دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هفدهم، شماره دوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

بررسی کارایی گزینش هم‌زمان برای پایداری و عملکرد بالا در جو و مقایسه آن با سایر شاخص‌های پایداری

جعفر احمدی[1]* و بهروز واعظی[2]
[1]استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه بین‌المللی امام‌خمینی (ره)،
[2]مربی پژوهشی سازمان تحقیقات کشاورزی

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۵

چکیده

اثر متقابل ژنوتیپ در محیط (G×E) به‌دلیل اختلال در گزینش ژنوتیپ‌ها در هر محیط، از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های اصلاح نباتات برخوردار است. بنابراین برای انجام گزینش بهتر باید عملکرد و پایداری عملکرد به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شوند. در این پژوهش تعداد ۱۸ لاین پیشرفته جو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در چهار منطقه گچساران، کوهدشت، مغان و گرگان به‌مدت ۳ سال زراعی از نظر پایداری عملکرد دانه و ارزیابی کارایی روش‌های مختلف گزینش مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. بررسی نتایج سه‌ساله عملکرد دانه در مجموع چهار ایستگاه تحقیقاتی نشان داد که بیش‌ترین میزان عملکرد در لاین‌های ۱ و ١٤ به‌ترتیب با ٤٢٥٦ و ٤٢٠٥ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین میزان عملکرد مربوط به لاین ٦ با میانگین ۳۲۸۹ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در حالی‌که میانگین عملکرد رقم شاهد، ژنوتیپ ۱۷ (LB)، در شرایط مشابه ٣٦٠٩ کیلوگرم بود. از طریق گزینش با استفاده از آماره عملکرد- پایداری (YS_i) به‌ترتیب لاین‌های ١٤، ۱، ۱۱، ۲، ۱۲، ۵، ۱۸، ۱۵ و ۹ با میانگین عملکرد ۴۰۵۷ کیلوگرم در هکتار انتخاب شدند. در این روش لاین ١٤ با YSi برابر ۱۹ به‌عنوان برترین لاین از نظر عملکرد و پایداری نسبت به شاهد (YS_i= −۲) شناخته شد و لاین ۱۱ و ۱ (YS_i=۱۸) در رتبه بعدی قرار گرفتند. لاین ۱۰ ضعیف‌ترین ژنوتیپ از لحاظ گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری شناخته شد.

---

* مسئول مکاتبه: njahmadi910@yahoo.com

مقایسه میانگین عملکرد لاین‌های انتخابی به‌دست آمده از چهار روش مختلف گزینشی نشان از نبود تفاوت آماری معنی‌دار بین روش‌های گزینشی مختلف داشت، اما ترتیب ژنوتیپ انتخابی در روش‌های مختلف متفاوت بود، که این مسأله می‌تواند در معرفی ارقام پایدار مهم تلقی گردد. بنابراین استفاده از آماره عملکرد- پایداری (YS_i) به‌دلیل تأکید بیشتر بر عامل پایداری در محاسبه YS_i، مناسب بوده و با اطمینان کافی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و پایدار را انتخاب می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: جو، عملکرد، پایداری، انتخاب هم‌زمان

مقدمه

مطالعه و سنجش میزان سازگاری ارقام به شرایط مختلف محیطی در برنامه‌های اصلاح نباتات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. از آنجایی‌که عملکرد ارقام از محیطی به محیط دیگر در حال تغییر است، انتخاب یک رقم برای چند محیط به‌منظور افزایش عملکرد در واحد سطح درست نیست. برای رفع این مشکل می‌بایستی یک رقم خاص برای یک منطقه خاص معرفی گردد. ولی از آنجایی‌که تهیه رقم اصلاح شده، سازگار و با عملکرد بالا برای هر محیط به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد، بنابراین می‌بایستی واریته‌هایی را تهیه کرد که در بیش‌تر از یک منطقه و یا برای چند ناحیه قابل استفاده باشند. یعنی رقمی را که در همه مناطق عملکرد مشابه و یا حداقل در اغلب مناطق عملکرد مناسبی دارد، انتخاب و توصیه کرد. تجزیه واریانس مرکب برای نشان دادن وجود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط به‌کار می‌رود. زمانی که تغییرات محیطی قابل پیش‌بینی باشد، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می‌توانند با اختصاص ژنوتیپ‌های مختلف به محیط‌های مختلف کاهش یابد (فرانسیس و کانبرگ، ۱۹۸۷). اما زمانی‌که تغییرات غیرقابل پیش‌بینی اغلب موجب بزرگی اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط می‌گردد، نیاز به مراحل دیگری ضرورت می‌یابد. یکی از این راه‌کارها انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار با عکس‌العمل کم به محیط است (ابرهارت و راسل، ۱۹٦٦). اخیراً توجه زیادی به ادغام کاربردی اثرات متقابل با عملکرد گیاه جهت گزینش مواد اصلاحی در پروژه‌های به‌نژادی شده است (بیچیردی و همکاران، ۱۹۹۲؛ کنگ، ۱۹۹۳). کنگ و فام (۱۹۹۱) معتقدند که عملکرد و پایداری عملکرد جهت کاهش اثر متقابل و انجام گزینش دقیق‌تر می‌بایست به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شوند. لین و همکاران (۱۹۸٦) نه روش آماری که در منابع مختلف برای تعیین پایداری به‌کار گرفته شده‌اند، به سه نوع تقسیم نمودند و روش دیگری را موسوم به نوع IV در مقاله دیگری ارایه نمودند (لین و بینز، ۱۹۸۷). از پارامترهای

