مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، سال پنجم، شماره ۱۹، پاییز ۱۳۹۰، صفحه ۵۲-۳۷

مطالعه خصوصیات زراعی و شاخص‌های فیزیولوژیک رشد در ارقام برنج با فواصل مختلف کاشت در غرب مازندران

صالح محمدی[۱]، داود حبیبی[۲]، علی کاشانی[۲]، فرزاد پاک‌نژاد[۲]، سعید بخشی‌پور[۳] و محمدرضا اردکانی[۲]

چکیده

یکی از عوامل مهم در تصمیم‌گیری‌های زراعی برای دست‌یابی به عملکردهای بالا همراه با کیفیت مناسب، تعیین تراکم مطلوب گیاهی برای کاشت می‌باشد. بنابراین به منظور تعیین مناسب‌ترین تراکم بوته ارقام برنج، آزمایشی در سال ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن اجرا گردید. آزمایش مورد استفاده کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار که فاصله کاشت با ۴ سطح ۱۲، ۱۴، ۱۶ و ۱۸ سانتی‌متر روی ردیف به عنوان عامل اصلی و چهار رقم شیرودی، کادوس، هاشمی و دیلمانی به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. فاصله بین ردیف در کلیه تیمارها ۳۰ سانتی‌متر بود. نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد که تراکم‌های مختلف کاشت در هیچ‌یک از صفات به جز تعداد دانه پر و دانه کل اختلاف معنی‌داری از خود نشان ندادند. تفاوت ارقام بر صفات دانه پر و دانه کل در سطح احتمال ۵ درصد و برای سایر صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در فواصل بوته ۱۸ سانتی‌متر به مقدار ۵۷۸۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. بالاترین عملکرد نیز در رقم شیرودی با ۷۳۷۴ کیلوگرم در هکتار تولید شد. بررسی‌های انجام شده در رابطه با شاخص‌های رشد نیز نشان می‌دهد که بیشترین LAI در فاصله کاشت ۱۲ سانتی‌متر و بیشترین CGR و RGR در فاصله کاشت ۱۸ سانتی‌متر و رقم شیرودی بوده است. بنابراین، برای دست‌یابی به پتانسیل بالقوه رقم شیرودی استفاده از فاصله کاشت ۱۸ سانتی‌متر مناسب خواهد بود.

واژگان کلیدی: برنج، تراکم گیاهی، خصوصیات مورفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکرد.

۱- فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۵
۲- به‌ترتیب استادیار، استاد، استادیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۶
۳- بخش تحقیقات ژنومیکس، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه شمال کشور (رشت) (نگارنده‌ی مسئول) Sa_bakhshipour@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

عملکرد هر محصول زراعی حاصل رقابت برون و درون بوته‌ای برای عوامل محیطی رشد می‌باشد. حداکثر عملکرد زمانی حاصل می‌شود که این رقابت‌ها به حداقل خود رسیده و گیاه بتواند از عوامل محیطی رشد موجود، حداکثر استفاده را بنماید (Khajepour, 2008). توزیع فضایی گیاهان در یک جامعه زراعی با جذب تشعشع در ارتباط است و این صفت نقش تعیین کننده‌ای در ظرفیت فتوسنتزی و عملکرد دارد (Egli, 1998)، زیرا سرعت رشد محصول تابعی از انرژی تشعشعی مورد استفاده در فتوسنتز است (Wells *et al.*, 1993)، همچنین نفوذ نامتعادل نور به داخل پوشش گیاهی باعث افت عملکرد می‌شود، از طرفی افزایش کارآیی جذب تشعشع خورشیدی نیاز به سطح برگ کافی و توزیع یکنواخت برگ در پوشش گیاهی دارد و این هدف با تغییر تراکم و الگوی کاشت بوته‌ها روی سطح خاک میسر است (Shibles and Weber, 1995). فواصل مناسب بین ردیف‌های کاشت و بین بوته در روی ردیف کاشت تعیین کننده فضای رشد قابل استفاده هر بوته می‌باشد. تراکم مناسب و توزیع متعادل بوته‌ها در واحد سطح، موجب استفاده بهتر از رطوبت، مواد غذایی و نور گردیده و موجب افزایش عملکرد می‌شود (Koocheki and Sarmadnia, 2008).

باید توجه داشت که در تراکم‌های بیشتر از حد مطلوب، کاهش وزن بوته‌ها به حدی است که افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد بوته در واحد سطح خنثی می‌شود (Rao *et al.*, 1996). بابا‌پور (Babapour, 1992) با بررسی اثرات فاصله کاشت روی رقم پابلند طارم دیلمانی با سطوح مختلف کود نیتروژنه گزارش داد که در بین سه فاصله کاشت ۱۵×۱۵، ۲۰×۲۰ و ۲۵×۲۵ سانتی‌متر بیشترین عملکرد مربوط به فاصله کاشت ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و کمترین آن مربوط به تراکم ۱۵×۱۵ سانتی‌متر بود. یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2000) در تحقیقات خود نشان دادند که در فواصل مختلف کاشت، با افزایش فاصله، تعداد پنجه و برگ افزایش یافته و دوره رشد بیشتر می‌شود. جایاواردنا و آبیسکرا (Jayawardena and Abeysekera, 2002) در مطالعه خود بر تاثیر فاصله کاشت در عملکرد برنج هیبرید در ۶ فاصله کاشت ۱۵×۲۰، ۲۰×۲۰، ۲۰×۲۵، ۲۵×۲۵، ۲۵×۳۰ و ۳۰×۳۰ سانتی‌متر بیان کردند که تراکم گیاهی یکی از مهم‌ترین عوامل برای دست‌یابی به عملکرد بالا، همچنین ۳ فاصله کاشت ۲۰×۲۵، ۲۵×۲۵ و ۲۵×۳۰ سانتی‌متر را مناسب دانستند و دست‌یابی به عملکرد بالا با فاصله کاشت بیشتر را در اجرای سایر مدیریت‌های زراعی همانند کوددهی مناسب، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها بیان کردند. نحوی و همکاران (Nahvi *et al.*, 2005) در بررسی تاثیر فاصله کاشت و مقادیر کود نیتروژن در برنج هیبرید در سه فاصله کاشت (۲۰×۲۰، ۲۵×۲۵ و ۳۰×۱۵) سانتی‌متر، مناسب‌ترین فاصله کاشت را ۲۵×۲۵ توصیه کردند. شناخت و بررسی شاخص‌های رشد در تجزیه و تحلیل عوامل و اجزای آن از اهمیت زیادی برخوردار است و کل ماده خشک تولیدی معیاری از پتانسیل عملکرد است. روش‌هایی که برای تعیین اجزای رشد محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد تحت عنوان شاخص‌های رشد معرفی می‌شوند (Karimi and Azizi, 1997). پیردشتی (Pirdashti, 1998) در تحقیقات خود اعلام کرد که عملکرد در برنج به صفاتی همچون سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، سطح برگ، دوام سطح برگ، سرعت جذب خالص و سطح ویژه برگ وابسته است. بین درجه حرارت و نمو محصول ارتباط نزدیکی وجود دارد، لذا بایستی برای محاسبه توابع رشد از نسبت تغییرات وزن خشک به تغییرات شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

