گزینش چند صفتی برای غربال ژنوتیپ‌های برتر یک جمعیت F_2 برنج

مریم فضلعلی پور[۱]، بابک ربیعی[۱*]، حبیب اله سمیع زاده لاهیجی[۱] و حسین رحیم سروش[۲]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۳/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۱۶)

چکیده

استفاده از روش‌های گزینش چند صفتی برای انتخاب گیاهان مطلوب از نظر مجموعه‌ای از صفات کمی مؤثرتر از روش انتخاب مستقیم می‌تواند باشد. در این تحقیق، ۸۷ بوته F_2 حاصل از تلاقی بین ارقام غریب و IR28 برنج، به منظور ارایه شاخص‌های گزینشی مناسب برای اصلاح عملکرد و صفات مرتبط با آن، در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در سال زراعی ۱۳۸۳ مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل تعداد روز از کاشت بذرهای جوانه زده تا رسیدگی کامل، ارتفاع بوته، طول خوشه، طول و عرض برگ پرچم، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد کل دانه در خوشه، وزن صد دانه، عملکرد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، طول و عرض دانه بود. نتایج حاصل نشان داد که در بین صفات اندازه‌گیری شده، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت هر کدام با مقدار ۰/۹۹ و عرض برگ پرچم با مقدار ۰/۳۵ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی را به خود اختصاص دادند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه پر در خوشه اثرات مستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه داشتند. برآورد پنج شاخص گزینشی مختلف براساس دو شاخص بهینه و پایه نشان داد که با استفاده از گزینش بر مبنای صفاتی نظیر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه پر در خوشه، با توجه به اثرات مستقیم ژنتیکی (ضرایب علیت ژنتیکی) و وراثت‌پذیری آنها به عنوان ارزش‌های اقتصادی، می‌توان به شاخص‌های برتر و مناسب جهت اصلاح جمعیت دست یافت. به علاوه نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از هر دو شاخص بهینه و پایه، پیشرفت ژنتیکی تقریباً مشابهی برای صفات مورد مطالعه ارایه می‌دهند. به هر حال استفاده از شاخص پایه به دلیل سهولت محاسبات و تفسیر نتایج بر شاخص بهینه ارجحیت داشته و پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه علیت ژنتیکی، گزینش چند صفتی، عملکرد دانه

مقدمه

برنج از قدیمی‌ترین گیاهان مزروعی است و از لحاظ اهمیت و میزان تولید دانه بعد از گندم، رتبه دوم را در بین غلات به خود اختصاص داده است (۱). یکی از اهداف مهم در اصلاح برنج، افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌باشد (۵). عملکرد دانه و بسیاری از صفات مهم گیاهی، به عنوان صفات پیچیده ژنتیکی تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی قرار می‌گیرند، لذا انتخاب مستقیم برای آنها با مشکلاتی همراه است. ولی به نظر می‌رسد با شناسایی عوامل مؤثر و فاکتورهای تعیین کننده بتوان عملیات گزینش را تسهیل و تسریع کرد (۶ و ۱۸). از این رو،

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

۲. عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Rabiei@guilan.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

تعیین هم‌بستگی بین صفات مختلف، به ویژه عملکرد دانه و اجزای آن و نیز تعیین روابط علیت در بین آنها، امکان انتخاب مناسب‌ترین ترکیب را برای حصول عملکرد بالا، فراهم می‌نماید (۴ و ۵). بنابراین اصلاح برای عملکرد بالا، اصلاح برای ترکیبی از صفات مطلوب محسوب می‌شود (۱۵). بدین منظور و برای گزینش جهت اصلاح ارزش اقتصادی گیاهان، عموماً گزینش‌های هم‌زمانی برای چندین صفت انجام می‌گیرد که به چند روش می‌تواند انجام شود (۹). در روش انتخاب متوالی (Tandem selection)، هر صفت به طور منفرد در نسل‌های متوالی مورد گزینش قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر یک صفت تا حصول سطح مطلوب انتخاب می‌شود و سپس صفت دیگری مورد گزینش قرار می‌گیرد. در روش دوم، برای همه صفات در یک زمان ولی مستقل از هم گزینش انجام می‌شود و برای هر خصوصیت سطح معینی در نظر گرفته می‌شود (سطوح گزینش مستقل) (Independent culling levels) و تمام افراد یا گیاهان فاقد آن سطح، بدون توجه به سایر خصوصیات حذف می‌شوند. با این حال روشی که انتظار می‌رود به سریع‌ترین پیشرفت در افزایش ارزش اقتصادی یک گیاه یا یک جمعیت منجر شود، اعمال گزینش هم‌زمان و توأم برای تمام صفات و یا مهم‌ترین صفات مورد مطالعه است. در این روش که گزینش شاخصی (Index selection) نامیده می‌شود، (با توجه به هم‌بستگی ژنتیکی و فنوتیپی بین صفت‌های مختلف با عملکرد و میزان وراثت‌پذیری آنها) به هر صفت بسته به اهمیت اقتصادی نسبی آن امتیاز یا وزن مناسبی داده می‌شود. صفت‌های منفرد و تشکیل دهنده را باید طوری با یکدیگر در یک گروه امتیازی یا شاخص ترکیب کرد که گزینش بر مبنای شاخص به عنوان یک صفت منفرد، سریع‌ترین افزایش را در ارزش اقتصادی نتیجه دهد (۹ و ۱۴). استفاده از شاخص‌های انتخاب در گیاهان برای اولین بار توسط اسمیت مطرح شد. او از نظرات فیشر که مفهوم تابع تشخیص (Discrimination function) را عنوان کرده بود، استفاده کرد. وی به ارایه یک تابع خطی از ارزش‌های فنوتیپی قابل مشاهده که بتواند بهترین برآورد از ارزش ژنتیکی یک لاین (رگه) را به دست دهد، معتقد بود. شاخص معرفی شده توسط اسمیت که به طور گسترده‌ای نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد نوعی معیار بهینه محسوب می‌شود، زیرا این شاخص به دقت زیادی در برآورد واریانس‌ها و کواریانس‌ها نیاز دارد و در برخی موارد حصول شرایط لازم برای این امر، خصوصاً به علت خطاهای نمونه‌برداری در جوامع مختلف مشکل است. لذا متعاقباً روش‌های پیشرفته‌تری در شاخص‌های انتخاب بیان شده و مورد ارزیابی قرار گرفت (۴ و ۹). شاخص پایه (Base index) که توسط بریم و همکاران پیشنهاد و به وسیله ویلیامز نام‌گذاری شد، نیازی به برآورد معیارهای ژنتیکی ندارد و چون به سادگی قابل حصول و تفسیر است، بر شاخص اسمیت ارجحیت دارد (۱۰ و ۲۹). بررسی‌های کلی در زمینه تئوری و کاربرد شاخص‌های انتخاب توسط لین، بیکر و والش صورت گرفته است (۹، ۱۸ و ۲۸). تالوار استفاده از گزینش شاخصی را برای اصلاح عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن، مورد مطالعه قرار داد و اظهار داشت در برنامه‌های اصلاحی، تأکید روی صفات تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه پر در خوشه در برنج بسیار سودمند می‌تواند باشد (۲۷). قنادها و همکاران با بررسی روابط هم‌بستگی بین عملکرد و اجزای آن در نسل‌های F_2 و F_3 برنج، تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه را برای بهبود عملکرد دانه پیشنهاد نمودند (۷). رحیم سروش و همکاران نیز با انجام تجزیه علیت عملکرد دانه در برنج نشان دادند که تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه دارند و می‌توانند برای افزایش عملکرد دانه مورد گزینش قرار گیرند (۳). در مقابل، کیانوش اظهار داشت که بیشتر تغییرات عملکرد دانه در برنج به وسیله عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و طول دانه توجیه می‌شود و لذا برای اصلاح عملکرد دانه در برنج، گزینش غیر مستقیم بر مبنای این سه صفت را پیشنهاد نمود (۸). گراویس و مک‌نیو برای بهبود و اصلاح عملکرد دانه در برنج از گزینش شاخصی استفاده کردند (۱۷). آنها از اجزای عملکرد از جمله وزن خوشه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

و تعداد خوشه در بوته به عنوان معیارهایی برای انتخاب غیرمستقیم سود جستند. از شاخص‌های گزینشی برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به بلاست در برنج نیز استفاده شده است (۱۹). ربیعی و همکاران بیست شاخص گزینشی مختلف را در یک جمعیت F_2 برای اصلاح شکل دانه در برنج مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که گزینش غیرمستقیم بر مبنای سه صفت طول دانه، عرض دانه و ارتفاع بوته با استفاده از ضرایب علیت آنها به عنوان ارزش‌های اقتصادی بر اساس دو شاخص بهینه و پایه، برای اصلاح شکل دانه مؤثرتر از گزینش مستقیم خواهد بود (۲۱).

هدف از اجرای این تحقیق، تعیین میزان و نوع رابطه ژنتیکی بین صفات کمّی برنج و کاربرد آن در گزینش مناسب‌ترین شاخص‌ها به منظور حصول بیشترین پیشرفت ژنتیکی برای کلیه صفات مورد مطالعه به ویژه عملکرد دانه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و صفات مورد مطالعه

به منظور ارزیابی شاخص‌های انتخاب، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت انجام شد. مواد گیاهی آزمایش شامل نتاج F_1 و F_2 حاصل از تلاقی بین رقم اصلاح شده IR28 به عنوان والد مادری و رقم بومی غریب به عنوان والد پدری بود. علت انتخاب این دو رقم به عنوان والد برای انجام تلاقی این بود که اولاً یک رقم بومی ایرانی و یک رقم اصلاح شده خارجی انتخاب شدند تا ترکیبی از صفات مطلوب هر دو رقم در نتاج حاصل مشاهده گردد، ثانیاً دو رقم IR28 و غریب ترکیب پذیری خوبی در مطالعات قبلی از خود نشان داده بودند و ثالثاً رقم غریب یک رقم بومی بود که توسط کشاورزان منطقه مورد استفاده قرار می‌گرفت. عملیات کاشت، داشت و برداشت مطابق معمول منطقه انجام شد. والدین و جمعیت F_1 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۳ متر کشت و تعداد ۱۰ بوته از هر کرت بعد از حذف اثر حاشیه‌ای به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. در جمعیت F_2 که شامل ۸۷ بوته در حال تفرق بود، کشت به صورت ردیفی به فاصله ۳۰×۳۰ سانتی‌متر انجام شد و صفات مورد نظر به صورت تک بوته مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل تعداد روز از کاشت بذرهای جوانه زده تا رسیدگی کامل (MD)، ارتفاع بوته (PH)، طول خوشه (PL)، طول برگ پرچم (FL)، عرض برگ پرچم (FW)، تعداد خوشه در بوته (PP)، تعداد دانه پر در خوشه (GP)، تعداد کل دانه در خوشه (SP)، وزن صد دانه (GW)، عملکرد دانه در بوته (GY)، عملکرد بیولوژیک (BM)، شاخص برداشت (HI)، طول دانه (GL) و عرض دانه (GB) بودند که بر اساس دستورالعمل استاندارد ارزیابی صفات در برنج (۲۴) ثبت گردیدند.

محاسبات آماری

به منظور ارزیابی فرض نرمال بودن داده‌ها، آزمون چولگی و کشیدگی به کمک نرم افزار آماری MSTATC انجام شد. ماتریس واریانس- کواریانس فنوتیپی همه صفات برای والدین، بوته‌های F_1 و نتاج F_2 برآورد شد. برای به دست آوردن ماتریس واریانس - کواریانس ژنتیکی نتاج F_2، ابتدا ماتریس واریانس - کواریانس محیطی از طریق فرمول $E=(P_1+P_2+F_1)/3$ محاسبه شد که در آن P_1، P_2 و F_1 به ترتیب ماتریس واریانس - کواریانس فنوتیپی والدین و بوته‌های F_1 می‌باشند. سپس ماتریس واریانس- کواریانس ژنتیکی جمعیت F_2 از رابطه $G=P-E$ به دست آمد که در آن P و G به ترتیب ماتریس واریانس - کواریانس فنوتیپی و ژنتیکی جمعیت F_2 می‌باشند. از این ماتریس‌ها برای ارزیابی شاخص‌های گزینشی در جمعیت F_2 استفاده شد (۲۱). وراثت‌پذیری عمومی (Broad sense heritability) صفات و ضریب هم‌بستگی ژنتیکی برای هر جفت از صفات بر اساس روش ارایه شده توسط فالکونر محاسبه شد (۱۴).

