

مجله علوم زراعی ایران

جلد هفتم، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۴

مطالعه خصوصیات مورفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام  
بومی و اصلاح شده برنج (*Oryza sativa* L.)  
Study of morphological characteristics, physiological indices, grain yield and its  
components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars

فرشته مهدوی<sup>۱</sup>، محمدعلی اسماعیلی<sup>۲</sup>، الهیار فلاح<sup>۳</sup> و همت‌الله پیردشتی<sup>۴</sup>

### چکیده

مهدوی، ف.، م.ع. اسماعیلی، ا. فلاح و ه. پیردشتی، ۱۳۸۴. مطالعه خصوصیات مورفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج (*Oryza sativa* L.). مجله علوم زراعی ایران، جلد هفتم، شماره ۴، صفحه: ۲۹۷-۲۸۰.

به منظور مطالعه شاخص‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام بومی و اصلاح شده برنج، در سال ۱۳۸۲ این آزمایش در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در آمل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. تیمارها عبارت بودند از: ۶ رقم اصلاح شده ایندیکا شامل ندا، فجر، دشت، شفق، پویا و خزر، ۲ رقم اصلاح شده ژاپونیکا شامل اوندا، فوجی مینوری و ۲ رقم بومی منطقه شامل طارم و رضاعلی طارم. به علت اختلاف در الگوی رشد ارقام، از شاخص حرارتی درجه روز-رشد (GDD) جهت محاسبه شاخص‌های رشد استفاده گردید. علاوه بر شاخص‌های رشد (سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، سرعت فتوسنتز خالص، شاخص سطح برگ، نسبت سطح برگ، دوام سطح برگ و وزن مخصوص برگ) صفاتی از قبیل تعداد دستجات آوندی میانگره انتهایی، تعداد رگبرگ در برگ پرچم، مقدار کلروفیل برگ پرچم (SPAD value)، طول میانگره انتهایی، طول پدانکل، زاویه برگ پرچم، ارتفاع بوته و قابلیت پنجه‌زنی نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ارقام اصلاح شده نسبت به ارقام بومی، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، نسبت سطح برگ و وزن مخصوص برگ بالاتری داشتند اما، سرعت رشد نسبی و سرعت فتوسنتز خالص در ارقام بومی بیشتر از ارقام اصلاح شده بود. رقم ندا با بیشترین شاخص سطح برگ (۵/۷) عملکرد دانه بالایی داشت. ارقامی با بیشترین و کمترین ماده خشک کل بیشترین و کمترین عملکرد دانه را نیز داشتند (به ترتیب ارقام اوندا و رضاعلی طارم). در این آزمایش، ارقام بومی با ارتفاع بوته بالاتر و قابلیت پنجه‌زنی کمتر نسبت به ارقام اصلاح شده، عملکرد دانه پائینی داشتند. ارقام اصلاح شده در مقایسه با ارقام بومی تعداد دستجات آوندی و رگبرگ بیشتری داشتند. در این تحقیق، رقم اوندا با مقدار SPAD ۴۸/۳۵، بیشترین میزان کلروفیل برگ پرچم را داشت. رقم ندا با بالاترین قابلیت پنجه‌زنی، بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح را به خود اختصاص داد. در این تحقیق، ارقام اصلاح شده ایندیکا به علت قابلیت پنجه‌زنی، تولید ماده خشک، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت بالا عملکرد دانه بالایی تولید کردند. براساس نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که با متمرکز کردن اهداف اصلاحی بر روی افزایش مقدار کل ماده خشک و بهبود دو شاخص سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ می‌توان به افزایش عملکرد دانه در برنج امیدوار بود.

واژه‌های کلیدی: برنج، اجزای عملکرد، شاخص‌های رشد، درجه روز-رشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۳/۲۵

۲- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج آمل

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه مازندران، ساری (مکاتبه کننده)

۳ و ۴- عضو هیأت علمی دانشگاه مازندران، ساری

## مقدمه

والدین مناسب یکی از ابزارهای مهم متخصصان به‌نژادی است. با شناخت فرایندهای فیزیولوژیک در ژنوتیپ‌های بومی که تنوع ژنتیکی بالایی دارند، می‌توان به اصلاح ارقامی با کیفیت و کمیت بالا امیدوار بود (کوچکی و بنایان، ۱۳۷۳). نوربخشیان و رضائی (۱۳۷۸) گزارش دادند که در برنج سرعت رشد محصول (CGR)<sup>۱</sup> و سرعت رشد نسبی (RGR)<sup>۲</sup> در مرحله گلدهی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. از طرفی پردشتی (۱۳۷۷) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر نقل و انتقال مجدد نیتروژن و شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج (رقم بومی طارم، ارقام اصلاح شده نعمت، ساحل و فجر) نشان داد که RGR با عملکرد دانه همبستگی منفی داشت. عرفانی و نصیری (۱۳۷۹) در مطالعه برخی از خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد دانه ارقام برنج، بیان داشتند که CGR، سرعت فتوسنتز خالص (NAR)<sup>۳</sup> و شاخص سطح برگ (LAI)<sup>۴</sup> در ارقام اصلاح‌شده در تمام مراحل رشد به‌ویژه مرحله گلدهی بیشتر از ارقام بومی بود. دیوتا و همکاران (Dutta et al., 2002) در مطالعه ساختمان هندسی و مشخصه‌های رشد ارقام برنج در منطقه بنگلادش اظهار داشتند که در وارته‌های بومی مورد بررسی، افزایش LAI و نسبت سطح برگ (LAR)<sup>۵</sup> منجر به کاهش شاخص برداشت شد. نتایج آزمایش‌های آنها نشان داد که در این وارته‌ها، سطح فتوسنتزکننده که توسط LAI و LAR بالاتر نشان داده می‌شود، یک عامل محدودکننده نیست بلکه، اختصاص آسیمیلات‌ها از ساقه به دانه عامل کاهش عملکرد است. به علاوه آنها نتیجه گرفتند که ارقام پرمحصول برنج نسبت به ارقام بومی منطقه، LAI بیشتری داشته در نتیجه، ماده خشک بیشتری

تولید کردند. مقدار فتوسنتز با افزایش مدت زمان فتوسنتز روزانه یا افزایش دوام سطح برگ (LAD)<sup>۶</sup> در طول دوره پر شدن دانه، بیشتر می‌شود (Richards, 2000). بسیاری از محققان همبستگی بالایی بین عملکرد دانه و LAD ( $r=0.96$ )، پس از گلدهی به‌دست آوردند (کوچکی و بنایان، ۱۳۷۳). مورچی و همکاران (Murchie et al., 1999) اظهار کردند که در وارته‌های پرمحصول برنج، NAR با RGR، وزن مخصوص برگ (SLW)<sup>۷</sup> و تجمع ماده خشک (DMA)<sup>۸</sup> همبستگی مثبتی داشت. ماتسو و همکاران (Matsou et al., 1995) بیان داشتند که در برنج، دستجات آوندی شامل دو نوع دستجات آوندی بزرگ (Large Vascular Bundles) و کوچک (Small Vascular Bundles) هستند که توسط یک لایه سلول غلاف آوندی، احاطه شده‌اند. در فرایند انتقال مواد فتوسنتزی، محدودیت تعداد دستجات آوندی موجب کاهش باروری دانه‌ها می‌گردد (Peng and Senadhira, 2003). از طرفی عوامل زیادی مانند ساختمان آوند آبکش، بارگیری و تخلیه بر انتقال اختصاص مواد فتوسنتزی اثر دارند (Yang et al., 2002). دیوتا و همکاران (Dutta et al., 2002) همبستگی قوی بین زاویه برگ پرچم و ساخت مواد فتوسنتزی، انتقال آنها برای پر شدن دانه و افزایش باروری دانه‌ها به دست آوردند. آنها اظهار داشتند که به منظور بهبود درصد باروری دانه‌ها، برگ پرچم باید پهن و راست بوده و برگ‌های پائینی کوتاه و باریک باشند. کلروفیل متر (SPAD) می‌تواند برای تعیین وضعیت نیتروژن برگ در برنج مورد استفاده قرار گیرد و نیاز به مصرف کود از ته سرک را مشخص کند (Peng et al., 1995). از طرف دیگر کلروفیل متر برای تخمین سریع میزان کلروفیل برگ به کار می‌رود (Markwell et al., 1995; Monje and Bugbee, 1992) (Ladha, et al., 1998).

1- Crop Growth Rate  
3- Net Assimilation Rate  
5- Leaf Area Ratio  
7- Secific Leaf Weight

2- Relative Growth Rate  
4- Leaf Area Index  
6- Leaf Area Duration  
8- Dry Matter Accumulation

مطالعه خصوصیات مرفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک ...