حرارت به جای تقویم زمانی استفاده کرد. به علاوه تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد بر اساس درجه روز رشد (GDD) در مقایسه با تقویم زمانی به علت پایدار ماندن آن قابل اعتماد است و برای مقایسه از ژنوتیپ‌های مختلف برنج مراحل فیزیولوژیکی نمو آنها که به هم منطبق نیست دارای اهمیت می‌باشد. معمولاً شاخص سطح برگ (LAI) به صورت تراکم گیاهی که به صورت مقدار سطح برگ در واحد سطح زمین می‌باشد بیان می‌شود، اندازه و پویایی شاخص سطح برگ، به عوامل به زراعی و اقلیمی و نیز عوامل گیاهی مثل اختلاف ارقام، نوع پنجه‌زنی و ارتفاع بوته بستگی دارد. با افزایش رشد در برنج، LAI نیز افزایش یافته و تقریباً در مرحله ظهور خوشه‌ها که گیاه دارای ۵ برگ کاملاً گسترش یافته می‌باشد به حداکثر مقدار می‌رسد (Yoshida, 1981) و متعاقباً با مرگ برگ‌های تحتانی LAI نیز شروع به تنزل می‌نماید (Esfahani, 1998). از طرفی نیز میزان LAI باید در حد مطلوب حفظ شود، زیرا شاخص سطح برگ بیش از اندازه، موجب سایه‌اندازی و کاهش فتوسنتز می‌گردد. ولی با کمک تغییر مورفولوژی برگ و ایجاد LAI مطلوب می‌توان اجازه نفوذ بیشتر نور را به قسمت‌های پایین پوشش گیاهی داد و با افزایش میزان فتوسنتز، عملکرد بالاتری به دست آورد (Pirdashti, 1998).

مطالعه سرعت رشد محصول (CGR) برای تفسیر اختلاف عملکرد گیاهان از اهمیت زیادی برخوردار است و با توجه به اینکه CGR تجمع ماده خشک در واحد زمان می‌باشد می‌تواند تخمین قابل قبولی از سرعت فتوسنتز کانوپی در واحد سطح زمین به حساب آید در نتیجه به بهترین شکل مفهوم رشد و سرعت تولید را در واحد سطح زمین در زمان مشخص ساخته و اثر متقابل تنفس و فتوسنتز را نشان می‌دهد (Karimi and Siddique, 1991).

ییننگ و همکاران (Ying *et al*., 1998) در تحقیقات خود بیان کردند که ارقامی با LAI بیشتر، تولید مواد فتوسنتزی بیشتری نموده که با توجه به رابطه مستقیم سرعت جذب خالص (NAR) و سرعت رشد محصول باعث افزایش CGR می‌گردد. رحیمیان و همکاران (Rahimiyan *et al*., 1998) سرعت افزایش در CGR را نتیجه میزان مواد تولید شده از طریق فتوسنتز، میزان تلفات ناشی از تنفس، اثرات جبرانی سطح برگ و سرعت فتوسنتز دانسته‌اند. سرعت رشد نسبی یک گیاه (RGR) در واقع کارایی رشد آن گیاه می‌باشد و بیانگر سرعتی از تولید بیوماس جدید به ازای بیوماس موجود، در واحد زمان است (Shipley, 2000)، که به عنوان یک معیار اساسی از تولید ماده خشک کاربرد داشته و از آن می‌توان برای مقایسه عملکرد گیاه تحت شرایط کاملاً مشخص استفاده نمود. با افزایش رشد گیاه برنج در مرحله بعد از خوشه‌دهی و اواسط رشد زایشی به علت کاهش نسبت اندام‌های فتوسنتز کننده به اندام‌های ساختمانی (اندام‌های غیر فتوسنتز کننده) و با سایه اندازی اندام‌های بالایی روی اندام‌های پایینی و کاهش توان فتوسنتزی در واحد سطح میزان RGR کاهش می‌یابد (Mirzakhani, 2001).

در این آزمایش هدف، بررسی بعضی از صفات فیزیولوژیکی و ارتباط آنها با تراکم و ارقام مورد مطالعه و تعیین مناسب‌ترین تراکم بوته برای دست یابی به بهترین اجزای عملکرد و عملکرد مطلوب در ارقام محلی و اصلاح شده و تعیین صفات مهم و روابط این صفات با عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام برنج با فواصل مختلف کاشت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷، در ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن در غرب استان مازندران به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های

Archive of SID

www.SID.ir

کامل تصادفی در ۳ تکرار با دو عامل فاصله کاشت به عنوان عامل اصلی در ۴ سطح ۳۰×۱۲=S_1، ۳۰×۱۴=S_2، ۳۰×۱۶= S_3 و ۳۰×۱۸=S_4 سانتی‌متر و ارقام به عنوان عامل فرعی شامل ۴ رقم، شیرودی=V_1، کادوس= V_2، طارم هاشمی=V_3 و طارم دیلمانی=V_4 اجرا گردید. در این تحقیق از ارقام موجود در منطقه شامل دو رقم محلی (دیلمانی و هاشمی) و دو رقم اصلاح شده (شیرودی و کادوس) استفاده شد. به منظور انجام این تحقیق خزانه‌گیری در فروردین‌ماه و نشاکاری در اردیبهشت‌ماه در مرحله ۵-۴ برگی انجام شد. کلیه عملیات زراعی شامل آماده کردن زمین اصلی، نشاکاری در زمین اصلی، آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و بیماری‌ها و مصرف کود طبق عرف منطقه انجام گرفت. بدین ترتیب که پس از نشاکاری تا ۱۵ روز قبل از برداشت در کرت‌ها آب وجود داشت. از علف‌کش بوتاکلر به میزان ۴-۳ لیتر در هکتار یک هفته بعد از نشاکاری استفاده شد. عمل وجین در دو مرحله ۱۵ و ۳۰ روز بعد از نشاکاری صورت گرفت. مقدار کود مورد استفاده به میزان ۲۰۰ کیلوگرم اوره و ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم در هکتار بود که کل کود فسفاته و ۷۰ درصد کود اوره قبل از نشاکاری و ۳۰ درصد مابقی کود اوره در هنگام تشکیل جوانه اولیه خوشه مصرف شد. به منظور بررسی شاخص‌های رشد، نمونه‌گیری به فاصله هر ۱۰ روز انجام گرفت و طی آن از سطح ۰/۲۵ متر مربع از هر کرت با احتساب ۲ ردیف حاشیه از طرفین، ۵ بوته به صورت کف بر برداشت گردید. ابتدا سطح برگ توسط دستگاه Leaf Area Meter مدل LI-۳۰۰۰ A ساخت شرکت LI-COR اندازه‌گیری و سپس نمونه‌های برگ و ساقه به طور جداگانه در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک و با ترازوی حساس (۰/۰۱گرم) توزین گردیدند. در این آزمایش به خاطر اختلاف در الگوی رشد و رسیدگی ارقام، از شاخص حرارتی درجه روز- رشد برای محاسبه استفاده گردید. شاخص حرارتی (GDD) با استفاده از فرمول زیر تعیین شد.

