تأثیر تعداد تکرار بردقت ارزیابی صفات زراعی و برآورد وراثت‌پذیری صفات در بَزرک (*Linum usitatissimum* L.)

قدرت‌الله سعیدی و عاطفه خندان[1]

چکیده

ارزیابی دقیق صفات زراعی در آزمایش‌های مزرعه‌ای به منظور تعیین پتانسیل ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و یا آثار تیمارها بسیار مهم بوده و تعداد تکرار در آزمایش در این راستا نقش مهمی را ایفا می‌نماید. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر تعداد تکرار در آزمایش بر دقت ارزیابی، برآورد میانگین، اجزای واریانس و وراثت پذیری عمومی صفات زراعی در بَزرک (*Linum usitatissimum* L.) بود. در این پژوهش از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تکرار جهت ارزیابی صفات مختلف در ۹ ژنوتیپ بَزرک استفاده شد. نتایج نشان داد که با افزایش تعداد تکرار برای کلیه صفات، واریانس خطا کاهش می‌یابد و مقدار کاهش بستگی به نوع صفت داشت. برای ارزیابی و برآورد وراثت پذیری صفت تعداد گیاهچه در واحد سطح و ارتفاع بوته به ترتیب تعداد ۳ و ۲ تکرار مناسب بود. برای صفت تعداد روز تا رسیدگی نیز نتایج نشان داد که افزایش بیش از ۲ تکرار تأثیر چندانی در دقت ارزیابی این صفت و افزایش وراثت پذیری آن نداشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده، برای ارزیابی صفت تعداد کپسول در بوته، ۳ یا ۴ تکرار و برای صفت تعداد دانه در کپسول ۴ تکرار قابل پیشنهاد است. برای عملکرد دانه به عنوان مهم‌ترین صفت اقتصادی بَزرک نیز برآورد میانگین‌ها و میزان وراثت‌پذیری با ۴ تا ۸ تکرار تقریباً ثابت بود و ۲ یا ۳ تکرار نسبت به میانگین بقیه تکرارها برآورد بیشتری (حدود ۱۱٪) را از عملکرد دانه و برآورد کمتری را برای وراثت‌پذیری عمومی این صفت (به ترتیب ۲۷٪ و ۱۰٪ کمتر) فراهم نمودند. با ۲ تکرار عملکرد دانه برابر ۲۰۱۷/۶ کیلوگرم در هکتار و وراثت‌پذیری عمومی این صفت برابر ۷۲/۱٪ برآورد گردید. در ضمن میزان بازدهی ناشی از انتخاب (پیشرفت ژنتیکی) برای عملکرد دانه در واحد سطح براساس ارزیابی ژنوتیپ‌ها با ۲، ۳ و ۸ تکرار به ترتیب ۷۸۷، ۷۹۶ و ۷۹۸ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید که نشان می‌دهد در برنامه‌های به نژادی بَزرک می‌توان از ۲ تکرار نیز جهت ارزیابی عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی، تعداد تکرار، دقت، صفات زراعی، وراثت پذیری، بَزرک

مقدمه

آزمایش‌های تکراردار مزرعه‌ای به طور وسیع توسط پژوهشگران بخش کشاورزی از جمله متخصصین به‌نژادی و به‌زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاهش تنوع ناشی از عوامل غیرقابل کنترل محیطی (خطای آزمایش) در بین واحدهای آزمایشی به منظور افزایش دقت آزمایش از اصول اساسی انجام

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

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3]

این گونه آزمایش‌ها بوده (٦) و طرح آماری و تعداد تکرار مناسب در آزمایش از عوامل بسیار مهم و مؤثر بر دقت آزمایش می‌باشد (٦، ٧ و ١٥). وجود تکرار در آزمایش امکان برآورد واریانس ناشی از عوامل غیرقابل کنترل و یا خطای آزمایش را برای آزمون آماری اثر تیمارها فراهم می‌کند، توانایی آزمایش را در تعیین تفاوت‌های معنی‌دار بین تیمارها مشخص می‌نماید و در ضمن در دقت برآورد پارامترهای آماری جامعه از طریق نمونه‌گیری نیز نقش اساسی دارد (٩ و ١٥)، به طوری که افزایش تعداد تکرار، موجب افزایش دقت در تخمین میانگین تیمارها و افزایش توانایی طرح‌های آزمایشی در تفکیک آماری تیمارها می‌گردد (٢٢).

تعداد تکرار مورد نیاز در یک آزمایش به عوامل زیادی از جمله: طرح آماری مورد استفاده، تعداد تیمار، دقت مورد نیاز در آزمایش، میزان تفاوت‌های تیماری مورد نظر که باید از لحاظ آماری تعیین شود، صفت یا صفات مورد اندازه‌گیری و نوع محصول بستگی دارد (٩، ١٥ و ٢٢).

برای ارزیابی صفاتی که بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و در اندازه‌گیری آنها تنوع زیادی مشاهده می‌شود، و یا چنانچه تفاوت‌های بین تیمارها کوچک باشد، به تعداد تکرار بیشتری در آزمایش نیاز است تا بتوان میانگین‌های تیمارها را با دقت بیشتری برآورد نمود و یا تفاوت‌های معنی‌دار بین آنها را تعیین کرد (٩، ١١ و ١٥). به طور کلی مشروط بر رعایت صحیح اصول طرح‌های آماری در آزمایش‌ها، هرچه تعداد تکرار آزمایش افزایش یابد، دقت و توانایی آزمایش نیز در تعیین تفاوت‌های آماری بین تیمارها افزایش می‌یابد (٩ و ٢٢). ولی باید توجه داشت که استفاده از تعداد تکرار زیاد و غیر مؤثر از لحاظ آماری نه تنها دقت آزمایش را افزایش نمی‌دهد، بلکه موجب صرف وقت، هدر رفتن امکانات و افزایش هزینه‌های آزمایش، افزایش حجم کار، یادداشت برداری‌ها و در نهایت افزایش خطاها و کاهش دقت آزمایش می‌شود. بنابراین لازم است تعداد تکرار در یک آزمایش در حد مناسبی تعیین گردد تا ضمن کاربردی بودن و فراهم نمودن دقت لازم از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد (٩).

تعداد تیمار مورد ارزیابی، نقش تعیین کننده‌ای در تعداد تکرار آزمایش دارد، به طوری که متخصصین به‌نژادی به دلیل لزوم ارزیابی تعداد زیادی ژنوتیپ در شروع برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب و یا به دلیل عدم وجود بذر کافی ناچار به اجرای آزمایش با تعداد تکرار کمتر و یا اندازه پلات کوچک‌تر می‌باشند. ولی باتوجه به کمتر بودن تعداد ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در مراحل پیشرفته‌تر یک برنامه به‌نژادی، لازم است برای افزایش دقت از تعداد تکرار بیشتری در آزمایش استفاده نمود (٤ و ١٩).

در برنامه‌های به نژادی و انتخاب، ارزیابی دقیق‌تر ژنوتیپ‌ها به‌منظور تعیین توان ژنتیکی آنها و برآورد صحیح و ناریب اجزای واریانس و وراثت‌پذیری صفات از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است و تعداد تکرار آزمایش در این راستا نقش مهمی را ایفا می‌نماید (٧ و ١١). ناریبی، ثبات و توانایی در برآورد پارامترهای واقعی جامعه از طریق نمونه‌گیری نیز از دیگر اهداف یک آزمایش است و برآوردهای دقیق‌تر پارامترها معمولاً ناریب بوده و از ثبات بیشتری برخوردارند (١٣). افزایش تعداد تکرار تا حد مناسب، موجب کاهش اریبی در برآورد میانگین صفات، افزایش اعتماد و دقت در تعیین پتانسیل ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و افزایش میزان وراثت پذیری صفات از طریق کاهش خطای آزمایش در یک برنامه به‌نژادی گردیده و در نهایت بهبود بازدهی ناشی از انتخاب را به دنبال دارد (١١، ١٢ و ١٣).