نظر گرفته شد. تعداد نشاء کشت شده در هر کپه ۴ عدد بود. بعد از تسطیح زمین اصلی و قبل از نشاء کاری، کودپاشی انجام شد، بدین صورت که برای ارقام بومی و اصلاح شده به میزان مساوی ۲۴۰ گرم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) کود فسفر و پتاس مصرف گردید ولی برای ارقام بومی ۱۲۰ گرم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) کود نیتروژن و برای ارقام اصلاح شده ۲۴۰ گرم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) کود نیتروژن در هر کرت مصرف شد. نشاء کاری در تاریخ ۲۱ خردادماه در مرحله ۴-۳ برگی انجام گرفت. پس از نشاء کاری، برای مبارزه با علف‌های هرز از جمله سوروف، از علفکش بوتاکلر (Butachler) استفاده شد. در زمان تقریبی حداکثر پنجه‌زنی (۴۵ روز پس از نشاء کاری) پس از وجین دوم، مقدار ۱۲۰ و ۲۴۰ گرم کود نیتروژن (به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در هر کرت به ترتیب برای ارقام بومی و اصلاح شده، به عنوان سرک مصرف گردید. به منظور بررسی شاخص‌های رشد، نمونه‌گیری‌ها به فاصله هر ۱۰ روز انجام گرفت و طی آن از سطح ۰/۲۵ مترمربع از هر کرت با احتساب ۲ ردیف حاشیه از طرفین، ۴ بوته به صورت کف‌بر برداشت گردید. سپس نمونه‌های برگ و ساقه به طور جداگانه در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و با ترازوی حساس توزین گردیدند. قبل از خشک کردن نمونه‌ها، به منظور تعیین سطح برگ، برگ‌ها را از ساقه جدا کرده و توسط دستگاه (LI-31000, LI-COR, Lincoln, NE) Leaf Area Meter سطح آن‌ها اندازه گرفته شد. لازم به ذکر است تعداد کل نمونه‌برداری‌ها تا پایان آزمایش، ۸ نمونه‌گیری بود. در این آزمایش، به علت اختلاف در الگوی رشد و رسیدگی ارقام، از شاخص حرارتی درجه روز-رشد برای محاسبه شاخص‌های رشد استفاده گردید. شاخص حرارتی GDD با استفاده از فرمول زیر تعیین شد:

$$GDD = \sum_1^n [(T_{min} + T_{max}) / 2] - T_b$$

که در آن:  $T_{max}$ : حداکثر دمای روزانه،  $T_{min}$ : حداقل دمای روزانه،  $T_b$ : دمای پایه،  $n$ : تعداد روزها در یک

تسودا (Tsuda, 1999) گزارش کرد برگ‌هایی که مقدار SPAD بیشتری دارند، میزان کلروفیل بالاتری داشته، نور کمتری را از خود عبور می‌دهند. مقادیر SPAD در گروه‌های مختلف برنج، متفاوت است (Peng et al., 1996). به طور کلی ارقامی با برگ‌های نازک‌تر و تراکم نیتروژن کمتر، SPAD کمتری دارند (IRRI, 1999). در این آزمایش با فرض این که ژنوتیپ‌های اصلاح شده و بومی برنج از نظر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد اختلاف دارند، ۱۰ ژنوتیپ برنج در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. هدف، تعیین روابط این صفات با عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های اصلاح شده و بومی بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۲، در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (آمل) با موقعیت جغرافیائی  $36^{\circ}$  و  $28'$  شمالی و  $52^{\circ}$  و  $23'$  شرقی و ارتفاع ۲۸ متر از سطح دریا انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. تیمارها که از بین ارقام موجود در منطقه انتخاب شدند شامل ۸ رقم اصلاح شده برنج (ارقام ایندیکا: ندا، فجر، شفق، دشت، خزر، پویا و ارقام ژاپونیکا: اوندا و فوجی مینوری) و ۲ رقم بومی استان مازندران (طارم و رمضانعلی طارم) بودند. ارقام ندا، فجر، شفق، دشت و پویا از ارقام اصلاح شده جدید و رقم خزر از ارقام اصلاح شده قدیمی هستند. ارقام اصلاح شده ژاپونیکا از ارقام معرفی شده توسط مؤسسه تحقیقات برنج ژاپن هستند که در مناطق مرتفع مازندران کشت می‌شوند. ارقام بومی مورد انتخاب در این آزمایش، جزو گروه ایندیکا و از ارقام کیفی با عملکرد پائین محسوب می‌گردند که کشاورزان منطقه توجه خاصی به کشت این ارقام دارند. روش کاشت نشائی و تعداد ردیف کاشت برای هر رقم در هر تکرار، ۱۴ ردیف به طول ۸ متر بود. فواصل ردیف‌ها ۲۵ سانتیمتر و فواصل کپه‌ها روی هر ردیف ۲۵ سانتیمتر در

آوندی هر میانگرمه شمارش گردید. با استفاده از دستگاه کلروفیل متر SPAD-502, Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta Camera Co. Ltd., Japan] کلروفیل برگ مورد اندازه گیری قرار گرفت. پس از کالیبره کردن دستگاه، با انتخاب برگ های پرچم بالغ ۵ بوته که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، طبق دستورالعمل نقطه حساس دستگاه، بر قسمت میانی برگ قرار داده شد و عدد خوانده شده توسط دستگاه، ثبت گردید. طول پدانکل (فاصله بین گره خوشه و برگ پرچم) نیز با استفاده از خط کش اندازه گیری شد.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، به منظور تعیین شاخص برداشت، ۱۲ بوته از هر کرت کف بر شد و با استفاده از فرمول زیر، شاخص برداشت هر رقم محاسبه گردید:

$$HI=(EY/BY). 100$$

که در آن: HI: شاخص برداشت، EY: عملکرد اقتصادی، BY: عملکرد بیولوژیکی است.

برای تعیین اجزای عملکرد نیز ۱۰ بوته از هر کرت، انتخاب شد و صفات مربوطه (وزن هزار دانه، تعداد کل دانه در خوشه، تعداد خوشه در واحد سطح) اندازه گیری شدند. علاوه بر صفات مربوطه به اجزای عملکرد، صفات درصد دانه پر، درصد دانه نیمه پر و درصد باروری نیز مورد اندازه گیری قرار گرفتند. به منظور شمارش دانه های نیمه پر، پس از شمارش، دانه ها در آب قرار داده شدند و دانه هایی که روی سطح آب باقی مانده بودند، دانه نیمه پر محسوب گردیده و شمارش شدند. درصد باروری، از حاصلضرب نسبت تعداد دانه پر به تعداد کل دانه در ۱۰۰ محاسبه شد. در نهایت عملکرد دانه در سطح ۵ مترمربع برای هر کرت و در رطوبت ۱۴ درصد تعیین شد. داده ها بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی و با استفاده از برنامه رایانه ای SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

مدت معین (دوره رویش) است. درجه حرارت پایه (Tb) در این بررسی ۱۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد (Das and Jat, 1977) و درجه حرارت های بالاتر از ۳۰ درجه و پائین تر از ۱۰ درجه به ترتیب ۳۰ و ۱۰ منظور شدند.

برای تعیین CGR و RGR ابتدا رابطه بین وزن خشک (DM) و شاخص حرارتی درجه روز-رشد با استفاده از معادله نمایی زیر تعیین شد:

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

که در آن: DM: وزن خشک، a, b, c ضرایب معادله و GDD شاخص حرارتی درجه روز-رشد است.

سپس با استفاده از معادلات زیر، RGR و CGR در زمان ۵۰ درصد گلدهی تعیین شد:

$$RGR=b+2c(GDD)$$

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

شاخص های دیگر رشد (LAR، SLW، LAD، LAI) و (NAR) با استفاده از فرمول های مربوطه محاسبه شدند. صفات مورفولوژیک در تاریخ های مختلف گلدهی هر یک از ارقام برنج اندازه گیری شدند. برای تعیین زاویه برگ پرچم با انتخاب تصادفی ۵ بوته از هر کرت در مرحله گلدهی، زاویه برگ پرچم بلندترین ساقه پنجه از هر بوته به کمک نقاله اندازه گیری شد. طول میانگرمه انتهائی با استفاده از خط کش، از بلندترین پنجه ۵ بوته، تعیین گردید و از اعداد به دست آمده میانگین گرفته شد تا در تجزیه آماری، مورد استفاده قرار گیرد. به منظور اندازه گیری تعداد رگبرگ، برگ های پرچم بالغ ۵ بوته (بلندترین پنجه از هر بوته برای این منظور در نظر گرفته شد) که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، در نظر گرفته شد و تعداد رگبرگ های آنها شمارش گردید. به منظور شمارش تعداد دستجات آوندی میانگرمه انتهائی، ابتدا از ۵ بوته انتخاب شده، میانگرمه انتهائی ۵ بوته انتخابی جدا گردید و در آزمایشگاه، با استفاده از تیغ معمولی، حلقه های بسیار نازکی از آنها تهیه شد. سپس با استفاده از میکروسکوپ تعداد دستجات

## نتایج و بحث

بر اساس جدول ۹، زمان تقریبی مراحل مختلف رشد برای هر تیمار نشان داد که ژنوتیپ‌های بومی و ژنوتیپ‌های اصلاح‌شده ژاپونیکا (Japonica) سریع‌تر از ژنوتیپ‌های اصلاح‌شده ایندیکا (Indica) به مرحله گلدهی رسیدند (۱۶۰۰-۱۱۰۰ GDD).

### تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد

در اکثر تیمارها، شاخص‌های رشد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشتند (جدول ۱). رقم اوندا، بیشترین تولید ماده خشک (TDM) را در بین ارقام داشت (جدول ۲). بنابراین می‌توان چنین اظهار داشت که ارقام اصلاح‌شده با ظرفیت تولید ماده خشک بالاتر نسبت به ارقام بومی، دارای پتانسیل فتوسنتزی بالاتری نیز بودند. همانطور که ذکر شد تولید ماده خشک بالا در مرحله گلدهی و بعد از آن، می‌تواند تضمینی برای افزایش عملکرد دانه باشد، زیرا مواد فتوسنتزی تولید شده در این مرحله، به دانه‌ها انتقال می‌یابند. در این تحقیق نیز ارقامی که بیشترین و کمترین TDM را داشتند به ترتیب بالاترین و پائین‌ترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۲ و ۶). بررسی روند تغییرات CGR نشان داد که مقدار سرعت رشد محصول در همه ارقام مورد مطالعه، در اوایل فصل رشد کم بود و سپس به طور تصاعدی افزایش یافت تا این که در مرحله پر شدن دانه (۱۴۰۰-۱۲۷۰ GDD) در اکثر ارقام، به حداکثر میزان خود رسید. پس از آن مقدار CGR تا زمان رسیدن نهایی دانه، سیر نزولی داشت (نمودارهای ۱، ۲ و ۳). حداکثر CGR در تمام ارقام در مرحله گلدهی حاصل شد. ارقامی که بیشترین و کمترین میزان حداکثر CGR را داشتند، بیشترین و کمترین TDM را نیز تولید کردند (به ترتیب ارقام اوندا و رمضانعلی طارم).

همه ارقام بجز طارم در مرحله قبل از گلدهی، به حداکثر LAI رسیدند. ارقام اصلاح‌شده نسبت به ارقام بومی بیشتری داشتند. رقم ندا با حداکثر شاخص سطح برگ ۵/۷ بیشترین مقادیر LAI را در بین ارقام

داشت. رقم ندا به واسطه فاز رویشی طولانی‌تر (تقریباً ۲۰ روز) (جدول ۹)، LAI بیشتری نیز داشت. نتایج نشان می‌دهد که در ارقام بومی، شاخص سطح برگ یک عامل محدود کننده عملکرد محسوب می‌شود. سطح فتوسنتز کننده گیاه به وسیله LAI نشان داده می‌شود و ارقام بومی با شاخص سطح برگ پائین، سطح فتوسنتز کننده پائینی داشتند که دلیلی برای عملکرد کمتر این ارقام است. البته ارقام جدید شاید canopy ایستاتر داشته باشند که همین امر خود موجب نفوذ بهتر نور به لایه‌های پائینی canopy شده و نهایتاً افزایش بازده فتوسنتز را به دنبال خواهد داشت.

نتایج نشان داد که همه ارقام در یک مرحله (قبل از گلدهی) به بیشترین مقدار دوام سطح برگ (LAD) رسیدند، از آنجا که در این مرحله شاخص سطح برگ نیز حداکثر بود، در نتیجه ارقام به علت داشتن سطح برگ بیشتر، مدت زمان بیشتری فتوسنتز کردند، به عبارت دیگر دریافت انرژی خورشیدی در طول زمان زیادتر بود و در نتیجه ماده خشک بیشتری تولید شد. بر طبق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) رقم ندا با میزان  $955/1 \text{ m}^2 \cdot \text{GDD}^{-1}$  بیشترین و ارقام خزر و رمضانعلی طارم به ترتیب با مقادیر  $591/8 \text{ m}^2 \cdot \text{GDD}^{-1}$  و  $629/2 \text{ m}^2 \cdot \text{GDD}^{-1}$  کمترین LAD را از نظر عددی داشتند. لازم به ذکر است که ارقامی با بیشترین و کمترین دوام سطح برگ، بالاترین و پائین‌ترین شاخص سطح برگ را نیز دارا بودند، بنابراین ارقامی با LAD بالا، مدت زمان بیشتری فتوسنتز کرده و به عبارتی TDM بالاتری تولید کردند و همین عامل موجب افزایش عملکرد دانه می‌گردد. همانطور که در جدول ۸ نشان داده شده، LAD همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد و TDM (به ترتیب  $0/54^{**}$  و  $0/39^*$ ) دارد.

روند تغییرات RGR در همه ارقام مشابه بود، به طوری که در اوایل رشد، شاخص سرعت رشد نسبی حداکثر بود و با افزایش سن گیاه، به علت افزایش بافت ساختمانی و کاهش کارایی تولید، روند نزولی داشت

درصد داشتند (جدول ۳). براساس جدول مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی (جدول ۴) بیشترین میزان SPAD متعلق به رقم اوندا بود. از آنجا که کلروفیل متر (SPAD-502) میزان نیتروژن و کلروفیل برگ را تخمین می‌زند بنابراین، ارقامی که مقدار SPAD بیشتری دارند، محتوای نیتروژن و کلروفیل بالاتری نیز خواهند داشت (Tsuda, 1999). در این تحقیق، ارقام بومی با مقدار SPAD کمتر، تراکم نیتروژن کمتری در واحد سطح برگ داشتند و به همین دلیل میزان فتوسنتز و تولید زیست توده آن‌ها کمتر بود. زیرا درصد نیتروژن برگ، رابطه تنگاتنگی با میزان فتوسنتز (Peng et al., 1995) و تولید بیوماس (Kropff et al., 1993) دارد. از آن جا که میزان نیتروژن در واحد سطح برگ با میزان فتوسنتز رابطه دارد و میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، مقدار CGR را کنترل می‌کند (Peng et al., 1995)، در نتیجه می‌توان اظهار داشت که مقدار SPAD بالا در رقم اوندا می‌تواند دلیل دیگری برای سرعت رشد محصول بالا در این رقم باشد.

ارقام اصلاح شده ایندیکا، تعداد رگبرگ بیشتری در برگ پرچم خود نسبت به ارقام اصلاح شده ژاپونیکا و ارقام بومی داشتند (جدول ۴).

بر اساس مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۴) رقم خزر با میانگین ۵۲/۹ سانتیمتر بیشترین و رقم شفق با میانگین ۳۰/۷ سانتیمتر کمترین طول میانگره انتهایی را داشتند. طول کمتر میانگره انتهایی موجب انتقال بهتر مواد فتوسنتزی به مخازن می‌شود و باروری دانه‌ها افزایش می‌یابد.

از نظر طول پدانکل (فاصله بین گره خوشه و برگ پرچم) رقم طارم بیشترین و ارقام شفق، فجر، پویا و دشت کمترین طول پدانکل را داشتند (جدول ۴).

براساس نتایج به دست آمده ارقام اصلاح شده ایندیکا (شفق و دشت)، تعداد دستجات آوندی بزرگ و کوچک (SVB و LVB) بیشتری نسبت به ارقام ژاپونیکا (فوجی مینوری و اوندا) و بومی (طارم و رمضانعلی

(نمودارهای ۴، ۵ و ۶). در این آزمایش ارقام بومی نسبت به ارقام اصلاح شده، RGR و NAR بالاتری داشتند به طوریکه ارقام طارم و رمضانعلی طارم با میزان  $0.28 \text{ agr/gr.GDD}^{-1}$  بالاترین سرعت رشد نسبی را داشتند. این مطلب نشان می‌دهد که در برنج، با اصلاح ارقام RGR افزایش نیافت. در واقع علی‌رغم تفاوت‌های موجود در RGR، غالباً این تفاوت‌ها به اختلاف در اختصاص مواد برای رشد سطح برگ مربوط می‌شود (Porter et al., 1990).

بررسی نسبت سطح برگ کلیه تیمارها نشان داد که حداکثر LAR در اوایل رشد، متعلق به رقم ندا و حداقل آن متعلق به ارقام فجر، پویا و خزر بود (جدول ۲). در این آزمایش، همه ارقام در اوایل رشد به حداکثر LAR رسیدند. در اوایل فصل رشد، به دلیل اینکه گیاه برنج دارای ساقه مشخصی نیست و قسمت اعظم آن را برگ تشکیل می‌دهد، در نتیجه نسبت سطح برگ بالاتری نیز خواهند داشت. در این مرحله، RGR همه ارقام نیز حداکثر بود، از آنجا که LAR نشانگر بزرگی منبع فتوسنتزکننده است، در نتیجه می‌توان اظهار داشت که به دلیل بالا بودن LAR در این مرحله، سرعت رشد نسبی نیز حداکثر بوده و به تدریج که گیاه رشد کرده، با افزایش سن گیاه، نسبت سطح برگ کاهش یافته و از مقادیر LAR و RGR نیز کاسته شده است. آزمون مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که رقم خزر بالاترین مقدار SLW را در بین ارقام داشت (جدول ۲). بر اساس گزارش‌های پنگ و همکاران (Peng et al., 1993)، ارقامی با SLW بیشتر، میزان کلروفیل بیشتری در واحد سطح برگ داشته و در نتیجه نور بیشتری را می‌توانند جذب کنند. در این آزمایش نیز ارقامی که SLW بیشتری داشتند (ارقام خزر و اوندا)، مقدار SPAD (میزان کلروفیل) نیز در آن‌ها بیشتر بود (جدول ۲ و ۴).

