بررسی روابط هم‌بستگی سرعت و دوره پرشدن دانه با اجزای عملکرد و سایر صفات فیزیولوژیک در ارقام برنج

مهرو مجتبایی زمانی[۱]، مسعود اصفهانی[۱]، رحیم هنرنژاد[۱] و مهرزاد اله قلی پور[۲]

چکیده

به منظور تعیین روابط هم‌بستگی بین سرعت و دوره پر شدن دانه با سایر صفات فیزیولوژیک و اجزای عملکرد و پی بردن به آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات مختلف بر سرعت پر شدن دانه، تعداد ۹۳ رقم برنج در سال زراعی ۱۳۸۰ در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت در یک آزمایش بدون طرح آماری مورد ارزیابی قرارگرفتند. خوشه‌های مربوط به ساقه‌های اصلی علامت گذاری شده و ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی در فواصل ۳ روزه برداشت شدند. داده‌های وزن خشک دانه در یک مدل چند جمله‌ایی درجه ۳ برازش شد (میانگین R^2 برای کلیه ارقام ۰/۹۸)، و به کمک آن سرعت و دوره پر شدن دانه برای همه ارقام ارزیابی گردید. در این بررسی سرعت پر شدن دانه با صفات وابسته به ظرفیت مخزن یعنی وزن دانه، اندازه دانه و تعداد دانه در خوشه هم‌بستگی نشان داد، ولی با صفات وابسته به مبدأبه جزمقدار کلروفیل برگ پرچم و برگ دوم هم‌بستگی معنی‌داری نداشت. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که وزن نهایی تک دانه، دوره پر شدن دانه و زاویه برگ پرچم سه صفت سهیم در سرعت پر شدن دانه هستند ،ولی نتایج تجزیه علیت مشخص کرد که فقط دو صفت از سه صفت یاد شده (وزن نهایی تک دانه و دوره پر شدن دانه) بیشترین تأثیر را بر سرعت پرشدن دانه دارند. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام بدون در نظرگرفتن وزن نهایی تک دانه نشان داد که مقدار کلروفیل برگ پرچم، عرض دانه، دوره پر شدن دانه و طول دانه در سرعت پر شدن دانه سهیم هستند. چنین به نظر می‌رسد که پس از وزن نهایی دانه که بیشترین اثر مستقیم و مثبت، و دوره پر شدن دانه که بیشترین اثر مستقیم منفی را بر سرعت پر شدن دارند، اندازه دانه نیز بر سرعت پر شدن دانه تأثیر گذار است.

واژه‌های کلیدی: برنج، روند پر شدن دانه، عملکرد، تجزیه علیت

مقدمه

برنج پس از گندم دومین غلهٔ شناخته شده و پر مصرف جهان به‌شمار می‌رود و جایگاه چشمگیری را در خوراک نیمی از مردم کره زمین دارد. با توجه به روند سریع افزایش جمعیت، نیاز به افزایش تولید برنج ضروری می‌باشد و ایران به‌عنوان یکی از کشورهای وارد کننده برنج که واردات سالیانه برنج آن

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد ، استادیار و استاد زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲. پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور ، رشت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

در حدود ۸۰۰-۴۰۰ هزار تن می‌باشد، در بحران جهانی کمبود برنج درگیر است(۱).

یکی از راه‌های تولید ارقام پر محصول، پیدا کردن شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک موثر در عملکرد برنج و مدیریت مزرعه در جهت بهبود این شاخص‌ها می‌باشد. سرعت و طول دوره پر شدن به‌عنوان دو صفت فیزیولوژیک مهم، نقش بسزایی در تعیین میزان عملکرد دارند. پر شدن دانه، ذخیره‌سازی فراورده‌های پلیمری قندی در سلول‌ها و اندامک‌هایی است که در طی دوره بزرگ شدن دانه ایجاد شده‌اند و به فرایندهای فتوسنتز، بارگیری عناصر آبکش، انتقال مواد پرورده، تخلیه آبکش و تبدیل قندها به نشاسته وابسته است(۱۰). پرشدن دانه در طی سه مرحله ۱- رشد کند (۵ روز بعد از گل‌دهی) ۲- افزایش خطی (۲۰-۵ روز بعد از گل‌دهی) و ۳- رشد کند ثانویه به اتمام می‌رسد(۴و۵) و زمانی که برنج قهوه‌ای حداکثر وزن خود را به دست آورد مطابق با زمانی است که از لحاظ مورفولوژیکی بزرگ‌ترین اندازه را پیدا کرده است. وزن دانه وابسته به مقدار انتقال مواد فتوسنتزی به دانه است که این میزان انتقال وابسته به سرعت و طول دوره انتقال است که به‌عنوان سرعت و دوره پر شدن دانه شناخته می‌شوند(۱۲). فرایند پر شدن دانه تابعی از ارتباطات مخزن و منبع می‌باشد و در واقع نتیجه‌ای از یک توازن بالا بین ۳ ویژگی ۱- تولید مواد فتوسنتزی توسط مبدأ ۲- انتقال مواد پرورده توسط شبکهٔ انتقالی و ۳- تجمع مواد فتوسنتزی در مخزن است. ظرفیت مخزن شامل تعداد دانه‌ها در خوشه و پتانسیل وزن دانه است. مجموع تولید مواد پرورده تابعی از مدت زمان و سرعت تولید مواد پرورده است(۱۳). ظرفیت مخزن بعد از گرده‌افشانی، عملکرد و تسهیم مواد فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ظرفیت بالای مخزن فتوسنتز پوشش گیاهی را افزایش می‌دهد و در نتیجه مجموع ماده خشک تولید شده بعد از گل‌دهی بهتر شده و عملکرد دانه بالاتر می‌رود، زیرا عمده کربوهیدراتهای موجود در دانه حاصل فتوسنتز بعد از گل‌دهی است(۳و۹).

در اغلب مطالعات، بین سرعت پر شدن دانه و وزن دانه ارتباط معنی‌داری وجود دارد (۱۶،۱۳ و ۱۸). جونز و همکاران (۱۳) طی آزمایشی روی ۱۵ رقم برنج مشاهده نمودند که وزن حقیقی خوشه با میانگین و حداکثر سرعت پر شدن دانه هم‌بستگی معنی‌دار بالایی داشت ولی با دوره پر شدن هم‌بستگی نداشت. در این ارقام در زمینه سرعت پر شدن دانه، اندازهٔ دانه در مقایسه با تعداد دانه اهمیت بیشتری داشت ولی وزن دانه و تعداد دانه با دورهٔ پر شدن دانه هم‌بستگی معنی‌داری نداشت.

کاتو نیز نتایج مشابهی مبنی بر ارتباط مثبت معنی‌دار بین سرعت پر شدن دانه با وزن دانه و اندازهٔ دانه و ارتباط منفی معنی‌داری بین سرعت پر شدن دانه با تعداد دانه به دست آورده، وی اظهار داشت که بین سرعت پر شدن دانه با ظرفیت مخزن هم‌بستگی معنی‌داری وجود دارد ولی بین دورهٔ پر شدن دانه با ظرفیت مخزن هم‌بستگی مشاهده نکرد.

طبق گزارش‌های موهندس و همکاران، جونز و همکاران ، کوماری و والارماتی و کاتو سرعت پر شدن دانه هم‌بستگی مثبت معنی‌داری با عملکرد دانه دارد، درحالی‌که دوره پرشدن هم‌بستگی ضعیف‌تری با عملکرد دارد و بالاترین سرعت پر شدن دانه در مقایسه با دوره پر شدن دانه به بالاترین عملکرد منجر می‌شود (۱۳، ۱۵، ۱۶ و ۱۸). در گیاه برنج، تجمع نشاسته و سایر ترکیبات در دانه وابسته به تولید مواد پرورده توسط برگ‌های سبز و غلاف است، و فقط مقدار اندکی از مواد پروردهٔ تولید شده قبل از گل‌دهی بر عملکرد دانه تأثیر دارد. قسمت عمده مواد پروردهٔ تولید شده بعد از گل‌دهی به طور مستقیم به دانه‌ها در خوشه انتقال می‌یابند(۹ و ۱۲). برگ پرچم نقش مهمی در پرشدن دانه‌ها دارد، زیرا عمدتاً مواد فتوسنتزی را به خوشه می‌فرستد. رائو اظهار داشت که قطع برگ پرچم بیشترین اثر را روی عملکرد دارد و چگالی بالای دانه اغلب با جدا شدن برگ پرچم کاهش می‌یابد (۲۱). وی اظهار کرد که قطع برگ پرچم و۲ برگ زیرین بر روی عملکرد اثر منفی دارد، در صورتی که قطع برگ چهارم اثر کمی برعملکرد داشت. وی طی آزمایشی با استفاده از علف کش و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

پوشاندن قسمت‌های مختلف گیاه نشان داد که برگ‌ها به‌عنوان مهم‌ترین اندام، پرشدن دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. طی مطالعات متعدد که توسط آکادمی علوم کشاورزی جیانگشو و مرکز ملی تحقیقات برنج هیبرید چین اجرا شده است، بهترین شکل مرفولوژیک برنج‌های پرمحصول به این صورت که سه برگ بالایی بایستی بلند، راست، باریک ولی ضخیم و نیز مقطع آنها به شکل V باشد، دیده شده است(۲). حفظ کلروفیل در برگ پرچم و در برگ زیری آن باعث تأخیر در پیری برگ و بالا رفتن عمر ماندگاری آن می‌شود که بر انتقال مواد فتوسنتزی به دانه در طی دوره پرشدن دانه، تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد(۵). راهانگ دل و همکاران عملکرد برنج پابلند زودرس را با برنج پاکوتاه دیررس مقایسه کردند (۱۹). ارقام پاکوتاه دیررس با برگ پرچم افراشته، بیشترین سنبلچه‌های بارور را داشتند و هم‌چنین مقدار کلروفیل در برگ پرچم آنها بیشتر و به‌دلیل تسهیم مناسب مواد فتوسنتزی به دانه‌ها، عملکرد کاه در این ارقام پایین‌تر بود و در کل این ارقام عملکرد بالاتر داشتند. نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد با تعداد خوشه در گیاه، زاویه برگ پرچم و مقدار کلروفیل برگ پرچم هم‌بستگی معنی‌داری دارد.

تعیین بهترین روش اندازه‌گیری پرشدن دانه یک مسأله مهم در زراعت و اصلاح نباتات می باشد. روش‌های مختلفی برای حصول تخمینی سرعت و طول دوره پرشدن دانه پیشنهاد شده است. اما به‌طور کلی برای برازش همه معادلات به‌اندازه‌گیری‌های متعدد در طول فصل رشد زایشی نیاز است. به‌منظور تخمین سرعت پرشدن دانه از برازش منحنی‌های لجستیک، سیگموئیدی و چند جمله‌ای درجه ۳ استفاده می‌شود. گاهی نیز فقط با درنظرگرفتن بخش خطی نمودار رشد دانه، به‌صورت رگرسیون خطی بررسی می‌گردد(۱۸).

هدف از پژوهش حاضر بررسی روابط هم‌بستگی بین سرعت و دوره پر شدن دانه با صفات فیزیولوژیکی و اجزای عملکرد و شناخت صفاتی است که بیشترین تأثیر را بر فرایند پر شدن دانه دارند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در فصل زراعی سال ۱۳۸۰ در مزرعه موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت اجرا گردید. از ۹۳ رقم برنج خوش کیفیت ارسال شده از انستیتو بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) در این طرح استفاده شد. این ارقام در خردادماه در خزانه بذرپاشی شده و در مرحله ۴-۳ برگی در خطوطی به طول ۶ متر به فواصل ۲۰×۲۰ سانتی متر در زمین اصلی به صورت تک بوته نشا شد. پخش کود فسفات (۴کیلوگرم در۴۰۰مترمربع) و افزودن علف‌کش بوتاکلر قبل از نشاکاری در زمین اصلی انجام شد.پخش کود اوره در سه مرحله، قبل از نشاکاری (۴کیلوگرم در۴۰۰مترمربع)،۲۵ روز بعد از نشاکاری (۲کیلوگرم در۴۰۰مترمربع)، ۴۵-۴۰روز بعد از نشاکاری (۲کیلوگرم در۴۰۰مترمربع)و وجین اول و دوم در فواصل ۱۵و۲۵ روز بعد از نشاکاری انجام شد.

بعد از مرحله آبستنی (Booting) و خروج اولین خوشه‌ها مربوط به ساقه‌های اصلی کلیه بوته‌ها، این خوشه‌ها علامت‌گذاری شدند تا ازخوشه‌های سایر پنجه‌ها متمایز شوند. ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی خوشه‌های علامت گذاری شده، در فاصله زمانی هر سه روز یکبار (درهرنوبت ۳خوشه) برداشت شدند. این عمل تا رسیدگی کامل مزرعه ادامه یافت، به طوری که وقتی مزرعه کاملاً زرد رنگ شد و نوک خوشه‌ها کاملاً به سمت پایین خمیده گردید، آخرین برداشت صورت گرفت. خوشه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و پس از خشکانیدن، وزن خشک شلتوک‌ها تعیین شد. هم‌چنین تعداد دانه در هر خوشه شمارش و ثبت‌گردید و بدین طریق وزن تک دانه‌ها در هر نوبت برداشت که حاصل میانگین ۳ داده وزن تک دانه در هر نوبت برداشت است، محاسبه شد. از آنجایی که خوشه‌ها برای اندازه گیری وزن تک دانه در روزهای ثابتی بعد از برچسب زدن برداشت می شدند، زمان دقیق رسیدن به حداکثر وزن تک دانه مشخص نبود. به‌منظور تخمین زمان دقیق رسیدن به حداکثر وزن تک دانه، کلیه داده‌های به دست آمده از وزن خشک تک

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

دانه برای هر رقم در مدل‌های مختلف برازش شد و در انتها از مدل پیشنهادی جونز و همکاران که یک مدل چند جمله‌ایی درجه ۳ بود، به‌دلیل داشتن بالاترین ضریب تبیین‌ها استفاده شد. با استفاده از نرم‌افزار MATLAB از داده‌های وزن تک دانه و زمان برداشت آنها معادله درجه سه‌ای به دست آمد، که با مساوی قراردادن مشتق این معادله با صفر، زمان برای رسیدن به حداکثر وزن تک دانه تعیین و در انتها حداکثر وزن تک دانه مشخص شد (۱۳). مدت زمان تا رسیدن به حداکثر وزن تک دانه، دورهٔ پر شدن دانه شناخته شد و از حاصل تقسیم حداکثر وزن تک دانه بر دورهٔ پر شدن دانه میانگین سرعت پرشدن دانه به دست آمد.

کلیه صفات کمّی ارزیابی شده شامل تعداد دانه پر در خوشه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد پنجه بارور در بوته، طول دانه، عرض دانه، زاویه برگ پرچم، مساحت سه برگ بالایی، کلروفیل دو برگ بالایی و وزن مخصوص دو برگ بالایی بر اساس دستور العمل ثبت صفات (SES) (Standard Evaluation System,IRRI) اندازه‌گیری شدند(۱۱). به‌منظور محاسبه مساحت سه برگ بالایی(برگ پرچم، برگ دوم و برگ سوم) در ابتدای مرحله پرشدن دانه (مقارن با دومین مرحله برداشت) طول و عرض ۳برگ مورد نظر مربوط به ساقه اصلی اندازه‌گیری شد و با استفاده از رابطه زیر مساحت آنها محاسبه شد (۲۵).

مساحت برگ = طول برگ × عرض برگ × ۰/۷۲۵ [۱]

وزن مخصوص دو برگ بالایی (SLW) نیز از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$SLW = \frac{\text{وزن خشک ۲ برگی بالایی}}{\text{مساحت ۲ برگ بالایی}} \qquad [۲]$$

اندازه‌گیری مقدار کلروفیل ۲برگ بالایی در ابتدای مرحله پرشدن دانه و با استفاده از دستگاه کلروفیل متر دستی SPAD-502 (مینولتای ژاپن) صورت گرفت. قرائت از سه ناحیه مختلف (وسط، نزدیک به نوک و انتها) در هر برگ ۳۰ مرتبه صورت گرفت و میانگین آن ثبت شد.

اندازه‌گیری کلیه صفات ذکرشده بر روی ۵ بوته که به‌طور تصادفی انتخاب شدند، انجام گرفت و میانگین مقدار هر صفت در ۵ بوته برای محاسبات آماری استفاده شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه در بوته نیز، ۵ بوته برداشت و بعد از خرمن‌کوبی و رسیدن به رطوبت ۱۴ درصد، توزین شد، سپس با میانگین‌گیری عملکرد تک بوته به دست آمد.

به منظور تعیین روابط هم‌بستگی بین صفات مورد ارزیابی با طول دوره و سرعت پر شدن دانه از نرم‌افزار کامپیوتری SPSS استفاده شد و برای بررسی تأثیر هریک از صفات مورد نظر بر روی متغیر وابسته، هم‌چنین حذف متغیرهایی که اثر ناچیزی روی متغیر وابسته دارند و برازش بهترین مدل از روش رگرسیون گام به گام توسط نرم‌افزار SPSS، استفاده گردید. به‌منظور کشف روابط علت و معلولی و تعیین اهمیت صفات مؤثر در سرعت پر شدن دانه، تجزیهٔ علیت سرعت پرشدن دانه به اجزای مربوطه با استفاده از روش دوی و لو(۶) به‌صورت آثار مستقیم و غیرمستقیم انجام پذیرفت (۶). برای انجام این کار از نرم‌افزار Path74 استفاده شد.

نتایج و بحث

در این پژوهش کلیهٔ داده‌های به دست آمده از وزن خشک تک دانه برای هر رقم در مدل چند جمله‌ایی درجه ۳ برازش شد که بزرگ‌ترین ضریب تبیین در مدل‌های برازش شده ۰/۹۹۹۲ و کوچک‌ترین ضریب تبیین ۰/۹۲۷۱ بود. میانگین ضریب تبیین برای کلیهٔ ارقام ۰/۹۸ بود که نشان می‌دهد در این تحقیق مدل چند جمله‌ایی درجه ۳ (رابطه ۳) مدل مناسبی برای برازش داده‌های موجود بود.

$$\frac{dy}{dt} = b_1 + 2b_2 t + 3b_3 t^2 \qquad [۳]$$

y وزن تک دانه، t زمان و b_i ثابت رگرسیونی است.

مقادیر ضرایب هم‌بستگی بین صفات مورد مطالعه برای ۹۳ رقم برنج در جدول ۱ ارائه شده است. در این تحقیق، سرعت پرشدن دانه با دوره پرشدن هم‌بستگی منفی معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. به نظر می‌رسد که در اغلب

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

جدول ۱. ضرایب هم‌بستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در ۹۳ رقم برنج

