مجله علوم به زراعی گیاهی
دوره هشتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷

بررسی توزیع مجدد مواد فتوسنتزی در واکنش به تنش گرما در ارقام برنج شمال خوزستان

عبدالعلی گیلانی[1*] ، سید عطاءاله سیادت[2]، سامی جلالی[3] و کاوه لیموچی[4]

۱- استادیار، عضو هیأت علمی بخش اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
۲- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
۳- کارشناس ارشد زراعت، بخش اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
۴- دکتری زراعت. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران.
مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: gilani.abdolali@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۲۰ خرداد ماه ۱۳۹۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۵ شهریور ماه ۱۳۹۷)

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین نقش تنش گرما بر توزیع مجدد مواد فتوسنتزی ارقام برنج در استان خوزستان اجرا گردید. آزمایش با دو عامل تاریخ کاشت و رقم به صورت کرت‌های یکبار خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۸۵ و۱۳۸۶) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجراء شد. سه تاریخ کاشت (۱۵ اردیبهشت، پنج خرداد و ۲۵ خرداد) درکرت‌های اصلی و پنج رقم برنج شامل ارقام هویزه و حمر (متحمل به گرما) عنبوری قرمز و چمپا (حساس به گرما) و رقم پرمحصول دانیال (نیمه متحمل به گرما) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که رقم عنبوری‌قرمز و ارقام متحمل به گرما از بیشترین میزان توزیع مجدد ماده خشک برخوردار بودند. دانه، ساقه و برگ بسته، به تغییر در شرایط دمایی، و رقم تفاوت معنی‌داری نشان دادند و تاریخ‌های کاشت دوم و سوم، و ارقام متحمل به گرما دارای مقادیر بالاتری بودند. در مجموع بیشترین توزیع مجدد ماده خشک، فتوسنتز جاری و سهم اندام‌ها در عملکرد دانه به ترتیب با متوسط ۱۱۴۰/۸ کیلوگرم در هکتار، ۳۹۲۳/۳ کیلوگرم در هکتار و ۲۲/۵ درصد در تاریخ کاشت پنج خرداد حاصل شد. اما بیشترین سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، فتوسنتز جاری، راندمان توزیع مجدد، سهم اندام‌ها.

