Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۳ ، شماره ۱، سال ۱۳۸۶

اثر محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چند رقم برنج*
Effects of Source and Sink Limitation on Grain Yield and Yield Components of some Rice Cultivars

یوسف نیک‌نژاد، رضا ضرغامی، مرتضی نصیری و همت‌الله پیردشتی

مؤسسه تحقیقات برنج کشور

تاریخ دریافت: ۱۳۸۳/۱۱/۲۹

چکیده

نیک‌نژاد، ی.، ضرغامی، ر.، نصیری، م.، و پیردشتی، هـ.، ۱۳۸۶. اثر محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چند رقم برنج. **نهال و بذر** ۲۳: ۱۲۶-۱۱۳.

به منظور تعیین اثر محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد و اجزاء عملکرد چهار رقم برنج، آزمایشی در سال ۱۳۸۲ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران (آمل) با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجراء شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل اعمال محدودیت منبع و مخزن در چهار سطح (قطع تمام برگ‌ها به جز برگ پرچم، قطع برگ پرچم، قطع یک سوم انتهای خوشه و شاهد) و فاکتور رقم در چهار سطح (طارم، ندا، شفق و فجر) بود. در این آزمایش صفاتی از قبیل عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، طول خوشه، درصد باروری خوشه و وزن هزاردانه، در تمام تیمارها ارزیابی شدند. با اعمال تیمارهای محدودیت منبع و مخزن بین ارقام از نظر عملکرد دانه، شاخص برداشت، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه پوک در خوشه، وزن هزار دانه و سایر صفات مرتبط تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل رقم× تیمار بر عملکرد دانه، شاخص برداشت و طول خوشه معنی‌دار ($p<0.01$) شد. تیمار شاهد و قطع یک سوم انتهای خوشه به ترتیب با میانگین عملکرد ۵۲۵۵/۳ و ۴۰۵۵/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد را داشتند. در بین ارقام برنج، رقم ندا با میانگین ۵۴۱۹/۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را دارا بود. تیمار قطع یک سوم انتهای خوشه با میانگین ۸۸/۵۵ درصد بیشترین و تیمار قطع برگ پرچم با ۷۶/۴ درصد، کمترین درصد باروری خوشه را داشتند. شاخص برداشت، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری را داشتند و وزن هزار دانه با عملکرد همبستگی منفی داشت ولی این همبستگی معنی دار نبود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در بین ارقام، رقم طارم دارای محدودیت مخزن و بقیه ارقام (فجر، شفق و ندا) دارای محدودیت منبع بودند.

واژه‌های کلیدی: برنج، محدودیت منبع و مخزن، عملکرد دانه، برگ پرچم.

* قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول که به گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد واحد ورامین ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عملکرد برآیند عواملی مانند طول دوره رشد گیاه، سرعت، مدت و ارتباط بسیاری از فرایندهای حیاتی در مراحل نمو گیاهی است. هیچ فرایندی به تنهایی کلید دسترسی به حداکثر پتانسیل عملکرد را در اختیار نمی‌گذارد. اجزاء عملکرد مستقل از یکدیگر نیستند، افزایش یک جزء با مقدار معین اغلب موجب کاهش در یکی از اجزاء دیگر می‌شود (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴). حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به محل مصرف مبتنی بر ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی (منبع) از یک طرف و ظرفیت مصرف مواد فتوسنتزی (مخزن) از طرف دیگر است. قسمت‌های منبع محصول آن‌هایی هستند که قدرت گیاه را برای جذب انرژی نوری (اندازه برگ و تمرکز کلروپلاست در برگ) تعیین می‌کنند. اجزاء مخزن شامل بعضی عوامل مثل تعداد خوشه‌های تولید شده و تعداد و اندازه گلچه‌ها در هر خوشه می‌شود. در صورت عدم تعادل بین این دو، عملکرد کاهش می‌یابد این بدان مفهوم است که موازنه صحیح بین منبع و مخزن عامل مهم دستیابی به عملکردهای مطلوب خواهد بود. در گیاهان زراعی پتانسیل منبع و مخزن تابع دو عامل ژنتیکی و شرایط محیطی است (مرادی، ۱۳۷۶).داس وموخرجک (Dos and Mukher Jec, 1991) سهم برگ و ریشک در عملکرد دانه گندم پاکوتاه را مطالعه کرد و چنین نتیجه گرفت که قطع برگ‌ها و ریشک‌ها در مرحله گلدهی باعث کاهش ماده خشک تجمعی، اندازه سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه می‌شود و سهم همه برگ‌ها، برگ پرچم به تنهایی و ریشک‌ها در عملکرد به ترتیب ۴۲، ۱۹ و ۸/۶ درصد بوده است. بوشار و همکاران (Boshar *et al.*, 1991) گزارش دادند که سطح برگ پرچم در برنج اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه و طول خوشه دارد. سینگ و گوش (Singh and Ghosh, 1981) بیان کردند که بیشترین کاهش عملکرد دانه وقتی است که برگ پرچم بلافاصله بعد از بیرون آمدن خوشه قطع شده است. ون کاتزوارلو (Venkateswarlu, 1976) از طریق کاهش تعداد خوشچه‌های یک رقم برنج دریافت که اگرچه ظرفیت مخزن یک عامل مهم در تعیین عملکرد برنج به شمار می‌آید، اما به نظر می‌رسد که محدودیت منبع در برنج اهمیت بیشتری در تعیین عملکرد دارد. اگر گلدهی در دمای بالا صورت بگیرد موجب عقیمی درصد زیادی از گل‌ها می‌شود در چنین مناطقی یکی از معیارهای اصلاحی، گلدهی زود در اوایل صبح است (Anonymous, 1989). ریچارد (Richard, 1982) نشان داد که بین شاخص سطح برگ در مرحله خوشه‌دهی و تعداد خوشچه همبستگی مثبتی وجود دارد البته این رابطه ممکن است در سال‌های مختلف متفاوت باشد. ودا و همکاران (Veda *et al.*, 1998) گزارش دادند که ۷۷ رقم برنج در چهار منطقه مختلف درصد باروری بین ۶۰ تا ۹۰ درصد را

www.SID.ir

Archive of SID

دارا بودند. قسمت بالای خوشه (خوشچه‌های بالاتر)دانه‌هایی با وزن بیشتری نسبت به بخش‌های پایین‌تر خوشه (خوشچه‌های پایین‌تر)دارند. شرایط محیطی غیرعادی نیز بر وزن هزاردانه تا اندازه‌ای مؤثر است (Greenfield *et al.*, 1998). مالی (۱۳۷۸) گزارش داد که حذف برگ‌های گندم در مراحل اولیه تشکیل دانه (مرحله گلدهی و شیری شدن دانه) عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت را در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر قرار داده است. طبق بررسی‌های هی (Hay, 1995) شاخص برداشت در برنج در مقایسه با گندم بالاتر گزارش شده است زیرا اختصاص مواد فتوسنتزی در بین اندام‌ها در گندم و برنج متفاوت است. بر خلاف سایر غلات، دستیابی به عملکرد بیشتر در برنج بسیار محدود است، زیرا از نظر فیزیولوژیکی رشد دانه توسط پوست دانه محدود می‌شود و در اغلب مناطق وزن هزاردانه برنج یکی از پایدارترین خصوصیات واریته‌ای به شمار می‌آید (Greenfield *et al.*, 1998). در این تحقیق با مقایسه فیزیولوژیکی ارقام قدیم و جدید اثر سطوح مختلف تیمار محدودیت منبع و مخزن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام مختلف برنج مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۲ در مزرعه آزمایشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور– معاونت مازندران (آمل) با ۳۶درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و ۵۲ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی با ۲۹/۸ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو فاکتور رقم در چهار سطح (طارم، فجر، شفق و ندا) و اعمال محدودیت منبع و مخزن در چهار سطح (قطع تمام برگ‌ها به جز برگ پرچم، قطع برگ پرچم، قطع یک سوم انتهای خوشه و شاهد) بودند. پس از گذشت یک ماه از بذرپاشی در خزانه (۱۳۸۲/۱/۲۴) نشاءها با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و در زمینی به ابعاد ۱۰ مترمربع در ۲۰ ردیف نشاءکاری شدند. مبارزه با علف‌های هرز و سایر عملیات داشت از قبیل مبارزه با آفات و بیماری‌ها و غیره طبق دستورالعمل فنی مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد (اشراقی و داداشی، ۱۳۷۳). قبل از مصرف کود یک نمونه مرکب خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری زمین محل اجرای جهت تجزیه خاک برداشت شد و میزان کود مصرفی براساس آزمون خاک و به طور یکنواخت در همه کرت‌ها مصرف شد. کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به میزان ۷۰، ۴۸ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منابع اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم به کار برده شدند. تمامی کودها فسفر و پتاسیم و نیمی از کود نیتروژن (۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص) در هنگام نشاءکاری و بقیه کود نیتروژن با دو مقدار مساوی در هنگام پنجه‌زنی و مرحله تشکیل آغازین‌های خوشه مورد استفاده قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

