

تاثیر تاریخ کاشت و تراکم بر رشد و عملکرد برنج (*Oryza Sativa L*) رقم فجر

صغرا مرادپور^۱، ابراهیم امیری^۲، میثم گلدوست خورشیدی^۳ و عادل رنجی^۴

چکیده

به منظور بررسی تعیین اثر تاریخ کاشت و تراکم بر مهم‌ترین خصوصیات فیزیولوژیک موثر بر عملکرد دانه برنج رقم فجر، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. سه تاریخ کاشت (۹، ۱۹ و ۲۹ خرداد) به عنوان عامل اصلی و چهار تراکم (۱۷، ۳۴، ۵۱ و ۶۸ بوته در مترمربع) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می‌یابد، به طوری که بالاترین عملکرد دانه (۶۴۰۳ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۶۸ بوته در مترمربع حاصل گردید. با تاخیر در تاریخ کاشت از عملکرد دانه در واحد سطح کاسته شد به طوری که بیشترین عملکرد مربوط به تاریخ کاشت ۹ و ۱۹ خرداد (به ترتیب ۶۳۵۷ و ۶۲۶۴ کیلوگرم در هکتار) بود و کمترین عملکرد دانه برای تاریخ کاشت ۲۹ خرداد (۵۵۷۶ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. با افزایش تراکم کاشت ماده خشک کل، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و سرعت رشد نسبی افزایش و نسبت سطح برگ کاهش یافت. هم‌چنین با تاخیر در کاشت ماده خشک کل گیاه، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول افزایش و سرعت رشد نسبی و نسبت سطح برگ کاهش یافت.

کلمات کلیدی: برنج، شاخص‌های رشد، عملکرد.

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۳۰

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، چالوس، ایران. (نویسنده مسوول)

E-mail: S _ moradpoor4@yahoo.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، لاهیجان، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر، گروه زراعت و اصلاح نباتات، قائمشهر، ایران.

۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، باشگاه پژوهشگران جوان، تاکستان، ایران

مقدمه و بررسی منابع علمی

برنج غذای اصلی حدود ۲/۴ میلیارد نفر از جمعیت جهان است و حدود ۲۰ درصد از انرژی مورد نیاز روزانه آنها را تامین می‌کند (Lampe, 1995). اثر تاریخ نشاء کاری و انتقال نشاء به زمین اصلی بیش از سایر جنبه‌های مدیریت زراعی گیاه برنج نظیر تراکم بوته، سن نشاء در زمان انتقال و مقدار و زمان مصرف کود، نتایج شرایط آب و هوایی است (Singh and Bhattacharrya, 1998). تاریخ نشاء کاری نقش اصلی را در عملکرد بوته برنج دارد. در ضمن تاریخ نشاء کاری بر حسب شرایط آگرواکولوژی هر منطقه متفاوت است (Soomro et al., 2001). تاریخ نشاء کاری بر وزن هزار دانه تاثیر ندارد (Lee and Jun, 1998). بررسی اثر تاریخ کاشت، سن نشاء و تراکم بوته بر میزان عملکرد دانه برنج نشان داده است که عملکرد دانه در کشت متراکم نسبت به کشت تنک بیشتر است (Reddy and Reddy, 1992). احمد و همکاران (Ahmad et al., 1996) نشان دادند که تاخیر در کاشت بطور معنی‌دار باعث افزایش درصد عقیمی دانه‌ها می‌شود. بابا پور (Baba poor, 1998) با بررسی اثرات تاریخ کاشت بر روی رقم اوندا در مناطق کوهپایه‌ای گزارش داد که با کشت برنج در سه تاریخ کاشت ۲۵ فروردین، ۴ و ۱۴ اردیبهشت، بیشترین عملکرد در تاریخ ۱۴ اردیبهشت و کمترین عملکرد مربوط به ۴ اردیبهشت بوده است.

مفهوم اساسی و کاربردهای فیزیولوژیکی تجزیه و تحلیل رشد جهت تجزیه عوامل موثر در عملکرد، رشد و نمو گیاه بکار رفته است و لازمه آن اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک در فواصل متناوب است (Dutta, 2002). یکی از شاخص‌های مهم رشد که می‌تواند بر قدرت فتوسنتز گیاه موثر باشد شاخص سطح برگ است (Khoochaki and Nasiri Mahalati, 1992). با تاخیر در کاشت شاخص برداشت کاهش می‌یابد (Keshavarzi, 1999). میلر و همکاران (Miller et al., 1991) در آزمایشات خود مشاهده کردند که در تمام مراحل فنولوژی چه در کشت مستقیم و چه در کشت‌های نشایی برنج سرعت جذب خالص و LAI همبستگی مثبتی با عملکرد دانه داشتند.

محققین در تعیین رابطه بین فتوسنتز، صفات رشد و عملکرد در برنج الیت نشان دادند که کمترین مقدار فتوسنتز در گل‌دهی مربوط به ارقام دیررس بود و LAI در مرحله گل‌دهی رابطه منفی با مقدار فتوسنتز و همبستگی مثبت با میزان ماده خشک و عملکرد داشت (Takami and Kobatta, 1990).

میزان رشد نسبی گیاهان زراعی در طول فصل رشد کاهش می‌یابد. این کاهش به این دلیل است که قسمت‌های افزوده شده به وزن گیاه، بافت‌های ساختمانی بوده و بافت‌های فعال متابولیکی نمی‌باشند و چنین بافت‌ها سهمی در

اجرا شد (جدول ۱). قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰ سانتی متری خاک نمونه مرکب تهیه کرده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه تعیین شد. خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت رسی با هدایت الکتریکی ۰/۹۴ میلی موس بر سانتی متر مربع و $pH = 7/31$ بود (جدول ۲).

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام شد و هر واحد آزمایشی با ابعاد 2×4 متر بود. کرت‌های اصلی به تاریخ کاشت، در سه سطح ۹، ۱۹ و ۲۹ خرداد (عامل اصلی) و کرت‌های فرعی به تراکم بوته در چهار سطح ۱۷، ۳۴، ۵۱ و ۶۸ بوته در مترمربع (عامل فرعی) با تعداد سه نشا در هر کپه اختصاص یافت. عملیات آماده سازی زمین در اواخر ۱۵ فروردین ماه سال ۱۳۸۸ به وسیله گاواهن برگردان دار شخم زده و در اوایل خرداد عملیات شخم بهاره انجام شد. کودهای مورد نیاز گیاه با توجه به نتایج حاصل از آزمایش خاک و توصیه کودی آزمایشگاه خاک‌شناسی برای همه تاریخ‌های کشت و تراکم‌ها بطور یکسان مورد مصرف قرار گرفت، هم‌چنین بافت خاک مورد آزمایش رسی بوده است به طوری که کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت که ۲۵ درصد سه روز قبل از نشاء و ۵۰ درصد در زمان حداکثر پنجه‌دهی و ۲۵ درصد در زمان شروع تشکیل پانیکول به زمین اصلی داده شد و هم‌چنین از کود فسفره و پتاسیم‌دار به ترتیب به میزان ۲۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان کود

میزان رشد ندارند (Emam and Niknjad, 1999). عملکرد دانه در برنج تابعی از تعداد خوشه در مترمربع، تعداد دانه در هر خوشه، درصد دانه‌های پر و وزن هزار دانه است (Mondel et al., 1987; Yoshida, 1981; Uexkull, 1976). سرعت رشد محصول حاصل ضرب سرعت جذب خالص و شاخص سطح برگ است و حداکثر محصول زمانی حاصل می‌شود که این دو شاخص در بیشترین مقدار باشد (Eslafer, 1996).