صفت	کلروفیل برگ پرچم	کلروفیل برگ دوم	وزن مخصوص ۲ برگ بالایی	مساحت برگ پرچم	مساحت برگ دوم	مساحت برگ سوم	زاویه برگ پرچم	ارتفاع گیاه	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پر در خوشه	وزن ۱۰۰ دانه	وزن نهایی دانه	سرعت پر شدن دانه	دوره پر شدن دانه	روزها تا ۵۰٪ گل‌دهی	طول دانه بدون پوسته	عرض دانه بدون پوسته	عملکرد دانه
کلروفیل برگ پرچم	۱																	
کلروفیل برگ دوم	۰/۸۷**	۱																
وزن مخصوص ۲ برگ بالایی	۰/۰۴ns	-۰/۰۲ns	۱															
مساحت برگ پرچم	۰/۱۶ns	۰/۱۸ns	-۰/۲۹**	۱														
مساحت برگ دوم	۰/۱۳ns	۰/۱۹ns	-۰/۳۰**	۰/۸۳**	۱													
مساحت برگ سوم	۰/۰۲ns	۰/۱۲ns	-۰/۲۸**	۰/۷۶**	۰/۹۱**	۱												
زاویه برگ پرچم	۰/۱۸ns	۰/۰۶ns	۰/۱۷ns	-۰/۲۵*	-۰/۲۲*	-۰/۳۳**	۱											
ارتفاع گیاه	-۰/۰۸ns	-۰/۱۳ns	-۰/۱۳ns	۰/۵۵**	۰/۶۴**	۰/۶۵**	-۰/۱۰ns	۱										
تعداد پنجه بارور	-۰/۰۴ns	-۰/۰۳ns	-۰/۱۹ns	۰/۰۷ns	۰/۱۴ns	۰/۱۴ns	-۰/۰۳ns	۰/۱۶ns	۱									
تعداد دانه پر در خوشه	۰/۳۶**	۰/۲۹**	۰/۱۰ns	۰/۵۳**	۰/۴۹**	۰/۵۰**	-۰/۰۷ns	۰/۳۷**	-۰/۳۲**	۱								
وزن ۱۰۰ دانه	-۰/۱۷ns	-۰/۱۶ns	۰/۳۶**	۰	-۰/۰۳ns	-۰/۰۵ns	-۰/۰۹ns	۰/۰۳ns	-۰/۳۴**	-۰/۰۷ns	۱							
وزن نهایی تک دانه	-۰/۳۶**	-۰/۲۹**	۰/۲۲*	-۰/۱۱ns	-۰/۰۵ns	۰	-۰/۰۹ns	۰/۰۵ns	-۰/۱۳ns	-۰/۲۴**	۰/۶۹**	۱						
سرعت پر شدن دانه	-۰/۴۷**	-۰/۴۰**	۰/۲۰ns	-۰/۱۰ns	-۰/۰۵ns	۰	-۰/۱۰ns	۰/۱۰ns	-۰/۰۷ns	-۰/۲۵*	۰/۵۹**	۰/۹۴**	۱					
دوره پر شدن دانه	۰/۴۳**	۰/۴۰**	۰	۰	۰/۰۵ns	۰	۰/۰۴ns	-۰/۱۳ns	-۰/۱۵ns	۰/۱۱ns	۰/۱۰ns	-۰/۱۰ns	-۰/۴۴**	۱				
روزها تا ۵۰٪ گل‌دهی	۰/۱۶ns	۰/۲۶*	-۰/۱۲ns	-۰/۱۶ns	-۰/۱۷ns	-۰/۲۷**	۰/۱۳ns	-۰/۳۴**	۰/۰۹ns	-۰/۲۱*	-۰/۲۱*	-۰/۱۵ns	-۰/۱۷ns	۰/۰۹ns	۱			
طول دانه بدون پوسته	-۰/۱۵ns	-۰/۱۲ns	۰/۱۶ns	-۰/۰۷ns	-۰/۰۵ns	-۰/۰۷ns	۰/۱۴ns	۰/۱۴ns	۰	-۰/۲۱*	۰/۳۸**	۰/۴۰**	۰/۳۵**	۰/۰۱ns	-۰/۱۰ns	۱		
عرض دانه بدون پوسته	-۰/۱۰ns	-۰/۰۶ns	۰/۲۲*	۰/۰۸ns	۰/۱۲ns	۰/۱۳ns	-۰/۱۵ns	۰/۰۷ns	-۰/۲۷**	۰/۰۷ns	۰/۶۳**	۰/۴۹**	۰/۴۱**	۰/۰۸ns	-۰/۲۰ns	۰/۱۲ns	۱	
عملکرد دانه	۰/۱۳ns	۰/۱۰ns	۰/۰۹ns	۰/۴۴**	۰/۴۸**	۰/۴۵**	-۰/۱۰ns	۰/۴۲**	۰/۶۴**	۰/۳۳**	۰/۱۴ns	۰/۰۸ns	۰/۰۸ns	-۰/۰۳ns	۰/۰۷ns	۰/۰۶ns	۰/۱۲ns	۱

*، ** و ns : به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد، ۱ درصد و غیر معنی دار

ژنوتیپ‌هایی که میانگین سرعت پر شدن بالایی دارند وزن دانه‌ها در مدت زمان کوتاه‌تری به حداکثر مقدار می‌رسند. هم‌بستگی بین میانگین سرعت پر شدن تک دانه با وزن نهایی تک دانه نیز مثبت و بسیار معنی‌دار بود و ژنوتیپ‌هایی که دانه‌های سنگین‌تری داشتند از سرعت پر شدن بالاتری نیز برخوردار بودند. کاتو هم‌بستگی بین سرعت و دورهٔ پر شدن دانه را منفی ولی غیر معنی دار گزارش کرد و هم‌بستگی بین سرعت و وزن نهایی دانه را مثبت و بسیار معنی دار و هم‌بستگی بین دوره پر شدن دانه و وزن نهایی دانه را غیر معنی‌دار گزارش نمود (۱۴). نتایج هم‌بستگی‌های سرعت و دوره پرشدن با وزن نهایی دانه با نتایج جونز و همکاران، کوماری و والارماتی و موهندس نیز مشابهت دارد (۱۳، ۱۶ و ۱۸). سرعت پر شدن دانه در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی با عملکرد هم‌بستگی نشان نداد ولی با اجزای عملکرد از قبیل وزن ۱۰۰ دانه و اندازه دانه در سطح احتمال یک درصد هم‌بستگی مثبت و با تعداد دانهٔ پر در خوشه در سطح احتمال ۵ درصد هم‌بستگی منفی داشت. در این آزمایش به طور کلی سرعت پر شدن دانه با صفات وابسته به ظرفیت مخزن یعنی وزن دانه، اندازهٔ دانه (طول دانه بدون پوسته، عرض دانه بدون پوسته) و تعداد دانه در خوشه هم‌بستگی نشان داد که با نتایج کاتو مبنی بر وجود هم‌بستگی بالا بین سرعت پر شدن دانه با اجزای وابسته به مخزن (وزن دانه، تعداد دانه، اندازه دانه) کاملاً مشابهت دارد (۱۴). در واقع توانایی یک مخزن برای کشش مواد فتوسنتزی به سوی خود بستگی به ظرفیت مخزن دارد و ظرفیت مخزن شامل وزن دانه، تعداد دانه و اندازه دانه می‌باشد. یک مخزن قوی‌تر محتویات قند عناصر غربالی را سریع‌تر تخلیه می‌کند. در این آزمایش دورهٔ پر شدن دانه با عملکرد و صفات وابسته به ظرفیت مخزن هم‌بستگی معنی داری نشان نداد. رائو و همکاران بین دورهٔ پر شدن دانه با عملکرد هم‌بستگی مشاهده نکردند، ولی به دلیل مواجه شدن با شرایط اقلیمی نامساعد در آخر فصل رشد، سریع‌تر پر شدن دانه را سودمند دانستند البته شواهدی مبنی بر ارتباط بین دورهٔ پر شدن دانه با ظرفیت مخزن در تحقیق نام برده وجود نداشت (۲۰).

