

بررسی عملکرد و اجزای عملکرد و تنوع ژنتیکی و قابلیت توارث آنها در نخود

مهدی کاکایی^۱، سید سعید موسوی^{۲*}، محمد رضا عبداللهی^۳ و عزت الله فرشادفر^۴

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۲۸)

چکیده

در این پژوهش، به منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد و میزان تنوع ژنتیکی و قابلیت توارث آنها در ۱۹ ژنوتیپ نخود زراعی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت ژنوتیپ‌ها برای صفات عدد اسپد، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد نیام در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد اقتصادی، زیست توده و شاخص برداشت در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین صفات نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱۲، ۴ و ۱۹ (با به ترتیب ۲۵۹/۴، ۲۵۰/۳، ۲۴۰ و ۲۳۴/۷ کیلوگرم دانه در هکتار) دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۸، ۸، ۱۵ و ۶ (با به ترتیب ۱۵۱/۰۱، ۱۶۷/۶، ۱۶۷/۸ و ۱۸۹ کیلوگرم دانه در هکتار) هم دارای کمترین میزان عملکرد دانه بودند. محاسبه همبستگی فنوتیپی نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری ($P < 0/01$) بین عملکرد با صفات تعداد نیام در بوته ($0/623^{**}$)، ارتفاع بوته ($0/432^{**}$)، شاخص برداشت ($0/425^{**}$) و زیست توده ($0/349^{**}$) وجود دارد. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نیز نشان داد که مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد اقتصادی به ترتیب تعداد نیام در بوته، شاخص برداشت، زیست توده، تعداد شاخه فرعی در بوته و ارتفاع بودند که در کل ۸۴/۶۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. هم‌چنین بیشترین و کمترین درصد وراثت‌پذیری به ترتیب متعلق به صفات شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته بود. بنابراین با توجه به وجود تنوع کافی در صفات، می‌توان از این صفات به عنوان یک منبع مهم تنوع جهت افزایش عملکرد و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: نخود زراعی، تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری، گزینش

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی دوره دکتری، استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

۳. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: s.moosavi@basu.ac.ir

مقدمه

حبوبات بعد از غلات، دومین منبع مهم غذایی و یکی از مهم ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین می باشند که با داشتن قدرت تثبیت نیتروژن نقش مهمی در ثبات و افزایش عملکرد غلات، به ویژه در مناطق خشک، دارند (۲۰). نخود زراعی یکی از مهم ترین گیاهان خانواده حبوبات است که با داشتن درصد بالایی از ترکیبات پروتئین و نشاسته، در جیره غذایی انسان و دام از اهمیت خاصی برخوردار می باشد (۱۳). این گیاه در ایران در بین انواع حبوبات، چه از نظر سطح زیر کشت و چه از نظر تولید در درجه اول اهمیت قرار دارد (۲۱). با توجه به این که ایران یکی از خواستگاه های اولیه نخود است، لذا ژنوتیپ های موجود در ایران دارای تنوع بسیار بالایی می باشند و با توجه به اهمیت تنوع ژنتیکی به عنوان یک اصل مهم به نژادی، بررسی تنوع ژنتیکی این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. اصولاً لازمه پاسخ به گزینش مطلوب در هر برنامه به نژادی، وجود سه عامل مهم تنوع ژنتیکی کافی، شدت گزینش زیاد و قابلیت توارث پذیری بالا برای صفت مورد نظر است (۵). در واقع، انتخاب کارآمد برای یک صفت زمانی امکان پذیر است که اثرات ژنتیکی افزایشی و وراثت پذیری صفت بالا باشد (۱۵). قبل از انتخاب هر روش به نژادی، به ویژه در گیاهان خودگشن، تعیین درجه انتقال صفت از نسلی به نسل دیگر، یعنی تعیین وراثت پذیری صفت لازم است (۱) زیرا علاوه بر این که وراثت پذیری عمومی برآورد بیشتری از واریانس ژنتیکی ارائه می دهد، اطلاعات مهمی را جهت برنامه ریزی برای استراتژی های اصلاحی نیز در اختیار به نژادگر قرار می دهد (۱۶). در تحقیقی بر روی ژنوتیپ های نخود زراعی (۶) حداکثر عملکرد در شرایط تنش وعدم تنش به ژنوتیپ X96TH414K تعلق داشت. هم چنین نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام مهم ترین صفات مؤثر بر عملکرد در شرایط عدم تنش شامل صفات روز تا رسیدگی، میزان آب نسبی، آب نسبی از دست رفته و درصد پوکی نیام و در شرایط تنش رطوبتی شامل صفات، آب نسبی از دست رفته، تعداد نیام در بوته و پایداری