#### صفات مورفولوژیک

در این تحقیق، همه تیمارها از نظر صفات مورفولوژیک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱

کرده است. از طرفی برگ‌های راست، در برابر نور شدید اواسط روز مصونیت دارد. رقم اوندا با زاویه برگ (نسبت به ساقه برنج)  $43/53$  درجه بیشترین زاویه برگ را در بین ارقام مورد بررسی داشت (جدول ۴).

#### عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد، اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد در بین تیمارها نشان داد (جدول ۵). رقم ندا بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح ( $383/3$ ) را داشت (جدول ۶). رقم ندا با قابلیت پنجه‌زنی و تجمع ماده خشک بالا در مرحله حداکثر پنجه‌زنی، تعداد خوشه در واحد سطح بیشتری نیز داشت. بنابراین به نظر می‌رسد که قابلیت پنجه‌زنی می‌تواند اثر معنی‌داری بر تولید خوشه داشته است. بیشترین وزن هزاردانه به مقدار  $36/7$  گرم متعلق به رقم اوندا بود که بالاترین عملکرد دانه را نیز داشت (جدول ۶). یوسف‌نیا ( $1379$ ) در مقایسه میانگین ارقام برای وزن هزار دانه نشان داد که رقم اوندا با وزن هزار دانه  $35$  گرم، بالاترین مقدار وزن هزار دانه را در بین ارقام مورد بررسی (ارقام اصلاح شده ساحل، هراز، آمل ۳، اوندا و ارقام بومی رضانعلی طارم، دیلمانی طارم و عنبربو) داشت.

رقم دشت بیشترین تعداد دانه در خوشه را داشت اما درصد دانه پوک نسبتاً بالایی نیز داشت، زیرا مواد فتوسنتزی تولید شده برای اختصاص به دانه‌ها کافی نبود به عبارت دیگر به دلیل محدودیت منبع در این ارقام، تمام مخازن پر نشدند. ارقام بومی طارم و رضانعلی طارم کمترین تعداد دانه در خوشه را داشتند. یاماموتو و همکاران (*Yamamoto et al., 1991*) در بررسی ۱۳ واریته برنج گزارش دادند که تعداد دانه در خوشه در واحد سطح با درصد باروری دانه، همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. پنگ و همکاران (*Peng et al., 1999*) نیز بین تعداد سنبلیچه در خوشه و درصد باروری دانه‌های پر و نیمه‌پر هیچ همبستگی مشاهده نکردند. بر اساس نتایج به دست آمده، ارقام بومی (طارم و رضانعلی

طارم) داشتند. بیشترین تعداد دستجات آوندی متعلق به ارقام شفق و دشت و کمترین آن متعلق به ارقام طارم و رضانعلی طارم بود. در این آزمایش، ارقامی که بیشترین تعداد دستجات آوندی را داشتند، طول میانگره انتهایی آن‌ها کمتر بود و یک رابطه منفی بین این دو صفت وجود داشت. از طرفی تیمارهایی که تعداد دستجات آوندی بیشتری داشتند، تعداد رگبرگ بالاتری نیز داشتند (جدول ۴). با توجه به این نتایج، ارقام اصلاح شده با تعداد دستجات آوندی و رگبرگ بیشتر طبیعتاً باید درصد باروری بیشتری نیز نسبت به ارقام بومی داشته باشند در صورتی که نتایج خلاف این را نشان می‌دهد که دلیل آن را می‌توان به محدودیت منبع ارقام اصلاح شده جدید مرتبط دانست. ارقام بومی ارتفاع بوته بلندتری نسبت به ارقام اصلاح شده داشتند و این صفت همبستگی منفی با عملکرد دانه داشت، زیرا واریته‌هایی با ارتفاع بلند در مقابل خوابیدگی ساقه، کود نیتروژن و تراکم بوته حساسترند، اما در واریته‌های اصلاح شده، ارتفاع بوته یک عامل محدود کننده محسوب نمی‌شود زیرا ورس را کاهش داده و انتقال بهتر مواد غذایی را سبب می‌گردد. البته یک کانوپی بلند تهویه بهتری داشته و بنابراین تراکم  $CO_2$  داخل آن بیشتر است (*Kuroda et al., 1989*). با این وجود تا زمانی که مقاومت به ورس و شاخص برداشت بالا حاصل نگردد، نمی‌توان صرفاً به منظور افزایش تولید ماده خشک، ژنوتیپ‌هایی با ارتفاع بوته بیشتر را انتخاب کرد (*Dutta et al., 2002*).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که قابلیت پنجه‌زنی در ارقام اصلاح شده ایندیکا، ارقام اصلاح شده ژاپونیکا و ارقام بومی متفاوت بود به طوری که ارقام ندا و فجر بیشترین و ارقام اوندا، خزر و رضانعلی طارم کمترین تعداد پنجه را داشتند.

رقم ندا کمترین زاویه برگ را نسبت به ساقه برنج را داشت که این امر موجب راست و عمودی نگهداشتن برگ‌ها شده و نور بیشتری به داخل پوشش گیاهی نفوذ

به علت قابلیت پنجه‌زنی، تولید ماده خشک، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و شاخص برداشت بالا عملکرد دانه بالائی تولید کردند. بنابراین با افزایش تولید ماده خشک و شاخص‌های فیزیولوژیک همانند CGR و LAI می‌توان به افزایش عملکرد دانه در برنج امیدوار بود.

#### همبستگی‌ها

بر اساس جدول ۸ عملکرد، همبستگی مثبت بالائی با صفات TDM، LAI، CGR، LAD داشت در حالی که همبستگی آن با RGR منفی و شدید بود. همبستگی عملکرد دانه با ارتفاع بوته (\*\* $0/76$ ) منفی و معنی‌دار بود که با نتایج مؤمنی (۱۳۷۷)، محدثی (۱۳۸۰) و هنرنژاد (۱۳۸۱) مطابقت دارد. TDM با تعداد کل دانه در خوشه (TG)، وزن هزار دانه (1000GW) و تعداد خوشه در واحد سطح ( $P/M^2$ )، همبستگی بالا و معنی‌داری داشت (به ترتیب \*\* $0/51$ ، \*\* $0/50$  و \*\* $0/51$ ). همبستگی بین عملکرد دانه با وزن هزاردانه (\*\* $0/54$ )، تعداد کل دانه (\*\* $0/54$ )، تعداد خوشه در واحد سطح (\*\* $0/54$ ) و شاخص برداشت (\*\* $0/56$ ) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۸). بدین ترتیب انتظار می‌رود با افزایش وزن هزاردانه، تعداد کل دانه در خوشه، تعداد خوشه در واحد سطح و شاخص برداشت، عملکرد دانه افزایش یابد. با وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و تعداد پنجه در بوته (\* $0/42$ ) می‌توان تا حدودی از این صفت در افزایش عملکرد بهره جست. از جمله همبستگی‌های منفی می‌توان به همبستگی تعداد پنجه در بوته و ارتفاع بوته اشاره کرد (\*\* $0/60$ ). بدین ترتیب می‌توان انتظار داشت که ارقام بومی و پابلند برنج دارای تعداد پنجه کمتری باشند. نتایج فوق با گزارش هنرنژاد (۱۳۸۱) مشابه است. نتایج نشان داد که تعداد رگبرگ در برگ پرچم همبستگی مثبت و بالائی با تعداد دستجات آوندی بزرگ و کوچک (به ترتیب \*\* $0/66$  و \*\* $0/76$ ) داشت (جدول ۷). بر اساس جدول ۷ (همبستگی صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد) عملکرد دانه

طارم) و ژاپونیکا (اوندا و فوجی مینوری)، درصد باروری بالائی نسبت به ارقام اصلاح‌شده ایندیکا داشتند. رقم طارم با میانگین ۹۳ درصد بیشترین درصد باروری را داشت (جدول ۶). نتایج نشان می‌دهد که رقم بومی طارم بیشترین درصد باروری و کمترین وزن هزار دانه را داشت این موضوع محدودیت مخزن را در این رقم نشان می‌دهد. درصد دانه‌های پر به وسیله نسبت قدرت منبع به اندازه مخزن، قدرت گلچه‌ها برای قبول کربوهیدرات‌ها و انتقال مواد فتوسنتزی (آسیمیلات‌ها) از برگ به سنبلیچه‌ها تعیین می‌گردد (یوشیدا، ۱۹۸۱). در همین زمینه اشرف و همکاران (۱۹۹۴) نیز نشان دادند که کاهش ظرفیت اختصاص مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن، می‌تواند عامل دیگری برای محدودیت باروری دانه‌ها باشد.

در این مطالعه ارقام بومی نسبت به ارقام اصلاح‌شده، به علت محدودیت مخزن، زیست توده بالائی تولید نکردند، اما به نظر می‌آید توانائی آن‌ها در اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه‌ها بیشتر بود. حداکثر شاخص برداشت (HI) مربوط به ارقام ندا و اوندا بود (جدول ۶)، این ارقام با شاخص برداشت بالا میزان بیشتری از ماده خشک را به دانه‌ها اختصاص دادند. به عبارت دیگر با توزیع بیشتر مواد فتوسنتزی به مخازن، قسمت زیادی از ماده خشک به عملکرد اقتصادی دانه تخصیص یافت. یائوپینگ و همکاران (Yaoping et al., 2001) در بررسی رابطه مخزن، منبع و ویژگی‌های مربوط به آن با شاخص برداشت بالا در رقم اصلاح‌شده Yue Xiang Zhan، نتیجه گرفتند که این رقم، مخزن بزرگتر و ظرفیت پر شدن دانه بهتری داشت و دلیل اصلی بالا بودن شاخص برداشت و عملکرد این رقم، تعادل و هماهنگی مخزن، منبع و مواد فتوسنتزی جاری ذکر گردید.

