"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹٤

اثر زمان نشاکاری بر انتقال مجدد ماده خشک، کربوهیدرات‌های محلول و عملکرد دانه ارقام برنج (*Oryza sativa* L.)

Effect of transplanting time on dry matter remobilization, soluble carbohydrates and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars

امیر وحدتی راد[۱]، مسعود اصفهانی[۲]، غلامرضا محسن آبادی[۳]، عاطفه صبوری[۴] و علی اعلمی[۵]

چکیده

وحدتی راد، ا.، م. اصفهانی، غ.ر. محسن آبادی، ع. صبوری و ع. اعلمی. ۱۳۹٤. اثر زمان نشاکاری بر انتقال مجدد ماده خشک، کربوهیدرات‌های محلول و عملکرد دانه ارقام برنج (*Oryza sativa* L.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۳): ۲۲۲-۲۰۵.**

به‌منظور ارزیابی اثر زمان نشاکاری بر انتقال مجدد و عملکرد دانه ارقام برنج، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان انجام گرفت. کرت‌های اصلی شامل شش رقم برنج (هاشمی، سنگ‌جو، علی‌کاظمی، درفک، خزر و گوهر) و کرت‌های فرعی شامل سه زمان نشاکاری (۱۵ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۵ خرداد) بودند. نتایج نشان داد که با تاخیر در زمان نشاکاری، میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام هوایی به دانه‌ها بطور معنی‌داری افزایش یافت. رقم گوهر با ۱۳۹/۱ گرم در مترمربع بیشترین میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام هوایی را به خود اختصاص داد و ارقام هاشمی، سنگ‌جو و علی‌کاظمی از کمترین میزان انتقال مجدد ماده خشک برخوردار بودند. نتایج حاکی از آن بود که عملکرد دانه از ارتباط مثبت و معنی‌داری با دما و تابش تجمعی برخوردار بود و بیشترین دمای تجمعی دریافتی (۱٤۲۲/۳ و ۳٤٥/۸ درجه سانتی‌گراد) به‌ترتیب درکل دوره رشد و دوره پر شدن دانه، در زمان نشاکاری اول ثبت شد. نتایج این تحقیق نشان داد که کسر فتوترمال بعنوان یک شاخص ترکیبی از دما و تابش، بطور مناسبی می‌تواند در توجیه تغییرات عملکرد دانه ارقام برنج استفاده شود و انتخاب زمان نشاکاری مناسب به‌منظور قرارگرفتن ارقام برنج در شرایط دما و تابش مناسب می‌تواند به دریافت کسر فتوترمال تجمعی بیشتر (تا ۱۳۷/٤ مگاژول بر مترمربع در درجه سانتی‌گراد) و عملکرد دانه بالاتر (تا ۳۹۱٦/۸ کیلوگرم در هکتار) منجر شود. در این پژوهش، زمان نشاکاری ۱۵ اردیبهشت به علت فراهم شدن شرایط دمایی و تابش مناسب در دوره رویشی و زایشی ارقام برنج و تاثیر مطلوب آن بر عملکرد و اجزای عملکرد برتر از سایر زمان‌های نشاکاری بود.

واژه‌های کلیدی: برنج، تابش تجمعی، دمای تجمعی، زمان نشاکاری و کسر فتوترمال.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۵ این مقاله مستخرج ازپایان نامه دکتری نگارنده اول می‌باشد.

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: mesfahan@yahoo.com)
۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۴- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۵- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

مقدمه

در دهه‌های اخیر دمای جهان بطور مستمر در حال افزایش بوده است که علت آن به افزایش جمعیت، توسعه صنایع، تصاعد گازهای گلخانه‌ای و جنگل زدایی شدید مربوط است. دوره گلدهی یکی از حساس‌ترین دوره‌ها به دمای بالا در برنج است. دمای بالا در این زمان باعث کاهش جدی عملکرد دانه می‌شود که علت آن عقیمی دانه گرده و تولید دانه‌های پوک و کاهش وزن دانه است (Cao *et al.,* 2009). گیاه برنج معمولاً در مناطقی کشت می‌شود که دارای دماهای بالاتر از حد دمای بهینه رشد هستند، بنابراین هرگونه افزایش دمای میانگین یا وقوع دمای بالا در طول مراحل حساس رشدی برنج، می‌تواند به کاهش عملکرد دانه منجر شود (Krishnan *et al.,* 2011). زمان کاشت نسبت به سایر جنبه‌های مدیریتی مثل سن گیاهچه، تراکم بوته و مقدار و زمان مصرف کود، وابستگی بیشتری به شرایط اقلیمی دارد. نتایج آزمایش فو و همکاران (Fu *et al.,* 2008) نشان داد که تفاوت در زمان‌های نشاکاری برنج بطور معنی‌داری بر وزن هزار دانه اثرگذار است. در دوره‌های مشخصی از رشد غلات، تجمع ماده خشک در گیاه بیشتر از مصرف آن برای رشد می‌باشد. در این موارد، مواد فتوسنتزی مازاد عمدتاً در ساقه تجمع یافته و در مراحل بعدی رشد (به طور معمول دو تا سه هفته بعد از گلدهی) توسط فرآیند انتقال مجدد به دانه‌های در حال پرشدن منتقل می‌شوند. یکی از فرآیندهای موثر در انتقال مجدد، نسبت منبع به مخزن است. افزایش یا کاهش این نسبت باعث تغییر در روند انتقال مجدد مواد فتوسنتزی می‌گردد (Yang *et al.,* 2002). یانگ و همکاران (Yang *et al.,* 2002) گزارش کردند که در برخی ارقام برنج با وجود تجمع فراوان ماده خشک در اندام‌های رویشی، توانایی استفاده از این مواد در مرحله پر شدن دانه وجود ندارد که این موضوع منجر به کاهش عملکرد دانه و شاخص برداشت می‌شود. سامونت و همکاران (Samonte *et al.,* 2001) نیز گزارش نمودند که انتقال مجدد ماده خشک، نقش مهمی در پر کردن دانه برنج ایفا می‌کند و توانایی اندام‌های هوایی در تجمع و انتقال مجدد ماده خشک متفاوت است و ساقه سهم معنی‌دارتری در این نسبت دارد. نوع کربوهیدرات‌های غیر ساختاری که در فرآیند انتقال مجدد مورد استفاده قرار می‌گیرند، بسته به نوع اندام ذخیره کننده متفاوت است. برگ‌های ارقام برنج، کربوهیدرات‌های غیر ساختاری را به‌شکل کربوهیدرات‌های محلول (ساکارز و انواع هگزوزها) ذخیره می‌کنند، در حالی‌که شکل ذخیره آنها در ساقه عمدتاً بصورت نشاسته است (Ishimaru *et al.*, 2007). مدیریت زراعی می‌تواند نقش موثر و چشمگیری روی توزیع کربوهیدرات‌های محلول در برنج داشته باشد (Fageria *et al.,* 2003). مقدار کربوهیدرات‌های محلول در ساقه‌ها در مراحل قبل از گلدهی نقش موثری در قدرت نهایی مخزن دارد که این موضوع می‌تواند به افزایش بقای خوشه‌چه مرتبط باشد (Slewinski, 2012). ذخایر بالاتر کربوهیدرات‌های محلول ممکن است روی اندازه سلول‌های آندوسپرم و تعداد گرانول‌های نشاسته در دانه‌ها اثر بگذارد که این موضوع تعیین کننده قدرت مخزن در فرآیند پرشدن دانه برنج است (Krishnan *et al.*, 2011).

نتایج تحقیقات نشان داده است که اگرچه دما روی رشد و نمو گیاه برنج در مراحل مختلف رشدی آن اثر می‌گذارد، اما به‌نظر می‌رسد که توأم شدن دما با تابش از لحاظ فیزیولوژیک دارای اهمیت است (Islam and Morison, 1992). فیشر (Fischer, 1985) برای بیان اثر توأم دما و تابش روی عملکرد دانه برنج، کسر فتوترمال (Photothermal quotient; PTQ) را معرفی نموده است. کسر فتوترمال بصورت نسبت تابش کل به دمای میانگین روزانه منهای دمای پایه گیاه بیان می‌شود. نالی و همکاران (Nalley *et al.,* 2009) گزارش کردند که کسر فتوترمال قدرت تفسیر مدل‌های

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

رگرسیونی مربوط به تعداد دانه در واحد سطح، وزن دانه و عملکرد دانه در شرایط مختلف اقلیمی را افزایش می‌دهد. در گیاه گندم نیز بطور مشابه، ارتباط مستقیم کسر فتوترمال با رشد و نمو گیاه در سیستم‌های مختلف کشت گزارش شده است (Ahmed and Hassan, 2011).