غشاء سلولی بودند همبستگی مثبت و معنی داری بین میانگین صفات عملکرد و زیست توده، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته، آب نسبی از دست رفته و شاخص تحمل تنش در شرایط تنش مشاهده شد (۶). گنجعلی و همکاران (۸) گزارش کردند که بین ۱۵۰ ژنوتیپ مطالعه شده از نظر صفات وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد و روز تا گل دهی تنوع قابل ملاحظه ای وجود دارد. در تحقیقی دیگر (۱۱)، نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که مؤثرترین صفت بر عملکرد در شرایط عدم تنش رطوبتی، صفت زیست توده بود در حالی که در شرایط تنش مؤثرترین صفات وزن دانه و تعداد نیام در بوته بودند. جهانسوز و همکاران (۱۰)، ضمن مشاهده تنوع زیاد در بین ژنوتیپ ها، بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام و تجزیه همبستگی نشان دادند که صفات وزن صد دانه و تعداد کل دانه بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد دانه داشتند. در تحقیقی، نتایج همبستگی های ساده، رگرسیون چندگانه و تجزیه علیت نشان داد که صفات وزن بذر با نیام و تعداد بذر در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد بوته دارا بودند (۱۴). چقامیرزا و فرشادفر (۴) تعداد ۱۰۳ ژنوتیپ نخود کابلی را مورد مطالعه قرار دادند، نتایج نشان داد که جهت گزینش برای بیشترین عملکرد دانه، صفات تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه می توانند به عنوان توصیف کننده تغییرات به کار برده شوند. ساکسنا صفات تعداد نیام در واحد سطح، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه را به عنوان اجزای اصلی عملکرد در نخود شناسایی کرد که در این بین، تعداد نیام در واحد سطح با عملکرد همبستگی زیادی داشت (۱۹). کومار و همکاران (۱۲) همبستگی بالایی را بین صفات عملکرد بوته و طول نیام مشاهده کردند. سوقانی و همکاران (۲۲) در مطالعه لاین های لویبا گزارش نمودند که به منظور شناسایی اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر روی عملکرد دانه به کمک تجزیه علیت صفات تعداد دانه در گیاه، وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب بیشترین اثر مستقیم و مثبت را با عملکرد دانه داشتند. فنیدیس و همکاران (۱۷)

گزارش نمودند که اصلاح در جهت افزایش عملکرد بوته باید با انتخاب گیاهان پاکوتاه با صفات تعداد نیام و تعداد بذر بیشتر انجام گیرد. به طور کلی این مطالعه به منظور بررسی تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مختلف، ارزیابی تنوع فنوتیپی صفات مختلف و تعیین میزان توارث پذیری آنها و شناسایی مطلوب‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد و تنوع ژنتیکی و ارزیابی تنوع فنوتیپی صفات مختلف در ۱۹ ژنوتیپ نخود (تهیه شده از گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه رازی)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا با طول جغرافیایی 48° و 28° و عرض جغرافیایی 34° و 54° با ارتفاع 1810 متر از سطح دریا انجام شد. هر ژنوتیپ به صورت پنج خط کاشت 2 متری در هر کرت با فاصله خطوط 40 سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف شش سانتی‌متر و با در نظر گرفتن حاشیه جهت کرت‌ها، در 25 اسفند ماه کشت گردید. برای ضد عفونی و جلوگیری از فساد بذر در داخل خاک بذور با قارچ کش مانکوزب و حشره‌کش لیندین آغشته گردیدند. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد فارو، در مهر ماه سال 1390 انجام گرفت و کاشت بذور به صورت دستی انجام شد. در مرحله داشت، آبیاری نیز دو مرتبه (در مرحله شروع گل‌دهی و نیام‌دهی) انجام شد. عملیات وجین دستی هم در مرحله ابتدای رشد و قبل از گل‌دهی صورت گرفت. صفات مورد بررسی عبارت بودند از: عدد اسپد، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن 100 دانه، عملکرد کل دانه (در مساحت مترمربع)، زیست توده (در مساحت مترمربع)، شاخص برداشت (در مساحت مترمربع)، که جهت محاسبه سایر صفات مذکور پنج بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی به طور تصادفی از هر کرت انتخاب گردید. بافت

خاک زمین زراعی مورد کشت شنی - رسی بوده و در نیمه اول تیرماه برداشت به صورت دستی صورت گرفت. پس از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین، ضریب تنوع ژنتیکی، ضریب تنوع فنوتیپی، وراثت‌پذیری و همبستگی ساده کلیه صفات محاسبه گردید. هم‌چنین به منظور شناسایی صفاتی که بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد دارند از روش رگرسیون گام به گام استفاده گردید و بر اساس نتایج این تجزیه عملکرد به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Minitab انجام شد و پس از آزمون نرمال بودن باقی‌مانده داده‌ها، عمل تجزیه واریانس داده‌ها انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر صفات عدد اسپد، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد نیام در بوته، وزن 100 دانه، عملکرد اقتصادی، زیست توده و شاخص برداشت در سطح آماری 1 درصد و برای بقیه صفات در سطح آماری 5 درصد معنی‌دار بودند که این امر بیانگر وجود تنوع کافی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات مذکور می‌باشد (جدول ۱). سالم و همکاران (۱۷)، در مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف نخود، تنوع معنی‌داری را بین کلیه صفات مورد مطالعه گزارش نمودند. نتایج مقایسه میانگین صفات نشان داد که از نظر صفت ارتفاع، که به عنوان یکی از صفات مؤثر بر عملکرد بود، ژنوتیپ‌های شماره 14 ، 7 ، 3 و 5 به ترتیب دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های 19 ، 18 ، 2 و 12 دارای کمترین ارتفاع بوته بودند (جدول ۲ و ۴). قرار گرفتن ژنوتیپ شماره 14 ، با داشتن بیشترین عملکرد اقتصادی ($259/4 \text{ g/m}^2$) و بیشترین ارتفاع ($33/9 \text{ cm}$) در گروه اول (ژنوتیپ‌های با ارتفاع زیاد) از یک طرف و قرار گرفتن ژنوتیپ‌های شماره 19 و 12 هم با داشتن عملکرد بالا ($234/7 \text{ g/m}^2$) و $250/3 \text{ g/m}^2$) در گروه دوم ارتفاعی (ژنوتیپ‌های با ارتفاع کم) از طرف دیگر،