میزان بارندگی، متوسط درجه حرارت ماهانه، حداکثر و حداقل دما و متوسط رطوبت نسبی در ماه‌های طول دوره رشد گیاه ثبت شد. در زمان برداشت (۴ شهریور) پس از حذف حاشیه پنج مترمربع از وسط کرت برداشت و برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزاء عملکرد در نظر گرفته شد و صفات تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در خوشه، درصد باروری خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت محاسبه گردید. برای محاسبه‌های آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای رایانه‌ایSAS و EXCEL و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

آمار هواشناسی مربوط به ایستگاه محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه (جدول ۲) نشان داد که بین تیمارهای محدودیت منبع و مخزن از نظر عملکرد، شاخص برداشت، تعداد دانه، تعداد دانه پوک، طول خوشه و درصد باروری خوشه اختلاف معنی‌داری ($p<0.01$) وجود دارد. بین ارقام از نظر تمامی صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری ($p<0.01$) وجود داشت. اثر متقابل تیمارهای محدودیت منبع و مخزن و رقم بر صفات عملکرد، شاخص برداشت، طول خوشه و درصد باروری خوشه معنی‌دار ($p<0.01$) بود. میانگین صفات مورد مطالعه برای ارقام برنج مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. در بین ارقام رقم طارم با عملکرد ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کمترین و رقم ندا با عملکرد ۵۴۱۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشتند. رقم طارم دارای اندازه خوشه کوچک‌تری نسبت به سایر ارقام است. بالا بودن عملکرد در رقم ندا به دلیل تعداد پنجه بارور و میانگین وزن هزاردانه (۳۰/۶ گرم) بیشتر است (جدول ۳). بین تیمارهای مختلف محدودیت منبع و مخزن نیز اختلاف معنی‌داری ($p<0.01$) مشاهده گردید (جدول‌های ۴ و ۵). به‌طوری که بیشترین عملکرد ($kgha^{-1}$ ۵۲۵۵/۳) را تیمار شاهد و کمترین عملکرد ($kgha^{-1}$ ۴۰۵۵/۱) را تیمار قطع یک سوم انتهای

جدول ۱- میزان بارندگی، متوسط درجه حرارت ماهانه، حداکثر، حداقل دما و رطوبت نسبی در طول دوره رشد برنج در سال ۱۳۸۲

Table 1. Total precipitation, mean, maximum and minimum temperatures and relative humidity during the growth period of rice in 2003

Precipitation and temperature	بارندگی و درجه حرارت	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد August	شهریور September
Precipitation (mm)	بارندگی	65.3	6.1	6.6	4.3	12.0
Mean temperature (^oC)	میانگین درجه حرارت	16.3	23.0	25.9	27.3	25.4
Maximum temperature(^oC)	حداکثر دما	19.1	32.0	33.5	33.4	30.4
Minimum temperature(^oC)	حداقل دما	13.4	15.0	17.2	19.4	18.2
Relative humidity (%)	متوسط رطوبت نسبی	75.0	75.0	76.4	77.0	79.0