با توجه به اهمیت ارزیابی تاثیر زمان‌های نشاکاری بر صفات انتقال مجدد و عملکرد دانه و تفاوت‌های ارقام برنج در پاسخ به آن، این پژوهش با هدف شناخت تنوع ژنوتیپی در صفات انتقال مجدد ماده خشک، کربوهیدرات‌های محلول و عملکرد دانه، نقش تغییرات دما و تابش بر صفات مذکور و بررسی ارتباط صفات مورد مطالعه با یکدیگر، روی شش رقم برنج اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار و تابستان سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان واقع در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۹ متر از سطح دریا به اجرا گذاشته شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سه زمان نشاکاری: ۱۵ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت و ۱۵ خرداد به‌عنوان سطوح کرت اصلی و شش رقم برنج: هاشمی، سنگ‌جو و علی کاظمی (ارقام بومی) و درفک، خزر و گوهر (ارقام اصلاح شده) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. زمان‌های نشاکاری با توجه به تاریخ معمول نشاکاری برنج در منطقه که نیمه دوم اردیبهشت ماه است، انتخاب گردید. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، کرت‌بندی و تسطیح به صورت گِلخراب انجام شد. عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس نتایج تجزیه خاک به زمین داده شد. یک‌سوم کود نیتروژن (از منبع اوره) هنگام تسطیح زمین، یک‌سوم هنگام شروع پنجه‌زنی و یک‌سوم هنگام ظهور خوشه در زمین پخش شد. آماده سازی و کاشت بذر در خزانه حدود یک ماه قبل از زمان انتقال گیاهچه‌ها به زمین اصلی صورت گرفت و انتقال آن به زمین اصلی در مرحله چهار برگی انجام شد. برای تامین گیاهچه‌های مورد نیاز برای هر زمان نشاکاری، مبادرت به بذرپاشی در خزانه با فواصل زمانی مختلف گردید. ابعاد کرت‌ها سه در چهار متر در نظر گرفته شد. کاشت بصورت تک نشا در هر کپه به فاصله ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر انجام گرفت. مراقبت‌های لازم شامل مبارزه با علف‌های هرز بصورت وجین دستی در دو مرحله انجام شد. قبل از نشاکاری از علف‌کش بوتاکلر با غلظت دو در هزار برای کنترل علف‌هرز سوروف در زمین اصلی استفاده گردید. برای مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج از گرانول دیازینون ۱۰ درصد در مراحل حداکثر پنجه‌زنی و گلدهی به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. در مرحله ۵۰ درصد گرده افشانی (مشاهده گرده افشانی در ۵۰ درصد از خوشه‌های هر کرت) و رسیدگی فیزیولوژیک، با رعایت حاشیه و خارج از سطح اختصاص یافته به عملکرد دانه، چهار بوته از هر کرت کف‌بر و نمونه‌ها به برگ‌ها، ساقه و خوشه تفکیک شدند. نمونه‌برداری در مرحله ۵۰ درصد گرده افشانی با توجه به رصد وزن خشک اندام هوایی ارقام برنج با فواصل سه روزه از زمان گرده افشانی تا رسیدگی و حصول بیشترین وزن خشک ارقام مورد مطالعه در زمان گرده افشانی انتخاب شد. نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشکانده شدند. برای تخمین انتقال مجدد ماده خشک فرض شد که همه ماده خشک از دست رفته اندام‌های رویشی گیاهان برای رشد دانه استفاده شده است. برای محاسبه میزان انتقال مجدد ماده خشک از روابط زیر استفاده شد (Tan *et al.*, 2008):

رابطه (۱) وزن خشک اندام هوایی در مرحله رسیدگی دانه (بدون دانه) – حداکثر وزن خشک اندام

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

هوایی در مرحله گرده‌افشانی = میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام هوایی به دانه

رابطه (۲) ۱۰۰ × (حداکثر وزن خشک اندام هوایی/ میزان انتقال مجدد از اندام هوایی) = کارایی انتقال مجدد از اندام هوایی

نمونه‌برداری‌ها برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول، در مرحله ۵۰ درصد گرده افشانی (مشاهده مرحله گرده افشانی در ۵۰ درصد از خوشه‌های هر کرت) و رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول اندام هوایی (ساقه، غلاف برگ و برگ‌ها به نسبت وزنی یکسان) از روش یوشیدا و کانرونل (Yoshida and Conronel, 1976) استفاده شد. در زمان برداشت، چهار مترمربع از متن هر کرت با رعایت حاشیه برای اندازه‌گیری عملکرد دانه در نظر گرفته شد و عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. برای ثبت دمای حداقل، حداکثر، بارندگی، ساعت آفتابی و میزان تابش روزانه در طول اجرای آزمایش از داده‌های هواشناسی مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی استان گیلان (شهرستان رشت) استفاده شد. به‌منظور تجمیع اثرات دما و تابش و بررسی اثر آنها بر عملکرد دانه، از شاخص کسر فتوترمال (PTQ)) استفاده شد. برای بدست آوردن کسر فتوترمال از رابطه زیر استفاده شد (Ahmed and Hassan, 2011):

رابطه (۳) (دمای پایه (۱۰°C)- دمای میانگین روزانه)/ (تابش دریافتی روزانه) = کسر فتوترمال(PTQ)

از جمع کسرهای فتوترمال روزانه در طول دوره رشد ارقام، کسر فتوترمال تجمعی بدست آمد که در روابط رگرسیونی مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه مرکب داده‌ها پس از انجام آزمون F_{max} هارتلی انجام گرفت. تجزیه‌های آماری و رگرسیونی، مقایسات میانگین و رسم نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزارهای SAS V9.2، Genstat V9 و Excel انجام شد. مقایسات میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

داده‌های هواشناسی نشان داد که با تاخیر در زمان نشاکاری، دمای میانگین هوا در طول دوره رشد ارقام برنج تا ۰/۸ و ۱/۶ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش افزایش یافت. با تاخیر در زمان نشاکاری، بیشترین میزان کاهش دمای تجمعی دریافتی (۲۱ درصد) در رقم گوهر بدست آمد. کمترین میزان کاهش دمای تجمعی دریافتی (۹/۶ درصد) در رقم هاشمی حاصل شد. بطور کلی با تاخیر در زمان نشاکاری، میزان دمای تجمعی، کسر فتوترمال و تابش تجمعی دریافتی در دوره رشد ارقام برنج کاهش یافت (جدول ۱).

میانگین دمای هوا و تابش دریافتی روزانه در دوره پر شدن دانه ارقام برنج در زمان‌های مختلف نشاکاری در دو سال آزمایش در شکل یک نشان داده شده است. در هر دو سال آزمایش با تاخیر در زمان نشاکاری، میزان تابش دریافتی روزانه در دوره پر شدن دانه کاهش یافت. میزان تابش دریافتی روزانه در سال اول و دوم آزمایش با تاخیر در زمان نشاکاری به‌ترتیب تا پنج و ۳۶ درصد کاهش یافت. میانگین دمای هوا در دوره پر شدن دانه با تاخیر در نشاکاری، در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب تا پنج و شش درصد افزایش داشت (شکل‌های ۱- الف و ۱- ب).

بررسی اطلاعات اقلیمی نشان داد که با تاخیر در نشاکاری میزان دما و تابش تجمعی دریافتی طی دوره پر شدن دانه کاهش یافت. بیشترین دمای تجمعی دریافتی در طول دوره پرشدن دانه در رقم گوهر در زمان نشاکاری اول به‌میزان ۴۸۶ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن در رقم هاشمی در زمان نشاکاری سوم به‌میزان ۲۱۲ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. با تاخیر در نشاکاری، میزان تابش تجمعی دریافتی تا

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

جدول ۱- میانگین دمای هوا، دمای تجمعی، تابش روزانه، تابش تجمعی و کسر فتوترمال تجمعی دریافتی در دوره رشد ارقام برنج در زمان‌های مختلف نشاکاری در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

Table 1. Mean temperature (DT), cumulative temperature (CT), daily solar radiation (DR), cumulative solar radiation (CR) and photothermal quotient (PTQ) at growth duration of rice cultivars in transplanting times (T) in 2013 and 2014

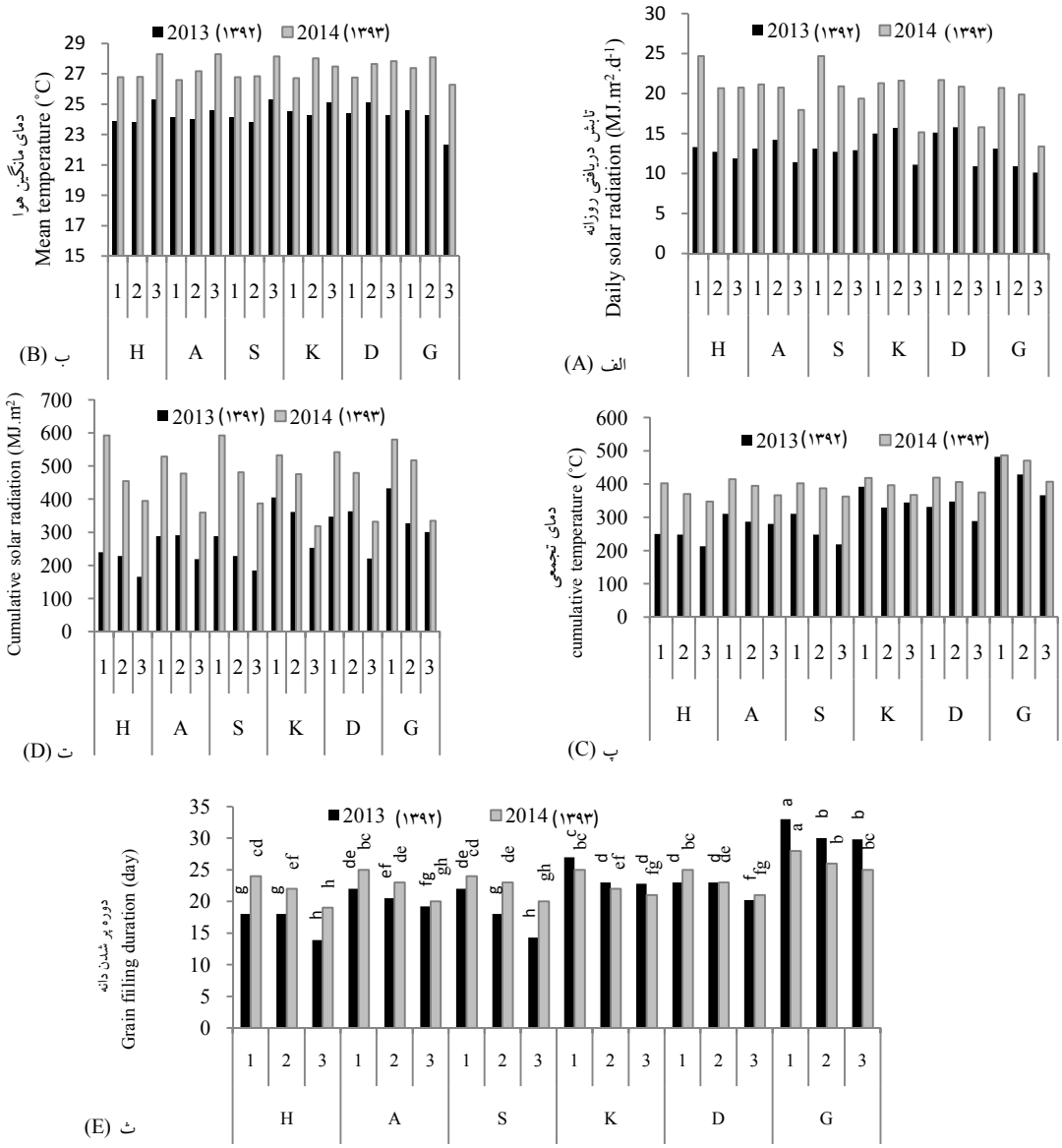
زمان نشاکاری T	سال Year	ارقام برنج Rice cultivars	کسر فتوترمال PTQ ($MJ\ m^{-2}{}^{\circ}C^{-1}$)	دمای میانگین DT (°C)	دمای تجمعی CT (°C)	تابش روزانه DR ($MJ\ m^{-2}d^{-1}$)	تابش تجمعی CR ($MJ.m^{-2}$)
1	2013	(H) هاشمی	138.3	23.7	1304	18.1	1830
1	2013	(A) علی‌کاظمی	138.3	23.7	1318	18.1	1830
1	2013	(S) سنگ‌جو	138.3	23.7	1455	18.1	1830
1	2013	(K) خزر	148.1	23.8	1381	17.6	1974
1	2013	(D) درفک	148.1	23.8	1532	17.6	1974
1	2013	(G) گوهر	157.1	24	1618	16.9	2114
2	2013	(H) هاشمی	107.1	24.5	1236	17.1	1544
2	2013	(A) علی‌کاظمی	107.1	24.5	1243	17.1	1544
2	2013	(S) سنگ‌جو	103.7	24.5	1362	17.1	1544
2	2013	(K) خزر	116.1	24.6	1298	16.9	1685
2	2013	(D) درفک	118.8	24.6	1356	16.6	1724
2	2013	(G) گوهر	124.7	24.5	1401	15.9	1802
3	2013	(H) هاشمی	85.6	24.7	1179	14.5	1334
3	2013	(A) علی‌کاظمی	86.1	24.7	1180	14.6	1398
3	2013	(S) سنگ‌جو	84.5	24.7	1320	14.5	1334
3	2013	(K) خزر	95.4	24.6	1190	14.3	1485
3	2013	(D) درفک	99.6	24.6	1304	14.3	1485
3	2013	(G) گوهر	106.8	24.3	1276	14	1549
1	2014	(H) هاشمی	119.3	24.9	1251	20.6	1730
1	2014	(A) علی‌کاظمی	121.4	24.9	1298	20.3	1766
1	2014	(S) سنگ‌جو	119.3	24.9	1251	20.6	1730
1	2014	(K) خزر	137.4	25.2	1508	20.6	2042
1	2014	(D) درفک	135.2	25.1	1471	20.6	2003
1	2014	(G) گوهر	147.9	25.5	1674	20.7	2238
2	2014	(H) هاشمی	105.6	25.8	1189	20.7	1638
2	2014	(A) علی‌کاظمی	111.8	26	1216	20.8	1751
2	2014	(S) سنگ‌جو	108.4	25.9	1207	20.8	1685
2	2014	(K) خزر	120.4	26.3	1432	20.8	1915
2	2014	(D) درفک	118.5	26.2	1408	20.8	1875
2	2014	(G) گوهر	124.7	26.3	1583	20.3	1991
3	2014	(H) هاشمی	103.6	26.7	1151	21.4	1671
3	2014	(A) علی‌کاظمی	105.8	26.7	1183	20.7	1703
3	2014	(S) سنگ‌جو	104.5	26.7	1151	21.1	1689
3	2014	(K) خزر	111.1	26.6	1380	19.9	1813
3	2014	(D) درفک	108.4	26.6	1331	20.1	1767
3	2014	(G) گوهر	118.2	26.6	1490	19.7	1894

۱۳ درصد در رقم گوهر کاهش نشان داد (شکل‌های ۱- پ و ۱- ت). با تاخیر در نشاکاری، طول دوره پر شدن دانه در ارقام برنج مورد ارزیابی کاهش یافت (شکل ۱- ث). بیشترین طول دوره پر شدن دانه در رقم گوهر در زمان نشاکاری اول به‌مدت ۳۳ روز و کمترین طول دوره پر شدن دانه در رقم هاشمی در زمان نشاکاری سوم به‌مدت ۱۳ روز بدست آمد.

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر زمان نشاکاری و رقم بر میزان انتقال مجدد ماده خشک از کل اندام هوایی معنی‌دار بود. بین برهم کنش رقم و زمان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]



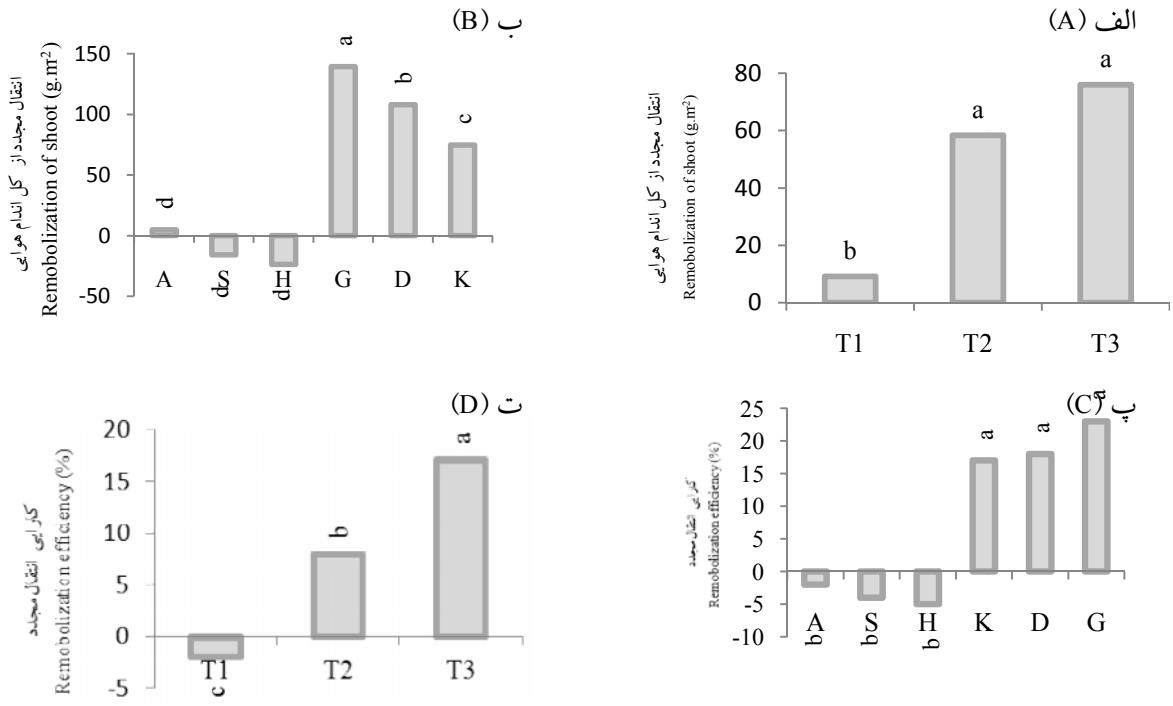
شکل ۱- الف- تابش دریافتی روزانه در دوره پرشدن دانه ارقام برنج، ب- میانگین دمای هوا در دوره پر شدن دانه ارقام برنج، پ- دمای تجمعی دریافتی در دوره پر شدن دانه در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ت- تابش تجمعی دریافتی در دوره پرشدن دانه ارقام برنج در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و ث- مقایسه میانگین اثر زمان نشاکاری بر دوره پر شدن دانه ارقام برنج (ارقام برنج: گوهر (G)، درفک (D)، خزر (K)، هاشمی (H)، سنگ‌جو (S) و علی‌کاظمی (A) و اعداد ۱، ۲ و ۳ در محور افقی بترتیب زمان نشاکاری اول (T1)، زمان نشاکاری دوم (T2) و زمان نشاکاری سوم (T3) هستند)

