

## انتخاب برای بهبود عملکرد با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره در برنج

حسین صبوری<sup>\*۱</sup> - قاسم محمدی نژاد<sup>۲</sup> - مریم فضلعلی پور<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۲

### چکیده

این تحقیق به منظور ارائه شاخص‌هایی برای انتخاب با استفاده از وراثت پذیری و همبستگی صفات موثر بر عملکرد دانه و استفاده از تئوری‌های رگرسیون چند متغیره اجرا شد. برای این منظور ۲۶۵ خانواده F<sub>3</sub> برنج به همراه والدین و نسل F<sub>1</sub> از تلاقی غریب × خزر در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی گنبد کشت شدند. تعداد روز تا رسیدگی با وراثت پذیری ۰/۹۷، بیشترین و طول برگ پرچم و تعداد خوشه با وراثت پذیری ۰/۶۶، کمترین میزان وراثت پذیری را در بین صفات داشتند. ضرایب همبستگی فنوتیپی بین عملکرد بوته با عرض برگ پرچم (\*\*۰/۲۵۶)، ارتفاع بوته (\*\*۰/۱۹۳)، تعداد خوشه (\*\*۰/۷۳۴) و زیست توده (\*\*۰/۸۲۸) مثبت و معنی دار بود. زیست توده، تعداد روز تا گلدهی و ارتفاع بوته، حدود ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه کردند و به‌عنوان متغیرهای ردیف اول عملکرد دانه در مدل تجزیه علی انتخاب شدند. برای بدست آوردن بهترین شاخص‌های گزینشی، بردارهای مختلفی از ارزش‌های اقتصادی صفات از جمله ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی، اثرات مستقیم فنوتیپی و ژنتیکی هر یک از صفات مورد مطالعه در تجزیه علیت عملکرد دانه و وراثت پذیری صفات در ترکیب‌های مختلفی از آن‌ها در حالت حضور و عدم حضور عملکرد در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد افزایش تعداد صفات مورد بررسی دلیلی بر افزایش و برتری معیارهای مقایسه و سودمندی نسبی نخواهد بود. شاخص‌ها نشان دادند که عملکرد و همبستگی ژنتیکی معنی دار صفات با عملکرد دانه مهمترین اجزای کارایی یک شاخص می‌باشند. وراثت پذیری بالا در مرتبه‌های بعدی قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت، شاخص‌های گزینشی، رگرسیون مرحله‌ای، وراثت پذیری

### مقدمه

صفات جهت اصلاح عملکرد به دست آورد. از جمله این روش‌ها می‌توان به تعریف شاخص‌های انتخاب اشاره کرد. اسمیت (۲۲) برای اولین بار از تابع تشخیص برای تعریف شاخص‌های انتخاب در گیاهان استفاده کرد. هیزل (۱۱) مدل انتخاب همزمان را با استفاده از روش تجزیه رگرسیون چند متغیره گسترش داد. هدف شاخص انتخاب این است که بتواند ارزش ژنتیکی واقعی یا ارزش ارثی را با استفاده از یک ترکیب خطی از ارزش‌های فنوتیپی برآورد نماید (۲). از مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب می‌توان به شاخص پایه اشاره نمود. شاخص پایه توسط بریم (۴) پیشنهاد و به وسیله ویلیامز (۲۸ و ۲۹) گسترش یافت. در این روش، شاخصی برای هر یک از افراد با استفاده از مقادیر فنوتیپی مشاهده شده برای آن صفت و با اختصاص دادن ارزش‌های اقتصادی مربوط به هر صفت به‌عنوان ضرایب شاخصی محاسبه می‌شود. از شاخص‌های انتخاب برای مطالعه روابط بین صفات و میزان بهره ناشی از انتخاب در گیاهان مختلف استفاده شده است (۷، ۱۵، ۲۲، ۲۴ و ۲۵). سورک و همکاران (۲۴) گزارش نمودند که همبستگی عملکرد دانه با صفات تعداد خوشه در بوته، وزن هزار دانه،

یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها در برنامه‌های اصلاحی، انتخاب است. انتخاب در جمعیت‌های بومی، هموزیگوت ناخالص و جمعیت‌های در حال تفرق اصلاحی صورت می‌گیرد. از آنجا که یکی از اهداف مهم در برنامه‌های اصلاحی، به دست آوردن محصول زیاد است و از طرفی معمولاً وراثت پذیری عملکرد پایین می‌باشد؛ به این دلیل، انتخاب مستقیم برای عملکرد چندان مؤثر نبوده و لذا برای اصلاح این صفت بهتر است از انتخاب غیرمستقیم استفاده شود. با استفاده از برخی روش‌های آماری می‌توان اطلاعات لازم را برای انتخاب غیر مستقیم

۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

(\*)- نویسنده مسئول: (Email: [saboriho@yahoo.com](mailto:saboriho@yahoo.com))

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه گیلان

مناسب جهت اصلاح جمعیت دست یافت. صبوری و همکاران (۱۹) نشان دادند که آثار مستقیم فنوتیپی و ژنوتیپی وزن دانه، تعداد خوشه و طول خوشه می‌توانند معیارهای کارایی در معرفی شاخص‌های گزینشی برای انتخاب غیر مستقیم باشند. رقم غریب یکی از ارقام زودرس و با کیفیت خوب و رقم خزر یکی از ارقام دیررس و با کیفیت نسبتاً خوب می‌باشد. پس از تلاقی ارقام فوق و تهیه جمعیت  $F_3$ ، آزمایش حاضر با هدف انتخاب لاین‌های برتر ناشی از تلاقی ارقام غریب × خزر در برنج با استفاده از شاخص‌های گزینشی بهینه و پایه اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس اجرا شد. برای اجرای این آزمایش دو رقم غریب و خزر در موسسه تحقیقات برنج کشور تلاقی داده شدند و در این تلاقی رقم غریب به‌عنوان والد پدری و رقم خزر به‌عنوان والد مادری در نظر گرفته شدند. جمعیت‌های  $F_2$  و لاین‌های  $F_3$  (۲۶۵ لاین) از خودباروری گیاهان نسل قبل تولید شده و به همراه والدین مربوطه در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات مورد بررسی در این آزمایش مشتمل بر ۱۰ صفت بود که براساس دستورالعمل استاندارد ارزیابی صفات (۲۶)، به شرح زیر اندازه‌گیری و ثبت گردیدند.

ارتفاع بوته: از محل یقه در سطح خاک تا انتهای خوشه مرکزی بدون در نظر گرفتن ریشک بر حسب سانتی متر و در مرحله رسیدن دانه، طول خوشه: از گره خوشه تا نوک آن برحسب سانتی متر و در مرحله خمیری، طول برگ پرچم: طول برگ پرچم برحسب سانتی متر و در مرحله ظهور خوشه، عرض برگ پرچم: عرض پهن ترین قسمت برگ پرچم برحسب سانتی متر و در مرحله ظهور خوشه، تعداد خوشه: تعداد خوشه در هر کپه بعد از گلدهی کامل، عملکرد بیولوژیک: وزن کل بوته غیر از ریشه برحسب گرم، عملکرد دانه در واحد بوته: عملکرد شلتوک در واحد بوته برحسب گرم با رطوبت ۱۴ درصد، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی: به ترتیب فاصله زمان بذریابی تا گلدهی و رسیدگی.

به منظور ارزیابی کلیه صفات کمی در والدین و جمعیت  $F_1$ ، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت بعد از حذف اثر حاشیه‌ای به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی‌ها به صورت تک بوته انجام شد.

وراثت پذیری عمومی صفات از تقسیم واریانس ژنتیکی بر فنوتیپی صفات بدست آمد. ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی برای

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مثبت و معنی دار است. نتایج حاصل از تجزیه علیت آن‌ها نشان داد که عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن هزار دانه به ترتیب بیشترین اثرات مستقیم را بر عملکرد دانه دارند. آن‌ها این خصوصیات را در انتخاب برای عملکرد بالاتر مورد تأکید قرار دادند. اسمیت (۲۲) در گندم نان نشان داد که با استفاده از یک شاخص بر مبنای عملکرد، اجزای عملکرد و وزن کاه می‌توان به پاسخ بیشتری نسبت به انتخاب مستقیم بر مبنای عملکرد دست یافت. گائر و همکاران (۷) در ارزیابی ۶۷ رقم دورگ سیب زمینی دریافتند که پاسخ شاخصی متشکل از عملکرد غده، تعداد غده در هر گیاه و میانگین وزن غده نسبت به انتخاب مستقیم تنها برای عملکرد غده است. سوان تارادوان و همکاران (۲۵) برای بهبود توأم هفت صفت در لاین‌های  $S_1$  ذرت، انواع شاخص‌های انتخاب از قبیل شاخص انتخاب بهینه، شاخص انتخاب پایه و شاخص تغییر یافته پسک و بیکر را مورد مقایسه قرار دادند. آن‌ها دریافتند که شاخص بهینه و پایه نتایج مشابهی داشته و چنین نتیجه گرفتند که به دلیل سهولت استفاده از شاخص پایه، در صورتی که ارزش‌های اقتصادی دقیقاً مشخص باشند، استفاده از این شاخص ترجیح داده می‌شود، اما زمانی که ارزش‌های اقتصادی نامشخص باشند استفاده از شاخص تغییر یافته پسک و بیکر پیشنهاد می‌شود. در تحقیقی که گبره و لورتر (۸) روی گندم انجام دادند شاخص‌های مختلفی از قبیل شاخص اسمیت - هیزل، شاخص بدون وزن و شاخص پیشرفت مطلوب می‌توانند به منظور پیشرفت توأم عملکرد دانه و کیفیت پروتئین به کار روند. منیری فر و همکاران (۱۲) کارایی انتخاب بر مبنای شاخص‌های گزینشی را در یونجه مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که انتخاب بر مبنای شاخصی که در آن ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه و تعداد ساقه‌های گیاه استفاده شده باشد نسبت به انتخاب بر اساس عملکرد، ۲۸۰ درصد برتری دارد. ربیعی و همکاران (۱۵) بیست شاخص گزینشی مختلف را 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 به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی و براساس دو شاخص بهینه و پایه، برای اصلاح شکل دانه مؤثرتر از گزینش مستقیم خواهد بود. آن‌ها همچنین شاخص‌های بهینه و پایه را مورد مقایسه قرار دادند و استفاده از شاخص پایه را به دلیل سادگی ساختار و سهولت محاسباتی توصیه نمودند. فضلعلی پور و همکاران (۱) با برآورد پنج شاخص گزینشی مختلف بر اساس دو شاخص بهینه و پایه نشان دادند 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 وراثت پذیری آن‌ها به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی، می‌توان به شاخص‌های برتر و

$$r_{G(A)I} = \frac{\sigma_{G(A)I}}{\sqrt{\sigma_{G(A)}^2 \times \sigma_I^2}} = \frac{b'g}{\sqrt{\sigma_{G(A)}^2 \times b'Pb}}$$

(۲)، که در این رابطه  $g$  بردار ستونی کواریانس ژنتیکی عملکرد با سایر صفات مورد مطالعه و  $\sigma_{G(A)}^2$  واریانس ژنتیکی صفت عملکرد می‌باشد.

کارایی نسبی گزینش براساس شاخص، نسبت به گزینش مستقیم

$$RE = \frac{R_I}{R_A} = \frac{r_{G(A)I}}{h_A}$$

برای عملکرد به صورت  $RE = \frac{R_I}{R_A} = \frac{r_{G(A)I}}{h_A}$  محاسبه شد (۲)، که  $R_I$  پاسخ مورد انتظار برای صفت  $A$  براساس گزینش شاخصی و  $R_A$  پاسخ مورد انتظار به گزینش از طریق خود صفت و  $h_A$  جذر وراثت پذیری عملکرد می‌باشد. لازم به توضیح است که  $R_I$  و  $R_A$  نیز از رابطه‌های  $R_A = kh_A \sigma_{G(A)}$  و  $R_I = kr_{G(A)I} \sigma_{G(A)}$  محاسبه شدند (۲).

برای محاسبه شاخص پایه (۴) به جای ضرایب شاخصی، مستقیماً از ارزش‌های اقتصادی صفات استفاده گردید و مجموع حاصلضرب ارزش‌های اقتصادی در ارزش‌های فنوتیپی صفات هر فرد به‌عنوان شاخص آن فرد محاسبه شد. لذا نیازی به برآورد پارامترهای ژنتیکی نبود. در این شاخص ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی (دقت شاخص) از رابطه  $R_{HI} = \sqrt{\frac{a'Ga}{a'Pa}}$  محاسبه شد (۲).

در تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم افزار PATH2 برای محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم ژنتیکی صفات و از نرم افزار SPSS16.0 برای محاسبه ضرایب همبستگی فنوتیپی، رگرسیون پیش رو و تجزیه علیت استفاده شد. برای محاسبه ضرایب همبستگی ژنتیکی، به دست آوردن ماتریس‌ها و تشکیل شاخص‌های گزینشی مختلف از نرم افزار SAS 6.12 (۲۱) استفاده گردید. با توجه به فرمول‌های ارائه شده، برنامه مورد نیاز برای به دست آوردن شاخص‌های پایه و بهینه به زبان برنامه نویسی SAS نوشته شد (برنامه‌های نوشته شده در پایان مقاله آورده شده است).

## نتایج و بحث

رقم غریب از نظر صفات ارتفاع بوته و طول خروج خوشه از غلاف ارزش‌های فنوتیپی بالاتری نسبت به رقم خزر (جدول ۱) داشت. در سایر صفات رقم خزر دارای ارزش بیشتری بود. تعداد روز تا رسیدگی با وراثت پذیری ۰/۹۷ بیشترین و طول برگ پرچم و تعداد خوشه با وراثت پذیری ۰/۶۶ کمترین میزان وراثت پذیری را در بین صفات داشتند. میزان بالای وراثت پذیری در صفات تعداد روز تا گلدهی، عرض برگ پرچم، ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی، زیست توده، طول خروج خوشه از غلاف و طول خوشه نشان داد که واریانس

هر جفت از صفات از طریق فرمول‌های  $r_{p_{ig}} = \frac{\sigma_{p_{ig}}}{\sqrt{\sigma_{p_{i0}}^2 \times \sigma_{p_{oi}}^2}}$

$$r_{g_{ig}} = \frac{\sigma_{g_{ig}}}{\sqrt{\sigma_{g_{i0}}^2 \times \sigma_{g_{oi}}^2}}$$

کواریانس ژنتیکی و  $\sigma_{p_{ig}}$  کواریانس فنوتیپی بین دو متغیر  $i$  و  $j$  است.

به منظور بررسی تعیین مهم‌ترین صفات تأثیر گذار بر عملکرد، تجزیه رگرسیونی عملکرد دانه به روش پیش رو انجام شد. مدل نهایی دیاگرام علیت (۵) بر اساس متغیرهای پیشگویی کننده (متغیرهای مستقل) و متغیر تابع رسم گردید. از نتایج تجزیه علیت، همبستگی و وراثت پذیری برای برآورد ضرایب اقتصادی در به دست آوردن شاخص‌های انتخاب مناسب جهت بهبود و اصلاح عملکرد استفاده شد.

شاخص‌های انتخاب براساس صفات وارد شده در تجزیه علیت ژنتیکی و با در نظر گرفتن ارزش‌های فنوتیپی، ژنتیکی و اقتصادی آن‌ها با توجه به رابطه پایه  $I = \sum b_i p_i$  محاسبه شدند، که  $b_i$  ضرایب شاخصی و  $p_i$  ارزش‌های فنوتیپی مربوط به هر صفت می‌باشد. در شاخص بهینه، ضرایب شاخص از رابطه  $b = P^{-1}Ga$  به دست آمد (۲۱)، که در آن  $b$  بردار ضرایب شاخصی،  $P$  ماتریس واریانس - کواریانس فنوتیپی،  $G$  ماتریس واریانس - کواریانس ژنتیکی و  $a$  بردار ارزش‌های اقتصادی صفات می‌باشد.

در این بررسی از چهار معیار مختلف برای ارزیابی شاخص‌ها استفاده شد. همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی از رابطه

$$R_{HI} = \frac{\sigma_{HI}}{\sqrt{\sigma_I^2 \times \sigma_H^2}}$$

و  $\sigma_{HI}$  به ترتیب واریانس شاخص، واریانس ارزش اصلاحی و کواریانس شاخص و ارزش اصلاحی می‌باشد. ماتریس  $R_{HI}$  از

$$R_{HI} = \sqrt{\frac{b'pb}{a'Ga}}$$

رابطه  $R_{HI} = \sqrt{\frac{b'pb}{a'Ga}}$  به دست آمد (۲ و ۲۲). میزان بهره مورد انتظار از شاخص برای کلیه صفات نیز از رابطه  $\Delta H = kr_{HI} \sigma_H$

به دست آمد (۲ و ۲۱)، که در آن،  $k$  ديفرانسیل گزینش در واحد استاندارد،  $\sigma_H$  انحراف معیار ارزش اصلاحی و  $r_{HI}$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی می‌باشد. میزان پیشرفت ژنتیکی

$$\Delta = \sqrt{\frac{kGb}{b'pb}}$$

برای هر صفت بر مبنای شاخص از رابطه  $\Delta = \sqrt{\frac{kGb}{b'pb}}$  محاسبه شد (۲ و ۲۲).