به منظور بررسی تأثیر هر یک از صفات مورد نظر روی متغیر تابع و هم‌چنین جهت تعدیل تعداد متغیرهای مستقل، تجزیه رگرسیونی مدل گام به گام (Stepwise regression analysis) انجام

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

شد، که در آن عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع یا وابسته (Y) و ۱۳ صفت مورد مطالعه دیگر به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. در پایان از بین صفات مورد بررسی، ده صفت که بالاترین رابطه را با عملکرد دانه داشتند، انتخاب و به همراه عملکرد دانه در تشکیل شاخص‌های انتخاب به کار گرفته شدند. تفکیک ضرایب هم‌بستگی ژنوتیپی بین این صفات و عملکرد دانه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم جهت تعیین روابط علّی به روش دوی و لو انجام شد(۱۱). از نتایج تجزیه علیت برای برآورد ضرایب اقتصادی به منظور به دست آوردن شاخص‌های انتخاب مناسب جهت بهبود و اصلاح عملکرد استفاده شد (۲۱).

شاخص‌های انتخاب بر اساس صفات وارد شده در تجزیه علیت ژنتیکی، با در نظر گرفتن ارزش‌های فنوتیپی، ژنتیکی و اقتصادی آنها با استفاده از رابطه پایه زیر محاسبه شدند (۹):

$$I=\sum b_i P_i \qquad [۱]$$

که در آن b_i ضریب شاخصی هر صفت (رابطه ۲) و P_i ارزش فنوتیپی هر صفت می‌باشند.

در این مطالعه از دو روش گزینش شاخصی (بهینه (Optimum index) و پایه) استفاده گردید. در شاخص بهینه، بردار b از رابطه زیر محاسبه شد (۲۳):

$$b = P^{-1}Ga \qquad [۲]$$

که در آن b بردار ضرایب شاخصی، P ماتریس واریانس-کواریانس فنوتیپی، G ماتریس واریانس- کواریانس ژنتیکی صفات و a بردار ارزش‌های اقتصادی صفات می‌باشند. در شاخص پایه که توسط بریم ارایه شد، مستقیماً از ارزش‌های اقتصادی صفات برای محاسبه شاخص استفاده گردید و مجموع حاصل‌ضرب انفرادی ارزش اقتصادی در ارزش فنوتیپی صفات هر فرد به عنوان شاخص آن فرد محاسبه شد (۱۰). لذا نیازی به برآورد پارامترهای ژنتیکی نبود و مقادیر عددی هر فرد بر مبنای این شاخص از رابطه زیر محاسبه گردید (۱۰ و ۲۹):

$$I=\sum b_i P_i=\sum a_i P_i \qquad [۳]$$

در این بررسی، برای ارزیابی و مقایسه شاخص‌ها از چهار معیار مختلف استفاده گردید که عبارت بودند از:

۱. ضریب هم‌بستگی (R_{HI}) (Correlation coefficient between genotypic worth and index) بین شاخص (I) و ارزش اصلاحی (H):

$$R_{HI} = \frac{\sigma_{HI}}{\sqrt{\sigma_I^2 \times \sigma_H^2}} = \frac{\sigma_I}{\sigma_H} = \sqrt{\frac{b'Ga}{a'Ga}} \qquad [۴]$$

که در آن σ_I^2، σ_H^2 و σ_{HI} به ترتیب واریانس شاخص، واریانس ارزش اصلاحی و کوواریانس شاخص و ارزش اصلاحی است.

۲. کل بهره مورد انتظار از شاخص برای تمامی صفات (ΔH) (Expected genetic advance for all studied traits):

$$\Delta H = Kr_{HI}\sigma_H \qquad [۵]$$

که در آن، K دیفرانسیل گزینش در واحد استاندارد (Selection differential)، σ_H انحراف معیار ارزش اصلاحی و r_{HI} ضریب هم‌بستگی شاخص و ارزش اصلاحی می‌باشد.

۳. میزان پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای هر صفت بر مبنای شاخص (Δ) (Expected genetic advance for each trait):

$$\Delta = \frac{KGb}{\sqrt{b'Pb}} \qquad [۶]$$

۴. کارایی نسبی گزینش بر اساس شاخص نسبت به گزینش مستقیم برای عملکرد (RE) (Relative efficiency) :

$$RE = \frac{R_I}{R_A} = \frac{r_{G(A)I}}{h_{(A)}} \qquad [۷]$$

که R_I و R_A به ترتیب پاسخ مورد انتظار به گزینش بر اساس شاخص و پاسخ مورد انتظار به گزینش از طریق عملکرد و $h_{(A)}$ جذر وراثت پذیری صفت A (عملکرد) می‌باشد. ضریب هم‌بستگی ژنتیکی عملکرد با شاخص ($r_{G(A)I}$) نیز از رابطهٔ زیر برآورد شد:

$$r_{G(A)I} = \frac{b'g}{\sqrt{\sigma^2_{G(A)} \times b'Pb}} \qquad [۸]$$

که g و $\sigma^2_{G(A)}$ به ترتیب بردار ستونی کوواریانس ژنتیکی صفات با عملکرد و واریانس ژنتیکی عملکرد می‌باشد.

در تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم افزار PATH2 برای محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم ژنتیکی صفات و از نرم‌افزار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

SPSS نسخه ۹ جهت محاسبه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت استفاده شد. برای محاسبه ضرایب هم‌بستگی ژنتیکی، به دست آوردن ماتریس‌ها و تشکیل شاخص‌های گزینشی مختلف از نرم افزار SAS نسخه ۶/۱۲ استفاده گردید.

نتایج و بحث

وراثت‌پذیری صفات

میانگین ارزش‌های فنوتیپی صفات مورد مطالعه برای والدین، بوته‌های F_1 و جمعیت F_2 در جدول ۱ نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود رقم غریب (والد نر) از نظر صفات ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، تعداد دانه پر در خوشه، وزن صد دانه نسبت به رقم IR28 (والد مادری) برتری نسبی داشته و در بقیه صفات مورد بررسی، این برتری در رقم IR28 نسبت به رقم غریب مشاهده شد.

محاسبه وارثت‌پذیری صفات برای نسل F_2 در جدول ۱، نشان داد که صفات وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با مقادیر ۰/۹۹ و عرض برگ پرچم با مقدار ۰/۳۵ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی را در بین صفات داشتند. میزان بالای وراثت‌پذیری در صفات وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نشان می‌دهد که واریانس ژنتیکی در این صفات سهم زیادی از تغییرات فنوتیپی را توجیه می‌نماید. البته باید متذکر شد که میزان وراثت‌پذیری عمومی در اکثر صفات، احتمالاً به دلیل اختلاط اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و افزایش سهم واریانس ژنتیکی در صفات به دلیل یکساله بودن طرح، در حد نسبتاً بالایی برآورد شدند. علاوه بر صفات مذکور، صفت ارتفاع بوته وراثت‌پذیری عمومی تقریباً یکسانی را با عملکرد دانه در بوته (۰/۹۸) نشان داد (جدول ۱). سورک و بیسر بیشترین میزان وراثت‌پذیری را در صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک مشاهده کردند (۲۵). ربیعی و همکاران بیشترین میزان وراثت‌پذیری را برای وزن دانه (۰/۹۷) به دست آوردند که نتایج تحقیق حاضر با نتایج آنها مطابقت داشت (۲۱).