نتیجه و نتایج جدول همبستگی و رگرسیون (جدول ۲ و ۴)، می‌توان اظهار داشت که یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد شناخته شده در این تحقیق، صفت تعداد نیام در بوته است و از میان چهار ژنوتیپ با بیشترین عملکرد اقتصادی (یعنی ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱۲، ۴ و ۱۹) همگی، به‌جز ژنوتیپ ۱۴، دارای بیشترین تعداد نیام در بوته می‌باشند. سوقانی و همکاران (۲۲)، در مطالعه برخی ژنوتیپ‌های لوبیا گزارش کردند که صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، تعداد نیام در بوته، تعداد شاخه فرعی، طول نیام و وزن نیام همبستگی مطلوبی با صفت عملکرد داشته‌اند که می‌توان جهت افزایش عملکرد مطالعات عمیق‌تری در این صفات داشت چرا که در افزایش عملکرد سهم هستند. نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد دانه در بوته نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۴، ۱۰، ۷ و ۱۳ دارای بیشترین تعداد دانه در بوته هستند که تمامی آنها جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و مطلوب می‌باشند (جدول ۳). بنابراین می‌توان اظهار داشت که این صفت یکی از اجزاء مهم و تأثیرگذار عملکرد می‌باشد. در واقع از هر چهار ژنوتیپ با بیشترین عملکرد اقتصادی (یعنی ژنوتیپ‌های ۱۴، ۱۲، ۴ و ۱۹) همگی دارای بیشترین تعداد دانه در بوته می‌باشند. علی‌رغم تفاوت معنی‌دار آماری در بین ژنوتیپ‌ها از نظر دو صفت تعداد دانه در نیام و وزن ۱۰۰ دانه، در مجموع این دو صفت دامنه گسترده‌ای از تفاوت‌ها را نشان ندادند و تفاوت‌ها خیلی محسوس و قابل توجه نبود. نتایج مقایسات برای صفت عملکرد اقتصادی، به‌عنوان مهم‌ترین صفت مورد نظر، بیانگر این بود که ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱۲، ۴، ۱۹ و ۱۰ به‌ترتیب دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۸، ۸، ۱۵، ۶ و ۹ هم دارای کمترین میزان عملکرد اقتصادی بودند. به‌علاوه، ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۴، ۱۷، ۲ و ۱۰ بیشترین مقدار شاخص برداشت را نیز به خود اختصاص دادند. نکته قابل توجه این است که افزایش عملکرد ژنوتیپ شماره ۱۴ بیشتر از طریق صفت تعداد زیاد دانه در بوته^(۲۱/۷^d)، یعنی تعداد بذر زیاد با وزن ۱۰۰ دانه نسبتاً کم^(۲۹/۰۹^e)، تعداد شاخه فرعی در بوته بالا^(۴/۹۷^{abc}) و ارتفاع

بیانگر تأثیر متفاوت این صفت در افزایش عملکرد اقتصادی در ژنوتیپ‌های مختلف می‌باشد. به‌عبارت دیگر در بعضی از ژنوتیپ‌ها (ژنوتیپ ۱۴) افزایش عملکرد به‌خاطر وجود بوته‌های بزرگ با ارتفاع زیاد و شاخه‌دهی زیاد است درحالی‌که در برخی دیگر (ژنوتیپ‌های ۱۲ و ۱۹) این افزایش عملکرد، بیشتر بخاطر صفات مرتبط با اجزای عملکرد است. سید و همکاران (۲۳)، در مطالعه ۲۷ ژنوتیپ نخود تنوع مطلوبی را بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نمودند که جمعیتی مناسب جهت به‌دست آوردن نسل‌های پیشرفته جهت مطالعات ژنتیکی می‌باشد. از نظر صفت تعداد شاخه فرعی هم ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۱۸، ۸ و ۱۰ دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های ۳، ۶، ۴ و ۱۹ دارای کمترین تعداد شاخه فرعی بودند. نکته قابل ذکر این است که ماهیت این صفت هم مانند ارتفاع بوته، برای کاهش یا افزایش عملکرد کاملاً مشخص و واضح نیست. به‌عبارت دیگر اگر به وضعیت ژنوتیپ‌های گروه اول با بیشترین تعداد شاخه فرعی توجه کنیم مشخص می‌گردد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۸ این گروه، که دارای تعداد زیاد شاخه فرعی زیادی هستند، دارای عملکرد کمی می‌باشند و از طرفی دیگر، ژنوتیپ‌های شماره ۷ و ۱۰ این گروه در زمره ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا قرار می‌گیرند. هم‌چنین در بین ژنوتیپ‌های گروه دوم (با کمترین تعداد شاخه فرعی)، ژنوتیپ‌های ۴، ۱۹ و ۳ دارای عملکرد نسبی بالا هستند ولی ژنوتیپ ۶ دارای عملکرد کمی است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که صفت تعداد نیام در بوته، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اجزاء عملکرد، تأثیر مثبت و مهمی بر افزایش عملکرد بیشتر ژنوتیپ‌های مطلوب با عملکرد بالا داشته است. در واقع از نظر این صفت، ژنوتیپ‌های ۳، ۱۲، ۷ و ۴ دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های ۱۸، ۱۵، ۱۳ و ۸ دارای کمترین تعداد نیام در بوته می‌باشند. این نتایج نشان می‌دهد که کلیه ژنوتیپ‌های گروه اول (دارای بیشترین تعداد نیام در بوته) جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا هستند و از طرفی دیگر کلیه ژنوتیپ‌های گروه دوم (دارای کمترین تعداد نیام در بوته)، به‌جز ژنوتیپ ۱۳، جزء ژنوتیپ‌های با کمترین عملکرد می‌باشند (جدول ۳). بنابراین با توجه به این

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مختلف در ۱۹ ژنوتیپ نخود زراعی

میانگین مربعات										
رنگ گل	رنگ برگ	رنگ ساق	رنگ ساقچه	رنگ ساقچه	رنگ ساقچه	رنگ ساقچه	رنگ ساقچه	رنگ ساقچه	رنگ ساقچه	رنگ ساقچه
۱۷۸/۳۳ ^{ns}	۲۵۰/۸۵۷۸*	۳۲۱/۶۱*	۱/۳۳۶	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۳۱/۹۶۷*	۷۶/۲۴ ^{ns}	۲۸/۲۲۳ ^{**}	۷۶/۳۶ ^{**}	۱۰۳/۲۸۶ ^{ns}	۲
۳۶۵/۸۱ ^{**}	۲۵۱۸/۷۹*	۲۴۲/۰۵ ^{**}	۱۱/۸۲۸	۰/۰۱۸۷ ^{**}	۱۸/۴۹۷*	۹۸/۵۸۵ ^{**}	۳۷/۷۵۵ ^{**}	۱۵/۲۷۰*	۹۴/۶۴۰ ^{**}	۱۸
۸۶۷/۹۶	۷۰۹/۳۴۶	۸۶۵/۴۹۴	۳/۸۲۶	۰/۰۰۰۸	۹/۶۹۷	۳۵/۱۵۰	۰/۵۰۳	۷/۸۰۸	۳۶/۱۵۷	۳۶
۲۰/۵	۱۷/۶	۱۴/۲	۶/۱	۹/۶	۱۵/۹	۲۲/۱	۱۶/۲	۹/۲	۲۲/۸	۳۶

ns و ** به ترتیب بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار و معنی دار بودن در سطح ادرصد ۵ و ۵ درصد می باشد.

جدول ۲. همبستگی ساده بین صفات مختلف در ۱۹ ژنوتیپ نخود زراعی

(۱۰)	(۹)	(۸)	(۷)	(۶)	(۵)	(۴)	(۳)	(۲)	(۱)
-۰/۰۶۳	-۰/۰۰۵	۰/۰۷۰	۰/۴۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۸۹	-۰/۱۷۲	-۰/۱۲۶	-۰/۰۴۵	۱
-۰/۰۹۶	۰/۵۲۷ ^{**}	۰/۴۲۲ ^{**}	-۰/۰۱۲	۰/۰۳۰	۰/۴۹۸	۰/۱۳۵	۱		شاخص اسپد (۱)
-۰/۰۸۳	۰/۰۹۱	-۰/۰۴۴	-۰/۲۴۸	۰/۱۸۲	-۰/۰۳۴	۱			ارتفاع (۲)
۰/۰۹۳	۰/۴۷۴ ^{**}	۰/۶۲۳ ^{**}	۰/۱۹۱	-۰/۱۴۶	۰/۲۵۵	۱			تعداد شاخه فرعی در بوته (۳)
۰/۱۱۱	۰/۲۶۴*	۰/۲۳۹	-۰/۰۴۶	۰/۰۸۷	۱				تعداد نیام در بوته (۴)
۰/۱۷۶	-۰/۰۷۶	۰/۰۴۳	-۰/۰۸۵	۱					تعداد دانه در بوته (۵)
۰/۱۵۶	-۰/۰۱۸	۰/۰۸۱	۱						تعداد دانه در نیم (۶)
۰/۴۲۵ ^{**}	۰/۳۴۹ ^{**}	۱							وزن ۱۰۰ دانه (۷)
-۰/۵۹۰ ^{**}	۱								عملکرد اقتصادی (۸)
									زیست توده (۹)
									شاخص برداشت (۱۰)

** و * به ترتیب بیانگر معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۵ درصد می باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مختلف در ۱۹ ژنوتیپ نخود زراعی