مقدمه

برنج به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا، در بخش‌های وسیعی از سراسر جهان کشت می‌شود و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان است (۱۱). بنابراین برای تامین تقاضای رو به رشد برنج، افزایش ۷۰ تا ۷۵ درصد در تولید کل کشور امری اجتناب ناپذیر است. تمام مواد فتوسنتزی ذخیره شده در ساقه، طی مراحل اولیه دوره پر شدن دانه، ممکن است به صورت افزایش ماده خشک دانه در اواسط دوره پر شدن آن تبدیل نشود و صرف تشکیل پنجه‌های جدید گردد. این مسئله حتی در مراحل آخر دوره پر شدن دانه دیده می‌شود (۶). تمام مواد قابل جذب ذخیره ای محلول صرف پر شدن دانه نمی‌شود و حتی در بهترین شرایط ۲۳ تا ۳۰ درصد آن در اثر تنفس تلف می‌شود (۷). افزایش دما گرچه سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود اما باعث حفظ یا افزایش کربوهیدرات‌های غیرساختمانی[1] و نیتروژن در ساقه می‌گردد که در نهایت منجر به انتقال بیشتر شیره پرورده به ریشه جهت ماندگاری بیشتر گیاه برنج می‌شود. (۱۲). افزایش بیش از حد دما سبب عدم فعالیت آنزیمی مربوط به سنتز نشاسته در دانه برنج می‌شود. در نتیجه روند افزایش وزن خشک دانه فقط از طریق شیره پرورده موجود در آن صورت می‌گیرد که در نهایت منجر به کاهش معنی‌دار وزن دانه می‌شود (۸). وقتی که موجودی مواد فتوسنتزی جاری کمتر از میزان افزایش بالقوه وزن خشک دانه می‌باشد، ساقه برنج دارای مقداری ذخایر اسمیلاتی محلول در شروع دوره پر شدن دانه می‌باشد، این ذخایر دارای یک نقش بافری هستند (۹). ماده خشک پس از گلدهی در شرایط مطلوب فصل خشک، مستقیماً در عملکرد دانه مشارکت می‌کند اما در طی فصل مرطوب به علت فشارهای اقلیمی مانند نور پایین و دماهای بالای شب، ذخایر کربوهیدراتی در پر شدن و افزایش عملکرد دانه نقش اساسی دارند (۱۳). دو هفته قبل از خوشه‌دهی کامل در برنج اندام‌های رویشی به حداکثر رشد می‌رسند و کربوهیدرات‌های غیرساختمانی در ساقه و غلاف‌های برگ تجمع می‌یابند که معمولاً سهم نسبی را در افزایش کربوهیدرات‌های ذخیره شده قبل از خوشه‌دهی را دارا می‌باشند و سبب افزایش ۳۰ درصدی عملکرد نهایی دانه می‌شوند (۲). فرآیند فتوسنتز در طی دوره پر شدن دانه برنج، ۶۰ تا ۱۰۰ درصد از ظرفیت نهایی کربن دانه را تامین می‌کند و باقی مانده آن نیز از حرکت مجدد ذخیره کربوهیدراتی تشکیل می‌شود که قبل از آن در غلاف‌های برگ و ساقه‌ها انباشته شده بودند (۱۵). زمانی که تولید ماده خشک پس از ظهور خوشه محدود می‌شود کربوهیدرات‌های غیرساختمانی ذخیره شده قبل از ظهور خوشه، از پر شدن ناقص دانه جلوگیری می‌کنند. انباشت کربوهیدرات غیرساختمانی شاید مخصوصاً برای پر شدن دانه در اقام پرمحصولی که تعداد زیادی گلچه تولید می‌کنند و به موجودی زیادی از کربوهیدرات نیاز دارند، مهم باشد. در ارقام برنج با مخزن بزرگ، انباشت کربوهیدرات غیرساختمانی بیشتر به ازای هر گلچه، باعث بهبود در پر شدن دانه می‌شود (۱۰). ارقام ایندیکا[2] نسبت به ژاپنیکا[3] قبل از ظهور خوشه، کربوهیدرات غیرساختمانی بیشتری را در غلاف‌های برگ و ساقه ذخیره می‌کنند. بنابراین در طراحی برنامه‌های اصلاحی برای تولید واریته‌های با سطح بیشتری از پر شدن دانه، تشخیص آن جایگاه ژنی از ایندیکا که باعث افزایش ذخیره کربوهیدرات غیرساختمانی می‌شود، بسیار سودمند خواهد بود (۵). در برنج کربوهیدرات‌ها به فرم گرانول‌های نشاسته و به عنوان مخازن موقت در غلاف و ساقه انباشته می‌شوند اما در گونه‌های غلات معتدله، مانند گندم و جو، آنها عمدتاً به صورت فروکتان‌های محلول می‌باشند، که بعد از ظهور خوشه این ذخایر می‌توانند پس از تبدیل به ساکاروز و پس از طی مسیری طولانی، جهت پر شدن دانه به خوشه منتقل گردند (۳). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در مراحل خاصی از نمو گیاهی، مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز فرآیندهای رشد و نمو تولید می‌شوند. این مواد به صورت ترکیبات غیرساختمانی در اندام‌های رویشی

[1] Nonstructural carbohydrate
[2] Indica
[3] Japonica

گیاه مانند ساقه، غلاف و برگ‌ها ذخیره شده و به دنبال تشکیل مخزن‌های فیزیولوژیکی قوی، طی فرآیند انتقال مجدد به طرف دانه‌ها حرکت می‌کنند (۱).

این آزمایش با هدف بررسی اثر تنش گرما بر فتوسنتز جاری، همچنین مقدار، سهم و راندمان توزیع مجدد مواد فتوسنتزی و در نهایت نقش این صفات در افزایش عملکرد دانه، جهت فرایندهای به نژادی و اصلاح ارقام و یافتن مناسبترین تاریخ کاشت با توجه به اثر شرایط متفاوت محیطی در عملکرد نهایی محصول برنج اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با دو عامل تاریخ کاشت و رقم به صورت کرت های یک بار خرد شده، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کرت‌های ۳×۴ متری به مدت دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که در ۷۰ کیلومتری شمال اهواز حدفاصل دو رودخانه کرخه و کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و۲۸ دقیقه و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید. خاک مزرعه دارای بافت رسی- لومی ، pH = ۷/۵ - ۷، هدایت الکتریکی۲/۵ میلی موس بر سانتیمتر و مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی آن به ترتیب ۰/۰۹ درصد ، ۱۰-۱۲ ، ۱۲۰ و ۲/۵ قسمت در میلیون بود. عامل تاریخ کاشت با هدف اعمال دماهای متفاوت در سه سطح (۱۵ اردیبهشت، پنج خرداد و ۲۵ خرداد) و ارقام مورد استفاده شامل هویزه و حمر (متحمل) عنبوری قرمز و چمپا (حساس) و رقم پرمحصول دانیال (نیمه متحمل) به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرارگرفتند.