هدف از اجرای این آزمایش مطالعه الگوی رشد و نمو در رقم فجر در راستای بررسی نحوه انطباق مراحل مهم رشد و نمو در روزهای پس از کاشت برای اعمال مدیریت‌های صحیح زراعی و نیز بررسی شاخص‌های رشد و تعیین میزان ارتباط آن‌ها با عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بر رشد و عملکرد برنج در سال ۱۳۸۸ در مزرعه آزمایشی دانشگاه آزاد اسلامی چالوس با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۶۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۰ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی با ارتفاع از سطح دریا ۳+ متر و با اقلیم مدیترانه‌ای، مجموع بارندگی و تبخیر منطقه‌ای در طی دوره رشد فصل زراعی گیاه (اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور) به ترتیب ۲۵۲/۳ و ۶۲۵/۱ میلی متر بود، بیشترین بارندگی در شهریور ماه به میزان ۹۳/۵ میلی متر و کمترین بارندگی در تیر ماه ۳/۲ میلی متر

چند جمله‌ای محاسبه گردید (کریمی و صدیقی، ۱۹۹۱):

معادله (۱)

$$TDW = e^{a + bDay + cDay^{\frac{1}{2}} + dDay^2 + eDay^3}$$

معادله (۲)

$$LAI = e^{a_1 + b_1Day + c_1Day^{\frac{1}{2}} + d_1Day^2 + e_1Day^3}$$

معادله (۳)

$$CGR = \left[b + \frac{1}{2}cDay^{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}dDay + \frac{1}{2}eDay^2 \right] \times e^{a + bDay + cDay^{\frac{1}{2}} + dDay^2 + eDay^3}$$

معادله (۴)

$$RGR = b + \frac{1}{2}cDay^{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}dDay + \frac{1}{2}eDay^2$$

معادله (۵)

$$LAR = e^{(a_1-a) + (b_1-b) + (c_1-c)^2 + (d_1-d)Day^2 + (e_1-e)Day^3}$$

در این معادله‌ها TDW^1 وزن خشک کل گیاه بر حسب کیلوگرم در هکتار، LAI شاخص سطح برگ بر حسب مترمربع زمین، CGR^2 سرعت رشد محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار در روز، RGR^3 سرعت رشد نسبی بر حسب کیلوگرم بر هکتار در روز، LAR^4 نسبت سطح برگ بر حسب هکتار بر کیلوگرم $a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, a, b, c, d, e$ ضرایب تجربی و Day روز می‌باشد.

برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح، مساحتی معادل ۲ متر از

پایه سه روز قبل از نشاء داده شد. پس از مصرف کودهای پایه عملیات ماله‌زنی و تسطیح نیز انجام شد. در تاریخ ۹ خرداد (اولین تاریخ کشت) عملیات نشاکاری با تراکم‌های ذکر شده انجام پذیرفت. تاریخ‌های کشت بعد به فاصله هر ۱۰ روز یک بار به ترتیب در ۱۹ و ۲۹ خرداد انجام شد.

به منظور اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، وزن خشک و شاخص‌های رشد در طول فصل رشد در ۸ نوبت به فاصله هر ۱۰ روز یک بار پس از کاشت نمونه برداری صورت گرفت. در هر نمونه برداری تعداد ۲ بوته از ابتدای هر کرت و در مرحله بعد از انتهای آن پس از حذف اثر حاشیه‌ای از هر کرت بصورت تصادفی انتخاب شد. سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل (CI-203) اندازه‌گیری شد. بخش هوایی بوته‌ها جهت خشک شدن و بدست آوردن وزن خشک به مدت ۷۲ ساعت در آون الکتریکی با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس نمونه‌های خشک شده با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد و به عنوان ماده خشک ثبت گردید.

شاخص‌های رشد (بر اساس روز) شامل وزن خشک کل گیاه (TDW) از معادله (۱)، شاخص سطح برگ (LAI) از معادله (۲)، سرعت رشد محصول (CGR) از معادله (۳)، سرعت رشد نسبی (RGR) از معادله (۴) و نسبت سطح برگ (LAR) از معادله (۵) با استفاده از روش رگرسیون

1. Total Dray Weight
2. Crop Growth Rate
3. Relative Growth Rate
4. Leaf Area Ralative

وسط کرت با رعایت اثر حاشیه برداشت گردید و نرم افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین با عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بر اساس رطوبت ۱۴ درصد اصلاح ویتینی شد. تجزیه واریانس داده‌ها و محاسبه شاخص‌های رشد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه نوشهر در ماه‌های رشد برنج

Table1- Meteorological Station during rice growth Nousahr

تبخیر ماهانه (میلی‌متر) Monthly evaporation (mm)	بارندگی ماهانه (میلی‌متر) Monthly rainfall (mm)	دمای هوا (درجه سانتیگراد) Air temperature (° C)		ماه Month
		حداکثر Maximum	حداقل Minimum	
91/8	50/3	18/9	13	اردیبهشت May
143/8	22	24/8	18/6	خرداد June
180/8	3/2	29/5	22/4	تیر July
116/9	83/3	27/7	22/1	مرداد August
91/8	93/5	25/9	20/3	شهریور September

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از نشا کاری

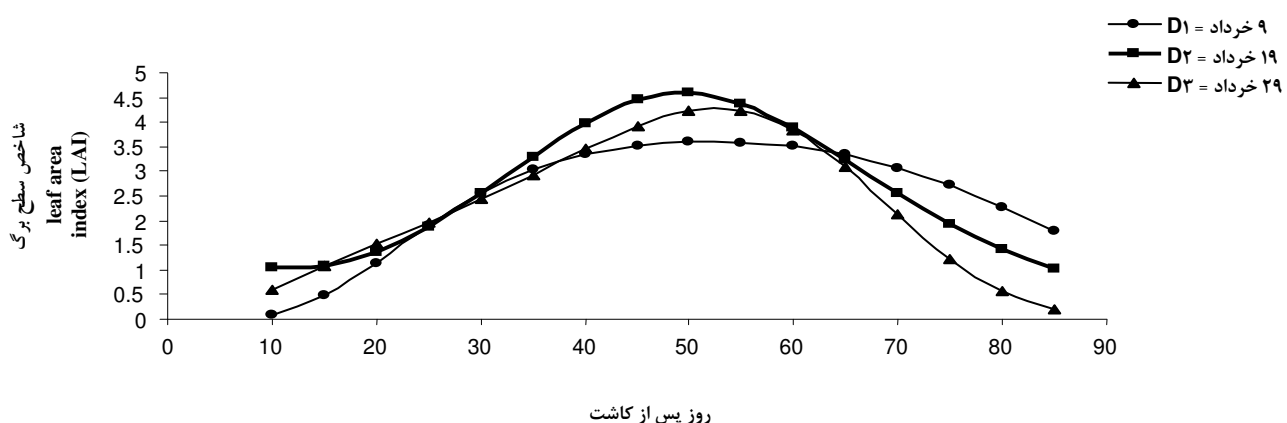
Table 2 - Physical and chemical properties of soil before transplant

