مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هفدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

تعیین بهترین شاخص‌های گزینشی برای تسهیل عمل انتخاب در برنج

*حسین صبوری[۱]، عباس بیابانی[۱]، مریم فضلعلی‌پور[۲] و عاطفه صبوری[۳]

[۱]گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، مجتمع آموزش عالی گنبد، [۲]دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات دانشگاه گیلان، [۳]عضو هیات‌علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه گیلان، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، مجتمع آموزش عالی گنبد

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۸

چکیده

به‌منظور تعیین بهترین شاخص‌های گزینش برای تسهیل عمل انتخاب در برنج و انتخاب برترین خانواده‌های F_3 از بین ۲۶۰ خانواده حاصل از تلاقی بین طارم محلی × خزر با استفاده از شاخص‌های گزینش چندگانه پایه و بهینه، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی گنبد کاووس به اجرا در آمد. بدین‌منظور ۲۶۰ خانواده F_3 به همراه والدین و نسل F_1 کشت شدند. جهت به‌دست آوردن برترین شاخص‌های گزینش، بردارهای مختلفی از ارزش‌های اقتصادی صفات در نظر گرفته شد که شامل اطلاعات ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی، اثرات مستقیم ژنوتیپی در تجزیه علیت و وراثت‌پذیری صفات بود. ضرایب همبستگی فنوتیپی بین عملکرد بوته با تعداد خوشه (۰/۸۳۶**)، ارتفاع بوته (۰/۴۰۹**)، طول خروج خوشه از غلاف (۰/۴۷۶**)، تعداد دانه پر (۰/۶۹۸**) و زیست توده (۰/۹۵۸**) مثبت و معنی‌دار بود. نتایج تجزیه رگرسیون بین عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی نشان داد که تعداد خوشه، تعداد دانه و زیست توده به‌ترتیب بیشترین میزان تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. همچنین نتایج تجزیه علیت نیز اهمیت صفات تعداد خوشه، تعداد دانه پر و زیست توده را در تغییرات عملکرد نشان داد. بین شاخص‌های گزینش مطرح شده، شاخص هشتم (حاصل از وراثت‌پذیری صفات ردیف اول تجزیه علیت) و شاخص ششم (حاصل از اثرات مستقیم

* مسئول مکاتبه: saboriho@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

ژنتیکی صفات ردیف اول در تجزیه علیت و ضرایب همبستگی ژنتیکی معنی‌دار سایر صفات با عملکرد دانه در بوته) سودمندی نسبی خوبی را نشان دادند به ویژه برای شاخص پایه که سودمندی نسبی و پیشرفت برای عملکرد دانه بدست آمده از سایر شاخص‌های محاسبه شده بیشتر بود. براساس نتایج حاصل از این تحقیق برترین خانواده‌های جمعیت طارم محلی × خزر می‌توانند با استفاده از شاخص‌های گزینشی بهینه و پایه با بیشترین پیشرفت ژنتیکی انتخاب شوند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه علیت، رگرسیون، شاخص گزینشی

مقدمه

به عقیده بسیاری از متخصصین اصلاح نباتات، یکی از مهمترین فعالیت‌ها در برنامه‌های اصلاحی گیاهان، انتخاب است و کارآیی آن به مقدار زیادی بستگی به تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت و وراثت‌پذیری صفت مورد مطالعه دارد. انتخاب در صفاتی که وراثت‌پذیری بالا دارند نسبت به صفاتی که وراثت‌پذیری آنها پایین است، مؤثرتر است. انتخاب مستقیم برای اصلاح عملکرد چندان مؤثر نبوده و در این‌گونه موارد با استفاده از برخی تکنیک‌های آماری می‌توان اطلاعات لازم را برای انتخاب غیرمستقیم صفات جهت اصلاح عملکرد به‌دست آورد. از جمله این تکنیک‌ها می‌توان به ضریب همبستگی، تجزیه علیت و سایر روش‌های چند متغیره آماری اشاره کرد (فتحی، ۱۹۹۸). یکی از روش‌های گزینش بوته‌های برتر استفاده از شاخص گزینش بر مبنای چند صفت است (بیکر، ۱۹۸٦). در صورتی‌که از روش‌های مناسبی برای محاسبه شاخص و ضرایب آن در مدل گزینش چندگانه استفاده شده باشد، پاسخ به گزینش بر مبنای شاخص گزینش بازدهی بهتری از انتخاب مستقیم برای آن صفت خواهد داشت (بیکر، ۱۹۸٦؛ رضایی، ۱۹۹٤). از مدل‌هایی که در آنها چند صفت در نظر گرفته می‌شوند می‌توان برای بالا بردن دقت ارزیابی ژنتیکی صفاتی که وراثت‌پذیری آنها کم است، استفاده نمود. در این حالت نیز میزان افزایش در دقت پیش‌بینی به میزان وراثت‌پذیری صفات مورد نظر، همبستگی ژنتیکی بین آنها و مقدار اطلاعات موجود برای هر صفت بستگی دارد (سیدول و همکاران، ۱۹۷٦؛ اله‌قلی‌پور و همکاران، ۱۹۹۸؛ سورک و بیسیر، ۲۰۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از شاخص‌های انتخاب در گیاهان برای اولین بار توسط اسمیت (۱۹۳٦) با استفاده از مفهوم تابع تشخیص مطرح شد. سپس هیزل (۱۹٤۳) مدل انتخاب همزمان را با استفاده از روش تجزیه رگرسیون چند متغیره گسترش داد و متعاقباً روش‌های پیشرفته‌تری در شاخص‌های انتخاب بیان شد و مورد استفاده قرار گرفت (بیکر، ۱۹۸٦).

از انواع شاخص‌های انتخاب که تاکنون جهت بهبود عملکرد گیاهان استفاده شده است می‌توان به شاخص انتخاب بهینه اشاره کرد. این شاخص یکی از مشهورترین روش‌های گزینش به کمک شاخص است که برای اولین بار توسط اسمیت (۱۹۳٦) مطرح شد. شاخص پایه از دیگر شاخص‌هایی است که توسط بریم و همکاران (۱۹۵۹) پیشنهاد و به‌وسیله ویلیامز (۱۹٦۲) گسترش داده شد. 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. چودهاری و داس (۱۹۹۸) با بررسی ۱۱ رقم برنج در آب‌های عمیق اظهار داشتند که انتخاب بر اساس دیررسی همراه با طول خوشه بلند و تعداد دانه بیشتر می‌تواند در افزایش عملکرد دانه در برنج‌های آب‌های عمیق مؤثر باشد. یولاند و داس (۱۹۹۵) با استفاده از تجزیه علیت نشان دادند که تعداد دانه در خوشه، عملکرد بیولوژیک و تعداد پنجه بارور به‌ترتیب بالاترین اثرات مستقیم را بر عملکرد دارند. باگالی و همکاران (۱۹۹۹) با ارزیابی ۱۱٤ لاین برنج گزارش کردند که بیشترین اثرات مستقیم مثبت بر عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به صفات وزن خوشه، تعداد دانه و شاخص برداشت بود. وزن خوشه اثرات غیرمستقیم زیادی نیز از طریق شاخص برداشت و تعداد دانه نشان داد. مورتی و رائو (۱۹۸۰) نشان دادند که ایجاد یک شاخص براساس ارتفاع بوته و وزن ساقه اصلی، زاویه ورس را نسبت به حالتی که انتخاب تنها براساس زاویه صورت می‌گیرد، به میزان ۷۵ درصد بهبود می بخشد، علاوه بر این اندازه‌گیری ارتفاع گیاه و وزن ساقه اصلی راحت‌تر از اندازه‌گیری زاویه خوابیدگی است. بنابراین شاخص علاوه بر داشتن ۷۵ درصد بازدهی نسبت به گزینش مستقیم موجب صرفه‌جویی در وقت و هزینه نیز شد. روزیله و براون (۱۹۸۰) نتیجه گرفتند که استفاده از میزان آلودگی بر روی برگ پرچم و سنبله به‌عنوان صفات ثانویه در بهبود عملکرد یا افزایش وزن دانه تحت شرایط بیماری، مفید واقع نمی شود. سورک و بیسیر (۲۰۰۳) نیز به نتایج مشابهی دست یلفت. ایگلز و فرای (۱۹۷٤) پنج روش مختلف انتخاب را برای بهبود توأم عملکرد دانه و عملکرد کاه در یولاف مورد بررسی قرار دادند. آنها ضریب اقتصادی عملکرد را دو برابر ضریب عملکرد کاه در نظر گرفتند و ۱۲۰۰ لاین حاصل از یک