ضریب همبستگی ژنتیکی عملکرد با شاخص از رابطه

که در اکثر موارد مورد بررسی همبستگی‌های ژنتیکی بالاتر از فنوتیپی بود. فضلعی پور و همکاران (۱)، ربیعی و همکاران (۱۵) و صبوری و همکاران (۱۸) در برنج به نتایج مشابهی دست یافتند. ضرایب همبستگی فنوتیپی بین عملکرد بوته با عرض برگ پرچم (\*\*۰/۲۵۶)، ارتفاع بوته (\*\*۰/۱۹۳)، تعداد خوشه (\*\*۰/۷۳۳) و زیست توده (\*\*۰/۸۲۸) مثبت و معنی دار و با صفت روز تا رسیدگی منفی و معنی دار (\*\*۰/۲۰۷-) و با صفات تعداد روز تا گلدهی، طول خوشه و طول خروج خوشه از غلاف غیر معنی دار بود. اگرچه صفاتی نظیر ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی و عرض برگ پرچم همبستگی معنی داری با عملکرد دانه داشتند اما مقادیر این همبستگی‌ها از ۰/۵ کمتر بود. ضرایب همبستگی ژنوتیپی بین عملکرد بوته با طول برگ پرچم (\*\*۰/۳۶۸)، عرض برگ پرچم (\*\*۰/۳۸۳)، ارتفاع بوته (\*\*۰/۲۶۵)، تعداد خوشه (\*\*۰/۶۶۷) و زیست توده (\*\*۰/۹۸۱) مثبت و معنی دار و با تعداد روز تا رسیدگی و طول خوشه منفی و معنی دار بود.

همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی عملکرد دانه در بوته با تعداد خوشه مثبت و معنی دار بود. محققین همبستگی بالایی را برای صفات عملکرد دانه در بوته و زیست توده گزارش نموده اند (۲۳) و (۲۴). صبوری و همکاران (۱۹) نشان دادند که یکی از دلایل همبستگی بالای بین عملکرد و صفات مذکور وجود لینکاژ قوی بین ژن‌های کنترل کننده این صفات با عملکرد دانه و یا پلیوتروپی ژن‌ها در بروز این صفات است.

در صورتی که صفات مطلوب با هم همبستگی و همچنین لینکاژ ژنی داشته باشند می توان برنامه‌های اصلاحی را در جهت هرمی نمودن ژن‌های مذکور پایه ریزی نمود و در صورت همبستگی صفات نامطلوب می‌توان از خودباروری‌های مکرر و

ژنتیکی در این صفات سهم بسیار زیادی از تغییرات فنوتیپی را توجیه می نماید و تأثیر محیط بر روی آن‌ها ناچیز بوده است. البته نباید اختلاط اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را در افزایش سهم واریانس ژنتیکی صفات به دلیل یکساله بودن طرح نادیده گرفت. در بین صفات مورد بررسی به غیر از تعداد خوشه و طول برگ پرچم، سایر صفات دارای وراثت پذیری بالاتری نسبت به عملکرد بودند. با توجه به اینکه عملکرد دارای وراثت پذیری پایین می‌باشد، می‌توان از صفات دارای وراثت پذیری بالاتر از عملکرد مانند روز تا گلدهی، ارتفاع بوته و طول خوشه در برنامه‌های اصلاحی گزینش غیر مستقیم استفاده نمود. گراویسی و مک نیو (۹) وراثت پذیری بالایی را برای تعداد خوشه و وزن خوشه گزارش نمودند و موثر بودن گزینش غیر مستقیم برای این صفات را در بالاتر بردن عملکرد دانه پیش بینی نمودند. تاکدا و سایتو (۲۷)، سورک و کورکات (۲۴)، سورک و بسر (۲۳) و ربیعی و همکاران (۱۵) بیشترین وراثت پذیری را برای وزن دانه در برنج گزارش نمودند. ربیعی و همکاران (۱۵) و سورک و بسر (۲۳) کمترین وراثت پذیری را برای تعداد خوشه بدست آوردند. عملکرد دانه در اکثر تحقیقات انجام شده دارای وراثت پذیری کمتر از ۰/۵ بود (۱۱، ۱۵، ۲۳، ۲۷). آگاهی از میزان وراثت پذیری صفات به نژادگر را در تعیین متدولوژی مناسب برای بهبود آن صفات و نهایتاً افزایش عملکرد کمک خواهد نمود به طوری که هر چه میزان وراثت پذیری صفت بالاتر باشد، پاسخ به گزینش بر مبنای صفت مذکور بالاتر خواهد بود چون تشخیص ژنوتیپ‌های برتر براساس فنوتیپ میسر خواهد شد.

**همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی در تلاقی غریب × خزر**  
بررسی همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی نشان داد (جدول ۲)

جدول ۱- میانگین ارزش‌های فنوتیپی والدین، F1 و F3 و برآورد وراثت پذیری عمومی صفات در تلاقی غریب × خزر

صفات	والدین		F1	F3	$h_b^2$
	خزر خطای ± میانگین (معیار)	غریب خطای ± میانگین (معیار)	خطای ± میانگین (معیار)	خطای ± میانگین (معیار)	
روز تا گلدهی	۹۶/۰۰ ± ۰/۶۷	۸۴/۶۰ ± ۱/۲۶	۱۰۸/۷۳ ± ۳/۳۰	۱۰۸/۷۳ ± ۶/۳۳	۰/۸۹
طول برگ پرچم	۳۷/۵۹ ± ۰/۵۱	۳۷/۵۱ ± ۵/۴۴	۳۲/۹۶ ± ۴/۷۴	۳۶/۲۹ ± ۷/۱۴	۰/۶۶
عرض برگ پرچم	۱/۳۷ ± ۰/۰۵	۱/۳۵ ± ۰/۰۵	۱/۴۱ ± ۰/۰۹	۱/۳۸ ± ۰/۱۹	۰/۸۸
ارتفاع بوته	۱۱۷/۰۰ ± ۱/۱۵	۱۵۱/۰۵ ± ۲/۷۶	۱۴۲/۲۵ ± ۳/۵۴	۱۴۴/۱۲ ± ۱۳/۰۹	۰/۹۶
روز تا رسیدگی	۱۳۱/۷۰ ± ۰/۹۵	۱۳۳/۵۰ ± ۰/۵۳	۱۳۳/۴۰ ± ۱/۰۵	۱۲۶/۱۶ ± ۵/۱۷	۰/۹۷
تعداد خوشه	۲۰/۲۰ ± ۳/۶۷	۱۱/۴۰ ± ۰/۸۴	۱۲/۹۳ ± ۲/۵۲	۱۱/۳۵ ± ۴/۴۹	۰/۶۶
وزن دانه در بوته	۷۷/۹۱ ± ۴/۱۲	۵۷/۵۴ ± ۱۳/۸۳	۲۱/۵۹ ± ۵/۰۱	۲۹/۳۰ ± ۱۵/۲۸	۰/۶۷
زیست توده	۱۳۲/۰۰ ± ۲/۵۸	۱۱۶/۳۷ ± ۱۲/۰۲	۹۲/۵۶ ± ۲۰/۰۶	۷۵/۸۸ ± ۳۱/۹۶	۰/۸۲
طول خروج خوشه	۸/۳۳ ± ۰/۳۷	۱۱/۳۰ ± ۱/۹۳	-۰/۳۳ ± ۰/۴۹	۶/۳۴ ± ۳/۴۰	۰/۸۸
طول خوشه	۳۰/۰۶ ± ۱/۳۱	۲۹/۶۹ ± ۲/۰۱	۳۵/۲۵ ± ۱/۴۴	۳۲/۶۳ ± ۲/۸۶	۰/۸۲

عملکرد دانه در نظر گرفته شود. از آنجا که اثر مستقیم زیست توده بسیار بالا و اثرات غیر مستقیم آن از طریق سایر متغیرهای ردیف اول بسیار پایین می باشد، لذا همبستگی رابطه واقعی را نشان داده و انتخاب مستقیم از طریق این صفات بسیار موثر خواهد بود. بررسی روابط علت و معلولی برای متغیرهای ردیف دوم نشان داد که تعداد خوشه اثر مستقیم و بالایی را بر زیست توده دارد و چون اثرات غیر مستقیم آن از طریق سایر صفات ناچیز بود، از این صفت می توان برای انتخاب ژنوتیپ های برتر سود جست. نتایج نشان داد افزایش تعداد خوشه از طریق افزایش زیست توده نقش بسیار مهمی در بهبود عملکرد دانه خواهد داشت. علی رغم اینکه طول خوشه و تعداد خوشه اثرات مستقیم یکسانی را روی ارتفاع بوته داشتند اما از آنجا که تعداد خوشه اثر غیر مستقیم مثبتی را نیز از طریق طول خوشه بر ارتفاع بوته دارد، نقش تعداد خوشه را در انتخاب های غیر مستقیم بارزتر می سازد. اگرچه ارتفاع بوته اثر مستقیم کوچک و منفی روی عملکرد دانه در بوته دارد اما اثر غیر مستقیم آن از طریق زیست توده روی عملکرد دانه بالا است و از این طریق باعث افزایش عملکرد دانه خواهد شد. اگرچه بوته های جمعیت  $F_2$  هر یک در طول دوره و سرعت پر شدن دانه تنوع دارند اما تعداد روز تا رسیدگی از طریق روز تا گلدهی توانست نقش خود را در بالا بردن عملکرد دانه در بوته نشان دهد؛ در اینجا نیز اثر مستقیم تعداد روز تا گلدهی روی عملکرد دانه در بوته منفی و ناچیز بود اما تعداد روز تا گلدهی همبستگی بالایی را با عملکرد دانه در بوته داشت چون این صفت اثر خود را به طور غیر مستقیم و از طریق زیست توده نشان می دهد.