نتایج آزمایش‌های ارزیابی ارقام یونجه نشان داده است که در اکثر مناطق مورد آزمایش، افزایش یک یا دو تکرار نسبت به دو برابر کردن اندازه واحد آزمایشی در کاهش خطای آزمایش و تفکیک آماری واریته‌ها نقش بیشتری داشته است، ولی رابطه بین تعداد تکرار و توانایی و دقت آزمایش در تعیین تفاوت‌های آماری بین تیمارها خطی نمی‌باشد، یعنی دو برابر کردن تعداد تکرار به منزله دو برابر شدن توانایی و دقت آزمایش نیست (٩).

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3]

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر تعداد تکرار در آزمایش بر دقت ارزیابی، برآورد میانگین و اجزای واریانس صفات زراعی مختلف بَزرک و هم‌چنین تعیین تعداد تکرار مناسب برای ارزیابی این صفات در تحقیقات به‌نژادی و به‌زراعی این محصول می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعهٔ پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لَورک نجف‌آباد (٤٠ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) در سال ١٣٨٢ انجام شد. منطقه در عرض جغرافیایی ′٣٢ ° ٣٢ شمالی و طول جغرافیایی ′٣٣ ° ٥١ شرقی قرار دارد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ١٦٣٠ متر و طبق طبقه‌بندی کوپن، منطقه آزمایش دارای اقلیم خشک، بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک است (٢). خاک مزرعه دارای بافت لوم‌رسی با جرم مخصوص ظاهری ١/٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH = ٧/٦ و از گروه تیپیک هاپل آرجید (Typic Haplargid) می‌باشد(٣).

در این پژوهش ٨ ژنوتیپ بَزرک با کیفیت روغن خوراکی و یک ژنوتیپ معمولی با کیفیت روغن صنعتی با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٨ تکرار از لحاظ صفات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های با کیفیت روغن خوراکی از دانشگاه ساسکاچوان کانادا فراهم شد که شامل لاین‌های اصلاحی E18 ، E37 ، E33 ، E25 ، E22، SP1091,CDC1747 و SP1066 و ژنوتیپ دیگر یک ژنوتیپ معمولی با کیفیت روغن صنعتی از یک تودهٔ بومی بود. در این آزمایش، شش ردیف کاشت به طول چهار متر و فاصله ردیف ٣٠ سانتی‌متر، یک کرت آزمایشی را تشکیل می‌داد. بذر هر ژنوتیپ به‌صورت خشکه‌کاری و خطی در ٢٨ فروردین ١٣٨٢ کشت گردید. میزان بذر با توجه به مقدار حدود ٤٠ کیلوگرم در هکتار و وزن دانه هر ژنوتیپ، به نحوی تعیین شد که تعداد مساوی بذر از هر ژنوتیپ (حدود ٨٠٠ عدد بذر) در هر خط، کشت گردید. بذر ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش با توجه به برداشت هم‌زمان آنها در سال قبل و نتایج آزمایش جوانه‌زنی مقدماتی از لحاظ قوه نامیه و کیفیت اولیه دارای شرایط یکسان بودند. عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم پاییزه، دیسک، تسطیح و کرت بندی نیز به نحو مطلوب انجام شد. هم‌چنین به منظور تأمین عناصر غذایی فسفر و نیتروژن مورد نیاز گیاه، مقدار ٢٠ کیلوگرم فسفر و ١٨ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (به صورت فسفات آمونیوم) قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید. در ضمن زمین آزمایش در سال قبل به صورت آیش بود.

عملیات داشت، شامل آبیاری با فواصل ٧ تا ١٠ روز و بسته به نیاز گیاه، کنترل دستی علف‌های هرز و دادن کود اوره به صورت سرک و به میزان ٢٣ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مرحله آغاز تولید انشعابات پایه‌ای در گیاه و قبل از مرحله گل‌دهی انجام شد.

در هر کرت آزمایشی، تعداد روز از کاشت تا ٥٠٪ گل‌دهی و رسیدگی گیاه به صورت مشاهده‌ای تعیین شد. زمانی‌که بیش از ٧٠٪ کپسول‌ها در هرکرت آزمایشی کاملاً قهوه‌ای شده بودند و با تکان دادن بوته‌ها، صدای حرکت دانه‌ها در کپسول‌ها شنیده می‌شد، به عنوان تاریخ رسیدگی منظور گردید.

تعداد گیاهچه در ١/٥ متر طول ٤ خط وسط هرکرت آزمایشی و هنگامی که طول گیاهچه‌ها حدود ١٠-٧ سانتی‌متر بود، شمارش و سپس به تعداد گیاهچه در متر مربع تبدیل گردید. ارتفاع بوته نیز در چند بخش از هرکرت آزمایشی به طور تصادفی اندازه‌گیری شد و میانگین آن برای هرکرت مورد استفاده قرار گرفت. پس از حذف دو ردیف کناری هر کرت آزمایشی به عنوان حاشیه، کل بوته‌های هرکرت به طور دستی برداشت و پس از خرمنکوبی و بوجاری، عملکرد دانه در واحد سطح به صورت کیلوگرم در هکتار برای هر کرت آزمایشی محاسبه شد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه در بوته، تعداد انشعابات پایه‌ای و تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن صد دانه، در هنگام برداشت نهایی حدود ٢٠ بوته از ردیف‌های وسط هر کرت آزمایشی به‌طور تصادفی برداشت و سپس این صفات مورد اندازه‌گیری و محاسبه قرار گرفتند.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3]

داده‌های مربوط به صفات مختلف با استفاده از دستور GLM از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه واریانس شدند. برای مقایسه میانگین‌ها، در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد. ضرایب هم‌بستگی بین برآورد میانگین صفات با تعداد تکرارهای مختلف نیز با استفاده از نرم افزار آماری SAS محاسبه شد. اجزای واریانس، ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی صفات نیز براساس امید ریاضی میانگین مربعات و هم‌چنین بازدهی ناشی از انتخاب برای عملکرد دانه در واحد سطح بر اساس انتخاب ۵٪ افراد برتر جامعه و بر مبنای روش پیشنهادی بورتون و دی‌وان (۵) برآورد گردید. بازدهی طرح‌ها نسبت به یکدیگر از طریق نسبت واریانس خطای طرح‌ها محاسبه شد (۸ و ۲۲). برای برآورد اجزای واریانس با تعداد تکرارهای مختلف، تکرارها به‌صورت تصادفی از مجموعه تکرارهای آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج برآورد اجزای واریانس، وراثت پذیری عمومی صفات و ضریب تغییرات آزمایش که می‌تواند گویای میزان دقت آزمایش باشد (۷ و ۲۱)، در جداول ۱ تا ٤ نشان داده شده است. با افزایش تعداد تکرار آزمایش برای کلیه صفات، کاهش واریانس خطا مشاهده شد، ولی مقدار کاهش، تابع نوع صفت بود. یکی از عوامل مؤثر در عکس العمل دقت آزمایش به تعداد تکرار، نوع صفت مورد اندازه‌گیری می‌باشد (۹). با توجه به ضریب تغییرات آزمایش و بازدهی طرح‌ها نسبت به طرح با ۲ تکرار، برای صفت میزان سبز شدن بذر یا تعداد گیاهچه در واحد سطح که بسیار تحت تأثیر شرایط و تغییرات محیطی قرار می‌گیرد، تعداد تکرار بیشتر از ۳، چندان موجب افزایش دقت آزمایش نگردید (جدول ۱). با ۲ و ۳ تکرار، میزان وراثت‌پذیری عمومی صفت تعداد گیاهچه در واحد سطح به ترتیب برابر ۵۸/۷٪ و ٦۸/۷٪ برآورد گردید. با تعداد تکرار بیشتر، برآورد وراثت پذیری این صفت کاهش نشان داد (جدول ۱). در پژوهش‌های دیگر نیز میزان وراثت‌پذیری عمومی این صفت ۵۱/۹٤٪ و ۷۳/٦۳٪ گزارش شده (۱) که با برآوردهای حاصل از ۲ و ۳ تکرار این آزمایش در تطابق می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از ۲ یا ۳ تکرار برای ارزیابی تعداد گیاهچه در واحد سطح ژنوتیپ های این گیاه کفایت می‌نماید. در ضمن ضریب هم‌بستگی بالا بین برآورد میانگین این صفت با ۳ تکرار و ۲ تکرار (جدول ٦) نشان می‌دهد که در صورت محدودیت امکانات یا تعداد تیمار زیاد، می‌توان از تعداد تکرار کمتری نیز برای ارزیابی این صفت استفاده نمود.