بیشترین عملکرد دانه بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۶) متعلق به ارقام اوندا و ندا بود. در این تحقیق، ارقام اصلاح‌شده ایندیکا (ندا، فجر، پویا، دشت و شفق)



با تعداد دستجات آوندی همبستگی مثبت و معنی‌داری کشور- معاونت مازندران و دانشگاه مازندران به دلیل حمایت مالی سپاس و قدردانی می‌گردد. همچنین از مساعدت و همکاری صمیمانه کارکنان محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران تشکر می‌شود.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مسئولان محترم مؤسسه تحقیقات برنج

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

Table 1- Analysis of variance of measured physiological traits in rice landraces and improved cultivars

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
			نسبت سطح برگ	دوام سطح برگ	وزن مخصوص برگ	شاخص سطح برگ	سرعت فتوسنتز خالص	سرعت رشد نسبی	سرعت رشد محصول	تولید ماده خشک
		df.	LAR	LAD	SLW	LAI	NAR	RGR	CGR	TDM
Rep.	تکرار	2	$7 \times 10^{-7ns}$	7646.3 <sup>ns</sup>	0.72 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	0.015 <sup>ns</sup>	$36 \times 10^{-7ns}$	0.029 <sup>ns</sup>	856.7 <sup>ns</sup>
Treatm.	تیمار	9	$21 \times 10^{-6**}$	53378.3 <sup>**</sup>	155.82 <sup>**</sup>	15.74 <sup>*</sup>	0.21 <sup>**</sup>	$96 \times 10^{-6**}$	0.502 <sup>**</sup>	28731.74 <sup>**</sup>
Error	خطا	18	$15 \times 10^{-7}$	4221.33	4.81	4.96	0.046	$11 \times 10^{-6}$	0.104	4187.5
Total	کل	29								
CV%			7.2	8.4	4.26	11.27	18.83	17.64	13.42	5.41

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار بودن و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Ns, \* and \*\*: Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین مقادیر حداکثر صفات فیزیولوژیک مورد اندازه‌گیری در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

Table 2. Mean comparison of maximum rates of measured physiological traits in rice landraces and improved cultivars

Cultivar	رقم	نسبت سطح	دوام سطح	وزن مخصوص	شاخص	سرعت	سرعت رشد	سرعت رشد	تولید ماده
		برگ	برگ	برگ	سطح برگ	فتوسنتز خالص	نسبی	محصول	خشک
		LAR	LAD	SLW	LAI	NAR	RGR	CGR	TDM
		m <sup>2</sup> gr	m <sup>2</sup> .GDD <sup>-1</sup>	gr/m <sup>2</sup>		gr/m <sup>2</sup> .GDD <sup>-1</sup>	gr/gr.GDD <sup>-1</sup>	gr/m <sup>2</sup> .GDD <sup>-1</sup>	gr/m <sup>2</sup>
Shafagh	شفق	0.017 d	766.8 cd	44.48 e	4.87 abc	1.21 abcd	0.022 abc	2.28 bc	129.1 ab
Neda	ندا	0.022 a	955.1 a	42.69 e	5.70 a	0.74 e	0.017 bcd	2.73 ab	1279.7 abc
Dasht	دشت	0.020 b	915.1 ab	52.30 cd	5.42 ab	1.12 bcde	0.023 ab	2.09 c	1210.8 bcd
Pouya	پویا	0.014 e	827.9 bc	51.74 cd	5.06 abc	1.08 bcde	0.016 cd	2.37 bc	1191.0 bcd
Fajr	فجر	0.015 e	944.4 ab	43.12 e	5.46 ab	0.96 cde	0.014 d	2.03 c	1225.4 bcd
Khazar	خزر	0.014 e	591.8 e	65.85 a	3.59 e	0.88 de	0.013 d	2.38 bc	1144.3 de
Fuji Minori	فوجی مینوری	0.017 d	750.6 cd	53.03 cd	4.59 bcd	0.97 cde	0.017 bcd	2.73 ab	1164.0 cde
Onda	اونداندا	0.016 de	681.6 de	58.74 b	4.17 cde	1.37 abc	0.013 d	3.29 a	1347.2 a
Tarom	طارم	0.019 bc	663.3 de	49.33 d	3.84 de	1.44 ab	0.028 a	2.15 bc	1053.8 e
Ramezan	رمضانعلی	0.017 d	629.2 e	53.61 c	3.83 de	1.59 a	0.028 a	1.98 c	1046.6 e
Ali Tarom	طارم								

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند.

Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک مورد مطالعه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

Table 3. Analysis of variance of measured morphological traits in rice landraces and improved cultivars

S. O. V.	منابع تغییرات	df.	میانگین مربعات								SPAD value
			طول آزاد	طول میانگره انتهایی	تعداد SVB	زاویه برگ پرچم	تعداد LVB	تعداد رگبرگ	تعداد پنجه	ارتفاع بوته	
			Peduncle length	Internode length	Small vascular bundles number	Flag leaf angle	Large vascular bundles number	Leaf vein number	Tiller number	Plant height	
Rep.	تکرار	2	0.17 <sup>ns</sup>	1.77 <sup>ns</sup>	2.08 <sup>ns</sup>	99.5 <sup>ns</sup>	1.54 <sup>ns</sup>	0.41*	9.32 <sup>ns</sup>	15.41 <sup>ns</sup>	1.91 <sup>ns</sup>
Treatm.	تیمار	9	82.71**	126.4**	50.25**	253.58**	51.49**	2.00**	63.11**	883.00**	71.89**
Error	خطا	18	0.26	2.72	0.62	1.98	0.55	0.10	4.09	21.15	1.98
Total	کل	29									
CV%			8.34	4.11	4.73	5.33	8.40	3.68	12.17	3.53	3.65

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, \* and \*\* Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک مورد مطالعه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

Table 4. Mean comparison of measured morphological traits in rice landraces and improved cultivars

Cultivar	رقم	طول پدانکل	طول میانگره انتهایی	زاویه برگ پرچم	تعداد SVB	تعداد LVB	تعداد رگبرگ	تعداد پنجه	ارتفاع بوته	SPAD value
		Peduncle length	Internode length	Flag leaf angle	Small vascular bundles number	Large vascular bundles number	Leaf vein number	Tiller number	Plant height	
Shafagh	شفاق	0.0 f	30.7 f	23.3 e	22.8 a	21.5 a	9.6 ab	17.0 b	103.70 g	35.46 d
Neda	ندا	8.1 d	38.8 cd	11.3 f	14.0 ef	14.0 e	9.1 bc	24.4 a	110.13 fg	36.91 d
Dasht	دشت	0.8 f	34.8 e	35.0 b	22.1 a	22.1 a	10.2 a	16.7 b	123.83 de	34.57 d
Pouya	پویا	0.7 f	38.8 cd	27.9 d	18.5 c	18.46 c	9.2 b	17.1 b	137.66 b	39.72 c
Fajr	فجر	0.3 f	35.2 e	16.4 e	20.6 b	20.6 b	9.3 b	23.8 a	116.25 ef	34.74 d
Khazar	خزر	11.6 b	52.9 a	26.7 d	17.1 d	17.1 d	9.7 ab	11.8 c	128.16 cd	44.72 b
Fuji Minori	فوجی مینوری	12.0 ab	46.5 b	31.7 c	13.1 fg	11.8 fg	7.5 e	17.5 b	132.75 bc	41.41 c
Onda	اوندا	6.2 e	45.1 b	43.5 a	14.8 e	13.5 ef	8.5 cd	11.8 c	137.70 b	48.35 a
Tarom	طارم	12.6 a	40.8 c	21.3 e	11.9 g	10.8 g	8.1 d	14.3 bc	153.50 a	34.71 d
Ramezan	رمضانعلی طارم	9.3 c	37.7 de	27.1 d	12.3 g	11.1 g	8.3 d	11.8 c	155.58 a	34.72 d
Ali Tarom										

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

Table 5. Analysis of variance of measured yield and yield components in rice landraces and improved cultivars

S. O. V.	منابع تغییرات	df.	میانگین مربعات							عملکرد دانه
			درصد آزادی باروری	درصد هزاردانه	تعداد کل دانه	درصد دانه پوک	درصد دانه نیمه پر	درصد دانه پر	تعداد خوشه در واحد سطح	
			Percentage of fertility	1000 grains weight	No. of total grain	Percentage of unfilled grain	Percentage of semifilled grain	Percentage of filled grain	No. of Panicle/m <sup>2</sup>	Grain yield
Rep.	تکرار	2	16.7**	0.10 <sup>ns</sup>	9.24 <sup>ns</sup>	16.75**	46.52*	87.51*	889.53 <sup>ns</sup>	1061.86 <sup>ns</sup>
Treatm.	تیمار	9	295.7**	33.42**	4312.26**	295.70**	92.63**	318.06**	8764.63**	2500623.98**
Error	خطا	18	2.64	1.21	81.55	2.64	10.95	18.84	473.33	115797.11
Total	کل	29								

ns, \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, \* and \*\* Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