تجزیه علیت

استفاده از روش تجزیه علیت به شناخت روابط علت و معلول بین صفات نیاز دارد. بنابراین ابتدا از رگرسیون گام به گام برای شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه استفاده گردید و سپس برای تعیین میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم هر یک از صفات مورد مطالعه، از روش تجزیه علیت با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه رگرسیون گام به گام روی عملکرد دانه (GY) به عنوان متغیر تابع و سایر صفات موجود در مدل رگرسیون به عنوان متغیرهای مستقل استفاده شد.

به طور کلی نتایج حاصل از تجزیه علیت نشان داد که صفات شاخص برداشت (HI)، عملکرد بیولوژیک (BM) و تعداد دانه پر در خوشه (GP)، حدود ۹۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه کردند و به عنوان متغیرهای علّی ردیف اول عملکرد دانه در مدل تجزیه علیت انتخاب شدند. در مرحله بعد با در نظر گرفتن هر یک از این سه متغیر به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به عنوان متغیرهای مستقل، رگرسیون گام به گام جداگانه‌ای برای هر کدام از متغیرهای فوق انجام شد (جدول ۲).

تجزیه علیت بر اساس هم‌بستگی ژنتیکی برای عملکرد دانه طبق جدول ۲ نشان داد که صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک با آثار مستقیم بالا، هم‌بستگی‌های ژنتیکی مثبت و معنی‌دار و هم‌چنین میزان وراثت‌پذیری بالا می‌توانند به عنوان معیار گزینش جهت اصلاح و بهبود عملکرد دانه در نظر گرفته شوند. از آنجایی که هم‌بستگی بین این دو خصوصیت با عملکرد دانه تقریباً برابر اثرات مستقیم آنها می‌باشد، لذا هم‌بستگی رابطه واقعی را نشان داده و انتخاب مستقیم از طریق این صفات بسیار مؤثر خواهد بود. به عبارت دیگر بالا بودن اثر مستقیم و مقدار هم‌بستگی، رابطه واقعی صفات را با عملکرد نشان می‌دهد. تعداد دانه پر در خوشه، اثر مستقیم مثبت و پایینی بر روی عملکرد دانه در بوته (۰/۱۱۶)، اثر غیرمستقیم مثبت و بالا از طریق شاخص برداشت (۰/۴۶۲) و اثر غیرمستقیم منفی و ناچیز از طریق عملکرد بیولوژیک (۰/۰۲۵-) روی عملکرد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

جدول ۱. میانگین ارزش‌های فنوتیپی والدین، بوته‌های F_1، جمعیت F_2 و وراثت‌پذیری عمومی صفات اندازه‌گیری شده

صفات[۱]	والد نر (غریب) (m ± S.D.)	والد ماده (IR28) (m ± S.D.)	F_1 (m ± S.D.)	F_2 (m ± S.D.)	وراثت پذیری عمومی (h_b^2)
PH	۱۵۴/۱۰ ± ۳/۰۵	۱۰۴/۱۷ ± ۲/۰۶	۱۵۶/۰۰ ± ۲/۶۴	۱۳۵/۸۷ ± ۱۶/۹۲	۰/۹۸
FL	۴۱/۲۲ ± ۵/۰۴	۳۲/۴۷ ± ۳/۹۳	۳۸/۸۳ ± ۰/۷۶	۳۴/۵۴ ± ۶/۴۹	۰/۶۷
FW	۱/۲۷ ± ۰/۱۱	۱/۴۳ ± ۰/۱۵	۱/۳۳ ± ۰/۱۵	۱/۳۲ ± ۰/۱۷	۰/۳۵
PP	۱۶/۶۷ ± ۲/۵۲	۲۲/۳۳ ± ۱/۱۵	۱۹/۳۳ ± ۲/۰۸	۱۵/۵۴ ± ۴/۸۸	۰/۸۳
MD	۱۲۴/۰۰ ± ۱/۰۰	۱۲۵/۳۳ ± ۱/۵۲	۱۳۹/۳۳ ± ۱/۱۵	۱۲۸/۹۲ ± ۳/۸۹	۰/۹۰
GP	۱۱۳/۶۷ ± ۸/۶۲	۸۹/۶۷ ± ۱۳/۰۵	۸۶/۶۷ ± ۹/۵۰	۷۸/۷۲ ± ۳۳/۲۵	۰/۹۰
SP	۱۳۳/۰۰ ± ۶/۵۵	۱۳۵/۶۷ ± ۱۱/۵۰	۱۳۴/۶۷ ± ۶/۱۱	۱۵۱/۸۰ ± ۳۷/۵۳	۰/۹۵
GW	۲/۶۱ ± ۰/۰۲	۲/۴۰ ± ۰/۰۲	۲/۶۷ ± ۰/۰۳	۲/۶۲ ± ۰/۴۰	۰/۹۹
GY	۲۸/۲۸ ± ۱/۱۲	۳۱/۳۹ ± ۱/۴۱	۳۱/۸۲ ± ۱/۵۱	۲۲/۴۸ ± ۱۱/۹۵	۰/۹۸
BM	۶۶/۵۸ ± ۱/۶۰	۶۷/۱۸ ± ۱/۹۷	۶۸/۲۹ ± ۱/۵۵	۷۰/۷۱ ± ۲۴/۸۶	۰/۹۹
HI	۴۲/۴۴ ± ۲/۱۸	۴۶/۷۰ ± ۰/۷۶	۴۶/۵۷ ± ۱/۲۵	۳۲/۴۶ ± ۱۴/۸۳	۰/۹۹

۱. PH : ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، FL: طول برگ پرچم (سانتی‌متر)، FW: عرض برگ پرچم (میلی‌متر)، PP: تعداد خوشه، MD: تعداد روز تا رسیدگی، GP: تعداد دانه پر در خوشه، SP: تعداد کل دانه در خوشه، GW: وزن صد دانه (گرم)، GY: عملکرد دانه در بوته (گرم)، BM: عملکرد بیولوژیک (گرم)، HI: شاخص برداشت (درصد).

دانه در بوته داشت. به طوری که، اثر غیرمستقیم منفی آن تا حدود زیادی توسط اثر غیرمستقیم مثبت و بالای شاخص برداشت خنثی شده و سبب معنی‌دار شدن هم‌بستگی ژنتیکی تعداد دانه پر در خوشه با عملکرد دانه (**۰/۵۵۴) شده است. بنابراین این صفت نیز که از اجزای اصلی عملکرد دانه به شمار می‌آید، می‌تواند برای افزایش و اصلاح عملکرد دانه مفید باشد.

اله قلی پور و همکاران هم‌بستگی‌های فنوتیپی بین عملکرد دانه و صفات زراعی مهم برنج را با روش تجزیه علیت به اثرات مستقیم و غیر مستقیم تفکیک نمودند و به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانه در برنج عمدتاً تحت تأثیر تعداد دانه در خوشه قرار دارد(۲). قنادها و همکاران نیز با بررسی روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در نسل‌های F_2 و F_3 حاصل از سه تلاقی مختلف در برنج نشان دادند که تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه پر در خوشه بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه دارند (۷). در مقابل، کیانوش نتایج بسیار مشابه با این تحقیق به دست آورد و اظهار داشت که بیشتر تغییرات عملکرد دانه در برنج به وسیله عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و طول دانه توجیه می‌شود (۸). رحیم سروش و همکاران نیز با انجام تجزیه علیت عملکرد دانه در برنج نشان دادند که تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه اثر مستقیم بالایی بر عملکرد دانه دارند (۳). گانسان و همکاران با بررسی اجزای عملکرد بر اساس ۳ ترکیب تلاقی برنج شامل یک رقم ایندیکا و سه رقم نیمه پاکوتاه در نسل‌های F_2 و F_3 منتج از آنها، به نتایج کاملاً یکسانی با تحقیق حاضر دست یافتند و اظهار داشتند که عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در تمام تلاقی‌ها اثرات مستقیم مثبت و بالایی را بر عملکرد دانه داشتند (۱۶). ساراوجی و همکاران براساس نتایج تجزیه علیت، انتخاب مستقیم را بر مبنای صفات تعداد دانه پر در خوشه و شاخص برداشت، برای افزایش عملکرد دانه مفید دانستند (۲۲). پادماواتی و همکاران با مطالعه روی ۲۳ ژنوتیپ، گزارش کردند که تعداد خوشه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

جدول ۲. میزان آثار مستقیم (به صورت زیر خطدار) و آثار غیرمستقیم متغیرهای علت ردیف اول و دوم عملکرد دانه در مدل تجزیه علیت نسل F_2 بر اساس ضریب هم‌بستگی ژنتیکی

صفات[1]	آثار مستقیم و غیرمستقیم روی عملکرد دانه (GY)			آثار مستقیم و غیرمستقیم روی عملکرد بیولوژیک (BM)				آثار مستقیم و غیرمستقیم روی شاخص برداشت (HI)			آثار مستقیم و غیرمستقیم روی تعداد دانه در خوشه (GP)			هم‌بستگی ژنتیکی صفات با عملکرد دانه
	BM	HI	GP	PP	PH	GW	MD	MD	FL	FW	MD	FL	SP	
BM	۰/۶۵۶	−۰/۱۰۰	−۰/۰۰۵											r=۰/۵۵۲**
HI	−۰/۰۹۰	۰/۷۲۷	۰/۰۷۴											r=۰/۷۱۲**
GP	−۰/۰۲۵	۰/۴۶۲	۰/۱۱۶											r=۰/۵۵۴**
PP				۰/۷۳۲	−۰/۰۰۲	۰/۰۳۶	−۰/۰۶۲							r=۰/۵۳۶**
PH				−۰/۰۰۳	۰/۴۱۲	−۰/۰۰۸	۰/۰۴۷							r=۰/۱۵۹ns
GW				۰/۱۸۱	−۰/۰۲۲	۰/۱۴۶	−۰/۱۰۰							r=۰/۳۰۸**
MD				−۰/۱۶۹	۰/۰۷۳	−۰/۰۵۵	۰/۲۶۵	−۰/۵۵۲	۰/۰۰۹	−۰/۱۱۴	−۰/۳۹۱	۰/۰۱۱	−/۰۰۵۰	r=−۰/۴۸۳**
FL								−۰/۰۲۳	۰/۲۳۲	۰/۰۹۵	−۰/۰۱۷	۰/۲۷۴	۰/۱۵۵	r=۰/۲۲۰*
FW								−۰/۲۶۸	−۰/۰۹۶	−۰/۲۳۵				r=−۰/۳۳۰**
SP											۰/۰۰۷	۰/۱۷۱	۰/۲۴۸	r=۰/۱۲۷ns

۱. صفات مورد مطالعه در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

پر در خوشه اثر مستقیم مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (۲۰). به اعتقاد سورک و بیسر صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از جمله صفات بسیار مهم و مؤثر در جهت افزایش و بهبود عملکرد دانه می‌باشند (۲۵).

شاخص‌های انتخاب

در این بررسی پنج شاخص گزینشی مختلف بر اساس دو روش بهینه و پایه با پنج ترکیب مختلف از صفات مورد بررسی به همراه ارزش‌های اقتصادی آنها محاسبه شد (جدول‌های ۳، ۴ و ۵).

شاخص اول، بر مبنای صفات ردیف اول حاصل از تجزیه علیت ژنتیکی عملکرد دانه محاسبه شد. این صفات دارای اثرات مستقیم و یا اثرات غیرمستقیم بالا بر روی عملکرد دانه بودند و لذا به عنوان مؤثرترین صفات جهت افزایش و اصلاح عملکرد دانه در نظر گرفته شدند. در این شاخص برای صفات ردیف اول، ارزش اقتصادی یکسان و مساوی یک و برای دیگر صفات وارد شده در مدل، ارزش صفر در نظر گرفته شد (جدول ۳). ارزیابی معیارهای مختلف برای این شاخص نشان داد که در هر دو شاخص بهینه (جدول ۴) و پایه (جدول ۵)، هم‌بستگی بین شاخص و ارزش اصلاحی (R_{HI})، پیشرفت ژنتیکی کل (ΔH) و سودمندی نسبی شاخص (RE) در حد بالایی به دست آمد. پیشرفت ژنتیکی به دست آمده برای هر یک از صفات مورد مطالعه در حد مطلوب، اما برای صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه پر در خوشه پیشرفت زیادی در جهت افزایش آنها به دست آمد که شاید غیرمنطقی باشد.

در شاخص دوم، ضرایب اقتصادی بر مبنای اهمیت صفات ردیف اول و دوم حاصل از تجزیه علیت ژنتیکی عملکرد دانه در نظر گرفته شدند. به این صورت که برای صفات ردیف اول که اهمیت بیشتری در افزایش عملکرد دانه داشتند، ضریب یک و برای صفات ردیف دوم ارزش ۰/۵ منظور شد. اما با توجه به پیشرفت زیاد به دست آمده برای ارتفاع بوته در شاخص قبلی، ارزش اقتصادی ۰/۵- در نظر گرفته شد (جدول ۳). در این شاخص بیشترین پیشرفت ژنتیکی کل از طریق وارد کردن اطلاعات حاصل از تمام صفات وارد شده در مدل تجزیه علیت عملکرد دانه به چرخه انتخاب حاصل شد. سودمندی نسبی این شاخص در مقایسه با شاخص‌های دیگر در هر دو شاخص بهینه (جدول ۴) و پایه (جدول ۵) در حد پایینی بود چرا که در بین شاخص‌ها، پیشرفت ژنتیکی کمی را برای صفت عملکرد دانه نشان داد. در این شاخص نیز برای صفت تعداد دانه پر در خوشه، پیشرفت ژنتیکی زیادی در جهت افزایش آن به دست آمد که از این نظر نامطلوب بود. هم‌چنین در صورت استفاده از این شاخص، به دلیل وارد شدن تمام صفات به چرخه انتخاب، اندازه‌گیری آنها ضروری بوده و این امر مستلزم صرف زمان و هزینه است که از نظر اصلاحی دارای ارزش اقتصادی نمی‌باشد. لذا با مقایسه این دو شاخص می‌توان دریافت که افزایش تعداد صفات در شاخص دلیلی بر افزایش سودمندی نسبی شاخص مورد نظر نمی‌باشد، بلکه آنچه در سودمندی نسبی شاخص می‌تواند مؤثر باشد اهمیت صفات وارد شده به شاخص است.

وراثت‌پذیری از جمله خصوصیات مهم اصلاحی به شمار می‌آید و شاخص به دست آمده بر مبنای آن، از دیدگاه اصلاحی ارزش بسیاری داشته و مؤثر خواهد بود. لذا در شاخص سوم وراثت‌پذیری صفات به عنوان ارزش اقتصادی در نظر گرفته شد. به این صورت که میزان وراثت‌پذیری صفات ردیف اول حاصل از تجزیه علیت ژنتیکی عملکرد دانه، به عنوان ارزش اقتصادی آنها و برای دیگر صفات وارد شده در مدل، ارزش صفر اما برای ارتفاع بوته ارزش اقتصادی ۰/۵- در نظر گرفته شد (جدول ۳). در این شاخص هم‌بستگی بین شاخص و ارزش اصلاحی، پیشرفت ژنتیکی کل و سودمندی نسبی در هر دو روش بهینه (جدول ۴) و پایه (جدول ۵) در حد مطلوبی به دست آمد. پیشرفت ژنتیکی برای تمام صفات و هم‌چنین عملکرد دانه در حد بسیار مطلوب، اما برای تعداد دانه پر در خوشه پیشرفت ژنتیکی زیاد و غیرمنطقی بود.

در شاخص چهارم، اثرات مستقیم ژنتیکی صفات ردیف اول حاصل از تجزیه علیت ژنتیکی عملکرد دانه به عنوان ارزش‌های اقتصادی این صفات در نظر گرفته شدند. برای صفات ردیف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

جدول ۳. ارزش‌های اقتصادی نسبی صفات مورد استفاده در ایجاد شاخص‌های گزینشی

شاخص	ارزش‌های اقتصادی نسبی صفات برای شاخص‌های گزینشی مختلف										
	PH	FL	FW	PP	MD	GP	SP	GW	GY	BM	HI
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱
۲	−۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۵	۱	۱	۱
۳	−۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰/۹	۰	۰	۱	۰/۹۹	۰/۹۹
۴	−۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱۶	۰	۰	۱	۰/۶۵۶	۰/۷۲۷
۵	−۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱۶	۰	۰	۰	۰/۶۵۶	۰/۷۲۷

جدول ۴. برآورد معیارهای Δ، R_{HI}، ΔH و RE در شاخص‌های بهینه. شدت انتخاب ۱۰ درصد (k=۱/۷۶) در نظر گرفته شده است.

شاخص[۱]	پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای هر صفت در هر شاخص (Δ)													
	PH	FL	FW	PP	MD	GP	SP	GW	GY	BM	HI	R_{HI}	ΔH	RE
۱	۵/۸۱	۲/۶۵	−۰/۰۶	۲/۹۴	−۲/۶۹	۴۳/۰۷	۱۹/۵۶	۰/۱۵	۱۹/۱۵	۲۱/۲۰	۱۷/۷۵	۰/۹۹	۱۰۱/۱۷	۰/۹۳
۲	۳/۰۷	۴/۲۶	−۰/۰۴	۲/۵۳	−۲/۳۶	۴۴/۲۷	۳۴/۲۸	۰/۰۹	۱۷/۴۱	۱۸/۷۳	۱۶/۳۱	۰/۹۸	۱۱۴/۵۷	۰/۸۴
۳	۱/۵۶	۲/۶۵	−۰/۰۶	۳/۱۹	−۲/۹۰	۴۲/۶۶	۱۷/۳۹	۰/۱۶	۱۹/۲۲	۱۹/۵۵	۱۸/۶۱	۰/۹۹	۹۴/۶۲	۰/۹۳
۴	−۰/۸۳	۱/۶۳	−۰/۰۴	۴/۷۳	−۲/۸۷	۲۸/۹۶	۷/۲۸	۰/۲۲	۲۰/۰۰	۲۵/۱۲	۱۷/۵۸	۰/۹۹	۵۳/۰۴	۰/۹۷
۵	−۴/۱۲	۱/۴۷	−۰/۰۳	۴/۹۶	−۲/۶۵	۲۷/۱۶	۷/۱۴	۰/۲۲	۱۸/۸۲	۲۴/۹۰	۱۶/۴۲	۰/۹۹	۳۳/۴۹	۰/۹۱

۱. شاخص‌های فوق بر مبنای ضرایب اقتصادی موجود در جدول ۳ محاسبه شده‌اند.

جدول ۵ . برآورد معیارهای Δ، R_{HI}، ΔH و RE در شاخص‌های پایه شدت انتخاب ۱۰ درصد (k=۱/۷۶) در نظر گرفته شده است.

شاخص[۱]	پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای هر صفت در هر شاخص (Δ)													
	PH	FL	FW	PP	MD	GP	SP	GW	GY	BM	HI	R_{HI}	ΔH	RE
۱	۵/۶۹	۲/۸۵	−۰/۰۶	۳/۱۱	−۲/۷۰	۴۳/۶۰	۲۰/۴۱	۰/۱۵	۱۸/۸۰	۲۰/۷۲	۱۷/۴۵	۰/۹۸	۱۰۰/۵۸	۰/۹۱
۲	۳/۰۱	۴/۴۶	−۰/۰۴	۲/۷۵	−۲/۳۹	۴۴/۳۸	۳۴/۸۰	۰/۰۹	۱۶/۹۴	۱۸/۱۴	۱۵/۸۹	۰/۹۷	۱۱۳/۶۸	۰/۸۲
۳	۱/۵۶	۲/۸۵	−۰/۰۶	۳/۳۳	−۲/۹۲	۴۳/۳۲	۱۸/۳۴	۰/۱۶	۱۸/۹۱	۱۹/۱۶	۱۸/۳۳	۰/۹۸	۹۴/۲۳	۰/۹۲
۴	−۰/۷۰	۱/۸۷	−۰/۰۴	۴/۷۹	−۲/۹۲	۲۹/۵۱	۸/۲۷	۰/۲۲	۱۹/۸۶	۲۴/۹۱	۱۷/۴۶	۰/۹۹	۵۲/۶۷	۰/۹۶
۵	−۳/۹۹	۱/۷۰	−۰/۰۳	۵/۰۱	−۲/۷۱	۲۷/۸۷	۸/۱۰	۰/۲۲	۱۸/۶۹	۲۴/۶۸	۱۶/۳۲	۰/۹۹	۳۳/۲۸	۰/۹۱

۱. شاخص‌های فوق بر مبنای ضرایب اقتصادی موجود در جدول ۳ محاسبه شده‌اند.

دوم ارزش صفر، اما برای ارتفاع بوته ارزش اقتصادی ۰/۵- در نظر گرفته شد (جدول ۳). در این شاخص، در هر دو روش بهینه (جدول ۴) و پایه (جدول ۵) بیشترین سودمندی نسبی در مقایسه با دیگر شاخص‌ها به دست آمد و بیشترین پیشرفت را برای عملکرد دانه نشان داد. هم‌بستگی این شاخص با ارزش اصلاحی (درجه دقت شاخص)، هم‌چنین پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای هر یک از صفات در حد بسیار مطلوبی بود؛ به ویژه از نظر تعداد دانه پر در خوشه، هم‌چنین ارتفاع بوته برتری محسوسی نسبت به شاخص‌های قبلی داشت که در مجموع این شاخص را نسبت به شاخص‌های قبلی برتر می‌نمود. لذا استفاده از این شاخص با داشتن حداقل صفات با ارزش در معادله شاخصی جهت اصلاح و افزایش عملکرد دانه پیشنهاد می‌شود.

در شاخص پنجم، ارزش‌های اقتصادی در نظر گرفته شده همانند شاخص چهارم بود، با این تفاوت که در شاخص پنجم برای عملکرد دانه ارزش اقتصادی صفر در نظر گرفته شد؛ با این هدف که برای افزایش و اصلاح عملکرد دانه نیازی به اندازه‌گیری خود عملکرد نباشد. با توجه به چهار معیار مقایسه‌ای ارزیابی شده در هر دو روش بهینه (جدول ۴) و پایه (جدول ۵)، این شاخص از نظر درجه دقت شاخص و سودمندی نسبی و هم‌چنین از نظر پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای عملکرد دانه و دیگر صفات مورد بررسی در حد مطلوبی بود. اما برای ارتفاع بوته پیشرفت ژنتیکی زیادی در جهت کاهش آن به دست آمد که از این نظر، شاخص مورد نظر را نامطلوب می‌نمود.

در کل با مقایسه شاخص‌ها با یکدیگر، شاخص‌های چهارم و سوم به ترتیب می‌توانند به عنوان شاخص‌های برتر برای اصلاح عملکرد دانه معرفی گردند.

ربیعی و همکاران در مطالعات خود روی ۲۹۴ بوته F_2 برنج به حصول نتایج مشابه اشاره نموده و بیان داشتند که در صورت ورود صفات ردیف اول مدل تجزیه علیت در شاخص می‌توانند به‌نژادگر را در صورت استفاده از این شاخص در جهت اصلاح و بهبود عملکرد با بازدهی بالا سوق دهند (۲۱).

با نگاهی اجمالی به شاخص‌های بهینه (جدول ۴) و مقایسه آنها با شاخص‌های پایه (جدول ۵) می‌توان دریافت که در کل، ضریب هم‌بستگی شاخص و ارزش اصلاحی (درجه دقت) و میزان پیشرفت ژنتیکی مجتمع صفات در شاخص‌های پایه کمتر از شاخص‌های بهینه ولی میزان پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای تمام صفات در هر دو شاخص نزدیک به هم بود. باید متذکر شد که در شاخص بهینه، تمام صفات مورد بررسی وارد معادله شاخص شده و اهمیت هر یک از آنها با ضریبی به نام ضریب شاخصی مشخص می‌گردد. اما در شاخص پایه، به این دلیل که اهمیت ارزش فنوتیپی هر یک از صفات مورد مطالعه مستقیماً با بردار ارزش‌های اقتصادی تعیین می‌شود، به این ترتیب صفاتی با ارزش اقتصادی صفر در معادله شاخص وارد نخواهند شد. به علاوه چون در این شاخص نیازی به برآورد پارامترهای ژنتیکی نیست و از طرف دیگر نتایج حاصل از آن نیز به سادگی قابل حصول و تفسیر است، بنابراین از این نظر بر شاخص بهینه ارجحیت دارد.

به طور کلی مقایسه انواع شاخص‌های انتخاب فقط از طریق کاربرد عملی آنها امکان‌پذیر است و مقایسه آنها از طریق معیارهایی که محاسبه گردید، تنها جنبه نظری و تئوریک داشته و این معیار تنها مقادیر مورد انتظار را برآورد می‌کنند. بر این اساس کاربرد عملی شاخص‌های به دست آمده توصیه می‌شود. اما بر اساس یک قضاوت ظاهری و استنتاج کلی و با توجه به معیارهایی که برآورد شدند، می‌توان گفت که، به ترتیب شاخص‌های چهارم و سوم محاسبه شده به روش بهینه یا پایه به عنوان برترین شاخص‌ها برای افزایش و اصلاح عملکرد دانه در بوته و سایر صفات مهم زراعی معرفی می‌شوند. به علاوه با توجه به نتایج تقریباً مشابه حاصل از شاخص‌های بهینه و پایه و سهولت تهیه شاخص‌های پایه، استفاده از یکی از شاخص‌های پایه چهارم و سوم (جدول ۵) برای اصلاح عملکرد دانه برنج توصیه می‌گردد. ربیعی و همکاران نیز در مطالعات خود، به حصول نتایج مشابه از شاخص‌های بهینه و پایه اشاره نموده و شاخص‌های پایه را به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

دلیل سهولت استفاده و تفسیر، در گزینش گیاهان در نسل‌های در حال تفرق برنج توصیه نمودند. در مطالعه ایگل و فرای روی یولاف، اتا و اپن‌شاو و هم‌چنین سوانتارادون و همکاران روی ذرت نیز شاخص پایه بریم به عنوان شاخص برتر از لحاظ سادگی محاسبه، معرفی شد (۱۲، ۱۳ و ۲۶).

سپاسگزاری

تحقیق حاضر در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (RRII) در رشت انجام شد. بدین وسیله از مدیریت و کلیه همکاران بخش اصلاح بذر آن مؤسسه و نیز از قطب علمی برنج کشور تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. ارزانی، ا. ۱۳۸۰. *اصلاح گیاهان زراعی (ترجمه)*. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. اله قلی پور، م.، ح. زینالی و م.ع. رستمی. ۱۳۷۷. مطالعه هم‌بستگی بین برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت در برنج. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۹(۳): ۶۲۷-۶۳۸.

۳. رحیم سروش، ح.، م. مصباح و ع. حسین زاده. ۱۳۸۳. مطالعه روابط میان عملکرد و اجزای عملکرد در برنج. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۵(۴) : ۹۸۳-۹۹۳.

۴. رضایی، ع. ۱۳۷۳. شاخص‌های انتخاب در اصلاح نباتات. مجموعه مقالات کلیدی سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تبریز، ۱۲ تا ۱۷ شهریور ۱۳۷۳، صفحه ۱۳۴-۱۰۵.

۵. فتحی، ق.، ک. رضایی مقدم و س. سیادت. ۱۳۷۹. تجزیه علیت عملکرد دو رقم برنج تحت تأثیر تقسیط کود نیتروژن. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۱(۴) : ۷۵۳-۷۶۶.

۶. فولاد، م. ر. و ر. اجونز. ۱۳۷۲. استفاده از مارکرهای مولکولی در اصلاح نباتات. مجموعه مقالات کلیدی اولین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران (کرج)، ۱۵ تا ۱۸ شهریور ۱۳۷۲.

۷. قنادها، م.، س. بختیاری و غ. کیانوش. ۱۳۷۷. بررسی روابط فیمابین اجزای عملکرد و عملکرد در برنج و تعیین وراثت پذیری این صفات. چکیده مقالات پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.

۸. کیانوش، غ. ۱۳۷۹. بررسی تنوع ژنتیکی، وراثت پذیری و هم‌بستگی برخی از صفات مهم زراعی در ارتباط با عملکرد دانه در برنج. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر.

9. Baker, R. J. 1986. Selection Indices in Plant Breeding. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
10. Brim, C. A., H. W. Johnson and C. C. Cockerham. 1959. Multiple selection criteria in soybeans. Agron. J. 51: 42-46.
11. Dewy, D. R. and K. H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components crested wheat grass seed production. Agron. J. 51: 515-518.
12. Eagles, H. A. and K. J. Frey. 1974. Expected and actual gains in economic value of oat lines from five selection methods. Crop Sci. 14: 861-864.
13. Eta-Ndu, J. T. and S. J. Openshaw. 1992. Selection criteria for grain yield and moisture in maize yield traits. Crop Sci. 32: 332-335.
14. Falconer, D. S. 1989. Introduction to Guantitative Genetics. 3ed Ed., Longman Scientific and Technical, New York.
15. Fehr, W. R. 1996. Principles of cultivar development. Vol 1. Mc Graw Hill Inc., New York.
16. Ganesan, K., M. Subramanian, W. W. Manuel and T. Sundaram. 1996. Correlation and path coefficient analysis in F_2 and F_3 generation of rice. Madras Agric. J. 83: 767-770.
17. Gravois, K. A. and R. W. McNew. 1993. Genetic relationship among and selection for rice yield and yield component. Crop Sci. 33: 249-252.
18. Lin, C. Y. 1978. Index selection for genetic improvement of quantitative character. Theor. Appl. Genet. 52: 49-56.
19. Mukherjee, A. K., B. K. Mohapatra and P. Nayak. 1996. The use of selection indices for identification of slow-blasting rice genotypes. Int. J. Trop. Plant Dis. 14: 179-187.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]

20. Padmavathi, N., M. Mahadevappa and O. U. K. Reddy. 1996. Association of various yield components in rice (*Oryza sativa* L.). Crop Res. Hisar 12: 353-357.
21. Rabiei, B., M. Valizadeh, B. Ghareyazie and M. Moghadam. 2004. Evaluation of selection indices for improving rice grain shape. Field Crops Res. 89: 359-367.
22. Sarawgi, A. K., N. K. Rastogi and D. K. Soni. 1997. Correlation and path analysis in rice accessions from Madhya Pradesh. Field Crops Res. 52: 161-167.
23. Smith, H. F. 1936. A discriminant function for plant selection. Ann. Eugen. 7: 240-250.
24. Standard Evaluation System for Rice (SES). 1996. International Rice Research Institute. Manila, Philippines.
25. Surek, H. and N. Beser. 2003. Correlation and path coefficient analysis for yield-related traits in rice (*Oryza sativa* L.) under Thrace conditions. Turk. J. Agric. 27: 77-83.
26. Suwantaradon, K., S. A. Eberhart, J. J. Mock, J. C. Owens and W. D. Guthrie. 1975. Index selection for several agronomic traits in the BSSS2 maize population. Crop Sci. 15: 827-833.
27. Talwar, S. N. 1976. Selection index for grain yield and its contributing in parietal collection of rice. Indian Agric. J. 20: 35-37.
28. Walsh, B. and M. Lynch. 2000. Theory of index selection. Draft version 4.
29. Williams, J. S. 1962. The evaluation of a selection index. Biometrics 18: 375-393.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.42.4.3]