در مورد صفت ارتفاع بوته و بر اساس مقادیر ضریب تغییرات آزمایش و بازدهی نسبی طرح با تکرارهای مختلف (جدول ۱)، افزایش تعداد تکرار موجب افزایش قابل توجه در دقت آزمایش نشد و میزان ضریب تغییرات آزمایش با افزایش تکرار دارای ثبات نسبی بود، به‌طوری‌که بین ۵/۱٪ با ۲ و ٤ تکرار و ۵/۸٪ با ۷ تکرار تغییرات داشت. وراثت پذیری عمومی این صفت نیز با افزایش تعداد تکرار، افزایش نسبتاً کمی نشان داد (جدول ۱). بنابراین به نظر می‌رسد میزان تکرار پذیری این صفت بالا باشد، چون با افزایش تعداد تکرار، تغییر چندانی در برآورد واریانس فنوتیپی آن حاصل نشد (۱۱) و ۲ تکرار برای ارزیابی این صفت در گیاه بَزرک کفایت می‌کند. میزان وراثت‌پذیری عمومی این صفت نیز در این پژوهش بین ۹٤/۹٪ (با ۲ تکرار) تا ۹۸/۵٪ (با ۸ تکرار) متغیر بود. در پژوهش‌های دیگر نیز وراثت‌پذیری عمومی این صفت بین ۵۸/٦٪ تا ۹۳/۲٪ تغییرات داشته است (۱، ۱۰ و ۱۸). تفاوت در این برآوردها احتمالاً می‌تواند ناشی از ژنوتیپ‌های مختلف مورد استفاده، شرایط محیطی متفاوت و یا تفاوت در اندازهٔ واحدهای آزمایشی و دیگر عوامل مؤثر در ارزیابی ژنوتیپ‌ها باشد (۱۱ و ۲۱). برای ارزیابی و برآورد صحیح‌تر میانگین این صفت در آزمایش‌ها نیز به نظر می‌رسد تعداد ۲ یا ۳ تکرار، برآورد نسبتاً خوبی را فراهم نماید (جداول ۵ و ٦).

برای صفت تعداد روز تا رسیدگی، ضریب تغییرات آزمایش با تکرارهای متفاوت نسبتاً ثابت بود، به طوری که بین ۳/۲٪ (با

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3] [Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

جدول ۱. برآورد اجزای واریانس، وارثت‌پذیری عمومی (h^2_b)، ضرایب تغییرات ژنتیکی (Cv_g) و فنوتیپی (Cv_{ph})، ضریب تغییرات آزمایشی (Cv_e) و بازدهی نسبی طرح آماری با تعداد تکرارهای متفاوت برای صفت تعداد گیاهچه در واحد سطح و ارتفاع بوته (اعداد داخل پرانتز)

تعداد تکرار	$\sigma^2_{e/r}$	σ^2_g	σ^2_p	h^2_b	Cv_g	Cv_{ph}	Cv_e	بازدهی نسبی طرح نسبت به طرح با ۲ تکرار (٪)
۲	۴۷۲۰/۷	۶۷۰۵/۲	۱۱۴۲۵/۹	۵۸/۷	۱۵/۴	۲۰/۱	۱۸/۰	۱۰۰
	(۳/۵۰)	(۶۵/۸۴)	(۶۹/۳۴)	(۹۴/۹)	(۱۵/۷)	(۱۶/۱)	(۵/۱)	۱۰۰
۳	۳۰۵۱/۳	۶۷۰۴/۱	۹۷۵۵/۴	۶۸/۷	۱۵/۸	۱۹/۰	۱۸/۰	۱۰۳/۱
	(۲/۶۹)	(۷۰/۰۱)	(۷۲/۷۰)	(۹۶/۳)	(۱۶/۲)	(۱۶/۵)	(۵/۵)	(۸۶/۷)
۴	۳۰۶۲/۷	۲۲۰۱/۱	۵۲۶۳/۸	۴۱/۸	۱۰/۴	۱۶/۱	۲۴/۰	۷۷/۱
	(۱/۷۱)	(۷۱/۰۳)	(۷۲/۷۴)	(۹۷/۶)	(۱۶/۵)	(۱۶/۷)	(۵/۱)	(۱۰۲/۲)
۵	۱۹۸۲/۶	۲۰۲۳/۴	۴۰۰۶/۰	۵۰/۵	۹/۹	۱۴/۰	۲۲/۰	۹۵/۲
	(۱/۳۹)	(۶۹/۳۵)	(۷۰/۷۴)	(۹۸/۰)	(۱۶/۵)	(۱۶/۶)	(۵/۲)	(۱۰۱)
۶	۱۹۶۳/۲	۵۴۴/۶	۲۵۰۷/۷	۲۱/۷	۴/۹	۱۰/۵	۲۲/۹	۸۰/۱
	(۱/۱۷)	(۶۵/۱۴)	(۶۶/۳۱)	(۹۸/۲)	(۱۶/۱)	(۱۶/۲)	(۵/۳)	(۹۹/۷)
۷	۱۵۳۷/۰	۱۰۰۲/۲	۲۵۳۹/۲	۳۹/۵	۶/۵	۱۰/۳	۲۱/۲	۸۷/۷
	(۱/۱۷)	۶۳/۳۶)	(۶۴/۵۳)	(۹۸/۲)	(۱۶)	(۱۶/۲)	(۵/۸)	(۸۵/۴)
۸	۱۴۶۲/۴	۱۹۱۳/۷	۳۳۷۶/۱	۵۶/۷	۹/۲	۱۲/۲	۲۲/۸	۸۰/۷
	(۰/۹۸)	(۶۵/۱۳)	(۶۶/۱۱)	(۹۸/۵)	(۱۶/۳)	(۱۶/۵)	(۵/۷)	(۸۹/۴)

۲ تکرار) و ۵/۹٪ (با ٦ تکرار) تغییرات داشت. ثبات نسبی ضریب تغییرات آزمایش برای این صفت نشان داد که افزایش بیش از ۲ تکرار چندان در دقت ارزیابی و برآورد میانگین آن مؤثر نبوده است. میزان وراثت‌پذیری تعداد روز تا رسیدگی نیز بین ۷۹/۹٪ (با ۲ تکرار) و ٦۸/۲٪ با (٦ تکرار) متغیر بود (جدول ۲). تغییرات نسبتاً کم در برآورد این پارامتر ژنتیکی و هم‌چنین مقدار ضریب تغییرات ژنتیکی (جدول ۲) نشان داد که تعداد تکرار کم (۲ تکرار) در یک آزمایش نیز می‌تواند برای برآورد اجزای واریانس و ارزیابی ژنوتیپ‌های بَزرک برای صفت تعداد روز تا رسیدگی مورد استفاده قرار گیرد. در پژوهش‌های دیگر نیز وراثت‌پذیری عمومی برای تعداد روز تا رسیدگی ٦۷٪ و ۷۰/۱٪ گزارش شده است (۱)، به طوری که با نتایج به‌دست آمده از آزمایش با تعداد تکرار کمتر نیز در تطابق می‌باشد. در مورد ارزیابی و برآورد میانگین صفت تعداد روز تا رسیدگی نیز تعداد ۲ یا ۳ تکرار کافی به نظر می‌رسد و در مواردی‌که امکانات ارزیابی محدود است، تعداد تکرار کم نیز برآورد خوبی را از میانگین این صفت فراهم می‌نماید (جداول ۵ و ٦).

برای صفت تعداد کپسول در بوته که معمولاً دارای هم‌بستگی مثبت و بالایی با تعداد انشعاب در بوته می‌باشد (۱٦، ۱۷، ۲۰) و بسیار تحت تأثیر شرایط محیطی از جمله فضای موجود در اطراف بوته قرار می‌گیرد (۱٤)، افزایش تکرار موجب کاهش ضریب تغییرات آزمایش و در نتیجه افزایش دقت و بازدهی طرح گردید (جدول ۲)، ولی با توجه به افزایش حجم کار و سختی اندازه‌گیری آن، به نظر می‌رسد تعداد ۳ یا ٤ تکرار کفایت نماید. در ضمن با افزایش تعداد تکرار از ۳ به ٤ در مورد صفت تعداد کپسول در بوته، بازدهی نسبی طرح فقط به میزان ۱۰٪ افزایش یافت. برآوردهای وراثت‌پذیری عمومی و ضریب تغییرات ژنتیکی برای صفت تعداد کپسول در بوته (جدول ۲) نیز نشان می‌دهد که برای برآورد ارزش ژنتیکی ژنوتیپ‌ها از لحاظ تعداد کپسول در بوته، ٤ تکرار کافی به نظر می‌رسد. ضریب تغییرات ژنتیکی گویای وجود تنوع ژنتیکی برای این صفت می‌باشد که در پژوهش‌های دیگر نیز گزارش شده است (۱٦). میزان وراثت‌پذیری عمومی برای تعداد کپسول در بوته نیز در پژوهش‌های انجام شده قبلی (۱) برابر ۱/۹۹٪ و ۲۸/۹۱٪ ولی در این مطالعه بین ۳/٦٪ (با ۷ تکرار) تا ۱۳/۸٪ با (٤ تکرار) برآورد شد (جدول ۲). مقدار وراثت‌پذیری عمومی کم نشانگر تأثیر زیاد عوامل محیطی بر بروز صفت می‌باشد (۱۱). جدول برآورد میانگین صفات مختلف با تعداد تکرارهای متفاوت (جدول ۵) و ضرایب هم‌بستگی (جدول ٦) نشان داد که برای ارزیابی صفات تعداد کپسول در بوته تفاوت معنی‌داری بین میانگین‌های برآورده شده با ۲، ۳، ٦، ۷ و ۸ تکرار وجود نداشت و ضرایب هم‌بستگی بین برآورد با ۲ تکرار با مقادیر برآورد شده با تعداد تکرارهای ۳، ٦، ۷ و ۸ نسبتاً ثابت، بسیار بالا و معنی‌دار بود، بنابراین حداقل تعداد تکرار (۲ تکرار) در برآورد میانگین این صفت در گیاه بَزرک قابل استفاده می‌باشد.

در رابطه با صفت تعداد دانه در کپسول، برآورد واریانس محیطی و ضریب تغییرات آزمایش همراه با افزایش تکرار کاهش، واریانس ژنتیکی افزایش نشان داد که در نهایت به افزایش واریانس فنوتیپی و هم‌چنین میزان وراثت‌پذیری عمومی صفت و ضریب تغییرات ژنتیکی منجر گردید (جدول ۳). در این پژوهش وراثت‌پذیری تعداد دانه در کپسول ۱۰/۹٪ (با ٤ تکرار) و ۷٦/۷٪ (با ۸ تکرار) به دست آمد. در یک پژوهش دیگر وراثت‌پذیری این صفت ۲۸٪ و ۱۱/٤۵٪ گزارش شده است (۱). در مورد صفت تعداد دانه در کپسول نیز تفاوت معنی‌داری بین برآورد میانگین این صفت با ۲، ۳، ٤، ۵، ۷ و ۸ تکرار دیده نشد (جدول ۵)، در ضمن ضرایب هم‌بستگی بین برآورد این صفت با ۲ تکرار و تعداد تکرارهای بیشتر در اکثر موارد بالا، بسیار معنی‌دار بود و تغییرات نسبتاً کمی داشت (جدول ٦)، بنابراین به نظر می‌رسد ارزیابی تیمارها و برآورد میانگین این صفت نیز با تعداد تکرار کمتر و حتی با حداقل تعداد تکرار قابل انجام باشد، ولی در برنامه‌های انتخاب برای افزایش میزان وراثت پذیری این صفت و افزایش بازدهی، انتخاب تعداد تکرار بیشتری جهت ارزیابی ژنوتیپ‌ها لازم است.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3] [Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

جدول ۲. برآورد اجزای واریانس، وارثت‌پذیری عمومی (h^2_b)، ضرایب تغییرات ژنتیکی (Cv_g) و فنوتیپی (Cv_{ph})، ضریب تغییرات آزمایشی (Cv_e) و بازدهی نسبی طرح آماری با تعداد تکرارهای متفاوت برای صفت تعداد روز تا رسیدگی و تعداد کپسول در بوته (اعداد داخل پرانتز)

تعداد تکرار	$\sigma^2_{e/r}$	σ^2_g	σ^2_{ph}	h^2_b	Cv_g	Cv_{ph}	Cv_e	بازدهی نسبی طرح نسبت به طرح با ۲ تکرار (٪)
۲	٤/٦٨	١٨/٦١	٢٣/٢٩	٧٩/٩	٤/٦	٥/١	٣/٢	١٠٠
	(٧٧/٠٢)	–	–	–	–	–	(٥٠)	١٠٠
۳	٣/٤	١٢/٤٤	١٥/٨٤	٧٨/٥	٣/٨	٤/٢	٣/٤	٩١/٩
	(٣٧/٣٩)	(٩/٦٩)	(٤٧/٠٨)	(٢٠/٦)	(١٣/٤)	(٢٩/٥)	(٤٥)	(١٣٧/٣)
٤	٢/٩٥	٩/٦٤	١٢/٥٩	٧٦/٦	٣/٣	٣/٨	٣/٦	٧٩/٤
	(٢٥/٥٣)	(١٣/٢)	(٣٨/٧٣)	(٣٤/١)	(١٣/٨)	(٢٣/٦)	(٣٨)	(١٥٠/٩)
٥	٢/١٩	٨/٠	١٠/١٩	٧٨/٥	٣/٠	٣/٤	٣/٥	٨٥/٥
	(١٦/٦٤)	(١٤/٧٧)	(٣١/٤١)	(٤٧)	(١٥/٤)	(٢٢/٤)	(٣٦/٥)	(١٨٥/١)
٦	٥/٢٧	١١/٣٣	١٦/٦	٦٨/٢	٣/٦	٤/٣	٥/٩	٢٩/٦
	(١٥/٢٩)	–*	–	–	–	–	(٤٠/٤)	(١٦٧/٩)
٧	٤/٠٩	٩/٨٧	١٣/٩٦	٧٠/٧	٣/٣	٣/٩	٥/٦	٣٢/٧
	(١١/٤١)	(٠/٦٧)	(١٢/٠٨)	(٥/٥)	(٣/٦)	(١٥/٤)	(٣٩/٦)	(١٩٢/٩)
٨	٣/٣٩	٨/٢٧	١١/٦٦	٧٠/٩	٣/٠	٣/٦	٥/٤	٣٤/٥
	(١٠/٩٧)	–*	–	–	–	–	(٣٩/٥)	(١٧٥/٦)

* : در این موارد واریانس ژنتیکی منفی برآورد گردید، لذا گزارش نشد.

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3] [Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

جدول ۳. برآورد اجزای واریانس، وارثت‌پذیری عمومی (h^2_b)، ضرایب تغییرات ژنتیکی (Cv_g) و فنوتیپی (Cv_{ph})، ضریب تغییرات آزمایشی (Cv_e) و بازدهی نسبی طرح آماری با تعداد تکرارهای متفاوت برای صفت تعداد دانه کپسول و وزن صد دانه (اعداد داخل پرانتز)

تعداد تکرار	$\sigma^2_{e/r}$	σ^2_g	σ^2_{ph}	h^2_b	Cv_g	Cv_{ph}	Cv_e	بازدهی نسبی طرح نسبت به طرح با ۲ تکرار (٪)
۲	۱/۳۳	-*	-	-	-	-	۲۸/۳	۱۰۰
	(۰/۰۰۰۲)	(۰/۰۰۳۲۵)	(۰/۰۰۳٤۵)	(۹٤/۲)	(۱۲/۱)	(۱۲/۵)	(٤/۱)	۱۰۰
۳	۰/۵۱۳	-	-	-	-	-	۲۱/۳	۱۷۲/۷
	(۰/۰۰۰۱۷)	(۰/۰۰۳٤۷)	(۰/۰۰۳٦٤)	(۹۵/۳)	(۱۲/٤)	(۱۲/۷)	(٤/۸)	(۸۰)
٤	۰/۳۲۵	۰/۰٤	۰/۳٦۵	۱۰/۹	۳/۳	۱۰/۱	۱۹/۲	۲۰٤/٦
	(۰/۰۰۰۱۷)	(۰/۰۰۳۸۵)	(۰/۰۰٤۰۲)	(۹۵/۸)	(۱۳/۳)	(۱۳/۵)	(۵/۷)	(۵۷/۱)
۵	۰/۲۳	۰/۲٤	۰/٤۷	۵۱/۱	۸/۳	۱۱/٦	۱۸/۱	۲۳۱/۳
	(۰/۰۰۰۱۲)	(۰/۰۰۳۷۸)	(۰/۰۰۳۹)	(۹٦/۹)	(۱۳)	(۱۳/۲)	(۵/۳)	(٦٦/۷)
٦	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۵	۵٦	۸/۸	۱۱/۷	۱۹/۱	۲۰۱/۵
	(۰/۰۰۰۱)	(۰/۰۰۳۹۳)	(۰/۰۰٤۰۳)	(۹۷/۵)	(۱۳/۱)	(۱۳/۲)	(۵)	(٦٦/۷)
۷	۰/۱٦	۰/۳۵۷	۰/۵۱۷	٦۹	۱۰/۱	۱۲/۱	۱۷/۹	۲۳۵/٤
	(۰/۰۰۰۰۸٦)	(۰/۰۰۳٦٤)	(۰/۰۰۳۷۳)	(۹۷/٦)	(۱۲/۵)	(۱۲/۷)	(۵)	(٦٦/۷)
۸	۰/۱۲٦	۰/٤۱٤	۰/۵٤	۷٦/۷	۱۰/۹	۱۲/٤	۱۷	۲٦۳/٤
	(۰/۰۰۰۰۸۷)	(۰/۰۰۳۷۱)	(۰/۰۰۳۸)	(۹۷/٦)	(۱۲/٦)	(۱۲/۸)	(۵/۵)	(۵۷/۱)

* : در این موارد واریانس ژنتیکی منفی برآورد گردید، لذا گزارش نشد.

دقت آزمایش برای ارزیابی وزن صد دانه ژنوتیپ‌ها و نیز برآورد میزان وراثت‌پذیری عمومی آن عکس‌العمل زیادی نسبت به افزایش تعداد تکرار نشان نداد (جدول ۳). ضریب تغییرات آزمایش بین ٤/١٪ (با ۲ تکرار) تا ٥/٧٪ (با ٤ تکرار) متغیر بود. در ضمن وراثت‌پذیری عمومی این صفت نیز با تعداد تکرارهای مختلف دارای ثبات نسبی بود و بین ٩٤/٢٪ (با ۲ تکرار) تا ٩٧/٦٪ با (۷ و ۸ تکرار) تغییرات داشت. بنابراین به نظر می‌رسد با حداقل تعداد تکرار می‌توان ژنوتیپ‌ها را از لحاظ این صفت ارزیابی و وراثت‌پذیری عمومی قابل اعتمادی برای آنها برآورد نمود. در پژوهش‌های دیگر نیز میزان وراثت‌پذیری عمومی برای وزن صد دانه بَزرک بالا و برابر ٤٧/٢٪ و ٨٤/١٪ (١)، ٩٦/٢٪ (١٨) و ٩٧/٢٪ (١٠) گزارش شده است که با نتایج این پژوهش کاملاً در تطابق می‌باشد. در ضمن جهت برآورد صحیح میانگین وزن صد دانه نیز تعداد ۱ تا ۳ تکرار کافی به نظر می‌رسد (جداول ٥ و ٦).

عملکرد دانه در بَزرک از مهم‌ترین صفات زراعی و اقتصادی گیاه است و یکی از اهداف اصلی آزمایش‌های به‌زراعی و به‌نژادی مربوط به این گیاه، برآورد صحیح عملکرد دانه آن است. نتایج این پژوهش نشان داد که ضریب تغییرات آزمایش برای این صفت بین ١٥/٨٪ (با ٦ تکرار) تا ١٩/٦٪ (با ۲ تکرار) متغیر بود (جدول ٤). وجود تفاوت نسبتاً کم در مقادیر ضریب تغییرات آزمایش نشان می‌دهد که تعداد تکرار کم نیز می‌تواند دقت لازم را در یک آزمایش ارزیابی عملکرد دانه بَزرک فراهم نماید. در ضمن ضریب تغییرات ژنتیکی برای عملکرد دانه در واحد سطح نیز نسبتاً ثابت و بین ٢١٪ (با سه تکرار) تا ٢٤/٨٪ (با ۷ تکرار) تغییرات داشت که نشان می‌دهد تعداد تکرار کم و حتی ۲ تکرار نیز توانایی تمایز ژنتیکی و ارزیابی ژنوتیپ‌ها را دارا می‌باشد. با افزایش تعداد تکرار در آزمایش، واریانس فنوتیپی عملکرد دانه در واحد سطح کاهش یافت و تا حدودی به افزایش میزان وراثت‌پذیری عمومی این صفت منجر گردید (جدول ٤). یکی از اهداف افزایش تعداد تکرار در برنامه‌های به‌نژادی، کاهش واریانس محیطی و در نهایت افزایش وراثت‌پذیری است (١١). میزان وراثت‌پذیری عمومی عملکرد دانه در واحد سطح بین ٧٢/١٪ (با ۲ تکرار) تا ٩٤/٣٪ (با ۷ تکرار) برآورد گردید. به نظر می‌رسد در صورت کمبود بذر، امکانات و یا افزایش حجم کار ناشی از ارزیابی عملکرد دانه، تعداد زیادی ژنوتیپ بَزرک در یک برنامه به‌نژادی، تعداد ۲ یا ۳ تکرار برآورد نسبتاً خوبی از میزان وراثت‌پذیری عمومی صفت فراهم نماید. در پژوهش دیگری وراثت‌پذیری عمومی برای عملکرد دانه در واحد سطح نسبتاً کم و برابر ٢٣/٩٪ و ٤٥٪ برآورد گردید (١). در مورد صفت عملکرد دانه در واحد سطح، با توجه به ضرایب هم‌بستگی (جدول ٦) و هم‌چنین جدول میانگین‌ها (جدول ٥) که نشان داد تفاوت معنی‌داری بین برآورد میانگین‌ها با ٤، ٥، ٦ و ۷ تکرار وجود ندارد، این‌طور استنباط می‌شود که ٤ تکرار، برآورد بسیار خوبی را از میانگین این صفت فراهم می‌نماید. هم‌چنین نتایج نشان داد که برآورد عملکرد دانه در واحد سطح با ۱، ۲ و ۳ تکرار در آزمایش نسبتاً یکسان بود، ولی به نظر می‌رسد هر کدام از این تعداد تکرار ها برآورد بالاتری (حدوداً ١١٪) را از عملکرد دانه در واحد سطح نسبت به تعداد تکرار ٤ تا ۷ فراهم نمودند (جداول ٥ و ٦). بنابراین در مواردی که تعداد ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی زیادند و یا محدودیت در امکانات وجود دارد، می‌توان از تعداد تکرار کمتر (۱ تا ۳ تکرار) استفاده نمود. بازدهی ناشی از انتخاب برای عملکرد دانه در واحد سطح با۲ تا ۸ تکرار ارزیابی ژنوتیپ‌ها، تفاوتی نداشت (جدول ٤) که بیانگر این نکته است که در برنامه‌های به نژادی و انتخاب بَزرک می‌توان ارزیابی عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها را با تعداد کم تکرار نیز انجام داد. این نتیجه‌گیری با نتایج تحقیقات قبلی در مورد بَزرک (٤) در تطابق کامل است.

در مورد ارزیابی صفت عملکرد دانه در بوته نیز روند نتایج به‌دست آمده تقریباً مشابه نتایج مربوط به عملکرد دانه در واحد سطح بود. ضریب تغییرات آزمایش به افزایش تعداد تکرار، عکس العمل زیادی نشان نداد، به‌طوری‌که این ضریب بین ٤٦٪ (با ۲ تکرار) و ٤٠/٢٪ (با ٥ تکرار) متغیر بود (جدول ٤).

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3] [Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

جدول ٤. برآورد اجزای واریانس، وارثت‌پذیری عمومی (h^2_b)، ضرایب تغییرات ژنتیکی (Cv_g) و فنوتیپی (Cv_{ph})، ضریب تغییرات آزمایشی (Cv_e)، بازدهی نسبی طرح آماری با تعداد تکرارهای متفاوت برای صفات عملکرد دانه در واحد سطح و در بوته (اعداد داخل پرانتز) و هم‌چنین بازدهی ناشی از انتخاب برای عملکرد دانه در واحد سطح

تعداد تکرار	$\sigma^2_{e/r}$	σ^2_g	σ^2_{ph}	h^2_b	Cv_g	Cv_{ph}	Cv_e	بازدهی نسبی طرح نسبت به طرح با ۲ تکرار (٪)	بازدهی ناشی از انتخاب برای عملکرد دانه در واحد سطح (kg/ha)	بازدهی ناشی از انتخاب برای عملکرد دانه در واحد سطح نسبت به برآورد با ۸ تکرار (٪)
۲	۷۸۰٦٤/۱۵	۲۰۲۲۸۱/۵۵	۲۸۰۳٤۵/۷	۷۲/۱	۲۲/۳	۲٦/۲	۱۹/٦	۱۰۰	۷۸۷	۹۸/٦
	(۰/۰٤۸۹)	(۰/۰٦۱۸)	(۰/۱۱۰۷)	(۵۵/۸)	(۳٦/۸)	(٤۹/۳)	(٤٦)	۱۰۰		
۳	۳٦٤۷۰	۱۷۹۷۳۷/۸	۲۱٦۲۰۷/۸	۸۳/۱	۲۱	۲۳	۱٦	۱٤۲/۷	۷۹٦	۹۹/۷
	(۰/۰۳۱۱)	(۰/۰۵۷۱)	(۰/۰۸۸۲)	(٦٤/۷)	(۳٦/۵)	(٤۵/۳)	(٤٦)	(۱۰٤/۸)		
٤	۲٦۰۵۱/۹	۱۹٤۳۱۲/۷	۲۲۰۳٦٤/٦	۸۸/۲	۲٤/۱	۲۵/۷	۱۷/٦	۱٤۹/۸	۸۵۲	۱۰٦/۸
	(۰/۰۲۵۵)	(۰/۰۳۱۵)	(۰/۰۵۷)	(۵۵/۳)	(۲٤)	(۳۲/۳)	(٤۳)	(۹۵/۷)		
۵	۱۷٤۵۵	۱٦۹٤۸۲/۹۸	۱۸٦۹۳۷/۹۸	۹۰/۷	۲۲/۷	۲۳/۸	۱٦/۳	۱۷۸/۹	۸۰۸	۱۰۱/۳
	(۰/۰۱٦۲)	(۰/۰۳٦۷)	(۰/۰۵۲۹)	(٦۹/٤)	(۲۷/۱)	(۳۲/٦)	(٤۰/۲)	(۱۲۰/۷)		
٦	۱۳۵۱۲/٦	۱۷۳۹۰٦/۹	۱۸۷٤۱۹/۵	۹۲/۸	۲۳/۱	۲٤	۱۵/۸	۱۹۲/٦	۸۲۸	۱۰۳/۸
	(۰/۰۱۳۳)	(۰/۰٤۸٦)	(۰/۰٦۱۹)	(۷۸/۵)	(۳۱/٦)	(۳۵/۷)	(٤۰/٦)	(۱۲۲/۲)		
۷	۱۱٦۸۳/۳	۱۹۲٤۰۳/۵	۲۰٤۰۸٦/۸	۹٤/۳	۲٤/۸	۲۵/۵	۱٦/۲	۱۹۰/۹	۸۷۷	۱۰۹/۹۰
	(۰/۰۱۰٦)	(۰/۰۳۷۹)	(۰/۰٤۸۵)	(۷۸/۱)	(۲۹/٦)	(۳۳/۵)	(٤۱/۵)	(۱۳۲)		
۸	۱۱۵۹۸/۳	۱٦۱۰۵۳	۱۷۲٦۵۱/۳	۹۳/۳	۲۳/۷	۲٤/۵	۱۸	۱٦۸/۳	۷۹۸	۱۰۰
	(۰/۰۰۸۲)	(۰/۰۳۵۹)	(۰/۰٤٤۲)	(۸۱/۲)	(۲۹/۸)	(۳۳)	(٤۰/٤)	(۱٤۸/۲)		

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3] [Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