Archive of SID

www.SID.ir

جمعیت کمپوزیت مورد بررسی قرار دادند. ایگلز و فرای (۱۹۷٤) انتخاب بر مبنای سطوح حذف مستقل را قبل از برداشت و کاربرد شاخص انتخاب بر مبنای عملکرد دانه و کاه را بعد از برداشت یولاف توصیه کردند و استفاده از شاخص پایه را نسبت به شاخص‌های دیگر ترجیح دادند. بیکر (۱۹۹٤) شاخص‌های انتخاب را به‌منظور افزایش تحمل به استرس‌های زنده و غیرزنده در گندم به‌کار برد. شاخص‌های انتخاب به‌بسیار مؤثرتر از انتخاب در محیط‌های تحت استرس می‌باشد. ساراوجی و همکاران (۱۹۹۷)، گانسان دست آمده نشان دادند که انتخاب در محیط‌های بدون استرس به‌منظور افزایش عملکرد و همکاران (۱۹۹٦) و سورک و همکاران (۱۹۹۸) از تجزیه علیت برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر برنج استفاده نمودند. گراویس و مک نیو (۱۹۹۳) با محاسبه شاخص‌های انتخاب نشان داد که انتخاب برای افزایش عملکرد دانه از طریق انتخاب هر کدام از دو صفت وزن خوشه و تعداد خوشه به تنهایی ممکن است مؤثر نباشد. اما شاخصی بر مبنای هر دو صفت وزن خوشه و تعداد خوشه برای افزایش عملکرد دانه کارآیی در حدود ۹۱ درصد داشته و می‌تواند بسیار مؤثر باشد. ربیعی و همکاران (۲۰۰٤) و فضلعلی‌پور و همکاران (۲۰۰۷a) شاخص‌های بهینه و پایه را مورد مقایسه قرار دادند و نشان دادند که گزینش بر مبنای شاخص‌های بهینه می‌تواند پاسخ بیشتری را نسبت به شاخص‌های پایه منجر شود، اما این برتری معنی‌دار نبوده و در نهایت استفاده از شاخص پایه را به‌دلیل سادگی ساختار و سهولت محاسباتی توصیه نمودند. فضلعلی‌پور و همکاران (a ۲۰۰۷) در گیاه برنج نشان دادند که گزینش بر مبنای صفاتی نظیر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت که به‌عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه در تجزیه علیت ژنتیکی مشخص شده بودند، با توجه به اثرات مستقیم ژنتیکی (ضرایب علیت ژنتیکی) آنها به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی، می‌تواند مفید باشد. در مطالعه دیگری فضلعلی پور و همکاران (۲۰۰۷b) از گزینش همزمان برای چند صفت به‌منظور حصول حداکثر ارزش اقتصادی جمعیت برنج استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که استفاده از یک شاخص گزینش بر مبنای صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد دانه پر در خوشه، وزن صد دانه و تعداد خوشه در بوته می‌تواند موجب افزایش ارزش اقتصادی جمعیت شود. ابوذری و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از روش تجزیه علیت شاخص‌های گزینشی را به کمک صفات تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در خوشه و وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه برنج، برآورد نمودند و به‌ترتیب ارقام عسگری طارم، آرژانتین و لبانت به‌عنوان ارقام برتر انتخاب شدند. فضلعلی‌پور و همکاران (۲۰۰۷c) با برآورد پنج شاخص گزینش

Archive of SID

www.SID.ir

مختلف بر اساس 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 به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی، می‌توان به شاخص‌های برتر و مناسب جهت اصلاح جمعیت دست یافت. صبوری و همکاران (۲۰۰۸a) 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.

با توجه به اهمیت برنج به‌عنوان یک محصول استراتژیک در ایران و نظر به این‌که سالانه مقدار ارز قابل توجهی برای وارد نمودن آن به کشور ما صرف می‌شود، گیاه برنج برای این تحقیق برگزیده شد. از طرفی دیگر شاخص‌های گزینشی مبحث بسیار گسترده‌ای علم اصلاح نباتات به شمار می‌روند اما تاکنون گزارش‌های زیادی در این زمینه در ایران وجود ندارد. بطورکلی هدف از این تحقیق تعیین بهترین شاخص‌های گزینشی برای تسهیل عمل انتخاب در برنج و انتخاب برترین خانواده‌های F_3 در یک جمعیت برنج در حال تفکیک می‌باشد که والدین این تلاقی را ارقام بومی و اصلاح شده ایرانی تشکیل می‌دهند. بنابراین انتظار می‌رود بتوان از نتایج آن به نحو شایسته‌ای در فعالیت‌های اصلاحی برنج در کشور ما استفاده نمود. در این بررسی برای تشکیل شاخص‌های گزینش از نتایج محاسبه وراثت‌پذیری، تجزیه علیت و ضرایب همبستگی ژنوتیپی بهره گرفته شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین شاخص‌های گزینش برای شناسایی برترین فامیل‌های F_3 در برنج، ارقام طارم محلی به عنوان والد پدری و خزر به‌عنوان والد مادری با هم تلاقی داده شدند. نسل اول، دوم و سوم از خودباروری گیاهان نسل قبل‌تر به دست آمدند. خانواده‌های F_3 به‌همراه والدین مربوطه در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی گنبد با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرق و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا و بافت خاک لوم کلی سیلتی با pH حدود ۷/۸ کشت شدند. مورد مطالعه قرار گرفتند. طارم محلی از ارقام با کیفیت بالا اما پتانسیل عملکرد پایین بوده و خزر از ارقام اصلاح شده و با کیفیت پایین ولی پر محصول می‌باشد. از طرف دیگر طارم محلی و خزر به‌ترتیب از ارقام متحمل و حساس به تنش‌های محیطی مانند شوری نیز می‌باشند (صبوری و همکاران، ۲۰۰۸b). تاکنون از جمعیت‌های حاصل از تلاقی این ارقام برای

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعات متعددی استفاده شده است (صبوری و همکاران، ۲۰۰۸c، صبوری و همکاران، ۲۰۰۹a,b، صبوری، ۲۰۰۹؛ صبوری و بیابانی، ۲۰۰۹؛ صبوری و صبوری، ۲۰۰۹). عملیات داشت مزرعه مطابق معمول منطقه انجام شد. خزانه آزمایش اصلی در نیمه دوم اردیبهشت ۱۳۸۷ در مزرعه آزمایشی مجتمع آموزش عالی گنبد تهیه شد. قبل از آماده‌سازی بسترها، کود شیمیایی به نسبت ۱۱۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار مصرف شد. بستر خزانه ۲ روز قبل از بذرپاشی به عمق ۵ تا ۷ سانتی‌متر آبیاری و از سم ساترن به میزان ۸ لیتر در هکتار برای مبارزه با علف هرز سوروف استفاده گردید. در این مدت از ورود و خروج آب ممانعت به‌عمل آمد. پس از خروج آب در پایان روز سوم، بستر خزانه آماده بذرپاشی گردید و بذور والدین به همراه بذور فامیل‌های F_3، در نیمه اول خرداد ماه به‌صورت دستی بر روی بستر خزانه پاشیده شد. برای تقویت رشد نشاءها کود اوره به‌میزان ۷ گرم در مترمربع به‌صورت سرک مصرف گردید. زمین اصلی با استفاده از تراکتور شخم زده شد و یکبار نیز با ماله زدن تسطیح شد. نشاها در نیمه اول تیرماه به زمین اصلی منتقل گردید و هر تیمار در کرت‌هایی که شامل ٤ ردیف و در هر ردیف ۱۰ بوته بود، به‌فواصل ۲۵×۲۵ سانتی‌متر به‌صورت بوته تک نشاء گردید. کود شیمیایی به‌میزان ۱٤۰ کیلوگرم اوره و ۱۱۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار در نظر گرفته شد که ۷۰ درصد اوره و تمام فسفات آمونیوم بعد از شخم دوم به زمین اصلی داده شد و ۳۰ درصد باقی‌مانده اوره در مرحله آغاز تشکیل خوشه مصرف شد. برای مبارزه با علف‌های هرز در زمین اصلی از علف‌کش ساترن به میزان ٦ لیتر در هکتار یک هفته بعد از نشاکاری استفاده گردید و دو هفته بعد نیز یکبار وجین دستی انجام گرفت. مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج با سم دیازینون گرانول ۱۰ درصد به نسبت ۱٤ کیلوگرم در هکتار انجام شد که مرحله اول آن در اواخر تیرماه به‌منظور جلوگیری از خسارت نسل اول یا قلب مردگی و مرحله دوم آن در نیمه دوم مردادماه برای مبارزه با خسارت نسل دوم یا خوشه سفیدی بود. آبیاری زمین اصلی به‌صورت غرقاب و به ارتفاع ۵ سانتی‌متر صورت گرفت و عملیات آبیاری حدود ۷ روز قبل از برداشت به‌منظور تسریع در رسیدن محصول و خشک شدن مزرعه در زمان برداشت، متوقف گردید. صفات مورد بررسی دراین آزمایش مشتمل بر ۱٤ صفت بود که براساس دستورالعمل استاندارد ارزیابی صفات اندازه‌گیری و ثبت گردیدند (موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج کشور، ۱۹۹٦). صفات اندازه‌گیری شده عبارت است از: ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، تعداد خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، عملکرد دانه در واحد بوته،

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد روز تا گلدهی، طول خروج خوشه از غلاف و زیست توده[1] برای ۲۰ بوته از هر خانواده اندازه‌گیری شد.

ماتریس واریانس کواریانس فنوتیپی همه صفات برای والدین، بوته‌های F_1 و نتاج F_3 به‌طور جداگانه برآورد شد. برای به‌دست آوردن ماتریس واریانس- کواریانس ژنتیکی نتاج F_3 ابتدا ماتریس واریانس- کواریانس محیطی از طریق فرمول:

$$E = \frac{P_1 + P_2 + F_1}{3} \qquad (1)$$

محاسبه شد که در آن P_1 ، P_2 و F_1 به‌ترتیب، ماتریس واریانس- کواریانس فنوتیپی والدین و بوته‌های F_1 می‌باشند. سپس ماتریس واریانس- کواریانس ژنتیکی جمعیت F_3، از رابطه:

$$G = P - E \qquad (2)$$

به‌دست آمد که در آن P و G به‌ترتیب ماتریس واریانس- کواریانس فنوتیپی و ژنتیکی F_3 می‌باشند. از این ماتریس‌ها برای ارزیابی شاخص‌های گزینش در جمعیت استفاده شد. وراثت‌پذیری عمومی صفات از تقسیم واریانس ژنتیکی بر فنوتیپی صفات به‌دست آمد. به‌منظور بررسی تعیین مهمترین صفات تاثیرگذار بر عملکرد، تجزیه رگرسیون به روش پیش‌رو[2] انجام شد. در این بررسی عملکرد دانه به عنوان متغیر تابع یا وابسته (Y) و سایر صفات اندازه‌گیری شده دیگر به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظرگرفته شدند. برای انجام تجزیه علیت و تفکیک ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی بین صفات و عملکرد به اثرات مستقیم و غیرمستقیم از روش دوی و لو (۱۹۵۹) استفاده شد. مدل نهایی دیاگرام علیت براساس متغیرهای پیشگویی‌کننده (متغیرهای مستقل) و متغیر تابع رسم گردید. از نتایج تجزیه علیت، همبستگی و وراثت‌پذیری برای برآورد ضرایب اقتصادی در به‌دست آوردن شاخص‌های انتخاب مناسب جهت بهبود و اصلاح عملکرد استفاده شد.