$$GDD = \sum_1^n [(Tmim + Tmax)/2] - Tb$$

که در آن T_{max}: حداکثر دمای روزانه، T_{min}: حداقل دمای روزانه، T_b: دمای پایه و n: تعداد روزها در یک مدت معین (دوره رویش) است. درجه حرارت پایه (T_b) در این بررسی ۱۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد (Das and Jat, 1997) و درجه حرارت‌های بالاتر از ۳۰ درجه و پایین‌تر از ۱۰ درجه به ترتیب ۳۰ و ۱۰ منظور شدند (Mahdavi, 2004). برای تعیین CGR و RGR ابتدا رابطه بین وزن خشک (DM) و شاخص حرارتی درجه روز- رشد با استفاده از معادله نمایی زیر تعیین شد:

$$DM = exp[a + b(GDD) + c(GDD)]^2$$

که در آن: DM وزن خشک، a, b, c ضرایب معادله و GDD شاخص حرارتی درجه- روز رشد است. سپس با استفاده از معادلات زیر، RGR و CGR تعیین شدند:

$$CGR = [b + 2c(GDD)].(DM)$$
$$RGR = b + 2c(GDD)$$

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، به منظور تعیین شاخص برداشت، ۴ بوته از هر کرت کف بر شد و با استفاده از فرمول زیر (Alizade, 1995)، شاخص برداشت هر تیمار محاسبه گردید:

$$HI = \left(\frac{EY}{BY}\right).100$$

که در آن HI: شاخص برداشت، EY: عملکرد اقتصادی و BY: عملکرد بیولوژیکی است. برای تعیین اجزای عملکرد نیز ۵ بوته از هر کرت، انتخاب و صفات مربوط شامل وزن هزار دانه سالم با رطوبت ۱۴ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

به‌وسیله ترازوی حساس بعد از برداشت، تعداد دانه کل در خوشه بعد از برداشت و تعداد خوشه در هر کپه بعد از گلدهی کامل اندازه‌گیری شدند. علاوه بر صفات مربوط به اجزای عملکرد، ارتفاع بوته (بر حسب سانتی‌متر از محل یقه در سطح خاک تا انتهای خوشه مرکزی در زمان برداشت)، طول خوشه (با اندازه‌گیری فاصله بین گره خوشه تا نوک خوشه بدون احتساب ریشک بر حسب سانتی‌متر)، عملکرد اقتصادی (وزن دانه)، عملکرد بیولوژیک (وزن دانه با کاه)، تعداد دانه پر و پوک (با شمارش تعداد دانه سالم و خالی در خوشه بعد از برداشت) نیز مورد اندازه گیری قرار گرفتند. تجزیه‌های آماری نیز به وسیله نرم افزار SAS نسخه ۶/۱۲ (SAS Institute, 2002) صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که فواصل مختلف کاشت و اثر متقابل تراکم بوته × رقم برای عملکرد دانه معنی‌دار نشده ولی برای ارقام در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. بررسی سایر صفات و خصوصیات زراعی مورد مطالعه (جدول ۱) نشان داد که سطوح مختلف فاصله کاشت بر تعداد دانه پر و دانه کل در خوشه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد و بر روی سایر صفات تاثیری نداشته است. تأثیر ارقام بر صفات تعداد دانه پر و دانه کل در سطح احتمال ۵ درصد و در صفات ارتفاع بوته، پنجه بارور، طول خوشه، دانه پوک، وزن هزار دانه، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و عملکرد شلتوک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. همچنین اثرات متقابل آنها بر روی صفات تأثیری نداشته است. بیشترین تعداد دانه پر و کل در تراکم ۳۰×۱۸ سانتی‌متر مشاهده گردید (شکل‌های ۱ و ۲). ارقام اصلاح شده شیرودی و کادوس بیشترین تعداد پنجه بارور، تعداد دانه پوک و کل، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را داشتند (جدول ۲).

ارقام شیرودی و کادوس با شاخص برداشت بالا میزان بیشتری از ماده خشک را به دانه‌ها اختصاص دادند. به عبارت دیگر با توزیع بیشتر مواد فتوسنتزی به مخازن، قسمت زیادی از ماده خشک به عملکرد اقتصادی دانه تخصیص یافت. یائوپینگ و همکاران (Yaoping *et al*., 2001) در بررسی رابطه مخزن، منبع و ویژگی‌های مربوط به آن با شاخص برداشت بالا در رقم اصلاح شده Yue Xiang Zhan نتیجه گرفتند که این رقم، مخزن بزرگ‌تر و ظرفیت پر شدن دانه بهتری داشت و دلیل اصلی بالا بودن شاخص برداشت و عملکرد این رقم، تعادل و هماهنگی مخزن، منبع و مواد فتوسنتزی جاری ذکر گردید. برای دسترسی به حداکثر عملکرد دانه یک حد مطلوبی از تراکم وجود دارد که بیش از آن عملکرد کاهش خواهد یافت. ارقام نیز از نظر عملکرد دانه اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند و رقم شیرودی با میانگین تولید ۷۳۷۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر ارقام برتری داشت، رقم کادوس با میانگین عملکرد ۶۲۵۸ کیلوگرم در هکتار در گروه b و ارقام هاشمی و دیلمانی به ترتیب با عملکرد ۴۳۰۵ و ۴۳۷۸ کیلوگرم در هکتار به طور مشترک در گروه c قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری با هم از نظر آماری نداشتند. ارقام شیرودی و کادوس به علت قابلیت پنجه‌زنی و شاخص برداشت بالا عملکرد دانه بالایی تولید کردند (جدول ۲).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ارقام مختلف نیز نشان داد که بیشترین تعداد پنجه، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت مربوط به رقم شیرودی، بالاترین تعداد دانه پوک و

Archive of SID

www.SID.ir

وزن هزار دانه به رقم کادوس و بالاترین ارتفاع بوته، طول خوشه و تعداد دانه پر به رقم هاشمی تعلق داشت (جدول ۲). این اختلاف می‌تواند بیشتر ناشی از تفاوت‌های ژنوتیپی و مورفولوژیکی ارقام در بهره‌گیری از نهاده‌ها و عوامل محیطی پنجه بیشتر، تعداد دانه پر مناسب و وزن هزار دانه بالا باشد. نتایج این تحقیق با نتایج محققانی نظیر باباپور (Babapour, 1992)، نحوی و همکاران (Nahvi *et al*, 2005) و جایاواردنا و آبیسکرا (Jayawardena and Abeysekera, 2002) مطابقت دارد.