Table 6. Mean comparison of yield and yield components in rice landraces and improved cultivars

Cultivar	شماره	شاخص برداشت	درصد باروری	تعداد کل دانه	وزن هزاردانه	درصد دانه پوک	درصد دانه نیمه پر	درصد دانه پر	تعداد خوشه در واحد سطح	عملکرد دانه
	رقم	HI (%)	Percentage of fertility	No. of total grain	1000 grains weight	Percentage of unfilled grain (%)	Percentage of semifilled grain (%)	Percentage of filled grain (%)	No. of Panicle/m <sup>2</sup>	Grain yield (kg/ha)
Shafagh	شفق	51.4 ab	74.6 d	184.3 b	28.7 d	25.4 b	18.4 bc	56.2 b	277.1 bcd	6756 abc
Neda	ندا	52.3 ab	69.7 e	124.56 d	32.3 b	30.3 a	16.1 bcd	53.6 b	383.3 a	7100 ab
Dasht	دشت	48.5 c	72.9 d	212.2 a	30.0 cd	27.1 b	17.8 bcd	55.1 b	220.8 e	6676 bc
Pouya	پویا	42.3 e	69.3 e	174.4 bc	32.0 bc	30.7 a	11.7 d	57.7 b	241.7 de	5724 de
Fajr	فجر	47.4 bcde	80.6 c	158.9 c	26.7 e	19.4 c	19.9 b	60.6 b	310.4 b	6443 c
Khazar	خزر	45.1 cde	67.9 e	174.6 bc	30.0 cd	32.1 a	12.7 cd	55.3 b	218.8 e	5519 e
Fuji Minori	فوجی مینوری	49.9 bc	89.8 b	124.6 d	31.3 bc	10.2 d	30.1 a	59.7 b	256.3 cde	6293 cd
Onda	اودنا	55.6 a	89.9 b	167.0 c	36.7 a	10.1 d	15.6 bcd	74.7 a	287.3 bc	7354 a
Tarom	طارم	43.7 de	93.0 a	98.8 e	24.3 f	7.0 e	12.0 d	81.1 a	256.3 cde	4695 f
Ramezan	رمضانعلی طارم	44.1 de	89.0 b	96.3 e	30.0 cd	11.0 d	12.3 cd	76.7 a	218.8 e	4845 f
Ali Tarom										

اعداد در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.

Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

Table 7. Correlation coefficients between morphological traits, yield and yield components in rice landraces and improved cultivars

	P/M <sup>2</sup>	TG	1000GW	HI	S	SPAD	IL	FLV	LVB	SVB	PD	TILL	H
Y	0.54**	0.54**	0.54**	0.56**	-0.24 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>ns</sup>	-0.14 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	0.38*	0.39*	-0.43*	0.42*	-0.64**
P/M <sup>2</sup>		-0.18 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.21 <sup>ns</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>	0.68**	-0.49**
TG			0.25 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.57**	0.21 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.69**	0.84**	0.84**	-0.66**	0.04 <sup>ns</sup>	-0.50**
1000GW				0.56**	-0.09 <sup>ns</sup>	0.69**	0.31 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	-0.18 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>
HI					0.26 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	-0.29 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>	-0.30 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.07 <sup>ns</sup>
S						0.04 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	-0.77**	-0.58**	-0.58**	0.44*	-0.31 <sup>ns</sup>	0.60**
SPAD							0.64**	-0.14 <sup>ns</sup>	-0.21	-0.21 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	-0.43*	0.10 <sup>ns</sup>
IL								-0.32 <sup>ns</sup>	-0.48**	-0.48**	0.71**	-0.40*	0.35 <sup>ns</sup>
FLV									0.66**	0.76**	-0.62**	0.18 <sup>ns</sup>	-0.51**
LVB										0.99**	-0.84**	0.25 <sup>ns</sup>	-0.62**
SVB											-0.84**	0.26 <sup>ns</sup>	-0.63**
PD												-0.34 <sup>ns</sup>	0.51**
TILL													-0.60**

SPAD: مقدار کلروفیل برگ IL: طول میانگره FLV: تعداد رگبرگ برگ پرچم LVB: تعداد دستجات آوندی بزرگ SVB: تعداد دستجات آوندی کوچک  
 PD: طول پدانکل TILL: تعداد پنجه H: ارتفاع بوته Y: عملکرد دانه (gr/ha) P/M<sup>2</sup>: تعداد خوشه در واحد سطح TG: تعداد کل دانه در خوشه 1000GW: وزن  
 هزار دانه HI: شاخص برداشت S: درصد باروری.

SPAD: leaf chlorophyll value IL: internode length FLV: flag leaf vein LVB: large vascular bundles SVB: small vascular bundles PD: peduncle length TILL: tiller number H: plant height Y: yield P/M<sup>2</sup>: panicle/m<sup>2</sup> TG: total grain 1000GW: 1000 grain weight HI:harvest index S: fertility percentage

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, \* and \*\* Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین صفات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام بومی و اصلاح شده برنج

Table 8. Correlation coefficients between physiological traits, yield and yield components in landraces and improved cultivars

	P/M <sup>2</sup>	TG	1000G W	HI	S	RGR	NAR	CGR	SLW	LAI	TDM
Y	0.54**	0.54**	0.54**	0.56**	-0.24 <sup>ns</sup>	-0.41*	-0.33 <sup>ns</sup>	0.45*	-0.18 <sup>ns</sup>	0.56**	0.66**
P/M <sup>2</sup>		-0.18 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	-0.13 <sup>ns</sup>	-0.21 <sup>ns</sup>	-0.41*	0.32 <sup>ns</sup>	-0.55**	0.50**	0.51**
TG			0.25 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.57**	-0.40*	-0.23 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.51**
1000GW				0.56**	-0.09 <sup>ns</sup>	-0.39*	-0.09 <sup>ns</sup>	0.60**	0.38*	0.05 <sup>ns</sup>	0.50**
HI					0.26 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	0.52**	0.03 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>
S						0.26 <sup>ns</sup>	0.56**	0.10 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	-0.39*	0.29 <sup>ns</sup>
RGR							0.68**	-0.49**	-0.23 <sup>ns</sup>	-0.20 <sup>ns</sup>	-0.52**
NAR								-0.12 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	-0.36*	-0.25 <sup>ns</sup>
CGR									0.29 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.56**
SLW										-0.59**	-0.09 <sup>ns</sup>
LAI											0.41*

TDM: ماده خشک کل، LAI: شاخص سطح برگ، SLW: وزن مخصوص برگ، CGR: سرعت رشد محصول، NAR: سرعت فتوسنتز خالص، RGR: سرعت رشد نسبی، Y: عملکرد دانه (gr/ha)، P/M<sup>2</sup>: تعداد خوشه در واحد سطح، TG: تعداد کل دانه در خوشه، 1000GW: وزن هزاردانه، HI: شاخص برداشت، S: درصد باروری.

TDM: Total Dry Matter; LAI: Leaf Area Index; SLW: Specific Leaf Weight; CGR: Crop Growth Rate; NAR: Net Assimilation Rate; RGR: Relative Growth Rate; Y: yield P/M<sup>2</sup>: Panicle/m<sup>2</sup>; TG: Total Grain/ Panicle; 1000GW: 1000 grain weight; HI: Harvest Index; S: fertility percentage.

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

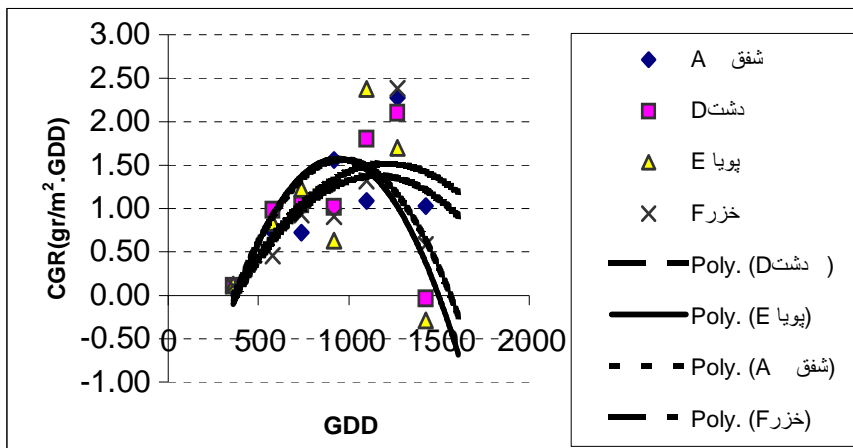
ns، \* and \*\*: Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۹- مراحل فنولوژیک ارقام بومی و اصلاح شده برنج