ژنوتیپ	شاخص اسپد	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد شاخه	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در بوته	نیام	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)	زیست توده (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۱	۲۶/۳bcd	۲۷/۱ ^c	۴/۶abcd	۲۶cd	۱۶/۵ab	۱abc	۳۱/۸bcde	۱۹۶/۳bcde	۳۹۸/۸bcde	۳۹۶/۶de	۴۹/۸bcde
۲	۲۵/۵bcd	۲۷ ^c	۴/۱bdef	۲۶/۲cd	۱۵/۳b	۱abc	۳۱/۸bcde	۲۱۱/۳abcd	۴۰۰de	۴۰۰de	۵۲/۳bcd
۳	۲۵bcd	۳۲/۳abc	۲/۹f	۴۰/۸ ^a	۲۱ab	۰/۸cde	۳۳/۸abcd	۲۱۶abcd	۵۹۰b	۵۹۰b	۳۳/۹def
۴	۲۷/۵bcd	۳۱/۶abc	۳/۲ef	۲۸/۲bc	۱۹ab	۰/۹abc	۳۳/۳abcd	۲۴۰abc	۵۵۶/۶bc	۵۵۶/۶bc	۴۳/۴cdef
۵	۳۰/۴abcd	۳۲/۳abc	۴cdef	۲۵/۱cd	۱۶/۴ab	۰/۸ ^b cd	۳۳/۳abcd	۱۹۴bcde	۴۴۳/۳bcd	۴۴۳/۳bcd	۴۳/۸cdef
۶	۱۸/۸d	۲۸/۴bc	۳/۱f	۲۶/۴cd	۱۵/۴b	۱/۰۳ab	۳۰/۴cd	۱۸۹cde	۴۶۰/۶bcd	۴۶۰/۶bcd	۴۱/۱cdef
۷	۱۹/۵d	۳۳/۶ab	۵/۹a	۲۸/۱bc	۲۱/۹e	۱/۰۶a	۳۱/۹bcde	۲۱۸/۳abcd	۴۸۱bcd	۴۸۱bcd	۴۶/۱bcde
۸	۲۲/۸bcd	۲۸/۴bc	۵abc	۲۳/۲cd	۱۵ ^b	۱/۰۴ab	۳۱/۴cde	۱۶۷/۶de	۴۶۱/۰۱bcd	۴۶۱/۰۱bcd	۳۳/۸def
۹	۲۹/۳abcd	۳۱/۶abc	۴/۹abc	۲۱/۲cd	۲۲a	۱/۰۳ab	۳۰/۳cde	۱۹۰cde	۴۲۷/۹abc	۴۲۷/۹abc	۴۲/۶cdef
۱۰	۲۲/۵bcd	۳۱/۵abc	۵abc	۲۹/۷bc	۲۱/۸a	۱/۱a	۳۱/۹bcde	۲۲۷/۹abc	۴۶۶/۳bcd	۴۶۶/۳bcd	۵۱/۹bcde
۱۱	۱۸/۸d	۲۸/۳bc	۵abc	۲۹bc	۲۱ab	۰/۹bcde	۳۱/۸bcde	۱۹۴/۶bcde	۷۵۱/۴a	۷۵۱/۴a	۲۶/۳f
۱۲	۲۲/۱cd	۲۷/۲c	۴/۵abcde	۳۹/۱ab	۲۰ab	۱abc	۳۶/۰۴a	۲۵۰/۳ab	۳۵۴/۳d	۳۵۴/۳d	۱۳/۱a
۱۳	۲۳/۳bcd	۳۱/۴abc	۴/۶abcd	۲۵/۷cd	۲۲/۳a	۰/۹abc	۳۰/۷cde	۱۹۹/۰۵bcde	۵۵۶/۶bc	۵۵۶/۶bc	۳۳/۶cdef
۱۴	۲۳/۶bcd	۳۳/۹a	۴/۹abc	۲۶/۵cd	۲۱/۸ ^a	۰/۷d	۲۹/۰۹e	۲۵۹/۴a	۴۳۷/۶bcd	۴۳۷/۶bcd	۶۱/۸ab
۱۵	۴۰/۳a	۳۰/۵abc	۳/۴def	۱۹/۸cd	۱۹/۹ab	۰/۹bcde	۳۴/۱abc	۱۶۷/۸de	۴۲۹/۹bcd	۴۲۹/۹bcd	۳۹/۰۳cdef
۱۶	۳۴/۶ab	۲۹/۹abc	۳/۹cdef	۲۵/۴cd	۱۹/۸ab	۰/۹bcde	۳۵/۴ab	۱۹۲/۳cde	۴۷۵/۲bcd	۴۷۵/۲bcd	۴۰/۸def
۱۷	۲۶/۶bcd	۳۰/۴abc	۴/۴bcde	۲۲/۶cd	۱۹/۴ab	۱/۰۴ab	۳۲/۳bcde	۲۰۳bcde	۳۵۹/۶d	۳۵۹/۶d	۵۹/۱abc
۱۸	۲۸/۱bcd	۲۸ ^c	۵/۴ab	۱۶/۳cd	۲۰/۳ab	۰/۹ ^b abcd	۲۸/۶c	۱۵۱/۰۱e	۴۴۱/۶bcd	۴۴۱/۶bcd	۳۳/۸cdef
۱۹	۳۳/۸abc	۲۷/۵ ^c	۳/۵def	۲۸/۸bc	۲۰/۸ab	۱abc	۳۰/۱de	۲۳۴/۷abc	۵۴۳/۶bc	۵۴۳/۶bc	۴۴/۰۷cdef

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن، فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ می باشند.