شاخص‌های فیزیولوژیکی

ظرفیت فتوسنتز و تولید مواد پرورده در گیاه به تعداد و اندازه برگ‌های آن بستگی دارد و عوامل محیطی مختلف بر تعداد این دو عامل تأثیر می‌گذارند. بررسی روند تغییرات LAI در طول فصل رشد نشان داد که ۲۰ روز پس از نشاکاری این روند در فواصل مختلف کاشت و ارقام مورد مطالعه کند و پس از آن میزان LAI رو به افزایش گذاشت و سپس کاهش یافت. مشاهده شکل ۳ و مقایسه LAI تیمارهای مختلف مبین وجود تفاوت در میان آنها از نظر این شاخص بود به‌طوری‌که رقم شیرودی با فاصله کاشت ۱۲×۳۰ سانتی‌متر بالاترین میزان LAI را در طی این مرحله از رشد داشت و بعد از آن رقم کادوس در مرحله دوم قرار گرفت، کمترین میزان شاخص سطح برگ در این مرحله نیز در تیمارهای دیلمانی و هاشمی مشاهده شد که دلیل افزایش شاخص سطح برگ در رقم شیرودی با فاصله کاشت ۱۲×۳۰ سانتی‌متر می‌تواند به خاطر این‌که رقم شیرودی در این فاصله کاشت توانسته است به نحو مطلوبی از شرایط محیطی و نهاده‌هایی که در اختیارش قرار داده شد استفاده کند و همچنین هر چه فاصله بین بوته‌ها در این رقم کمتر باشد سبب افزایش تعداد بوته و در نهایت تعداد برگ سبز در واحد سطح شد. اگرچه با افزایش تراکم، تعداد پنجه در هر کپه کاهش می‌یابد ولی به علت این‌که در کل تعداد پنجه در واحد سطح افزایش می‌یابد، باعث افزایش LAI می‌شود.

در شکل ۴ روند تغییرات منحنی‌های شاخص سطح برگ بر اساس درجه روز رشد نسبت به تیمارهای مورد مطالعه ارقام و فاصله کاشت ۱۴×۳۰ سانتی‌متر نشان داده شده است که بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به رقم دیلمانی در GDD= ۸۰۰ بود و رقم شیرودی در مرحله بعدی با GDD= ۱۰۰۰ به حداکثر خود رسیده است و رقم‌های هاشمی و کادوس به ترتیب کمترین LAI را در این فاصله کاشت داشتند. در شکل ۵ روند تغییرات منحنی‌های شاخص سطح برگ نسبت به تیمارهای مورد مطالعه ارقام و فاصله کاشت ۱۶×۳۰ سانتی‌متر تفاوت وجود دارد و نشان می‌دهد که بیشترین میزان شاخص سطح برگ مشاهده شده در این مرحله مربوط به رقم شیرودی است که در GDD= ۱۱۰۰ به حداکثر LAI رسید و بعد از آن کاهش یافت و رقم دیلمانی بعد از شیرودی و در GDD= ۸۰۰ به حداکثر خود رسید و کمترین میزان شاخص سطح برگ در این فاصله کاشت مربوط به رقم هاشمی می‌باشد. در شکل ۶ در مقایسه LAI تیمارهای مختلف، تیمارهای S_4V_1 و S_4V_2 تقریباً نزدیک به هم بوده با برتری نسبی تیمار S_4V_1 که بالاترین میزان LAI و رقم دیلمانی و هاشمی نیز کمترین میزان LAI را در این فاصله کاشت دارا هستند. در این مرحله همه ارقام مورد مطالعه در این فاصله کاشت در GDD= ۱۰۰۰ به حداکثر LAI دست پیدا کردند. در نتیجه بررسی روند تغییرات LAI در طول فصل رشد نشان داد (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶) که LAI در ابتدا برای همه ارقام مورد مطالعه افزایش یافته و این روند در فواصل مختلف کاشت ($S_4 \leftarrow S_3 \leftarrow S_2 \leftarrow S_1$) تا کمی

Archive of SID

www.SID.ir

قبل از خوشه‌دهی به بالاترین مقدار خود رسید. بعد از این مرحله به دلیل پژمردگی برگ‌های پایینی و ریزش آنها LAI کاهش پیدا کرد (Esfahani, 1998).

در میان تراکم‌های مختلف کاشت رقم شیرودی بالاترین LAI را داشته و توانسته است به نحو مطلوبی از شرایط محیطی و نهاده‌هایی که در اختیارش قرار داده شده است استفاده کند. این تیمار با ایجاد حداکثر LAI در طول دوره رویشی و زایشی که علت آن ساختار مورفولوژیکی گیاه که دارای برگ‌های نازک، عمودی و افراشته بوده می‌باشد که با افزایش جذب نور سبب گردیده تا تجمع ماده خشک در این رقم در فواصل مختلف کاشت به حداکثر برسد و در نتیجه عملکرد بالاتری را تولید نمایند (Yang *et al*., 2000).

بررسی روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) نشان می‌دهد که این شاخص در ابتدای نشاکاری تغییرات زیادی نداشته که به علت افت بوته‌های جوان انتقال یافته از خزانه به مزرعه می‌باشد. نشاها برای این‌که بتوانند خود را با شرایط محیط سازگار کرده و استقرار یابند مدت زمانی به طول می‌انجامد که در طی این مدت گیاه رشد محسوسی نخواهد داشت از طرفی چون CGR حاصل‌ضرب شاخص سطح برگ در سرعت آسیمیلاسیون خالص می‌باشد لذا گیاهانی که CGR مطلوبی نداشته باشند ممکن است یا شاخص سطح برگ مناسبی نداشته‌اند و یا این‌که نتوانسته‌اند مواد فتوسنتزی قابل قبولی را تولید کنند. نتایج این آزمایش نشان داد در ارقام مورد مطالعه با فاصله کاشت ۳۰×۱۲ سانتی‌متر بیشترین CGR را رقم شیرودی داشته که البته با حداکثر LAI در همین فاصله کاشت نیز منطبق می‌باشد (شکل ۷). کمترین CGR در این فاصله کاشت در رقم دیلمانی مشاهده گردید. با توجه به شکل ۸ مشاهده می‌شود که در فاصله کاشت ۳۰×۱۴ سانتی‌متر بیشترین CGR متعلق به رقم کادوس می‌باشد که گویا این فاصله کاشت از نظر فضا و مواد غذایی شرایط مطلوب‌تری را برای رشد گیاه فراهم آورده است، کمترین مقدار سرعت رشد محصول در ارقام شیرودی و هاشمی به یک اندازه مشاهده شد که روند تغییرات در این تیمارها با تیمارهای دیگر کاملاً متفاوت بود. با توجه به شکل ۹ مشاهده می‌شود که در فاصله کاشت ۳۰×۱۶ سانتی‌متر بیشترین CGR متعلق به رقم شیرودی و کمترین آن به رقم هاشمی می‌باشد که علت آن ارتفاع کمتر رقم شیرودی نسبت به رقم هاشمی است.