گزینش در هر نسل برای حذف ژن های نامطلوب بهره برد. اگرچه با توجه به همبستگی بالای بین عملکرد دانه و تعداد خوشه و تعداد دانه پر می توان گفت که گزینش بر مبنای این صفات در افزایش و بهبود عملکرد دانه مفید خواهد بود اما در تدوین یک برنامه اصلاحی توجه به وراثت پذیری صفات و اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه نیز ضروری است.

### روابط علت و معلولی جمعیت غریب × خزر

زیست توده، تعداد روز تا گلدهی و ارتفاع بوته، حدود ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه کردند و به عنوان متغیرهای ردیف اول عملکرد دانه در مدل تجزیه علیت انتخاب شدند. مرحله بعد تجزیه علیت، با استفاده از هر یک از متغیرهای ردیف اول و با حذف عملکرد دانه در بوته و سایر صفات ردیف اول انجام شد. متغیرهای تعداد خوشه، طول خوشه و عرض برگ پرچم با تبیین بیش از ۹۹ درصد از تغییرات زیست توده؛ متغیرهای تعداد روز تا رسیدگی، طول خوشه و عرض برگ پرچم با تبیین ۴۳ درصد از تغییرات تعداد روز تا گلدهی و همچنین متغیرهای طول خوشه و تعداد خوشه با تبیین حدود ۲۶ درصد از تغییرات ارتفاع بوته، به عنوان متغیرهای علت برای این صفات و در نهایت به عنوان متغیرهای علت ردیف دوم عملکرد دانه انتخاب شدند، به این ترتیب دیاگرام علی برای عملکرد دانه در بوته رسم شد (شکل ۱).

تجزیه علیت بر اساس همبستگی ژنتیکی برای عملکرد دانه (جدول ۳) نشان داد که زیست توده با اثر مستقیم بالا، همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی دار و همچنین میزان وراثت پذیری بالا می تواند به طور مستقیم به عنوان معیار گزینشی جهت اصلاح و بهبود

جدول ۲- ضرایب ژنوتیپی (زیر قطر) و فنوتیپی (بالای قطر) بین صفات مورد بررسی در جمعیت غریب × خزر

صفات	طول خوشه	طول خروج خوشه	زیست توده	وزن دانه در بوته	تعداد خوشه	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	عرض برگ پرچم	طول برگ پرچم	روز تا گلدهی
روز تا گلدهی	۰/۲۴۹**	۰/۰۴۳	۰/۰۶۸	-۰/۱۰۶	-۰/۱۳۱	۰/۵۵۵**	۰/۱۲۲	۰/۱۵۴*	۰/۲۷۱**	۱
طول برگ پرچم	۰/۳۰۸**	۰/۰۱۷	۰/۱۲۸	۰/۰۵۰	۰/۰۷۳	۰/۲۶۰**	۰/۰۴۹	۰/۲۵۳**	۱	۰/۳۳۴**
عرض برگ پرچم	-۰/۰۰۵	-۰/۰۷۵	۰/۲۶۰**	۰/۲۵۶**	۰/۲۱۳**	۰/۰۳۴	۰/۰۲۱	۱	۰/۲۲۷**	۰/۱۳۲
ارتفاع بوته	۰/۲۴۸**	۰/۱۷۹*	۰/۳۴۴**	۰/۱۹۳**	۰/۲۱۳**	-۰/۰۳۵	۱	۰/۰۲۷	۰/۰۲۴	۰/۱۳۷
روز تا رسیدگی	۰/۱۱۴	-۰/۰۴۲	-۰/۰۹۳	-۰/۲۲۳**	-۰/۱۴۱	۱	-۰/۰۴۲	۰/۰۳۰	۰/۳۱۹**	۰/۶۰۵**
تعداد خوشه	-۰/۱۷۱*	۰/۰۲۶	۰/۸۴۱**	۰/۷۳۴**	۱	-۰/۱۷۹*	۰/۲۹۲**	۰/۲۸۵**	۰/۳۷۷**	-۰/۱۴۷
وزن دانه در بوته	-۰/۱۴۱	۰/۱۳۶	۰/۸۲۸**	۱	۰/۶۶۷**	-۰/۲۹۲**	۰/۲۶۵**	۰/۲۸۳**	۰/۳۶۸**	-۰/۰۷۱
زیست توده	-۰/۰۳۴	۰/۰۷۰	۱	۰/۹۸۱**	۰/۹۴۴**	-۰/۱۰۲	۰/۳۴۰**	۰/۲۹۶**	۰/۱۷۶*	۰/۰۷۶
طول خروج خوشه	-۰/۰۰۶	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۲۷	-۰/۰۹۹	-۰/۰۴۴	۰/۱۸۸*	-۰/۰۱۵	۰/۱۶۵	۰/۰۸۳
طول خوشه	۱	۰/۰۲۷	-۰/۰۲۳	-۰/۳۳۷**	-۰/۳۴۰**	-۰/۱۰۱	۰/۲۹۹**	-۰/۰۷۸	۰/۴۸۷**	۰/۲۸۱**

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

به مدل مساوی یک و برای دیگر صفات ارزش صفر در نظر گرفته شد. همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی در حد بسیار مطلوب اما سودمندی نسبی این شاخص در مقایسه با شاخص‌های دیگر در حد پایینی بود. چراکه در بین شاخص‌ها پیشرفت ژنتیکی کمی را برای عملکرد دانه نشان داد. همچنین پیشرفت ژنتیکی برای صفات تعداد خوشه و عرض برگ پرچم در هر دو نوع شاخص بهینه و پایه کمتر از شاخص‌های دیگر و برای صفات دیگر در حد مطلوب بود. لازم به توضیح است در صورت استفاده از شاخص اول به دلیل وارد شدن تمام صفات به چرخه انتخاب اندازه گیری تمام صفات ضروری است و این امر مستلزم صرف زمان و هزینه زیاد است که از نظر اصلاحی اقتصادی نمی‌باشد. لذا برای کم کردن هزینه و زمان، شاخص‌های دیگر مطرح شد.

محاسبه شاخص دوم براساس صفاتی نوشته شد که در ردیف اول تجزیه علیت عملکرد دانه قرار داشتند. این صفات دارای اثرات مستقیم و یا غیر مستقیم بالا بر عملکرد دانه بودند و لذا به‌عنوان صفات تأثیر گذار بر بهبود عملکرد در نظر گرفته شدند. به این ترتیب برای تمام صفات ردیف اول تجزیه علیت ارزش اقتصادی یکسان و برابر یک و برای سایر صفات مورد مطالعه ارزش صفر در نظر گرفته شد. پیشرفت ژنتیکی مجتمع برای این صفات، کمتر از شاخص اول بود. چون تعداد صفات کمتری برای محاسبه ارزش شاخص دخالت داشتند. در هر دو نوع شاخص علاوه بر اینکه سودمندی شاخص بالاتر از شاخص اول بود بلکه پیشرفت مورد انتظار برای عملکرد دانه در بوته نیز بالاتر بود. پیشرفت صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی در هر دو نوع شاخص کمتر از شاخص اول بود که در نتیجه انتظار می‌رود انتخاب براساس این شاخص منتج به انتخاب لاین‌های زودرس تر شود. با مقایسه دو شاخص محاسبه شده می‌توان نتیجه گرفت که افزایش تعداد صفات دلیلی بر افزایش سودمندی نسبی شاخص مورد نظر نمی‌باشد، بلکه اهمیت صفات وارد شده به شاخص نقش تعیین کننده خواهد داشت.

از آنجا که وراثت پذیری از خصوصیات مهم اصلاحی می‌باشد، در نظر گرفتن وراثت پذیری صفات به‌عنوان یک ارزش در نوشتن ارزش‌های اقتصادی می‌تواند حائز اهمیت باشد و شاخص به دست آمده بر مبنای آن از دیدگاه اصلاحی ارزش‌بسیاری داشته و موثر خواهد بود. با توجه به این نکات شاخص سوم بر مبنای صفاتی با وراثت پذیری مساوی و بالاتر از عملکرد دانه محاسبه شد که برای این صفات ارزش اقتصادی یکسان و مساوی یک و برای دیگر صفات ارزش صفر در نظر گرفته شد.

به طور کلی تجزیه علیت براساس ضریب همبستگی ژنوتیپی برای عملکرد دانه نشان داد که زیست توده، تعداد خوشه، ارتفاع بوته و روز تا رسیدگی با مجموع اثرات مستقیم و غیر مستقیم بالا (ضریب همبستگی ژنتیکی) و میزان بالای وراثت پذیری می‌توانند به‌عنوان صفات مهم و موثر برای افزایش و اصلاح عملکرد دانه در بوته در نظر گرفته شود. پادماواتی و همکاران (۱۳) با مطالعه روی ۲۳ ژنوتیپ و سامونت و همکاران (۲۰) در نسل  $F_2$  برنج گزارش نمودند که تعداد خوشه و زیست توده اثر مستقیم مثبت و معنی داری بر عملکرد دانه دارند. کیو و همکاران (۱۴) در مقایسه زیست توده و شاخص برداشت نشان دادند که زیست توده اثر مستقیم و بالاتری را روی عملکرد دانه دارد. آن‌ها نشان دادند که افزایش زیست توده از طریق افزایش ارتفاع اثر خود را نشان می‌دهد. سورک و همکاران (۲۴) نیز در مطالعه خود بر نقش زیست توده در افزایش عملکرد تاکید داشتند.

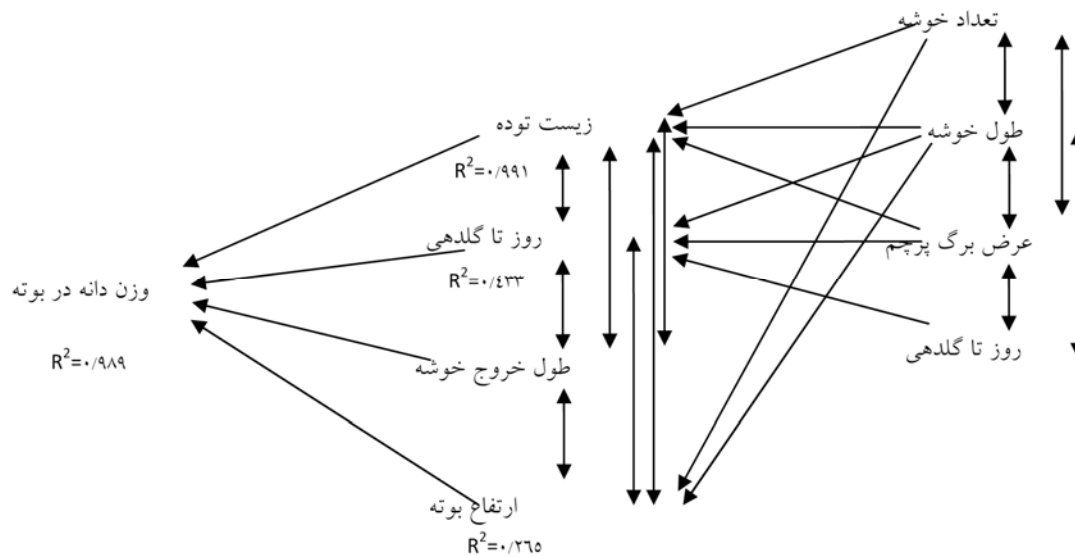
### شاخص‌های انتخاب

در این بررسی برای بدست آوردن بهترین شاخص‌های گزینشی، بردارهای مختلفی از ارزش‌های اقتصادی صفات از جمله ضریب‌های همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی، اثرات مستقیم فنوتیپی و ژنتیکی هر یک از صفات مورد مطالعه در تجزیه علیت عملکرد دانه و وراثت پذیری صفات در ترکیب‌های مختلف در حالت حضور و عدم حضور عملکرد در نظر گرفته شدند. از این میان ۱۴ ترکیب مختلف از صفات مورد بررسی به همراه ارزش‌های اقتصادی در نظر گرفته شده و خود عملکرد، به‌عنوان بهترین ترکیب‌ها جهت تشکیل شاخص‌های انتخاب استفاده شد. برای مقایسه شاخص‌ها با یکدیگر و معرفی شاخص‌های برتر، چهار معیار مقایسه‌ای برای هر شاخص محاسبه شد. از جمله معیارها، محاسبه ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی  $R_{III}$  بود که در صورت ماکزیمم بودن آن، حداکثر پاسخ حاصل خواهد شد. از آنجایی که هدف از این تحقیق علاوه بر عملکرد دانه، اصلاح و بهبود هم‌زمان ارزش ژنتیکی چندین صفت بود لذا معیار مقایسه‌ای دیگری به نام معیار پیشرفت ژنتیکی مجتمع صفات ( $\Delta H$ ) برای هر شاخص به دست آمد. به علاوه، پیشرفت مورد انتظار برای هر صفت در اثر استفاده از شاخص ( $\Delta$ ) نیز محاسبه گردید. آخرین معیار ارزیابی شاخص‌ها، محاسبه سودمندی نسبی (RE) شاخص نسبت به انتخاب مستقیم بر مبنای صفت (عملکرد) بود. بالا بودن این نسبت نشان می‌دهد که در صورت استفاده از شاخص مورد نظر، پیشرفت ژنتیکی بیشتری برای عملکرد نسبت به انتخاب مستقیم بر مبنای عملکرد به دست خواهد آمد.

در شاخص اول ارزش‌های اقتصادی برای تمام صفات وارد شده

جدول ۳- اثرات مستقیم (پررنگ) و غیر مستقیم متغیرهای ردیف اول و دوم روی عملکرد برنج

صفات	اثرات مستقیم و غیر مستقیم				
وزن دانه	زیست توده	روز تا گلدهی	طول خروج خوشه	ارتفاع بوته	$R^2=0/989$
زیست توده	0/015	-0/011	0/000	-0/024	
روز تا گلدهی	0/770	-0/143	0/004	-0/010	
طول خروج خوشه	0/000	-0/120	0/051	-0/014	
ارتفاع بوته	0/345	-0/020	0/009	-0/071	
زیست توده	تعداد خوشه	طول خوشه	عرض برگ پرچم		$R^2=0/991$
تعداد خوشه	1/051	-0/114	0/006		
طول خوشه	-0/357	0/335	-0/002		
عرض برگ پرچم	0/229	-0/027	0/022		
روز تا گلدهی	روز تا رسیدگی	طول خوشه	عرض برگ پرچم		$R^2=0/433$
روز تا رسیدگی	0/557	0/023	0/003		
طول خوشه	0/058	0/233	-0/011		
عرض برگ پرچم	0/017	-0/019	0/132		
ارتفاع بوته	طول خوشه	تعداد خوشه			$R^2=0/265$
طول خوشه	0/449	-0/151			
تعداد خوشه	0/153	0/444			



شکل ۱- دیاگرام ضرایب مسیر برای تجزیه عملکرد دانه در جمعیت غریب × خزر

فلش‌های دو طرفه همبستگی بین دو صفت و فلش‌های یکطرفه اثر مستقیم یک صفت بر صفت دیگر را نشان می‌دهد.

بیشتری در افزایش عملکرد دانه داشتند ضریب 0/5 و برای صفات ردیف دوم ارزش 0/25 در نظر گرفته شد. علامت این ضرایب براساس علامت همبستگی ژنتیکی آن‌ها با عملکرد دانه در بوته در نظر گرفته شدند. پیشرفت ژنتیکی برای صفات تعداد خوشه، وزن دانه در بوته و زیست توده بیشتر از سه شاخص اول و پیشرفت برای صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته بیشتر

پیشرفت ژنتیکی مجتمع برای صفات، پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای عملکرد دانه در بوته و سودمندی برای این شاخص کمتر از شاخص دوم بود. یکی از دلایل مهم برای این نتیجه می‌توان به اثر متقابل بالای ژنتیک و محیط اشاره کرد که موجب بالا رفتن میزان واریانس ژنتیکی شده است. در نوشتن شاخص چهارم، برای صفات ردیف اول که اهمیت

شاخص نهم از دادن ارزش یک برای صفات ردیف اول تجزیه علیت عملکرد دانه و ارزش ۰/۵ برای صفات ردیف دوم تجزیه علیت عملکرد دانه با توجه به علامت ضریب همبستگی ژنتیکی آن‌ها بدست آمد. علی‌رغم اینکه پیشرفت ژنتیکی مجتمع برای صفات پس از شاخص اول در مرتبه دوم قرار داشت اما سودمندی نسبی آن کمتر از شاخص‌های پنجم تا هشتم بود. از نظر افزایش در ارتفاع، انتخاب بر اساس این شاخص منتج به افزایش گیاهان با ارتفاع بیشتر خواهد شد اما از نظر پیشرفت ژنتیکی برای صفات تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی منتج به گیاهان زودرس خواهد شد. به‌رحال با توجه به تعداد صفات مورد ارزیابی برای انتخاب گیاهان برتر این شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشد.

جهت استفاده مستقیم از وراثت پذیری برای نوشتن شاخص‌های گزینشی در شاخص دهم از وراثت پذیری صفات ردیف اول تجزیه علیت به‌عنوان ارزش اقتصادی صفات استفاده شد. اثر متقابل ژنتیک و محیط موجود در واریانس ژنتیکی به علت انجام مطالعه در یک محیط موجب شد این شاخص از نظر معیارهای مقایسه‌ای پایین‌تر از سایر شاخص‌ها (بجز شاخص اول، دوم و سوم) قرار گیرد و از نظر پیشرفت ژنتیکی برای صفات مختلف بالاترین ارتفاع بوته و طول خروج خوشه از غلاف را به خود اختصاص داد که موارد مذکور باعث شد این شاخص دارای ارزش کمتری داشته باشد.

شاخص‌های یازدهم و دوازدهم به ترتیب با استفاده از اثر مستقیم ژنتیکی و فنوتیپی به‌عنوان ارزش برای صفات ردیف اول تجزیه علیت عملکرد دانه بدون حضور عملکرد بدست آمد. نتایج بدست آمده نشان داد که انتخاب بر مبنای شاخص‌های گزینشی بدون حضور عملکرد نمی‌تواند به تعریف یک شاخص خوب جهت انتخاب لاین‌های برتر منتهی شود. چون پیشرفت ژنتیکی برای تعداد روز تا گلدهی در جهت دیررسی و پیشرفت ژنتیکی برای صفاتی مانند ارتفاع، عملکرد دانه در بوته و زیست توده در حد متوسط بود. از نظر پارامترهای مقایسه‌ای نیز دارای پیشرفت ژنتیکی مجتمع بسیار پایین بود.

در شاخص سیزدهم از اثر مستقیم ژنتیکی معنی دار به‌عنوان ارزش برای صفات ردیف اول و برای بقیه صفات ارزش ضریب همبستگی ژنتیکی معنی دار در نظر گرفته شد و در شاخص چهاردهم تنها از اثر مستقیم ژنتیکی معنی دار به‌عنوان ارزش برای صفات ردیف اول استفاده شد. این دو شاخص از نظر معیارهای مقایسه‌ای یکسان بودند و از نظر پیشرفت ژنتیکی برای کلیه صفات مورد بررسی جز تعداد روز تا گلدهی که در شاخص سیزدهم برتری داشت شبیه بهم عمل نمودند. اما با توجه به تعداد صفات مورد بررسی شاخص چهاردهم به دلیل تعداد کمتر صفات مورد ارزیابی و صرف وقت و هزینه کمتر مناسب‌تر تشخیص داده شد.

از سه شاخص اول اما در جهت منفی بود و این موضوع موجب شد که پیشرفت ژنتیکی مجتمع برای صفات کمتر از سه شاخص اول شد. سودمندی نسبی حاصل از انتخاب براساس این شاخص بیش از سه شاخص اول بود.

با استفاده از اثرات مستقیم فنوتیپی و ژنتیکی صفات ردیف اول حاصل از تجزیه علیت به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی، شاخص‌های پنجم و ششم نوشته شد. نتایج حاصل از دو روش جز برای پیشرفت ژنتیکی تعداد روز تا گلدهی، وزن دانه در بوته و زیست توده نزدیک به هم بود. این تفاوت برای شاخص پایه کمتر بود. البته برای صفات مذکور نیز اختلاف محسوسی دیده نشد. دلیل این تساوی هم برآوردهای نزدیک اثرات مستقیم فنوتیپی و ژنتیکی صفات بود. سودمندی نسبی و همچنین پیشرفت ژنتیکی بدست آمده برای هر یک از صفات در مورد استفاده از هر دو شاخص بسیار مطلوب‌تر از سایر شاخص‌هایی بود که تاکنون محاسبه شد. از آنجاکه در محاسبه این شاخص تعداد صفات کمی باید اندازه‌گیری شود، استفاده از این دو شاخص با داشتن حداقل صفات با ارزش در معادله شاخصی، جهت اصلاح و افزایش عملکرد دانه، پیشنهاد می‌شود. بین دو شاخص مطرح شده، شاخص ششم به هفتم به دلیل استفاده از اثر مستقیم ژنتیکی ارجحیت دارد.

در شاخص هفتم، اثرات مستقیم ژنتیکی صفاتی که به‌عنوان صفات ردیف اول در تجزیه علیت عملکرد دانه معرفی شده بودند، به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی و بری بقیه صفات ضریب همبستگی ژنتیکی این صفات با عملکرد دانه در بوته در صورت معنی دار بودن آن‌ها، به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی در نظر گرفته شد. در این شاخص نیز پیشرفت ژنتیکی خوبی برای وزن دانه در بوته و زیست توده دیده شد. علی‌رغم اینکه سودمندی نسبی، همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی در حد بسیار مطلوبی بود اما نسبت به شاخص‌های پنجم و ششم منوط به اندازه‌گیری تعداد صفات بیشتری می‌باشد، بنابراین برای محاسبه شاخص هفتم باید تعداد صفات بیشتری را اندازه‌گیری کنیم که به نوبه خود هزینه انجام کار و همچنین زمان انجام آن افزایش خواهد یافت بنابراین این شاخص از نظر هزینه و زمان به شاخص‌های پنجم و ششم برتری ندارد.

برای تعریف شاخص هشتم، صفاتی که وراثت پذیری بالاتری از عملکرد دانه داشتند و در تجزیه علیت عملکرد دانه به‌عنوان صفات ردیف اول موثر بر عملکرد دانه شناسایی شدند، اثرات مستقیم ژنتیکی به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی در نظر گرفته شد و برای سایر صفات از ضریب همبستگی ژنتیکی معنی دار آن‌ها به‌عنوان وزنه اقتصادی استفاده شد. بین این شاخص و شاخص‌های پنجم، ششم و هفتم از نظر معیارهای مقایسه‌ای تفاوت محسوسی مشاهده نشد و پیشرفت ژنتیکی مجتمع، سودمندی نسبی و پیشرفت برای صفات تعیین‌کننده مانند عملکرد بوته، زیست توده و تعداد خوشه تقریباً یکسان بود.



جدول ۴- تشکیل شاخص‌های انتخاب بر پایه ارزش‌های اقتصادی برای صفات

صفات	وزنه‌های اقتصادی نسبی برای ۱۴ شاخص‌گزینشی													
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
روز تا گلدهی	۱	۱	۱	-۰/۵۰	-۰/۱۵۷	-۰/۱۴۳	-۰/۱۴۳	-۰/۱۴۳	-۱	۰/۸۹۲	-۰/۱۴۳	-۰/۱۵۷	-۰/۱۴۳	-۰/۱۴۳
طول برگ پرچم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
عرض برگ پرچم	۱	۰	۱	۰/۲۵	۰	۰	-۰/۳۸۳	-۰/۳۸۳	-۰/۵۰	۰	۰	۰	-۰/۳۸۳	۰
ارتفاع بوته	۱	۱	۱	۰/۵۰	-۰/۱۰۵	-۰/۰۷۱	-۰/۰۷۱	-۰/۰۷۱	۱	۰/۹۵۸	-۰/۰۷۱	-۰/۱۰۵	۰	۰
روز تا رسیدگی	۱	۰	۱	-۰/۵۰	۰	۰	-۰/۲۹۲	-۰/۲۹۲	-۰/۵۰	۰	۰	۰	-۰/۲۹۲	۰
تعداد خوشه	۱	۰	۰	۰/۲۵	۰	۰	-۰/۶۶۷	۰	۰/۵۰	۰	۰	۰	-۰/۶۶۷	۰
وزن دانه در بوته	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱
زیست توده	۱	۱	۱	۰/۵۰	۰/۸۶۸	۰/۰۱۵	۱/۰۱۵	۱/۰۱۵	۱	۰/۸۱۹	۱/۰۱۵	-۰/۸۶۸	۱/۰۱۵	۱/۰۱۵
طول خروج خوشه	۱	۱	۱	۰/۵۰	۰/۱۰۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۱	۰/۸۸۱	۰/۰۵۱	۰/۱۰۱	۰	۰
طول خوشه	۱	۰	۱	-۰/۲۵	۰	۰	-۰/۳۳۷	-۰/۳۳۷	-۰/۵۰	۰	۰	۰	-۰/۳۳۷	۰

## نتیجه‌گیری

(۹)، ربیعی و همکاران (۱۵)، فضلعلی پور و همکاران (۱) نیز گزارش نمودند که از شاخص‌هایی که از ورود صفات ردیف اول مدل علی به شاخص بدست می‌آیند می‌توان برای گزینش برترین بوته‌ها سود جست. بیسواس و همکاران (۳) در سورگوم، رانالی و همکاران (۱۶) در لوبیا و رایبسون و همکاران (۱۷) در ذرت از شاخص‌های گزینشی برای بهبود عملکرد و سایر صفات مهم اقتصادی در گیاهان مربوطه استفاده کرده‌اند. مقایسه شاخص‌های بهینه و پایه نشان داد که ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی و میزان پیشرفت ژنتیکی مجتمع صفات در شاخص‌های پایه کمتر از شاخص‌های بهینه است درحالی که میزان پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای صفات در هر دو شاخص نزدیک به هم بود. به طور کلی برای مقایسه شاخص‌ها نیاز به کاربرد عملی هر یک از آن‌ها در جمعیت مورد ارزیابی دارد و معیارهای بدست آمده تنها مقادیر قابل انتظار را بدست می‌دهند.

با توجه به نتایج بدست آمده، افزایش تعداد صفات مورد بررسی دلیلی بر افزایش و برتری معیارهای مقایسه و سومندی نسبی نخواهد بود، این نکته به وضوح در مقایسه شاخص‌های سیزدهم و چهاردهم دیده شد. برای مقایسه شاخص‌ها در گیاهانی مانند برنج که در آن‌ها عملکرد مهمترین صفت مورد مطالعه می‌باشد، همبستگی ژنتیکی معنی‌دار صفات با عملکرد دانه مهمترین جزء کارایی یک شاخص و سپس وراثت پذیری بالای صفات وارد شده و عدم همبستگی و استقلال صفات وارد شده به شاخص می‌باشد. بنابراین در بین شاخص‌های معرفی شده، شاخص‌های چهارم، پنجم، ششم، سیزدهم و چهاردهم با توجه به هدف به‌نژادگر و اصلاح همزمان صفات مورد نظر، به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در این جمعیت معرفی می‌گردند. بین شاخص‌های فوق، شاخص‌های پنجم، ششم و چهاردهم به دلیل ارزیابی تعداد صفات کمتر ترجیح داده می‌شوند. گراوسیس و مک نیو

جدول ۵- تخمین ضرایب همبستگی بین ارزش ژنوتیپ و شاخص‌ها و پیشرفت ژنتیکی برای هر صفت با شدت انتخاب ۱/۳۶ بر اساس شاخص بهینه

شاخص <sup>a</sup>	صفات															
	روز تا گلدهی	طول برگ برجم	عرض برگ برجم	ارتفاع بوته	ارزشی	روز تا رسیدگی	تعداد خوشه	وزن دانه در بوته	زیست توده	طول خروج خوشه	طول خوشه	$r_{III}$	$\Delta$	$r_G$	$R_I$	$R_A$
۱	۰/۷۷۳	۰/۵۱۱	۰/۹۹۶	۱/۳۷۴	۰/۳۳۱	۴/۹۵۵	۱۹/۷۷۶	۴۳/۳۱۹	۰/۵۷۷	۰/۹۴۱	۸۴/۷۴۱	۰/۹۰۰	۱۹/۷۷۶	۱۹/۷۷۶	۱۷/۸۳۸	۱/۱۰۲
۲	۰/۸۷۲	۰/۴۴۱	۰/۹۸۸	۱/۲۵۵	-۰/۷۰۳	۴/۹۳۳	۲۰/۳۰۹	۴۳/۸۷۷	۰/۶۳۳	۰/۹۳۹	۹۳/۳۵۶	۰/۹۲۴	۲۰/۳۰۹	۲۰/۳۰۹	۱۷/۸۳۸	۱/۱۳۲
۳	۰/۸۹۰	۰/۶۵۱	۰/۹۹۶	۱/۳۷۴	۰/۳۴۹	۴/۷۷۸	۱۹/۳۴۲	۴۳/۸۴۱	۰/۵۹۶	۰/۹۴۱	۹۳/۸۳۳	۰/۸۸۰	۱۹/۳۴۲	۱۹/۳۴۲	۱۷/۸۳۸	۱/۰۷۸
۴	-۰/۹۴۱	۰/۵۵۸	۰/۹۹۶	۰/۶۳۳	-۰/۶۰۰	۵/۵۳۰	۲۱/۸۵۵	۴۳/۰۰۱	۰/۳۵۹	۰/۹۴۱	۵۷/۰۰۵	۱/۰۴۰	۲۱/۸۵۵	۲۱/۸۵۵	۱۷/۸۳۸	۱/۱۷۱
۵	-۰/۰۲۹	۱/۳۲۲	۰/۱۰۴	۵/۴۳۳	-۱/۳۶۴	۵/۵۴۱	۳۳/۰۸۶	۴۴/۹۳۰	-۰/۱۳۶	۰/۹۴۱	۳۱/۵۰۶	۱/۰۵۱	۳۳/۰۸۶	۳۳/۰۸۶	۱۷/۸۳۸	۱/۱۸۷
۶	۰/۰۹۵	۱/۳۴۸	۰/۱۰۴	۵/۵۰۸	-۱/۵۹۱	۵/۵۴۹	۲۲/۷۸۱	۴۵/۳۴۱	-۰/۱۷۷	۰/۹۳۸	۳۸/۳۴۳	۱/۰۳۷	۲۲/۷۸۱	۲۲/۷۸۱	۱۷/۸۳۸	۱/۳۲۹
۷	-۰/۳۱۸	۱/۱۰۳	۰/۱۰۴	۵/۶۹۳	-۱/۹۱۳	۵/۶۹۴	۲۲/۸۳۸	۴۵/۰۰۰	-۰/۲۰۱	۰/۹۴۱	۳۷/۸۵۲	۱/۰۴۱	۲۲/۸۳۸	۲۲/۸۳۸	۱۷/۸۳۸	۱/۳۷۵
۸	-۰/۳۲۴	۱/۲۵۳	۰/۱۰۵	۵/۷۲۲	-۱/۹۳۰	۵/۵۵۵	۲۲/۸۵۸	۴۵/۱۷۸	-۰/۲۸۴	۰/۹۳۸	۳۶/۰۹۹	۱/۰۴۰	۲۲/۸۵۸	۲۲/۸۵۸	۱۷/۸۳۸	۱/۳۷۱
۹	-۰/۹۷۳	۰/۸۷۹	۰/۹۹۱	۱/۳۴۱	-۰/۳۴۹	۵/۴۳۳	۲۱/۳۷۷	۴۳/۴۵۵	۰/۳۷۰	۰/۹۳۸	۸۱/۸۰۲	۱/۹۷۱	۲۱/۳۷۷	۲۱/۳۷۷	۱۷/۸۳۸	۱/۹۹۲
۱۰	۰/۲۴۹	۰/۴۰۰	۰/۹۸۸	۱/۳۷۴	-۰/۷۴۹	۴/۹۰۸	۲۰/۴۳۶	۴۳/۴۴۶	۰/۶۰۸	۰/۹۴۳	۷۰/۶۳۸	۰/۹۳۰	۲۰/۴۳۶	۲۰/۴۳۶	۱۷/۸۳۸	۱/۱۳۹
۱۱	۰/۵۳۶	۰/۱۹۹	۰/۹۹۹	۰/۸۸۸	-۱/۱۷۶	۵/۳۱۶	۱۹/۸۷۹	۴۳/۳۳۳	-۰/۴۰۳	۰/۹۱۲	۴۶/۷۴۰	۰/۹۰۵	۱۹/۸۷۹	۱۹/۸۷۹	۱۷/۸۳۸	۱/۱۰۸
۱۲	۰/۴۱۶	۰/۱۶۶	۰/۹۹۹	۰/۶۸۴	-۱/۳۳۶	۵/۳۳۵	۱۹/۹۸۹	۴۳/۴۶۶	-۰/۳۶۱	۰/۹۱۱	۳۹/۳۳۳	۰/۹۱۰	۱۹/۹۸۹	۱۹/۹۸۹	۱۷/۸۳۸	۱/۱۱۴
۱۳	-۰/۳۸۶	۱/۱۱۶	۰/۱۰۳	۵/۱۳۲	-۱/۹۱۱	۵/۶۹۱	۲۲/۸۰۴	۴۷/۱۳۸	-۰/۲۰۱	۰/۹۷۸	۳۳/۳۸۲	۱/۰۳۸	۲۲/۸۰۴	۲۲/۸۰۴	۱۷/۸۳۸	۱/۳۷۱
۱۴	۰/۱۳۷	۱/۳۵۹	۰/۱۰۴	۵/۳۷۳	-۱/۵۹۰	۵/۵۵۵	۲۲/۷۰۸	۴۳/۴۱۶	-۰/۱۷۰	۰/۹۳۸	۳۸/۷۸۸	۱/۰۳۴	۲۲/۷۰۸	۲۲/۷۰۸	۱۷/۸۳۸	۱/۳۳۳

نسی  $RE$  سودمندی نسبی،  $R_I$  پاسخ مورد انتظار به گرینش از طریق خود صفت،  $R_A$  پاسخ مورد انتظار برای صفت بر اساس گرینش شاخصی و  $r_{III}$  پاسخ مورد انتظار برای هر صفت در اثر استفاده از شاخص،  $\Delta$  پیشرفت مورد انتظار شاخص و ارزش اصلاحی،  $r_G$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی،  $R_I$  شاخص نسبت به انتخاب مستقیم بر مبنای صفت.

جدول ۱- تخمین ضرایب همبستگی بین ارزش ژنوتیپی و شاخص‌ها و پیشرفت زنتیکی برای هر صفت با شدت انتخاب ۱/۴ بر اساس شاخص پایه

شاخص <sup>a</sup>	صفت																
	روز تا گلدهی	طول برگ برجم	عرض برگ برجم	ارتفاع پوته	روز تا رسیدگی	تعداد خوشه	وزن دانه در پوته	زیست توده	طول خوشه	طول خروج خوشه	طول خوشه	$r_{III}$	$\Delta$	$r_G$	$R_I$	$R_A$	$RE$
۱	۷/۲۴	۷/۱۳	-۰/۸۸	۱/۱۳	-۰/۸۵	۳/۵۵	۷/۱۸	۳/۵۳	-۰/۲۲	-۰/۲۲	-۰/۲۲	-۰/۲۲	۸/۱۳	۷/۲	۷/۱۸	۷/۱۳	-۰/۸۸
۲	۱/۸۶	۳/۳۸	-۰/۸۷	۱/۸۳	-۰/۳۶	۳/۸۰	۸/۳۶	۳/۵۶	-۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۳۵	-۰/۳۵	۷/۳۴	-۰/۳۱	۸/۳۶	۷/۳۴	۱/۲۳
۳	۲/۹۸	۲/۸۲	-۰/۸۷	۱/۱۳	-۰/۳۸	۳/۱۶	۷/۳۵	۳/۱۲	-۰/۳۸	-۰/۳۸	-۰/۳۸	-۰/۳۸	۷/۵۸	-۰/۳۷	۷/۳۵	۷/۳۴	-۰/۸۴
۴	-۰/۳۲	۱/۸۳	-۰/۸۵	۱/۶۴	-۰/۳۶	۳/۲۰	۸/۳۰	۳/۳۰	-۰/۳۶	-۰/۳۶	-۰/۳۶	-۰/۳۶	۳/۲۳	-۰/۳۷	۸/۳۰	۷/۳۴	۱/۲۶
۵	-۰/۲۱	۲/۱۳	-۰/۸۳	۵/۵۳	-۰/۳۳	۳/۱۳	۸/۳۴	۳/۸۰	-۰/۳۳	-۰/۳۳	-۰/۳۳	-۰/۳۳	۵/۴۲	-۰/۳۲	۸/۳۴	۷/۳۴	۱/۲
۶	-۰/۵۶	۲/۱۲	-۰/۸۲	۶/۸۳	-۰/۳۸	۵/۴۴	۸/۱۸	۳/۰۸	-۰/۳۲	-۰/۳۲	-۰/۳۲	-۰/۳۲	۶/۱۵	-۰/۳۱	۸/۱۸	۷/۳۴	۱/۳
۷	-۰/۶۲	۱/۶۶	-۰/۸۲	۵/۸۹	-۰/۳۹	۵/۲۸	۸/۲۸	۳/۱۳	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	۶/۱۱	-۰/۳۰	۸/۲۸	۷/۳۴	۱/۴۹
۸	-۰/۱۵	۱/۸۲	-۰/۸۲	۵/۸۸	-۰/۳۹	۵/۸۵	۲/۰۲	۳/۸۲	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	۶/۸	-۰/۲۹	۲/۰۲	۷/۳۴	۱/۱۶
۹	-۰/۸۰	۱/۳۴	-۰/۸۱	۱۰/۶۴	-۰/۳۰	۵/۶۹	۸/۱۳	۳/۳۷	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	-۰/۳۱	۶/۱۱	-۰/۲۸	۸/۱۳	۷/۳۴	۱/۶۹
۱۰	۱/۵۸	۲/۹۷	-۰/۸۸	۱/۱۳	-۰/۳۳	۳/۹	۸/۲۸	۳/۶۶	-۰/۲۹	-۰/۲۹	-۰/۲۹	-۰/۲۹	۶/۱۱	-۰/۲۷	۸/۲۸	۷/۳۴	۱/۳۴
۱۱	-۰/۲۵	۱/۵۷	-۰/۸۲	۶/۳۶	-۰/۳۶	۵/۵۷	۸/۵۸	۳/۹۲	-۰/۲۷	-۰/۲۷	-۰/۲۷	-۰/۲۷	۴/۱۳	-۰/۲۶	۸/۵۸	۷/۳۴	۱/۴۳
۱۲	-۰/۳۳	۱/۳۲	-۰/۸۲	۵/۲	-۰/۳۲	۵/۶	۸/۱۶	۳/۸۱	-۰/۲۶	-۰/۲۶	-۰/۲۶	-۰/۲۶	۳/۱۵	-۰/۲۵	۸/۱۶	۷/۳۴	۱/۴۳
۱۳	-۰/۳۷	۱/۵۵	-۰/۸۲	۶/۳	-۰/۳۷	۵/۱۸	۸/۱۳	۳/۹۲	-۰/۲۵	-۰/۲۵	-۰/۲۵	-۰/۲۵	۶/۱۱	-۰/۲۴	۸/۱۳	۷/۳۴	۱/۴۹
۱۴	-۰/۱۱	۲/۰۷	-۰/۸۳	۶/۸	-۰/۳۷	۵/۵۵	۸/۲۰	۳/۹۳	-۰/۲۵	-۰/۲۵	-۰/۲۵	-۰/۲۵	۶/۸	-۰/۲۳	۸/۲۰	۷/۳۴	۱/۳

<sup>a</sup> شاخص مورد انتظار به گزینش از طریق خود صفت،  $RE$  سوده‌مدی نسبی،  $R_I$  شاخص مورد انتظار برای صفت بر اساس گزینش شاخصی و  $R_A$  شاخص مورد انتظار برای هر صفت در اثر استفاده از شاخص،  $\Delta$  پیشرفت مورد انتظار برای هر صفت در اثر استفاده از شاخص،  $r_{III}$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی،  $r_G$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی،  $r_{II}$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی،  $r_{III}$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی،  $r_{II}$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی،  $r_{III}$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی،  $r_{II}$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی،  $r_{III}$  ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی.

## منابع

- ۱- فضلعلی‌پور، م. ربیعی، ب. سمیع‌زاده، ح. و ح. رحیم‌سروش. ۱۳۸۶. گزینش چند صفتی برای غربال ژنوتیپ‌های برتر یک جمعیت  $F_2$  برنج. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۲: ۴۱-۵۲.
- 2- Baker, R. J. 1986. Selection indices in plant breeding. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 218 p.
- 3- Biswas, B. K., Hasanuzzaman, M. Eltaj, F. Alam, M. S. and Amin, M. R. 2001. Simultaneous selection for fodder and grain yield in sorghum. J. Biol. Sci. 1: 321-323.
- 4- Brim, C. A., H. W., Johnson, and C. C. Cockerham, 1959. Multiple selection criteria in soybeans. Agron. J. 51: 42-46.
- 5- 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.
- 6- Falconer, D. S. 1989. Introduction to quantitative genetics. (Third Edition). Longman Scientific and Technical, New York. 415 p.
- 7- Gaur, P. C., Kishore, H., and P. K. Gupta, 1978. Studies on character association potatoes. J. Agric. Sci. 90: 215-219.
- 8- Gebre, M. H., and Lorter, E. N. 1996. Genetic response to index selection for grain yield, kernel weight and percent protein in four wheat crosses. Plant Breed. 115: 459-464.
- 9- Gravois, K. A., and McNew, R.W. 1993. Genetic relationship among and selection for rice yield and yield component. Crop Sci. 33: 249-252.
- 10- Hazel, L. N. 1943. The genetic basis for construction selection indexes. Genetics 28: 476-490.
- 11- Kato, T. 1997. Selection response for the characters related to yield sink capacity of rice. Crop Sci. 37: 1472-1475.
- 12- Monirifar, H. 2010. Evaluation of selection indices for Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Notulae Sci. Biol. 2 (1): 84-87
- 13- Padmavathi, N., Mahadevappa, M., and O. U. K. Reddy. 1996. Association of various yield components in rice (*Oryza sativa* L.). Crop Res. Hisar 12 (3): 353-357.
- 14- Qiu, D. J., Xuan, X. H. Yang, J. C., and Zhou, J. C. 1994. Effect of biological yield on economic yield of late single crop spherical (glutinous) rice. Acta Agric. Shanghai. 10 (3): 22-27.
- 15- 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.
- 16- Ranalli, P., G., Ruaro, and P. Delre, 1991. Response to selection for seed yield in bean (*Phaseolus vulgaris*). Euphytica. 57: 117-123.
- 17- Robinson, H. F., Comstock, R. E., and Harvey, P. H. 1951. Genotypic and phenotypic correlation and their implications in selection. Agron. J. 43: 282-287.
- 18- Sabouri, H., Rabiei, B., and Fazlalipour, M. 2008. Use of selection indices based on multivariate analysis for improving grain yield in rice. Rice Sci. 15:303-310.
- 19- Sabouri, H., A., Sabouri, and A. R. Dadras, 2009. Genetic dissection of biomass production and partitioning with grain yield and yield traits in indica-indica Crosses of Rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Aust. J. Crop sci. 3:155-166.
- 20- Samonte, S. O. P. B., L. T., Wilson, and A. M. McClung, 1998. Path analysis of yield and yield-related traits of fifteen diverse rice genotypes. Crop Sci. 38: 1130-1136.
- 21- SAS Institute. 1994. SAS/STAT user's guide. Version 6. 4th ed. SAS Inst., Cary, NC. USA.
- 22- Smith, H. F. 1936. A discriminate function for plant selection. Ann. Eugen. 7: 240-250.
- 23- Surek, H., and Beser, N. 2003. Correlation and path coefficient analysis for yield-related traits in rice (*Oryza sativa* L.) under Thrace conditions. Turk. J. Agric. 27: 77-83.
- 24- Surek, H., K. Z., Korkut, and O. Bilgin, 1998. Correlation and path analysis for yield and yield components in rice a 8 parent diallel set of crosses. Oryza. 35 (1): 15-18.
- 25- 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.
- 26- Standard Evaluation System for Rice (SES). 1996. International Rice Research Institute. Manila, Philippines. 52 p.
- 27- Takeda, K., and K. Saito, 1983. Heritability and genetic correlation of kernel weight and white belly frequency in rice. Jpn. J. Breed. 33: 468-480.
- 28- Williams, J. S. 1962. Some statistical properties of a genetic selection index. Biometrika. 49: 325-337.
- 29- Williams, J. S. 1962. The evaluation of a selection index. Biometrics. 18: 375-393.