(عملکرد دانه) با شاخص برداشت نشان از آن است که همراه با روند افزایش عملکرد دانه، نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک افزایش داشته است. هر چه میزان مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه منتقل گردد سبب افزایش عملکرد دانه می‌گردد (۷)، میزان عددی کم همبستگی‌های معنی‌دار برای صفاتی با این ویژگی احتمالاً معرف همبستگی ژنتیکی بین صفات نباشد و از نظر محاسبات آماری به‌علت بالا بودن تعداد نمونه معنی هستند. فاضلی و چغامیرزا (۷) در مطالعه ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی بیان کردند که صفت عملکرد دانه با صفات شاخص برداشت و عرض کانوپی همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات تاریخ ۵۰ درصد گل‌دهی و تاریخ ۵۰ درصد نیام‌دهی همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. زیرجیدی و همکاران (۲۵)، نیز در مطالعه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا بین عملکرد روغن و صفات ارتفاع گیاه و تعداد نیام در شاخه همبستگی مثبتی را گزارش نمودند. سالم و همکاران (۱۸)، در مطالعه ۲۰ ژنوتیپ مختلف نخود همبستگی مثبت و معنی‌داری را برای صفات روز تا گل‌دهی، وزن کل گیاه، تعداد نیام در بوته و وزن ۱۰۰ دانه با صفت عملکرد دانه گزارش کردند و اظهار داشتند که همبستگی صفت تعداد شاخه فرعی با عملکرد دانه منفی و معنی‌دار است. اگر چه وراثت‌پذیری عمومی به‌خوبی وراثت‌پذیری خصوصی نمی‌تواند سهم ژنتیکی تنوع را مشخص نماید، اما بالا بودن آن معرف انتقال نسبی صفات از والدین به نتایج می‌باشد، بطوری‌که در این راستا، اطلاعات به‌دست آمده از محاسبات صفات در جدول ۴ نشان داد که بالاترین وراثت‌پذیری به‌ترتیب مربوط به صفات شاخص برداشت، تعداد شاخه فرعی در بوته و زیست‌توده بود و کمترین وراثت‌پذیری نیز به‌ترتیب مربوط به صفات تعداد دانه در بوته، ارتفاع و تعداد دانه در نیام بود. در ضمن صفت عملکرد هم با وراثت‌پذیری حدود ۶۵ درصد دارای توارث‌پذیری نسبتاً مطلوبی بود. جهت تعیین میزان تنوع موجود در صفات مختلف، اقدام به محاسبه ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی گردید. در کلیه صفات، ضریب تغییرات

زیاد گیاه ($33/9^a$) بود (به عبارتی این ژنوتیپ دارای تعداد بذور بیشتر و کوچک‌تر نسبت به ژنوتیپ ۱۲ بود) درحالی‌که این افزایش عملکرد در ژنوتیپ شماره ۱۲، عمدتاً از طریق صفات وزن ۱۰۰ دانه زیاد ($36/4^a$)، تعداد نیام در بوته بالا ($39/1^{ab}$)، تعداد دانه در نیام مطلوب (1^{abc})، تعداد دانه در بوته بالا (20^{ab}) و تعداد نسبتاً زیاد شاخه فرعی در بوته ($4/5^{abcd}$) بود. از نظر صفت زیست توده ژنوتیپ‌های ۱۱، ۳، ۴، ۱۳، ۱۹ و ۷ دارای بیشترین مقدار زیست توده بودند که از بین آنها، ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۴، ۱۹ و ۷ جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد اقتصادی بالا و مطلوب هم بودند.

ضرایب همبستگی، وراثت‌پذیری و ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی

با توجه به این‌که یکی از اهداف این پژوهش شناسایی صفاتی است که دارای تأثیر مستقیم و غیرمستقیم معنی‌داری بر صفت عملکرد اقتصادی می‌باشند، بنابراین همبستگی و رگرسیون گام به گام بین صفات مذکور و عملکرد برآورد و محاسبه گردید. نتایج همبستگی فنوتیپی بین صفات مختلف (جدول ۲) نشان داد که بین صفت عملکرد اقتصادی و به‌ترتیب صفات تعداد نیام در بوته ($r=0/623^{**}$)، ارتفاع بوته ($r=0/423^{**}$)، شاخص برداشت ($r=0/425^{**}$) و زیست توده ($r=0/349^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد، به‌طوری‌که بر اساس میزان ضرایب همبستگی، مهم‌ترین صفت تأثیرگذار بر عملکرد اقتصادی صفت تعداد نیام در بوته است که به‌عنوان مهم‌ترین جزء عملکردی در این پژوهش شناسایی شد. از طرف دیگر بین صفت تعداد نیام در بوته و صفات ارتفاع بوته ($r=0/489^{**}$) و زیست توده ($r=0/474^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد وجود داشت که این بیانگر تأثیر غیر مستقیم صفت تعداد نیام در بوته بر عملکرد اقتصادی از طریق دو صفت مذکور می‌باشد و همبستگی مثبت و معنی‌دار این دو صفت با عملکرد اقتصادی، مؤید این مطلب است. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار ($0/425^{**}$) بین عملکرد اقتصادی

جدول ۴. میانگین، وراثت پذیری، ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی در صفات مختلف برای ۱۹ ژنوتیپ نخود زراعی

صفات	میانگین	وراثت‌پذیری (%)	ضریب تغییرات ژنوتیپی (%)	ضریب تغییرات فنوتیپی (%)
شاخص اسپد	۲۶/۳۲	۶۱/۸۰	۱۶/۷۸	۲۱/۳۴
ارتفاع	۳۰/۰۸	۴۸/۹۲	۵/۲۵	۷/۵۰
تعداد شاخه فرعی در بوته	۴/۳۷	۷۵/۹۳	۱۶/۶۴	۱۹/۱۰
تعداد نیام در بوته	۲۶/۷۹	۶۴/۳۴	۱۷/۱۶	۲۱/۴۰
تعداد دانه در بوته	۱۹/۴۸	۴۷/۵۹	۸/۷۹	۱۲/۷۴
تعداد دانه در نیام	۰/۹۸	۵۲/۴۱	۵/۸۶	۸/۱۰
وزن ۱۰۰ دانه	۳۲/۰۲	۶۷/۴۱	۵/۰۷	۶/۱۷
عملکرد اقتصادی	۲۰۵/۷۴	۶۴/۸۵	۱۱/۲۱	۱۳/۹۲
زیست‌توده	۴۷۶/۵۲	۷۲/۴۰	۱۶/۵۲	۱۹/۴۲
شاخص برداشت	۴۵/۳۴	۷۶/۲۷	۲۱/۲۷	۲۴/۳۵

تجزیه رگرسیون گام به گام

به‌منظور تعیین صفات با بیشترین تأثیر روی عملکرد اقتصادی و تعیین سهم هر یک از این صفات در واریانس کل عملکرد، از رگرسیون گام به گام استفاده شد (جدول ۵). صفات تعداد نیام در بوته، شاخص برداشت، زیست توده، تعداد شاخه فرعی در بوته و ارتفاع به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۸۴/۶۸ درصد از تغییرات صفت عملکرد اقتصادی را توجیه نمودند. سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر مدل نداشتند. نتایج نشان داد که سه صفت اولی که وارد مدل شده‌اند، هر کدام به تنهایی به‌ترتیب حدود ۳۰، ۲۰ و ۳۰ درصد از تغییرات عملکرد اقتصادی را توجیه می‌کنند که این بیانگر تأثیر مهم این صفات بر عملکرد می‌باشد. در واقع بر اساس این نتایج، برای انتخاب غیر مستقیم عملکرد مطلوب‌ترین صفت، صفت تعداد نیام در بوته با وراثت‌پذیری نسبتاً بالا (۶۴/۳۶ درصد) و تنوع ژنوتیپی مطلوب (۱۷/۱۶ درصد) می‌باشد. سوقانی و همکاران (۲۲)، در مطالعه تنوع برخی از ژنوتیپ‌های لوبیا اظهار داشتند که در تجزیه رگرسیون گام به گام صفت تعداد دانه در بوته به‌عنوان اولین صفت وارد شده در مدل، به تنهایی ۷۳ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کرده و پس از آن

فنوتیپی بزرگ‌تر از ضریب تغییرات ژنوتیپی بود. بالاترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را به‌ترتیب صفات شاخص برداشت و تعداد نیام در بوته و کمترین مقدار را صفات وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع به‌خود اختصاص دادند. ضریب تغییرات ژنوتیپی صفات نشان می‌دهند که تنوع موجود در صفات مختلف متفاوت است. در برخی از صفات تنوع زیاد و در بعضی صفات تنوع کمی وجود دارد. مسلماً هر چه تنوع موجود در صفات بیشتر باشد انتخاب در آنها منجر به پاسخ به‌گزینه‌های بهتری خواهد شد (۵). با توجه به اهمیت دو صفت مهم شاخص برداشت و تعداد نیام در بوته با داشتن تنوع ژنتیکی بالا و وراثت‌پذیری مطلوب، می‌توان از این خصوصیات به‌عنوان عاملی جهت انتخاب غیر مستقیم ارقام برای افزایش عملکرد اقتصادی استفاده کرد. سالم و همکاران (۲۴)، عطا و همکاران (۲) و حکیم و همکاران (۹) مقدار ضریب تنوعات فنوتیپی و ژنوتیپی پایینی را برای صفات روز تا گل‌دهی و روز تا رسیدگی را در نخود گزارش کردند. آل-تابال و آل-فریبات (۳)، میزان ضریب تنوعات فنوتیپی و ضریب تنوعات ژنوتیپی را برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه را بالا گزارش کردند.

کردند که بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام دو صفت تعداد کل دانه و وزن صد دانه با افزایش عملکرد در ارتباط می‌باشند پس از آنها می‌توان در جهت برنامه‌های به‌نژادی به‌منظور افزایش عملکرد بهره جست.

صفات وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن نیام، شاخص سطح برگ در مرحله پر شدن نیام‌ها و طول نیام به‌ترتیب ۹۵ درصد تغییرات را توجیه کردند. جهانسوز و همکاران (۱۰) در مطالعه برخی از ژنوتیپ‌های نخود (نخود سیاه و سفید) گزارش

منابع مورد استفاده

1. Adeniji, O. 2007. Heritability and number of genes governing pod yield in West African okra (*Abelmoschus caillei* (A. Chev) stevels. *Agricultural Journal* 2(4): 483-486.
2. Atta, B. M., M. A. Haq and T. M. Shah. 2008. Variation and inter-relationships of quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botany* 40 (2): 637-647.
3. Al-Tabbal, J. A. and A. H. Al-Fraihat. 2012. Genetic Variation, Heritability, Phenotypic and Genotypic Correlation Studies for Yield and Yield Components in Promising Barley Genotypes. *Journal of Agriculture Science* 4(3): 193-210.
4. Chaghmirza, K. and E. Farshadfar. 2005. Study of relationships between yield and yield components in chickpea. *In: Proceeding of 9th Iranian Congress of Crop Science and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran (In Farsi).*
5. Falconer, D. S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. Third Edition. Longman Scientific and Technical, New York.
6. Farshadfar, E. and J. Javadineja. 2011. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for drought tolerance. *Seed and Plant Improvement Journal* 27 (4): 517-535. (In Farsi).
7. Fazeli, F. and K. Cheghmirza. 2011. Genetic Variation in Iranian Chickpea (*Cicer arietinum* L. Kabuli Type) Based on Agronomic Traits and RAPD Marker. *Seed and Plant Improvement Journal* 27 (1): 555-579. (In Farsi).
8. Ganjali, A., A. Bagheri and H. Porsa. 2009. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm for drought resistance. *Iranian Journal of Agronomy Researchers* 7: 183-194. (In Farsi).
9. Hakim, K., S. Q. Ahmad, F. Ahmad., M. S. Khan and N. Iqbal. 2006. Genetic variability and correlation among quantitative traits in gram. *Sarhad Journal of Agriculture* 22 (1): 55-59.
10. Jahansouz, M. R., M. R. Naghavi and M. Dolati taperasht. 2004. A study of relationships between different traits in white and black chickpea. *Iranian Journal of Agriculture Science* 35: 573-579. (In Farsi).
11. Jamshidi moghadam, M., H. Pakniyat and E. Farshadfar. 2007. Evaluation of drought tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Lines using agro-physiologic Characteristics. *Seed and Plant Improvement Journal* 23: 325-342. (In Farsi).
12. Kumar, L. and P. P. Arora. 1991. Basis of selection in chickpea. Research Reports International. *Chickpea News* 24: 14-15.
13. Kochaki, E. and M. Banayaneaval. 1995. Agricultural Crops. University Jihad Press of Mashhad. Fifth Edition. Mashhad.
14. Mardi, M., A. R. Taleei and M. Omid. 2003. A study of genetic diversity and identification of yield components in desi chickpea. *Iranian Journal of Agricultural Science* 34: 345-351. (In Farsi).
15. Phillips, R. D. and B.W. Abbey. 1989. Composition and flatulence-producing potential of commonly eaten nigerian and American legumes. *Food Chemistry* 33: 271-280.
16. Phudenpa, A., S. Jogloy., B. Toomsan., S. Wongkaew., T. Kesmla and A. Patanothai. 2004. Heritability and phenotypic correlation of traits related to N₂-fixation and agronomic traits in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Science and Technology* 26: 317-325.
17. Phandis, B. A., A. P. Ebote and S. S. Anichwar. 1970. Path coefficient analysis in gram. *Indian Journal of Agricultural and Science* 40: 1013-1016.
18. Saleem, M., M. H. Nadeer tahir, R. Kabir., M. Javidand S. h. Kashif. 2002. Interrelationships and path analysis of yield attributes in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology* 4: 404-406.
19. Saxena, M. C. 1984. Agronomic studies on winter chickpeas. PP. 123-139. *In: M. C. Saxena and K. B. Singh (Eds.), Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas, Martinus Nijhoff Dr.W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.*
20. Saxena, M. C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool season food legumes. PP. 3-14. *In: M. C. Saxena and K. B. Singh (Eds.), Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes, John Wiley & Sons, New York.*

21. Saxena, N. P., M. C. Saxina and S. M. Johansen. 1996. Adaptation of chickpea in the west Asia and North Africa region. ICARDA Publication. Aleppo, Syria.
22. Soghani, M., S. H. Vaezi and S. H. Sabaghpor. 2010. Study on correlation and path analysis for seed yield and its dependent traits in white bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Plant Breeding* 6: 27-36.
23. Syed, M. A., M. R. Islam and M. S. Hossain. 2012. Genetic divergence in Chickpea. (*Cicer arietinum* L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 37 (1): 129-136.
24. Saleem, M., M. Arshad and M. Ahsan. 2008. Genetic variability and interrelationship for grain yield and its various components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agriculture Research* 46 (2): 109-116.
25. Zebarjadi, A., M. Kakaie and A. Mostafaie. 2011. Genetic variability of some traits in rapeseed (*Brassica napus* L.) under drought stress and non-stress conditions. *Biharean Biologist* 5: 127-131.