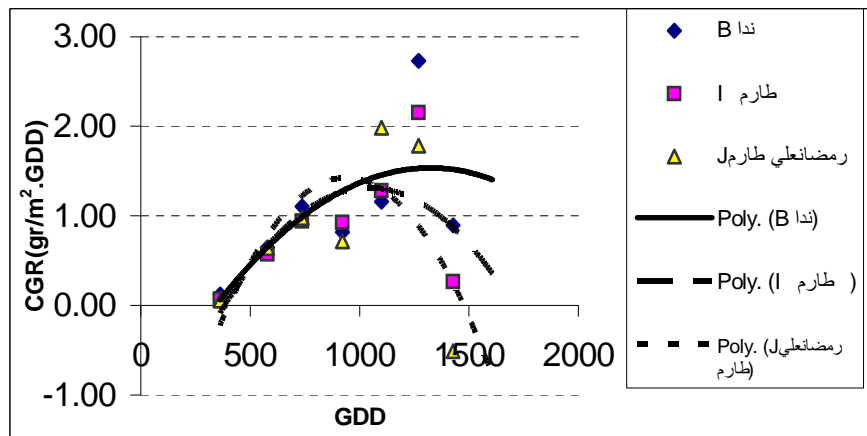
Table 9. Phenological stages in landraces and improved cultivars of rice

ارقام Varieties	نشاء کاری Transplanting	حد اکثر پنجه‌دهی Maximum tilling	گلدهی (گرده افشانی) Flowering		رسیدن Maturity	
			GDD (Days after transplanting) (روز بعد از کاشت)			
اصلاح شده ایندیکا Improved cultivars	Neda	ندا	385.9 (34)	920 (72)	1287 (96)	1940 (145)
(Indica)	Khazar	خزر	385.9 (34)	738 (61)	1270 (95)	1785 (128)
	Dasht	دشت	385.9 (34)	920 (72)	1255 (94)	1755 (126)
	Pouya	پویا	385.9 (34)	738 (61)	1255 (94)	1755 (126)
	Shafagh	شفق	385.9 (34)	738 (61)	1255 (94)	1742 (125)
	Fajr	فجر	385.9 (34)	738 (61)	1207 (91)	1742 (125)
ژاپونیکا Japonica	Onda	اوندا	385.9 (34)	738 (61)	1115 (85)	1777 (127)
	Fuji Minori	فوجی مینوری	385.9 (34)	738 (61)	1160 (88)	1777 (127)
بومی Landraces	Tarom	طارم	385.9 (34)	738 (61)	1143 (87)	1584 (110)
	Ramezan	رمضانعلی طارم	385.9 (34)	738 (61)	1129 (86)	1584 (110)
	Ali-Tarom					

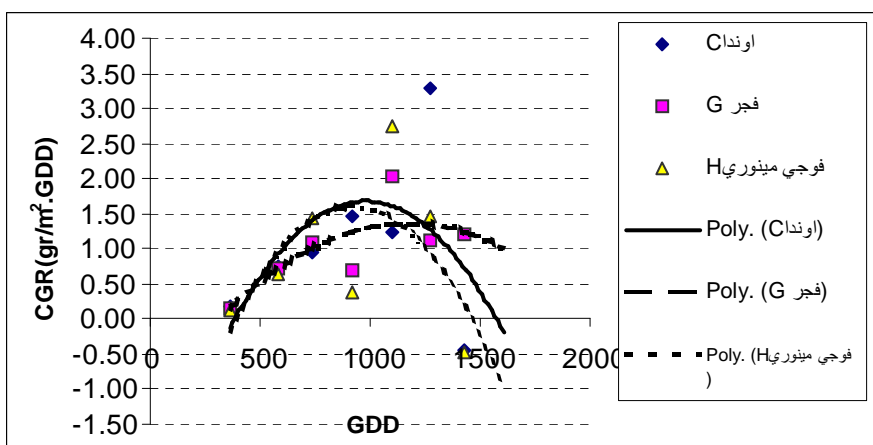
\* اعداد داخل پرانتز نشانگر تعداد روز پس از کاشت می‌باشد.



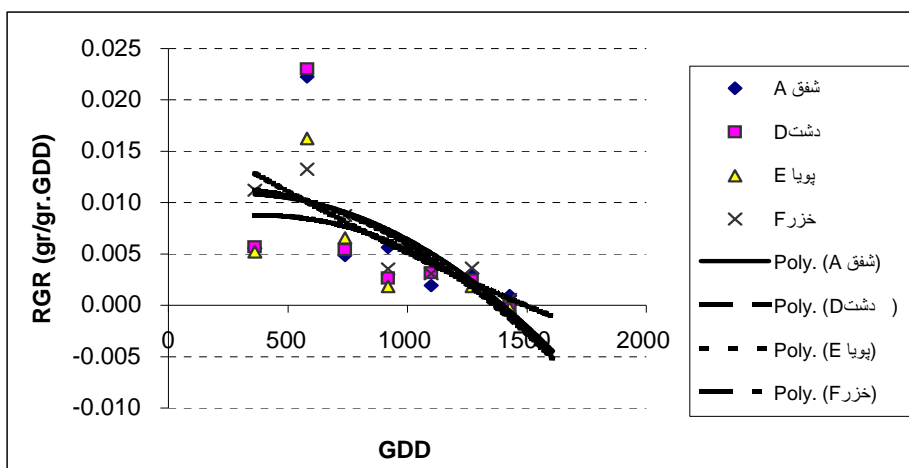
نمودار ۱- روند تغییرات سرعت رشد محصول ارقام شفق، دشت، پویا و خزر  
Curve 1. variation process of CGR in Shafagh, Dasht, Pouya and Khazar



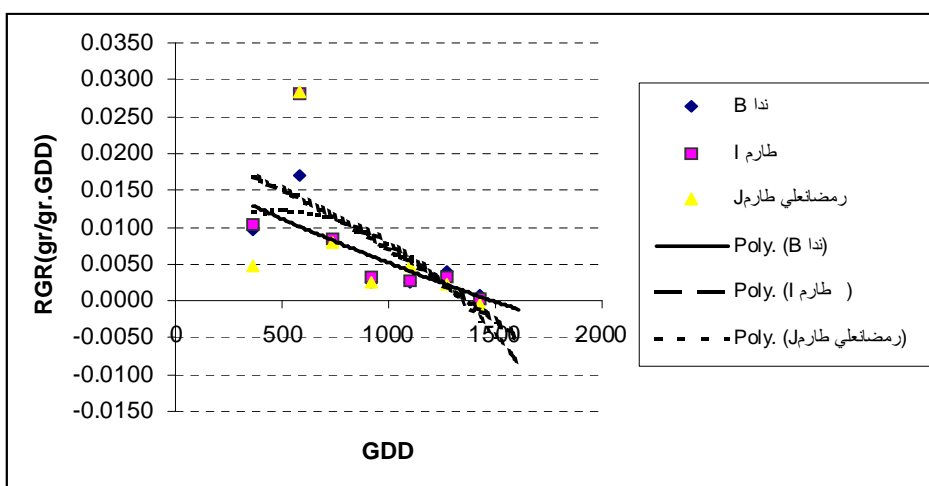
نمودار ۲- روند تغییرات سرعت رشد محصول ارقام ندا، طارم و رمضانعلی طارم  
Curve 2. variation process of CGR in Neda, Tarom and Ramazan Ali Tarom



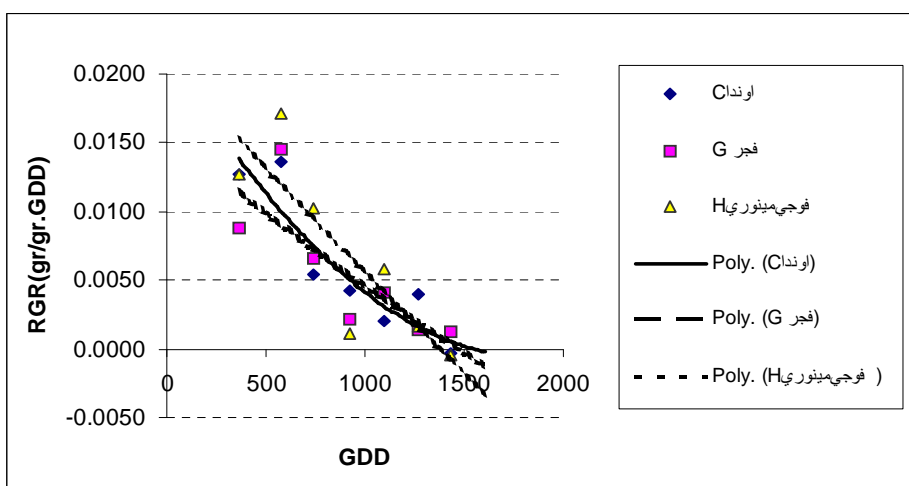
نمودار ۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول ارقام اونداندا، فجر و فوجی مینوری  
Curve 3. variation process of CGR in Onda, Fajr and Fuji Minori



نمودار ۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام شفق، دشت، پویا و خزر  
Curve 4. variation process of RGR in Shafagh, Dasht, Pouya and Khazar



نمودار ۵- روند تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام ندا، طارم و رمضانعلی طارم  
Curve 5. variation process of RGR in Neda, Tarom and Ramazan Ali Tarom



نمودار ۶- روند تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام اونها، فجر و فوجی مینوری

