant and Ecosystem** 18: 25-43. (In Persian with English Abstract).

Liu, T., Song, F., Liu, S. and Zhu, X. 2012. Light interception and radiation use efficiency response to narrow-wide row planting patterns in maize. **Australian Journal of Crop Science**. 6 (3): 469-476.

Majd Nasiri, B. and Ahmai, M. 2000. Effect of planting season and row spacing in distribution of absorbtion of light in the safflower's canopy ghenotype. **Iranian Journal of Agricultural Sciences** 36 (1):73-63. (In Persian with English Abstract).

Malik, M. A., Haroon-ur Rasheed, A. and Razzaq, A. 2009. Row spacing study of two wheat varieties under rainfed condition. **Sahard Journal of Agriculture** 12: 31-36.

Mansoori, H., Mansoori, L., Jamshidi, Kh., Rastgoo, M. and Moradi, R. 2013. Uptake ad use efficiency of light in corn-bean intercropping in Zanjan region. **Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products** 3 (9): 15-26. (In Persian with English Abstract).

Marshal, L. A. and Hunt, A. 2007. Grain yield and spike number in winter wheat in a humidocotinetal climate. **Crop Science** 31: 360-363.

Mercado-Luna, A., Rico-Garcia, E., Lara-Herrera, A., Soto-Zarazua, G., Ocampo-Velazquez, R., Guevara-Gonzalez, R., Herrera-Ruiz, G. and Torres-Pacheco, I. 2010. Nitrogen determination on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seedlings by color image analysis (RGB). **African Journal of Biotechnology** 9 (33): 5326-5332.

www.SID.ir

Archive of SID

Modarres- Sanavi, S. A. and Sorushzadeh, A. 2003. Effect of row spacing and seeding rate on yield and yield components of promising wheat line M-75-10. **Journal of Agriculture Sciences and Nature Resources** 10 (10): 83-97.

Monsi, M. and Saeki, T. 1953. Uber den lichtfaktor in den pflanzeng sellschaften und sein bedeutung fur die stoffproduktion. **Journal of Botany** 14: 22-52.

Moradi, K. 2010. Effect of raised bed planting and plant density on yield and yield components of wheat cv S-78-11 in ahwaz region. M. Sc. Dissertation. Ramin University of Agriculture and Natural Resources, Ahwaz, Iran. (In Persian).

Noworolnik, K. 2010. Effect of sowing rate on yield and grain quality of new cultivars of spring barley. **Polish Journal of Agronomy** 3: 20-23.

Paunovic, A. S., Knezevic, D. and Madic, M. 2006. Genotype variations in grain yield of spring barley depending on sowing density. **Genetika** 38 (2): 107-114.

Plenet, D., Mollier, A. and Pellerin, S. 2000. Growth analysis of maiz field crops under phosphorus deficiency, radiation-use efficiency, biomass accumulation and yield components. **Plant and Soil** 224: 259-272.

Reynolds, M., Foulkes, M. J., Slafer, G. A., Berry, P., Parry, M. A., Snape, J. and Angus, W. 2009. Raising yield potential in wheat. **Journal of Botany** 60: 1899-1918.

Saber Ali, S. A., Hejazi, A., Sadat Noori, S. A., Zand, E. and Baghestani, M. A. 2006. Study of corn and common lambsquarters (*Chenopodium album*) radiation use efficiency under competition condition**. Plant Pest and Diseases** 74 (2): 63-79. (In Persian with English Abstract).

Sayre, K. D. and Moreno Ramos, O. H. 1997. Applications of raised-bed planting system to wheat. Wheat Programe Special Report No. 31. CIMMYT.

Sikander, K., Hussain, I., Sohail, M., Kissana, N. S. and Abbas, S. G. 2003. Effect of different planting methods on yield and yield components of wheat. **Asian Journal of Plant Sciences** 2 (10): 811-813.

Soleymani, A., Shahrajabian, M. H. and Naranjani, L. 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.

Soltani, A., Robertson, M. J., Rahemi Karizaki, A., Poorreze, J. and Zarei, H. 2006. Modeling biomass accumulation and partitioning in chickpea (*cicer arietinum* L)**. Journal of Agronomy and Crop Science** 192: 379-389

Tabatabaei, S. A. 2013. Effect of date of planting and plant density on crop characteristics, grain yield and harvest index on barley cultivars in Yazd. **Seed and Plant Production Journal** 29 (4): 523-538. (In Persian with English Abstract).

Turk, M. A., Abdel Rahman, M., Tawaha, A., Niksun, O. and Rifaee, M. 2003. Response of six-row barley to seeding rate with or without ethrel spray in the absence of moisture stress. **International Journal of Agriculture and Biology** 5 (4): 416-418.

Wang, F., Kong, L., Sayre, K., Li. Sh., Feng, B. and Zhang, B. 2011. Morphological and yield responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to raised bed planting in northern China. **African Journal of Agriculture Research** 6 (13): 2991-2997.

Waraich, E. A., Rashid, A., Saifullah, C. and Shamim, A. 2010. Raised bed planting-a new technique for enhancing water use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) in semi-arid zone. **Iranian Journal of Plant Physiology** 1 (2): 73-84.

Zadoks, J. C., Chang, T. T. and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. **Weed Research** 14: 415-421.

Zahed, M., Galeshi, S., Latifi, N., Soltani, A., Kalateh, M. and Hoseini, R. 2013. Effect of plant density on light extinction coefficient and radiation use efficiency in old and new wheat genotypes. **Iranian Journal of Agricultural Research** 11 (3): 506-514. (In Persian with English Abstract).

www.SID.ir

Archive of SID

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 6, No. 2, Summer 2016 (185-199)

Reaction of radiation interception, light extinction coefficient, yield and yield components of barley to planting pattern and seeding rate

Mona Solymani Abeyat[1], Mohammad Reza Moradi Talavat[2*] and Seyed Ataollah Siadat[3]

Received: June 1, 2015 Accepted: August 26, 2015

Abstract

To study the reaction of radiation interception, light extinction coefficient, yield and yield components of barley (*Hordeum Vulgare* L.), cultivar Jonoob, to planting pattern and seeding rate, an experiment was carried out in Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran, during 2013-14 cropping season. This research was conducted as strip plot in randomized complete block design with three replications. Four planting patterns (flat planting with 17 cm distance between rows, flat planting with 25 cm distance between rows, two rows on ridges with 50 cm wide and three rows on ridges with 50 cm wide) as first factor and four seeding rates (200, 300, 400 and 500 seeds per m^2) as second factor were considered. Results showed that the effect of treatments on light extinction coefficient were not significant. Flat planting with 17 cm row distance, led to increase in radiation received, better distribution of light and significant increase of grain and biological yield, because maximum spike number per m^2 and leaf area index. However, the maximum 1000 grain weight was obtained from three-rows on ridge. Spike number per m^2 and chlorophyll index were decreased by increasing the seeding rate, but grain yield, spikelet number per spike and grain number per spike were decreased. The maximum grain yield (5072.1 $kg.ha^{-1}$) was obtained from flat planting with 17 cm row distance and most appropriate seeding rate to obtain mazimum grain yield was 200 seeds per m^2.

Keywords: Index, LAI, Planting on the ridge, Row spacing

1. Former M. Sc. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
2. Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
3. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
* Corresponding author: moraditelavat@yahoo.com

www.SID.ir