Fig. 1. A. Daily solar radiation during grain filling period of rice cultivars, B. Mean temperature during grain filling period of rice cultivars, C. Cumulative temperature in grain filling period in 2013 and 2014, D. Cumulative solar radiation in grain filling period in 2013 and 2014 and E. Effect of transplanting time on Grain filling duration of rice cultivars in 2013 and 2014 (In horizontal axis: rice cultivars: Gouhar (G), Dorfak (D), Khazar (K), Hashemi (H), Sangejo (S) And Alikazemi (A) and transplanting times as first transplanting time (1), second transplanting time (2) and third transplanting time (3)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

نشاکاری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که این موضوع نشان دهنده جمع پذیر بودن اثرات می‌باشد، به‌عبارت دیگر واکنش ارقام برنج به زمان‌های مختلف کاشت دارای روند نسبتاً ثابتی بود. مقایسه میانگین اثر اصلی زمان نشاکاری نشان داد که بیشترین میزان انتقال مجدد از کل اندام هوایی در زمان نشاکاری دوم و سوم به‌ترتیب ۵۸/۳ و ۷۵/۹ گرم در مترمربع و کمترین میزان آن در زمان نشاکاری اول (۹/۱ گرم در مترمربع) بوده است. در مقایسه میانگین اثر اصلی رقم، بیشترین روند انتقال مجدد از اندام هوایی در رقم گوهر به‌میزان۱۳۹/۳ گرم در مترمربع مشاهده شد و پس از آن ارقام اصلاح شده درفک و خزر (به ترتیب ۱۰۷/۸و ۷۴/۶ گرم در مترمربع) قرار داشتند. ارقام هاشمی، سنگ‌جو و علی کاظمی دارای کمترین میزان انتقال مجدد ماده



شکل ۲- مقایسه میانگین الف-انتقال مجدد ماده خشک از کل اندام‌های هوایی (اثر زمان نشاکاری)، ب- انتقال مجدد ماده خشک از کل اندام‌های هوایی (اثر رقم)، پ-کارایی انتقال مجدد از اندام هوایی (اثر رقم) و ت- کارایی انتقال مجدد از اندام هوایی (اثر زمان نشاکاری) در دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳. (ارقام برنج: گوهر (G)، درفک (D)، خزر (K)، هاشمی (H)، سنگ‌جو (S) و علی کاظمی (A). زمان‌های نشاکاری: T1 (زمان نشاکاری اول)، T2 (زمان نشاکاری دوم) و T3 (زمان نشاکاری سوم). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (α= 0.05) انجام شده است.

Fig. 2. Mean comparison of A. Remobilization of shoot (effect of transplanting time), B. Remobilization of shoot (effect of cultivar), C. Remobilization efficiency of shoot (effect of cultivar) and D. Remobilization efficiency of shoot (effect of transplanting time) in 2013 and 2014. (In horizontal axis, rice cultivars: Gouhar (G), Dorfak (D), Khazar (K), Hashemi (H), Sangejo (S) And Alikazemi (A) and transplanting times as first transplanting time (T1), second transplanting time (T2) and third transplanting time (T3). Mean comparisons performed using Duncan's test (α=0.05)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

خشک از اندام هوایی بودند که همگی آنها در یک گروه جای گرفتند (شکل ۲- الف و ۲- ب).

نتایج تجزیه مرکب صفت کارایی انتقال مجدد ماده خشک از اندام هوایی نشان داد که تنها اثر اصلی زمان نشاکاری و رقم معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین بر اساس معنی‌دار شدن اثرات مذکور نشان داد که رقم گوهر، درفک و خزر به‌ترتیب با ۲۳، ۱۸ و ۱۷ درصد دارای بیشترین کارایی انتقال مجدد از اندام هوایی بودند و در یک گروه جای گرفتند. ارقام هاشمی، سنگ‌جو و علی کاظمی به‌ترتیب با ۵- ، ۴- و ۲- درصد، کمترین کارایی انتقال مجدد از اندام هوایی را داشتند. مقایسه میانگین زمان نشاکاری نشان داد که بیشترین کارایی انتقال مجدد اندام هوایی مربوط به زمان نشاکاری سوم (۹/۳۵ درصد) بود، در حالی که کمترین میزان آن در زمان نشاکاری اول به‌میزان ۱/۱۳- درصد مشاهده شد (شکل ۲- پ و ۲- ت).

نتایج مربوط به صفات انتقال مجدد ماده خشک به دانه نشان داد که میزان انتقال مجدد در زمان نشاکاری اول بطور معنی‌داری کمتر بود. به‌نظر می‌رسد که افزایش وزن خشک میانگره‌ها در ارقام سنگ جو، علی کاظمی و هاشمی به‌علت وجود فتوسنتز جاری کافی و محدودیت مخزن در پذیرش مواد پرورده دلیل این موضوع باشد. کریشنان و همکاران (Krishnan *et al.,* 2011) در آزمایشی درباره تاثیر دما و تابش بر ارقام برنج، وجود محدودیت مخزن در پذیرش مواد پرورده را در ارقام مورد ارزیابی گزارش کردند. بررسی مقدار دما و تابش در زمان نشاکاری اول نشان داد در هر دو سال، میانگین دما نسبت به سایر زمان‌های نشاکاری کمتر بوده‌است (جدول ۱). اسلام و موریسون (Islam and Morison, 1992) با مطالعه اثر دما و تابش بر ارقام برنج گزارش کردند که افزایش در میزان تابش دریافتی روزانه، باعث افزایش توانایی ارقام برنج در تولید مواد پرورده می‌شود. در آزمایش حاضر با تاخیر در زمان نشاکاری، میانگین دمای بیشتر و تابش روزانه کمتری نسبت به زمان نشاکاری اول دریافت شد که با تسریع دوره پر شدن دانه، باعث کاهش دریافت دما و تابش تجمعی گردید (شکل ۱). افزایش وزن اندام‌های هوایی در ارقام بومی مورد ارزیابی (سنگ جو، علی کاظمی و هاشمی) نشان دهنده تولید بیشتر از حد لازم مواد پرورده برای پرشدن دانه بود که این روند در ارقام اصلاح شده (خزر، درفک و گوهر) مشاهده نشد. با تاخیر در زمان نشاکاری با توجه به افزایش میانگین دمای هوا تا دو درجه سانتی‌گراد و کاهش تابش دریافتی تا ۷/۳ مگاژول بر مترمربع در دوره پرشدن دانه، انتقال مجدد بیشتری از اندام هوایی به دانه مشاهده شد. در زمان نشاکاری سوم انتقال مجدد ماده خشک از سایر اندام‌ها به دانه بطور معنی‌داری افزایش داشت (شکل ۲- ت) که می‌تواند به افزایش دمای میانگین و کاهش تابش دریافتی روزانه حاکم مرتبط باشد. بر این اساس میزان دما و تابش تجمعی دریافتی ارقام به‌علت کوتاه شدن دوره پرشدن دانه، کاهش یافت (شکل ۱). لو و همکاران (Lu *et al.,* 2013) نیز گزارش نمودند که توزیع ماده خشک و انتقال آنها در شرایط دمایی متفاوت در مرحله پر شدن دانه تغییر می‌کند و کمترین میزان فتوسنتز جاری را در شرایط دمایی بالا گزارش نمودند. شان و همکاران (Shan *et al.,* 2011) نیز با بررسی اثر تنش دمای بالا بر رشد ارقام برنج، تفاوت در توزیع ماده خشک، در شرایط دمایی متفاوت را گزارش کردند. سعیدی و همکاران (Saeidi *et al.*, 2011) اظهار داشتند که کاهش سرعت فتوسنتز گیاه و کاهش مواد پرورده صادر شده از اندام‌های فتوسنتز کننده به دانه‌های درحال پر شدن در گندم، احتمالاً مانند یک پیام برای انتقال مجدد ترکیبات ذخیره‌ای ساقه به دانه‌ها عمل می‌کند.

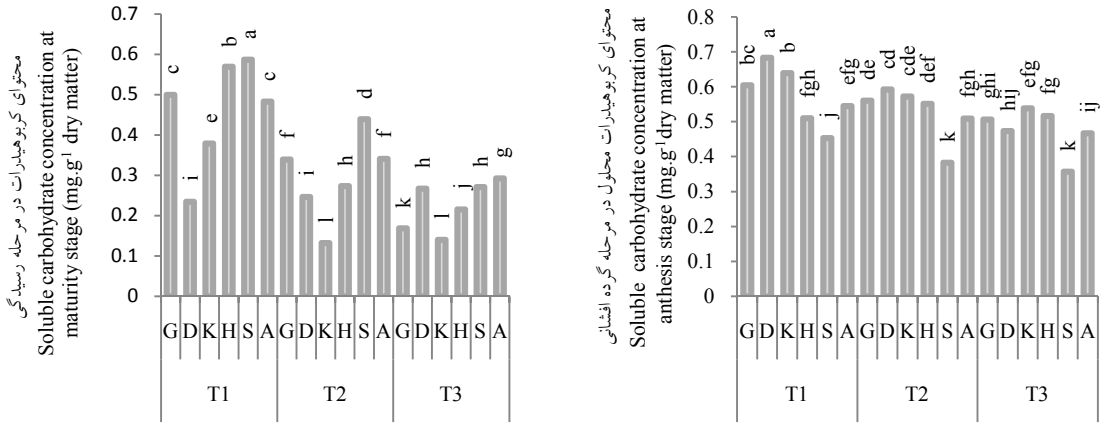
لو و همکاران (Lu *et al.,* 2013) در آزمایش روی فتوسنتز خالص، توزیع ماده خشک و عملکرد برنج گزارش نمودند که در شرایطی که خوشه‌های برنج

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

پذیرای ماده خشک و مواد پرورده فتوسنتزی نباشند و به عبارت دیگر محدودیت مخزن وجود داشته باشد، حرکت ماده خشک و مواد پرورده فتوسنتزی به سمت ساقه و غلاف برگ صورت می‌گیرد و باعث افزایش وزن آنها می‌گردد. نتایج مشابهی نیز توسط کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2011) گزارش شده است. در پژوهش حاضر نیز مشاهده شد که ارقام هاشمی، علی‌کاظمی و سنگ‌جو به‌ویژه در زمان نشاکاری اول، با افزایش وزن ماده خشک اندام هوایی در زمان رسیدگی نسبت به زمان گلدهی روبرو بودند. به نظر می‌رسد که ارقام بومی مورد استفاده در این پژوهش، به‌علت دارا بودن فتوسنتز جاری مطلوب تا میزان ۱۰۰ درصد در زمان نشاکاری اول و تامین نیاز دانه‌های در حال پرشدن، نیازی به انتقال مجدد ماده خشک ذخیره شده در اندام‌های رویشی نداشتند و حتی مقداری از مواد پرورده تولیدی پس از گلدهی را به اندام‌های رویشی انتقال دادند.

کارایی انتقال مجدد ماده خشک از اندام هوایی به میزان وزن خشک گیاه در مرحله گرده افشانی بستگی دارد (Hossain *et al.*, 1990). ارقام گوهر، درفک و خزر که وزن خشک اندام‌های هوایی آنها در زمان گرده افشانی نسبت به سایر ارقام بیشتر بود (داده‌های گزارش نشده)، از میزان انتقال مجدد و کارایی انتقال مجدد بیشتری در واحد وزن خشک



شکل ۳- مقایسه میانگین الف- محتوای کربوهیدرات‌های محلول اندام هوایی در مرحله گرده افشانی و ب- محتوای کربوهیدرات‌های محلول اندام هوایی در مرحله رسیدگی ارقام برنج در دو سال **۱۳۹۲** و **۱۳۹۳**.(ارقام برنج: گوهر (G)، درفک (D)، خزر (K)، هاشمی (H)، سنگ‌جو (S) و علی کاظمی (A)) ، زمان‌های نشاکاری: (T1 (زمان نشاکاری اول)، T2 (زمان نشاکاری دوم) و T3 (زمان نشاکاری سوم)). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (α= 0.05) انجام شده است.

Fig. 3. Mean comparison of A. soluble carbohydrates content of shoot at anthesis and B. soluble carbohydrates content of shoot at maturity in 2013 and 2014. (In horizontal axis, rice cultivars: Gouhar (G), Dorfak (D), Khazar (K), Hashemi (H), Sangejo (S) And Alikazemi (A) and transplanting times as first transplanting time (T1), second transplanting time (T2) and third transplanting time (T3) Mean comparisons performed using Duncan's test (α=0.05)

برخوردار بودند. علاوه بر این، کاهش دما و تابش تجمعی دریافتی در دوره پرشدن دانه (شکل‌های ۱- پ و ۱- ت)، باعث افزایش انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های هوایی به دانه‌ها شد، در نتیجه ارقامی چون هاشمی، علی‌کاظمی و سنگ‌جو که نسبت به سایر ارقام کارایی انتقال مجدد ماده خشک

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

کمتری داشتند، به‌علت ناکافی بودن انتقال مجدد کربوهیدرات‌های محلول، قادر به جبران نقصان عملکردی در شرایط کاهش دریافت دما و تابش تجمعی نبودند. آزمایش حسین و همکاران (Hossain *et al.*, 1990) در باره انتقال مجدد ماده خشک در گندم نیز نشان داد که افزایش کارایی انتقال مجدد ماده خشک می‌تواند تا حدی نقصان عملکرد در شرایط نامناسب محیطی را جبران نماید.

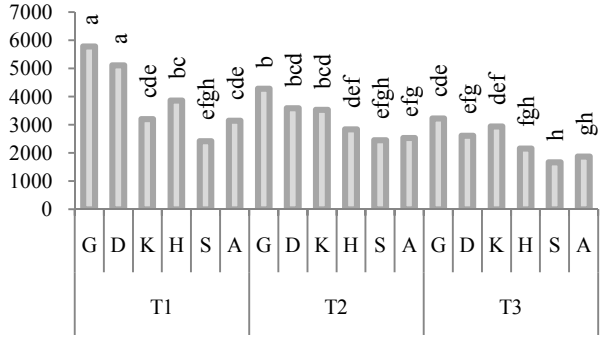
نتایج تجزیه مرکب محتوای کربوهیدرات‌های محلول در اندام هوایی در مرحله گرده افشانی نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان نشاکاری و برهمکنش آنها بر این صفت معنی‌دار بود. مقایسه میانگین بین ترکیبات تیماری نشان داد که بیشترین محتوای کربوهیدرات‌های محلول اندام هوایی در مرحله گرده افشانی در رقم درفک (۰/۶۸۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک اندام هوایی) و کمترین میزان آن در رقم سنگ‌جو در زمان‌های نشاکاری دوم و سوم (به‌ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۳۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک) وجود داشت (شکل ۳- الف). تجزیه مرکب کربوهیدرات‌های محلول در مرحله رسیدگی نیز نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان نشاکاری و برهمکنش آنها معنی‌دار بود. با انجام مقایسه میانگین ترکیبات تیماری مشخص شد که رقم سنگ جو در زمان نشاکاری اول با ۰/۵۸۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک اندام هوایی، دارای بیشترین محتوای کربوهیدرات‌های محلول در زمان رسیدگی بود. رقم خزر در زمان نشاکاری دوم و سوم به‌ترتیب با ۰/۱۳ و ۰/۱۴ میلی‌گرم بر گرم، دارای کمترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در اندام هوایی در زمان رسیدگی بود (شکل ۳- ب).

توانایی تولید کربوهیدرات‌ها به‌وسیله بافت‌های سبز گیاهی و تجمع آنها در سایر اندام‌ها، بسته به نوع رقم و زمان نشاکاری متفاوت است. همان‌طور که در شکل ۳- الف نشان داده شده است، بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در اندام هوایی در مرحله گرده‌افشانی، مربوط به زمان نشاکاری اول بود. با تاخیر در نشاکاری، تولید کربوهیدرات‌های محلول کاهش یافت که علت آن احتمالاً کاهش میزان فتوسنتز جاری بوده است. بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول در زمان نشاکاری اول مشاهده شد. این موضوع می‌تواند به‌میزان فتوسنتز جاری مطلوب در شرایط دمایی و تابش مناسب و دریافت بیشتر دما و تابش تجمعی در زمان نشاکاری اول مربوط باشد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که با تاخیر در نشاکاری، به‌ویژه در زمان نشاکاری سوم، به‌علت افزایش میانگین دمای روزانه هوا تا ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد و کاهش تابش دریافتی روزانه تا ۱۴/۳ مگاژول بر مترمربع در سال اول، همراه با کاهش میزان فتوسنتز جاری، امکان انتقال مجدد کربوهیدرات‌های محلول فراهم شده است. این روند در سال دوم آزمایش نیز حاکم بود. با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین محتوای کربوهیدرات‌های محلول در مرحله گرده افشانی و عملکرد دانه (جدول ۲) می‌توان نتیجه گرفت که ارقام گوهر، خزر و درفک با داشتن ذخایر مناسب کربوهیدرات در مرحله گرده افشانی و استفاده از آنها در فرآیند انتقال مجدد، قادر بودند بخشی از نقصان عملکرد ناشی از شرایط نامساعد محیطی مثل دمای بالا را جبران نمایند. یوشیدا و کانرونل (Yoshida and Conronel, 1976) گزارش کردند که در شرایط دمای پایین و تابش بیشتر، زمینه برای تولید کربوهیدرات‌های محلول در اندام هوایی ارقام برنج افزایش می‌یابد که در پژوهش حاضر این شرایط در زمان نشاکاری اول مشاهده شد. هوآ و همکاران (Hua *et al.*, 2014) نیز با آزمایش روی ارقام کلزا در زمان‌های مختلف کشت به این نتیجه رسیدند که تاخیر در زمان کشت باعث تولید ناکافی کربوهیدرات‌های محلول در ارقام کلزا گردیده و در نهایت منجر به کاهش ذخایر منبع برای اختصاص به پرشدن دانه گردید که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

تجزیه مرکب عملکرد دانه نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان نشاکاری و برهمکنش بین آنها معنی‌دار بود. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در ارقام گوهر و درفک (به ترتیب ۵۷۷۷ و ۵۱۰۸ کیلوگرم در هکتار) در زمان نشاکاری اول بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با سایر ترکیبات تیماری داشتند. کمترین میزان عملکرد دانه در رقم سنگ جو در زمان نشاکاری سوم بدست آمد که البته تفاوت معنی داری با ارقام علی کاظمی و هاشمی در زمان نشاکاری سوم و رقم سنگ جو در زمان‌های نشاکاری اول و دوم نداشت (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام برنج (گوهر (G)، درفک (D)، خزر (K)، هاشمی (H)، سنگ‌جو (S) و علی‌کاظمی (A)) در زمان‌های نشاکاری (T1 (زمان نشاکاری اول)، T2 (زمان نشاکاری دوم) و T3 (زمان نشاکاری سوم)) در دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (α= 0.05) انجام شده است.

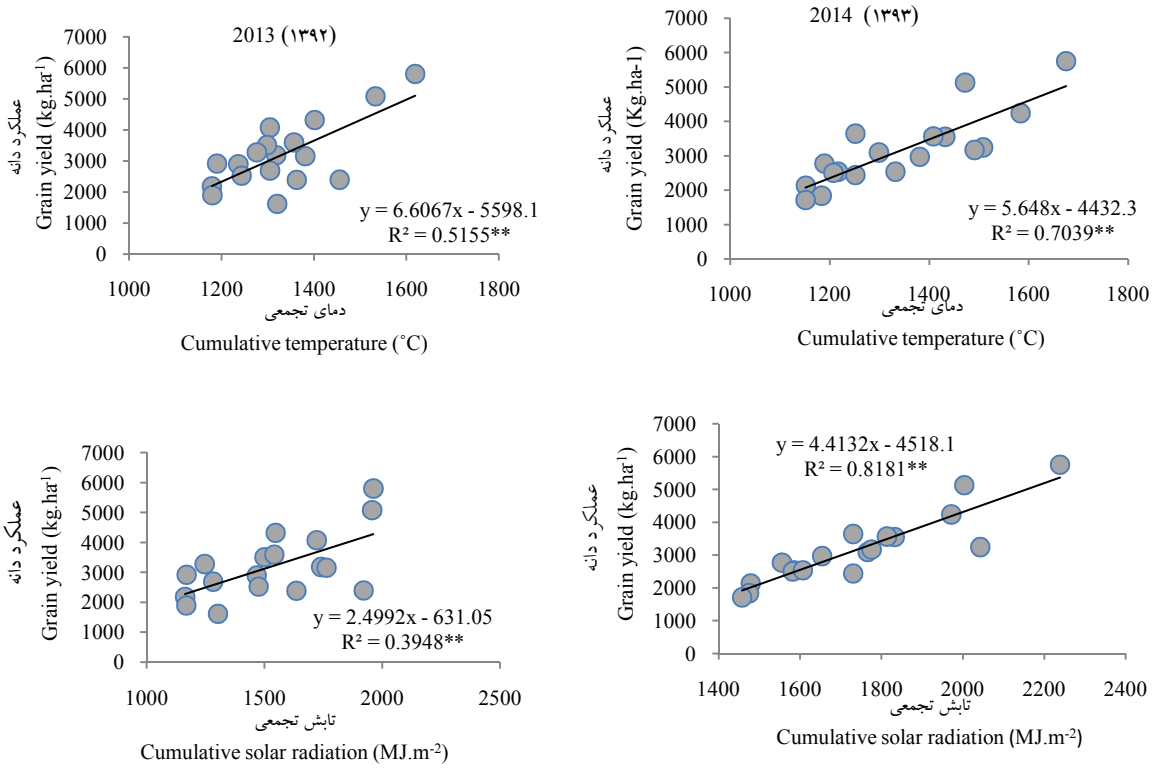
Fig. 4. Mean comparison of grain yield of rice cultivars in 2013 and 2014. (In horizontal axis, rice cultivars: Gouhar (G), Dorfak (D), Khazar (K), Hashemi (H), Sangejo (S) And Alikazemi (A) and transplanting times as first transplanting time (T1), second transplanting time (T2) and third transplanting time (T3)). Mean comparisons performed using Duncan test (α=0.05)

نتایج تحقیقات روی بسیاری از گیاهان زراعی نشان داده است که تاخیر در زمان کاشت باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Egli and Cornelius, 2009; Sindelar *et al.*, 2010). نتایج این پژوهش نشان داد که با تاخیر در نشاکاری، به‌علت بالا رفتن میانگین دمای روزانه هوا در کل دوره رشد تا میزان ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد در سال اول و ۲۶/۶ درجه سانتی‌گراد در سال دوم آزمایش و کاهش تابش روزانه دریافتی تا ۱۴/۳ مگاژول بر مترمربع در روز در سال اول و ۲۰/۵ مگاژول بر مترمربع در روز در سال دوم و در نتیجه کاهش در دما و تابش تجمعی دریافتی در دوره رشد ارقام برنج، شرایط نامساعدی برای پر شدن دانه ایجاد شده است. این شرایط منجر به کاهش فتوسنتز جاری و کربوهیدرات‌های محلول شده و در نتیجه باعث کاهش عملکرد دانه اکثر ارقام مورد مطالعه شد. همان‌طور که در شکل چهار مشاهده می‌شود عملکرد دانه ارقام برنج در زمان‌های مختلف نشاکاری یکسان نبوده است. ارقام سنگ‌جو و خزر با تاخیر در زمان نشاکاری، دارای کمترین میزان کاهش در عملکرد دانه بودند که تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های نشاکاری در ارقام مذکور مشاهده نشد. با توجه به اینکه رقم خزر بطور معنی‌داری دارای عملکرد بیشتری نسبت به رقم سنگ‌جو بود، به عنوان با ثبات‌ترین رقم از نظر میزان عملکرد دانه در آزمایش حاضر شناخته شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

احمد و حسن (Ahmed and Hassan, 2011) اثرات نامطلوب شرایط اقلیمی در کشت‌های دیر هنگام، به‌ویژه دمای بالا را عامل اصلی کاهش عملکرد دانه در ارقام گندم گزارش کردند و راهکار مناسب برای پرهیز از این همزمانی را کاشت زودتر بذر دانستند. نتایج تحقیقات شان و همکاران (Shan *et al.*, 2011) روی ارقام برنج نیز با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. فو و همکاران (Fu *et al.*, 2008) با ارزیابی اثر دما روی اندام هوایی و اثر آن بر باروری گلچه‌ها در ارقام برنج بیان نمودند که دمای بالا در مراحل پرشدن دانه باعث افزایش تنفس و کاهش فتوسنتز گردیده و در نهایت به نقصان باروری گلچه‌ها و عملکرد دانه منجر خواهد شد.



شکل ۵- روابط رگرسیونی عملکرد دانه با تابش و دمای تجمعی در ارقام برنج در تیمارهای زمان نشاکاری (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) (n= 18, p<0.01)

Fig. 5. Regression relationship between grain yield with cumulative temperature and radiation in rice cultivars in transplanting time treatments (2013 and 2014) (n= 18, p<0.01)

بررسی روابط رگرسیونی عملکرد دانه با داده‌های هواشناسی نشان داد که ارتباط رگرسیونی خطی معنی‌داری بین عملکرد دانه با دما و تابش تجمعی در کل دوره رشد وجود داشت و افزایش دما و تابش تجمعی دریافت شده توسط گیاه برنج باعث افزایش عملکرد دانه گردید (شکل ۵). با بررسی داده‌های دمای هوا و تابش دریافتی روزانه مشاهده شد که میانگین دماهای ۲۳/۸ و ۲۵/۱ درجه سانتی‌گراد و تابش روزانه دریافتی ۱۷/۷ و ۲۰/۷ مگاژول بر مترمربع در روز، به‌ترتیب در سال اول و دوم، در زمان نشاکاری اول باعث افزایش دوره رشد ارقام و دریافت دما و تابش تجمعی بیشتر گردید. با توجه به اینکه ارتباط معنی‌داری

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین محتوای کربوهیدرات‌های محلول در مراحل گرده‌افشانی و رسیدگی، عملکرد دانه و انتقال مجدد ماده خشک در ارقام برنج در تیمارهای زمان نشاکاری (n=36)

Table 2. Correlation between soluble carbohydrate content at anthesis and maturity stages, grain yield and dry matter remobilized (n=36)

	ماده خشک انتقال یافته Remobilized dry matter	محتوای کربوهیدرات‌های محلول در مرحله گرده افشانی Soluble carbohydrate content at anthesis	محتوای کربوهیدرات‌های محلول در مرحله رسیدگی Soluble carbohydrate content at maturity
عملکرد دانه Grain yield	0.321^{**}	0.593^{**}	0.138^{ns}
ماده خشک انتقال یافته Remobilized dry matter		0.33^{**}	0.149^{ns}
محتوای کربوهیدرات‌های در مرحله گرده‌افشانی Soluble carbohydrate content at anthesis			-0.155^{ns}

ns and **: Not significant and significant at 1% probability levels, respectively

ns و **: به‌ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

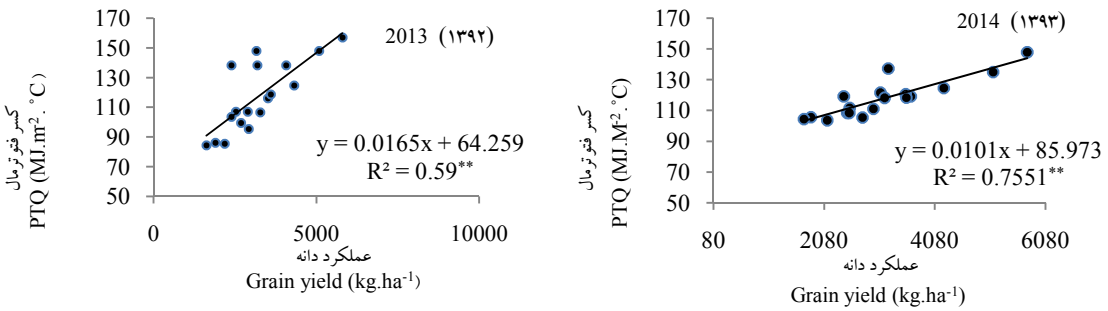
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

بین عملکرد دانه با دمای میانگین و تابش روزانه دریافتی مشاهده نشد، می‌توان نتیجه گرفت که دما و تابش تجمعی بطور کارآمدتری تغییرات عملکرد دانه در ارقام برنج را توجیه می‌نمایند. نتایج آزمایش یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2008) در رابطه با اثر دما و تابش تجمعی روی صفات مرتبط با عملکرد دانه ارقام برنج نشان داد که طولانی‌تر بودن دوره رشد ارقام برنج باعث افزایش مقدار دما و تابش تجمعی دریافتی گردیده و ضمن افزایش دوره پرشدن دانه، منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود.

نتایج روابط همبستگی بین صفات مورد مطالعه در این پژوهش در جدول دو نشان داده شده است. بین عملکرد دانه با محتوای کربوهیدرات‌های محلول در مرحله گرده افشانی همبستگی مثبت وجود داشت. در همین رابطه نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (Mojtabaie Zamani *et al.*, 2013; Akbari *et al.*, 2010).

رابطه رگرسیونی کسر فتوترمال با عملکرد دانه در دو سال آزمایش نشان داد که در هر دوسال ارتباط مثبتی بین عملکرد دانه و کسر فتوترمال (به‌ترتیب با ضریب تبیین ۰/۵۹ و ۰/۷۵) وجود داشت (شکل ۶). کسر فتوترمال نشان دهنده اثر ترکیبی دما و تابش روی عملکرد گیاهان زراعی است. مدل رگرسیونی کسر فتوترمال به عملکرد دانه به وضوح نشان داد که در صورت ثابت بودن سایر منابع لازم برای رشد و توسعه گیاه، کسر فتوترمال از ارتباط مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه ارقام برنج برخوردار است. کسر فتوترمال بدست آمده برای ارقام برنج، در سال اول و دوم به‌ترتیب تا ۹۳ و ۱۰۸/۶ مگاژول بر مترمربع در درجه سانتی‌گراد در زمان نشاکاری سوم کاهش یافت (جدول ۱). کاهش در کسر فتوترمال با تاخیر در زمان نشاکاری به نقصان عملکرد دانه در ارقام برنج منجر شد. کاهش در نسبت فتوترمال با تاخیر در زمان نشاکاری به افزایش در دمای میانگین روزانه، کاهش در میزان تابش دریافتی و طول دوره رشد مرتبط است و به‌نظر می‌رسد که این عوامل به‌صورت توأم با تاثیر بر کسر فتوترمال،



شکل ۶- روابط رگرسیونی عملکرد دانه با کسر فتوترمال در ارقام برنج در تیمارهای زمان نشاکاری. سال ۱۳۹۲ (سمت چپ) و سال ۱۳۹۳ (سمت راست) (n= 18, p<0.01)

Fig. 6. Regression relationship between grain yield and photothermal quotient in rice cultivars in transplanting time treatments (2013 and 2014) (n= 18, p<0.01)

باعث کاهش عملکرد دانه ارقام برنج گردیدند. احمد و حسن (Ahmed and Hassan, 2011) با مطالعه کسر فتوترمال در ارقام گندم گزارش کردند که بالاترین مقدار کسر فتوترمال در زمان کاشت زود هنگام حاصل شد و آن را به شرایط مطلوب محیطی در طی دوره رشد گیاه نسبت دادند که این موضوع با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. نتایج مشابهی نیز توسط اورتیزموناستریو و همکاران (Ortiz-

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

Monasterio *et al.,* 1994) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده حاکی از آن است که تغییر در زمان نشاکاری با ایجاد شرایط دمایی و تابش مختلف، بسته به نوع رقم برنج، پاسخ‌های متفاوتی را در صفات انتقال مجدد ماده خشک، کربوهیدرات‌های محلول و عملکرد دانه بوجود آورد. ارتباط مثبت عملکرد دانه با دما و تابش تجمعی نشان داد که در دمای پایین و تابش بیشتر، به‌علت دوره رشد طولانی‌تر، ارقام قادر به استفاده بهتر از شرایط اقلیمی بودند و دما و تابش تجمعی دریافتی بیشتر باعث حصول عملکرد بالاتر گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که کسر فتوترمال بعنوان یک شاخص ترکیبی از دما و تابش، بطور مناسبی می‌تواند برای توجیه تغییرات عملکرد دانه ارقام برنج استفاده شود و انتخاب زمان نشاکاری مناسب به‌منظور قرار گرفتن ارقام برنج در شرایط دما و تابش مناسب، می‌تواند به دریافت کسر فتوترمال بیشتر و عملکرد دانه بالاتر منجر شود. بر اساس نتایج این آزمایش زمان نشاکاری ۱۵ اردیبهشت به‌علت فراهم شدن شرایط دمایی و تابش مناسب در دوره رویشی و زایشی ارقام برنج، افزایش میزان دما و تابش تجمعی دریافتی، حصول کسر فتوترمال بالاتر و تاثیر مطلوب آن بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج مناسب‌تر است. آزمایش‌های تکمیلی در باره اثر تغییر در زمان نشاکاری بر صفات عملکردی ارقام برنج از طریق کسرهای فتوترمال در مراحل مختلف رشد و روابط رگرسیونی آنها با صفات مذکور و همچنین بررسی اثرپذیری صفات فنولوژیک از زمان‌های مختلف نشاکاری و مطالعه روابط آنها با صفات عملکردی برای درک پاسخ‌های ارقام به شرایط متفاوت دما و تابش سودمند خواهد بود.

منابع مورد استفاده

References

Ahmed, M. and F. Hassan. 2011. Cumulative effect of temperature and solar radiation on wheat yield. Notulae Botanicae Hort. Agrobotanici. 39(2): 146-152.

Akbari, Gh. A., R. Salehi-Zarkhooni, S. Mottaghi, O. Lotfifar, M. Yusefi- Rad and M. Nasiri. 2010. Comparision of yield, yield components and remobilization of assimilates in old and new rice genotypes. Technol. Plant Prod. 9(2): 21-32. (In Persian with English abstract).

Cao, Y., H. Duan, L. Yang, Z. Wang, L. Liu and J. Yang. 2009. Effect of high temperature during heading and early filling on grain yield and physiological characteristics in Indica rice. Acta Agron. Sin. 35(3): 512–521.

Egli, D. B. and P. L. Cornelius. 2009. A regional analysis of the response of soybean yield to planting date. Agron. J. 101: 330-335.

Fageria, N. K., N. A. Slaton and V. C. Baligar. 2003. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. *In:* Sparkes D. L., (Ed.) Advances in Agronomy, Vol. 80. New York: Academic Press. pp. 63–152.

Fischer, R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J. Agric. Sci. 105: 447-461.

Fu, G., L. Tao, J. Song, X. Wang, L. Cao and Sh. Cheng. 2008. Responses of yield characteristics to high temperature during flowering stage in hybrid rice Guodao 6. Rice Sci. 15(3): 215–222.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

Lu, G., Y. Wu, W. Bai, B. Ma, Ch. Wang and J. Song. 2013. Influence of high temperature stress on net photosynthesis, dry matter partitioning and rice grain yield at flowering and grain filling stages. J. Integr. Agron. 12(4): 603–609.

Hossain, A. B. S, R. G. Sears, T. S. Cox and G. M. Paulses. 1990. Desiccation tolerances and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. Crop Sci. 30: 622-627.

Hua, S., B. Lin, N. Hussain, Y. Zhang, H. Yu, Y. Ren, H. Ding and D. Zhang. 2014. Delayed planting affects seed yield, biomass production, and carbohydrate allocation in canola (*Brassica napus L.*). Int. J. Agric. Biol. 16: 671-680.

Ishimaru, K., N. Hirotsu, Y. Madoka and T. Kashiwagi. 2007. Quantitative trait loci for sucrose, starch and hexose accumulation before heading in rice. Plant Physio. Biochem. 45: 799-804.

Islam, M. S. and J. I. L. Morison. 1992. Influence of solar radiation and temperature on irrigated rice grain yield in Bangladesh. Field Crops Res. 30: 13-28.

Kim, J., J. Shon, C. Lee, W. Yang, Y. Yoon, W. Yang, Y. Kim and B. Lee. 2011. Relationship between grain filling duration and leaf senescence of temperate rice under high temperature. Field Crops Res. 122: 207–213.

Krishnan P., B. Ramakrishnan, K. Raja Reddy and V. R. Reddy. 2011. High temperature effects on rice growth, yield and grain quality. Advances in Agronomy, Vol. 111, Burlington: Academic Press. pp. 87-206.

Mojtabaie Zamani, M., M. Nabipour and M. Meskarbashee. 2013. Evaluation of stem soluble carbohydrate accumulation and remobilization in spring bread wheat genotypes under terminal heat stress conditions in Ahwaz, Iran. Iran. J. Crop Sci. 15(3): 277-294. (In Persian with English abstract).

Nalley, L. L., P. B. Rew and K. Sayre. 2009. Photothermal quotient specifications to improve wheat cultivar yield component models. Agron. J. 101: 556-563.

Ortiz-Monasterio, R. J. I., S. S. Dhillon and R. A. Fischer. 1994. Date of sowing effects on grain yield and yield components of irrigated spring wheat cultivars and relationships with radiation and temperature in Ludhiana, India. Field Crops Res. 37: 169-184.

Saeidi, M., F. Moradi and S. Jalali Honarmand. 2011. Contribution of spike and leaves photosynthesis and soluble stem carbohydrates remobilization in grain yield formation in two bread wheat cultivars under postanthesis stress conditions. Seed Plant Prod. J. 27 (1): 1-19. (In Persian with English abstract).

Samonte, S. O. P. B., L. T. Wilson, A. M. Mcclung and L. Tarply. 2001. Seasonal dynamics of nonstructural carbohydrate partitioning in 15 driers rice genotype. Crop Sci. 41: 902-909.

Shan, F., J. Huang, K. Cui, L. Nie, T. Shan, C. Chen and K. Wang. 2011. Impact of high-temperature stress on rice plant and its traits related to tolerance. J. Agric. Sci. 149: 545-556.

Sindelar, A. J., K. L. Roozeboom, W. B. Gordon and W. F. Heer. 2010. Corn response to delayed planting in the Central Great Plains. Agron. J. 102: 530-536.

Slewinski, T. 2012. Non-structural carbohydrate partitioning in grass stems: a target to increase yield stability,

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

stress tolerance, and biofuel production. J. Exp. Bot. 1-24.

Tan, W., J. Liu, T. Dai, Q. Jing, W. Cao and D. Jiang. 2008. Alterations in photosynthesis and antioxidant enzyme activity in winter wheat subjected to post-anthesis water-logging. Photosynthetica, 46: 21-27.

Yang, J., Sh. Peng, Z. Zhang, Z. Wang, R. M. Visperas and Q. Zhu. 2002. Grain and dry matter yields and partition of assimilate in Japonica/Indica hybrid rice. Crop Sci. 42: 766-777.

Yang, W., Sh. Peng, M. L. Dionisio-Sese, R. C. Laza and R. M. Visperas. 2008. Grain filling duration, a crucial determinant of genotypic variation of grain yield in field-grown tropical irrigated rice. Field Crops Res. 105: 221-225.

Yoshida, S. and V. Conronel. 1976. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. IRRI. 12: 471-494.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]

Effect of transplanting time on dry matter remobilization, soluble carbohydrates and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars

Vahdati-Rad A.[1], M. Esfahani[2], Gh. Mohsenabadi[3], A. Sabouri[4] and A. Aalami[5]

ABSTRACT

Vahdati-Rad A., M. Esfahani, Gh. Mohsenabadi, A. Sabouri and A. Aalami. 2015. Effect of transplanting time on dry matter remobilization, soluble carbohydrates and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. **Iranian Journal of Crop Sciences. 17(3):205-222. (In Persian).**

To evaluate the effect of transplanting time on dry matter remobilization and grain yield of rice cultivars, a split plot arrangement in randomized complete block design was carried out with three replications in 2013 and 2014 at the College of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran. The experiment consisted of six rice cultivars (Hashemi, Sangejo, Alikazemi, Dorfak, Khazar and Gouhar) and three transplanting times (05 May, 20 May and 05 June). Results showed that dry matter remobilization significantly increased from shoot to grains with delay in transplanting time. The highest dry matter remobilization was measured in Gouhar cultivar with 139.1 $g.m^{-2}$ and the lowest in Hashemi, Sangejo and Alikazemi cultivars. Grain yield was positively associated with accumulated temperature and radiation. Highest accumulated temperature (1422.3 and 345.8 ˚C in whole growing and grain filling periods, respectively) were recorded in the first transplanting time. Results also showed that the Photothermal Quotient index as a ratio of radiation and temperature can be used in explantation of observed variation in grain yield of rice cultivars. Suitable transplanting time can be chosen using accumulated PTQ as different plant growth stages experienced favorable conditions of temperature and radiation (137.4 $Mj.m^{-2}.^{\circ}C$ for 3916.8 $kg.ha^{-1}$ grain yield). In this study, transplanting on 05 May provided the favorable conditions of temperature and radiation during the vegetative and reproductive stages of rice cultivars and had positive impact on grain yield and its components.

Key words: Accumulated radiation, Accumulated temperature, Photothermal Quotient, Rice and Transplanting time.

Received: June, 2014 **Accepted: November, 2015**

1- PhD Student, Guilan University of Guilan, Rasht, Iran.
2- Pofessor, University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author) (Email: mesfahan@yahoo.com)
3- Assistant Prof., University of Guilan, Rasht, Iran
4- Assistant Prof., University of Guilan, Rasht, Iran
5- Assistant Prof., University of Guilan, Rasht, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.3.9]