پایداری نوع I می‌توان به واریانس محیطی[1] (S^2_i) و ضریب تغییرات محیطی[2] (CV_i) اشاره نمود. اکووالانس ریک[3] (W_i)، واریانس پایداری شوکلا[4] (σ^2_i) (شوکلا، ۱۹۷۲) و ضریب رگرسیونی فینلی و ویلکینسون (۱۹۶۳) از جمله پارامترهای پایداری نوع II محسوب می‌گردند. از پارامترهای پایداری نوع III می‌توان به میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (S^2d_i) (ابرهارت و راسل، ۱۹۶۶) و ضریب تشخیص خطی[5] (R^2) (پرکینز و جینکز، ۱۹۶۸) اشاره نمود. آماره نوع IV نیز شامل واریانس درون‌مکانی لین و بینز (لین و بینز، ۱۹۸۷) می‌باشد. لین و بینز (۱۹۹۱) پارامترهای پایداری نوع I و IV را جزو پارامترهای ژنتیکی دانسته و بیان داشتند که دارای وراثت‌پذیری می‌باشند. آنان پارامترهای نوع III و II را فاقد وراثت‌پذیری دانستند. آماره‌های پایداری که انحرافات از یک ژنوتیپ مطلوب را در نظر می‌گیرند (نظیر واریانس محیطی، ضریب تغییرات محیطی و ضریب رگرسیون) معمولاً با جزو عملکرد مرتبط بوده و ارتباط اندکی با پایداری نشان می‌دهند (لئون، ۱۹۸۶) و در نتیجه جهت استفاده در گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری مناسب نیستند (کنگ، ۱۹۹۳). چندین روش جهت بررسی هم‌زمان عملکرد و پایداری ارایه شده است (بارا و همکاران، ۱۹۸۱؛ اسکریج، ۱۹۹۰؛ کنگ، ۱۹۸۸؛ کنگ، ۱۹۹۱؛ کنگ و فام، ۱۹۹۱؛ کنگ، ۱۹۹۳). کنگ (۱۹۸۸، ۱۹۹۱، ۱۹۹۳) روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری را با استفاده از واریانس پایداری شوکلا (σ^2_i) ارایه و استفاده نمود. طبق نظر لین و همکاران (۱۹۸۶) واریانس پایداری شوکلا سهم هر ژنوتیپ را از کل اثر متقابل G×E معین نموده و به‌همین علت برای استفاده توسط به‌نژادگران می‌تواند مفید باشد. کنگ (۱۹۸۸) روش مجموع رتبه‌ای[6] را جهت گزینش هم‌زمان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا پیشنهاد نمود. بر طبق این روش به ژنوتیپ با حداکثر عملکرد رتبه یک داده می‌شود، همچنین واریانس پایداری برای تمام ژنوتیپ‌ها محاسبه شده و به ژنوتیپ با حداقل واریانس پایداری رتبه یک داده می‌شود. در ادامه مجموع دو رتبه هر ژنوتیپ محاسبه شده و ژنوتیپ با پایین‌ترین مقدار به‌عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ در نظر گرفته می‌شود. با توجه به این که در این روش از وزنه‌های برابر برای عملکرد و پایداری استفاده می‌شود، کنگ (۱۹۹۱ و ۱۹۹۳) روش‌های تغییریافته مجموع رتبه‌ای را ارایه داد که در این روش‌ها میزان خطاهای نوع I و II برای عملکرد و پایداری قابل محاسبه است. کنگ این آماره جدید را آماره عملکرد- پایداری (YS_i)

---

[1] Environmental Variance

[2] Environmental Coffiecient of Variation

[3] Wrick Eqivalence

[4] Shukla Stability Variance

[5] Linear Determination Coffiecient

[6] Rank-Sum Method

نامید (کنگ، ۱۹۹۳). در آزمایشی ۳۰ لاین جو به همراه شش رقم شاهد در سه محیط از نظر پایداری عملکرد مورد مطالعه قرار گرفتند. براساس نتایج به‌دست آمده اثر متقابل G×E معنی‌دار گردید و چهار ژنوتیپ با عملکرد بالا و $b_i=1$ و $S^2d=0$ به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها برای تمام محیط‌ها شناسایی شدند (چاند و همکاران، ۲۰۰۸). شاه و همکاران (۲۰۰۹) ۱۰ رقم گندم را در ۹ مکان به‌مدت سه سال به‌منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و پایداری صفات مختلف مورد ارزیابی قرار دادند. اثر متقابل G×E برای تمام صفات معنی‌دار بود و با استفاده از پارامترهای پایداری ضریب تغییرات، اکی‌والانس ریک، واریانس شوکلا، ضریب تشخیص، ضریب رگرسیون و انحراف از رگرسیون دامنه پایداری صفات مختلف تعیین گردید. در آزمایشی ۱۳ رقم اصلاح شده گندم برای شرایط دیم از نظر پایداری عملکرد دانه مورد مطالعه قرار گرفتند و از اثر متقابل ژنوتیپ در محیط‌ها به‌عنوان شاخص تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها استفاده گردید. براساس نتایج این پژوهش جزو خطی و غیرخطی عملکرد معنی‌دار بوده و از اهمیت یکسانی در تعیین پایداری عملکرد برخوردار بودند. همچنین در این آزمایش دو رقم به‌عنوان پایدارترین ارقام در تمام محیط‌ها انتخاب شدند (آسیف و همکاران، ۲۰۰۳). بهرامی و همکاران (۲۰۰۸) پایداری و سازگاری ۲۰ ژنوتیپ جو را در شش منطقه طی دو سال مورد ارزیابی قرار دادند و از تمام پارامترهای پایداری در شناسایی ارقام پایدار استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که ضریب رگرسیون به همراه سایر پارامترهای پایداری ابزار مناسبی برای گزینش واریته‌های پایدار با عملکرد بالا هستند. آن‌ها گزارش کردند که ضریب رگرسیون مفیدترین شاخص پایداری است که می‌تواند برای گزینش ژنوتیپ‌های جو سازگار با دامنه وسیعی از محیط‌ها یا سازگار برای نواحی خاص مورد استفاده قرار گیرد. در آزمایشی شش رقم پنبه تجارتی در چهار محیط مورد ارزیابی قرار گرفتند و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای عملکرد پنبه معنی‌دار گردید. در این آزمایش براساس پارامتر پایداری ضریب رگرسیون و واریانس انحراف از رگرسیون رقم Nazilli 84s پایدارترین رقم انتخاب شد (سیزنر و همکاران، ۲۰۰۷). مقدم (۲۰۰۳) از آماره YS_i به همراه سه روش گزینشی مختلف برای انتخاب هیبریدهای پرعملکرد و پایدار ذرت استفاده کرد و نتیجه گرفت که با استفاده از گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری می‌توان با اطمینان بیش‌تری فرآیند گزینش را انجام داد. دهقان‌پور و مقدم (۱۹۹۹) نیز از معیارهای مختلف جهت گزینش هیبریدهای برتر و پایدار ذرت استفاده کردند، اما در مورد وجود و نبود تفاوت بین نتایج به‌دست آمده از معیارهای مختلف گزینشی نکرد. چوگان (۱۹۹۹) نیز با استفاده از گزینش هم‌زمان عملکرد- پایداری به‌همراه روش‌های دیگر پایداری، تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه‌ای پایدار پرعملکرد را معرفی نمود.

هدف از این بررسی علاوه‌بر شناسایی و انتخاب بهترین ژنوتیپ‌های پایدار پرعملکرد از طریق گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری، مقایسه کارایی روش‌های مختلف گزینشی برای پایداری و عملکرد بالا در جو می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۸ لاین پیشرفته جو که شجره آن‌ها در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به‌صورت آزمایش‌های یکنواخت سراسری در چهار منطقه گچساران، کوهدشت، مغان و گرگان به‌مدت سه سال زراعی (۱۳۸٤–۱۳۸٦) از نظر پایداری عملکرد دانه و ارزیابی کارایی روش‌های مختلف گزینش ارقام پایدار مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. هر لاین در هر کرت با ابعاد ۷×۱/۰۵ متر در ٦ ردیف به‌طول ۷ متر و به فواصل ردیف ۱۷/۵ سانتی‌متر از همدیگر توسط دستگاه بذرکار کشت گردید. مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل مبارزه با علف‌های هرز در زمان قبل از ساقه رفتن و پنجه‌زنی با سم شیمیایی 2-4-D به مقدار ۱/۵–۱ لیتر در هکتار انجام گردید. در پایان هر سال در هر منطقه بعد از برداشت محصول، عملکرد دانه لاین‌ها اندازه‌گیری شدند.

مشخصات جغرافیایی و میزان بارندگی ایستگاه‌های گچساران، لرستان، مغان و گرگان: ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۷ دقیقه و ارتفاع از سطح آزاد دریاها ۷۱۰ متر در استان کهکیلویه و بویراحمد به‌عنوان یکی از ایستگاه‌های تحقیقاتی مؤسسه دیم در مناطق گرمسیری قرار دارد. متوسط بارندگی ایستگاه گچساران در سال زراعی ۸٤–۱۳۸۳ در حدود ۵۱۵/۲ میلی‌متر، در سال زراعی ۸۵–۱۳۸٤ در حدود ۵٦۰/۷ میلی‌متر و در سال زراعی ۸٦–۱۳۸۵ در حدود ۵۱۱/۲ میلی‌متر بود. ایستگاه گنبد (گرگان) در طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱٦ دقیقه شمالی، عرض جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی با ٤۵ متر ارتفاع از سطح دریا در استان گلستان قرار دارد. مقدار بارندگی در گرگان در سال‌های زراعی انجام آزمایش (۸٤–۱۳۸۳، ۸۵–۱۳۸٤ و ۸٦–۱۳۸۵) به‌ترتیب ۵۳۹/٤، ۳۷۷/۹ و ٤٤۱/۷ میلی‌متر بود. ایستگاه کوهدشت (لرستان) در طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۲۸ دقیقه، عرض جغرافیایی۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه با ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا در استان لرستان قرار دارد. مقادیر بارندگی در لرستان در سال‌های فوق به‌ترتیب ٤۷۷/۱، ٤۳۸/۳ و ۵۵٤/۱ میلی‌متر بود. ایستگاه مغان در طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ۸۸ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه با ۱۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا در استان اردبیل قرار دارد. مقدار بارندگی در ایستگاه مغان طی سال‌های بالا به‌ترتیب ۲۵٤/۲، ۱۸۲/۸ و ۱٤۳/۷ میلی‌متر بود.

تجزیه داده‌ها: پس از به‌دست آوردن داده‌های مقادیر عملکرد دانه لاین‌ها، تجزیه واریانس مرکب سه سال در چهار منطقه بر روی عملکرد دانه جهت تعیین وجود اثر متقابل G×E انجام پذیرفت. آماره‌های پایداری شامل واریانس محیطی (S^2_i) (فرانسیس و کانبرگ، ۱۹۸۷)، ضریب تغییرات محیطی (CV_i) (فرانسیس و کانبرگ، ۱۹۸۷)، واریانس پایداری شوکلا (σ^2_i) (شوکلا، ۱۹۷۲)، ضریب رگرسیونی (b_i) (فینلی و ویلکینسون، ۱۹٦۳)، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (S^2d_i) (ابرهارت و راسل، ۱۹٦٦)، ضریب تشخیص خطی (R^2) (پرکینز و جینکز، ۱۹٦۸) و آماره عملکرد- پایداری (YS_i) (کنگ، ۱۹۹۳) برای لاین‌های مورد بررسی محاسبه گردید. آماره گزینش هم‌زمان عملکرد- پایداری (YS_i) طبق روش کنگ (۱۹۹۳) به روش زیر محاسبه شد.

۱- مقدار آماره واریانس پایداری شوکلا برای ژنوتیپ‌ها محاسبه شد.

۲- ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد مرتب شده و به کوچک‌ترین عملکرد رتبه ۱ و به بزرگ‌ترین رتبه ۱۸ داده شد.

۳- مقدار آماره حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) برای مقایسه میانگین عملکردها محاسبه شد.

٤- مطابق با آماره LSD رتبه تصحیح‌کننده عملکرد مشخص شد و رتبه عملکرد تصحیح شده برای هر ژنوتیپ تعیین گردید. به‌منظور تصحیح برای ژنوتیپ‌هایی که کم‌تر از یک برابر LSD بالاتر و پایین‌تر از متوسط عملکرد کل بودند به‌ترتیب رتبه ۱+ و ۱- و برای ژنوتیپ‌هایی که کم‌تر از دو برابر LSD بالاتر و پایین‌تر از متوسط عملکرد کل بودند به‌ترتیب ۲+ و ۲- به رتبه آن‌ها اضافه شد.

۵- معنی‌دار بودن آماره واریانس پایداری مربوط به هر ژنوتیپ با استفاده از آزمون F در سطوح احتمال ۱۰، ۵ و ۱ درصد آزمون گردید. مقدار F از به‌دست آمده تقسیم واریانس پایداری ژنوتیپ به میانگین مربعات خطای تجزیه واریانس مرکب به‌دست آمد. واریانس پایداری معنی‌دار به این مفهوم است که عملکرد ژنوتیپ در محیط‌های مورد آزمایش پایدار نمی‌باشد.

٦- نمرات پایداری (S)، ۸-، ٤- و ۲- به‌ترتیب برای واریانس پایداری معنی‌دار در سطوح احتمال ۱۰، ۵ و ۱ درصد و نمره صفر برای واریانس پایداری غیرمعنی‌دار اختصاص یافت. نمرات پایداری ۸-، ٤- و ۲- به‌خاطر تأکید بیش‌تر روی جزو پایداری بر طبق نظر کنگ (۱۹۹۳) استفاده شد.

۷- برای محاسبه آماره عملکرد- پایداری (YS_i) برای هر ژنوتیپ، رتبه تصحیح شده عملکرد و رتبه پایداری هر ژنوتیپ جمع گردید.

۸- ژنوتیپ‌هایی که دارای YS_i بالاتر از میانگین بودند به‌عنوان ارقام پرعملکرد پایدار انتخاب شدند.

برای ارزیابی و مقایسه معیارهای مختلف گزینش با آماره YS_i، میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های انتخابی براساس هر یک از روش‌های گزینش چهارگانه زیر محاسبه و با استفاده از آزمون LSD، مقایسه بین میانگین عملکرد لاین‌های انتخاب شده از روش‌های گزینشی یاد شده صورت پذیرفت.

روش‌های مختلف گزینش عبارت بودند از:

۱- گزینش ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد که در این روش ژنوتیپ‌هایی که بیش‌ترین عملکرد را داشته و در یک گروه قرار گرفتند، انتخاب شدند.

۲- گزینش ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد و آماره‌های واریانس محیطی ($S^{۲}_{i}$) و ضریب تغییرات محیطی (CV_i)، که عملکرد بالاتر از میانگین عملکرد کل و $S^{۲}_{i}$ و CV_i پایین‌تر، ملاک انتخاب ژنوتیپ‌ها بود.

۳- گزینش ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد و آماره‌های ضریب رگرسیون (b_i)، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ($S^{۲}d_i$) و ضریب تشخیص خطی ($R^{۲}$)، که عملکرد بالا، b_i غیرمعنی‌دار با یک، $S^{۲}d_i$ حداقل یا غیرمعنی‌دار و یا $R^{۲}$ بالا معیار گزینش بودند.

٤- گزینش براساس آماره عملکرد- پایداری (YS_i).

جدول ۱- شماره و شجره ۱۸ لاین مورد بررسی در آزمایش.

شماره لاین	شجره
۱	Alger/Ceres//Sls/3/ER/Apm/4/Wi2197/Mazurkal ICB92-0944-OAP-OAP(10-B-Moghan-2003)
۲	Moroco9-75/Wi2291/Wi2269(13-B-Moghan-2003)
۳	Rhn-03//Lignee 527/As45 CB93-0815-OAP-5AP-OAP-OAP(2-B-Moghan-2003)
٤	Wi2291/Tipper ICB93-1156-OAP-22AP-OAP-OAP(6-B-Moghan-2003)
۵	Hyb 85-6//As46/Aths×2 ICB91-0736-OAP-OAP-OAP(12-B-Moghan-2003)
٦	Arizona5968/Aths//Avt/Attiki(16-B-Moghan-2003)
۷	BKF/Maguelone1604/3/Apro//SV(14-B-Moghan-2003)
۸	Alanda/5/Aths/4/Pro/Toli//Cer×2/Toli/3/5106/6/Avt/. -8G -3 G(7-B-Gachsaran-2003)
۹	Bda/Cr. 115/Pro/Bc/3/Api/Cm67/4/ Giza121/... -9G -2 G(9-B-Gachsaran-2003)
۱۰	Emir/Nacta//As907/3/Avt_(9-9)ACSAD-1290-6AP-OTR-OAP-6AP-OAP-OAP(11-BNYT-Gachsaran-2003)
۱۱	Lth/3/Nopal//Prol/11012-2/4/Kabaa-03ICB94-0498-OAP-3AP-OAP-OAP(8-BNYT-Gachsaran-2003)
۱۲	Himalaya-12/Plaisant ICBH95-0630-OAP-OAP-16AP(6-BNYT-Gachsaran-2003)
۱۳	MoB1337/Wi2291//Bonita//Weeah/3/Atahualpa ICB98-0563(5-BNYT-Gachsaran-2003)
۱٤	Weeah11/wi2291/Bgs/3/ER/Apm//Ac253 ICB94-0707-OAP-OAP(7-B-Gonbad-2003)
۱۵	26216/4/Arar/3/Mari/Aths×2//M-ATT-73-337-1 ICB94-0517-37AP-OAP(11-B-Gonbad-2003)
۱٦	MK1272//Manker/Arig8/3/Alanda ICB93-0448-OAP-6AP-OAP(12-Bgonbad-2003)
۱۷	LB (شاهد)
۱۸	IZEH

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب برای سال و مکان پس از آزمون یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی با آزمون بارتلت در مورد ۱۸ ژنوتیپ جو انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۲ ارایه شده است. بررسی نتایج به‌دست آمده، اثر ساده ژنوتیپ و همچنین اثرهای متقابل سال × مکان، مکان × ژنوتیپ و سال × مکان × ژنوتیپ اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد نشان دادند. با توجه به آمار هواشناسی و اختلاف میزان بارندگی در بین سال‌ها و مکان‌ها، ژنوتیپ‌های مورد بررسی واکنش‌های متفاوتی در سال‌ها و مکان‌های مختلف بروز دادند، به‌طوری‌که با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (سال × مکان × ژنوتیپ) می‌توان اظهار نمود که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از یک محیط به محیط دیگر روند ثابتی ندارد. بنابراین نتایج به‌دست آمده بیانگر آن است که وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به‌طورعموم اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. این مسأله در جو (چاند و همکاران، ۲۰۰۸؛ بهرامی و همکاران، ۲۰۰۸)، گندم (شاه و همکاران، ۲۰۰۹؛ آسیف و همکاران، ۲۰۰۳) و پنبه (سیزنر و همکاران، ۲۰۰۷) گزارش شده است. این امر نشان می‌دهد که ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌ها و ارقام فقط بر مبنای عملکرد یک محیط نمی‌تواند دقیق و صحیح باشد و قبل از معرفی و توصیه لازم است ارقام در سال‌ها و مکان‌های مختلف به‌منظور تعیین سازگاری و پایداری عملکرد ارزیابی شوند.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه ۱۸ ژنوتیپ جو طی سه سال در چهار مکان.

منبع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	میانگین مربعات (MS)	آزمون F
سال	٢	٢٧٢١٤٧٠١	١/٨٣^{ns}
مکان	٣	١٢٨٣٦٥١٤	٠/٨٧^{ns}
سال × مکان	٦	١٤٨٣٩٠٨٥	١٢٠**
بلوک(محیط)	٣٦	١٢٣٥٥٤	
ژنوتیپ	١٧	١٠٣٣٦٠٧	٢/٤٤**
سال × ژنوتیپ	٣٤	٢٦١٧٨٠	٠/٩٦^{ns}
مکان × ژنوتیپ	٥١	٤٣٤٦٣٧	١/٦*
سال × مکان × ژنوتیپ	١٠٢	٢٧٢٣٠١	٢/٧**
اشتباه آزمایشی	٦١٢	١٠٢٧٥٥	

^{ns}غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد.

بررسی نتایج سه‌ساله عملکرد دانه در مجموع چهار ایستگاه تحقیقاتی نشان داد که بیش‌ترین میزان عملکرد مربوط به لاین‌های ۱ و ۱٤ به‌ترتیب با ٤۲٥٦ و ٤۲۰٥ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین میزان عملکرد مربوط به لاین ٦ با میانگین ۳۲۸۹ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در حالی‌که میانگین عملکرد رقم شاهد LB (رقم رایج مورد کشت توسط زارعان در مناطق مورد آزمایش) در شرایط مشابه ۳٦۰۹ کیلوگرم می‌باشد (جدول ۳). نتایج گام به گام محاسبه آماره عملکرد- پایداری (YS_i) و در نهایت گزینش هم‌زمان برای ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا در جدول ۳ نشان داده شده است. با این روش گزینش، ژنوتیپ‌های با آماره عملکرد- پایداری (YS_i) بزرگ‌تر از میانگین، به‌ترتیب لاین‌های ۱٤، ۱، ۱۱، ۲، ۱۲، ٥، ۱۸، ۱٥ و ۹ با میانگین عملکرد ٤۰٥۷ کیلوگرم در هکتار انتخاب می‌شوند. به‌طوری‌که چهار لاین انتخاب شده اول دارای میانگین عملکرد ٤۱۷۰ می‌باشد. در این روش لاین ۱٤ با YS_i برابر ۱۹ به‌عنوان برترین لاین از نظر عملکرد و پایداری نسبت به شاهد (YSi=−۲) شناخته شد و لاین‌های ۱۱ و ۱ (YSi=۱۸) در رتبه بعدی قرار گرفتند. لاین ۱۰ ضعیف‌ترین ژنوتیپ از لحاظ گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری شناخته شد. با این‌که لاین ۷ دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل بوده است، ولی به‌دلیل ناپایداری نمره منفی دریافت نموده و از فرایند انتخاب خارج گردیده است. آماره‌های پایداری مهم به‌منظور استفاده در معیارهای گزینشی مختلف در جدول ٤ نشان داده شده است. در صورتی‌که گزینش فقط براساس عملکرد و بدون در نظر گرفتن شاخص پایداری ژنوتیپ صورت بگیرد، به‌طوری‌که فقط ژنوتیپ‌های بالاتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها انتخاب شوند، به‌ترتیب لاین‌های ۱، ۱٤، ۱۱، ۲، ۱۲، ۹، ٥، ۱۸، ۱٥ و ۷ با میانگین عملکرد ٤۰٤۲ کیلوگرم در هکتار انتخاب خواهند شد. در صورتی‌که در گزینش علاوه‌بر عملکرد به پارامترهای واریانس محیطی یا ضریب تغییرات محیطی توجه شود، به‌نحوی‌که عملکرد بالا (بیش‌تر از میانگین کل) و واریانس محیطی یا ضریب تغییرات محیطی پایین (کم‌تر از میانگین) ملاک گزینش باشد، به‌ترتیب پنج لاین ۱۱، ۲، ۱۲، ۱۸ و ۷ با میانگین عملکرد ٤۰۱٥ کیلوگرم انتخاب می‌شوند.

با در نظر گرفتن یکی از معیارهای پایداری در کنار عملکرد، لاین‌های ۱ و ٤ که جزو برترین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد بودند انتخاب نمی‌شوند. در گزینش براساس عملکرد به همراه ضریب رگرسیون و میانگین مربعات انحراف از رگرسیون یا ضریب تبیین، به‌نحوی‌که عملکرد بالا، ضریب رگرسیون غیرمعنی‌دار با یک و میانگین مربعات انحراف از رگرسیون حداقل یا ضریب تبیین حداکثر ملاک گزینش باشد به‌ترتیب سه لاین ۲، ۱۲ و ۱۸ با میانگین عملکرد ٤۰۱٥ کیلوگرم انتخاب شدند. براساس نتایج ارایه شده در جدول ۳، انتخاب براساس معیار عملکرد- پایداری موجب گزینش ۹ لاین با میانگین عملکرد ٤۰٥۷ کیلوگرم گردید.

جدول ٣- نتایج محاسبه آماره عملکرد- پایداری (YS_i) به‌منظور گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری.

ژنوتیپ (لاین)	میانگین عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)		رتبه عملکرد (y)	تصحیح رتبه عملکرد	رتبه عملکرد تصحیح شده (y)	واریانس پایداری (σ^2_i)	نمرات پایداری (S)	آماره (YS_i)
١	A^+	٤٢٥٦	١٨	٢	٢٠	١٢/١	-٢	١٨
٢	ABC	٤٠٩٧	١٥	٢	١٧	٥/٦	٠	١٧
٣	D	٣٨٦١	٧	-١	٦	٨/٢	٠	٦
٤	DE	٣٨١٦	٥	-١	٤	٨/٨	٠	٤
٥	CD	٣٩٧٣	١٢	١	١٣	٢/٨	٠	١٣
٦	G	٣٢٨٩	١	-٣	-٢	٥/٤	٠	-٢
٧	CD	٣٩١٢	٩	١	١٠	١١/٩	-٢	٨
٨	F	٣٥٧٣	٣	-٢	١	٦/٥	٠	١
٩	CD	٣٩٨٨	١٣	١	١٤	٢٠/٦	-٤	١٠
١٠	F	٣٥٦٣	٢	-٢	٠	١٦/٧	-٤	-٤
١١	ABC	٤١١٢	١٦	٢	١٨	٦/٣	٠	١٨
١٢	BCD	٤٠٠٤	١٤	١	١٥	٨	٠	١٥
١٣	D	٣٨٧٦	٨	-١	٧	٤/٩	٠	٧
١٤	AB	٤٢٠٥	١٧	٢	١٩	١١/٣	٠	١٩
١٥	CD	٣٩٢٢	١٠	١	١١	٨/٦	٠	١١
١٦	DE	٣٨١٧	٦	-١	٥	٩/٦	٠	٥
١٧	EF	٣٦٠٩	٤	-٢	٢	١٩/٦	-٤	-٢
١٨	CD	٣٩٤٣	١١	١	١٢	٢/٢	٠	١٢

$^+$ میانگین‌های دارای حروف کاملاً یکسان در یک گروه آماری قرار دارند.

چهار روش مورد مقایسه برای گزینش به همراه ژنوتیپ‌های انتخابی و میانگین عملکرد آن‌ها در جدول ٥ نشان داده شده‌اند. مقایسه میانگین بین چهار میانگین عملکرد به‌دست آمده از لاین‌های انتخاب شده براساس چهار روش گزینشی، نشان از نبود تفاوت آماری معنی‌دار بین روش‌های گزینشی داشت، به‌طوری‌که مقدار LSD محاسبه شده (٢٤١/١) بزرگ‌تر از تفاضل بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین میانگین (٤٠١٥-٤٠٥٧) بود. بنابراین تفاوتی بین معیارهای مختلف گزینشی از نظر عملکرد وجود ندارد، اما ترتیب و نوع ژنوتیپ انتخابی در روش‌های مختلف متفاوت است که این مسأله می‌تواند در معرفی ارقام پایدار مهم تلقی گردد.

جدول ٤- آماره‌های پایداری مورد استفاده در روش‌های مختلف گزینشی برای ۱۸ ژنوتیپ مورد بررسی.

ژنوتیپ (لاین)	میانگین عملکرد (Kg/h)	واریانس محیطی (S^{2}_{i})	ضریب تغییرات محیطی (CV_i)	ضریب رگرسیون (b_i)	انحراف از رگرسیون ($S^{2}d_i$)	ضریب تشخیص (R^{2})
۱	٤۲٥٦	۱۲/٤	۲٦/۲	۱/۲٦**	۰/۸٤**	۰/۸۲
۲	٤۰۹۷	۸/۳	۲۲/۳	۱/۰٥^{ns}	۰/٤۹**	۰/۸٤
۳	۳۸٦۱	٥/۹	۱۹/۹	۰/۸۲**	۰/٦۲**	۰/۷۲
٤	۳۸۱٦	۱۰/٥	۲٦/۹	۱/۱۷**	۰/٦۸**	۰/۸۳
٥	۳۹۷۳	۱۰/۳	۲٥/٦	۱/۲٥**	۰/۱۰**	۰/۹۷
٦	۳۲۸۹	٥/۷	۲۳	۰/۸٥**	۰/٤۲**	۰/۸۱
۷	۳۹۱۲	٥/۱	۱۸/۲	۰/٦۹	۰/۷۷**	۰/٦۱
۸	۳٥۷۳	٤/٤	۱۸/٦	۰/۷۳**	۰/۳۹**	۰/۷۷
۹	۳۹۸۸	۹/۷	۲٤/۷	۰/۹۲ ^{ns}	۱/۷**	۰/٥٥
۱۰	۳٥٦۳	٦/٦	۲۲/۸	۰/۷٤**	۱/۲**	۰/٥۲
۱۱	٤۱۱۲	٤/۹	۱۷	۰/۷۷**	۰/٤۲**	۰/۷۷
۱۲	٤۰۰٤	۸/۳	۲۲/۷	۱^{ns}	۰/٦۹**	۰/۷۸
۱۳	۳۸۷٦	٦/۹	۲۱/٤	۰/۹٥^{ns}	۰/٤۳**	۰/۸۳
۱٤	٤۲۰٥	۱۲/۱	۲٦	۱/۲٥**	۰/۷۹**	۰/۸۳
۱٥	۳۹۲۲	۱۱/٤	۲۷	۱/۲٤**	۰/٥۸**	۰/۸٦
۱٦	۳۸۱۷	۹/۹	۲٦	۱/۱**	۰/۷۸**	۰/۷۹
۱۷	۳٦۰۹	۱۱/۹	۳۰/۳	۱/۱**	۱/٦**	۰/٦٥
۱۸	۳۹٤۳	۷/٦	۲۲/۱	۱/۰٥^{ns}	۰/۲۰**	۰/۹۲

^{ns}غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ٥- نتایج چهار روش گزینشی مورد مقایسه به همراه ژنوتیپ‌های انتخابی و میانگین عملکرد آن‌ها.

روش (شاخص) گزینش	ژنوتیپ (لاین)های انتخاب شده	میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های انتخاب شده (کیلوگرم بر هکتار)
عملکرد دانه	۱، ۲، ٥، ۷، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱٤، ۱٥ و ۱۸	٤۰٤۲
عملکرد دانه + واریانس محیطی یا ضریب تغییرات محیطی	۲، ۷، ۱۱، ۱۲ و ۱۸	٤۰۱٥
عملکرد دانه + ضریب رگرسیون + واریانس انحراف از رگرسیون یا ضریب تبیین	۲ ، ۱۲ و ۱۸	٤۰۱٤
آماره پایداری- عملکرد (YS_i)	۱، ۲، ٥، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱٤، ۱٥ و ۱۸	٤۰٥٦

بنابراین ملاحظه می‌شود که تأکید بیش‌تر بر عامل پایداری در محاسبه YS_i نه تنها هیچ‌گونه تأثیر منفی بر متوسط عملکرد ژنوتیپ‌های انتخابی ندارد، بلکه میانگین ژنوتیپ‌های انتخاب شده تا اندازه‌ای نیز بالاتر از سایر روش‌های گزینشی بود. بنابراین استفاده از آماره عملکرد- پایداری (YS_i) که آمیخته‌ای از دو روش آمار پارامتری (واریانس پایداری شوکلا) و آمار غیرپارامتری (میانگین رتبه) بوده و بهترین ژنوتیپ‌ها را هم از لحاظ پایداری و هم از لحاظ عملکرد به‌طور یک‌جا معرفی می‌کند، به دلایل تأکید بیش‌تر بر جزو پایداری (به‌واسطه وزنه‌های سنگین‌تر) و پایین آوردن احتمال اشتباه نوع دوم (احتمال انتخاب ژنوتیپ غیرپایدار) که بسیار زیان‌آورتر از اشتباه نوع اول (انتخاب نشدن ژنوتیپ پایدار) است، مناسب بوده و با اطمینان کافی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و پایدار را انتخاب می‌کند. نتایج این آزمایش از لحاظ مقایسه روش‌های مختلف گزینشی با نتایج مقدم (۲۰۰۳) مطابقت دارد. در توافق با نتایج این آزمایش، چوگان (۱۹۹۹) نیز استفاده از گزینش هم‌زمان عملکرد- پایداری را در انتخاب هیبریدهای ذرت پایدار و پرعملکرد مؤثر گزارش نمود. اما دهقان‌پور و مقدم (۱۹۹۹) در مورد وجود و نبود تفاوت بین نتایج به‌دست آمده از گزینش هم‌زمان عملکرد- پایداری در مقایسه با سایر پارامترهای پایداری هیچ اشاره‌ای به‌عمل نیاوردند.

منابع

1.Asif, M., Mustafa, S.Z., Asim, M., Kisana, N.S., Ahmad, I. and Ahmed, Z. 2003. Stability of wheat genotypes for grain yield under diverse rainfed ecologies of pakistan. Asi. J. Plant Sci. 2: 4. 400-402.
2.Bachireddy, V.R., Payne, R.JR., Chin, K.L. and Kang, M.S. 1992. Conventional selection versus methods that use genotype× environmental interaction in sweet corn trials. Hort. Sci. 27: 436-438.
3.Bahrami, Sh., Bihamta, M.R. and Salari, M. 2008. Yield stability analysis in hulless barley. Asi. J. Plant Sci. 7: 6. 589-593.
4.Barah, B.C., Binswanger, H.P., Rana, B.S. and Rao, N.G.P. 1981. The use of risk aversion in plant breeding; concept and application. Euphytica, 30: 451-458.
5.Chand, N., Vishvakarma, S.R., Verma, O.P. and Kumar, M. 2008. Phenotypic stability of elite barley lines over hetrogeneous environments. Barley Genetics Newsletter, 38: 14-17.
6.Chogan, R. 1999. Yield stability of corn hybrids using stability indices. J. Nahal va Bazr, 15: 3. 170-183. (In Persian)
7.Dehganpour, Z. and Mogaddam, A. 1999. Simultaneous selection for stability and high yield in corn hybrids. J. Nahal va Bazr, 15: 3. 206-217. (In Persian)

8.Eberhart, S.A. and Russel, W.S. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.

9.Eskridge, K.M. 1990. Selection of stable cultivars using a safety-first rule. Crop Sci. 30: 369-374.

10.Finlay, K.W. and Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. Austr. J. Agric. Res. 14: 742-754.

11.Francis, T.R. and Kanenberg, L.W. 1987. Yield stability studies in short- season maize (I). A discriptive method for genotypes. Can. J. Plant Sci. 58: 429-434.

12.Kang, M.S. 1988. A rank-sum method for selecting high yielding, stable crop genotypes. Cereal Research Communications, 16: 113-115.

13.Kang, M.S. 1991. Modified rank-sum method for selecting high yielding, stable crop genotypes. Cereal Research Communications, 19: 361-364.

14.Kang, M.S. and Pham, H.N. 1991. Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. Agron. J. 83: 161-165.

15.Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. Agron. J. 85: 754-757.

16.Leon, J. 1986. Methods of simultaneous estimation of yield and yield stability. In: Biometrics in plant breeding, P 299-308. Proceedings of the 6th metting Eucarpia Section, Birmingham, UK.

17.Lin, C.S., Binns, M.R. and Lefkovitch, L.P. 1986. Stability analysis. Crop Sci. 26: 894-899.

18.Lin, C.S. and Binns, M.R. 1987. A methods of analysing cultivar × location× year expriments, A new stability parameters. Theoritical and Applied Genetics, 76: 425-430.

19.Lin, C.S. and Binns, M.R. 1991. Genetic properties of four types of stability parameters. Theoritical and Applied Genetics, 82: 505-509.

20.Mogaddam, A. 2003. Simultaneous selection for stability and yield and its comparison with different satbility statistics. J. Nahal va Bazr, 19: 1-13. (In Persian)

21.Perkins, J.N. and Jinks, J.C. 1968. Environmental and genotype× environmental component of variability. IV non- linear interactions for multiple inbreed lines. Heredity, 23: 525-535.

22.Sezener, V., Ozbek, V. and Erdogan, O. 2007. Variety×Environment interaction in cotton yield trials. Inter. J. Agric. Res. 2: 2. 175-179.

23.Shah, S.I.H., Sahito, M.A., Tunio, S. and Pirzado, A.J. 2009. Genotype-environment interactions and stability analysis of yield and yield attributes of ten contemporary wheat varieties of pakistan. Sindh Univ. Res. J. 41: 1. 13-44.

24.Shukla, G.H. 1972. Some statistical aspects for partitioning genotype-environment component of variability. Heredity, 29: 237-245.

25.Sneller, C.H., Cilgore, L. and Dombek, D. 1997. Repeatability of yield stability in soybean. Crop Sci. 37: 383-390.

Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 17(2), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Study on efficiency of simultaneous selection for stability and high yield in barley and its comparison with other satbility indices

***J. Ahmadi[1] and B. Vaezi[2]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, Imam Khomeini International University, [2]Research Instructor, Agricultural Researching organization

Received: 31,12,2008 ; Accepted: 26,5,2010

Abstract

The interaction of genotype × environment effect, because of disordering effect on genotypes selection has special importance in plant breeding programs. Therefore to better selection, yield and yield stability might be considered simultaneously. In order to study of grain yield stability and the evaluation of different selection methods efficiency, 18 advanced barely lines were studied in four locations, Moghan, Gorgan, Gachsaran and Kohdasht, for three years during 2005 to 2007 growing seasons. The experimental design in all of the locations and years was a completely randomized block design with four replications. Results of three years yields in four locations showed that lines No. 1 & 14 with 4256 and 4205 kg/ha and line No.6 with 3289 kg/ha produced the highest and lowest grain yield, respectively. Whereas control cultivar (LB) produced 3609 kg/ha grain yield. Using yield-stability (YS_i) index, lines No. 14, 1, 11, 2, 12, 5, 18, 15 and 9 were selected as stable lines with high yields, respectively. The line No. 14 with $YS_i=19$ and lines No. 1 & 11 with $YS_i=18$ were selected as the best lines. Whereas the control cultivar (LB) had $YS_i=-2$. Also line No. 10 was selected as the weakest line in yield and stability surveys. Mean comparing analysis among yield means of selected lines using four different selection procedures, showed no significant difference between them, but the order of selected lines was different in four methods. This could be important in the introduction of stable cultivars. Therefore due to higher emphasis of stability parameter in YS_i calculating, YS_i index is suitable and confidence for selection of high yielding and stable genotypes.

Keywords: Barely, Yield, Stability, Simultaneous selection

---

* Corresponding Author; Email: njahmadi910@yahoo.com