Curve 6. variation process of RGR in Onda, Fajr and Fuji Minori

## References

## منابع مورد استفاده

- پیردشتی، ه. ۱۳۷۷. بررسی تاریخ کاشت بر نقل و انتقال مجدد نیتروژن و شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده کشاورزی. ۱۵۸ صفحه.
- حاتمی، ح. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر تاریخ کاشت، فاصله کاشت و کود ازته بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج. ۱۰۴ صفحه.
- حسینی، س. ص. ۱۳۸۲. بررسی اثر تاریخ نشاء کاری، فواصل بوته و کود ازته بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد لاین جدید برنج ۸۰۰۸. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه مازندران. دانشکده علوم کشاورزی. ۹۱ صفحه.
- رحیمیان، ح.، ع. کوچکی و ا. زند. ۱۳۷۷. تکامل، سازگاری و عملکرد گیاهان زراعی. نشر آموزش کشاورزی. ۴۹۵ صفحه.
- عرفانی، ع. و م. نصیری ۱۳۷۹. بررسی بعضی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد ارقام برنج. انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور - معاونت مازندران. ۴۳ صفحه.
- کوچکی، ع. و م. بنایان ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۸۰ صفحه.
- مؤمنی، ع. ۱۳۷۷. مطالعه همبستگی و تجزیه علیت برای عملکرد دانه و اجزای آن. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۴۴.
- محدثی، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تاریخ کاشت، کود ازته و تراکم بوته در عملکرد و اجزای عملکرد برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج. ۹۰ صفحه.
- نوربخشیان، ج. و ع. رضائی ۱۳۷۸. مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه در ارقام برنج. مجله علوم زراعی ایران. ۱(۴): ۶۵-۵۵.
- هنرنژاد، ر. ۱۳۸۱. بررسی همبستگی بین برخی از صفات کمی برنج با عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت. مجله علوم زراعی ایران. ۴(۱): ۳۵-۲۵.
- یوسف نیا درزی، ع. ۱۳۷۹. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام بومی و اصلاح شده برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل. دانشکده کشاورزی. ۶۴ صفحه.

Ashraf, M., M. Akbar, and M. Salim, 1994. Genetic improvement in physiological traits of rice yields P: 413-455. (In Genetic improvement of field crops. G. A. Slafer, E. Marcel Dekker, Inc., New York).

Balasubramanian, V., A.C. Morales, R.T. Cruz, and S. Abdulrahman 1999. On- farm adaptation of knowledge-intensive nitrogen management technologies for rice systems. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 53: 93-101.

Das, D. K., and R. L. Jat. 1977. Influence of three soil-water regimes on root porosity and growth of four rice varieties. Agron. J. 69: 197-200.

Dutta, R. K., M. A. Baset Mia, and S. Khanam. 2002. Plant architecture and growth characteristics of fine grain and aromatic rices and their relation with grain yield. Bangladesh Crop Physiology. 32: 95-102.

IRRI. 1999. Use of leaf color chart (LCC) for N management in rice. Crop Resour. Manage. Network Technol.



- Brief 2. IRRI, Manila, Philippines.
- Kropff, M. J., K. G. Cassman, H. H. van Laar, and S. Peng. 1993.** Nitrogen and yield potential of irrigated rice. *Plant Soil*. 156: 391–394.
- Kuroda, E., T. Ookawa, and K. Ishihara. 1989.** Analysis on difference of dry matter production between rice cultivars with different plant height in relation to gas diffusion inside stands. *Jpn. J. Crop Sci.* 58(3): 374–382.
- Ladha, J. K., A. Triol-Padre G. C., Punzalan, E. Castillo, U. Singh, and C. K. Reddy. 1998.** Nondestructive estimation of shoot nitrogen in different rice genotypes. *Agron. J.* 90: 33-40.
- Markwell, J., J. C. Osterman, and J. L. Mitchell. 1995.** Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*. 46: 467-472.
- Matsou, T., K. Kumazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and H. Hirata. 1995.** Science of the rice plant. Food and Agriculture Policy Research Center of Japan. Volume2: Physiology.
- Monje, O. A., and B. Bugbee. 1992.** Inherent limitations of nondestructive chlorophyll meters: a comparison of two types of meters. *HortScience*. 27: 69-71.
- Murchie, E. H., Y. Z. Chen, S. Hubbart, S. Peng, and P. Horton. 1999.** Interactions between Senescence and Leaf Orientation Determine in Situ Patterns of Photosynthesis and Photoinhibition in Field-Grown Rice. *Plant Physiology*. 119: 553-563.
- Peng, S., F. C. Garcia, R. C., Laza, and K. G. Cassman. 1993.** Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter’s estimation of rice leaf nitrogen concentration. *Agron. J.* 85: 987-990.
- Peng, S., K. G. Cassman, and M. J. Kropff. 1995a.** Relationship between leaf photosynthesis and nitrogen content of field-grown rice in the tropics. *Crop Sci.* 35: 1627–1630.
- Peng, S., F. V. Garcia, H. C. Gines R. C. Laza, M. I. Samson, A. L. Sanico, R. M. Visperas, and K. G. Cassman. 1996.** Nitrogen uses efficiency of irrigated tropical rice established by broadcast wet seeding and transplanting. *Fert. Res.* 45: 123-134.
- Peng, S., K. G. Cassman, S. S. Virmani, J. Sheehy and G. S. Khush. 1999.** Yield potential trends of tropical rice since the release of IR8 and the challenge of increasing rice yield potential. *Crop Sci.* 39: 1552-1559.
- Peng, S., and D. Senadhira. 2003.** Genetic enhancement of rice yields. *Crop Sci.* 45: 1238-1246.
- Porter, H., C. Remkes, and H. Lambers. 1990.** Carbon and N economy of 24 wild species differing in relative growth rate. *Plant Physiol.* 94: 621-627.
- Tsuda, M. 1999.** Errors in leaf area measurement with an automatic area meter due to leaf chlorophyll in crop plants. *Annals of Botany*. 84: 799-801.
- Yamamoto, Y., T. Yoshida, T. Enomoto, and G. Yoshikawa. 1991.** Characteristics for the efficiency of spikelet production and the ripening in high-yielding japonica-indica hybrids and semi-dwarf indica rice varieties. *Jpn. J. Crop Sci.* 60: 365–372.
- Yang, J., S. Peng, Z. Zhang, Z. Wang, R. M. Visperas, and Q. Zhu. 2002.** Grain and dry matter yields and partitioning of assimilates in Japonica/Indica hybrid rice. *Crop Sci.* 42: 766–772.
- Yaoping, L., C. Z. Haoming, H. Xiuying, C. Shujia, and C. Yuchan. 2001.** Sink, source and flow characteristics of rice variety (Yuexiang zhan) with high HI. *Chinese J. of rice Sci.* 15(1): 73-76.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop sciences. International Rice Research Institute, P. O. Box 933, 1099 Manila, Philippines.

## Study of morphological characteristics, physiological indices, grain yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars

Mahdavi, F<sup>1</sup>., M. A. Esmaeili<sup>2</sup>, A. Fallah<sup>3</sup> and H. Pirdashti<sup>4</sup>

### ABSTRACT

In order to study growth indices, morphological and physiological traits, grain yield and its components in rice landraces and Improved cultivars, a field experiment was carried out in the Rice Research Institute of Iran (Amol) located in the north of Iran in 2003 cropping season. This experiment was laid out in randomized complete block design with three replications, Eight improved cultivars; Neda, Dasht, Fajr, Pouya, Khazar, Shafagh (Indica), Onda, Fuji Minori Japonica and two landraces; Tarom and Ramazan Ali Tarom were studied. Because of the differences in developmental pattern among the cultivars growing degree days (GDD) was used instead calendar days in calculating growth indices. Growth indices (Crop Growth Rate = CGR, Relative Growth Rate = RGR, Net Assimilation Rate = NAR, Leaf Area Duration = LAD, Leaf Area Ratio = LAR, Leaf Area Index = LAI) and traits such as number of vascular bundles, flag leaf angle, SPAD value, peduncle length, internode length, tillering capacity and plant height were measured. Results showed that growth indices (TDM, CGR, SLW and LAI) of improved cultivars were greater than landraces. But RGR and NAR of landraces were higher than improved cultivars. Neda had the greatest LAI (5.7) and highest grain yield. Cultivars which had the greatest and the lowest TDM, had the highest and the lowest grain yield, respectively (Onda and Ramezan Ali Tarom). In this study, landraces had taller plant height, less tillering capacity and lower grain yield than improved cultivars. The modern cultivars had greater number of vascular bundles and flag leaf vein than landraces. Onda had the greatest SPAD value (48.35). Neda had the highest panicle/m<sup>2</sup> because of greater fertile tillering number. Indica improved cultivars, due to high tillering capacity, Total Dry Matter, Crop Growth Rate, Leaf Area Index and Harvest Index had higher grain yield. However landraces had lower tillering capacity, Total Dry Matter, Crop Growth Rate, Leaf Area Index and Harvest Index therefore lower grain yield. It is concluded that increasing grain yield in rice can be achieved ruough increasing total dry matter and improveing physiological indices.

**Key words:** Rice, Grain yield, yield components, Growth indices, Growing Degree Days (GDD).

**Received: June, 2005**

1- Former post-graduate student, the University of Mazandaran, Sari, Iran (Corresponding author)

2- Faculty member, Rice Research Institute, Amol, Iran.

3, 4- Assistant professor, the University of Mazandaran, Sari, Iran.