شاخص‌های انتخاب بر اساس صفات وارد شده در تجزیه علیت ژنتیکی و با در نظر گرفتن ارزش‌های فنوتیپی، ژنتیکی و اقتصادی آنها با توجه به رابطه پایه زیر محاسبه شدند (بیکر، ۱۹۸۶):

$$I = \sum b_i p_i \qquad (3)$$

1- Biomass
2- Forward regression

Archive of SID

www.SID.ir

biها ضرایب شاخصی مربوط به هر صفت می‌باشند و piها ارزش‌های فنوتیپی مربوط به هر صفت می‌باشند. در شاخص بهینه (اسمیت)، ضرایب شاخص از رابطه زیر به‌دست آمد (اسمیت، ۱۹۳٦):

$$b = P^{-1}Ga \qquad (٤)$$

که در آن b بردار ضرایب شاخصی، P ماتریس واریانس- کواریانس فنوتیپی، G ماتریس واریانس- کواریانس ژنتیکی و a بردار ارزش‌های اقتصادی صفات می‌باشد. ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی R_{HI}، پیشرفت ژنتیکی مجتمع صفات (ΔH) برای هر شاخص، پیشرفت مورد انتظار برای هر صفت در اثر استفاده از شاخص (Δ) و در نهایت سودمندی نسبی (RE)[1] شاخص نسبت به انتخاب مستقیم بر مبنای صفت (عملکرد) به‌دست آمد. همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی از رابطه زیر محاسبه شد (بیکر، ۱۹۸٦):

$$R_{HI} = \frac{\sigma_{HI}}{\sqrt{\sigma_I^2 \times \sigma_H^2}} = \frac{\sigma_I}{\sigma_H} \qquad (٥)$$

که در آن σ_I^2، σ_H^2 و σ_{HI} به‌ترتیب واریانس شاخص، واریانس ارزش اصلاحی و کواریانس شاخص و ارزش اصلاحی می‌باشد. در فرم ماتریس R_{HI} از رابطه زیر به‌دست آمد (بیکر، ۱۹۸٦):

$$R_{HI} = \sqrt{\frac{b'pb}{a'Ga}} \qquad (٦)$$

میزان بهره مورد انتظار از شاخص برای مجموع صفات نیز از رابطه زیر به‌دست آمد (بیکر، ۱۹۸٦):

$$\Delta H = kr_{HI}\sigma_H \qquad (٧)$$

که در آن، k دیفرانسیل گزینش در واحد استاندارد، σ_H انحراف معیار ارزش اصلاحی و r_{HI} ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی می‌باشد. میزان پیشرفت ژنتیکی برای هر صفت بر مبنای شاخص از رابطه زیر محاسبه شد (بیکر، ۱۹۸٦):

$$\Delta = \sqrt{\frac{kGb}{b'pb}} \qquad (٨)$$

1- Relative efficiency

Archive of SID

www.SID.ir

ضریب همبستگی ژنتیکی عملکرد (صفت A) با شاخص از رابطه زیر برآورد شد (بیکر، ۱۹۸٦):

$$r_{G(A)I} = \frac{\sigma_{G(A)I}}{\sqrt{\sigma^2_{G(A)} \times \sigma^2_I}} = \frac{b'g}{\sqrt{\sigma^2_{G(A)} \times b'Pb}} \quad (۹)$$

که در این رابطه g بردار ستونی کواریانس ژنتیکی عملکرد با سایر صفات مورد مطالعه و $\sigma^2_{G(A)}$ واریانس ژنتیکی صفت عملکرد می‌باشد. کارآیی نسبی گزینش بر اساس شاخص، نسبت به گزینش مستقیم برای عملکرد به‌صورت زیر محاسبه شد (بیکر، ۱۹۸٦):

$$RE = \frac{R_I}{R_A} = \frac{r_{G(A)I}}{h_A} \quad (۱۰)$$

که R_I پاسخ مورد انتظار برای صفت A (عملکرد) بر اساس گزینش شاخصی و R_A پاسخ مورد انتظار به گزینش از طریق خود صفت و h_A، جذر وراثت‌پذیری صفت A (عملکرد) می‌باشد. لازم به توضیح است که R_I و R_A نیز از رابطه زیر محاسبه شدند (بیکر، ۱۹۸٦):

$$R_I = kr_{G(A)I}\sigma_{G(A)} \quad (۱۱)$$

$$R_A = kh_A\sigma_{G(A)} \quad (۱۲)$$

برای محاسبه شاخص پایه (بریم و همکاران، ۱۹۵۹) 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 زیر محاسبه شد (بیکر، ۱۹۸٦):

$$R_{HI} = \sqrt{\frac{a'Ga}{a'Pa}} \quad (۱۳)$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار PATH2 جهت محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم ژنتیکی صفات و از SPSS16 برای محاسبه ضرایب همبستگی فنوتیپی، رگرسیون پیش‌رو و تجزیه علیت استفاده شد. برای محاسبه ضرایب همبستگی ژنتیکی، به‌دست آوردن ماتریس‌ها و تشکیل شاخص‌های گزینشی مختلف از نرم‌افزار SAS ٦/۱۲ استفاده گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

رقم طارم محلی (والد نر) از نظر ارتفاع بوته، طول خروج خوشه از غلاف و طول خوشه ارزش‌های بالاتری از رقم خزر (والد مادری) داشت و از نظر بقیه صفات والد مادری از برتری نسبی در مقایسه با والد پدری برخوردار بود. محاسبه وراثت‌پذیری عمومی در جدول ۱ نشان می‌دهد که وراثت‌پذیری اکثر صفات بیشتر از ۵۰ درصد است. وراثت‌پذیری کمتر در برخی از صفات مانند طول خوشه، زیست توده، طول برگ پرچم و عملکرد احتمالاً به‌دلیل اختلاط اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در برآورد وراثت‌پذیری‌ها به‌دلیل انجام آزمایش در یکسال است. در نسل F_3، ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی، طول خروج خوشه از غلاف و تعداد دانه پر وراثت‌پذیری بالایی را نشان دادند که نشان‌دهنده سهم بالای واریانس ژنتیکی در توجیه تغییرات فنوتیپی این صفات دارد. در بین صفات مورد بررسی تنها طول خوشه دارای وراثت‌پذیری کمتر از عملکرد بود و سایر صفات ارزیابی شده دارای وراثت‌پذیری بالاتری نسبت به عملکرد بودند. از آنجا که تنها صفاتی می‌توانند برای اصلاح صفات پیچیده در انتخاب غیرمستقیم به اصلاح‌گران کمک کنند که دارای وراثت‌پذیری بالا و همبستگی ژنتیکی بالا با صفت پیچیده باشند (سیدول و همکاران، ۱۹۷٦)، صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی، تعداد خوشه، طول خروج خوشه از غلاف می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار گیرند و پیش‌بینی می‌شود بهبود عملکرد دانه از طریق این صفات به‌دلیل وراثت‌پذیری بالای آنها با موفقیت صورت گیرد.

جدول ۱- میانگین ارزش‌های فنوتیپی والدین، F_1 و F_3 و برآورد وراثت‌پذیری عمومی صفات در تلاقی طارم محلی×خزر.

	والدین		F_1	F_3	h_b^2
	طارم محلی (mean±SD)	خزر (mean±SD)	(mean±SD)	(mean±SD)	
عملکرد بوته (گرم)	۳۲/۹۹ ± ۹/٤۲	٤۳/٦٥ ± ۹/٥۳	۳۳/۲۲ ± ٦/۷۹	۲٦/۹۱ ± ۱۳/۸۲	۰/٦۰
تعداد خوشه	۱۱/۰۰ ± ۰/٦۷	۱۱/٥۰ ± ۰/۷۱	۱۱/۱۹ ± ۱/۷٦	۱۱/۳۳ ± ۳/۲٥	۰/۸۷
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۱٦٥/۸۰ ±۳/٦۱	۱۱۷/۰۰±۱/۱٥	۱٤۹/۳٤ ±٤/۳۰	۱٤۳/۱٦ ±۱۳/۳۹	۰/۹٤
تعداد روز تا گلدهی	٦۸/۱۰ ± ۰/۸۷	۸٤/٥۰ ± ۰/٥۳	۷۲/۸۷ ± ۲/۸۷	۷٤/۳۹ ± ٥/٤٦	۰/۸۹
خروج خوشه از غلاف (سانتی‌متر)	۱٥/٥۰ ±۰/۸٥	۸/۳۳ ± ۰/۳۷	۲/۳٤ ± ۱/٤۸	۷/۱۷ ± ۳/٦۹	۰/۹۲
طول خوشه (سانتی‌متر)	۳۲/۲۲ ±۱/٥۲	۳۰/۰٦ ±۱/۳۱	۳۰/۹۱ ±۲/۸۸	۳۰/۱۳ ± ۳/۰۳	۰/٥٥
تعداد دانه پر	۹۰/۲۰ ±٤/۱٦	۱۲٤/٥۰±۱۸/۸۹	۹٤/۲٥ ±۱٤/۹۹	٦۷/۷٦ ± ۳۹/٦۱	۰/۸۷
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۲۳/۱۰ ±۰/۷٤	۳۷/٥۹±۰/٥۱	۲۷/۷۷ ± ٤/۹٦	۲۸/۹۹ ± ٤/۸۹	۰/٦٥
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۰/۹۸ ±۰/۱۳	۱/۳۷±۰/۰٥	۱/۲٤ ± ۰/۰۹	۱/٤۱ ± ۰/۲۱	۰/۷۸
زیست توده (گرم)	٥۰/۹۰ ±۱۰/۳٦	۱۱۷/٤۰±۱۳/۷٤	۸۳/۳۰±۲٦/۹۸	۸۳/۱۷ ± ۳۰/۳٤	۰/٦۳

h_b^2: وراثت‌پذیری عمومی

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی (جدول ۱) نشان داد که در اکثر موارد علامت همبستگی‌ها با هم یکسان می‌باشد. در اکثر موارد مورد بررسی نیز همبستگی‌های ژنتیکی بالاتر از فنوتیپی بود. فضلعلی‌پور و همکاران (۲۰۰۷a, b, c)، ربیعی و همکاران (۲۰۰٤) و صبوری و همکاران (۲۰۰۸a) به نتایج مشابهی دست یافتند. ضرایب همبستگی فنوتیپی جدول ۲ بین عملکرد بوته با تعداد خوشه (۰/۸۳٦**)، ارتفاع بوته (۰/٤۰۹**)، طول خروج خوشه از غلاف (۰/٤۷٦**)، تعداد دانه پر (۰/٦۹۸**) و زیست توده (۰/۹۵۸**) مثبت و معنی‌دار و با صفت عرض برگ پرچم منفی و معنی‌دار (-۰/۲۰۷*) و با صفات تعداد روز تا گلدهی، طول برگ پرچم غیر معنی‌دار بود. اگر چه صفاتی نظیر ارتفاع بوته، طول خروج خوشه از غلاف و عرض برگ پرچم همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند اما مقادیر این همبستگی‌ها از ۰/۵ کمتر بود و تنها به‌دلیل تعداد زیاد افراد این مقادیر از لحاظ آماری معنی‌دار شد. ضرایب همبستگی ژنوتیپی جدول ۲ بین عملکرد بوته با تعداد خوشه (۰/٦۸٤**)، ارتفاع بوته (۰/۳۰۳**)، طول خروج خوشه از غلاف (۰/۳۷٦**)، تعداد دانه پر (۰/۵۹۸**) و زیست توده (۰/٦٦۷**) مثبت و معنی‌دار و با صفات تعداد روز تا گلدهی، طول خوشه، طول برگ پرچم و عرض برگ پرچم غیر معنی‌دار بود. همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی عملکرد دانه در بوته با تعداد خوشه و تعداد دانه پر مثبت و معنی‌دار به‌دست آمد. این دو صفت از اجزای اصلی عملکرد بوده و در بسیاری از گزارش‌ها همبستگی مثبت و معنی‌دار گزارش شده است (سورک و بیسیر، ۲۰۰۳؛ و سورک و بیسیر، ۲۰۰۵). چودهاری و داس (۱۹۹۸) و سورک و بیسر (۲۰۰۳) تعداد دانه پر را از مهم‌ترین خصوصیات موثر در جهت افزایش عملکرد دانه تشخیص دادند. محققان همبستگی بالایی را برای صفات عملکرد دانه در بوته و زیست توده گزارش نموده‌اند (سورک و بیسیر، ۲۰۰۳). صبوری و همکاران (۲۰۰۸c؛ صبوری و صبوری، ۲۰۰۹ و صبوری و صبوری، ۲۰۰۹b) نشان دادند که یکی از دلایل همبستگی بالای بین عملکرد و صفات یاد شده وجود پیوستگی قوی بین ژن‌های کنترل‌کننده این صفات با عملکرد دانه و یا پلیوتروپی ژن‌ها در بروز این صفات می‌باشد. در صورتی‌که صفات مطلوب با هم همبستگی و همچنین لینکاژ ژنی داشته باشند، می‌توان برنامه‌های اصلاحی را در جهت هرمی نمودن ژن‌های یاد شده پایه‌ریزی نمود و در صورت همبستگی صفات نامطلوب می‌توان از خودباروری‌های مکرر و گزینش در هر نسل برای حذف ژن‌های نامطلوب بهره برد. اگر چه با توجه به همبستگی بالای بین عملکرد دانه و تعداد خوشه و تعداد دانه پر می‌توان گفت که گزینش بر مبنای این صفات در افزایش و بهبود عملکرد دانه مفید خواهد بود اما در تدوین یک برنامه اصلاحی توجه به وراثت‌پذیری صفات و اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه نیز ضروری است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- همبستگی‌های ژنوتیپی (نیمه پایین) و فنوتیپی (نیمه بالا) بین صفات مورد بررسی در ۱۹۲ خانواده F_2 حاصل از تلاقی طارم محلی × خزر

	عملکرد بوته	تعداد خوشه	ارتفاع بوته	تعداد روز تا گلدهی	طول خروج خوشه از غلاف	طول خوشه	تعداد دانه پر	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	زیست توده
عملکرد بوته	۱	۰/٦٨٤**	۰/۳۳۰**	-۰/۰۱۹	۰/۳۷٦**	۰/۰٥٦	۰/٥۹۸**	۰/۰٥٦	-۰/۰۸۱	۰/٦٦۷**
تعداد خوشه	۰/۸۳٦**	۱	۰/۲٤۱**	-۰/۰۸۹	۰/۱۹۱*	۰/۰٥۷	۰/۱۷۲	۰/۱۲۹	۰/۰۷٥	۰/۷۹٥**
ارتفاع بوته	۰/٤۰۹**	۰/۲۳۹**	۱	-۰/۰٦٦	۰/۱۱۲	۰/۱۸۰*	۰/۱٥۰	-۰/۰۰٤	-۰/۱۳٤	۰/۲۷۲**
تعداد روز تا گلدهی	-۰/۰۱۹	-۰/۰٦۰	-۰/۰٥۳	۱	-۰/۱۲٦	۰/۳۹۱**	-۰/۰۷۲	-۰/۱۱۲	-۰/۰٦۲	۰/۲۲۱*
خروج خوشه از غلاف	۰/٤۷٦**	۰/۱۷۰	۰/۰۹۳	-۰/۰۸۸	۱	-۰/۱٥٥	۰/٥۲۳**	۰/۱۳٤	-۰/۰۲۷	۰/۰۸٥
طول خوشه	۰/۰٥۱	۰/۰۹۳	۰/۲۳٤**	۰/٥٥۹**	-۰/۲٦۱**	۱	-۰/۰٤۲	-۰/۱۱۳	-۰/۱۹۲*	۰/۲۰۳*
تعداد دانه پر	۰/٦۹۸**	۰/۲۳٤**	۰/۱۹٦*	-۰/۰۹٤	۰/٥۷۸**	-۰/۰۳۹	۱	۰/۱۱۳	-۰/۱۱۷	۰/۱۳٥
طول برگ پرچم	-۰/۰۱٥	۰/۰۱۹	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۷	۰/۰۲۷	-۰/۳٤۹**	۰/۱۳٦	۱	۰/۱۸۲*	۰/۱۰۷
عرض برگ‌پرچم	-۰/۲۰۷*	۰/۰۲۲	-۰/۱۳۳	-۰/۰٥۱	-۰/۰٤۷	-۰/٤۳۷**	-۰/۱٦٤	۰/۱۷۳	۱	۰/۰٥۲
زیست توده	۰/۸۹٦**	۰/۹۲۷**	۰/۳۰۳**	۰/٤٦۳**	۰/۰۳۸	۰/۱۷٦*	۰/۲٦٦**	-۰/۰۷۳	-۰/۰۷٤	۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ٥ و ۱ درصد

www.SID.ir

جهت بررسی روابط علت و معلولی بین صفات، ابتدا از رگرسیون پیش‌رو برای شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه استفاده شد و سپس برای تعیین میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم هر یک از صفات مورد مطالعه روی صفات وابسته از تجزیه علیت به روش دوی و لو (۱۹۵۹) استفاده شد. در این راستا ابتدا رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه و سایر صفات مورد مطالعه بررسی شد که نتایج حاکی از ورود صفات تعداد خوشه، تعداد دانه و زیست توده به‌مدل بود. در مرحله بعد هر یک از صفات تعداد خوشه، تعداد دانه پر و زیست توده به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به جز صفاتی که در مرحله اول وارد مدل شده بودند، به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند و رابطه رگرسیونی بررسی شد. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که صفات تعداد خوشه، تعداد دانه پر و زیست توده، ۷٤/۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. در مرحله دوم تجزیه علیت، رابطه بین تعداد خوشه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها به جز تعداد دانه پر و زیست توده به‌عنوان متغیر مستقل بررسی شد و تنها ارتفاع بوته وارد مدل شد و ۵ درصد از تغییرات مرتبط با طول خوشه را توجیه نمود. رگرسیون بین تعداد دانه پر و سایر صفات به جز تعداد خوشه و زیست توده نشان داد که تنها خروج خوشه از غلاف تاثیر معنی‌دار در توجیه تغییرات تعداد دانه پر دارد و به تنهایی ۲٦/۸ درصد از تغییرات مرتبط با تعداد دانه پر را توجیه می‌نماید. در نهایت بررسی رابطه علت و معلولی بین زیست توده و سایر صفات مورد بررسی بجز تعداد خوشه و تعداد دانه پر نشان داد که ارتفاع بوته و تعداد روز تا گلدهی، در مجموع ۱۱/۷ درصد از تغییرات را توجیه می‌کنند. با توجه به نتایج حاصل، دیاگرام تجزیه علی بین عملکرد و سایر صفات ارزیابی شده رسم شد. تجزیه علیت براساس ضریب همبستگی ژنوتیپی برای عملکرد دانه نشان داد که تعداد دانه پر و زیست توده با اثرات مستقیم بالا و ضریب همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌دار و میزان بالای وراثت پذیری می توانند به عنوان صفات مهم و موثر برای افزایش و اصلاح عملکرد دانه در بوته در نظر گرفته شود. ساراوجی و همکاران (۱۹۹۷) براساس نتایج تجزیه علیت انتخاب مستقیم بر مبنای تعداد دانه پر در خوشه را برای افزایش عملکرد دانه مفید دانستند. البته باید توجه داشت که علی‌رغم منفی بودن اثر مستقیم تعداد خوشه روی عملکرد دانه، اما تعداد خوشه به‌دلیل اثرات مثبت و بالای غیرمستقیم از طریق تعداد دانه پر و زیست توده، تاثیر زیادی بر عملکرد دانه دارد. از آن‌جایی‌که این صفت دارای همبستگی ژنتیکی مثبت و بالا و وراثت‌پذیری بالا می‌باشد، می‌توان از آن به‌طور غیر مستقیم جهت افزایش عملکرد دانه استفاده نمود. گانسان و همکاران (۱۹۹٦) نیز 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 گزارش کردند که زیست توده در تمام تلاقی‌ها اثرات

Archive of SID

www.SID.ir

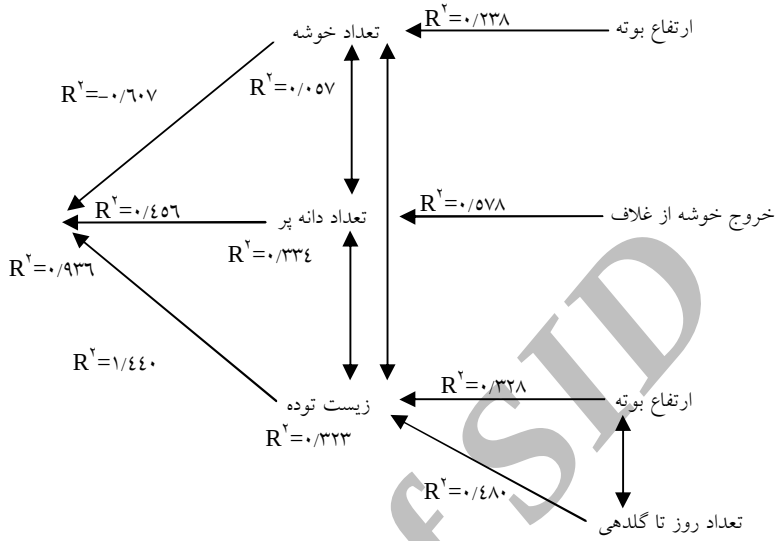
مستقیم مثبت و بالایی را بر عملکرد دانه داشت. سورک و همکاران (۱۹۹۸) نیز در مطالعه خود بر نقش زیست توده در افزایش عملکرد تاکید داشتند. طول خروج خوشه از غلاف اثر مستقیم نسبتاً بالایی بر تعداد دانه پر داشت و از آن‌جا که تعداد دانه پر نیز دارای اثرات مستقیم و غیر مستقیم مثبت و بالایی بر عملکرد دانه بود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از طول خروج خوشه از غلاف که دارای وراثت‌پذیری بالایی نیز می‌باشد می‌تواند در انتخاب‌های غیرمستقیم مثمر ثمر باشد. اثر مستقیم تعداد روز تا گلدهی روی زیست توده مثبت و بیشتر از اثر مستقیم ارتفاع بوته روی زیست‌توده بود. همبستگی ژنتیکی تعداد روز تا گلدهی با زیست‌توده نیز بیشتر از همبستگی ژنتیکی ارتفاع بوته و زیست‌توده بود.

جدول ۳- اثرات مستقیم (اعداد پر رنگ) و غیر مستقیم (خارج از قطر) صفات ارزیابی شده روی عملکرد.

صفت	اثرات مستقیم و غیر مستقیم			ضریب تبیین
عملکرد بوته	تعداد خوشه	تعداد دانه پر	زیست توده	R^2=۰/۹۳٦
تعداد خوشه	-۰/٦۰۷	۰/۱۰٦	۱/۳۳٥	
تعداد دانه پر	-۰/۱٤۲	۰/٥٤٦	۰/۳۸۳	
زیست توده	-۰/٥٦۲	۰/۱۲۱	۱/٤٤۰	
تعداد خوشه	ارتفاع بوته			R^2=۰/۰٥۷
ارتفاع بوته	۰/۲۳۸			
تعداد دانه پر	خروج خوشه از غلاف			R^2=۰/۳۳٤
خروج خوشه از غلاف	۰/٥۷۸			
زیست توده	ارتفاع بوته	تعداد روز تا گلدهی		R^2=۰/۳۲۳
ارتفاع بوته	۰/۳۲۸	-۰/۰۲٦		
تعداد روز تا گلدهی	-۰/۰۱۸	۰/٤۸۰		

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- دیاگرام تجزیه ضرایب مسیر برای بررسی روابط بین عملکرد و صفات وابسته.

برای نوشتن بردارها از اطلاعات مرتبط با ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی، اثرات مستقیم ژنوتیپی در تجزیه علیت و وراثت‌پذیری صفات مورد مطالعه استفاده شد. از آن‌جا که صفات طول خوشه، طول و عرض برگ پرچم وارد مدل علیت نشدند، ارزش اقتصادی این صفات صفر در نظر گرفته شد. از ده ترکیب مختلف از موارد مذکور برای محاسبه شاخص‌های بهینه و پایه استفاده شد. در شاخص اول، ارزش اقتصادی یک و صفر برای تمام صفات با وراثت‌پذیری بالاتر و پایین‌تر از عملکرد در نظر گرفته شد. میزان پیشرفت عملکرد به‌دست آمده از به‌کار بردن این بردار در شاخص بهینه بیشتر از شاخص پایه بود. این برتری برای تمام صفات ارزیابی شده نیز دیده شد. پیشرفت ژنتیکی برای طول خوشه، طول برگ پرچم و عرض برگ پرچم بسیار ناچیز و برای دیگر صفات در حد مطلوب بود، اما برای ارتفاع بوته پیشرفت زیادی در جهت افزایش ارتفاع به‌دست آمد که از این نظر نامطلوب بود. نظر به این‌که تقریباً بیش از ۸۰ درصد صفات بررسی شده وراثت‌پذیری بالاتر از عملکرد داشتند، اندازه‌گیری صفات زیادی مورد نظر می‌باشد و این امر مستلزم صرف زمان و هزینه خواهد بود و از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- ساختار شاخص‌های گزینشی براساس ارزش‌های اقتصادی صفات.

صفات	وزنه‌های اقتصادی برای ۱۰ شاخص									
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
عملکرد بوته	۱	۱	۰/٥	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
تعداد خوشه	۱	۱	۰/٥	۰/۳۳۲	-۰/٦۰۷	-۰/٦۰۷	۱	۰/۸۷۳	-۰/٦۰۷	۰/۳۳۲
ارتفاع بوته	۱	۰	۰/۲٥	۰	۰	۰/٤۰۹	۰/٥	۰	۰	۰
تعداد روز تا گلدهی	۱	۰	-۰/۲٥	۰	۰	۰	۰/٥	۰	۰	۰
خروج‌خوشه از غلاف	۱	۰	۰/۲٥	۰	۰	۰/٤۷٦	-۰/٥	۰	۰	۰
طول خوشه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
تعداد دانه پر	۱	۱	۰/٥	۰/٤۹٦	۰/٤٥٦	۰/٤٥٦	۱	۰/۸۷۳	۰/٤٥٦	۰/٤۹٦
طول برگ پرچم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
عرض برگ پرچم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
زیست توده	۱	۱	۰/٥	۰/۳۳٦	۱/٤٤۰	۱/٤٤۰	۱	۰/٦۲۹	۱/٤٤۰	۰/۳۳٦

شاخص دوم بر مبنای صفات ردیف اول حاصل از تجزیه علیت عملکرد دانه محاسبه شد. این صفات دارای اثرات مستقیم و یا غیر مستقیم بالا بر عملکرد دانه بودند و لذا به‌عنوان مؤثرترین صفات جهت افزایش و اصلاح عملکرد دانه در نظر گرفته شدند. در این شاخص برای تمام صفات ردیف اول ارزش اقتصادی یکسان و مساوی یک و برای دیگر صفات مورد مطالعه ارزش صفر در نظر گرفته شد. بررسی شاخص بهینه نشان داد که پیشرفت ژنتیکی مجتمع (Δ) برای صفات کمتر از شاخص اول به‌دست است که دلیل آن ورود تنها صفات ردیف اول در ارزش ارثی شاخص بود. در این شاخص همبستگی بین شاخص و ارزش اصلاحی در حد خوبی بود. برای صفت عملکرد دانه در بوته، پیشرفت بیشتری نسبت به شاخص اول به‌دست آمد که بالاتر شدن سودمندی نسبی این شاخص در مقایسه با شاخص اول گویای این واقعیت است. نتایج برای شاخص پایه برعکس بود. نکته قابل توجه، پیشرفت کمتر صفات تعداد روز تا گلدهی و ارتفاع بوته بود که در هر دو نوع شاخص دیده شد و از این لحاظ شاخص دوم بر شاخص اول برتری داشت.

ضرایب اقتصادی که برای شاخص سوم در نظر گرفته شد بر مبنای صفات ردیف اول و دوم وارد شده در تجزیه علیت عملکرد دانه بود. در این شاخص برای صفات ردیف اول که اهمیت بیشتری در

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش عملکرد دانه داشتند، ضریب ۰/۵ و برای صفات ردیف دوم ارزش ۰/۲۵ منظور شد. ضرایب در نظر گرفته شده برای صفات، هم علامت با همبستگی ژنتیکی آن‌ها با عملکرد دانه در بوته بود. میزان پیشرفت ژنتیکی برای هر صفت در حد نسبتاً خوبی نسبت به شاخص اول و دوم بود. تنها پیشرفت برای صفت طول خوشه به‌میزان قابل توجهی کمتر از شاخص‌های اول و دوم بود. پیشرفت برای سایر صفات به‌ویژه عملکرد بیشتر از شاخص‌های اول و دوم بود به همین دلیل سودمندی نسبی این شاخص نسبت به شاخص‌های اول و دوم بیشتر شد.

برای شاخص‌های چهارم و پنجم به‌ترتیب اثرات مستقیم فنوتیپی و ژنتیکی صفات ردیف اول حاصل از تجزیه علیت، به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی این صفات در نظر گرفته شد. مقایسه این دو شاخص برای شاخص بهینه نشان داد که وقتی از اثرات مستقیم ژنتیکی استفاده شود، پیشرفت برای زیست توده و تعداد خوشه بیشتر از حالتی خواهد بود که از اثرات مستقیم فنوتیپی استفاده شود و در مورد سایر صفات از جمله عملکرد برتری با اثرات مستقیم فنوتیپی است. شاخص پایه نیز نتایج مشابهی را نشان داد، جز در مورد عملکرد دانه که در اینجا پیشرفت بیشتری برای زمانی‌که از اثرات مستقیم ژنتیکی استفاده شده بود، حاصل گردید.

برای شاخص ششم، اثرات مستقیم ژنتیکی صفات که به‌عنوان صفات ردیف اول در تجزیه علیت عملکرد دانه معرفی شده بودند، به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی و برای بقیه صفات ضریب همبستگی ژنتیکی این صفات با عملکرد دانه در بوته در صورت معنی‌دار بودن آنها به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی در نظر گرفته شدند. این شاخص سودمندی نسبی خوبی را نشان داد به‌ویژه برای شاخص پایه که سومندی نسبی و پیشرفت برای عملکرد دانه بدست آمده از سایر شاخص‌های محاسبه شده (اول تا پنجم) بیشتر بود.

ارزش‌های اقتصادی برای شاخص هفتم از دادن ارزش یک به صفات ردیف اول تجزیه علیت و ارزش ۰/۵ برای صفات ردیف دوم با توجه به علامت ضریب همبستگی ژنتیکی آنها با عملکرد به‌دست آمد. پیشرفت مورد انتظار برای کلیه صفات ارزیابی شده و سودمندی نسبی در حد متوسط بود و از نظر چهار معیار مقایسه‌ای تفاوت محسوسی بین شاخص‌های ششم و هفتم مشاهده نشد.

Archive of SID

www.SID.ir

برای تعریف شاخص هشتم تنها از وراثت‌پذیری صفات ردیف اول تجزیه علیت استفاده شد. براساس شاخص بهینه پیشرفت مورد انتظار برای تعداد دانه پر و عملکرد دانه بیشتر از شاخص‌های اول تا هفتم بود درحالی که بر اساس شاخص پایه تنها تعداد دانه پر بیشترین پیشرفت را داشت. سودمندی نسبی نیز برای شاخص بهینه در مقایسه با شاخص پایه وضعیت بهتری را نسبت به سایر شاخص‌های ارزیابی شده (اول تا هفتم) داشت علی‌رغم این‌که در بین شاخص‌های دیگر برتر نبود.

برای شاخص‌های نهم و دهم به‌ترتیب اثرات مستقیم فنوپی و ژنتیکی صفات ردیف اول حاصل از تجزیه علّیت، به‌عنوان ارزش‌های اقتصادی این صفات بدون در نظر گرفتن عملکرد لحاظ شد. براساس شاخص بهینه و پایه پیشرفت مورد انتظار برای تعداد دانه پر بیشتر از کلیه شاخص‌هایی بود که تاکنون مطرح شد. در حالی‌که در مورد سایر صفات در حد قابل قبولی بود.

مقایسه شاخص‌های استفاده شده نشان داد که شاخص‌های ششم و هشتم پیشرفت و سودمندی بیشتری را برای عملکرد به همراه داشته‌اند به‌ویژه در شاخص پایه سودمندی به‌دست آمده شاخص ششم بیشتر از سایر شاخص‌ها بود. اما از آنجا که تنها سه صفت (وراثت‌پذیری صفات ردیف اول تجزیه علیت) در محاسبه شاخص هشتم اندازه‌گیری شده است، مقرون‌به‌صرفه‌تر بوده و سودمندی قابل قبولی را در انتخاب غیر مستقیم برای بهبود عملکرد در پی خواهد داشت. از آن‌جا که شاخص‌های ششم و هشتم در مجموع به‌عنوان شاخص‌های برتر معرفی شدند، با استفاده از این دو شاخص خانواده‌های برتر از بین خانواده‌های مورد ارزیابی انتخاب شدند (جدول ۷). به جز در چند مورد (۵ و ٦ مورد) سایر خانواده‌های انتخاب شده بر اساس شاخص‌های ششم و هشتم یکسان بود. با توجه به این‌که ترتیب خانواده‌های انتخاب شده براساس دو شاخص با هم تفاوت داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- تخمین ضرایب همبستگی بین ارزش ژنوتیپی و شاخص‌ها و پیشرفت ژنتیکی برای هر صفت با شدت انتخاب یک درصد (۱/۷۶) براساس شاخص بهینه

شاخص	صفات													RE	R_A	R_I	r_G	Δ	r_{HI}
	عملکرد بوته	تعداد خوشه	ارتفاع بوته	تعداد روز تا گلدهی	خروج خوشه از غلاف	طول خوشه	تعداد دانه پر	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	زیست توده									
۱	۱۸/۳۱۹	۳/٤۷٦	۱۰/۷۲۹	۱/٥۰٥	۲/۸۸۷	۰/۷۷٦	٤۹/۷۷۰	۰/۲۱٥	-۰/۰٦۱	۳۳/۱٦۹	۰/۹۷٥	۱۱۹/۸٥	۰/۹٦۸	۱/۲٤۳	۱٤/۷٤	۱۸/۳۱۹	۰/۹٦۸	۱۱۹/۸٥	۰/۹۷٥
۲	۱۸/٤۳۸	۳/۳۳۱	۷/٤٤٦	۱/۰٦۹	۲/۸٤۳	۰/٥۷۱	٥۱/٥۷۲	۰/۲۳٥	-۰/۰٥۸	۳۳/۱٦٤	۰/۹۷۰	۱۰٦/٥۰	۰/۹۷٤	۱/۲٥۱	۱٤/۷٤	۱۸/٤۳۸	۰/۹۷٤	۱۰٦/٥۰	۰/۹۷۰
۳	۱۸/٤٦۳	۳/٦۱۳	۹/۳۹٦	۰/٥۸٤	۲/۹٤٥	۰/٥٤۲	٥۱/٤٤۰	۰/۲۲٦	-۰/۰٥۹	۳۲/۳٦۹	۰/۹۷۳	۵۵/۸۸	۰/۹۷٥	۱/۲٥۳	۱٤/۷٤	۱۸/٤٦۳	۰/۹۷٥	۵۵/۸۸	۰/۹۷۳
٤	۱۹/۰٤٦	۳/٤۷۲	۷/٥۱٤	۰/٦٦۲	۳/۰۲۸	۰/٤۰۱	٥۳/۸٤۹	۰/۰۸۷	-۰/۰٦٥	۲۹/۱۹۸	۰/۹۷۲	٥٦/۷۱	۱/۰۰۱	۱/۲۹۲	۱٤/۷٤	۱۹/۰٤٦	۱/۰۰۱	٥٦/۷۱	۰/۹۷۲
٥	۱۷/۲۸٤	٤/۱۲٤	۷/٦۳٦	۲/۱۳٥	۱/۹٦۱	۰/۹٦۱	۳۷/٥٥۷	۰/۰۹۱	-۰/۰٤۸	٤۱/۹۰٦	۰/۹۹۳	۹۲/۲٥	۰/۹۱۲	۱/۱۷۲	۱٤/۷٤	۱۷/۲۸٤	۰/۹۱۲	۹۲/۲٥	۰/۹۹۳
٦	۱۷/٤۳٤	٤/۰۷۳	۹/٤۲۰	۱/۹٦۸	۲/۰۹۹	۰/۹۸۰	۳۸/۳٦۷	۰/۰۸۹	-۰/۰٥۰	٤۱/۲۸٥	۰/۹۹۳	۹٦/۷۱	۰/۹۲۱	۱/۱۸۳	۱٤/۷٤	۱۷/٤۳٤	۰/۹۲۱	۹٦/۷۱	۰/۹۹۳
۷	۱۸/٤٤۹	۳/٦۰۷	۹/۳٥٤	۱/۳۸۱	۲/٦۱۳	۰/۷٤۹	٤۹/۸۹۹	۰/۲٤۱	-۰/۰٦۱	۳۳/۹٤۸	۰/۹۷۲	۱۰۹/۹٦	۰/۹۷٥	۱/۲٥۲	۱٤/۷٤	۱۸/٤٤۹	۰/۹۷٥	۱۰۹/۹٦	۰/۹۷۲
۸	۱۸/٥۹۳	۳/٤۳٥	۷/۳٤۳	۰/۷۷۹	۳/۰۳۳	۰/٤٤۳	٥٤/۰۷۳	۰/۲۲۰	-۰/۰٦۲	۲۹/۹۲٦	۰/۹٦۸	۸۷/٦۲	۰/۹۸۲	۱/۲٦۱	۱٤/۷٤	۱۸/٥۹۳	۰/۹۸۲	۸۷/٦۲	۰/۹٦۸
۹	۱٥/٥٥٦	۳/۹۷۷	۷/۱۲٥	۱/۷۱٥	۲/۳۸۷	۱/۰۹۳	۳۳/۸۲٤	۰/۳۰٤	-۰/۰۳۹	٤۳/٥٦۷	۱/۰٥٤	۷٥/۷٤	۰/۸۲۱	۱/۰٥٥	۱٤/۷٤	۱٥/٥٥٦	۰/۸۲۱	۷٥/۷٤	۱/۰٥٤
۱۰	۱۷/۳۰٥	۳/۰٦۸	٦/۸۱۱	۰/۷۰٥	۳/۱٤٦	۰/٤٤۰	٥٦/۰٦۹	۰/٥۰۹	-۰/۰٥۸	۲۸/٤۱۰	۰/۹٦۹	۳۸/۳۷	۰/۹۱٤	۱/۱۷٤	۱٤/۷٤	۱۷/۳۰٥	۰/۹۱٤	۳۸/۳۷	۰/۹٦۹

r_{HI}: ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی، ΔH : پیشرفت ژنتیکی مجتمع صفات برای هر شاخص، Δ: پیشرفت مورد انتظار برای هر صفت در اثر استفاده از شاخص، RE: سودمندی نسبی شاخص نسبت به انتخاب مستقیم بر مبنای صفت (عملکرد)، r_G: ضریب همبستگی ژنتیکی عملکرد (صفت A) با شاخص، R_I: پاسخ مورد انتظار برای صفت A (عملکرد) بر اساس گزینش شاخصی، R_A: پاسخ مورد انتظار به گزینش از طریق خود صفت است.

www.SID.ir

جدول ٦- تخمین ضرایب همبستگی بین ارزش ژنوتیپی و شاخص‌ها و پیشرفت ژنتیکی برای هر صفت با شدت انتخاب یک درصد (۱/۷٦) براساس شاخص پایه

شاخص	صفات																		
	عملکرد بوته	تعداد خوشه بوته	ارتفاع بوته	تعداد روز تا گلدهی	خروج خوشه از غلاف	طول خوشه	تعداد دانه پر	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	زیست توده	r_{HI}	Δ	r_G	R_I	R_A	RE
۱	۱۸/۲۳۲	۳/۳۵۱	۱۰/۰۸۲	۱/٤۰۷	۲/۷۱۸	۰/٤٦۰	٤۸/۹۹٦	۰/۲۹۰	-۰/۰۵۳	۳۱/۱٤۹	۰/۹٤۳	۱۱۵/۹۳	۰/۹٦۳	۱۸/۲۳۲	۱٤/۷٤	۱/۲۳۷
۲	۱۸/۱۹٦	۳/٤۳۲	٦/۷۰۳	۰/۹۸۸	۲/٦۰۳	۰/۲۱۳	۵۰/۱۵۳	۰/۳۲٤	-۰/۰٤۸	۳۰/۳٤۳	۰/۹۳۰	۱۰۲/۱۲	۰/۹٦۱	۱۸/۱۹٦	۱٤/۷٤	۱/۲۳٤
۳	۱۸/۳۷٤	۳/٤۳۷	۸/٦۲۸	۰/۵٤٤	۲/۷۲۳	۰/۱۸۱	۵۰/۳۵۷	۰/۳۱۲	-۰/۰۵۰	۲۹/۵٤۱	۰/۹۳۲	۵۳/۵۵٦	۰/۹۷۰	۱۸/۳۷٤	۱٤/۷٤	۱/۲٤٦
٤	۱۷/۳۲۰	۳/۲٤۰	٦/۷۸۹	۰/٤٤۳	۲/۸۱٤	۰/۱٤۷	۵۱/۱۳۲	۰/۳۳٦	-۰/۰۵۲	۲۹/٦۷۲	۰/۹۲۱	۵۳/۷۷۷	۰/۹۱۵	۱۷/۳۲۰	۱٤/۷٤	۱/۱۷۵
۵	۱۸/۲۱۹	۳/۸۷۵	٦/۷۹۹	۲/۱۹۰	۱/٦٦۱	۰/۳۸۵	۳٦/۱۸۸	-۰/۰۵۳	-۰/۰٤۱	۳٤/۵۸۹	۰/۸۸۵	۸۲/۱۷۷	۰/۹٦۲	۱۸/۲۱۹	۱٤/۷٤	۱/۲۳٦
٦	۱۸/۳۹۸	۳/۸۵٤	۸/۵۳٤	۲/۰٤۰	۱/۸۱٤	۰/٤۲۱	۳٦/۸۵۳	-۰/۰۵۱	-۰/۰٤٤	۳٤/۳٤۲	۰/۸۹۰	۸٦/٦۷۰	۰/۹۷۲	۱۸/۳۹۸	۱٤/۷٤	۱/۲٤۸
۷	۱۸/۲٤۵	۳/٤۳٤	۸/۵۹۷	۱/۲۸۲	۲/٤۱٤	۰/٤۰۵	٤۸/۹۵۰	۰/۳۰۵	-۰/۰۵۲	۳۱/۵۲۱	۰/۹۳٦	۱۰۵/۸۸	۰/۹۳۳	۱۸/۲٤۵	۱٤/۷٤	۱/۲۳۸
۸	۱۷/٦۷۷	۳/۲۲۸	٦/٦۱۵	۰/۵۹٦	۲/۸۱٤	۰/۱۵۷	۵۲/۵۵۷	۰/۳۹٦	-۰/۰۵۱	۲۸/۸۲۱	۰/۹۳٤	۸٤/۵۰۵	۰/۹۳۳	۱۷/٦۷۷	۱٤/۷٤	۱/۱۹۹
۹	۱۸/٤۱۱	۳/۸۱٦	٦/۳۵٦	۲/۷٦۳	۱/۳٤۰	۰/٤۳۳	۳٤/۸۱۳	۰/۰٤۲	-۰/۰۳٦	۳۳/۰۳۱	۰/۸۵۱	٦۱/۱۲۳	۰/۹۷۲	۱۸/٤۱۱	۱٤/۷٤	۱/۲٤۹
۱۰	۱۷/۵٦۷	۲/۸۲۸	٦/۰۱۳	۰/۷٤٦	۲/۹۰۰	۰/۱۳۱	۵٦/۵۷۸	۰/۵۵۵	-۰/۰٤۹	۲٤/٦۵٤	۰/۹٤۲	۳۷/۲۹۹	۰/۹۲۸	۱۷/۵٦۷	۱٤/۷٤	۱/۱۹۲

r_{HI}، ضریب همبستگی شاخص و ارزش اصلاحی، ΔH: پیشرفت ژنتیکی مجتمع صفات برای هر شاخص، Δ : پیشرفت مورد انتظار برای هر صفت در اثر استفاده از شاخص، RE : سودمندی نسبی شاخص نسبت به انتخاب مستقیم بر مبنای صفت (عملکرد)، r_G: ضریب همبستگی ژنتیکی عملکرد (صفت A) با شاخص، R_I: پاسخ مورد انتظار برای صفت A (عملکرد) بر اساس گزینش شاخصی، R_A: پاسخ مورد انتظار به گزینش از طریق خود صفت است.

SID

www.SID.ir

جدول ۷- مقدار شاخص و شماره ژنوتیپ ۲۰ فامیل برتر بر اساس شاخص‌های ششم و هشتم.

رتبه	شاخص ششم		شاخص هشتم	
	مقدار شاخص	شماره خانواده	مقدار شاخص	شماره خانواده
۱	٤٧٣/٠٤٨	۱۲۰	۳۳٤/٦٨٦	۱۲۰
۲	٤۳٦/٦٦٦	۷۱	۳۰٦/۸۰۳	۷٥
۳	٤۱۳/۷٦۳	۷٥	۲۷۱/۷۱٦	۷۱
٤	۳٥۲/۳۹٤	۱۱۳	۲٤٤/۱٤۱	۱۰۸
٥	۳٤٥/٦٥۹	۲٦	۲٤۰/۸۰۷	۳۱
٦	۳٤٥/٥۲٥	۲۰	۲۳۱/۱٥۹	۳۸
۷	۳٤۲/۳۷۹	۳۱	۲۳۱/۱٥۹	٤
۸	۳۲۳/۹۷۸	۱۱۲	۲۳۰/٤٥۸	۱۰۹
۹	۳۲۳/۰٤۱	۷٤	۲۳۰/۳۹۲	۲٦
۱۰	۳۱٤/۱٤٦	۹۰	۲۲۸/۷۲٤	۹۳
۱۱	۳۱۳/۰٥۱	۳۹	۲۲۸/٤۷۸	۱۲۱
۱۲	۳۱۱/٤۱۹	۱۰۸	۲۲۷/۸۱٥	۳۳
۱۳	۳۱۰/٦۰۹	۹۳	۲۲٦/۹۱٥	۷٤
۱٤	۳۰٦/۸۱۳	٤۰	۲۲۳/۰۰۳	۲٥
۱٥	۲۹۹/۳٤۷	۳۳	۲۱۱/٥۳۷	٤۰
۱٦	۲۹۸/۸۲٤	۲۲	۲۰۷/۳۹۰	۲۹
۱۷	۲۹۸/۷٤۱	٤	۲۰٦/٤۰۷	۲۰
۱۸	۲۹٥/٦۲٥	۳۸	۲۰٦/۲۱۸	۳۹
۱۹	۲۸۹/۸۸٤	۹٥	۲۰٥/۳٥٤	۷۹
۲۰	۲۸۹/۸۸٤	٦۸	۲۰۳/۸۰۱	۹٦

سپاسگزاری

هزینه‌های اجرای این تحقیق از طرف مجتمع آموزش عالی گنبد تامین گردیده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Abozari, A., Rabiei, B., Honarnejad, R. and Pourmoradi, S. 2007. Evaluation of selection indices in rice verities. Iranian J. Agri. Sci. 38: 93-103. (In Persian)

2.Allagholipour, M., Zeinali, H. and Rostami, A. 1998. Study of correlation some important traits with yield via path analysis in rice. Iranian J. Agri. Sci. 29: 627-638. (In Persian)

3.Bagali, P.G., Shailaja H.E., Shashidhara, H. and Hittalmani, S. 1999. Character association and coefficient analysis in *indica*×*japonica* doubled haploid population of rice. Oryza, 3: 10-12.

4.Baker, R.J. 1986. Selection indices in plant breeding. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 218p.

5.Baker, R.J. 1994. Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic and abiotic stresses in cool season food legumes. Euphytica, 73: 67-72.

6.Brim, C.A., Johnson, H.W. and Cockerham C.C. 1959. Multiple selection criteria in soybeans. Agron. J. 51: 42-46.

7.Choudhury, P.K.D. and Das, P.K. 1998. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis in deep water rice. Annals of Agri. Res. 19: 120-124.

8.Dewy, D.R. and Lu, K.H. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components crested wheat grass seed production. Agron. J. 51: 515-518.

9.Eagles, H.A. and Frey, K.J. 1974. Expected and actual gains in economic value of oat lines from five selection methods. Crop Sci. 14: 861-864.

10.Fathi, M. 1998. Determination of selection indices in Gospium cultivars. M.Sc. Thesis. Tarbiat Modarres University. 297p. (In Persian)

11.Fazlalipour, M., Rabiei, B., Samizadeh, H. and Rahimsouroush, H. 2007a. Use of coefficient path analysis for base and optimum selection indices in rice. J. Agri. sci. 17: 97-112. (In Persian)

12.Fazlalipour, M., Rabiei, B., Samizadeh, H. and Rahimsouroush, H. 2007b. Use of coefficient selection indices in F_3 rice population. Iranian J. Agri. Sci. 38: 385-397. (In Persian)

13.Fazlalipour, M., Rabiei, B., Samizadeh, H. and Rahimsouroush, H. 2007c. Multiple selection for F_2 rice genotype screening. J. Agri. Nat. Res. Sci. Tech. 42: 41-52. (In Persian)

14.Ganesan, K., Subramanian, M., Manuel, W.W. and Sundaram, T. 1996. Correlation and path coefficient analysis in F_2 and F_3 generation of rice. Madras Agri. J. 83: 12. 767-770.

15.Gravois, K.A. and McNew, R.W. 1993. Genetic relationship among and selection for rice yield and yield component. Crop Sci. 33: 249-252.

16.Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for construction selection indexes. Genetics, 28: 476-490.

Archive of SID

www.SID.ir

17.Murthy, B.N. and Rao, M.V. 1980. Evolving suitable index for lodging resistance in barley. Indian. J. Genet. Plant Breeding, 40: 253-257.
18.Rabiei, B., Valizadeh, M., Ghareyazie, B. and Moghaddam, M. 2004. Evaluation of selection indices for improving rice grain shape. Field Crops Res. 89: 359-367.
19.Rezai, A.M. 1994. Selection indices in Plant Breeding. P105-134, Procceding of 3th Iranian crop science and plant breeding congress. Tabriz University. (In Persian)
20.Rosielle, A.A. and Brown, A.G.P. 1980. Selection for resistance to septoria nodorum in wheat. Euphytica, 29: 337-341.
21.Sabouri, H., Rabiei, B. and Fazlalipour, M. 2008a. Use of Selection Indices Based on Multivariate Analysis for Improving Grain Yield in Rice. Rice Sci. 15:303-310.
22.Sabouri, H., Rezai, A. and Moumeni, A. 2008b. Evaluation of Salt Tolerance in Iranian Landrace and Improved Rice Cultivars. J. Agri. Nat. Res. Sci. Tech. 45: 47-63. (In Persian)
23.Sabouri. H., Sabouri, A., Nahvi, M., Dadras A.R. and Katouzi, M. 2008c. Mapping QTLs Controlling Chlorophyll Content in Seedling and Reproductive Stages Under Salinity Stress. J. Agric. Scie. and Indu. Modern Genet. 3: 21-30. (In Persian)
24.Sabouri, H., Rezai, A., Moumeni, A., Kavousi, M., Katuzi, M. and Sabouri, A. 2009a. QTLs Mapping of Physiological Traits Related to Salt Tolerance at Young Seedling Rice (*Oryza sativa* L.). Biologia Plantarum. 53:4. 657-662.
25.Sabouri, H., Sabouri, A. and Dadras, A.R. 2009b. 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. of Crop Sci. 3: 155-166.
26.Sabouri, H. and Sabouri, A. 2009. New Evidence of QTLs Attributed to Salinity Tolerance in Rice. Afri. J. Biotech. 7: 4376-4383.
27.Sabouri H. 2009. QTL Detection on rice grain quality traits by microsatellite markers using an *indica* rice (*Oryza Sativa* L.) combination. J. Genetics. 88: 81-88.
28.Sabouri, H. and Biabani, A. 2009. Toward the mapping of agronomic characters on a rice genetic map: Quantitative Trait Loci analysis under saline condition. Biotechnology, 8: 144-149.
29.Sarawgi, A.K., Rastogi, N.K. and Soni, D.K. 1997. Correlation and path analysis in rice accessions from Madhya Pradesh. Field Crop Res. 52: 161-167.
30.Sidwell, R.J., Smith, E.L. and McNew, R.W. 1976. Inheritance and interrelationship of grain yield and selected yield related traits in a hard red winter wheat cross. Crop Sci. 16: 650-654.
31.Smith, H.F. 1936. A discriminate function for plant selection. Ann. Eugen. 7: 240-250.

Archive of SID

www.SID.ir

32.Standard Evaluation System for Rice (SES). 1996. International Rice Research Institute. Manila, Philippines. 52p.
33.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. Agri. 27: 77-83.
34.Surek, H. and Beser, N. 2005. Selection for grain yield and its components in early generations in rice (*Oryza sativa* L.). Trakya. Univ. J. Sci. 6: 51-58.
35.Surek, H., Korkut, K.Z. and Bilgin, O. 1998. Correlation and path analysis for yield and yield components in rice 8 parent diallel set of crosses. Oryza, 35: 15-18.
36.Williams, J.S. 1962. The evaluation of a selection index. Biometrics 18: 375-393.
37.Yolanda, J.L. and Das, L.D. 1995. Correlation and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.). Madras Agric. J. 82: 576-578.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Plant Production, Vol. 17(4), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Determination of best selection indices for facilitating selection in rice

***H. Sabouri[1], A. Biabani[1], M. Fazlalipour[2] and A. Sabouri[3]**
[1]Dept. of Plant Production, College of Agriculture and Natural Resource, Gonbad High Education Center, [2]Former Graduate Student of Plant Breeding, College of Agriculture Science, University of Guilan, [3]Dept. of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture Science, University of Guilan
Received: 19,8,2009 ; Accepted: 18,1,2011

Abstract

In order to determine superior F_3 families in 260 families derived from cross between Tarom Mahalli × Khazar using of base and optimum selection indices, an experiment was conducted at research field of Gonbad High Education Center in 2008. For this purpose 260 F_3 families with F_1 and parents were cultivated. To obtain the best selection indices, various vectors of economic values consisting of phenotypic and genotypic correlation, path analysis and heritabilities were took into consideration. Positive and significant phenotypic correlation was detected between yield and panicle number (0.836^{**}), plant height (0.409^{**}), panicle exertion (0.476^{**}), filled grain (0.698^{**}) and biomass (0.958^{**}). The result of regression analysis showed that panicle number, filled grain and biomass explained the high level of phenotypic variation related to yield respectively. Also result of path coefficient analysis showed the importance of panicle number, filled grain and biomass in yield variation. Between calculated selection indices, 8th selection index (obtained from the heretabilites of first order traits) and 6th selection index (obtained from the genetic direct effects of first order traits and significant genetic correlation coefficients of other traits with grain yield per plant) showed high relative efficiency particularly for base index with more relative efficiency and genetic advance for grain yield in comparison with other calculated indices. According to these results the superior F_3 families of Tarom Mahalli ×Khazar with the best genetic advance could be selected by using of base and optimum selection indices.

Keywords: Path analysis, Regression, Rice, selection indices

* Corresponding Author; Email: saboriho@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir