مقایسه شاخص‌های انتخاب در جو در شرایط معمول و تنش نیتروژن

سیده نازگل عمرانی، عبدالمجید رضایی* و احمد ارزانی[۱]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۹)

چکیده

مؤثرترین روش برای انتخاب صحیح ژنوتیپ‌ها برای صفتی مانند عملکرد گزینش هم‌زمان بر مبنای شاخص انتخاب برای چند خصوصیت مهم گیاه می‌باشد. این مطالعه با هدف مقایسه شاخص‌های انتخاب برای بهبود عملکرد جو در شرایط تنش و معمول نیتروژن با استفاده از ۴۹ لاین اینبرد نوترکیب F_{13} حاصل از تلاقی دو والد Azumamugi (AZ) و Kanto Nakate Gold (KNG) به همراه والدین در سال زراعی ۱۳۸۳ انجام شد. آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان پیاده شد. در شرایط معمول، در هر یک از مراحل شروع رشد زایشی، به ساقه رفتن و پر شدن دانه معادل ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت کود اوره در اختیار گیاه قرار گرفت. در شرایط تنش، کود سرک به میزان ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار فقط در مرحله شروع رشد رویشی مصرف شد. شاخص‌های انتخاب اسمیت- هیزل و پسک-بیکر براساس چهار صفت روز تا سنبله دهی، شاخص برداشت، سرعت رشد و شاخص برداشت نیتروژن و هم‌چنین پاسخ‌های مستقیم و همبسته این صفات به همراه عملکرد برای هریک از شرایط تنش و معمول نیتروژن به صورت جداگانه محاسبه شدند. نتایج پاسخ‌های مستقیم و همبسته به انتخاب نشان داد که انتخاب لاین براساس شاخص برداشت و شاخص برداشت نیتروژن بالاتر در هر دو شرایط معمول و تنش نیتروژن باعث به گزینی لاین‌های پر محصول‌تر می‌شود. در شرایط معمول و تنش نیتروژن صفت شاخص برداشت وزن بالایی در هر دو شاخص اسمیت- هیزل و پسک- بیکر داشت. هم‌چنین در شاخص‌های انتخاب برای شرایط معمول و تنش و از نظر هر دو شاخص اسمیت- هیزل و پسک- بیکر ضریب صفت سرعت رشد منفی بود. بنابراین انتخاب بر مبنای این شاخص‌ها لاین‌های با سرعت رشد کمتر را غربال می‌کند. هم‌چنین شاخص اسمیت- هیزل بازده بالاتری نسبت به شاخص پسک- بیکر داشت.

واژه‌های کلیدی: انتخاب مستقیم و غیرمستقیم، تنش نیتروژن، جو، شاخص‌های انتخاب

مقدمه

عملکرد، صفتی کمّی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل شذه و به دلیل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط دارای وراثت پذیری پایین می‌باشد. بنابراین انتخاب براساس عملکرد و در جهت بهبود آن بازدهی پایینی دارد. به همین دلیل، انتخاب غیرمستقیم یعنی گزینش برای صفات دیگر، در راستای بهبود عملکرد مدنظر قرار گرفته است (۲). چنانچه بین صفات، هم‌بستگی ژنتیکی وجود داشته باشد، انتخاب برای یک صفت منجر به تغییر یا تغییراتی در صفات دیگر می‌شود، که پاسخ همبسته (Correlated response) نام دارد و در واقع بهترین مسیر

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و اساتید زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: am.rezai@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

انتخاب برای بهبود عملکرد را تعیین می‌کند (۸). رزیل و فرای (۲۲) انتخاب مستقیم و غیر مستقیم را برای بهبود عملکرد در جمعیتی متشکل از ۱۲۰۰ گیاه F_9 یولاف بررسی کردند و نتیجه گرفتند که انتخاب غیر مستقیم از طریق شاخص برداشت باعث بهبود ۷۰ درصدی عملکرد دانه می‌شود. کندِل و همکاران (۱۵)، ۱۳۰ نتاج F_3 و F_4 جو را بررسی کردند. آنها از انتخاب غیرمستقیم براساس اجزای عملکرد، برای بهبود عملکرد دانه استفاده نمودند. تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه به ترتیب بیشترین تا کمترین تأثیر را روی انتخاب برای عملکرد بالاتر داشتند و مشخص شد که انتخاب از طریق تعداد سنبله در مترمربع، بیش از سایر اجزای عملکرد باعث بهبود عملکرد دانه می‌شود.

از آنجا که ارزش اقتصادی یک گیاه به ارزش صفات مختلف آن بستگی دارد، بنابراین اصلاحگران باید انتخاب هم‌زمان چند صفت را برای بهبود ارزش اقتصادی گیاه مدنظر داشته باشند (۱۲). در روش انتخاب بر اساس شاخص، گزینش هم‌زمان برای همه خصوصیات مهم، همراه با در نظر گرفتن ارزش‌های فنوتیپی و اقتصادی و وراثت‌پذیری آنها و هم‌بستگی بین صفات مختلف انجام می‌شود (۸).

استفاده از شاخص‌های انتخاب ابتدا به‌وسیله اسمیت (۲۴) پیشنهاد شد. او عنوان کرد که چون ارزش ژنتیکی نمی‌تواند به صورت مستقیم تعیین شود، باید به‌وسیله تابع خطی از ارزش‌های فنوتیپی قابل مشاهده، تخمین زده شود. بدین منظور استفاده از تابع تشخیص فیشر (۹) برای تعریف یک شاخص انتخاب برای لاین‌های خالص گیاهی پیشنهاد شده است. در این تابع از صفات مختلف به صورت هم‌زمان به عنوان متغیرهایی با ضرایب وزنی متفاوت استفاده می‌شود (۳). هیزل (۱۳) این تابع را بر مبنای ارزش‌های اقتصادی صفات، میزان بهبود مورد نیاز بر حسب انحراف معیارها و هم‌بستگی‌ها و پارامترهای ژنتیکی همچون وراثت‌پذیری و هم‌بستگی‌های ژنتیکی بین صفات گسترش داد. شاخص اسمیت- هیزل بهترین برآورده کننده ارزش اصلاحی صفات است و احتمال انتخاب فردی با برترین ارزش اصلاحی را بیشتر می‌کند (۱).

بیسواس و همکاران (۵) تعداد ۳۱ شاخص انتخاب را بر مبنای تابع هیزل برای ۵ صفت سورگوم بررسی کردند. در طی انتخاب بر اساس شاخص، عملکرد دانه و علوفه بهبود یافت. در این آزمایش هم‌چنین مشخص شد که وقتی انتخاب برای صفتی به تنهایی انجام می‌شود، بازده کمی از انتخاب به دست می‌آید و هر چه تعداد صفات در شاخص بیشتر باشد، کارایی انتخاب بر مبنای شاخص نسبت به انتخاب مستقیم بیشتر می‌شود.جرادت و همکاران (۱۴) در مطالعه‌ای از شاخص انتخاب برای بررسی واکنش به شوری ارقام جو استفاده کردند. آنها دریافتند که استفاده از شاخص انتخاب متشکل از صفات درصد جوانه زنی، رشد گیاهچه و وزن خشک نسبت به روش انتخاب مستقیم، کارایی بیشتری برای انتخاب لاین‌های جو با عملکرد علوفه بالا در شرایط تنش شوری داشت.

مهدی (۱۶) در مطالعه‌ای در گندم کارایی شاخص‌های اسمیت- هیزل و بهره مطلوب، انتخاب براساس سطوح مستقل و انتخاب مستقیم برای عملکرد را مقایسه کرد. طبق نتایج حاصل استفاده از شاخص اسمیت- هیزل متشکل از ۷ صفت مرتبط با عملکرد دانه بیشترین بهره مورد انتظار را نشان داد و پس از آن شاخص بهره مطلوب و انتخاب بر اساس سطوح مستقل قرار داشتند. در این مطالعه کارایی انتخاب مستقیم برای عملکرد دانه ضعیف بود.

اسمیت و همکاران (۲۵) از شاخص‌های انتخاب در برنامه‌های انتخاب دوره‌ای برای ۷ جمعیت ذرت استفاده کردند. در این مطالعه، دو شاخص که در یکی از آنها از وراثت‌پذیری صفات به عنوان وزنه استفاده شده بود و در دیگری وزنه‌های اقتصادی صفات منظور شده بودند، با شاخص اسمیت- هیزل مقایسه شدند. آنها مشاهده کردند که استفاده از شاخصی که در آن از وراثت پذیری‌ها به عنوان وزنه صفات استفاده شده بود، کارایی نسبی بیشتری نسبت به دو شاخص دیگر داشت. بنزیگر و لافیته (۴) در ذرت از شاخص اسمیت- هیزل و انتخاب مستقیم برای بهبود عملکرد دانه استفاده نمودند. آنها مشاهده

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

کردند که استفاده از شاخص انتخاب اسمیت- هیزل کارایی انتخاب را ۱۴ درصد نسبت به انتخاب مستقیم بهبود بخشید.

الیویرا و همکاران (۱۷) در سویا از شاخص انتخاب پسک- بیکر و انتخاب مستقیم برای بهبود عملکرد دانه و روز تا گل‌دهی استفاده کردند. آنها آزمایش خود را در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه انجام دادند. نتایج نشان داد که در شرایط مزرعه، انتخاب مستقیم در مقایسه با انتخاب بر مبنای شاخص پسک- بیکر کارایی بیشتری داشت، اما در شرایط گلخانه، انتخاب بر مبنای شاخص پسک- بیکر موثرتر بود.

گرانات و همکاران (۱۱) سه شاخص انتخاب اسمیت- هیزل، پسک- بیکر و ویلیامز را در ذرت بررسی کردند و کارایی انتخاب از طریق این شاخص‌ها را با انتخاب مستقیم برای عملکرد دانه مقایسه نمودند. از بین شاخص‌ها، شاخص اسمیت- هیزل بیشترین بهره مورد انتظار را داشت و پس از آن شاخص پسک- بیکر قرار داشت. اتا و اپن شاو (۷) نیز در مطالعه‌ای روی ذرت از شاخص‌های اسمیت- هیزل، پسک- بیکر و بریم- ویلیامز، استفاده نمودند و ده درصد از بهترین ژنوتیپ‌ها را از نظر متوسط شاخص‌ها تعیین کردند. در مقایسه با انتخاب مستقیم برای عملکرد، شاخص پسک- بیکر و شاخص پایه بریم- ویلیامز به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی شدند.

عوامل زیادی بر عملکرد و سایر خصوصیات گیاهان زراعی تأثیر می‌گذارند که در این میان نیتروژن بدلیل اهمیت و تعدد وظایفی که در فرایندهای حیاتی گیاه بر عهده دارد از جمله مهم‌ترین آنهاست. هم‌چنین بهینه سازی مصرف کود نیتروژن به علت افزایش آلودگی محیطی در اثر استفاده بی رویه و هم‌چنین افزایش هزینه‌های تولید مورد توجه است. بدین جهت برنامه‌ریزی اصلاحی و اتخاذ روش مناسب گزینش به شرایط تولید خاص بستگی دارد. در همین راستا این مطالعه به منظور مقایسه معیارهای انتخاب مستقیم و غیرمستقیم برای بهبود عملکرد جو در شرایط تنش و معمول نیتروژن، تعیین شاخص‌های مناسب انتخاب براساس صفات مرتبط با عملکرد و مقایسه آنها در شرایط تنش و معمول و مقایسه کارایی آنها و معرفی بهترین لاین‌ها از نظر پاسخ به شاخص‌ها طرح‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش درسال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان انجام شد. ارتفاع منطقه آزمایش از سطح دریا ۱۶۳۰ متر است و دارای اقلیم خشک، با تابستان‌های گرم و خشک است. متوسط دراز مدت درجه حرارت و بارندگی سالیانه منطقه به ترتیب ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۴۰ میلی‌متر است. بافت خاک لومی رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب اسیدیته ۷/۵ می‌باشد.

در این آزمایش از ۴۹ لاین اینبرد نو ترکیب F_{13} جو حاصل از تلاقی Azumamugi (AZ) و Kanto Nakate Gold (KNG) به همراه دو والد استفاده شد. این مواد در مؤسسه ملی تحقیقات زیست کشاورزی ژاپن (NIAS) (National Institute of Agrobiological Science) تهیه شده‌اند. والدین این تلاقی از نقطه نظر بسیاری از صفات زراعی متفاوت هستند. بنابراین جمعیت مورد بررسی تنوع کافی برای انجام این مطالعه را فراهم می‌سازد. ارزیابی به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل دو سطح تنش و غیر تنش نیتروژن و عامل فرعی مشتمل بر لاین‌ها بود. در شرایط معمول، در هر یک از مراحل شروع رشد زایشی، به ساقه رفتن و پر شدن دانه (تاریخ‌های ۱۹ اسفند، ۱۵ فروردین و ۱۴ اردیبهشت) معادل ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به صورت کود اوره در اختیار گیاه قرار گرفت.در شرایط تنش، کود سرک به میزان ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار فقط در مرحله شروع رشد رویشی مصرف شد. مقدار نیتروژن خاک قبل از کاشت با نمونه برداری قطری از خاک مزرعه و به روش کلدال ۰/۰۲۵ درصد تعیین شد.

عملیات تهیه زمین به ترتیب شامل شخم، دیسک و تسطیح بود. ابتدا بذرها به وسیله کربوکسی تیرام ضد عفونی شدند و سپس در تاریخ‌های ۱۴ و۱۵ آبان ماه ۱۳۸۳ کاشت آنها با دست

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

انجام شد. بلافاصله پس از کاشت، آبیاری به عمل آمد و پس از آن آبیاری به روش کرتی (غرقابی) هر ۱۰-۷ روز یک‌بار تا مرحله رسیدگی انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۲ متر و فاصله ۲۰ سانتی‌متر و تراکم کاشت ۲۰۰ بذر در متر مربع بود. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد و با دست انجام شد. ارزیابی کلیه صفات با در نظر گرفتن ۲۵ سانتی‌متر حاشیه از طرفین ردیف‌ها و در دو ردیف میانی هر کرت (۰/۶ متر مربع) انجام شد.

در این مطالعه صفات تعداد روز تا سنبله دهی، عملکردهای دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، سرعت رشد رویشی (نسبت عملکرد کاه به طول دوره رویشی)، درصد نیتروژن دانه و کاه(به روش کلدال) و شاخص برداشت نیتروژن (نسبت عملکرد نیتروژن دانه به عملکرد نیتروژن کل گیاه) بررسی شدند.

واکنش به انتخاب (Response to Selection) برای هر صفت از رابطه زیر (۸) محاسبه شد:

$$R_i = kh_i\sigma_{gi}$$

در این رابطه σ_{gi} انحراف معیار ژنتیکی هر صفت، h_i جذر وراثت‌پذیری و k شدت انتخاب است که با گزینش ۳۰ درصد از ژنوتیپ‌ها برابر با ۱/۷۵۵ می‌باشد(۸).

پاسخ همبسته برای انتخاب یک صفت از طریق گزینش برای صفت دیگر از رابطه زیر (۸) به دست آمد:

$$CR_i = kh_i r_{gij}\sigma_{gi}$$

در این رابطه r ضریب هم‌بستگی بین صفت مورد نظر برای بهبود و صفتی است که انتخاب بر مبنای آن انجام می‌شود. هم‌چنین پاسخ همبسته برای عملکرد براساس انتخاب از طریق شاخص‌ها نیز از رابطه بالا به دست آمد.

کارایی نسبی انتخاب (Relative Selection Efficiency, RSE) یا به عبارتی نسبت پاسخ غیرمستقیم انتخاب (CRy) برای عملکرد در شرایط تنش از طریق انتخاب مستقیم (Ry) در شرایط معمول طبق رابطه زیر (۸) محاسبه شد. از این رابطه برای محاسبه کارایی انتخاب بر اساس شاخص‌ها نسبت به انتخاب مستقیم برای عملکرد نیز استفاده گردید.

$$RSE=CRy / Ry$$

شاخص‌های انتخاب اسمیت- هیزل (۱۳ و ۲۴) و پسک- بیکر (۲۰) براساس چهار صفت روز تا سنبله دهی، شاخص برداشت، سرعت رشد و شاخص برداشت نیتروژن با در نظر گرفتن ارزش‌های فنوتیپی، ژنتیکی و اقتصادی صفات با توجه به رابطه زیر برای داده‌های هر یک از شرایط تنش و معمول به صورت جداگانه محاسبه شدند.

$$I=\sum b_i P_i$$

b_i وزنه‌ای است که به هر صفت براساس ارزش آن داده می‌شود و P_i ارزش فنوتیپی صفت می‌باشد.

برای شاخص اسمیت- هیزل بردار b از رابطه زیر محاسبه شد.

$$b=P^{-1} G a$$

a ارزش اقتصادی نسبی صفات است که برای همه صفات برابر با یک در نظر گرفته شد. P ماتریس واریانس- کوواریانس فنوتیپی صفات و G ماتریس واریانس- کوواریانس ژنتیکی می‌باشد. چون شاخص اسمیت- هیزل از لحاظ نسبت دادن ارزش‌های نسبی اقتصادی به صفات کمی دارای محدودیت است، شاخص پسک- بیکر (۲۰) نیز محاسبه شد که در آن به جای ارزش‌های اقتصادی (a) از بهره یا بازده ژنتیکی مطلوب (g) که بردار انحراف معیار فنوتیپی هر صفت است، برای محاسبه b استفاده شد.

$$b=G^{-1}g$$

با قرار دادن ارزش‌های فنوتیپی در شاخص‌ها مقدار هر شاخص برای هر ژنوتیپ به دست آمد و در محاسبات بعدی مانند یک صفت با آن برخورد شد.

در نهایت، برای هر صفت موجود در شاخص بازده مورد انتظار (ΔG) براساس انتخاب بر مبنای شاخص (۸) طبق رابطه زیر به دست آمد.

$$\Delta G_i = k\frac{\sigma_{Ii}}{\sigma_I}$$

در این رابطه σ_{Ii} هم‌بستگی شاخص با هر صفت است که از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\sigma_{Ii}=\sum b_i \sigma g_{ij}$$

σ_I انحراف معیار شاخص است و برای هر شاخص از فرمول

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

جدول ۱. مقادیر پاسخ مستقیم به انتخاب برای صفات مختلف جو در شرایط معمول و تنش نیتروژن

صفت	پاسخ به انتخاب (Ri)	
	شرایط بدون تنش	شرایط تنش
عملکرد	۳۷۸/۱۱	۳۳۴/۴۰
روز تا سنبله دهی	۹/۳۵	۹/۸۳
نیتروژن دانه	۰/۲۳	۰/۲۳
نیتروژن کاه	۰/۲۶	۰/۱۹
شاخص برداشت	۶/۹۷	۶/۱۷
شاخص برداشت نیتروژن	۹/۹۱	۸/۵۲
سرعت رشد	۱۸/۲۷	۸/۵۹

زیر به دست آمد.

$$\sigma_I = \sqrt{b}|pb$$

بهره مورد انتظار (ΔH) برای هر شاخص (۸) نیز طبق رابطه زیر به دست آمد:

$$\Delta H = \sum a_i \Delta G_i$$

در نهایت، ژنوتیپ‌ها براساس هر کدام از شاخص‌ها و عملکرد رتبه‌بندی شدند و ۳۰ درصد از بهترین ژنوتیپ‌ها از لحاظ شاخص با بهترین ژنوتیپ‌ها بر مبنای عملکرد مقایسه شدند. وراثت پذیری‌ها و هم‌بستگی‌های بین شاخص‌ها و عملکرد نیز محاسبه شدند.

نتایج و بحث

پاسخ مستقیم و همبسته به انتخاب

مقادیر پاسخ به انتخاب و پاسخ همبسته بر اساس مقادیر وراثت‌پذیری، واریانس ژنوتیپی و هم‌بستگی ژنتیکی صفات و انتخاب ۳۰ درصد از لاین‌ها (شدت انتخاب K = ۱/۷۵۵) ذر هریک از شرایط تنش و معمول در جداول ۱ و ۲ آورده شده‌اند. عملکرد دانه در شرایط معمول و تنش نیتروژن به ترتیب با مقادیر ۳۷۸/۱۱ و ۳۳۴/۴۰ بیشترین پاسخ مستقیم را به انتخاب نشان داد. علت بیشتر بودن پاسخ مستقیم این صفت به انتخاب، بیشتر بودن واریانس ژنتیکی در هر دو شرایط نسبت به سایر صفات بود.

پاسخ همبسته برای صفت عملکرد از طریق شاخص برداشت در شرایط معمول و تنش (به ترتیب ۲۱۵/۵۶ و ۲۷۵/۶۱) بیشترین مقدار را داشت.پاسخ همبسته برای عملکرد در شرایط معمول از طریق روز تا سنبله‌دهی و در شرایط تنش از طریق شاخص برداشت نیتروژن در مرتبه بعدی قرار داشت. پاسخ همبسته برای عملکرد دانه در هر دو شرایط از طریق صفات روز تا سنبله دهی، شاخص برداشت، شاخص برداشت نیتروژن و سرعت رشد مثبت بود، یعنی با افزایش این صفات، عملکرد دانه افزایش می‌یابد. هم‌چنین پاسخ همبسته برای عملکرد دانه از طریق نیتروژن کاه در هر دو شرایط و از طریق نیتروژن دانه در شرایط معمول منفی بود. بنابراین صفت شاخص برداشت در هر دو شرایط بیشترین پاسخ همبسته برای عملکرد را نشان داد و می‌توان آن را به عنوان صفتی مناسب برای انتخاب غیر مستقیم برای بهبود عملکرد معرفی نمود. رزیل و فرای (۲۲) انتخاب مستقیم و غیر مستقیم را برای بهبود عملکرد در جمعیتی متشکل از ۱۲۰۰ گیاه F_9 یولاف بررسی کردند و نتیجه گرفتند که انتخاب غیر مستقیم از طریق شاخص برداشت باعث بهبود ۷۰ درصدی عملکرد دانه می‌شود. ساندهو و همکاران (۲۳) در مطالعه نخود، کارایی انتخاب غیر مستقیم از طریق شاخص برداشت را بیشتر از سایر صفات و هم‌چنین بیشتر از انتخاب مستقیم برای عملکرد گزارش کردند.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

جدول ۲. مقایسه مقادیر پاسخ همبسته به انتخاب برای بهبود صفت Y از طریق انتخاب برای صفت X در ۵۱ لاین جودر شرایط معمول و تنش نیتروژن

صفتY	صفت X	پاسخ همبسته	
		شرایط بدون تنش	شرایط تنش
عملکرد	روز تا سنبله دهی	۱۸۵/۶۷	۲۹/۲۱
	نیتروژن دانه	-۱۸۴/۰۲	۱۵/۶۹
	نیتروژن کاه	-۱۱۹/۴۲	-۴۱/۹۱
	شاخص برداشت	۲۱۵/۵۶	۲۷۵/۶۱
	شاخص برداشت نیتروژن	۱۸۲/۸۳	۲۴۹/۷۷
	سرعت رشد	۹۰/۷۶	۱۲۳/۰۹
نیتروژن دانه	روز تا سنبله دهی	-۰/۰۳	-۰/۰۸
	نیتروژن کاه	۰/۰۶	۰/۱۲
	شاخص برداشت	-۰/۱۱	-۰/۰۴
	شاخص برداشت نیتروژن	-۰/۰۵	۰/۰۰۳
	سرعت رشد	۰/۰۳	۰/۰۷
	عملکرد	-۰/۱۰	۰/۰۱
نیتروژن کاه	روز تا سنبله دهی	-۰/۰۱	-۰/۱۴
	نیتروژن دانه	۰/۰۶	۰/۰۹
	شاخص برداشت	-۰/۰۶	-۰/۰۵
	شاخص برداشت نیتروژن	-۰/۲۰	-۰/۱
	سرعت رشد	۰/۰۱	۰/۰۵
	عملکرد	-۰/۰۶	-۰/۰۲
شاخص برداشت	روز تا سنبله دهی	۰/۸۶	-۰/۲۱
	نیتروژن دانه	-۲/۱۵	-۰/۷۵
	نیتروژن کاه	-۱/۳۸	-۱/۲۵
	شاخص برداشت نیتروژن	۵/۴۷	۵/۲۱
	سرعت رشد	-۵/۵۶	-۲/۸۲
	عملکرد	۲/۳۷	۳/۴۱
شاخص برداشت نیتروژن	روز تا سنبله دهی	۱/۱۲	۱/۰۵
	نیتروژن دانه	-۱/۶۹	۰/۰۸
	نیتروژن کاه	-۶/۴۹	-۳/۸۴
	شاخص برداشت	۸/۴۹	۸/۳۷
	سرعت رشد	-۶/۴۹	-۳/۵۹
	عملکرد	۳/۱۱	۴/۹۷

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

اگرچه پاسخ همبسته بین عملکرد و سایر صفات مد نظر می‌باشد، ولی توجه به واکنش‌های همبسته بین سایر صفات نیز حائز اهمیت است. صفات شاخص برداشت در شرایط معمول و نیتروژن کاه در شرایط تنش، بیشترین پاسخ همبسته به انتخاب برای بهبود نیتروژن دانه را نشان دادند. در شرایط بدون تنش، پس از شاخص برداشت عملکرد دانه بیشترین پاسخ همبسته برای نیتروژن دانه را داشت. در شرایط تنش نیز پس از نیتروژن کاه، صفت روز تا سنبله دهی بیشترین پاسخ همبسته به انتخاب برای نیتروژن دانه را داشت. پاسخ همبسته نیتروژن دانه از طریق انتخاب برای شاخص برداشت و روز تا سنبله‌دهی در هر دو شرایط منفی بود (جدول ۲). بنابراین افزایش شاخص برداشت و روز تا سنبله‌دهی با کاهش نیتروژن دانه همراه است. استفاده از صفات سرعت رشد و روز تا سنبله دهی در شرایط معمول و شاخص برداشت نیتروژن در شرایط تنش به عنوان صفات ثانویه برای بهبود نیتروژن دانه موثر نمی‌باشد، زیرا این صفات کمترین مقادیر پاسخ همبسته را نشان دادند. کی و ژانگ (۲۱) نشان دادند که میزان پروتئین دانه جو با افزایش کود نیتروژن افزایش می‌یابد که این امر موجب کاهش کیفیت مالت جو می‌شود. دانه جو برای مصرف مالت باید کمتر از ۲ درصد نیتروژن داشته باشد. کی و ژانگ (۲۱) گزارش کردند که افزایش ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ، میزان نیتروژن دانه جو را افزایش و به بیش از ۲ درصد می‌رساند که جهت تولید مالت مطلوب نمی‌باشد. بنابراین اگر هدف از مصرف جو، تهیه مالت باشد، انتخاب لاین‌های با نیتروژن دانه کمتر مدنظر است.

پاسخ همبسته به انتخاب برای نیتروژن کاه از طریق شاخص برداشت نیتروژن در شرایط معمول و روز تا سنبله دهی در شرایط تنش بیشتر از سایر صفات بود. با توجه به پاسخ‌های همبسته منفی نیتروژن کاه از طریق صفات روز تا سنبله دهی، شاخص برداشت و شاخص برداشت نیتروژن معلوم شد که افزایش این صفات، نیتروژن کاه را کاهش می‌دهد. بنابراین برای گزینش ژنوتیپ‌های با نیتروژن کاه بالاتر به منظور استفاده به عنوان علوفه، می‌توان لاین‌هایی را گزینش نمود که زودرس‌تر باشند و شاخص برداشت نیتروژن کمتری داشته باشند.

در شرایط معمول صفت شاخص برداشت، بیشترین پاسخ همبسته را از طریق صفت سرعت رشد و شاخص برداشت نیتروژن داشت. بیشترین پاسخ همبسته در شرایط تنش برای بهبود شاخص برداشت نیز از طریق شاخص برداشت نیتروژن و عملکرد به دست آمد. منفی بودن پاسخ همبسته شاخص برداشت از طریق سرعت رشد به دلیل وجود هم‌بستگی منفی بین این دو صفت می‌باشد، بنابراین کاهش سرعت رشد رویشی با افزایش شاخص برداشت همراه است، که دلیل احتمالی آن می‌تواند رشد رویشی زیادتر از حد نیاز برای تأمین مواد فتوسنتزی جهت انتقال به دانه در لاین‌های مورد بررسی باشد. پاسخ همبسته به انتخاب برای شاخص برداشت از طریق عملکرد دانه مثبت بود، بنابراین گزینش لاین‌های پر محصول با افزایش شاخص برداشت همراه است.

پاسخ همبسته شاخص برداشت نیتروژن از طریق شاخص برداشت در هر دو شرایط معمول و تنش بیشتر از سایر صفات بود. مثبت بودن پاسخ همبسته شاخص برداشت نیتروژن از طریق شاخص برداشت به دلیل هم‌بستگی مثبت شاخص برداشت و شاخص برداشت نیتروژن در هر دو شرایط تنش و معمول است. بنابراین افزایش شاخص برداشت، شاخص برداشت نیتروژن را افزایش می‌دهد، زیرا ارتباط نزدیکی بین حرکت کربن و نیتروژن به سمت دانه در گیاه وجود دارد. صفت نیتروژن کاه در هر دو شرایط پاسخ همبسته بالایی داشت (جدول ۲)، بنابراین ژنوتیپ‌هایی با شاخص برداشت بیشتر و نیتروژن کاه کمتر را می‌توان برای شاخص برداشت نیتروژن بالاتر گزینش نمود.

پاسخ همبسته عملکرد در شرایط تنش نیتروژن نیز از طریق انتخاب برای این صفت در شرایط معمول و برعکس مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳). هم‌بستگی عملکرد دانه در شرایط تنش و معمول ناچیز بود(۰/۲۸۵). پاسخ همبسته به انتخاب برای عملکرد در شرایط معمول از طریق انتخاب برای عملکرد در شرایط تنش، بیشتر از پاسخ همبسته برای حالت عکس بود. پاسخ

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

جدول ۳. پاسخ‌های مستقیم و همبسته انتخاب برای عملکرد در شرایط معمول و تنش نیتروژن در جو

محیط	پاسخ مستقیم	پاسخ همبسته	کارایی گزینش
بدون تنش	۳۷۸/۱۱	۱۱۰/۹۱	۰/۲۹
تنش	۳۳۴/۴۰	۹۲/۹۲	۰/۲۷

جدول ۴. ضرایب هریک از صفات مورد بررسی در شاخص‌های انتخاب در شرایط معمول و تنش نیتروژن

صفت	شرایط بدون تنش		شرایط تنش	
	اسمیت- هیزل	پسک- بیکر	اسمیت- هیزل	پسک- بیکر
روز تا سنبله دهی	۰/۹۷	۰/۱۴	۰/۹۸	۰/۲۲
شاخص برداشت	۰/۹۵	۰/۹۹	۱/۲۹	۰/۶۶
سرعت رشد	۰/۸۶	۰/۴۲	۰/۸۲	۰/۴۱
شاخص برداشت نیتروژن	۰/۷۰	۰/۰۷	۰/۵۰	-۰/۰۷

به انتخاب برای عملکرد در شرایط تنش برای بهبود عملکرد در شرایط معمول ۰/۲۹ و برای حالت عکس ۰/۲۷ بود. بنابراین، انتخاب در شرایط معمول برای شرایط تنش و بالعکس بازدهی کمی داشت. پریسترل و همکاران(۱۸) در مطالعه‌ای در ذرت مشاهده کردند که انتخاب مستقیم در شرایط تنش نیتروژن، برای بهبود عملکرد دانه مؤثرتر از انتخاب غیر مستقیم از طریق عملکرد در شرایط معمول می‌باشد.

شاخص‌های انتخاب

ضرایب (bi) هر یک از صفات در شاخص‌های اسمیت- هیزل و پسک- بیکر در جدول ۴ آورده شده‌اند. با جایگذاری ارزش‌های فنوتیپی هر یک از ژنوتیپ‌ها در معادله شاخص‌ها مقدار شاخص برای هر یک از آنها محاسبه شد (جداول ۵ و ۶). واریانس ژنتیکی شاخص‌ها، وراثت پذیری آنها، همبستگی ژنتیکی بین شاخص‌ها و عملکرد، پاسخ همبسته عملکرد پس از انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌ها، کارایی انتخاب برای هر شاخص و۳۰ درصد از بهترین ژنوتیپ‌ها از نظر انتخاب بر اساس عملکرد و شاخص‌ها در جداول مذکور آورده شده‌اند..

در شرایط بدون تنش، صفات روز تا سنبله دهی و شاخص برداشت بیشترین ضرایب را در شاخص اسمیت- هیزل به خود اختصاص دادند. در این شرایط، صفات شاخص برداشت و سرعت رشد با مقادیر ۰/۹۹ و ۰/۴۲ بالاترین ضرایب را در شاخص پسک- بیکر داشتند. بدین ترتیب انتخاب بر مبنای این شاخص منجر به گزینش لاین‌هایی می‌شود که شاخص برداشت و سرعت رشد بالاتری دارند. در شرایط معمول نیتروژن، صفت شاخص برداشت وزن بالایی در هر دو شاخص اسمیت- هیزل و پسک- بیکر داشت.

در شرایط بدون تنش، وراثت پذیری شاخص اسمیت- هیزل بیشتر از شاخص پسک- بیکر گردید، اما هم‌بستگی شاخص پسک- بیکر با عملکرد بیشتراز شاخص اسمیت- هیزل و برابر ۰/۶۷ بود. هم‌چنین شاخص پسک- بیکر پاسخ همبسته (۳۱۹/۷۰) و کارایی انتخاب غیر مستقیم بیشتری در مقایسه با انتخاب مستقیم برای عملکرد (۰/۸۴) داشت. از نظر شاخص اسمیت- هیزل لاین‌های ۳۰ و ۹۲ برترین لاین‌ها بودند و از نظر عملکرد به ترتیب در رتبه‌های اول و ۱۵ قرار داشتند. لاین‌های ۶۰ ، ۳۰ و۳۶ از نظر شاخص پسک- بیکر برتر بودند و از نظر عملکرد نیز در رتبه‌های ۲ ، ۱ و ۳ قرار داشتند. بنابراین شاخص پسک- بیکر در شرایط معمول لاین‌هایی را به عنوان سه لاین برتر معرفی کرد که از نظر عملکرد نیز برتر بودند (جدول ۵).

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

جدول ۵ . عملکرد دانه، مقادیر شاخص‌های انتخاب و (رتبه) برخی از لاین‌ها به همراه پارامترهای وابسته برای شاخص‌های انتخاب در شرایط معمول در جو

لاین	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		شاخص اسمیت- هیزل		شاخص پسک- بیکر	
۳۰	۴۸۹۲/۵۰	(۱)	۲۸۳/۴	(۱)	۸۳/۱	(۲)
۶۰	۴۸۷۱/۶۱	(۲)	۲۷۴/۹	(۱۵)	۸۳/۴	(۱)
۳۶	۴۸۲۵/۵۰	(۳)	۲۷۸/۴	(۷)	۸۲/۹	(۳)
۴۴	۴۷۳۴/۱۷	(۴)	۲۷۳/۸	(۱۸)	۸۲/۰	(۴)
۸۴	۴۶۷۸/۰۸	(۵)	۲۷۰/۶	(۳۰)	۸۲/۰	(۶)
۵۸	۴۵۷۲/۰۸	(۶)	۲۷۳/۴	(۲۰)	۸۱/۹	(۷)
۵۵	۴۴۸۸/۳۳	(۷)	۲۷۴/۹	(۱۴)	۸۲/۰	(۵)
KNG	۴۴۵۰/۰۸	(۸)	۲۷۵/۹	(۱۲)	۸۰/۹	(۱۰)
۷۳	۴۴۰۳/۳۳	(۹)	۲۷۶/۷	(۹)	۸۰/۹	(۱۱)
۸۹	۴۳۹۷/۹۲	(۱۰)	۲۷۱/۳	(۲۶)	۸۰/۶	(۱۴)
۹۶	۴۳۲۰/۱۷	(۱۱)	۲۷۸/۸	(۶)	۸۰/۹	(۱۲)
۷۱	۴۳۰۳/۳۳	(۱۲)	۲۷۹/۷	(۴)	۸۰/۵	(۱۵)
۵۳	۴۲۷۷/۵۶	(۱۳)	۲۶۶/۸	(۳۹)	۷۹/۵	(۲۳)
۴۹	۴۲۷۶/۶۷	(۱۴)	۲۷۹/۱	(۵)	۸۰/۸	(۱۳)
۹۲	۴۲۵۷/۱۱	(۱۵)	۲۸۳/۰	(۲)	۸۱/۸	(۸)
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
AZ	۳۹۳۴/۷۸	(۳۰)	۲۶۹/۶	(۳۲)	۷۹/۷	(۲۰)
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۲	۳۱۲۵/۵۸	(۴۸)	۲۵۰/۷	(۴۸)	۷۲/۷	(۴۸)
۵	۲۵۹۴/۶۷	(۴۹)	۲۴۱/۴	(۵۱)	۷۰/۱	(۴۹)
۲۳	۲۳۵۸/۵۸	(۵۰)	۲۴۸/۸	(۴۹)	۶۸/۰	(۵۰)
۸۰	۲۳۳۱/۰۸	(۵۱)	۲۴۶/۱	(۵۰)	۶۶/۸	(۵۱)
واریانس ژنتیکی	۸۵۹۵۹/۹		۷۵/۱۱		۱۰/۱۲	
وراثت پذیری	۰/۵۴		۰/۸۸		۰/۸۶	
هم‌بستگی با عملکرد	۱		۰/۵۲		۰/۶۷	
پاسخ همبسته	۳۷۸/۱۱		۲۵۰/۹۹		۳۱۹/۷۰	
کارایی انتخاب	۱		۰/۶۶		۰/۸۴	
تعداد لاین برتر*	۱۵		۱۰		۱۴	

تعداد ژنوتیپی که جزو ۳۰ درصد برتر ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و شاخص می‌باشند.

در شرایط تنش نیتروژن، صفات شاخص برداشت و روز تا سنبله دهی به ترتیب با ضرایب ۱/۲۹ و۰/۹۸ بالاترین وزنه را در شاخص اسمیت- هیزل داشتند. این دو صفت در شرایط معمول نیز دارای ضرایب بالایی در شاخص انتخاب اسمیت- هیزل بودند (جدول ۴).

در شرایط تنش، صفات شاخص برداشت و سرعت رشد بالاترین ضرایب را در شاخص پسک- بیکر داشتند (به ترتیب با ۰/۶۶ و ۰/۴۱). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که صفت شاخص برداشت برای هر دو شاخص اسمیت- هیزل و پسک- بیکر و تحت هر دو شرایط تنش و معمول اهمیت و وزنه بالایی دارد. در شرایط تنش، واریانس ژنتیکی و وراثت پذیری شاخص اسمیت- هیزل از شاخص پسک- بیکر بیشتر بود، اما

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

جدول ۶. عملکرد دانه، مقادیر شاخص‌های انتخاب و (رتبه) برخی از لاین‌ها به همراه پارامترهای وابسته برای شاخص‌های انتخاب در شرایط تنش نیتروژن در جو

لاین	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		شاخص اسمیت- هیزل		شاخص پسک- بیکر	
۲۵	۳۶۹۹/۹۲	(۱)	۲۵۳/۰	(۲۵)	۷۰/۴	(۵)
۸۵	۳۵۸۵/۰۰	(۲)	۲۶۴/۰	(۵)	۷۰/۸	(۳)
۹۳	۳۳۴۶/۳۳	(۳)	۲۶۹/۳	(۲)	۷۱/۳	(۱)
۹۴	۳۳۳۵/۷۲	(۴)	۲۶۶/۹	(۳)	۷۱/۲	(۲)
۹۹	۳۱۹۳/۵۸	(۵)	۲۶۵/۰	(۴)	۷۰/۵	(۴)
۴۹	۳۱۴۶/۹۴	(۶)	۲۶۳/۰	(۶)	۶۹/۳	(۱۱)
۶۸	۳۰۱۲/۱۷	(۷)	۲۵۸/۵	(۱۴)	۶۹/۱	(۱۵)
۳۷	۲۹۷۳/۳۳	(۸)	۲۵۵/۶	(۲۲)	۶۸/۶	(۱۷)
KNG	۲۹۶۳/۶۱	(۹)	۲۵۸/۳	(۱۵)	۶۸/۵	(۱۸)
۲۹	۲۹۳۸/۰۶	(۱۰)	۲۷۱/۵	(۱)	۶۹/۹	(۷)
۸۲	۲۸۸۳/۵۰	(۱۱)	۲۶۲/۳	(۹)	۶۸/۸	(۱۶)
۳۶	۲۸۵۷/۰۰	(۱۲)	۲۵۶/۸	(۲۰)	۶۹/۲	(۱۲)
۲۶	۲۸۵۳/۹۷	(۱۳)	۲۶۱/۰	(۱۱)	۶۷/۵	(۲۴)
۹۲	۲۷۹۷/۲۸	(۱۴)	۲۵۷/۸	(۱۷)	۷۰/۲	(۶)
۷۹	۲۷۵۰/۹۲	(۱۵)	۲۶۰/۰	(۱۲)	۶۹/۲	(۱۳)
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
AZ	۲۷۱۵/۲۲	(۱۷)	۲۵۳/۶	(۲۴)	۶۶/۷	(۲۷)
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	۱۷۲۴/۶۷	(۴۸)	۲۳۵/۸	(۴۹)	۶۲/۸	(۴۸)
۴۰	۱۵۸۲/۵۰	(۴۹)	۲۴۰/۷	(۴۶)	۶۳/۳	(۴۷)
۵	۱۵۴۸/۵۶	(۵۰)	۲۲۴/۴	(۵۱)	۵۸/۹	(۵۱)
۶۶	۱۴۲۹/۷۲	(۵۱)	۲۳۰/۲	(۵۰)	۶۰/۷	(۵۰)
واریانس ژنتیکی	۶۳۶۹۳/۶		۷۸/۱۶		۶/۱۰	
وراثت پذیری	۰/۵۷		۰/۸۶		۰/۸۱	
هم‌بستگی با عملکرد	۱		۰/۶۹		۰/۹۰	
پاسخ همبسته	۳۳۴/۴۰		۲۸۳/۴۱		۳۱۸/۸۹	
کارایی انتخاب	۱		۰/۸۵		۰/۹۵	
تعداد لاین برتر*	۱۵		۱۱		۱۱	

* : تعداد ژنوتیپی که جزو ۳۰ درصد برتر ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و شاخص می‌باشند.

هم‌بستگی شاخص پسک- بیکر با عملکرد از شاخص اسمیت- هیزل بیشتر بود. پاسخ همبسته شاخص پسک- بیکر ۳۱۸/۸۹ و از شاخص اسمیت- هیزل بیشتر بود. در نتیجه کارایی انتخاب از طریق شاخص پسک- بیکر نسبت به انتخاب مستقیم بر اساس عملکرد (۰/۹۵) بیشتر از کارایی انتخاب از طریق شاخص اسمیت- هیزل ۰/۸۵ بود. در شرایط تنش، لاین‌های ۲۹، ۹۳ و ۹۴ از نظر شاخص اسمیت- هیزل برتر بودند و از نظر عملکرد در رتبه‌های ۱۰، ۳ و ۴ قرار داشتند. از نظر شاخص پسک- بیکر لاین‌های ۹۳، ۹۴ و ۸۵ برتر بودند. این لاین‌ها از نظر عملکرد نیز جزو لاین‌های برتر و به ترتیب در رتبه‌های ۳، ۴ و ۲ قرار داشتند (جدول ۶).

به طور خلاصه، در شرایط معمول لاین ۳۰ از نظر شاخص

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

جدول ۷. کارایی انتخاب از طریق شاخص (Δ H) و پاسخ صفات به انتخاب براساس شاخص (Δ G) در شرایط معمول و تنش نیتروژن در جو

شرایط و شاخص	Δ G				Δ H
	روز تا سنبله دهی	شاخص برداشت	سرعت رشد	شاخص برداشت نیتروژن	
بدون تنش					
اسمیت- هیزل	۰/۲۰	-۳/۶۴	-۹/۸۲	-۱/۱۷	-۱۴/۴۳
پسک- بیکر	۰/۰۷	-۹/۸۸	-۱۲/۵۱	-۰/۳۱	-۲۲/۶۳
تنش					
اسمیت- هیزل	-۰/۳۲	۰/۰۵	-۲/۸۲	۰/۴۰	-۲/۶۹
پسک- بیکر	-۰/۲۵	۰/۰۹	-۴/۹۱	-۰/۱۹	-۵/۲۶

اسمیت- هیزل و لاین ۶۰ از نظر شاخص پسک- بیکر در رتبه اول قرار داشتند و از نظر عملکرد نیز در مرتبه‌های اول و دوم بودند. در شرایط تنش لاین‌های ۲۹ و ۹۳ از نظر شاخص‌های اسمیت- هیزل و پسک- بیکر برتر بودند و از نظر عملکرد در رتبه‌های ۱۰ و ۳ قرار داشتند و جزو لاین‌های پر محصول بودند. در شرایط بدون تنش، از ۱۵ لاین برتر از نظر عملکرد، تعداد ۱۰ لاین از نظر شاخص‌های اسمیت- هیزل و پسک- بیکر نیز جزو ۳۰ درصد ژنوتیپ‌های برتر بودند، ولی در شرایط تنش ۸ لاین از ۱۵ لاین برتر از نظر عملکرد از نظر هر دو شاخص نیز برتر بودند. در مجموع در شرایط معمول و تنش لاین ۴۹ از نظر عملکرد و شاخص‌های اسمیت- هیزل و پسک- بیکر در هر دو شرایط جزو ۳۰ درصد لاین‌های برتر بود.

گبره و لارتر (۱۰) در گندم مشاهده کردند که انتخاب گیاهان در نسل F_3 ، بر پایه شاخص اسمیت- هیزل کارایی بیشتری نسبت به سایر روش‌ها داشت، اما استفاده از این شاخص، میزان پروتئین دانه را کاهش داد. در این مطالعه، شاخص‌های بدون وزن و بهره مطلوب برای بهبود هم‌زمان عملکرد دانه و پروتئین دانه در نسل F_3 مطلوب تر بودند. دلان و همکاران (۶) سودمندی چندین روش انتخاب برای بهبود عملکرد دانه یولاف را بررسی کردند. شاخص‌های اسمیت- هیزل، پایه تعدیل شده، شاخص محدود شده، شاخص چند گانه و روش انتخاب بر مبنای سطوح مستقل با انتخاب مستقیم مقایسه شدند. نتایج نشان داد که بهره واقعی برای شاخص محدود شده، ۱۵ درصد و برای شاخص اسمیت- هیزل ۱۴ درصد بیشتر از انتخاب مستقیم برای عملکرد بود. پریچارد و همکاران (۱۹) نشان دادند که انتخاب بر مبنای شاخص، عملکرد سویا را بهبود بخشید و نسبت به انتخاب مستقیم برای عملکرد کارایی بیشتری داشت.

در شرایط بدون تنش، صفت سرعت رشد بالاترین بهره را در شاخص اسمیت- هیزل دارا بود و پس از آن صفت شاخص برداشت قرار داشت. در همین شرایط و در شاخص پسک- بیکر نیز پاسخ صفات سرعت رشد و شاخص برداشت از سایر صفات بیشتر بود. بنابراین در شرایط معمول صفات سرعت رشد و شاخص برداشت بالاترین پاسخ به انتخاب را در هر دو شاخص اسمیت- هیزل و پسک- بیکر داشتند (جدول ۷). در شرایط تنش و در هر دو شاخص اسمیت- هیزل و پسک- بیکر صفت سرعت رشد بالاترین بهره را داشت. در شاخص اسمیت- هیزل پس از سرعت رشد، شاخص برداشت نیتروژن قرار داشت، در حالی که در شاخص پسک- بیکر صفت روز تا سنبله‌دهی در مرتبه دوم قرار گرفت (جدول ۷). پاسخ صفت سرعت رشد در شرایط معمول و تنش و برای هر دو شاخص منفی بود، بنابراین انتخاب بر مبنای شاخص‌های اسمیت- هیزل و پسک- بیکر در هر دو شرایط ژنوتیپ‌های با سرعت رشد کمتر را غربال می‌کند. انتخاب بر مبنای شاخص اسمیت- هیزل در شرایط معمول و تنش باعث انتخاب لاین‌هایی با سرعت رشد کمتر می‌شود، در حالی که انتخاب بر مبنای شاخص پسک- بیکر در هر دو شرایط، ژنوتیپ‌های با

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]

سرعت رشد و شاخص برداشت نیتروژن کمتر را متمایز می‌کند. در شرایط معمول و تنش و بر اساس هر دو شاخص اسمیت- هیزل و پسک- بیکر، بهره صفت سرعت رشد از سایر صفات برتر بود. هم‌چنین شاخص اسمیت- هیزل در شرایط معمول و تنش نیتروژن بهره بالاتری داشت و نسبت به شاخص پسک- بیکر برتری بود.

منابع مورد استفاده

۱. رضایی، ع. ۱۳۷۳. شاخص‌های انتخاب در اصلاح نباتات. مجموعه مقالات کلیدی دومین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تبریز.

۲. عبد میشانی، س. و ع. ا. شاه نجات بوشهری. ۱۳۷۶. *اصلاح نباتات تکمیلی*. جلد اول، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۳. فرشادفر، ع. ۱۳۷۷. *کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات*. جلد دوم، انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه.

4. Banziger, M. and R. Lafitte. 1997. Efficiency of secondary traits for improving maize for low nitrogen target environments. Crop Sci. 37: 1110-1117.
5. Biswas, B.K., M. Hasanuzzaman, F. El Taj, M.S. Alam and M.R. Amin. 2001. Simultaneous selection for fodder and grain yield in sorghum. J. Biol. Sci.1: 321-323.
6. Dolan, D.J., D.D. Stuthman, F.L. Kalb and A.D. Hewings. 1996. Multiple trait selection in a recurrent selection population in oat *(Avena sativa* L.*)* Crop Sci. 36: 1207-1211.
7. Eta- Ndu, J.T. and S.J. Openshaw. 1992. Selection criteria for grain yield and moisture in maize yield trials. Crop Sci. 32: 332-335.
8. Falconer, D.S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. Longman Group Ltd., London.
9. Fisher, R.A. 1936. The use of multiple measurements in taxonomic problems. Ann. Eugen. 7: 179-88.
10. Gebre, H. and E.N. Later. 1996. Genetic response to index selection for grain yield, kernel weight and percent protein in four wheat crosses. Plant Breed. 115: 459-464.
11. Granate, M.J., C. Cosmedomia and A. Pattopacheco. 2002. Prediction of genetic gain with different selection indices in popcorn CMC-43. Revista Pub. 37: 7.
12. Gravois, K.A. and R.S. Helms. 1992. Plant analysis of rice yield and yield componens as affected by seeding rate. Agron. J. 84: 1-4.
13. Hazel, L. 1943. The genetic basis for constructions selection indices. Genetics 28: 476-490.
14. Jaradat, A.A., M.A. Shahid and A. Al-Maskri. 2004. Genetic diversity in the Batini barley landrace from Oman: II. Response to salinity stress. Crop Sci. 44: 997-1007.
15. Kendell, B., D.C. Rasmusson and M. Galla –Meagher. 2000. Enhancing yield of semidwarf barley. Crop Sci. 40: 352-358.
16. Mahdy, E.E. 1988. Single and multiple traits selection in a segregating population of wheat *(Triticum aestivum* L.*)*. Plant Breed. 101: 245-249.
17. Oliviera, A.C.B., C. Sigueyuki and C. Damiao. 1999. Selection for later flowering in soybean *(Glycine max* L. Mervilla*)* F_2 populations cultivated under short day conditions. Genet. Mol. Biol. 22: 105-111.
18. Presterl, T., G. Seitz, M. Landback, E.M. Thiemt, W. Schmidt and H.H. Geiger. 2003. Improving nitrogen –use efficiency in European maize. Crop Sci. 43: 1259-1265.
19. Pritchard, A.J., D.E. Byth and R.A. Bray. 1973. Genetic variability and the application of selection indices for yield improvement in two soybean populations. Aust. J. Agric. Res. 24: 81-89.
20. Pesek, J. and R. J. Baker. 1969. Desired improvement in relation to selection indices. Can. J. Plant Sci. 49: 803-804.
21. Qi, J.C. and G.P. Zhang. 2006. Protein and hordein content in barley seeds as affected by nitrogen level and their relationship to beta –amylase activity. J. Cereal Sci. 43: 102-107.
22. Rosielle, A.A. and K.J. Frey. 1975. Application of restricted selection indices for grain yield improvement in oats. Crop Sci. 15: 544-547.
23. Sandhu, B.S., K.L. Khera, S.S. Prihar and B. Singh. 1980. Irrigation needs and yield of rice on a sandy-loam soil as affected by continuous sub-emergence. Indian J. Agric. Sci. 50: 492-496.
24. Smith , H.F. 1936. A discriminant function for plant selection. Ann. Eugenics 7: 240-250.
25. Smith, O.S., A.R. Hallauer and W. A. Russel. 1981. Use of index selection in recurrent selection program in maize. Euphytica 30: 611-618.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-06-05]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.42.16.0]