با توجه به شکل ۱۰ مشاهده می‌شود که در فاصله کاشت ۳۰×۱۸ سانتی متر ارقام مورد مطالعه در آزمایش بیشترین CGR متعلق به شیرودی و دیلمانی می‌باشد. رحیمیان و همکاران (Rahimiyan *et al*., 1998) سرعت افزایش در CGR را نتیجه میزان مواد تولید شده از طریق فتوسنتز، میزان تلفات ناشی از تنفس، اثرات جبرانی سطح برگ، سرعت فتوسنتز، تبادلات دو جانبه ناشی از اثرات ژئومتریکی ارتفاع گیاه، زاویه و جهت برگ‌ها دانسته‌اند. از آنجایی که مواد غذایی و فاصله کاشت نقش فعالی در سیستم انتقال انرژی و فتوسنتز ایفا می‌کنند و می‌تواند بر سرعت رشد محصول اثر زیادی داشته باشد. تغییرات سرعت رشد محصول بر مبنای درجه روزهای رشد بعد از کاشت نشان داد که CGR در طول فصل رشد افزایش یافته و به حداکثر خود رسیده و سپس کاهش یافت. علت روند افزایش تدریجی، جذب تشعشع خورشیدی همراه با افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد و در نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک می‌باشد و پس از این مرحله به علت پیر شدن برگ‌ها و ریزش آنها سوخت و ساز کم شده و روند نزولی را طی می‌کند (Emam and Niknejad, 2004). در فواصل مختلف کاشت در اکثر موارد بیشترین CGR

Archive of SID

www.SID.ir

متعلق به ارقام شیرودی و کادوس بود (شکل‌های ۷، ۸، ۹ و ۱۰) که این افزایش را می‌توان به بالا بودن میزان LAI آنها نسبت داد (Ying *et al*., 1998). سرعت رشد نسبی به عنوان مقدار افزایش ماده خشک موجود در هر لحظه از زمان (t) تعریف شده است و تنها جز آنالیز رشد است که برای محاسبه آن نیازی به داشتن اندازه سیستم فتوسنتز کننده نیست. سرعت رشد نسبی به عنوان یک معیار اساسی از تولید ماده خشک کاربرد داشته و از آن می‌توان برای مقایسه عملکرد گیاه تحت شرایط کاملاً مشخص استفاده کرد. نتایج این آزمایش نشان داد که RGR در مراحل اولیه رشد گیاهان با هم مشابه بوده است. روند تغییرات RGR در همه ارقام مورد بررسی در تراکم‌های مختلف مشابه می‌باشد، به طوری که در اوایل رشد، شاخص سرعت رشد نسبی حداکثر بود و با افزایش سن گیاه به علت افزایش بافت ساختمانی و کاهش کارایی تولید روند نزولی داشت (شکل‌های ۱۱،۱۲،۱۳و ۱۴) که دلیل آن می‌تواند سایه اندازی برگ‌ها و افزایش تعداد برگ‌های پیر باشد که به تدریج که به سن گیاه افزوده می‌شود بافت‌هایی به گیاه اضافه می‌گردد که جز بافت‌های فعال متابولیکی نیستند بلکه بافت‌های ساختمانی هستند که در رشد تاثیری ندارند (Mohammadi, 1998).

نتیجه‌گیری کلی

عکس‌العمل رقم‌های برنج مورد مطالعه (شیرودی، کادوس، هاشمی و دیلمانی) نسبت به تراکم‌های ۳۰×۱۲، ۳۰×۱۴، ۳۰×۱۶ و ۳۰×۱۸ سانتی‌متر و همچنین شاخص‌های رشد (LAI، CGR و RGR) متفاوت بود. نتایج آزمایش، بهترین رقم جهت پنجه‌زنی را شیرودی نشان داد. بررسی تعداد دانه‌های پر در ارقام نشان داد که فاصله کاشت ۳۰×۱۸ سانتی‌متر بیشترین تعداد دانه پر را دارد که موجب افزایش عملکرد نیز شده است. در تراکم پایین، رقابت بین ردیف‌ها (برون بوته‌ای) و حتی درون بوته‌ای تا زمان گلدهی و تشکیل دانه کمتر است و پس از این مرحله رقابت زیادی جهت مواد فتوسنتزی در بذور پانیکول ایجاد می‌گردد و باعث پوکی دانه می‌شود.

در مورد شاخص‌های رشد نیز بیشترین و پایدارترین LAI را رقم شیرودی با تراکم ۳۰×۱۲ سانتی‌متر به میزان ۵ نشان داد و رقم هاشمی نیز کمترین LAI را در اکثر تراکم‌های بررسی شده داشته و در مورد سرعت رشد محصول نیز ارقام شیرودی و هاشمی بیشترین و کمترین CGR را نشان دادند. در کلیه تیمارها مشاهده شد در اوایل دوره رشد RGR زیاد می‌باشد ولی با گذشت زمان به تدریج روند کاهشی را طی می‌کند و روند آن در این آزمایش برای همه تیمارها تقریباً یکنواخت بوده است.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از کارشناسان و کارکنان ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن به خاطر همکاری‌های همه جانبه در این آزمایش تقدیر و تشکر می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج

Table 1- Analysis of variance for yield and yield components of rice cultivars

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)										
		ارتفاع بوته Plant height	تعدادپنجه بارور Fertile tiller	طول خوشه Panicle length	تعداد دانه پر Filled Grains	تعداد دانه پوک No. filled grains	تعداد دانه کل Total grains	وزن هزاردانه 1000grain weight	عملکرد اقتصادی Economical yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index	عملکرد Yield
بلوک (R)	2	211.44	17.89	0.57	91.03	35.68	235.82	0.31	41.25	318.38	22.97	1345529.65
تراکم Density	3	21.02 $^{n.s}$	4.61 $^{n.s}$	2.99 $^{n.s}$	*541.17	41.45 $^{n.s}$	387.66 *	2.37 $^{n.s}$	187.31 $^{n.s}$	705.46 $^{n.s}$	5.36 $^{n.s}$	336689.22 $^{n.s}$
اشتباه A (error a)	6	49.64	5.33	2.65	94.59	21.65	78.85	3.81	139.77	628.62	7.86	496640.7
رقم Variety	3	5937.37**	58.6**	96.31**	354.08*	321.101**	948.39*	17.92**	696.08**	1243.44**	268.01**	26993144.5**
تراکم×رقم density× variety	9	34.30 $^{n.s}$	3.53 $^{n.s}$	1.35 $^{n.s}$	67.66 $^{n.s}$	32.19 $^{n.s}$	75.12 $^{n.s}$	6.06 $^{n.s}$	10.91 $^{n.s}$	39.94 $^{n.s}$	3.26 $^{n.s}$	244435.31 $^{n.s}$
اشتباهB	24	52.68	2.5	2.9	102.82	37.5	180.27	2.9	44.40	157.73	4.78	174047.88
ضریب تغییرات C.V(%)		5.79	10.31	6.03	10.88	24.32	12.08	6.11	25.67	23.57	4.54	7.48