مشخصات آزمایش شده	Profile laboratories	میزان Rate
درصد اشباع (%)	Saturation	60/77
هدایت الکتریکی (ppm)	EC	0/94
اسیدیته گل اشباع	Soil acidity	7/31
درصد ماده آلی (%)	Organic matter	2/45
کربن آلی (%)	Organic carbon	1/42
فسفر قابل جذب (ppm)	Phosphorus	15/37
پتاسیم قابل جذب (ppm)	Potassium	134
ازت کل خاک (%)	Soil total N	0/09
درصد مواد خنثی شونده (%)	Percentage of neutral solutes	2/46
شن (%)	Sand	11/88
سیلت (%)	Silt	34/8
رس (%)	Clay	53/27
بافت	Tissue	رس Clay

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ: بیشترین مقدار شاخص سطح برگ با گذشت حدود ۵۰ تا ۵۵ روز پس از کاشت مربوط به تاریخ کاشت ۱۹ خرداد (۴/۵) با دریافت درجه روز - رشد و کمترین مقدار شاخص سطح برگ با گذشت ۵۰ روز پس از کاشت مربوط به تاریخ کاشت ۹ خرداد (۳/۵) با دریافت درجه روز - رشد است (شکل ۱). کمتر بودن شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت اول حاکی از آنست که فشار ناشی از عوامل محیطی خصوصاً پایین بودن درجه حرارت تاثیری روی گیاه داشته و بوته‌های ضعیف‌تری را بوجود آورده است و در تاریخ کاشت سوم (۲۹ خرداد) به دلیل بالا بودن درجه حرارت محیط ۹۸۷ درجه روز رشد در طول دوره رشد رویشی نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت گیاه را وادار نموده که مرحله رشدی خود را سریع‌تر طی

و وارد مرحله فاز زایشی شود. به طوری که از مجموع طول دوره رشد و نمو گیاه کاسته شده و گیاه نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت زودرس‌تر شده و در نهایت منجر به عملکرد کمتر شده است اما در تاریخ کاشت دوم (۱۹ خرداد) به دلیل انطباق شرایط رشدی گیاه با محیط از شاخص سطح برگ بالاتری برخوردار است. جلالی (2007, Jalali) و حق وردیان (2010, Haqverdian) در کشت مستقیم برنج گزارش نمودند، کمتر بودن شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت ۸ اردیبهشت ناشی از افزایش فشار عوامل محیطی خصوصاً پایین بودن درجه حرارت محیط و همچنین کشت تاخیری ۴ خرداد به دلیل بالا بودن درجه حرارت محیط در طول دوره رویش نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت، گیاه را وادار نموده مراحل رشدی خود را سریع‌تر طی کند و وارد فاز زایشی شود.



شکل ۱- اثر تاریخ کاشت بر شاخص سطح برگ (LAI)

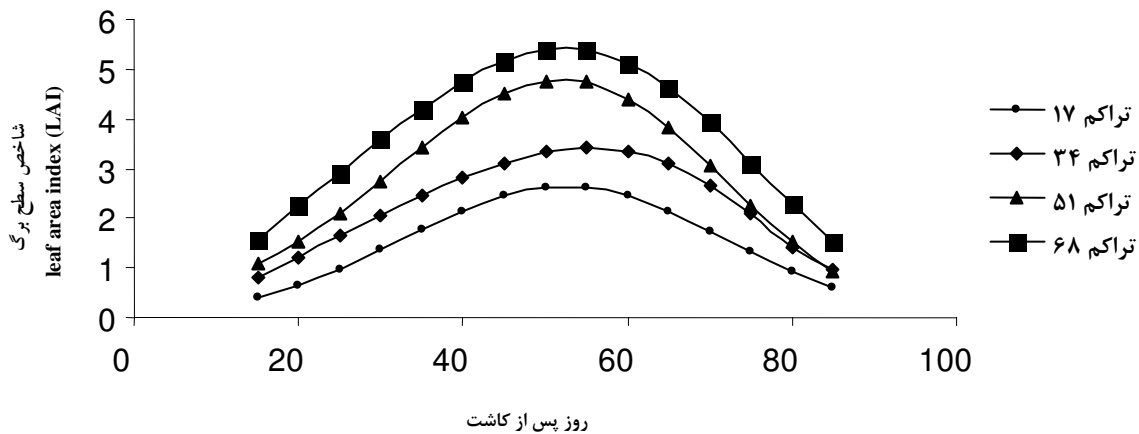
Figure 1- Effect of planting dates on leaf area index (LAI)

سپری شدن دوره رشد در حدود ۵۵ روز پس از نشاء شاخص سطح برگ به حداکثر رسیده، به

روند تغییرات شاخص سطح برگ در ابتدای دوره رشد با افزایش تراکم گیاه بالا بوده و پس از

جذب نور از یک برتری برخوردار بوده که همین زمینه لازم را برای به حداکثر رساندن عملکرد گیاه فراهم خواهد نمود. در تراکم‌های بالا گیاهان به نحو مناسب‌تری می‌توانند سطح مزرعه را پوشانده و جامعه بسته‌ای، تشکیل دهند و از عوامل و منابع محیطی تا جایی که می‌توانند استفاده کرده و شاخص سطح برگ بیشتری تولید نمایند (Modaress et al., 1998).

طوری‌که حداکثر شاخص سطح برگ در تراکم ۶۸ بوته در مترمربع (۵/۵) و حداقل شاخص سطح برگ در تراکم کاشت ۱۷ بوته در مترمربع (۲/۵) می‌باشد (شکل ۲) و پس از سپری شدن دوره رشد با توجه به خشک شدن برگ‌های پایین گیاه شاخص سطح برگ در تمام تراکم‌های کشت سیر نزولی داشته است. با توجه به مشاهدات انجام شده در این تحقیق تراکم ۶۸ بوته در مترمربع به لحاظ ایجاد پوشش کامل‌تر و تولید LAI بیشتر در میزان



شکل ۲- اثر تراکم کاشت بر شاخص سطح برگ (LAI)

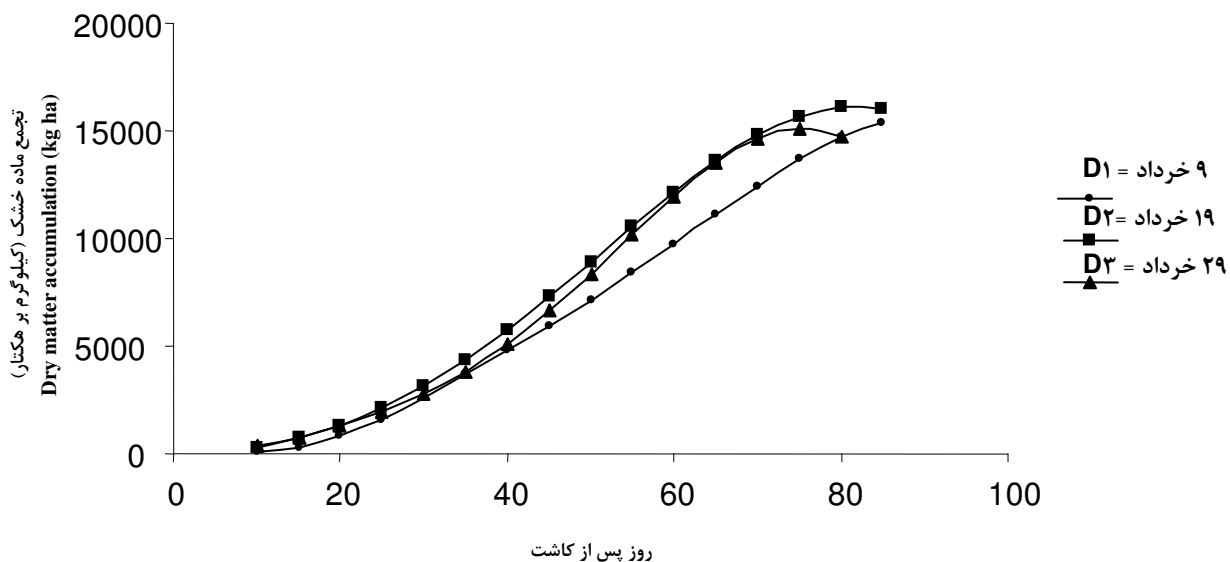
Figure 2- Effect of plant density on leaf area index