میانگین دمای هوای محیط کشت از کاشت در اردیبهشت‌ماه تا برداشت در مهرماه به ترتیب ۳۰/۲۵، ۳۵، ۳۷/۴، ۳۷/۱۵، ۳۲/۷ و ۲۷/۱ بود. کودهای مورد نیاز براساس نتایج آزمون خاک و مقادیر توصیه شده مصرف شدند. عنصر نیتروژن از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) به مقدار ۲۰۰ و۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای ارقام بومی (هویزه، حمر، عنبوری قرمز و چمپا) و رقم دانیال، فسفر به صورت فسفات آمونیم و عناصرپتاسیم و روی از منبع سولفات به میزان ۵۰ ، ۱۰۰ و۴۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. تمام مقادیر فسفر، پتاسیم، روی و ۴۰ درصد نیتروژن هم‌زمان با انتقال نشاها به زمین اصلی و بقیه نیتروژن در دو نوبت، ۳۰ درصدی در ابتدای ساقه رفتن و آبستنی به عنوان سرک‌های اول و دوم مصرف شدند. نشاها درسنین ۲۵-۳۰ روزه (مرحله ۴-۳ برگی) به تعداد پنج بوته در هر کپه و به فواصل ۲۰×۲۰ و ۲۵×۲۵ سانتی‌متر به ترتیب برای ارقام بومی و دانیال کشت شدند. با رسیدن ۸۵ درصد دانه‌ها در خوشه برداشت در مساحت ۲/۵ متر مربع از میانه هر کرت با حذف ۱/۵ متر از حاشیه ها به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴ درصد) انجام شد. سپس با توجه به روش‌های پیشنهادی ونگ و همکاران (۱۴) هر یک از صفات مورد نظر از روابط ذیل محاسبه گردیدند:

معادله (۱)

مقدار توزیع مجدد ماده خشک[۴] = ماده خشک اندام در نقطه اوج وزن – ماده خشک اندام در رسیدگی فیزیولوژیکی

معادله (۲)

راندمان توزیع مجدد[۵] = (ماده خشک توزیع یافته / ماده خشک اندام‌های رویشی در نقطه اوج وزن)×۱۰۰

معادله (۳)

سهم توزیع مجدد در وزن دانه[۶] = (ماده خشک توزیع یافته / وزن دانه)×۱۰۰

[4]- Dry matter redistribution
[5]- Dry matter redistribution efficiency (%)
[6]- Contribution of redistribution grain (%)

معادله (۴)

میزان انتقال مجدد-عملکرد دانه=میزان فتوسنتز جاری

معادله (۵)

۱۰۰× عملکرد دانه / فتوسنتز جاری= سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد(٪)

جهت آزمون نرمال بودن داده‌های حاصل از نمونه‌گیری‌های تصادفی از برنامه آماری MSTAT-C استفاده شد. سپس کلیه داده‌های حاصل از آزمایش پس از اطمینان از نرمال بودن، با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش چند دامنه‌ایی دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مقدار ماده خشک در توزیع مجدد

بیشترین مقدار توزیع مجدد ماده خشک مربوط به تاریخ کاشت دوم و کمترین مقدار را تاریخ کاشت اول داشت (جدول ۱). به نظر می‌رسد ظرفیت بالای تجمع ماده خشک در واحد سطح (تعداد خوشه، دانه در خوشه و گنجایش هر دانه) در تاریخ کاشت دوم و نیز دمای پایین‌تر محیط و کم بودن تنفس جامعه گیاهی از علل این نتیجه‌گیری می‌باشد (۳ و ۸). در میان ارقام، بیشترین مقدار از توزیع ماده خشک مربوط به رقم عنبوری قرمز بود و پس از آن ارقام متحمل به گرما قرار داشتند (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین دوساله مقدار ماده خشک انتقال یافته در فرآیند توزیع مجدد، فتوسنتز جاری و سهم آنها در عملکرد دانه ارقام مورد مطالعه در تاریخ کاشت‌های مختلف

رقم	مقدار ماده‌خشک (برگ+ ساقه+غلاف) در توزیع مجدد (کیلوگرم در هکتار)			مقدار فتوسنتز جاری (کیلوگرم در هکتار)			سهم نسبی توزیع مجدد و فتوسنتز جاری در عملکرد دانه (درصد)					
	تاریخ کاشت			تاریخ کاشت			تاریخ کاشت					
	۲/۱۵	۳/۵	۳/۲۵	۲/۱۵	۳/۵	۳/۲۵	۲/۱۵		۳/۵		۳/۲۵	
							برگ+ساقه+غلاف	فتوسنتز جاری	برگ+ساقه+غلاف	فتوسنتز جاری	برگ+ساقه+غلاف	فتوسنتز جاری
هویزه	۱۸۸^{d}	۹۵۱^{c}	۱۴۰۳^{a}	۳۸۰۵/۵^{a}	۴۷۴۷/۶^{a}	۳۸۶۰/۲^{a}	۴/۷^{c}	۹۵/۳^{a}	۱۶/۷^{c}	۸۳/۳^{b}	۲۶/۷^{a}	۷۳/۳^{c}
حمر	۴۰۹^{b}	۱۱۷۴^{b}	۹۲۱^{b}	۳۶۶۶/۴^{a}	۴۱۶۳/۷^{a}	۳۳۶۹^{ab}	۱۰^{b}	۹۰^{ab}	۲۲^{b}	۷۸^{bc}	۲۱/۵^{b}	۷۸/۵^{b}
عنبوری قرمز	۸۳۵^{a}	۲۱۱۵^{a}	۹۷۶^{b}	۱۲۳۸/۸^{b}	۲۱۷۷/۵^{c}	۲۵۶۸/۳^{b}	۴۰/۳^{a}	۵۹/۷^{b}	۴۹/۳^{a}	۵۰/۷^{c}	۲۷/۵^{a}	۷۲/۵^{c}
چمپا	۲۶۴^{c}	۱۰۵۲^{b}	۴۵۱^{c}	۱۸۳۸^{b}	۳۵۶۲/۷^{b}	۳۸۰۳/۷^{a}	۱۲/۶^{b}	۸۷/۴^{ab}	۲۲/۸^{b}	۷۷/۲^{bc}	۱۰/۶^{c}	۸۹/۴^{a}
دانیال	۹۶^{e}	۴۱۲^{d}	۱۰۴۲^{a}	۳۳۸۰/۲^{a}	۴۹۶۴/۹^{a}	۳۲۴۲/۲^{ab}	۲/۸^{d}	۹۷/۲^{a}	۷/۷^{d}	۹۲/۳^{a}	۲۴/۳^{ab}	۷۵/۷^{bc}
تاریخ کاشت	۳۵۸/۴^{b}	۱۱۴۰/۸^{a}	۹۵۸/۶^{ab}	۲۷۸۵/۸^{c}	۳۹۲۳/۳^{a}	۳۳۶۸/۷^{b}	۱۱/۴^{c}	۸۸/۶^{a}	۲۲/۵^{b}	۷۷/۵^{a}	۲۲/۲^{b}	۷۷/۸^{a}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری دارند.

به نظر می‌رسد که نقش شاخص سطح برگ در تولید مواد فتوسنتزی و روند کاهشی آن در طی رسیدگی و همچنین میزان تقاضا برای فرآورده‌های فتوسنتزی یا به بیانی رابطه بین منبع و مخزن از علل دستیابی به نتایج مزبور می‌باشد. به طوری که در ارقام متحمل علی‌رغم راندمان فتوسنتزی بیشتر برگ و سرعت رشد محصول بالاتر، تعداد مخزن بیشتر و فعال‌تر موجب استفاده کار آمدتراز مواد ذخیره‌ای گردید. اما در ارقام حساس، صرف نظر از محدودیت مخزن از یک طرف و همچنین نقصان فتوسنتز ناشی از کاهش سریعتر سطح برگ در طی دوره رسیدگی باعث افزایش نقش مواد ذخیره‌ای در وزن دانه گردید که اثر آن در رقم عنبوری قرمز بسیار مشهود بود.

میزان ماده خشک حاصل از توزیع مجدد در عملکرد ارقام بسته به تاریخ کاشت متفاوت بودو در تمامی ارقام کمترین مقدار را تاریخ کاشت اول داشت (جدول ۱ و ۲). لذا می‌توان گفت که تمامی ارقام ازمواد ذخیره شده در بخش‌های رویشی، نه فقط به عنوان یک عامل پشتیبانی برای انباشت مواد در دانه در شرایط تنش استفاده می‌کنند بلکه آن را به صورت جزئی از منبع تامین کننده مواد فتوسنتزی دانه پذیرفته‌اند (۲ و ۷).

جدول ۲- میانگین دوساله مقدار ماده خشک انتقال یافته اندام‌های مختلف در فرآیند توزیع مجدد، راندمان و سهم آن در عملکرد دانه ارقام مورد مطالعه

رقم	مقدار ماده خشک در توزیع مجدد (کیلوگرم در هکتار)						راندمان توزیع مجدد (درصد)						سهم توزیع مجدد در عملکرد دانه (درصد)					
	تاریخ کاشت						تاریخ کاشت						تاریخ کاشت					
	۲/۱۵		۳/۵		۳/۲۵		۲/۱۵		۳/۵		۳/۲۵		۲/۱۵		۳/۵		۳/۲۵	
	برگ	ساقه+غلاف	برگ	ساقه+ غلاف	برگ	ساقه+غلاف	برگ	ساقه+غلاف	برگ	ساقه+غلاف	برگ	ساقه+غلاف	برگ	ساقه+غلاف	برگ	ساقه+غلاف	برگ	ساقه+غلاف
هویزه	۱۸۸^{c}	-	۴۷۲^{c}	۴۷۹^{c}	۵۰۲^{ab}	۹۰۱^{a}	۶^{c}	-	۱۵/۶^{c}	۸/۴^{c}	۲۵/۷^{b}	۱۷/۸^{a}	۴/۷^{c}	-	۸/۳^{c}	۸/۴^{c}	۸/۸^{b}	۱۵/۸^{a}
حمر	۴۰۹^{b}	-	۷۹۱^{b}	۳۸۳^{cd}	۵۷۹^{a}	۳۴۲^{c}	۱۰/۷^{b}	-	۲۱/۴^{b}	۶/۴^{c}	۲۰/۲^{bc}	۷/۶^{c}	۰/۲۶^{e}	-	۱۴/۸^{b}	۷/۲^{c}	۱۳/۵^{a}	۸^{c}
عنبوری قرمز	۵۳۷^{a}	۲۹۸^{a}	۹۶۳^{a}	۱۱۵۲^{a}	۴۴۵^{b}	۵۳۱^{b}	۱۶/۳^{a}	۵^{a}	۳۳/۸^{a}	۲۲/۸^{a}	۲۷/۵^{b}	۱۳/۲^{b}	۲۵/۹^{a}	۱۴/۴^{a}	۲۲/۴^{a}	۲۶/۸^{a}	۱۲/۶^{a}	۱۵^{a}
چمپا	۱۷۴^{c}	۹۰^{b}	۴۲۲^{c}	۶۳۰^{b}	۲۳۵^{c}	۲۱۶^{d}	۵/۶^{c}	۱/۳^{b}	۱۷/۴^{c}	۱۱/۸^{b}	۱۷/۲^{c}	۵/۸^{c}	۸/۳^{b}	۴/۳^{b}	۹/۱^{c}	۱۳/۷^{b}	۶/۶^{c}	۵/۱^{d}
دانیال	۹۲^{d}	۴^{c}	۱۷۶^{d}	۲۳۶^{d}	۵۰۵^{ab}	۵۳۷^{b}	۵/۷^{c}	۰/۱۱^{c}	۸/۳^{d}	۵/۱^{c}	۳۱/۹^{a}	۱۸/۱^{a}	۲/۶^{d}	۰/۱۲^{c}	۳/۳^{d}	۴/۴^{d}	۱۱/۸^{ab}	۱۲/۵^{b}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری دارند.

ادامه جدول ۲

رقم	مقدار ماده خشک در توزیع مجدد (کیلوگرم در هکتار)		راندمان توزیع مجدد (درصد)		سهم توزیع مجدد در عملکرد دانه (درصد)	
	برگ	ساقه + غلاف	برگ	ساقه + غلاف	برگ	ساقه + غلاف
هویزه	۳۷۳/۳^{c}	۴۶۰^{b}	۱۵/۸^{c}	۸/۷^{b}	۷/۲^{bc}	۸/۱^{b}
حمر	۵۹۳^{b}	۳۶۲/۵^{c}	۱۷/۴^{b}	۷^{b}	۹/۵^{b}	۷/۶^{c}
عنبوری قرمز	۶۴۸/۳^{a}	۶۶۰/۳^{a}	۲۵/۹^{a}	۱۳/۷^{a}	۲۰/۳^{a}	۱۸/۷^{a}
چمپا	۲۷۷^{d}	۳۱۲^{cd}	۱۳/۴^{d}	۶/۳^{c}	۸^{b}	۷/۷^{c}
دانیال	۲۵۷/۷^{d}	۲۵۹^{d}	۱۵/۳^{c}	۷/۸^{b}	۵/۹^{c}	۵/۶^{d}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک نیستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری دارند.

نتایج نشان داد تاریخ‌های کاشت دوم و سوم علاوه بر مشارکت بیشتر میزان مواد خشک برگ و ساقه + غلاف، توازن بسیار مناسبی بین آنها برقرار بود.

با توجه به این که ساقه، غلاف و تا حدودی برگ منابع تامین ماده خشک در فرآیند توزیع مجدد می‌باشند، اما نقش آنها در طی دوره رسیدگی و پرشدن دانه تغییر می‌کند و از منبع فعال تبدیل به مخزن فعال بسته به شرایط محیطی و نیاز گیاه می‌شوند (۱۵ و ۱۰).

مقدار فتوسنتز جاری

نتایج نشان داد بیشترین فتوسنتز جاری مربوط به تاریخ کاشت دوم به دلیل بهینه بود شرایط محیطی و و دمای پایین و در نتیجع کاهش تنفس اندام‌های گیاه بود. همچنین کمترین مقدار را تاریخ کاشت اول به دلیل مواجهه با شرایط تنش‌زای دمای بالا داشت (جدول ۱).

نقش فرآورده‌های فتوسنتزی ذخیره‌ای در وزن دانه ارقام برنج در تاریخ کاشت اول کم بود و بیشترین سهم از انباشت ماده خشک دانه را فتوسنتز جاری داشته است. اما در دو تاریخ دیگر علی‌رغم شرایط مساعدتر برای انجام فتوسنتز جاری به دلیل تقاضای بیشتر، ترجیحاً بخشی از ماده خشک دانه از توریع مجدد صورت گرفت (جدول‌های ۱ و ۲). نتایج بدست آمده با گزارش کوباتا و همکاران (۸) مبنی بر علت اصلی خاتمه افزایش ماده خشک دانه برنج، گندم، جو، محدودیت رشد آنها در اثر دمای زیاد و عدم فعالیت آنزیمی مربوط به سنتز نشاسته در دانه‌ها است و همچنین پتانسیل افزایش ماده خشک دانه‌ها در اثر کاهش فعالیت متابولیکی در دمای زیاد کم می‌شود و موجودی اسمیلات برای دانه، فقط بخشی از نیاز آن را تامین می‌کند و منجر به وزن پایین دانه می‌شود کاملاً مطابقت داشت. همچنین با گزارش واتانابه و همکاران (۱۵) در خصوص تامین ۶۰-۱۰۰ درصدی ظرفیت کربن دانه توسط فتوسنتز جاری و فراهم‌شدن باقیمانده آن از حرکت مجدد ذخایر اسمیلاتی هم‌خوانی داشت.

سهم نسبی در عملکرد دانه

بیشترین میزان سهم نسبی از توزیع مجدد ماده خشک و نیز فتوسنتز جاری در عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت دوم بود و کمترین مقدار را تاریخ کاشت اول داشت (جدول ۱). ظرفیت بالای تجمع ماده خشک اندام‌های مختلف در واحد سطح در تاریخ‌کاشت دوم و نیز دمای پایین‌تر محیط که خود منجر به کم بودن تنفس جامعه گیاهی شد را می‌توان از دلایل اصلی نتیجه بدست آمده دانست (۳ و ۸). با توجه به مقادیر سهم نسبی توزیع مجدد و فتوسنتز جاری می‌توان گفت که نقش مقدار مواد منتقل شده به دانه از سهم نسبی آن بیشتر است. همچنین مشاهده می‌شود که علاوه بر مقدار، سهم نسبی توزیع مجدد نیز در شرایط مطلوب افزایش یافته است که می‌تواند ناشی از مقادیر زیاد مواد تجمع یافته در بخش‌های رویشی تاریخ کاشت مطلوب باشد که در یک شرایط یکسان به علت وجود مخزن‌های فعال‌تر گرادیان بیشتری را برای انتقال فراهم می‌سازد. نتایج مزبور بیانگر آن است که مدیریت در توزیع مواد به خصوص به سمت دانه‌ها، یکی از استراتژی‌ها در جهت سازگاری به شرایط تنش می‌باشد (۲ و ۱۲).