$^{n.s}$، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

$^{n.s}$,* and **: Non significant and significant at 5% & 1% levels of probability, respectively

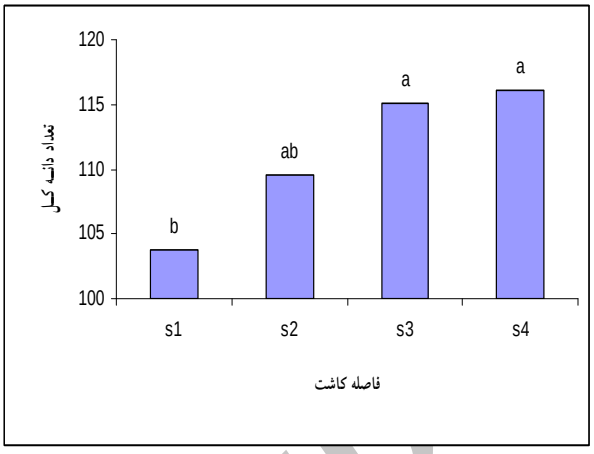
جدول ۲- مقایسه میانگین ارقام بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام برنج

Table 2- Varietal performance on yield and yield components of rice cultivars

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه بارور Fertile tiller	طول خوشه Panicle length (cm)	تعداد دانه پر Filled grains	تعداد دانه پوک Empty grains	تعداد دانه کل Total grains	وزن هزاردانه 1000grain weight (g)	عملکرد اقتصادی Economical yield (g)	عملکرد بیولوژیکی Biological yield (g)	شاخص برداشت Harvest Index	عملکرد دانه Yield (kg/ha)
شیرودی (Shiroodi)	105.17c	18.22a	29.63b	95.78a	18.78b	114.61a	28.16ab	35.53a	65.66a	54.11a	7374.1a
کادوس (Kados)	109.63c	15.68b	27.49c	93.48ab	24.56a	118.08a	29.51a	28.66b	57.61a	49.75b	6258.7b
هاشمی (Hashemei)	152.77a	13.05c	31.22a	98.01a	15.6bc	113.67a	26.82b	19.98c	44.96b	44.44c	4305.4c
دیلمانی (Deylamani)	134.2b	14.33c	24.68d	85.54b	12.43c	98.08b	27.09b	19.68c	44.94b	43.79c	4378.2c

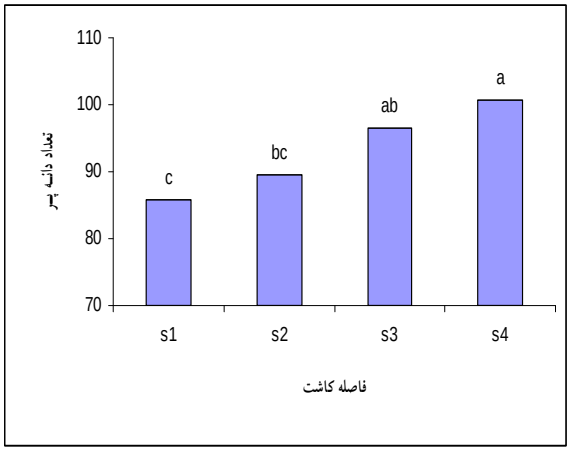
تفاوت میانگین‌ها در هر ستون و تیمار که یک حرف مشترک دارند، معنی‌دار نیست.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different.



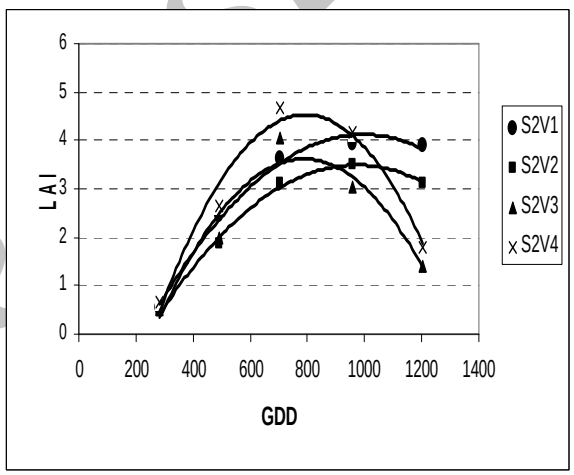
شکل ۲- روند تغییرات تعداد دانه کل در فواصل مختلف کاشت

Figure 2- Total grain number trend in plant spacing different



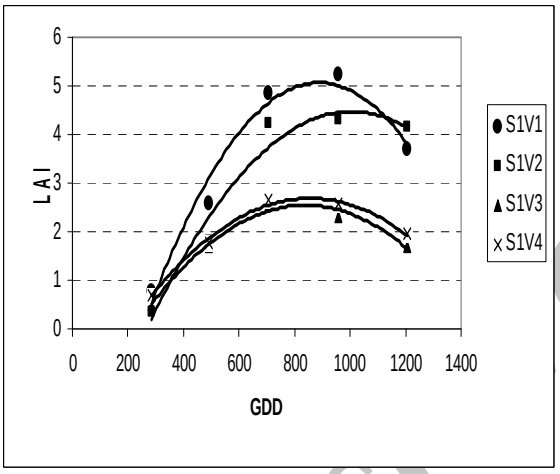
شکل ۱- روند تغییرات تعداد دانه پر در فواصل مختلف کاشت

Figure 1- Filled grain number trend in plant spacing different



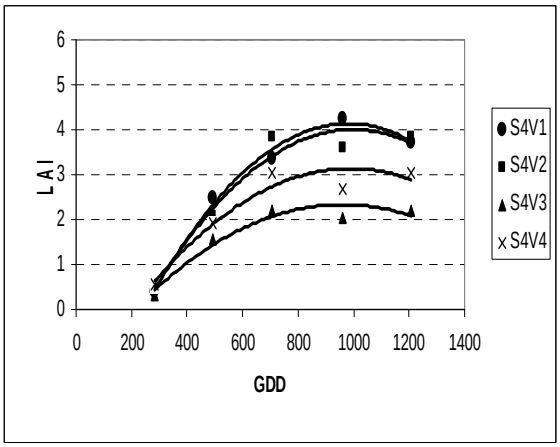
شکل ۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم S_2

Figure 4- Leaf area index trend in S_2 density



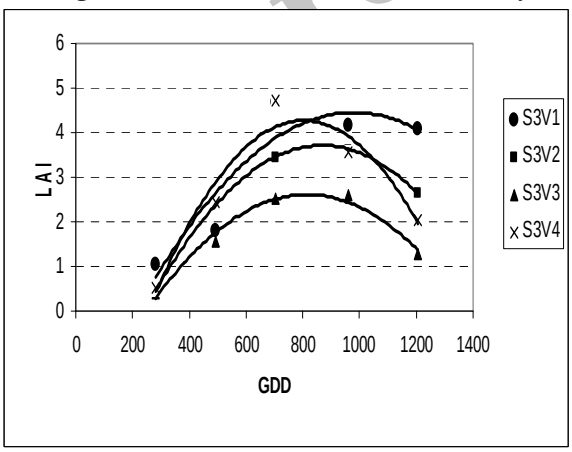
شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم S_1

Figure 3- Leaf area index trend in S_1 density



شکل ۶- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم S_4

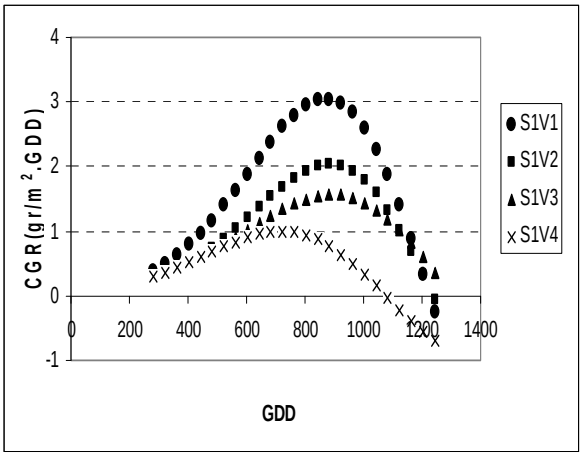
Figure 6- Leaf area index trend in S_4 density



شکل ۵- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم S_3

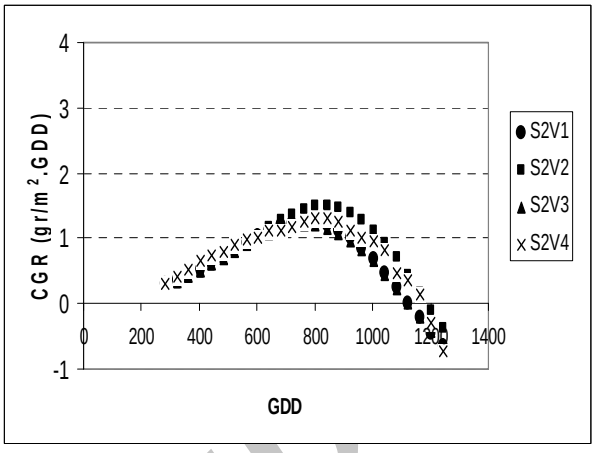
Figure 5- Leaf area index trend in S_3 density

www.SID.ir



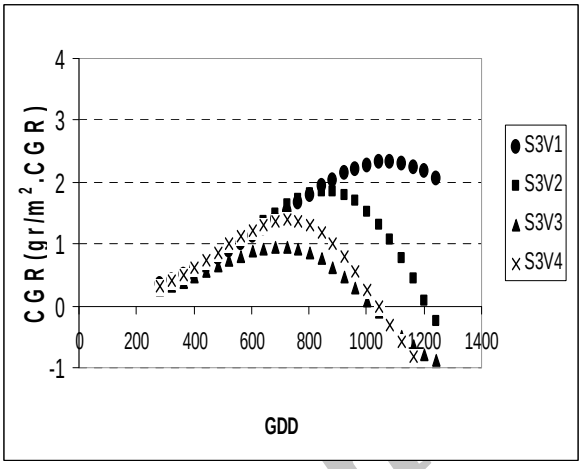
شکل ۷- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم S_1

Figure 7- Crop growth rate trend in S_1 density



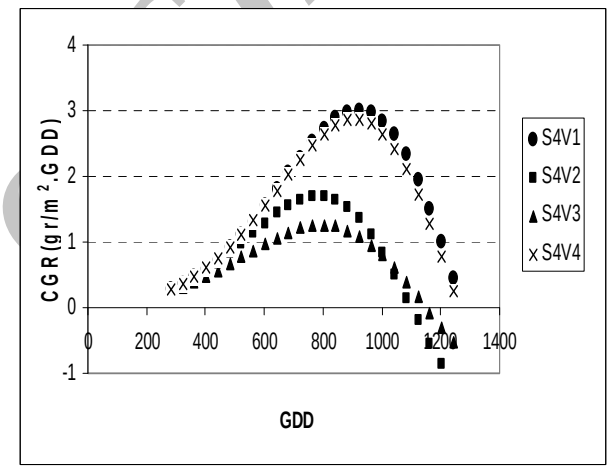
شکل ۸- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم S_2

Figure 8- Crop growth rate trend in S_2 density



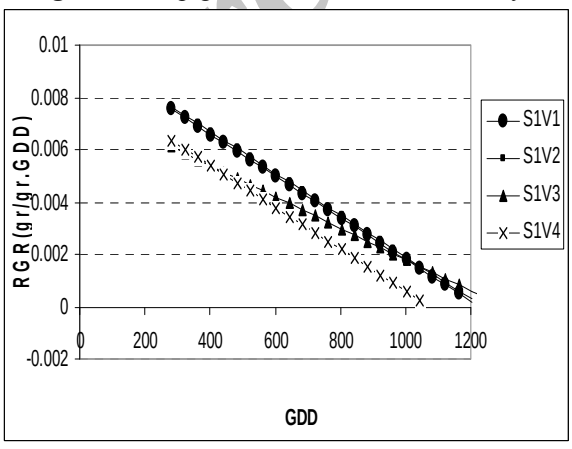
شکل ۹- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم S_3

Figure 9- Crop growth rate trend in S_3 density



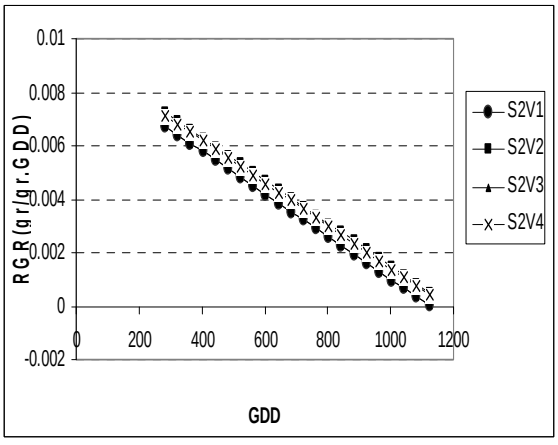
شکل ۱۰- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم S_4

Figure 10- Crop growth rate trend in S_4 density



شکل ۱۱- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم S_1

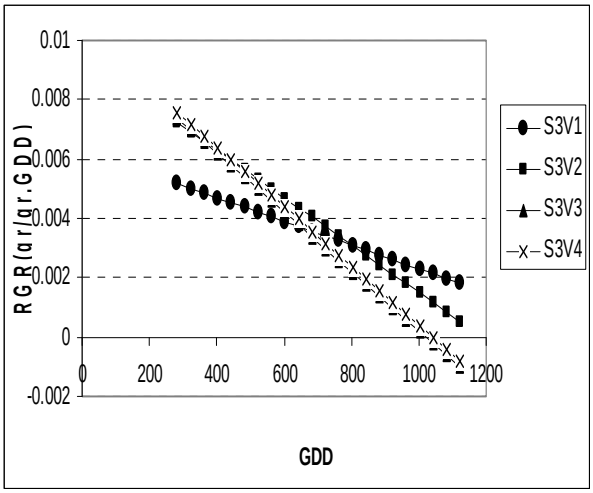
Figure 11- Relative growth rate trend in S_1 density



شکل ۱۲- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم S_2

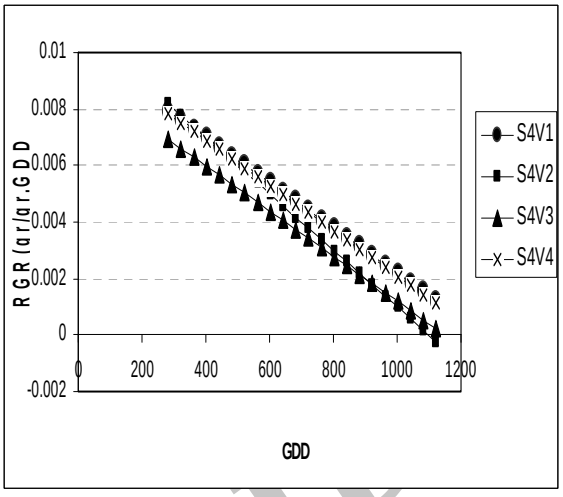
Figure 12- Relative growth rate trend in S_2 density

www.SID.ir



شکل ۱۳- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم S_3

Figure 13- Relative growth rate trend in S_3 density



شکل ۱۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم S_4

Figure 14- Relative growth rate trend in S_4 density

S_1=۱۲×۳۰ سانتی‌متر S_3=۱۶×۳۰ سانتی‌متر V_1= شیرودی (Hashemi) V_3= هاشمی (Shiroodi)

S_2=۱۴×۳۰ سانتی‌متر S_4=۱۸×۳۰ سانتی‌متر V_2= کادوس (Kados) V_4= دیلمانی (Deylamani)

Archive of SID

www.SID.ir

References

منابع مورد استفاده

- Alizade, A. 1995. Increase of plants yield. Jihad-University Press of Mashhad. pp.300. (In Persian).
- Babapour, J. 1992. The effects of plant density to different levels of nitrogen fertilizer on yield of Tarom cultivar. Final report. Rice Research Institute of Iran in Mazandaran. Amol. Iran. 23pp. (In Persian).
- Das, D.K., and R.L. Jat. 1997. Influence of three soil- water regimes on root porosity and growth of four rice varieties. *Agron. J.* 69: 197-200.
- Egli, D.B. 1998. Alternation in plant growth and dry matter distribution in soybean. *Agron. J.* 80: 86-90.
- Emam, Y., and M. Niknejad. 2004. Introduction to physiology of crop yield. Shiraz University Press. pp. 576. (In Persian).
- Esfahani, M. 1998. Introduction to ecology and physiology of rice. Guilan University Press. pp. 57. (In Persian).
- Jayawardena, S.N., and S.W. Abeysekera. 2002. Effect of plant spacing on the yield of hybrid rice. *Annals of the Sri Lanka Department of Agriculture*. 4: 15-20.
- Karimi, M., and M. Azizi. 1997. Basic growth analysis. Jihad-University Press of Mashhad. pp. 111. (In Persian).
- Karimi, M.M., and K.H.M. Siddique. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42: 13-20.
- Khajepour, M.R. 2008. Principals and Essentials of crop production. Jihad-University Press, Isfahan University of Technology. pp. 388. (In Persian).
- Koocheki, A., and G. Sarmadnia. 2008. Physiology of crop plant. Mashhad University Press. pp. 400. (In Persian).
- Mahdavi, F. 2004. Study of growth physiology parameters in rice cultivars (*Oryza sativa* L.). M.Sc. Thesis of Agronomy. Mazandaran University. pp. 160. (In Persian).
- Mirzakhani, M. 2001. Study of planting data on growth analysis, yield and its of spring safflower in Markazi. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University, Khorasgan Branch. (In Persian).
- Mohammadi, KH. 1998. Study of rice direct seeded in dry farming system. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University, Jiroft Branch. (In Persian).
- Nahvi, N., M. Allahgholipour, M. Ghorbanpour, and H. Mehrgan. 2005. The effective of planting density and nitrogenous fertilizer rate for GRH1 rice hybrid. *Pajhohesh and Sazandegi. J.* 17 (66): 33-38. (In Persian).
- Pirdashti, H. 1998. Study of dry matter and nitrogen remobilization, yield growth indicts and yield components in different rice cultivars in different dates of transplants. M.Sc. Thesis of Agronomy. Tarbiat Modarress University. PP. 158. (In Persian).
- Rahimiyan, H., A. Koocheki, and A. Zand. 1998. Crop evolution, adaptation and yield. Jihad-University Press of Mashhad. 512 pp. (In Persian).
- Rao, K.S., B.T.S. Morthy, A.B. Dash, and S.B. Lodh. 1996. Effect of transplanting time on grain yield and quality traits of Basmati-type scented rice (*Oryza sativa*) varieties in coastal Orissa. *Ind. J. Agri. Sci.* 66 (6) 333-337.

Archive of SID

www.SID.ir

- SAS Institute. 1996. The SAS system for Windows. Release, Version 6. 12. SAS Inst., Cary, Nc. USA.
- Shibles, R. M., and C.R. Weber. 1995. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop Sci*. 5: 575-577.
- Shipley, B. 2000. Plasticity in relative growth rate its components following a change in irradiance. *Plant Cell and Environment*. 23: 1207-1216.
- Wells, R., J.V. Borton, and T.C. Kilen. 1993. Soybean growth and interception response to differing leaf and stem morphology. *Crop Sci*. 33: 520-524.
- Yang, F., H.C. Cheng, W.X. Li, S.X. Wen, G.X. Jun, F. Yang, C.C. Hu, X.L. Wang, X.W. Shao, and X.J. Geng. 2000. Effects of plant density on growth and yield of rice Jinngda 7. *J. Jilling. Agri. Uni.* 22(4): 18-22.
- Yaoping, L., C.Z. Haoming, H. Xiuying, C. Shujia, and C. Yuchan. 2001. Sink, source and flow characteristics of rice variety (Yue xiang Zhan) with high HI. *Chinese. J. Sci*. 15 (1): 73-76.
- Ying, J., S. Peng, Q. He, H. Yang, C. Yang, R.M. Visperas, and K.G. Cassman. 1998. Comparison of high-yield rice in a tropical and sub-tropical environment: i. determinants of grain and dry matter. *Field Crops Research*. 57. 71-84.
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals in rice crop science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippine. 269 pp.

Archive of SID

www.SID.ir