جدول ۵. برآورد میانگین صفات مختلف بَزرک با تعداد تکرارهای متفاوت

صفت	تعداد تکرار							
	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	LSD(۰/۰٥)
تعداد گیاهچه در واحد سطح	٥۳۲/۳^{a}	٥۱۹/٦ ^{a}	٤٥۰/٤ ^{c}	٤٥۳/۳ ^{c}	٤٧٤/٥ ^{bc}	٤۸۸/۰ ^{b}	٤٧٤/۹ ^{bc}	۳۰
تعداد روز تا ٥۰٪ گل‌دهی	٦۰/۲ ^{c}	٦۰/۲ ^{c}	٦۰/٦ ^{bc}	٦۰/٥ ^{bc}	٦۰/۷ ^{b}	٦۱ ^{ab}	٦۱/۳ ^{a}	۰/٥۳
تعداد روز تا رسیدگی	۹٤/۱ ^{b}	۹۳/۸ ^{b}	۹٤/۳ ^{ab}	۹٤/۷ ^{ab}	۹٤/٤ ^{ab}	۹٥ ^{ab}	۹٥/۷ ^{a}	۱/۳٥
تعداد انشعاب پایه‌ای در بوته	۱/٦۸ ^{b}	۱/٦٥ ^{b}	۱/۸٦ ^{a}	۱/۸٥ ^{a}	۱/۸٦ ^{a}	۱/۸۲ ^{a}	۱/۸۲ ^{a}	۰/۱۲
تعداد کپسول در بوته	۲٤/۷ ^{abc}	۲۳/۲ ^{bc}	۲٦/٤ ^{a}	۲٥ ^{ab}	۲۳/۷ ^{bc}	۲۲/٥ ^{c}	۲۳/۷ ^{bc}	۲/۲
تعداد دانه در کپسول	٥/۷۷ ^{b}	٥/۸۳ ^{ab}	٥/۹٦ ^{ab}	٥/۹۳ ^{ab}	٦/۰۲ ^{a}	٥/۹٤ ^{ab}	٥/۹۱ ^{ab}	۰/۲
وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۰/٤۷۱ ^{cd}	۰/٤۷٦ ^{bc}	۰/٤٦۸ ^{d}	۰/٤۷٤ ^{bcd}	۰/٤۷۹ ^{ab}	۰/٤۸۱ ^{ab}	۰/٤۸۳ ^{a}	۰/۰۰۷
عملکرد دانه در بوته (گرم)	۰/٦۷٥ ^{abc}	۰/٦٥٥ ^{bc}	۰/۷۳۸ ^{a}	۰/۷۰٦ ^{ab}	۰/٦۹۷ ^{abc}	۰/٦٥۷ ^{bc}	۰/٦۳٦ ^{c}	۰/۰٦٦
عملکرد دانه در واحد سطح (kg/a)	۲۰۱۷/٦ ^{a}	۲۰۱۹/۱ ^{a}	۱۸۲۹/۳ ^{b}	۱۸۱۳/۲ ^{b}	۱۸۰۲ ^{b}	۱۷٦۸/۹ ^{bc}	۱٦۹۲/٥ ^{c}	۸۳/۸
ارتفاع بوته سانتی‌متر	٥۱/۷۹ ^{a}	٥۱/۷۰ ^{a}	٥۱/۱۱ ^{ab}	٥۰/٥٦ ^{bc}	٥۰/۱۰ ^{dc}	٤۹/۷۲ ^{d}	٤۹/۳۹ ^{d}	۰/۸۱

برای هر صفت، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، در سطح احتمال ٥٪ و با استفاده از آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3] [Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

جدول ٦. ضرایب هم‌بستگی بین برآورد میانگین صفات مختلف با هر کدام از یک تکرار و دو تکرار (اعداد داخل پرانتز) با تعداد تکرارهای متفاوت

صفت	تعداد تکرار					
	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸
تعداد گیاهچه در واحد سطح	۰/۹۱**	۰/۷٤* (۰/۹۳**)	۰/۷٤* (۰/۸۸**)	۰/۷٥* (۰/۸۸**)	۰/۸٤** (۰/۹۰**)	۰/۸۱** (۰/۸٦**)	۰/۸٤** (۰/۸٦**)
تعداد روز تا ٥۰٪ گل‌دهی	۰/۸۷**	۰/۸۳** (۰/۹۳**)	۰/۷۷* (۰/۸٦**)	۰/۷۱* (۰/۷۸*)	۰/۷۰* (۰/۷۸*)	۰/٦۹* (۰/۷٥*)	۰/٦٥ns (۰/۷۲*)
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۹۷**	۰/۹۳** (۰/۹۷**)	۰/۹۰** (۰/۹۲**)	۰/۸۹** (۰/۹۱**)	۰/٦۷* (۰/٦۸*)	۰/۷۲* (۰/۷٤*)	۰/۷٤* (۰/۷۳*)
ارتفاع	۰/۹۸**	۰/۹٦** (۰/۹۹**)	۰/۹٤** (۰/۹۸**)	۰/۹۲** (۰/۹۷**)	۰/۹٤** (۰/۹۸**)	۰/۹۳** (۰/۹۷**)	۰/۹۳** (۰/۹۷**)
تعداد انشعاب پایه‌ای در بوته	۰/٦٦ns	۰/٥۹ ns (۰/۹٥**)	۰/٤۹ ns (۰/۹۳**)	۰/٤۰ ns (۰/۸٦**)	۰/٤٦ ns (۰/۸۷**)	۰/٤۷ ns (۰/۸۷**)	۰/٥٤ ns (۰/۸٦**)
تعداد کپسول در بوته	۰/٤٤ns	۰/۲۸ ns (۰/۸۹**)	۰/۱۰ ns (۰/۹۱**)	۰/۲۰ ns (۰/۹۱**)	۰/۲٤ ns (۰/۸۹**)	۰/۲٥ ns (۰/۸٥**)	۰/۲۱ ns (۰/۸۱**)
تعداد دانه در کپسول	۰/۷٦*	۰/۷۸* (۰/۸۹**)	۰/٥۸ ns (۰/۷۳*)	۰/٦٦ ns (۰/۷۰*)	۰/۷٥* (۰/۷۷*)	۰/۷٦* (۰/۷٥*)	۰/۷۸* (۰/۷٦*)
وزن صد دانه	۰/۹۷**	۰/۹۷** (۰/۹۸**)	۰/۹٦** (۰/۹۷**)	۰/۹٦** (۰/۹۷**)	۰/۹٥** (۰/۹۷**)	۰/۹٥** (۰/۹۷**)	۰/۹٤** (۰/۹٦**)
عملکرد دانه در بوته	۰/۸۲**	۰/۷۰* (۰/۹۳**)	۰/٦٦ ns (۰/۹۲**)	۰/٦٦ ns (۰/۹۰**)	۰/۷٤* (۰/۹۳**)	۰/۷٤* (۰/۹۲**)	۰/۷٤* (۰/۹۲**)
عملکرد دانه در واحد سطح	۰/۹٥**	۰/۹۷** (۰/۹۹**)	۰/۹٤** (۰/۹۷**)	۰/۹۳** (۰/۹۷**)	۰/۹۱** (۰/۹٤**)	۰/۹۰** (۰/۹۱**)	۰/۸۸** (۰/۹۰**)

*، **: به ترتیب معنی‌دار سطح احتمال ٥ و ۱ درصد n.s = غیر معنی‌دار

ضریب تغییرات آزمایشی نسبتاً بالا برای این صفت نشان می‌دهد که این صفت نیز همانند جزء اصلی آن یعنی تعداد کپسول در بوته (۲۰) بسیار تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (۱٤) و در مقایسه با بقیه صفات با دقت نسبتاً کمتری قابل ارزیابی است و به نظر می‌رسد افزایش تعداد تکرار نیز در این راستا چندان مؤثر نیست (جدول ٤). برآورد وراثت‌پذیری عمومی این صفت با افزایش تعداد تکرار افزایش یافت و بین ۵۵/۸٪ (با ۲ تکرار) تا ۸۱/۲٪ (با ۸ تکرار) تغییرات داشت. در پژوهش دیگری نیز وراثت‌پذیری این صفت برابر ۵۱/۳٪ برآورد گردید (۱). تأثیر تعداد تکرار در واریانس فنوتیپی صفاتی که به تغییرات محیطی حساس‌ترند، نقش بیشتری دارد و موجب کاهش واریانس فنوتیپی و در نهایت وراثت‌پذیری صفت می‌گردد (۱٤). بنابراین به نظر می‌رسد برای افزایش بازدهی ناشی از انتخاب برای این صفت در یک برنامه به‌نژادی، افزایش تعداد تکرار مؤثر باشد، ولی تفاوت معنی‌داری بین برآورد میانگین عملکرد دانه در بوته با هر کدام از ۲، ۳، ٦، ۷ و ۸ تکرار وجود نداشت (جدول ۵). درضمن ضرایب هم‌بستگی بین برآورد میانگین این صفت با ۲ تکرار با تعداد تکرارهای بیشتر بسیار بالا و معنی‌دار بود (جدول ٦)، بنابراین این‌طور استنباط می‌شود که آزمایش با ۲ یا ۳ تکرار نیز برای برآورد نسبتاً دقیق و بدون اریب میانگین این صفت در بَزرک کفایت نماید.

به طور کلی ارزیابی دقیق‌تر ژنوتیپ‌ها و تعیین ارزش ژنتیکی و واقعی آنها به کمک ارزش‌های فنوتیپی، نقش مهمی در افزایش بازدهی ناشی از انتخاب دارد. تعداد تکرار مناسب در یک آزمایش ارزیابی ژنوتیپ‌ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است تا بتوان تنوع ژنتیکی موجود بین ژنوتیپ‌ها را از تنوع محیطی به خوبی تفکیک نمود. در ضمن تنوع ناشی از عوامل محیطی را به حداقل ممکن کاهش داد که این نیز به افزایش میزان وراثت‌پذیری صفت و در نهایت بازدهی ناشی از انتخاب منجر خواهد شد (۱۱). در آزمایش‌های به‌زراعی نیز برآورد دقیق‌تر و نا اریب از میانگین تیمارها و تفکیک آماری آنها هدف اصلی آزمایش می‌باشد که در این مورد نیز تعداد تکرار مناسب در آزمایش بسیار حائز اهمیت است. تعداد تکرار مورد نیاز در یک آزمایش بستگی به عوامل بسیاری از جمله تعداد تیمار، نوع طرح آماری، دقت مورد نیاز، نوع محصول و صفت مورد مطالعه دارد (۹، ۱۵ و ۲۲)، چنانچه صفاتی که بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند و تفاوت‌های زیادی در اندازه‌گیری‌های مختلف نشان می‌دهد، به تعداد تکرار یا تعداد اندازه‌گیری بیشتری نیاز دارند، ولی افزایش تعداد تکرار بیشتر تا حد معینی موجب افزایش بازدهی آزمایش می‌گردد (۱۱). در آزمایش‌هایی که تعداد زیادی صفت مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد، معمولاً تعداد تکرار آزمایش براساس تعداد تکرار مورد نیاز برای صفت اصلی و مهم‌تر تعیین می‌گردد و چنانچه تعداد صفات مهم زیادتر باشند، در این صورت صفتی که بیشترین تنوع را در آزمایش نشان می‌دهد و تکرار پذیری یا هم‌بستگی بین چند اندازه‌گیری (۱۱) کمتری دارد، معیار تعیین کننده تعداد تکرار آزمایش خواهد بود (۹). بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش که عکس العمل برآورد میانگین و یا اجزای واریانس صفات مختلف به افزایش تعداد تکرار، بسیار متفاوت بود، لازم است تعداد تکرار آزمایش بر اساس اهمیت نوع صفت و هدف اصلی آزمایش تعیین گردد. در برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب برای بهبود عملکرد دانه در بَزرک که یکی از صفات بسیار مهم و اقتصادی است، می‌توان با تعداد تکرار کمتری (۲ یا ۳ تکرار)، ارزیابی عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌ها را انجام داد که با نتایج دیگران نیز کاملاً مطابقت دارد (٤).

سپاسگزاری

کلیه هزینه‌های اجرایی طرح توسط حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین گردید که بدین وسیله صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3]

منابع مورد استفاده

۱. سعیدی، ق.، ز. عباسی و آ.ف. میرلوحی. ۱۳۸۲. تنوع ژنتیکی، وراثت پذیری و روابط بین صفات زراعی در ژنوتیپ‌های بَزرک (*Linum usitatissimum L.*) با رنگ بذر زرد و قهوه‌ای. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(۱): ۹۹ تا ۱۱۴.

۲. کریمی، م. ۱۳۶۶. *آب و هوای منطقه مرکزی ایران*. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. لکزیان، ا. ۱۳۶۸. چگونگی تحول و تکامل و بررسی خصوصیات کانی‌های رسی خاک‌های سری خمینی‌شهر در مزرعه آزمایشی لورک نجف آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

4. Atlin, G. N., E. O. Kenaschuk and D. J. Lockwood. 1992. Single-row plots for agronomic evaluation of flax (*Linum usitatissimum* L.) lines. Can. J. Plant Sci. 72:997-1000.
5. Burton, G. W. and E. H. DeVane. 1953. Estimating heritability in Tall Fescue *(Festuca arundinaceae)* from replicated clonal material. Agron. J. 45: 478-481.
6. Casler, M. D. 1999. Spatial variation affects precision of perennial cool-season forage grass trials. Agron. J. 91:75-81.
7. Casler, M. D. and D. J. Undersander. 2000. Forage yield precision, experimental design, and cultivar mean separation for alfalfa cultivar trials. Agron. J. 92:1064-1071.
8. Cochran, W. G. and G. M. Cox. 1957. Experimental Designs. 2nd ed., John Wiley and Sons Inc., London, England.
9. Collins, C. A. and F. M. Seeney. 1999. Statistical Experiment Design and Interpretation . John Wiley and Sons, England.
10. Diederichsen, A. and K. Hammer. 1995. Variation of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) and its wild progenitor pale flax (subsp. *Angustifolium* (Huds.) Thell.). Genet. Resour. and Crop Evol. 42: 263-272
11. Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th ed., Longman, New York, NY.
12. Fielding, W. J. and J. Riley. 1997. How big should on-farm trials be and how many plots should be measured? PLA Notes, Issue 29, pp. 19-22, IIED London.
13. Hellmann, J. J. and G. W. Fowler. 1999. Bias, precision, and accuracy of four measures of species richness. Ecol. Appl. 9(3): 824-834.
14. Leitch, M. H. and F. Sahi. 1999. The effect of plant spacing on growth and development in linseed . Ann. Appl. Biol. 135: 529-534.
15. Lin, C. S. and M. R. Binns. 1984. Working rules for determining the plot size and numbers of plots per block in field experiments. J. Agric. Sci. , Camb. 103: 11-15.
16. Mahto, R. N. and J. L. Mahto. 1998. Variability, correlation and path coefficient analysis in linseed. J. Res. Birsa Agric. Univ. 10(1): 25-29.
17. Mishra, A. K. and L. N. Yadav. 1999. Genetic parameters and association analysis in linseed. Indian J. Agric. Res. 33(2): 113-118.
18. Nie, Z., B. C. Gue, F. T. Chen and A. Q. Liang. 1991. Study on the combining ability of the principal agronomic characters in flax (*Linum usitatissimum* L.). Ningxia J. AgroForestry. Sci. and Technol. 4: 7-11.
19. Patterson, H. D. and D. L. Robinson. 1989. Row-and-column designs with two replicates. J. Agric. Sci. Camb. 112: 73-77.
20. Rao, S. K. and S. P. Singh. 1983. Analysis of yield factors in segregating populations and their implications in selection of flax (*Linum usitatissimum*). Can. J. Genet. Cytol. 25: 495-501.
21. Skinner, J. C. and D. M. Hogarth. 1978. Efficiency of border rows in replicated sugarcane variety trials. Euphytica 27: 629-643.
22. Steel, R. G. D. and J. H. Torrie.1981. Principles and Procedures of Statistics: A biometrical approach. McGraw-Hill, New York.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-07-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.34.3]