کیلوگرم در هکتار) به دلیل مناسب بودن زمان کاشت و دوره رشد گیاه با شرایط مناسب محیطی، گیاه توانسته است بطور مناسب‌تری سطح زمین را پوشش داده و از عوامل محیطی به نحو مطلوب‌تری استفاده کند و در نتیجه وزن خشک کل گیاه بیشتری در واحد سطح، تولید شده است (جدول ۴). حق وردیان (Haqverdian, 2010) در کشت

وزن خشک گیاه: روند تجمع ماده خشک در تاریخ‌های کاشت در شکل ۳ ارائه شده است. در تاریخ کاشت ۹ خرداد میزان تجمع ماده خشک گیاه (۱۴۳۴۰ کیلوگرم در هکتار) به دلیل درجه حرارت پایین تجمع ماده خشک گیاه کمتر بوده است اما در تاریخ‌های کشت بعدی ۱۹ و ۲۹ خرداد میزان تجمع ماده خشک گیاه (به ترتیب ۱۴۶۰۰ و ۱۶۳۵۰

آمده با نتایج خادم حمزه و کریمی (Khademhamze and karimi, 1999) بر روی سویا و هم‌چنین نتایج شکاری (Shekari, 2001) روی ارزن مطابقت دارد.

مستقیم برنج بیشترین تجمع ماده خشک را در تاریخ کاشت‌های ۱۷ و ۲۶ اردیبهشت به دلیل مناسب بودن شرایط محیطی با دوره رشد گیاه گزارش نمود. در این راستا نتایج به دست

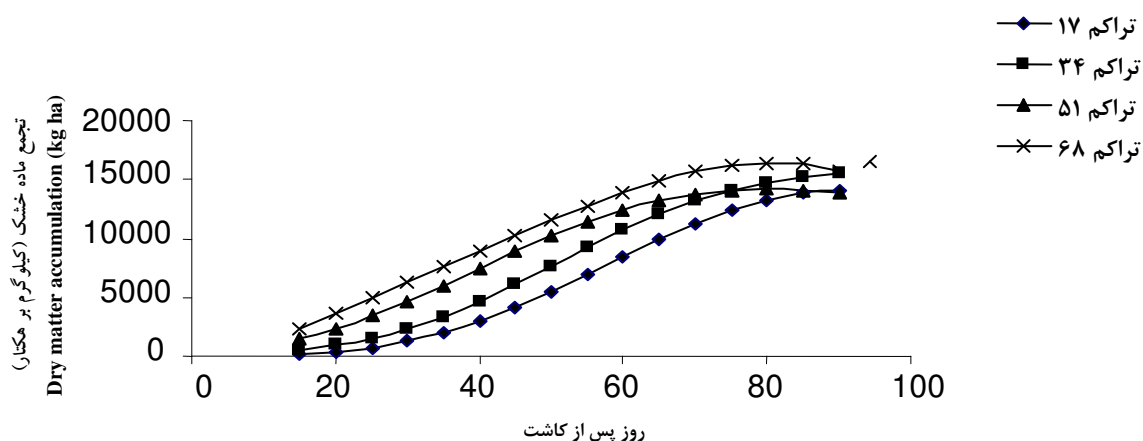


شکل ۳- اثر تاریخ کاشت بر روند تجمع ماده خشک (TDW)

Figure 3- Effect of planting dates on dry matter accumulation

می‌یابد که دلیل افزایش میزان تجمع ماده خشک با افزایش تراکم بوته در مترمربع را می‌توان چنین توجیه کرد که با افزایش تراکم تعداد بوته در واحد سطح، سطح برگ و به عبارتی اندام فتوسنتز کننده در واحد سطح افزایش یافته، در نتیجه ماده خشک افزایش می‌یابد که نتیجه بدست آمده با نتایج شکاری (Shekari, 2001) روی ارزن مطابقت دارد.

روند تجمع ماده خشک کل اندام‌های هوایی در تراکم‌های کاشت در شکل ۴ ارائه شده است. با توجه به وجود اختلاف معنی‌دار در تراکم‌های مختلف کاشت بر روی تجمع ماده خشک (جدول ۳) روند تغییرات افزایش وزن خشک در تمام تراکم‌های کاشت تقریباً مشابه است. به طوری که با افزایش تراکم مقدار تجمع ماده خشک افزایش



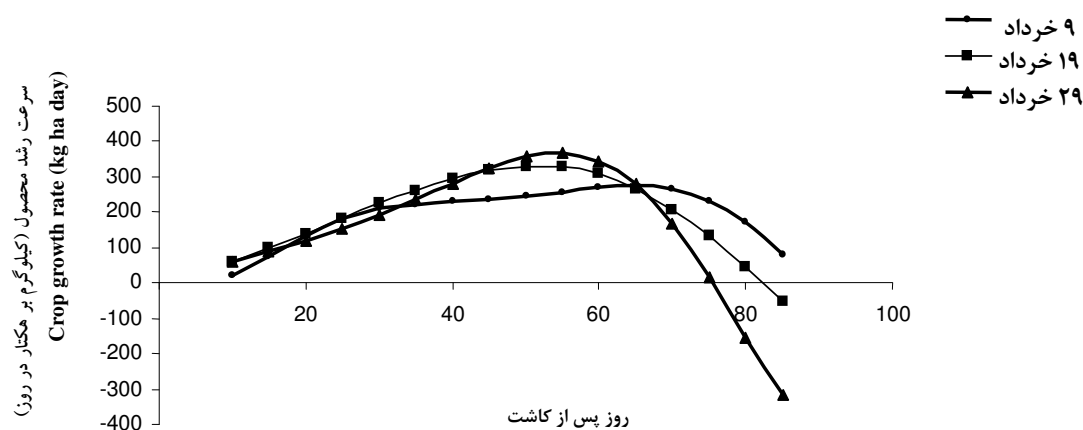
شکل ۴- اثر تراکم کاشت بر وزن خشک گیاه (TDW)

Figure 4- Effect of plant density on dry weight (TDW)