www.SID.ir

Archive of SID

خوشه دارا بودند (جدول ۴)، تیمار شاهد به دلیل عدم حذف اندام‌های فتوسنتزکننده دارای بیشترین عملکرد بود و تیمار قطع یک سوم انتهای خوشه به دلیل حذف قسمتی از مخزن عملکرد کمتری را دارا بود. میانگین وزن هزاردانه در رقم ندا نسبت به بقیه ارقام بیشتر بود (جدول ۳)، ولی اعمال تیمارهای مختلف محدودیت منبع و مخزن بر وزن هزاردانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). همان طور که در مطالعات مختلف نشان داده شده است بر خلاف سایر غلات، عملکرد بیشتر در برنج از طریق افزایش اندازه دانه بسیار محدود است چرا که از نظر فیزیولوژی، رشد دانه توسط پوست دانه محدود می‌شود. ضریب تغیرات وزن هزاردانه نه رقم در ۱۹ سال آزمایش در ژاپن بین ۲/۲ تا ۴/۲ درصد و با میانگین ۳/۳ درصد بود در حالی که میانگین ضریب تغییرات تعداد خوشه ۱۲/۴ درصد و عملکرد ۱۴/۱ درصد بوده است (Yoshida and Parao, 1976؛ Greenfield *et al.*, 1998). رقم طارم نسبت به سایر ارقام، از نظر میانگین تعداد دانه در خوشه اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). بیشترین و کمترین تعداد دانه در خوشه به ترتیب متعلق به رقم فجر و رقم طارم با ۱۴۱/۲۳ و ۹۳/۷۷ دانه در خوشه بود. آکتیا (Aktia, 1989) گزارش داد که رقم‌های زودرس نسبت به رقم‌های دیررس خوشه بیشتری تولید می‌کنند. یوشیدا و پارائو (Yoshida and Parao, 1976) گزارش دادند که در درجه حرارت‌های بالاتر، مراحل نمو سریع‌تر صورت می‌گیرد و تعداد خوشچه‌ها در هر خوشه کاهش می‌یابد. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که با اعمال تیمار محدودیت منبع و مخزن ، تعداد دانه در خوشه کاهش می‌یابد (جدول ۴). همچنین ارقام مختلف از نظر درصد باروری خوشه اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). در بین ارقام، رقم طارم بیشترین درصد باروری خوشه (۸۹/۸ درصد) را دارا بود. این رقم به علت تعداد دانه کمتر (۹۳/۷ عدد) دارای درصد خوشچه‌های بارور (پر) بیشتری بود. در بین تیمارهای محدودیت مبدأ و مقصد نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است (نصیری، ۱۳۷۲). تیمار قطع یک سوم انتهای خوشه بیشترین درصد باروری را دارا بود، با حذف قسمتی از خوشه منبع تولید مواد فتوسنتزی توانایی پر کردن دانه‌های باقی مانده را داشته و درصد باروری خوشه بالا رفته است و تیمار قطع برگ پرچم کمترین درصد باروری خوشه را دارا بود که نشان‌دهنده اهمیت برگ پرچم در پر کردن دانه است. ارقام مختلف از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). رقم فجر و ندا به ترتیب با ۵۳/۵۱ و ۵۰/۹۶٪ برتر از سایر ارقام بودند و رقم طارم کمترین شاخص برداشت (۳۷/۶ درصد) را دارا بود. ارقام متوسطرس به دلیل انتقال مواد پرورده بیشتر به دانه دارای شاخص برداشت بیشتری نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

رقم طارم بودند ودر رقم طارم که یک رقم پابلند می‌باشد شاخص برداشت کمتری مشاهده شد. نتایج مشابهی توسط مرادی (۱۳۷۶) و پیردشتی (۱۳۷۸) گزارش شده است. محققین دیگری نیز گزارش کرده‌اند که همبستگی منفی بین شاخص برداشت و ارتفاع بوته وجود دارد (رحیمیان و بنایان، ۱۳۷۶؛ Yoshida, 1983). اعمال تیمارهای محدودیت منبع و مخزن نیز از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). در بین تیمارها، تیمار قطع برگ پرچم و قطع یک سوم انتهای خوشه به ترتیب با ۴۹/۴ و ۴۲/۵ درصد بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا بودند. در تیمار قطع یک سوم انتهای خوشه به دلیل حذف قسمتی از عملکرد بیولوژیکی باعث افزایش شاخص برداشت شده است. ارقام مختلف از نظر طول خوشه اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). رقم شفق و رقم طارم به ترتیب با ۲۵/۷۴ و ۲۰/۳۴ سانتی‌متر بیشترین و کمترین طول خوشه را دارا بودند. این اختلاف مربوط به تفاوت‌های ژنتیکی ارقام مختلف برنج است. نتایج مشابهی توسط سایر محققین (محمدی، ۱۳۷۷) گزارش شده است. تیمارهای مختلف محدودیت منبع و مخزن نیز از نظر طول خوشه اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). تیمار شاهد بیشترین(۲۵/۳۸ cm) و تیمار قطع یک سوم انتهای خوشه کمترین (۱۸/۰۴ cm) طول خوشه را دارا بودند. از نظر تعداد دانه پوک در خوشه ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). رقم شفق و فجر به طور مشترک با میانگین ۳۱/۲۷ دانه پوک و رقم طارم با میانگین ۹/۶۹ دانه پوک به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه پوک در خوشه را دارا بودند. رقم طارم به دلیل کوچک بودن ظرفیت مخزن (خوشه در طارم نسبت به سایر ارقام کوچک‌تر است)، منبع توانایی نسبی بیشتری برای پر کردن مخزن را داشت. اعمال تیمارهای محدودیت منبع و مخزن بر روی تعداد دانه پوک در خوشه معنی‌دار شد (جدول ۴). در بین تیمارهای محدودیت منبع و مخزن، حذف تمام برگ‌ها به جز برگ پرچم بیشترین تعداد دانه پوک (۳۱/۳) در خوشه را دارا بود، که دلیل آن حذف قسمت عمده اندام‌های فتوسنتزکننده بود که در اثر آن مواد غذایی کافی برای پر کردن همه دانه‌ها وجود نداشته و منجر به افزایش تعداد دانه پوک در خوشه شد. همچنین تیمار حذف یک سوم انتهای خوشه کمترین تعداد دانه پوک را دارا بود که با حذف قسمتی از منبع و مخزن موجود توان بیشتری برای پر کردن دانه داشت. تمام اجزاء عملکرد با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری را داشتند (جدول ۶)، اما وزن هزار دانه با عملکرد دارای همبستگی منفی بود که معنی‌دار نشد، این مطلب به دلیل ثابت بودن وزن هزار دانه و کنترل ژنتیکی آن است. به طور کلی در پایان می‌توان گفت که رقم طارم که یک رقم بومی با عملکرد کمی پایین است دارای محدودیت

www.SID.ir

Archive of SID

مخزن اما ارقام اصلاح شده و جدید نـدا، فجـر و شفق دارای محدودیت منبع هستند. بنابراین برای رسـیدن بـه حـداکثر عملکـرد اقتـصادی در ایـن ارقام باید این موضـوع را مـد نظـر قـرار داد کـه محدودیت منبع در این ارقام به هر شکل از قبیـل بیماری سوختگی غـلاف یـا تـنش‌هـای محیطـی نظیـر خـشکی مـی‌توانـد بـه کـاهش شـدید در عملکرد این ارقام منجـر شـود و از طـرف دیگـر حفظ برگ‌های این ارقام با استفاده از روش‌های مختلـف نظیـر محلـول‌پاشـی عناصـر غـذایی در اواخـر رشـد یـا مبـارزه بـا آفـات و بیمـاری‌هـا مـی‌توانـد افـزایش عملکـرد قابـل تـوجهی را بـه دنبـال داشـته باشـد. اگرچـه رقـم نـدا عملکـرد بیشتری بـه دلیـل وزن هزاردانـه و میـانگین پنجـه بالاتر نسبت به سایر ارقام داشت، ولی با توجه به کیفیت بالا، زودرسی و همچنین عملکـرد نـسبی بالای ارقام فجـر و شـفق (نـصیری و همکـاران، ۱۳۸۱) می‌توان با تحقیقات جـامع‌ترخـصوصاً در مورد به زراعی این ارقام، کشت آن‌ها را به طور گـسترده‌تـر در مازنـدران و همچنـین در منـاطق دیگر کشور توصیه کرد.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر نعمتی و دکتر کاشـانی کـه بـا نظرات خود راهگشای بـسیاری از مـشکلات در طـول ایـن تحقیـق بودنـد و همچنـین از کلیـه همکـاران در دانـشگاه آزاد اسـلامی ورامـین و مؤسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازنـدران (آمل) که امکانات انجـام ایـن بررسـی را فـراهم کردند سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده **References**

اشـراقی، ا.، و داداشـی، ع. ۱۳۷۳. دسـتورالعمل فنـی کاشـت، داشـت و برداشـت بـرنج. انتـشارات مؤسـسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران. ۱۴ صفحه.

پیردشتی، هـ. ۱۳۷۸. بررسی روند انتقال مجدد ماده خشک، نیتروژن و تعیین شاخص‌های رشد ارقـام بـرنج در تاریخ‌های مختلف کاشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانـشگاه تربیـت مـدرس تهران.

رحیمیان، ح.، و بنایان اول، م. ۱۳۷۶. مبانی فیزیولوژی اصلاح نباتـات (ترجمـه)، چـاپ اول. انتـشارات نـشر آموزش کشاورزی. ۳۴۴ صفحه.

مالی، م. ۱۳۷۸. بررسی اثرات حذف برگ‌ها پس از گلدهی بر عملکرد دانـه گنـدم، پایـان‌نامـه کارشناسـی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشگاه علوم زراعی.

محمدی، خ. ۱۳۷۷. بررسی کشت مستقیم برنج به روش خشکه‌کاری. پایان‌نامه کارشناسـی ارشـد زراعـت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

مرادی، ف. ۱۳۷۶. بررسی فیزیولوژی اثر تنش گرما بر روی رشد و عملکرد شش رقم برنج در شرایط منطقه اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه اهواز.

نصیری، م. ۱۳۷۲. اهمیت برگ پرچم در عملکرد برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

نصیری، م.، بهرامی، م.، و حسینی، ص.۱۳۸۱. معرفی رقم جدید برنج با کیفیت مطلوب. انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران. ۲۸ صفحه.

هاشمی دزفولی،ا.، کوچکی، ع.، و بنایان اول، م. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

Akita, S. 1989. Progress in Irrigated Rice Research, 3rd. ed. International Rice Research Institue, Los Banos, Phillippines.

Anonymous,. 1989. Rice Races, Plant Types and Varietal Improvement. 2nd ed. Los Banos, Phillipines.

Boshar, M. K., Haque, E., Das, R. K., and Miah, N. M. 1991. Relationship of flag leaf area to yield, filled grain per panicle and panicle length in upland rice varieties. International Rice Research Newsletter 16: 2-12.

Greenfield, S. M., Fisher, K. S., and Dowling, N. G. 1998. Sustainability of Rice in the Global Food System. 1st. ed .Los Banos, Phillippines.

Dos, N. R., and Mukher Jec, N. N. 1991. Grain yield contribution by leaf and awn in dwarf wheat (*Triticum aestivum*). and rice (*Oryza sativa*). Environment and Ecology 9: 33-36.

Hay, R .K. M. 1995. Harvest index: a review of its use in plant breeding and crop physiology. Annual of Applied Biology 126: 197-216.

Richard, C. D. 1982. Physiological Aspect of Crop Yield . 2nd ed. Wisconsin, U. S. A.

Singh, M. K., and Ghosh, A. K. 1981. Effect of flag leaf on grain yield of transplanted rice. International Rice Research Newsletter 6: 5.

Veda, K., Kustutani, A., Asanuma, K., and Ihii, M. 1998. Effect of transplanting time on growth of rice cultivar Kinuhikari in Kagawa prefectiure. Japanese Journal of Crop Science 67: 289-296.

www.SID.ir

Archive of SID

Venkateswarlu, B. 1976. Source-sink interrelationships in lowland rice. Plant and Soil 44: 575-586.

Yoshida, S. 1983. Rice. Symposium on Potential Productivity of Field Crops under Different Environment. International Rice Research Institue.Los Banos, Phillippines.

Yoshida, S., and Parao, F. T. 1976. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. International Rice Research Institue. Los Banos, Phillippines.

آدرس نگارندگان:

یوسف نیک‌نژاد- دانشگاه آزاد اسلامی واحد آمل.

رضا ضرغامی- مؤسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج.

مرتضی نصیری- مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران، آمل.

همت‌الله پیردشتی- مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه مازندران، ساری.

www.SID.ir