به نظر می‌رسد که هم‌زمان با شروع رشد خطی و پر شدن دانه میزان تخلیه مواد از برگ به سمت دانه به مراتب بیشتر از مجموع ساقه و غلاف می‌باشد و مقادیر متوسط آن در برگ و مجموع ساقه و غلاف معادل ۱۷/۶ و ۸/۳ درصد بود. اما علی‌رغم سهم کمتر آن از توزیع مجدد مواد در عملکرد دانه تاریخ‌های دوم و سوم نسبت به مجموع ساقه و غلاف، در کل میزان مشارکت آن ۱۰/۲ درصد بود که از مقدار ۹/۱ درصد مجموع ساقه و غلاف بیشتر است. در توزیع مجدد مواد فتوسنتزی، سهم زیاد برگ در افزایش عملکرد دانه می‌تواند به دلیل نیاز مخزن اصلی گیاه که دانه می‌باشد به فرآورده‌های فتوسنتزی در دو تاریخ کاشت ۵ خرداد و ۱۵ اردیبهشت باشد. در بین ارقام بیشترین

مقدار و مشارکت برگ و مجموع ساقه و غلاف مربوط به رقم عنبوری‌قرمز بود (جدول ۲)، که با پژوهش دیگر (۱۰) مبنی بر بالابودن سهم نسبی اندام‌های مزبور در ارقام پرمحصول و سازگار مطابقت دارد. کاهش سریع شاخص سطح برگ و نیز سرعت رشد محصول در رقم عنبوری قرمز در طی دوره رسیدگی از دلایل این نتیجه گیری است (۱۵).

راندمان توزیع ماده خشک

بیشترین راندمان توزیع مربوط به برگ در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم بوده است (جدول ۲). مقدار راندمان و سهم توزیع مجدد مواد فتوسنتزی ارقام برنج بسته به تاریخ کاشت متفاوت بود. به طوری که در دو رقم متحمل به گرما از تاریخ کاشت اول مجموع ساقه و غلاف نقشی را در تامین ماده خشک دانه از طریق توزیع مجدد نداشته‌اند. اما در تاریخ‌های دیگر مقدار و سهم هر یک از اندام‌ها به شدت افزایش یافت. به طور کلی تمامی ارقام در تاریخ کاشت اول از راندمان و سهم توزیع مجدد کمتری برخوردار بودند. اما در دو تاریخ دیگر درصد آنها به‌شدت افزایش یافت که بیشترین مقادیر مربوط به رقم عنبوری قرمز بود (جدول ۱). نتایج بدست آمده با سایر پژوهش‌های (۲، ۳، ۷، ۸، ۱۲ و ۱۳) مرتبط پیرامون بحث اخیر کاملاً همخوانی دارد (جدول ۱).

نتیجه گیری نهایی

نتایج بدست آمده نشان داد که تاریخ کاشت دوم و رقم عنبوری همانگونه که فتوسنتز جاری بیشتری داشتند، انتقال مجدد بالایی نیز داشتند که می‌تواند به دلیل فعالیت و گنجایش بیشتر مخزن در تیمارهای گفته شده باشد که در نهایت پس از فتوسنتز جاری انتقال مجدد نقش بسیار بالایی در افزایش عملکرد نهایی دانه داشت و این نقش در تاریخ‌های کاشت اول و سوم که از فتوسنتز جاری کمتری به دلیل شرایط تنش‌زای دوره رشد برخوردار بودند، بسیار بیشتر بود. در بین اندام‌ها ساقه بیشترین مقدار و سهم را در ماده خشک مخزن اصلی که دانه می‌باشد داشت، ولی برگ بیشترین راندمان توزیع مجدد را به خود اختصاص داده که، در شرایط تنش‌زا بویژه تاریخ کاشت اول در افزایش وزن دانه و جلوگیری از کاهش شدید عملکرد اقتصادی گیاه نقش بسیار بارزی داشت که می‌تواند از اهداف مهم اصلاحی و به‌نژادی زراعت برنج و سایر غلات باشد.

منابع

۱- **ارادتمنداصلی، د. و جاماسبی، ن. ۱۳۹۲.** بررسی اثر سایه‌اندازی بر انتقال مجدد ماده خشک، عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام مختلف برنج. گیاه و زیست بوم. ۹۳-۱۰۵.

2- **Akita, S.1989.** Improving yield potential in tropical rice. In: Progress in Irrigated Rice Research. IRRI, Los Banos, Philippines. 41-73.

3- **Gebbing, T. 2003.** The enclosed and exposed part of the peduncle of wheat (*Triticum aestivum*) spatial separation of fructan storage. New Phytologist. 159:245-252.

4- **Ghosh, B. and Chakma, N. 2015.** Impacts of rice intensification system on two C. D. blocks of Barddhaman district, West Bengal. Current Science. 109(2):342-346.

5- **Ishakawa, T., Akita, S. and Li, Q. 1993.** Relationship between content of non-structural carbohydrates before panicle initiation stage and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.), Japan Journal of Crop Science. 62:130-131.

6- **Jiang, C.Z., Ishinara, K. and Hirasawa, T. 1998.** Physiological and ecological charateristic of high yielding Varieties in rice plants: I. Yield and dry matter production. Japan Journal of Crop Science. 57:132-138.

7- **Kobata, T., Takami, T.1986.** Changes in respiration, dry matter production and its partition in rice (*Oryza sativa.* L.) in response to water deficits during the grain-filling period. Botanical Magazine Tokyo. 99:379-393.

8- **Kobata, T., Sugawara , M.and Takatu, S. 2000.** Shading during the early grain filling period does not affect potential grain dry matter increase in rice. Agronomy Journal. 92:411-417.

9- **Kobata, T. and Naoya, U. 2004.** High temperature during the grain-filling period do not reduce the potential grain dry matter increase of rice. Agronomy Journal. 96:406-414.

10- **Nagata, K., Yoshida, S. Takanashi , J. and Terao, T.200l.** Effect of dry matter production trans location of nonstructural carbohydrates and nitrogen application on grain filling in rice cultivar Takanari, a cultivar bearing a large number of spikelets. Plant production Science: 4:173-183.

11- **Park, G.H., Kim, J.H. and Kim, K.M. 2014.** QTL analysis of yield components in rice using a cheongcheong/nagdong doubled haploid genetic map. American Journal of Plant Sciences. 5:1174-1180.

12- **Peng, S., Huang, J. shehy, J. E.and vispearas , R.M. 2004.** Rice yields decline with higher night temperature from global warming. Proceedings of the National Academy of Sciences. 101:71-75.

13- **Venkateswarlu, B. and Srinvasan, T.E. 1978.** Influence of low light intensity on growth and productivity in relation to population pressure and varietal reaction in irrigated rice *(Oryza Sativa.* L.*)* Indian Journal Plant Physiology. 21(2):162-170.

14- **Wang, Z., Yang, J., Zhu, Q., zhang, z., lang, Y., and wang, X. 2001.** Reasons for poor grain plum pnress in intersubspecifichy hybrid rice. Acta Agronomica. Sinca. 24(6): 782-787.

15- **Watanabe, Y., Nakamura, Y. and Ishii, R. 1997.** Relationship between starch accumulation and activities of the related enzymes in the leaf sheath as temporary sink organ in rice *(Oryza Sativa* L.*).* Australian Journal of Plant Physiology. 24:563-569.

Study of assimilate remobilization as affected by heat stress in rice cultivars in north of Khuzestan

Abdolali Gilani[1*], Seyed Ataallah Siadat[2], Sami Jalali[3] and Kaveh Limouchi[4]

1- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Research Department, Khozestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Ahvaz, Iran
2- Professor., University of Agricultural and Natural Resources of Ramin, Ahwaz, Iran
3- M.sc of Research Center of Seed and Plant Improvement Research Department, Khozestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Ahvaz, Iran
4- Ph.D Agronomy. Young Researchers and Elite Club, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran
[*]Corresponding Author; Email:gilani.abdolali@yahoo.com

(Received: 10 June 2018; Accepted: 6 September 2018)

Abstract

An experiment was carried out to study of heat stress on assimilate remobilization of rice in north of Khuzestan province in a split-plot arrangement using randomized complete blokes design with three replication in 2006 and 2007 at Shavoor Agricultural Research Station, Dependent in Research Center of Agricultural and Natural Resources of Khuzestan. For exposing rice cultivars to different higher temperature regimes, main plot were assigned to three sowing dates from 5 May, 26 May and 16 Jun and cultivars were; Hoveizeh, Hamar (heat tolerance) Ghermez Anbori, Champa (heat sensitive) and Danial (relatively heat tolerant) were in sub-plots. Results showed that the highest dry matter redistribution was in Ghermez Anbori and heat tolerant cultivars. The grain, stem and leaf portions were significant on sowing date and cultivars. The second and third planting dates and heat tolerant cultivars had higher content. The highest remobilization, current photosynthesis and the portion of organs in filling grain yield were 1140.8 kg.ha^{-1}, 3923.3 kg.ha^{-1}, and 22.5%, respectively, in 26 May planting. But the highest share portion of current photosynthesis in grain yield was in 5 may in the planting date.

Key words: current photosynthesis, organs portion, remobilization efficiency, sowing dates.