می‌شود سرعت رشد محصول در تمام تاریخ‌های کشت در اوایل رشد بصورت یکسان سیر صعودی داشته و پس از به حداکثر رسیدن در تاریخ‌های کشت دوم و سوم (۱۹ و ۲۹ خرداد) به علت درجه حرارت بالا و تنفس بیشتر گیاه، با شیب بیشتری کاهش می‌یابد ولی در تاریخ کشت ۹ خرداد با آهنگ آرامتری کاهش می‌یابد، بطوری‌که حداکثر سرعت رشد محصول برای تاریخ کاشت ۲۹ خرداد در حدود ۵۵ روز بعد از نشاء (۳۶۵ کیلوگرم بر هکتار در روز) و کمترین آن برای تاریخ کاشت ۹ خرداد در حدود ۷۰ روز بعد از نشاء (۲۷۰ کیلوگرم بر هکتار در روز) می‌باشد. حق وردیان (Haqverdian, 2010) گزارش نمود کمترین سرعت رشد محصول را در تاریخ کاشت ۸ اردیبهشت با دریافت ۸۵۰ درجه رشد ($1/5 \text{ g/m}^2 \cdot \text{gdd}$) و بیشترین سرعت رشد

سرعت رشد محصول: روند سرعت رشد محصول در تاریخ‌های کاشت در شکل ۵ ارائه شده است. سرعت رشد محصول شاخصی از تولید ماده خشک گیاهی در واحد سطح زمین در واحد زمان می‌باشد. به عبارتی شاخصی از قابلیت تولید کشاورزی است. سرعت رشد محصول در مراحل اولیه به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و پایین بودن درصد نور خورشید که توسط گیاه جذب می‌شود کم است اما با نمو گیاهان زراعی افزایش می‌یابد، زیرا سطح برگ توسعه یافته و نور کمتری از جامعه گیاهی به سطح خاک نفوذ می‌کند و تاریخ کاشت سرعت رشد محصول را تحت تاثیر قرار داده و به طوری‌که در تاریخ کاشت اول (۹ خرداد) به دلیل بالاتر بودن سرعت رشد محصول در اواخر دوره رشد به علت عمده افزایش عملکرد در این تاریخ کاشت شده است همان‌طور که مشاهده

محصول را در تاریخ کاشت ۱۷ اردیبهشت با دریافت ۸۰۰ درجه رشد ($2.3 \text{ gr/m}^2 \cdot \text{gdd}$) می باشد و هم چنین نتایج مربوط با نتایج بشرخواه (Basharkhah, 2008) و جلالی (Jalali, 2007) در کشت مستقیم برنج مطابقت دارد.

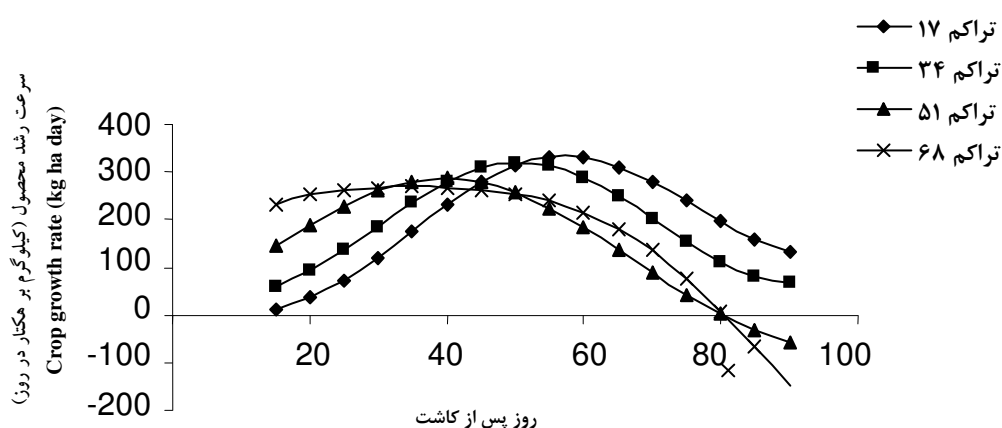


شکل ۵- اثر تاریخ کاشت بر سرعت رشد گیاه (CGR)

Figure 5- Effect of planting dates on crop growth rate (CGR)

کمتری از لا به لای جامعه گیاهی به سطح خاک نفوذ می کند، لذا از سرعت رشد محصول بالاتری برخوردار است. در برنج هم زمان با شروع گل دهی و کامل شدن رشد گیاه به دلیل به حداکثر رسیدن شاخص سطح برگ و سایه اندازی برگ های بالایی بر روی برگ های پایین و هم چنین خشک شدن برگ های پایین گیاه که در نتیجه آن کاهش فتوسنتز و افزایش تنفس را به دنبال دارد در تراکم های بالاتر کاهش سرعت رشد زودتر اتفاق می افتد. نتایج بدست آمده در این آزمایش با نتایج صفری و همکاران (Safari et al., 2008) در ارزن مطابقت دارد.

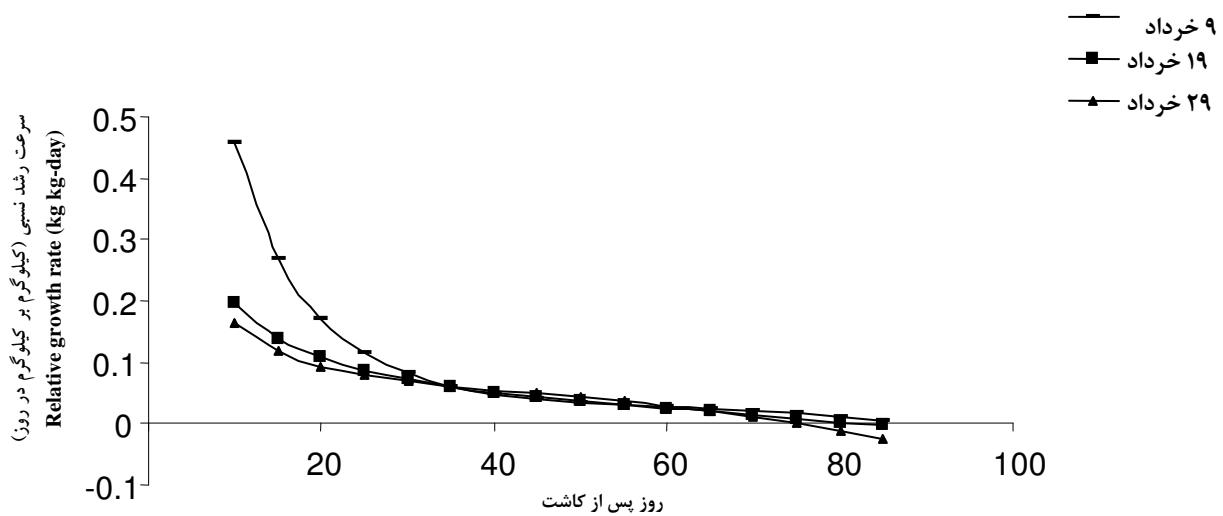
روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم های کاشت نشان می دهد با افزایش تراکم از ۱۷ بوته در مترمربع به ۶۸ بوته در مترمربع در ابتدای رشد بطور سریعتری به سرعت رشد محصول افزوده شده، سرعت رشد محصول در مراحل اولیه به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و پایین بودن درصد نور خورشید که توسط گیاهان جذب می شود کم است اما با نمو گیاهان زراعی افزایش می یابد و پس از به حداکثر رسیدن، کاهش سرعت رشد محصول زودتر اتفاق افتاده است (شکل ۶) با افزایش تراکم بوته ها به دلیل تعداد بوته بیشتر سطح برگ ها سریع تر توسعه یافته و نور



شکل ۶- اثر تراکم کاشت بر سرعت رشد محصول (CGR)
Figure 6- Effect of plant density on crop growth rate (CGR)

کاشت یک روند نزولی را طی کرده است مشاهده می‌شود گیاهانی که زودتر کشت شده‌اند دارای سرعت رشد نسبی بیشتری نیز نسبت به تاریخ‌های کاشت تاخیری هستند. بطوری‌که حداکثر RGR مربوط به ۹ خرداد پس از گذشت ۱۰ روز پس از نشاء (۰/۴) کیلوگرم بر کیلوگرم در روز) و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت ۱۹ و ۲۹ خرداد پس از گذشت ۱۰ پس از نشاء (به ترتیب ۰/۱۸ و ۰/۱۵ کیلوگرم بر کیلوگرم در روز) می‌باشد. با گذشت زمان و افزایش بافت‌های غیر زنده و مسن و سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر و در نتیجه غیر فعال شدن برگ‌ها مقدار سرعت رشد نسبی، روند کاهش پیدا می‌کند (Mirzakhani et al., 2007).

سرعت رشد نسبی: روند سرعت رشد نسبی در تاریخ‌های کاشت در شکل ۷ ارائه شده است. سرعت رشد نسبی، افزایش ماده خشک در یک فاصله زمانی نسبت به وزن موجود است. روند تغییرات سرعت رشد نسبی محصول در سه تاریخ کاشت ۹، ۱۹ و ۲۹ خرداد نشان می‌دهد که با افزایش سن گیاه نسبت بافت‌های ساختمانی به بافت‌های متابولیکی افزایش می‌یابد و چون بافت‌های ساختمانی نقشی در رشد ندارند، سرعت رشد نسبی گیاه یک روند کاهشی را نشان می‌دهد و نیز در سایه قرار گرفتن برگ‌های پایین‌تر جامعه گیاهی تا اندازه‌ای باعث کاهش رشد نسبی می‌شود. در تمامی تاریخ‌های کاشت، RGR از ابتدای دوره به سمت انتهای دوره

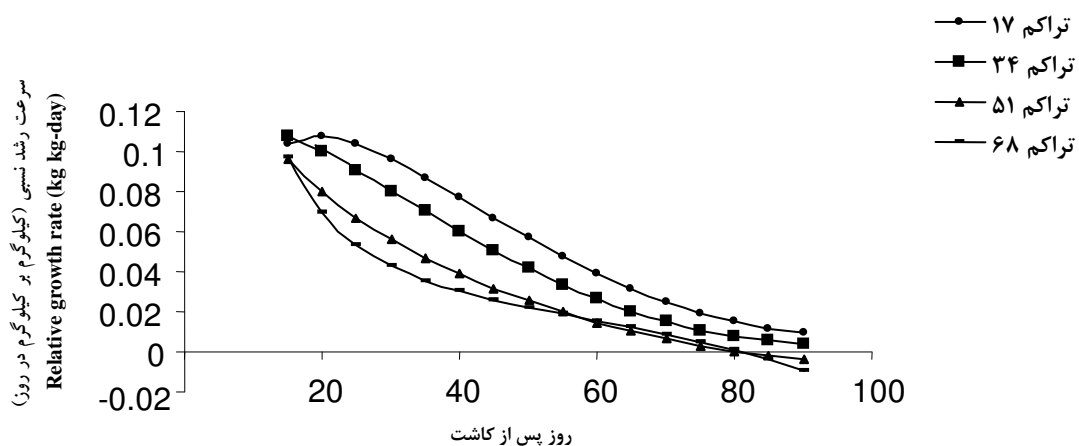


شکل ۷- اثر تاریخ کاشت بر سرعت رشد نسبی (RGR)

Figure 7- Effect of planting date on the relative growth rate (RGR)

و در فتوستتز نقش نداشته لذا نسبت به تراکم‌های کمتر از سرعت رشد نسبی پایین‌تری برخوردار می‌باشد. در نتیجه بیشترین سرعت رشد نسبی در تمام طول دوره کاشت مربوط به تراکم ۱۷ بوته در مترمربع و کمترین سرعت رشد نسبی مربوط به تراکم ۶۸ بوته در مترمربع می‌باشد. نتایج بدست آمده با نتایج صفری و همکاران (Safari et al., 2008) هماهنگی دارد.

روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم‌های کاشت در شکل ۸ ارائه شده است. در تمام تراکم‌های مختلف کاشت با گذشت زمان کاهش می‌یابد. مقدار سرعت رشد نسبی در ابتدای فصل به دلیل رشد سریع گیاهان و وجود حداکثر بافت‌های جوان که در فتوستتز نقش داشته بیشتر می‌باشد لذا در ابتدای فصل از بیشترین سرعت رشد نسبی برخوردار می‌باشند. با افزایش تراکم گیاه به علت این‌که برگ‌های بیشتری در سایه قرار گرفته

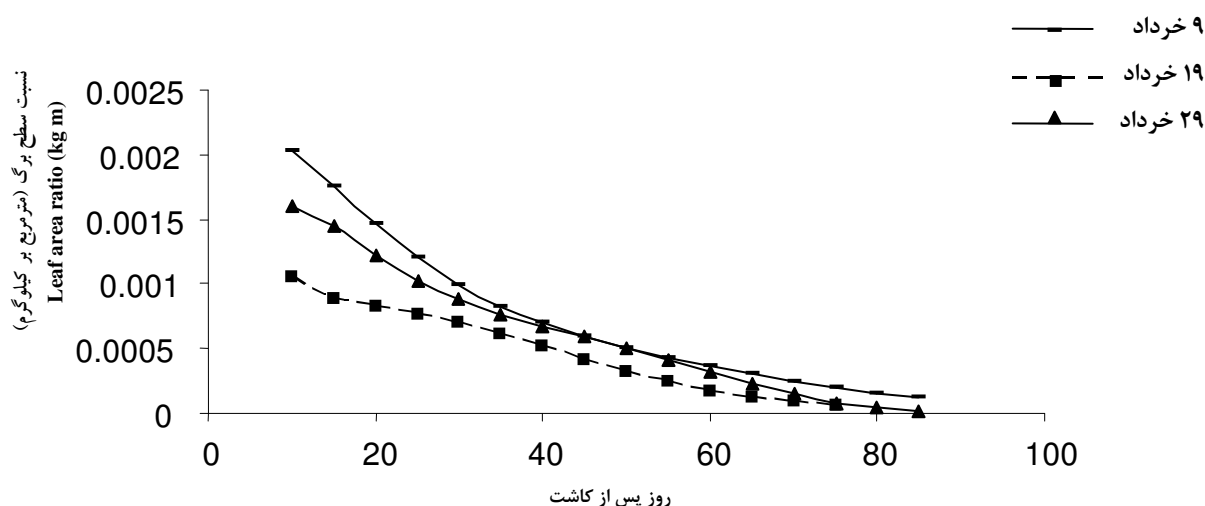


شکل ۸- اثر تراکم کاشت بر سرعت رشد نسبی (RGR)

Figure 8- Effect of plant density on the relative growth rate (RGR)

حرارت که باعث کوتاه شدن دوره رشد رویشی گردیده سطح برگ سریع تر تشکیل شده و روی هم سایه انداخته و هم چنین سرعت تبدیل بافت های ساختمانی به بافت های متابولیکی افزایش می یابد و چون بافت های ساختمانی نقشی در رشد ندارند، نسبت سطح برگ گیاه یک روند کاهشی را نشان می دهد که با نتایج صفری و همکاران (Safari et al., 2008) و مطالعه مختار پور (Mokhtarpoor, 1997) در ذرت مطابقت دارد.