در تحقیق حاضر، سرعت و دورهٔ پر شدن دانه با تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی هم‌بستگی نداشتند. جونز و همکاران نیز عدم وجود چنین هم‌بستگی را در ۱۵ ژنوتیپ اعلام نمود (۱۳). بر اساس نتایج کاتو بین سرعت پر شدن دانه با تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی هم‌بستگی وجود نداشت، ولی بین دورهٔ پر شدن دانه با تعدا روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی هم‌بستگی مثبت و معنی داری وجود داشت (۱۴).

در بررسی ضرایب هم‌بستگی سرعت پر شدن دانه با صفات وابسته به مبدأ مانند مساحت برگ، وزن مخصوص برگ و زاویهٔ برگ پرچم هم‌بستگی معنی‌داری مشاهده نشد، ولی بین سرعت پر شدن دانه با میزان کلروفیل برگ پرچم و برگ دوم هم‌بستگی منفی معنی داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد. شاید بتوان چنین توجیه کرد که هر چه غلظت کلروفیل برگ بیشتر باشد، عمر ماندگاری برگ بیشتر و مواد پرورده را در مدت زمان طولانی‌تری به دانه‌ها می فرستد، بنابراین سرعت پر شدن دانه کندتر و دورهٔ پر شدن دانه طولانی‌تر می‌شود. تاکنون اطلاعاتی در این زمینه در تحقیقات دیگر گزارش نشده است.

در این آزمایش عملکرد دانه در بوته با صفاتی مانند تعداد دانهٔ پر در خوشه، مساحت ۳ برگ بالایی، ارتفاع گیاه و تعداد پنجهٔ بارور در بوته در سطح احتمال یک درصد هم‌بستگی مثبت معنی‌داری نشان داد، در حالی که با وزن ۱۰۰ دانه هم‌بستگی معنی‌داری نداشت. چنین به نظر می‌رسد که ارقام با بیشترین سطح برگ در ۳ برگ بالایی، بالاترین عملکردها را به خود اختصاص داده‌اند. در واقع برگ‌ها بر حسب موقعیت خود روی ساقه، مواد فتوسنتزی را به خوشه منتقل می‌کنند و ۳ برگ بالایی، بخصوص برگ پرچم، بیشترین سهم را در تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به خوشه دارند. هر چه سطح برگ بیشتر باشد، میزان جذب نور بیشتر و بنابراین میزان فتوسنتز برگ افزایش می‌یابد و در نهایت روی عملکرد تأثیر مثبت می‌گذارد.علاوه بر آن تعداد دانه پر در خوشه و تعداد پنجه بارور از اجزای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

عملکرد هستند که در این تحقیق افزایش این دو صفت، افزایش عملکرد را به دنبال داشته است. طبق گزارش رائو هم‌بستگی مثبت معنی‌داری بین عملکرد با سطح برگ پرچم و تعدا دانه پر در خوشه وجود دارد (۲۲). ردی نیز هم‌بستگی مثبت معنی داری را بین عملکرد دانه در بوته با تعداد پنجهٔ بارور، طول خوشه و ارتفاع گیاه گزارش کرد (۲۳).

در تحقیق حاضر وزن ۱۰۰ دانه با وزن نهایی دانه در انتهای دوره پرشدن دانه هم‌بستگی مثبت بسیار معنی داری داشت. که نشان می‌دهد وزن نهایی دانه به عنوان وزن پیش‌بینی شده (محاسبه شده از طریق مدل رشد دانه) با وزن ۱۰۰ دانه به عنوان وزن حقیقی هم‌بستگی داشته و صحت کاربرد مقادیر پیش بینی شده را برای تخمین نتایج مزرعه‌ایی تأیید می‌کند.

ضمناً هم‌بستگی مثبت بسیار معنی داری نیز بین وزن ۱۰۰ دانه و اندازه دانه (طول و عرض برنج بدون پوسته) وجود داشت. و ارقام با دانه‌های کشیده و بزرگ‌تر از وزن بالاتری نیز برخوردار بودند. زیرا در واقع اندازه نهایی دانه تحت تأثیر اندازه پوسته (گلوم) می‌باشد و پتانسیل وزن دانه نیز توسط اندازه پوسته محدود می‌شود و هرچه اندازه پوسته بزرگ‌تر باشد اندازه نهایی دانه و وزن دانه بیشتر است. فوجیتا و همکاران و کاتو هم‌بستگی مثبت معنی‌داری بین وزن ۱۰۰ دانه و اندازه دانه گزارش نموده‌اند که تأیید کننده نتایج این مطالعه است (۷ و ۱۴).

در این تحقیق هم‌بستگی منفی بسیار معنی‌داری نیز بین وزن ۱۰۰ دانه و تعداد پنجه بارور دیده شد. بنابراین، می‌توان چنین توجیه کرد که با افزایش تعداد پنجه بارور در واحد سطح رقابت بر سر عوامل محیطی نظیر جذب نور، CO_2 و ازت بیشتر شده و وزن ۱۰۰ دانه کاهش می‌یابد. ردی نیز هم‌بستگی منفی معنی‌داری را بین وزن ۱۰۰ دانه با تعداد پنجه بارور در بوته گزارش نموده است (۲۳).

در این بررسی وزن ۱۰۰ دانه هم‌بستگی مثبت بسیار معنی‌داری نیز با وزن مخصوص ۲ برگ بالایی نشان داد. به این معنی که هر چه برگ پرچم و برگ زیرین ضخیم و باریک‌تر باشد وزن ۱۰۰ دانه بالا می‌رود. زیرا برگ‌های باریک با مقطع V شکل فضای کمی را اشغال می‌کنند و در واقع کارایی شاخص سطح برگ برای جذب نور بیشتر و بنابراین فتوسنتز افزایش می‌یابد. ضمناً برگ‌های ضخیم میزان فتوسنتز بیشتری داشته و به سرعت پیر نمی‌شوند. مدل مورفولوژیک برنج‌های پرمحصول برتر تأیید کننده این نتیجه است، به‌طوری‌که وزن خشک سه برگ بالایی در ترکیب Peiai 64/E32 به‌عنوان یک برنج پرمحصول برتر ۰/۵۵ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع است، در حالی که در واریته‌های پرمحصول معمولی حدود ۰/۴ گرم در ۱۰۰ سانتی‌مترمربع می‌باشد (۲).

در این بررسی بین تعداد دانه پر در خوشه با مساحت ۳ برگ بالایی(برگ پرچم، برگ دوم و برگ سوم)، کلروفیل ۲ برگ بالایی و ارتفاع گیاه هم‌بستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد. بدین معنی که در اوائل دوره پر شدن دانه هرچه مساحت و غلظت کلروفیل برگ (۳برگ بالایی که بیشترین نقش را در تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به خوشه دارند) بیشتر باشد، جذب نور بیشتر و میزان تولید مواد فتوسنتزی برای انتقال به خوشه بیشتر می‌شود، بنابراین تعداد دانه پر در خوشه افزایش می‌یابد. ضمناً تعداد دانه پر در خوشه با تعداد پنجه بارور در سطح احتمال ۱ درصد و با طول دانه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی در سطح احتمال ۵ درصد هم‌بستگی منفی داشت. زیرا با افزایش تعداد پنجه بارور رقابت برای جذب نور و عناصر غذایی از محیط افزایش یافته و ضمناً میزان رقابت بین مخازن برای جذب مواد پرورده افزایش می‌یابد، بنابراین تعداد دانه پر، اندازه دانه و وزن دانه در هر خوشه کاهش می‌یابد. رائو و چئوبی و سینگ نیز هم‌بستگی مثبتی بین تعداد دانهٔ پر در خوشه با مساحت برگ و ارتفاع گیاه و هم‌بستگی منفی بین تعداد دانهٔ پر در خوشه و تعداد پنجهٔ بارور گزارش کرده‌اند (۴ و ۲۲).

در این تحقیق به منظور برازش کامل‌ترین مدل رگرسیونی بین سرعت پرشدن دانه و سایر صفات رگرسیون گام به گام انجام شد که سرعت پرشدن دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات ارزیابی شده به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

جدول۲. نتایج رگرسیون گام به گام سرعت پر شدن دانه با دیگر متغیرهای مورد بررسی در ۹۳ رقم برنج

متغیر وارد شده	R^2	b در مرحلهٔ وارد شدن	b در مدل نهایی
وزن نهایی تک دانه	۰/۸۷	۳۵/۴۴۲	۳۴/۱۲۳
دورهٔ پرشدن دانه	۰/۹۹	-۰/۰۱۸۰۷	-۰/۰۱۸۱
زاویهٔ برگ پرچم	۰/۹۹	-۰/۰۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۰۴

عرض از مبدأ = ۰/۵۳۱

جدول۳. خلاصهٔ نتایج رگرسیون گام به گام سرعت پر شدن دانه با دیگر متغیرهای مورد بررسی با حذف صفت وزن نهایی دانه در ۹۳ رقم برنج

متغیر وارد شده	R^2	b در مرحلهٔ وارد شدن	b در مدل نهایی
کلروفیل برگ پرچم	۰/۲۱۵	-۰/۰۱۲۶۵	-۰/۰۰۶۳۲۵
عرض دانه بدون پوسته	۰/۳۴۵	۰/۱۸۲	۰/۱۹۰
دورهٔ پر شدن دانه	۰/۴۳۷	-۰/۰۱۸۰۴	-۰/۰۱۹۱۶
طول دانه بدون پوسته	۰/۵۰۴	۰/۰۵۶۶۹	۰/۰۵۶۶۹

عرض از مبدأ = ۰/۵۸۹

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در جدول ۲ ارائه شده‌است. در این بررسی، وزن نهایی دانه به عنوان اولین صفت وارد مدل گردید و به‌دلیل معنی دار بودن ضریب رگرسیون آن در مدل باقی ماند. اساس انتخاب اولین متغیر مستقل در این روش داشتن بیشترین ضریب هم‌بستگی با متغیر وابسته می‌باشد. این صفت به تنهایی ۸۷ درصد از تغییرات سرعت پرشدن را توجیه کرد. پس از آن به‌ترتیب صفات دورهٔ پر شدن دانه و زاویهٔ برگ پرچم وارد مدل گردیدند و به‌دلیل معنی دار بودن ضرایب رگرسیون آنها از طریق آزمون t در مدل باقی‌ماندند، و حدود ۹۹ درصد از تغییرات سرعت پر شدن دانه را توجیه کردند. نتایج نشان می‌دهد که صفت وزن نهایی دانه مقدار زیادی از تغییرات سرعت پر شدن را توجیه می‌کند، که این امر ممکن است اثر متغیرهای دیگر را بپوشاند. بنابراین یکبار دیگر تجزیهٔ رگرسیون گام به گام با حذف صفت وزن نهایی دانه از میان صفات مستقل انجام شد، که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. کلروفیل برگ پرچم اولین صفتی بود که وارد مدل شد و ۲۱/۵درصد از تغییرات سرعت پر شدن را توجیه کرد. عرض دانه، دورهٔ پر شدن دانه و طول دانه، در مراحل بعدی به مدل افزوده شدند و مجموعاً ۵۰/۴درصد از تغییرات سرعت پر شدن دانه را توجیه کردند. ضریب هم‌بستگی چندگانه ۰/۷۰۹۹ به دست آمد که یک هم‌بستگی چندگانه نسبتاً قوی را بین متغیرهای موجود در مدل و سرعت پر شدن دانه نشان داد. ملاحظه می‌شود که پس از حذف متغیر وزن نهایی دانه، متغیرهای دیگری نیز وارد مدل رگرسیون شدند که بر سرعت پر شدن دانه موثرند و در مرحله پیش اثر آنها کاملاً روشن نبود. پیش از این کوماری و والارماتی (۱۶) طی آزمایشی به منظور بررسی روابط هم‌بستگی بین سرعت و طول دوره پرشدن دانه با اجزای عملکرد دو رقم برنج، اظهار داشتند که بر طبق نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون، که در آن سرعت پرشدن دانه متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل درنظر گرفته شدند، صفت وزن نهایی دانه ۸۵ درصد از تغییرات سرعت پرشدن دانه را توجیه کرد و پس از آن به ترتیب صفات تعداد دانه پر در خوشه و دوره پرشدن دانه وارد مدل شدند و ۹۹ درصد از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

جدول۴. نتایج رگرسیون گام به گام وزن نهایی تک دانه با دیگر متغیرهای مورد بررسی در ۹۳ رقم برنج

متغیر وارد شده	R^2	b در مرحلهٔ وارد شدن	b در مدل نهایی
سرعت پرشدن دانه	۰/۸۷۸	۰/۰۲۴۸	۰/۰۲۹۲۶
دورهٔ پرشدن دانه	۰/۹۹	۰/۰۰۰۵۲	۰/۰۰۰۵۲۸
زاویهٔ برگ پرچم	۰/۹۹	۰/۰۰۰۰۰۱۱۵۵	۰/۰۰۰۰۰۱۱۵۵

عرض از مبدأ = ۰/۰۱۵۵-

جدول۵. اثر مستقیم و غیر مستقیم ۳ متغیر وزن نهایی دانه، دورهٔ پر شدن دانه و زاویهٔ برگ پرچم بر سرعت پر شدن دانه در ۹۳ رقم برنج

متغیر	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق			هم‌بستگی کل با
		وزن نهایی دانه	دورهٔ پر شدن دانه	زاویهٔ برگ پرچم	سرعت پر شدن دانه
وزن نهایی دانه	۰/۹۰۳۵	—	۰/۰۳۴۰۳	۰/۰۰۰۴۳	۰/۹۳۸**
دورهٔ پر شدن دانه	۰/۳۴۷۳-	۰/۰۸۸۵۴-	—	۰/۰۰۰۱-	۰/۴۳۶-**
زاویهٔ برگ پرچم	۰/۰۰۴۸-	۰/۰۸۱۳۱-	۰/۰۱۳۸۹-	—	۰/۱۰- ns

اثر باقی‌مانده= ۰/۰۱

تغییرات سرعت پرشدن دانه را توجیه کردند. طبق گزارش کاتو نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون حاکی از آن است که طول دانه به‌عنوان اولین صفت وارد مدل رگرسیونی شد و ۸۸ درصد از تغییرات سرعت پرشدن دانه را توجیه کرد. و پس از آن به ترتیب، عرض دانه و تعداد دانه پر در خوشه وارد مدل شدند و حدود ۹۸/۷ درصد از تغییرات سرعت پرشدن دانه را توجیه کردند (۱۴).

در تحقیق حاضر به‌دلیل این‌که سرعت پرشدن دانه یک عامل محاسباتی از طریق وزن نهایی دانه بود و به‌منظور رفع هرگونه شکی، مجدداً تجزیه رگرسیون گام به گام انجام و این بار وزن نهایی دانه به‌عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات ارزیابی شده به‌عنوان متغیرهای مستقل درنظر گرفته شدند. که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است. در این حالت سرعت پرشدن دانه به‌عنوان اولین صفت وارد مدل گردید که به تنهایی ۸۷ درصد از تغییرات وزن نهایی دانه را توجیه کرد. و سپس به ترتیب صفات دوره پرشدن دانه و زاویه برگ پرچم وارد مدل شدند که ۹۹ درصد از تغییرات وزن نهایی دانه را توجیه کردند. نتایج به‌دست آمده حاکی از ارتباط قوی بین میانگین سرعت پرشدن دانه و وزن نهایی دانه است.

بر پایهٔ نتایج حاصل از تجزیهٔ رگرسیون گام به گام به منظور برقراری یک سیستم علت و معلولی تجزیهٔ علیت انجام گرفت. ابتدا متغیر سرعت پر شدن دانه به عنوان متغیر وابسته در برابر متغیرهای وزن نهایی دانه، دورهٔ پر شدن دانه و زاویهٔ برگ پرچم به‌عنوان متغیرهای مستقل مورد تجزیهٔ علیت قرار گرفت. که نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که وزن نهایی دانه دارای بیشترین اثر مستقیم بر سرعت پر شدن دانه می‌باشد. در جدول ۱ نیز مشاهده می‌گردد که این متغیر دارای بیشترین هم‌بستگی مثبت با سرعت پر شدن دانه است و در تجزیه رگرسیون گام به گام نیز نخستین صفتی بود که وارد مدل شد. دورهٔ پر شدن دانه نیز اثر مستقیم منفی بالا بر سرعت پر شدن دانه دارد. کلیهٔ آثار غیر مستقیم در این تجزیه کوچک و قابل اغماض است. و زاویهٔ برگ پرچم نیز هیچ‌گونه تأثیر مستقیمی بر روی سرعت پر شدن دانه نداشته و هم‌بستگی منفی و ناچیز آن بر سرعت پر شدن دانه ناشی از اثرات غیر مستقیم و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

جدول۶. اثر مستقیم و غیر مستقیم ۴ متغیر کلروفیل برگ پرچم، عرض دانه، دورهٔ پر شدن دانه و طول دانه بر سرعت پر شدن دانه

متغیر	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق				همبستگی کل با سرعت پر شدن دانه
		کلروفیل برگ پرچم	عرض دانه	دورهٔ پر شدن دانه	طول دانه	
کلروفیل برگ پرچم	-۰/۲۳۰	—	-۰/۰۳۸۶	-۰/۱۵۷	-۰/۰۴۲	-۰/۴۷۲**
عرض دانه	۰/۳۸۶	۰/۰۲۳	—	-۰/۰۲۹	۰/۰۳۱	۰/۴۱۴**
دورهٔ پر شدن دانه	-۰/۳۶۹	-۰/۱	۰/۰۲۹	—	۰/۰۰۲	-۰/۴۳۶**
طول دانه	۰/۲۶۸	۰/۰۳۶	۰/۰۴۵	-۰/۰۰۵	—	۰/۳۴۷**

اثر باقی‌مانده= ۰/۳۱

منفی وزن نهایی دانه و دورهٔ پر شدن دانه بوده است. بار دیگر تجزیهٔ علیت بر پایهٔ نتایج حاصل از تجزیهٔ رگرسیون گام به گام انجام گرفت و این بار سرعت پر شدن دانه به‌عنوان متغیر وابسته در برابر کلروفیل برگ پرچم، عرض دانه، دورهٔ پر شدن دانه و طول دانه مورد تجزیهٔ علیت قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۶ آمده است. در این بررسی عرض دانه دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت روی سرعت پر شدن دانه بود و دورهٔ پر شدن دانه دارای بیشترین اثر مستقیم منفی بود. طول دانه نیز اثر مستقیم مثبتی بر سرعت پر شدن دانه داشت و چنین به نظر می‌رسد که پس از وزن نهایی دانه که بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر سرعت پر شدن دانه دارد، اندازهٔ دانه نیز بر سرعت پر شدن دانه تأثیر گذار باشد. پیش از این جونز و همکاران و کاتو اثر مستقیم اندازه دانه را برسرعت پرشدن دانه گزارش کرده‌اند (۱۳ و ۱۴). به‌طوری‌که با افزایش اندازه دانه، در واقع ظرفیت مخزن افزایش یافته و میزان تقاضا جهت جذب مواد پرورده افزایش می‌یابد. بنابراین دانه ها در مدت زمان کوتاه‌تر و با سرعت بیشتری به حداکثر وزن خود میرسند. کوماری و والارماتی طی آزمایشی بر ۲ رقم برنج، گزارش کردند که رقم A_{4-3-1} به عنوان رقم با سنگین‌ترین وزن دانه(۲/۵۰۷ میلی‌گرم/دانه)، بالاترین سرعت پرشدن دانه را به خود اختصاص داده در حالی که رقم C_{2-1} با سبک‌ترین وزن دانه (۰/۸۰۰ میلی‌گرم/دانه)، سرعت پرشدن دانهٔ کمتری داشت (۱۶).

از نتایج فوق چنین به نظر می‌رسد که سرعت پر شدن دانه به شدت تحت تأثیر صفات وابسته به ظرفیت مخزن می‌باشد و در ارقامی که اندازه و تعداد دانه بیشتری دارند، میزان تقاضا و بنابراین سرعت انتقال مواد پرورده به سمت مخزن افزایش یافته، بنابراین تجمع مواد پرورده در سلول‌های آندوسپرم سریع‌تر می‌شود، و در واقع سرعت پر شدن دانه تسریع می‌یابد. به طور کلی اگر در روند انتقال مواد فتوسنتزی مشکل خاصی وجود نداشته باشد عملکرد واقعی در اثر ظرفیت مخزن و یا کمبود شیرهٔ پرورده محدود می‌شود. ونکاتسوارلو از طریق کاهش تعداد خوشچه‌های یک رقم برنج دریافت که اگر چه ظرفیت مخزن یک عامل مهم در تعیین عملکرد برنج به‌شمار می‌آید، اما به نظر می‌رسد که محدودیت منبع نیز از اهمیت بالایی در تعیین عملکرد برنج برخوردار می‌باشد (۲۴). فوکای و همکاران اظهار داشتند که ظرفیت مخزن به تغییر در موجودی مواد پرورده بعد از گرده‌افشانی حساس است، به‌طوری‌که کاهش در موجودی مواد پرورده از زمان گرده‌افشانی تا ابتدای دوره پرشدن دانه، به ویژه در ارقام پر محصول با تعداد دانه زیاد در خوشه، باعث کاهش در درصد دانه‌های پرشده و عملکرد دانه می‌شود (۸).

تاکنون مطالعات زیادی در زمینه روابط سرعت و دوره پر شدن دانه برنج با بسیاری از صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و اجزای عملکرد انجام شده است و از آنجایی که در کلیه این مطالعات وزن دانه به عنوان یکی از اجزای مهم تعیین کننده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

عملکرد دانه در ارتباط با سرعت و طول دوره پـر شـدن دانـه است، این ارتباط می‌تواند یـک راه‌کـار بـرای بـه‌نژادگـران در جهـت رسـیدن بـه حـداکثر عملکـرد باشـد. از طـرف دیگـر زودرسی در مناطقی که با تنش‌های پایان فصل رشـد روبـه‌رو هستند، بسیار مهم است. اما در اکثر اوقات زودرسی با کـاهش عملکرد همراه است. با توجه به ایـن‌کـه فراینـدهای دوره پـر شدن دانه از اجزای مهم در رسیدگی دانه‌ها می‌باشند، انتخـاب در جهت افزایش سرعت پر شدن دانه‌ها، راهی بـرای رسـیدن به ارقام پر محصول و زودرس می‌باشد، ضـمن ایـن‌کـه بـرای اینگونه مناطق اصلاح‌گران نبات به دنبال ارقام ایدآلـی هـستند که وزن دانه بالایی را همراه با طول دوره پر شدن کوتاه داشته باشند.

منابع مورد استفاده

۱. آمارنامه کشاورزی ایران. ۱۳۸۰. انتشارات وزارت جهادکشاورزی، تهران.

۲. درستی، ح. ۱۳۷۹. *برنج‌های پر محصول برتر*(ترجمه). مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت.

3. Chau, N.M. and S.C. Bhargava. 1993. Physiological basis of higher productivity in rice. Indian J. Plant Physiol. 36: 215-219.
4. Chaubey, P.K. and R.P. Singh. 1994. Genetic variability, correiation and path analysis of yield components of rice. Modras Agric. J. 81: 468-470.
5. Das, S. and A.K. Sarkar. 1981. Effect of post flowering foliar spray of potassium nitrate solution on grain filling and yield of rice and wheat. Indian Agric. 25: 267-273.
6. Dewey, D.R. and K.H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of crested wheatgrass seed production. Agron. J. 51: 515-518.
7. Fujita, K., V.P. Coronel and S.Yoshida. 1984. Grain filling characteristics of rice varieties deffering in grain size under controlled environmental conditions. Soil Sci. Plant Nutr. 30: 445-454.
8. Fukai, S., L. Li , P.T. Vizmonte and K.S. Fischer. 1991. Control of grain yield by sink capacity and assimilate supply in various rice cultivars. Exp. Agric. 27: 127-135.
9. Guo, W., C.N. Feng, L.L. Yan, Y.X. Peng , X.K. Zhu and A.G. Zong. 1995. Analysis of the source sink relationship after anthesis in wheat. Acta Agronomica Sinica 21: 334-340.
10. Hoshikawa, K. 1989. The Growing Rice Plant. Akasaka Minato-Ku, Tokyo, Japan.
11. INGER. 1996. Standard evaluation system of rice. IRRI Manila Philippines.
12. Jongkaewwttana, S., S. Geng , J.E. Hill and B.C. Miller. 1993. Within panicle variability of grain filling in rice cultivars with different maturities. J. Agron. Crop Sci. 171: 236-242.
13. Jones, D.B., M.L. Peterson and S. Geng. 1979. Association between grain filling rate and duration and yield componens in rice. Crop Sci. 19: 641-644.
14. Kato, T. 1989. Relationship between grain filling process and sink capacity in rice. Japanies J. Breed. 39: 431-438.
15. Kato, T. 1999. Genetic and environmental variations and associations of the characters related to the grain filling process in rice cultivars. Plant Prod. Sci. 2: 32-36.
16. Kumari, S.L. and G. Valarmathi. 1998. Relationship between grain yield, grain filling rate and duration of grain filling in rice. Modras Agric. J. 85: 210-211.
17. Mirza, M.J. 1992. Correlation studies and path analysis of plant height yield components in rice. Sarhad J. Agric. 8: 647-653.
18. Mohandass, D., N. Natarajaratanam and C. Kailasam. 1988. A new hybrid model for panicle growth in rice. J. Agron. Crop Sci. 161: 207-209.
19. Rahangdale, S.L., A.M. Dhopte and S.M. Deshmukn. 1987. Physiological basis of varietal differences in productivity of early tall and late dwarf upland rice. Ann. Plant Physiol. 1: 19-35.
20. Rao, S.P., B. Venkateswarlu and T.L. Acharyulu. 1984. Interrelationships of grain size, number and spikelet filling for enhanced yield potential in rice. Indian J. Plant Physiol. 27: 281-289.
21. Rao, S.P. 1991. Influence of source and sink on the production of high density grain and yield in rice. Indian J. Plant Physiol. 34: 339-348.
22. Rao, S.P. 1992. Flag leaf: a selection criterion for exploiting potential yield in rice. Indian J. Plant Physiol. 35: 265-268.
23. Reddy, C.D. 1992. Studies on correlations and path coefficient in parental lines sensitive to iron chlorosis and F_2

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]

populations of rice. Oryza 29: 204-207.
24. Venkateswarlu, B. 1976. Source-sink interrelationships in lowland rice. Plant Soil 44: 575-586.
25. Yoshida, S. 1984. Rice dicusses tipices of rice physiology as they relate productivity. Losbanos philippines.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.16.2]