نسبت سطح برگ: روند تغییرات نسبت سطح برگ در تاریخ های کاشت در شکل ۹ ارائه شده است. در اوایل فصل رشد در تمام تاریخ های کاشت، گیاه حداکثر نسبت سطح برگ را دارا می باشد و پس از آن سیر نزولی خود را طی می کند. بیشترین نسبت سطح برگ مربوط به تاریخ کاشت ۹ خرداد (۰/۰۰۲) مترمربع بر کیلوگرم) و کمترین نسبت سطح برگ مربوط به تاریخ کاشت تاخیری می باشد. در کاشت تاخیری به دلیل بالا بودن درجه



شکل ۹- اثر تاریخ کاشت بر نسبت سطح برگ (LAR)

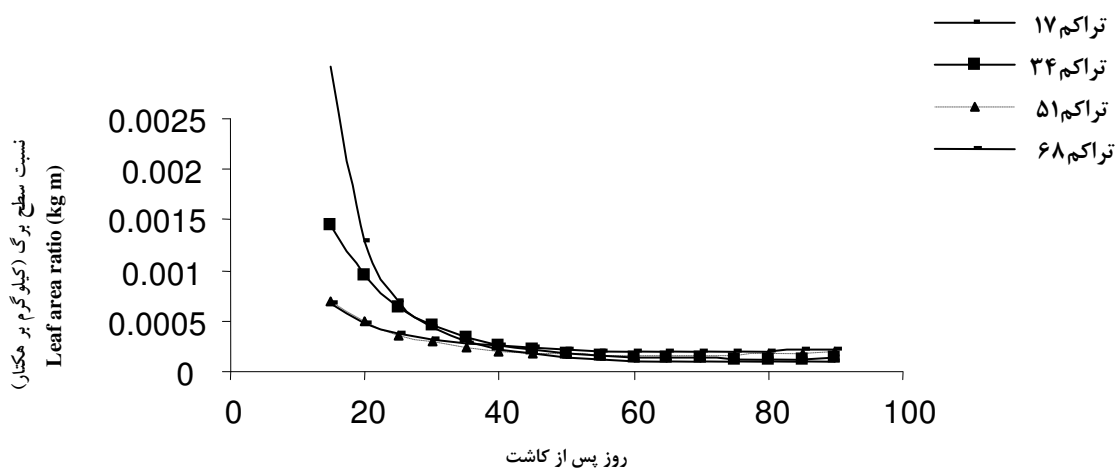
Figure 9- Effect of planting date on leaf area ratio (LAR)

پایین تر جامعه گیاهی تا اندازه ای باعث کاهش نسبت سطح برگ می شود برای تمام تراکم ها LAR از ابتدای دوره به سمت انتهای دوره یک روند نزولی را طی کرده است، در نتیجه بالاترین نسبت سطح برگ مربوط به تراکم ۱۷ بوته در مترمربع پس از گذشت ۱۵ روز پس از کاشت (۰/۰۰۳) مترمربع بر کیلوگرم) و کمترین نسبت سطح برگ مربوط به

روند تغییرات نسبت سطح برگ در تراکم های مختلف کاشت در شکل ۱۰ ارائه شده است. با افزایش سن گیاه نسبت بافت های ساختمانی به بافت های فعال متابولیکی افزایش می یابد و چون بافت های ساختمانی نقشی در رشد ندارند، نسبت سطح برگ گیاه یک روند کاهشی را نشان می دهد و نیز در سایه قرار گرفتن برگ های

را می توان اثر سایه اندازی متقابل و تنش نور به خصوص در بخش های پایین جامعه گیاهی ذکر کرد که با افزایش تراکم این تنش ها بیشتر می شود.

تراکم ۶۸ بوته در مترمربع پس از گذشت ۱۷ روز پس از کاشت (۰/۰۰۰۷ مترمربع بر کیلوگرم) حاصل گردید. دلیل کاهش LAR با افزایش تراکم



شکل ۱۰- اثر تراکم بر نسبت سطح برگ (LAR)

Figure 10- Effect of plant density on leaf area ratio (LAR)

سبب کاهش ۳۲/۵ درصد عملکرد شده به گونه ای که همه اجزاء عملکرد شامل تعداد پنجه، تعداد دانه در خوشه، وزن ۱۰۰۰ دانه با تاخیر در کاشت کاهش یافتند. اکرم و همکاران (Akram et al., 1985) با بررسی تاریخ کاشت و عملکرد در منطقه کشمیر پاکستان گزارش دادند که کاشت در ۸ ژوئن نتایج معنی داری از عملکرد را نسبت به تاریخ های ۲۴ می و ۲۴ ژوئن بدست آمد. بلوچ و همکاران (Baloch et al., 2002) در آزمایشی به عنوان مناسب ترین تراکم برای عملکرد بالای برنج در آرایش کاشت های ۲۰×۲۰، ۲۲/۵×۲۲/۵ و ۲۵×۲۵ سانتی متر مربع دریافتند که بیشترین عملکرد دانه در آرایش کاشت ۲۲/۵×۲۲/۵ سانتی مترمربع حاصل گردید و علت آن افزایش تعداد خوشه در واحد سطح می باشد.

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه اثر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد و تراکم کاشت بر روی عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد و بر روی عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد دارای اثر معنی داری است (جدول ۳). به طوری که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ های کاشت ۹ و ۱۹ خرداد (به ترتیب ۶۳۵۷ و ۶۲۶۴ کیلوگرم در هکتار) به دلیل طولانی بودن دوره رشد و کمترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت ۲۹ خرداد (۵۵۷۶ کیلوگرم در هکتار) به دلیل کوتاه بودن دوره رشد می باشد (جدول ۴). بالی و همکاران (Bali et al., 1992) با بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد ژنوتیپ های امید بخش در منطقه کشمیر گزارش دادند که تاخیر در کشت از ۱۴ ژوئن به ۵ جولای

جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه

Table 3 - Analysis of variance of grain yield and Biological yield

عملکرد دانه grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	درجه آزادی df	منبع تغییرات Sov
2900685/396**	19934924/77**	2	تاریخ کاشت planting date
477793/854**	3513155/521*	3	تراکم plant density
342408/063**	3797907/921*	6	تاریخ کاشت × تراکم planting date × plant density
5/75	8/36		ضریب تغییرات %C.V

ns, **, *: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد
ns, **, *: Non-significant Significant at 5 and 1% probability level, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تحت تاثیر تراکم و تاریخ کاشت

Table 4- Comparison of grain yield and Biological yield under the influence of density and planting date

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	تیمارها Treatments
			تاریخ کاشت planting date
45/54a	6357a	14340b	۹ خرداد ۹۶ June 9
42/8a	6224a	14600b	۱۹ خرداد ۹۶ June 19
34/28b	5576b	16350a	۲۹ خرداد ۹۶ June 29
			تراکم بوته plant density
40/51a	5740c	14360c	17
39/78a	6080b	15420b	34
43/11a	6040b	14090c	51
40/09a	6403a	16510a	68

میانگین‌های با حروف غیر مشترک در هر ستون دارای تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند.
Means followed by non-similar letters in each column are significantly different at p=5%

نتیجه‌گیری

اوایل دوره رشد در تمام تاریخ‌های کاشت و تراکم پایین بوده و پس از سپری شدن دوره رشد در حد فاصل مراحل ظهور جوانه‌های زایشی تا ۵۰ درصد گل‌دهی به حداکثر رسیده و سپس سیر نزولی دارند. مقدار LAR و RGR در تمام تاریخ‌های کاشت و تراکم در اوایل دوره رشد حداکثر بوده و در اواخر دوره رشد به دلیل افزایش اندام‌های تنفس کننده به حداقل خود می‌رسد.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که از تاریخ‌های کشت اول و دوم (۹ و ۱۹ خرداد) به دلیل وجود مناسب‌ترین شرایط رشد و به حداکثر رسیدن بهره‌وری گیاه از محیط، بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح حاصل گردید. روند تغییرات شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در

سپاس‌گزاری

در اجرا و پیشبرد آن مرا یاری نمودند تقدیر و

تشکر به عمل بیاورم.

این مقاله بخشی از پایان‌نامه اینجانب

می‌باشد که بر خود لازم می‌دانم از کلیه عزیزانی که

References

منابع مورد استفاده

- ✓ Ahmad, Z., S. Alim., R. Dil, and M. Tahir. 1996. Rice Genotypes responses to environment stresses in term of yield and yield components in sub mountainous region of swat. Sarhad Journal of Agriculture. 12: 619- 624.
- ✓ Akram, M., A. A. Cheema., M. A. Wan, and A. Maybool. 1985. Effect of planting date and fertilizer level on grain and protein content of rice Pakistan. Journal of Agriculture Research. 6 (3): 165- 167
- ✓ Babapoor, J. 1998. Effect different amounts of fertilizer nitrogen and plant density on the bottom of Tarom rice. Research Report. Deputy Rice Research Institute in Mazandaran.
- ✓ Bali, A. S., K. N. Singh, and G. M. Khan. 1992. Effect of tran planting dates in promising genotype of rice (*oryzia sativa*) under Kashmir valley conditions. Indian Journal of Agricultural. 37 (4): 85- 86.
- ✓ Baloch, A., W. A. M. Soomro., M. A. Jared, and M. Ahmed. 2002. Optimum plant density for high yield in rice (*Oryza Sativa L.*) Asian Journal of Plant Sci. 1 (1): 25- 27.
- ✓ Basharkhah, A. 2008. Physiological effects of planting date on growth and yield of rice in direct seeding. Islamic Azad University of Agriculture. 115 Pp.
- ✓ Dutta, R. K., A. Basermia, and S. Khanm. 2002. Plant architecture and growth characteristics of fine grain and agromatic rice and their relation with grain yield. <http://www.Fao.orgldocrep/005/y615695>.
- ✓ Eslafr, J. A. 1996. Physiological bases of plant breeding. Translated by Rahimian. H and Banaeian. Mashhad University Jihad. 344 Pp.
- ✓ Haqverdian, M. 2010. Effects of planting dates on agronomic traits of varieties in direct seeding rice. MA thesis, University of Agriculture Branch. 100 Pp.
- ✓ Imam, Y., and M. Niknejhad. 1994. Introduction to the physiology of crop yield (translated). Shiraz University Press. 571 Pp.
- ✓ Jalali, J. 2007. Date of planting on agronomic characteristics and physiological indices of different varieties of rice in direct seeding systems (wet method), MSc thesis, Department of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University. 111 Pp.
- ✓ Karimi, M. M., and H. M. Siddique. 1991. Crop growth rates of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42: 13- 20.
- ✓ Keshavarzi, M. H. 1999. Effect of planting date and plant density on yield and yield components of rice locally. Master's thesis agriculture. Islamic Azad University of Jiroft. 156 Pp.
- ✓ Khademhamzeh, H., and M. Karimi. 1994. Effect of plant date and plant density on yield and yield component of soybean rates of old and modern wheat. The Fifth Congress of Culture and Plant Adjustment. Pp: 480.
- ✓ Koochaki, Y., and M. Nassiri Mahalati. 1992. Plant and soil water relationships. Mashhad University Press. 250 Pp.
- ✓ Lampe, K. 1995. Rice research: food for billion people. Ann. Rev.plant physio. Pp: 235.

-
- ✓ Lee, K. S., and J. H. Jun. 1998. Identifying optimum seeding time for direct seeding. *Int. Ricers. News letter*. 23: 29- 30.
 - ✓ Miller, B. C., J. E. Kill, and S. Roberts's. 1991. Plant population effects on growth and in water – seed rice. *Agron. J.* 83: 291- 297.
 - ✓ Mirzakhani, M., M. R. Ardakani, and A. H. Shirani. 2007. Growth analysis of spring safflower varieties in Arak, Iran. *Agricultural Science Quarterly*. (4) 2: 122- 131.
 - ✓ Modarres, A. M., R. I. Hamilton., M. Dijak., L. M. Dwyer., D. W. Stewart, and D. L. Smit. 1998. Plant population density effect on maize inbred lines grown in short- season environments. *Crop Sci.* 38: 104- 108.
 - ✓ Mondal, S. S., A. N. Dasmahpatra, and B. N. Chatterjee. 1987. Effect of high rates of potassium and nitrogen on rice yield components. *Environment and Ecology*. 5: 300- 303.
 - ✓ Mukhtarpoor, H. 1997. Growth traits and their relationship with yield under different planting dates and plant population on corn varieties, MS Thesis, Tehran University. 115 Pp.
 - ✓ Reddy, K.S., and B.B.C. Rddy. 1992 Effect of affect of Transplanting date, plant density and seedin ag on growth and yield of rice (*Oryza Sativa*). *Indian Journal of Agronomy*. 37 (1): 18- 21.
 - ✓ Safari, M. S., N. M. Galeshi., M. Torbati nejhada, and S. Mosavat. 2008. Effect of planting date and plant density on yield foxtail millet. *Journal of Agriculture and Natural Resources*. 15 (5): 112- 127 (Supplement Agronomy).
 - ✓ Sarmadnia, Q., and A. Koochaki. 2007. *Crop Physiology*. Jahad Mashhad University Press. Pp: 100- 103.
 - ✓ Shekari, K. 2001. Effect of planting date and plant density on yield, and foxtail millet. MA thesis, Islamic Azad University, Varamin Agriculture. 98 Pp.
 - ✓ Singh, K. N., and H. C. Bhattacharya. 1989. *Direct seeded rice*. New Delhi (India): Oxford Publishing Co. Pvt. Ltd. Pp 166.
 - ✓ Soomro, H. A., C. Soomro Oad., AH. Ansari, and N. X. Oad. 2001. Effect of transplanting dates on yield and its related traits in rice (*Oryza Sativa L.*). *Journal of Biological Sciences*. 1 (5): 363- 364.
 - ✓ Takami, S., and T. K. Kobatta. 1990 Quantitative method for analysis of grain yield in rice. *Agron. J.* 82: 1149- 1153.
 - ✓ Uexkull, H. R. V. 1976. *Fertilizing, for high yield rice*. International potash Institute. Berne. Switzerland.
 - Yoshida, S. 1981. *Fundamental of rice crop science*. International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines.