

بررسی تنوع ژنتیکی و تجزیه عامل‌ها برای صفات مورفولوژیک و فنولوژیک لاین‌های عدس ماکروسپرما و میکروسپرما

براتعلی فاخری^{۱*}، رقیه محمدپور وشوایی^۲

۱- دانشیار، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- دانشجوی دکتری آگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۱۳

چکیده

به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی و تجزیه و تحلیل اجزاء صفات مورفولوژیک و فنولوژیک در عدس‌های ماکروسپرما و میکروسپرما، آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در زهک اجرا شد. آزمایش در قالب دو طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار برای ۴۲ لاین عدس ماکروسپرما و ۴۲ لاین عدس میکروسپرما پیاده شد. بین ژنوتیپ‌های هر دو گروه برای کلیه صفات مورد بررسی تفاوت‌های معنی‌دار مشاهده شد. در لاین‌های ماکروسپرما بیشترین ضریب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی به صفت تعداد دانه در بوته و در لاین‌های میکروسپرما به ترتیب به تعداد نیام در بوته و عملکرد دانه تعلق داشت. در هر دو گروه بیشترین وراثت‌پذیری به ترتیب به روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی متعلق بود. در هر دو گروه بازده ژنتیکی برای تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته و روز تا گلدهی بالا و برای روز تا رسیدگی پائین بود. تجزیه عامل‌ها علاوه بر تأکید بر نقش اجزای عملکرد، شش عامل پنهانی مؤثر در عملکرد را استخراج نمود که به ترتیب در لاین‌های ماکروسپرما و میکروسپرما ۹۳/۶۶ و ۹۰/۶۶ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. با توجه به صفاتی که این عوامل در بر گرفتند، تحت عنوان عوامل تعداد، فنولوژی، وزنی، عملکرد اقتصادی و معماری نام‌گذاری شدند، که تعیین‌کننده مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک بودند. در مجموع استنباط شد که برای اصلاح ارقام عدس در نسل‌های تفکیک، می‌توان صفت تعداد دانه در بوته را به عنوان معیار انتخاب لاین‌های با عملکرد بالا بکار برد.

واژگان کلیدی: تنوع ژنتیکی، عدس، ماکروسپرما، میکروسپرما

مقدمه

افزایش عملکرد در واحد سطح که به‌عنوان مهم‌ترین راه چاره برای نجات بشریت از فقر و گرسنگی مطرح شده است، عمدتاً متکی بر اصلاح و ایجاد ارقام پر محصول و با خصوصیات و پتانسیل‌های کمی و کیفی بالا می‌باشد و تنوع ژنتیکی اساس و پایه کار آن است، چراکه اصلاح نباتات یا به گفته اوایلوف «تکامل به‌طور مصنوعی به دست بشر» مانند تکامل طبیعی، متکی بر تنوع و انتخاب است (Vavilov, 1951). تنوع محیطی، تشخیص تفاوت‌های ژنتیکی را مشکل می‌سازد. هر چه نسبت تنوع محیطی به تنوع ژنتیکی زیادتر باشد، ارزیابی ژنوتیپ‌ها مشکل‌تر خواهد شد. از طرف دیگر، اگر نسبت تنوع محیطی به تنوع ژنتیکی کم باشد، بازدهی انتخاب بیشتر بوده و بهتر می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب را از نامطلوب تشخیص داد. بدین منظور وراثت‌پذیری صفات محاسبه می‌گردند. از آنجایی که وراثت‌پذیری متأثر از اثرات جمع‌پذیر و غیر جمع‌پذیر ژن‌ها است، در نتیجه، این برآوردها باید همگام با پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در نظر گرفته شوند (Johnson *et al.*, 1955a). تنوع ژنتیکی در عدس به‌طور گسترده‌ای توسط محققین مورد مطالعه قرار گرفته است (Rasheed *et al.*, 2008; Tyagi and Hafiz Khan, 2011; Kumar *et al.*, 2009; Bicer and Şakar, 2008). وایر و همکاران (Vir *et al.*, 1998b) در بررسی تنوع ژنتیکی ۲۸ لاین عدس نشان دادند که ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، تعداد نیام در گره و وزن صد دانه بالا بود. عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، ارتفاع بوته و وزن صد دانه

دارای قابلیت توارث و همگام با آن پیشرفت ژنتیکی بالا بودند. در مطالعه‌ای دیگر وایر و همکاران (Vir *et al.*, 1998a) در بررسی تنوع ژنتیکی ۲۸ لاین عدس نشان دادند که ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای وزن صد دانه و گره‌های بارور بالا بودند. صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، تعداد نیام در گره، تعداد گره‌های بارور، روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی دارای قابلیت توارث بالا بودند. پیشرفت ژنتیکی برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، تعداد نیام در گره، وزن صد دانه بالا بود. به‌طور کلی صفات حاصلخیزی دارای وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالا بودند. کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 1999) در بررسی تنوع ژنتیکی ۴۴ لاین عدس نشان دادند که تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌ها برای صفات مورد بررسی وجود دارد. این پژوهشگران بیان نمودند که ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و وراثت‌پذیری همراه با پیشرفت ژنتیکی برای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد دانه در نیام، تعداد نیام در بوته، تعداد خوشه در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی اولیه بالا بود.

با وجود پیشنهاد شاخص‌های گزینش مشترک توسط پژوهش‌گران جهت استفاده در برنامه‌های بهبود عملکرد دانه عدس، در اغلب موارد قالب کلی شاخص‌های انتخابی مشابه نمی‌باشند و در بررسی‌های مختلف، صفات مختلفی به‌عنوان معیارهای گزینش معرفی گردیده‌اند، چرا که تفسیر بیولوژیک الگوهای گزینش تا حد قابل ملاحظه‌ای به ژنوتیپ‌های مورد بررسی، صفات مورد اندازه‌گیری، مدیریت متفاوت و عوامل محیطی بستگی دارد و الگوهای گزینش ارایه

شده، نمی‌توانند اجزای واقعی عملکرد را نشان دهند، زیرا که عوامل فیزیولوژیک دیگری وجود دارند که در هر بررسی در نظر گرفته نشده‌اند. علاوه بر این، در مورفولوژی و فیزیولوژی رشد عدس، مفاهیم یا توابع گیاهی مختلفی وجود دارند که امکان اندازه‌گیری آن‌ها وجود ندارد. ولی شناسایی این مفاهیم و تعیین رابطه آن‌ها با عملکرد دانه به‌منظور شناخت معیارهای گزینش لازم است و می‌تواند در گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول مؤثر واقع شود. بارولینا (Barulina, 1930) عدس‌های زراعی را به دو زیرگونه ماکروسپرما و میکروسپرما تقسیم نموده است. عدس‌های ماکروسپرما به طول روز بلند سازگاری داشته و حساس به تنش‌های محیطی می‌باشند. این گروه دارای ژن‌های مطلوبی برای صفات اقتصادی مثل درشتی دانه، تیپ رشد بلند و راست می‌باشند. عدس‌های میکروسپرما به تنش‌های محیطی و فتوپریود نسبتاً مقاوم هستند و دارای دانه‌های ریز و تیپ رشد کوتاه و گسترده می‌باشند (Barulina, 1930). بنابراین الگوهای گزینش ارایه شده برای این دو گروه می‌توانند متفاوت باشند.

در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد (Johnson *et al.*, 1955b)، بنابراین روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران با ارزش هستند. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات متداول است، ولی همبستگی‌ها رابطه علت و معلولی بین صفات را بیان نمی‌کنند، زیرا در حقیقت این ارتباطات را تعدادی عامل ناشناخته پدید می‌آورند (Lee and Kaltsikes, 1973). زمانی که در نظر است متغیر پاسخ با توجه به گروهی از متغیرهای دیگر پیشگویی شود، از رگرسیون چندگانه استفاده می‌گردد. در این راستا، عملکرد دانه به‌عنوان متغیر پاسخ و دیگر صفات زراعی به‌عنوان پیشگویی‌کننده در نظر گرفته می‌شوند. کارایی رگرسیون چندگانه به علت مواجه شدن با مسأله هم‌راستایی بین صفات و محدودیت در بیان روابط علت و معلولی بین تعدادی زیادی از صفات مورد تردید است (Lee and Kaltsikes, 1973). برای فائق آمدن بر مشکلات فوق از تجزیه عامل‌ها استفاده می‌گردد (Bramel *et al.*, 1984). تجزیه عامل‌ها روش چند متغیره قدرتمندی است که برای برآورد اجزای عملکرد (Denis and Adams, 1978; Seiler and Stafford, 1985; Walton, 1972; Siahsar and Rezaei, 1999; Lee and Kaltsikes, 1973) بکار برده شده است. دنیس و آدامز (Denis and Adams, 1978) تعداد ۲۲ صفت فیزیولوژیک و مورفولوژیک تعیین‌کننده عملکرد را در لوبیای خشک، با تجزیه عامل‌ها مورد بررسی قرار دادند. سه عامل اول ۷۷ درصد (به ترتیب ۳۱، ۳۱ و ۱۵ درصد) از تنوع کل را توجیه نمودند. این محققین عوامل اول تا سوم را به ترتیب، وزنی یا اندازه، تعداد و معماری گیاه نام‌گذاری کردند و بیان نمودند که عوامل اول و دوم مربوط به مقصدها و عامل سوم مربوط به مبدأ سوخت و سازی گیاه است. اکواه و همکاران (Acquaah *et al.*, 1992) با تجزیه عامل‌های صفات مربوط به عملکرد و معماری گیاه لوبیا، به ترتیب دو و سه عامل استخراج نمودند. دو عامل مربوط به عملکرد، عوامل وزنی و تعداد و سه عامل مربوط به معماری گیاه عوامل طویل شدن، تنومندی و ظاهر گیاه بودند. سیاه‌سر و رضایی (Siahsar and Rezaei, 1999) در تجزیه عامل‌های

شده، نمی‌توانند اجزای واقعی عملکرد را نشان دهند، زیرا که عوامل فیزیولوژیک دیگری وجود دارند که در هر بررسی در نظر گرفته نشده‌اند. علاوه بر این، در مورفولوژی و فیزیولوژی رشد عدس، مفاهیم یا توابع گیاهی مختلفی وجود دارند که امکان اندازه‌گیری آن‌ها وجود ندارد. ولی شناسایی این مفاهیم و تعیین رابطه آن‌ها با عملکرد دانه به‌منظور شناخت معیارهای گزینش لازم است و می‌تواند در گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول مؤثر واقع شود. بارولینا (Barulina, 1930) عدس‌های زراعی را به دو زیرگونه ماکروسپرما و میکروسپرما تقسیم نموده است. عدس‌های ماکروسپرما به طول روز بلند سازگاری داشته و حساس به تنش‌های محیطی می‌باشند. این گروه دارای ژن‌های مطلوبی برای صفات اقتصادی مثل درشتی دانه، تیپ رشد بلند و راست می‌باشند. عدس‌های میکروسپرما به تنش‌های محیطی و فتوپریود نسبتاً مقاوم هستند و دارای دانه‌های ریز و تیپ رشد کوتاه و گسترده می‌باشند (Barulina, 1930). بنابراین الگوهای گزینش ارایه شده برای این دو گروه می‌توانند متفاوت باشند.

در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد (Johnson *et al.*, 1955b)، بنابراین روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران با ارزش هستند. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات متداول است، ولی همبستگی‌ها رابطه علت و معلولی بین صفات را بیان نمی‌کنند، زیرا در حقیقت این ارتباطات را تعدادی عامل ناشناخته پدید می‌آورند (Lee and Kaltsikes, 1973). زمانی که در نظر است متغیر پاسخ با توجه به گروهی از متغیرهای دیگر پیشگویی شود، از رگرسیون چندگانه استفاده می‌گردد. در این راستا، عملکرد دانه به‌عنوان متغیر پاسخ و دیگر صفات زراعی به‌عنوان پیشگویی‌کننده در نظر گرفته می‌شوند. کارایی رگرسیون چندگانه به علت مواجه شدن با مسأله هم‌راستایی بین صفات و محدودیت در بیان روابط علت و معلولی بین تعدادی زیادی از صفات مورد تردید است (Lee and Kaltsikes, 1973). برای فائق آمدن بر مشکلات فوق از تجزیه عامل‌ها استفاده می‌گردد (Bramel *et al.*, 1984). تجزیه عامل‌ها روش چند متغیره قدرتمندی است که برای برآورد اجزای عملکرد (Denis and Adams, 1978; Seiler and Stafford, 1985; Walton, 1972; Siahsar and Rezaei, 1999; Lee and Kaltsikes, 1973) بکار برده شده است. دنیس و آدامز (Denis and Adams, 1978) تعداد ۲۲ صفت فیزیولوژیک و مورفولوژیک تعیین‌کننده عملکرد را در لوبیای خشک، با تجزیه عامل‌ها مورد بررسی قرار دادند. سه عامل اول ۷۷ درصد (به ترتیب ۳۱، ۳۱ و ۱۵ درصد) از تنوع کل را توجیه نمودند. این محققین عوامل اول تا سوم را به ترتیب، وزنی یا اندازه، تعداد و معماری گیاه نام‌گذاری کردند و بیان نمودند که عوامل اول و دوم مربوط به مقصدها و عامل سوم مربوط به مبدأ سوخت و سازی گیاه است. اکواه و همکاران (Acquaah *et al.*, 1992) با تجزیه عامل‌های صفات مربوط به عملکرد و معماری گیاه لوبیا، به ترتیب دو و سه عامل استخراج نمودند. دو عامل مربوط به عملکرد، عوامل وزنی و تعداد و سه عامل مربوط به معماری گیاه عوامل طویل شدن، تنومندی و ظاهر گیاه بودند. سیاه‌سر و رضایی (Siahsar and Rezaei, 1999) در تجزیه عامل‌های

۲۸۵ لاین سویا چهار عامل پنهانی مؤثر در عملکرد را استخراج نمودند که ۹۷/۳۴ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند. این پژوهشگران بیان نمودند که این عوامل تعیین‌کننده مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک هستند. با توجه به صفات دربرگیرنده، این عوامل را تحت عنوان عوامل مخزن، معماری، سرمایه ثابت و وزنی نام‌گذاری نمودند.

از آنجایی که برنامه‌های اصلاحی مناسب برای اصلاح کاستی‌های ژنتیکی عدس‌های ماکروسپرما و میکروسپرما باید به‌طور مجزا صورت گیرد. بنابراین هدف از این مطالعه برآورد تنوع ژنتیکی برای صفات مورفولوژیک و فنولوژیک و شناخت عوامل مؤثر در تنوع آن‌ها، تبیین اجزای عملکرد، تعیین ارتباطات بین اجزای عملکرد و عملکرد، تعیین ارتباطات بین اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک معین، شناخت صفاتی که برای بهبود عملکرد باید به‌طور مستقیم مورد گزینش قرار گیرند و شناخت مفاهیم غیر قابل‌اندازه‌گیری یا صفات پنهانی مؤثر بر عملکرد بوده است.

مواد و روش

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و شناخت مبانی مورفولوژیک اختلاف عملکرد در عدس‌های ماکروسپرما و میکروسپرما، آزمایشی در سال ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل واقع در زهک اجرا شد. زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. در پائیز سال ۱۳۹۲، عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم پائیزه و دو بار دیسک عمود بر هم و تهیه جوی و پشته‌ها به فاصله ۴۵ سانتی‌متر انجام شد. آزمایش شامل دو طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار بود. مواد آزمایشی شامل ۴۲ لاین عدس میکروسپرما و ۴۲ لاین ماکروسپرما بودند که از مرکز بین‌المللی

تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) تهیه گردیدند. عملیات کاشت به‌صورت هیرم‌کاری در تاریخ ۱۷ فروردین‌ماه سال ۱۳۹۳ انجام شد. بذور ژنوتیپ‌های مورد آزمایش پس از ضدعفونی با سم بنومیل به نسبت دو در هزار به فاصله ۳ سانتی‌متر کشت شدند. برای اطمینان از دستیابی به تراکم مورد نظر، در هر محل ۳ بذر سالم قرار داده شد که پس از استقرار کامل بوته‌ها، در مرحله دوبرگی اقدام به حذف بوته‌های اضافی گردید. پس از آبیاری اولیه برای سبز شدن، آبیاری‌های بعدی پس از 3 ± 70 میلی‌متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس آ، انجام گرفت. به‌منظور تأمین نیاز غذایی گیاه قبل از کاشت معادل ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۴۶ درصد ازت) به خاک اضافه گردید. ۵۰ کیلوگرم کود اوره (۴۶ درصد ازت) در هکتار به‌صورت سرک در بین ردیف‌های کاشت پخش گردید و بلافاصله آبیاری انجام شد. طی دوره رشد و در مواقع لازم وجین علف‌های هرز با دست انجام شد. صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها به شرح زیر بود که به‌جز در مواردی که ذکر شده است با رعایت حاشیه بر روی ۵ بوته که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند، اندازه‌گیری شدند: روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع تا اولین نیام، ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد خوشه‌های گل، تعداد خوشه‌های نیام، تعداد نیام در خوشه، تعداد نیام در دانه، شاخص برداشت، محتوای پروتئین و عملکرد دانه. محتوای پروتئین ($6/25 \times N$) به روش میکروکجلدال اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه در بوته در رطوبت ۱۴ درصد برحسب گرم تعیین گردید. برای

احتمال ۵ درصد و برای بقیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. در عدس‌های میکروسپرما بین ژنوتیپ‌ها برای صفات تعداد ساقه فرعی، تعداد خوشه‌های گل، تعداد خوشه‌های نیام، تعداد نیام در بوته، وزن صد دانه و محتوای پروتئین در سطح احتمال ۵ درصد و برای بقیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت. بنابراین استنباط گردید که بین لاین‌های عدس ماکروسپرما و میکروسپرما برای صفات مختلف تنوع زیادی وجود دارد. دامنه تغییرات زیاد نیز تأکیدی بر وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه برای اکثر صفات بود. در عدس‌های ماکروسپرما حداکثر تغییرات به تعداد دانه در بوته و پس از آن به ترتیب به تعداد خوشه‌های گل‌دهنده، تعداد نیام در بوته، روز تا گلدهی، تعداد خوشه‌های نیام، روز تا رسیدگی، شاخص برداشت و ارتفاع بوته تعلق داشت. در عدس‌های میکروسپرما حداکثر تغییرات به روز تا گلدهی و پس از آن به ترتیب به تعداد دانه در گیاه، تعداد خوشه‌های گل، تعداد نیام در بوته، روز تا رسیدگی، تعداد خوشه‌های نیام، شاخص برداشت و ارتفاع بوته متعلق بود. در هر دو گروه حداقل تغییرات به تعداد دانه در نیام و پس از آن به تعداد نیام در خوشه مربوط بود. بنابراین استنباط گردید که صفات تعیین کننده تنوع در دو گروه یکسان است و فقط تقدم و تأخر صفات مؤثر در تنوع، در دو گروه متفاوت است. میانگین‌های مورد مقایسه صفات مختلف در عدس‌های ماکروسپرما و میکروسپرما نشان داد که عدس‌های ماکروسپرما دارای روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع تا اولین نیام، ارتفاع بوته، وزن صد دانه، شاخص برداشت، محتوای پروتئین و عملکرد دانه بیشتری بودند (جدول ۱).

خشک کردن بذور از آون تهویه با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. توزین نمونه‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد.

داده‌ها پس از میانگین‌گیری، مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی از تجزیه واریانس ژنوتیپ‌ها حاصل شد. بدین منظور ابتدا واریانس‌های ژنتیکی، فنوتیپی و محیطی با مساوی قرار دادن اجزای مورد انتظار (امید ریاضی) واریانس‌ها با میانگین مربعات مربوط محاسبه شد (Hallauer and Miranda, 1981; Johnson *et al.*, 1955a). سپس ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی از نسبت انحرافات معیار صفات به میانگین آن‌ها تعیین گردید. وراثت‌پذیری عمومی صفات و پیشرفت ژنتیکی آن‌ها اندازه‌گیری شد (Hallauer and Miranda, 1981; Johnson *et al.*, 1995a). برای درک روابط بین صفات، شناخت عوامل پنهانی مؤثر بر عملکرد، از تجزیه عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی استفاده گردید و عوامل به دست آمده با روش وریماکس دوران داده شد. محاسبات آماری فوق با استفاده از نسخه ۹/۲ نرم‌افزار آماری SAS (SAS Institute, 2014) انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین، دامنه تغییرات، میانگین مربعات لاین‌ها، برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای صفات مورد بررسی در لاین‌های ماکروسپرما و میکروسپرما عدس به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. در عدس‌های ماکروسپرما اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای صفات تعداد خوشه‌های نیام و تعداد نیام در خوشه در سطح

جدول ۱- دامنه، میانگین، میانگین مربعات، برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای ۱۵ صفت مورفولوژیک و فنولوژیک در ۴۲ لاین عدس ماگروسپرما

Table 1- Range, mean, mean squares, variance components estimates, phenotypic and genotypic coefficient of variation, heritability and gain from selection for 15 morphological and phenological traits in macrosperma lentil lines

صفات Traits	دامنه Range	میانگین Mean	میانگین مربعات M.S	اجزای واریانس Variance components			ضریب تنوع C.V.		وراثت‌پذیری h ²	بازده ژنتیکی +GC _{5%}
				فنوتیپی Ph	ژنتیکی G	محیطی E	فنوتیپی Ph	ژنتیکی G		
روز تا گلدهی Days to flowering	111.9-141.8	127.0	1382.078**	471.628	455.225	16.403	17.1	16.8	96.5	34.1
روز تا رسیدگی Days to maturity	194.7-216.7	202.5	13.164**	4.962	4.101	0.861	1.1	1.0	82.6	1.9
ارتفاع تا اولین نیام Height to primary pod	11.3-20.5	15.1	29.809**	17.243	6.283	10.960	27.5	16.6	36.4	20.7
ارتفاع بوته Plant height	19.0-36.2	26.7	27.683**	15.615	6.034	9.581	14.8	9.2	38.6	11.8
تعداد ساقه فرعی Number of lateral branches	2.6-7.2	3.8	2.413**	1.497	0.458	1.039	32.2	17.8	30.6	20.3
تعداد خوشه‌های گل Number of flowering clusters	11.0-62.3	31.0	321.327**	206.899	57.214	149.685	46.4	24.4	27.7	26.5
تعداد خوشه‌های نیام Number of pod clusters	4.9-34.2	17.4	179.586*	128.310	25.638	102.672	65.1	29.1	20.0	26.9
تعداد نیام در خوشه Number of pod per cluster	1.0-2.6	2.0	0.219*	0.165	0.027	0.138	20.3	8.2	16.3	6.9
تعداد نیام در بوته Number of pod per plant	5.9-50.8	24.5	377.664**	240.514	68.575	171.939	63.3	33.8	28.6	37.3
تعداد دانه در نیام Number of seed per pod	1.0-1.6	1.2	0.152**	0.098	0.027	0.071	26.1	13.7	27.5	14.8
تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	7.5-78.4	35.3	1014.998**	547.742	233.628	314.114	66.3	43.3	42.6	58.4
وزن صد دانه 100-seed weight (gr)	2.8-5.1	3.8	2.633**	1.799	0.427	1.352	35.1	17.2	24.1	17.4
شاخص برداشت Harvest index (%)	18.7-40.0	33.0	119.006**	74.753	22.127	52.625	26.2	14.3	29.6	16.0
محتوای پروتئین Protein content (%)	22.5-28.7	25.8	4.23**	2.812	0.709	2.103	6.5	3.3	25.2	3.4
عملکرد دانه Seed yield (gr)	0.5-2.9	1.4	0.784**	0.492	0.146	0.346	50.1	27.3	29.7	30.7

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ † بازده ژنتیکی در ضریب انتخاب ۵ درصد

* and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively.; † gain from selection in 5% selection coefficient

جدول ۲- دامنه، میانگین، میانگین مربعات، برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی، وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای ۱۵ صفت مورفولوژیک و فنولوژیک در ۴۲ لاین عدس میکروسیپرما.

Table 2- Range, mean, mean squares, variance components estimates, phenotypic and genotypic coefficient of variation, heritability and gain from selection for 15 morphological and phenological traits in microsperma lentil lines.

صفات Traits	دامنه Range	میانگین Mean	میانگین مربعات M.S.	اجزای واریانس			ضریب تنوع		وراثت پذیری h ²	بازده ژنتیکی †GC _{5%}
				Variance components			C.V			
				فنوتیپی Ph	ژنتیکی G	محیطی E	فنوتیپی Ph	ژنتیکی G		
روز تا گلدهی Days to flowering	60.0-150.9	118.2	1174.489**	458.785	357.852	100.933	18.1	16.0	78.0	29.2
روز تا رسیدگی Days to maturity	132.6-184.6	181.8	69.11**	27.796	20.657	7.139	2.9	2.5	74.3	4.5
ارتفاع تا اولین نیم Height to primary pod	7.2-16.1	12.0	10.24**	6.230	2.005	4.225	20.8	11.8	32.1	13.8
ارتفاع بوته Plant height	13.5-32.5	19.8	24.005**	15.525	4.240	11.285	19.9	10.4	27.3	11.2
تعداد ساقه فرعی Number of lateral branches	1.5-7.6	4.2	4.754*	3.384	0.685	2.699	43.8	19.7	20.2	18.3
تعداد خوشه‌های گل Number of flowering clusters	15.2-87.3	43.8	262.651*	182.905	39.873	143.032	30.9	14.4	21.8	13.9
تعداد خوشه‌های نیم Number of pod clusters	6.0-48.4	24.9	274.421*	202.375	36.023	166.352	57.1	24.1	17.8	21.0
تعداد نیم در خوشه Number of pod per cluster	1.8-2.8	2.3	0.477**	0.315	0.081	0.234	24.4	12.4	25.7	13.0
تعداد نیم در بوته Number of pod per plant	7.3-64.4	29.0	441.903*	311.911	64.996	246.915	60.9	27.8	20.8	26.2
تعداد دانه در نیم Number of seed per pod	1.0-1.9	1.5	0.553**	0.379	0.087	0.292	41.0	19.7	23.0	19.4
تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	10.5-95.6	45.2	852.842**	537.054	157.894	379.160	51.3	27.8	29.4	31.1
وزن صد دانه 100-seed weight (gr)	1.6-3.7	2.6	0.839*	0.617	0.111	0.506	30.2	12.8	18.0	11.2
شاخص برداشت Harvest index (%)	23.3-42.6	32.5	73.71**	45.110	14.3	30.81	20.7	11.6	31.7	13.5
محتوای پروتئین Protein content (%)	22.7-30.0	24.9	12.194*	8.710	1.742	6.968	11.9	5.3	20.0	4.9
عملکرد دانه Seed yield (gr)	0.4-3.5	1.2	0.659**	0.431	0.114	0.317	54.7	28.1	26.4	29.9

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ † بازده ژنتیکی در ضریب انتخاب ۵ درصد

* and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively.; † gain from selection in 5% selection coefficient

در عوض عدس‌های میکروسپرما تعداد ساقه فرعی، تعداد خوشه‌های گل، تعداد خوشه‌های نیام، تعداد نیام در خوشه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و تعداد دانه در بوته بیشتری داشتند (جدول ۲). بنابراین استنباط گردید که عدس‌های ماکروسپرما به طول روز بلند سازگاری داشته و دارای صفات اقتصادی مثل درشتی دانه، تیپ رشد بلند و راست هستند؛ ولی عدس‌های میکروسپرما به فتوپریود مقاوم بوده و دارای تیپ بوته گسترده، تعداد دانه در بوته بیشتر و دانه‌های ریزتر هستند.

ضرایب تنوع فنوتیپی کلیه صفات مورد بررسی در هر دو گروه (جدول ۱ و ۲)، بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بودند ولی در بسیاری از حالات این دو تفاوت کمی داشتند که این امر نشان‌دهنده اثرات کم عوامل محیطی در برآورد آن‌ها است. در عدس‌های ماکروسپرما بیشترین ضرایب تنوع فنوتیپی به تعداد دانه در گیاه و پس از آن به ترتیب به صفات تعداد خوشه‌های نیام، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه، تعداد خوشه‌های گل، وزن صد دانه و تعداد ساقه فرعی اولیه در بوته مربوط بود. در عدس‌های میکروسپرما بیشترین ضرایب تنوع فنوتیپی به تعداد نیام در گیاه و پس از آن به ترتیب به صفات تعداد خوشه‌های نیام، عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد دانه در نیام، تعداد خوشه‌های گل و وزن صد دانه تعلق داشت. در عدس‌های ماکروسپرما، بیشترین ضرایب تنوع ژنتیکی به تعداد دانه در گیاه و پس از آن به ترتیب به صفات تعداد نیام در گیاه، تعداد خوشه‌های نیام و عملکرد دانه مربوط بود. در عدس‌های میکروسپرما بیشترین ضرایب تنوع ژنتیکی به عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته و تعداد خوشه‌های نیام تعلق داشت. در هر دو گروه

کمترین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی به روز تا رسیدگی و پس از آن به محتوای پروتئین دانه مربوط بود. زیاد بودن ضرایب تنوع فنوتیپی صفات تعداد دانه در بوته، تعداد خوشه‌های نیام، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه، تعداد خوشه‌های گل، وزن صد دانه، تعداد ساقه فرعی اولیه و تعداد دانه در نیام نشان‌دهنده این بود که این صفات نقش تعیین‌کننده‌ای در تنوع فنوتیپی هر دو گروه داشتند. بالا بودن ضرایب تنوع ژنتیکی صفات تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد خوشه‌های نیام و عملکرد دانه، نشان داد که این صفات نقش تعیین‌کننده‌ای در تنوع ژنتیکی داشتند. روند تغییر ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی در دو گروه تقریباً یکسان بود و فقط تقدم و تأخر صفات مؤثر در تنوع، در دو گروه متفاوت بود. وایر و همکاران (Vir et al., 1998a and b) در عدس نشان دادند که ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد نیام در بوته، تعداد نیام در گره، تعداد گره‌های بارور و وزن صد دانه بالا بود.

میزان تنوع برای صفات مورد بررسی در عدس‌های ماکروسپرما و میکروسپرما نشان داد که انتخاب برای این صفات ممکن است مفید باشد. بنابراین کارایی انتخاب بستگی به مقدار وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی دارد (Johnson et al., 1995a). برآورد وراثت‌پذیری عمومی، که بهتر است در مواردی نظیر این مطالعه، که با توجه به لاین‌های خالص محاسبه گردیده است، تکرارپذیری نامیده شود (Hallauer and Miranda, 1981)، برای عدس‌های ماکروسپرما در دامنه ۱۶/۳ تا ۹۶/۵ (به ترتیب برای تعداد نیام در خوشه و روز تا گلدهی) و برای عدس‌های میکروسپرما در دامنه ۱۷/۸ تا ۷۸ (به

صفت باشد که این مسئله موجب وراثت‌پذیری بالا برای این صفت شده است (Johnson *et al.*, 1995a). صفت تعداد دانه در بوته دارای وراثت‌پذیری متوسط و پیشرفت ژنتیکی بالا بود. بنابراین در توارث این صفت اثرات جمع‌پذیر ژن‌ها نقش قابل‌ملاحظه‌ای ایفا می‌نماید. صفات باقیمانده دارای وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی پائین بودند، که این مسئله احتمالاً دلیل اثرات غیرافزایشی ژن‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر این صفات احتمالاً تحت کنترل اثرات غیرجمع‌پذیر ژن‌ها (غالبیت و اپیستازی) می‌باشند (Johnson *et al.*, 1995a).

در این مطالعه نیز مانند دیگر محصولات برای عملکرد دانه برآورد وراثت‌پذیری و متعاقب آن پیشرفت ژنتیکی پائین تا متوسط بدست آمد. جانسون (Johnson *et al.*, 1995a) نیز در سویا مقادیر کم تا متوسطی را برای وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی عملکرد دانه گزارش نموده‌اند. وراثت‌پذیری کم عملکرد دانه، بیان می‌کند که اثرات محیطی نسبت زیادی از تنوع فنوتیپی کل را در بر می‌گیرند. لذا در نسل‌های در حال تفکیک، انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بر اساس عملکرد دانه نمی‌تواند مؤثر باشد و به‌منظور دستیابی به بازده مؤثر برای عملکرد دانه، می‌بایست انتخاب بر مبنای اجزای عملکرد صورت گیرد. در عدس تعداد دانه در گیاه جزء عملکردی است که دارای بیشترین وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی می‌باشد و از آنجایی که برآورد وراثت‌پذیری و همراه آن بازده ژنتیکی زیاد صفت کمی پژوهش‌گر را قادر می‌سازد که برنامه انتخاب را بر پایه نمود فنوتیپی این صفات قرار دهد (Johnson *et al.*, 1995a)، بنابراین این صفت می‌تواند به‌عنوان معیاری در انتخاب لاین‌های با عملکرد بالا بکار گرفته شود.

ترتیب برای تعداد خوشه‌های نیام و روز تا گلدهی قرار داشت. در هر دو گروه بیشترین وراثت‌پذیری به روز تا گلدهی و پس‌از آن به روز تا رسیدگی تعلق داشت. وراثت‌پذیری تعداد دانه در بوته متوسط و برای بقیه صفات مورد بررسی پائین بود. از آنجایی که در این مطالعه وراثت‌پذیری عمومی که متأثر از اثرات جمع‌پذیر و غیر جمع‌پذیر ژن‌ها می‌باشد، محاسبه گردیده است، بنابراین این برآوردها باید همگام با پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در نظر گرفته شوند (Johnson *et al.*, 1995a). در شدت انتخاب ۵ درصد، میزان بازده ژنتیکی مورد انتظار، که به‌صورت درصدی از میانگین بیان شده است، در عدس‌های ماکروسپرما از ۱/۹ برای روز تا رسیدگی تا ۵۸/۴ برای تعداد دانه در بوته و در عدس‌های میکروسپرما از ۴/۵ برای روز تا رسیدگی تا ۳۱/۱ برای تعداد دانه در بوته متغیر بود. در هر دو گروه بازده ژنتیکی برای تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته و روز تا گلدهی بالا و برای روز تا رسیدگی پائین بود. بازده ژنتیکی بقیه صفات مورد بررسی متوسط تا کم بود. صفت روز تا گلدهی در هر دو گروه، دارای وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی بالایی بود، بنابراین این صفت احتمالاً تحت کنترل اثر افزایشی ژن‌ها می‌باشد. علاوه بر این برآورد بالای وراثت‌پذیری و بازده ژنتیکی برای این صفت ممکن است، بدلیل واریانس محیطی پائین این صفت باشد (Johnson *et al.*, 1995a). صفت روز تا رسیدگی در هر دو گروه دارای وراثت‌پذیری بالا ولی پیشرفت ژنتیکی پائین بود. بنابراین احتمالاً اثرات غیر افزایشی ژن‌ها سهم قابل‌ملاحظه‌ای را در وراثت این صفت دارا باشند. علاوه بر این برآورد وراثت‌پذیری بالا و پیشرفت ژنتیکی پائین برای این صفت ممکن است به دلیل واریانس فنوتیپی و متعاقب آن خطای پائین این

بردارهای مشخصه، بار عامل‌ها، نسبت واریانسی که توسط هر متغیر توجیه می‌شود و جمع کل نسبت واریانس توجیه شده حاصل از تجزیه عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی روی ۴۲ لاین عدس ماکروسپرما و ۴۲ لاین عدس میکروسپرما به ترتیب در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است. در تجزیه حاصل برای هر دو گروه شش عامل استخراج گردید، زیرا ضرایب ماتریس باقی‌مانده آنقدر کم بود که اجازه استخراج عامل‌های بیشتر را نمی‌داد. بردار بار عامل‌های مربوط به شش ریشه مشخصه اول به ترتیب در لاین‌های ماکروسپرما و میکروسپرما، نشان داد که در مجموع ۹۳/۶۶ و ۹۰/۶۶ درصد از تغییرات واریانس کل را توجیه می‌نمایند، که از این مقدار سهم عوامل اول تا ششم برای لاین‌های ماکروسپرما به ترتیب ۴۱/۰۹، ۱۴/۱۳، ۱۱/۸۴، ۹/۴۵، ۹/۰۵ و ۸/۰۹ درصد و در لاین‌های میکروسپرما به ترتیب ۴۱/۱۱، ۱۳/۷۲، ۱۰/۵۵، ۹/۸۵، ۸/۱۹ و ۷/۲۴ درصد بود. بنابراین کمتر از شش عامل برای بیان مفاهیم بیولوژیک کافی بود. در لاین‌های ماکروسپرما در عامل اول متغیرهای تعداد خوشه‌های گل، تعداد خوشه‌های نیام، تعداد نیام در خوشه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه و در لاین‌های میکروسپرما متغیرهای تعداد ساقه فرعی، تعداد خوشه‌های گل، تعداد خوشه‌های نیام، تعداد نیام در خوشه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند. بنابراین می‌توان این عامل را تحت عنوان عامل "تعداد" نام‌گذاری نمود. چراکه کلیه این متغیرها از

طریق افزایش تعداد نیام در بوته موجب افزایش تعداد دانه در بوته و در نهایت افزایش عملکرد دانه شده‌اند. در لاین‌های ماکروسپرما در عامل دوم متغیرهای روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع تا اولین نیام و ارتفاع بوته دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند. بنابراین، این عامل را می‌توان تحت عنوان عامل "فنولوژی" نامید. در لاین‌های میکروسپرما در عامل دوم متغیرهای وزن صد دانه و عملکرد دانه دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند و تحت عنوان عامل "وزنی" نام‌گذاری شد. چراکه وزن دانه به‌عنوان یک جزء عملکرد موجب افزایش آن شده است. در لاین‌های ماکروسپرما در عامل سوم متغیرهای شاخص برداشت و عملکرد دانه دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند. بنابراین، این عامل را می‌توان تحت عنوان عامل "عملکرد" نامید. چراکه افزایش عملکرد اقتصادی موجب افزایش شاخص برداشت و عملکرد دانه می‌گردد. در لاین‌های میکروسپرما در عامل سوم متغیرهای روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند و تحت عنوان عامل "فنولوژی" نام‌گذاری شد. در لاین‌های ماکروسپرما در عامل چهارم متغیرهای وزن صد دانه و عملکرد دانه دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند و تحت عنوان عامل "وزنی" نام‌گذاری شد. در لاین‌های میکروسپرما در عامل چهارم متغیرهای شاخص برداشت و عملکرد دانه دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند و تحت عنوان عامل "عملکرد" نامیده شد.

جدول ۳- ریشه‌های مشخصه، بردار بار عامل‌ها، نسبت و کل واریانس تبیین شده در لاین‌های ماکروسپرما

Table 3- Eigen values, eigen vectors, proportion and cumulative of justified variance in macrosperma lentil lines

صفات traits	بردار بار عامل					
	Eigen vector					
	اول First	دوم Second	سوم Third	چهارم Fourth	پنجم Fifth	ششم Sixth
روز تا گلدهی Days to flowering	-0.0686	0.8867	0.0945	-0.0599	-0.1986	-0.0192
روز تا رسیدگی Days to maturity	-0.0301	0.8167	-0.1776	0.0739	0.2544	0.1189
ارتفاع تا اولین نیام Height to primary pod	0.1673	0.4912	-0.0313	0.4122	0.0405	0.5790
ارتفاع بوته Plant height	0.4777	0.6021	0.0461	0.3714	-0.0354	0.6158
تعداد ساقه فرعی Number of lateral branches	0.4510	0.0752	-0.1390	-0.0881	-0.2751	0.5218
تعداد خوشه‌های گل Number of flowering clusters	0.8689	0.1156	0.0265	-0.0541	-0.1110	-0.1830
تعداد خوشه‌های نیام Number of pod clusters	0.9158	-0.0508	0.0239	-0.0113	-0.0472	-0.1352
تعداد نیام در خوشه Number of pod per cluster	0.9609	0.0721	-0.0169	-0.0529	-0.0918	0.0729
تعداد نیام در بوته Number of pod per plant	0.9550	0.0246	-0.0277	-0.0278	0.0923	0.2988
تعداد دانه در نیام Number of seed per pod	-0.0143	0.0249	0.0059	-0.0210	0.8682	-0.0846
تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	0.9141	0.0638	0.0166	-0.0725	0.8972	0.2114
وزن صد دانه 100-seed weight (gr)	-0.1836	-0.1679	0.0324	0.9263	-0.0697	0.0040
شاخص برداشت Harvest index (%)	0.4242	-0.0573	0.9501	0.0202	0.1821	0.1167
محتوای پروتئین Protein content (%)	-0.1507	0.0103	-0.2415	-0.0488	-0.1388	-0.0955
عملکرد دانه Seed yield (gr)	0.8702	0.6327	0.9366	0.6043	0.6919	0.4234
ریشه‌های مشخصه Eigen values	4.66	2.11	1.77	1.41	1.35	1.21
نسبت واریانس تبیین شده Proportion of explained variance	41.09	14.13	11.84	9.45	9.05	8.09
کل واریانس تبیین شده Cumulative of justified variance	41.09	55.22	67.06	76.52	85.56	93.66

ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی هم در لاین‌های ماکروسپرما و هم در لاین‌های میکروسپرما دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند. بنابراین می‌توان این عامل را تحت عنوان عامل "معماری" یا ساختار ظاهری گیاه نام‌گذاری نمود. در لاین‌های ماکروسپرما در عامل‌های دوم و ششم و در لاین‌های میکروسپرما در عامل‌های سوم و ششم بار عامل سنگین‌تر مربوط به متغیرهای ساختار بیرونی و درونی (معماری و

در عامل پنجم متغیرهای تعداد دانه در نیام، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه هم در لاین‌های ماکروسپرما و هم در لاین‌های میکروسپرما دارای بار عامل مثبت و بالایی بودند. بنابراین می‌توان این عامل را تحت عنوان عامل "تعداد" نام‌گذاری نمود. چرا که افزایش تعداد دانه در نیام موجب افزایش تعداد دانه در بوته و به طبع موجب افزایش عملکرد دانه شده است. در عامل ششم متغیرهای ارتفاع تا اولین نیام،

فنولوژی) است و ممکن است آن‌ها را مشابه با ابعاد یک چهارضلعی منظور نمود که سطح آن متناسب با مبداهای سوخت و سازی پتانسیل عملکرد است.

جدول ۴- ریشه‌های مشخصه، بردار بار عامل‌ها، نسبت و کل واریانس تبیین شده در لاین‌های میکروسپرما

Table 4- Eigen values, eigen vectors, proportion and cumulative of justified variance in microsperma lentil lines

صفات traits	بردار بار عامل					
	Eigen vector					
	اول First	دوم Second	سوم Third	چهارم Fourth	پنجم Fifth	ششم Sixth
روز تا گلدهی Days to flowering	0.1149	-0.0091	0.8648	-0.0640	-0.0056	0.0101
روز تا رسیدگی Days to maturity	0.0821	0.4460	0.8923	-0.0041	0.0936	0.0133
ارتفاع تا اولین نیام Height to primary pod	-0.2266	-0.0794	0.0386	-0.1624	-0.0006	0.4879
ارتفاع بوته Plant height	0.4582	0.0811	-0.0334	0.1343	0.1019	0.5516
تعداد ساقه فرعی Number of lateral branches	0.5919	-0.1452	0.1968	0.0033	-0.2923	0.6399
تعداد خوشه‌های گل Number of flowering clusters	0.8321	-0.1070	0.0652	-0.1725	-0.1203	-0.0178
تعداد خوشه‌های نیام Number of pod clusters	0.8544	-0.1214	0.1314	-0.0140	-0.1303	-0.0784
تعداد نیام در خوشه Number of pod per cluster	0.9659	-0.0178	0.1007	0.0139	0.0254	0.0716
تعداد نیام در بوته Number of pod per plant	0.9091	-0.1546	-0.0008	0.0556	0.3954	-0.0460
تعداد دانه در نیام Number of seed per pod	-0.0582	-0.4634	0.1029	0.2815	0.6909	0.1102
تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	0.9843	-0.2258	0.0807	0.3262	0.7997	-0.0090
وزن صد دانه 100-seed weight (gr)	-0.1316	0.9412	-0.0889	0.0783	-0.0838	-0.0263
شاخص برداشت Harvest index (%)	0.1905	0.2470	-0.1469	0.8773	0.0247	-0.1628
محتوای پروتئین Protein content (%)	-0.2209	-0.2349	0.0503	-0.0060	-0.0483	-0.0001
عملکرد دانه Seed yield (gr)	0.8597	0.7315	-0.0559	0.8450	0.6850	0.4188
ریشه‌های مشخصه Eigen values	4.68	2.05	1.58	1.47	1.22	1.08
نسبت واریانس تبیین شده Proportion of justified variance	41.11	13.72	10.55	9.85	8.19	7.24
کل واریانس تبیین شده Cumulative of justified variance	41.11	54.83	65.37	75.23	83.42	90.66

به سرمایه ثابت (ساختارهای داخلی و ساخت مواد فتوسنتزی)، موجب ذخیره مواد قابل دسترس برای رشد زایشی می‌شوند، بنابراین می‌توان استنباط نمود که این دو عامل روی هم‌رفته مبداهای فیزیولوژیک هستند.

تجزیه مجزای لاین‌ها بدون در نظر گرفتن تقدم

برای مثال در این عوامل، متغیرهای ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی زیاد است و گیاهی که دارای این خصوصیات است، برگ و اندام‌های رویشی و گیرنده‌های نوری زیادتری دارد و طبیعتاً میزان فتوسنتز بالاتری خواهد داشت. همچنین متغیرهای فنولوژیک با تأثیر بر روی صفات رشد رویشی مربوط

ارائه داد. بنابراین در صورت اعتبار عوامل بالا که به مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک ربط داده شدند، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که برای تولید عدس با عملکرد بالا باید گیاهانی با بنیه قوی، گره‌ها و برگ‌های زیاد، اندام‌های تولیدمثلی گسترده و وزن دانه بالا انتخاب گردد. البته این مسأله توضیح کاملی از تیپ ایده‌آل برای عملکرد بالا نیست. زیرا صفاتی که در این تجزیه در نظر گرفته شده است با صفاتی که به‌وسیله آنالیزهای رشد و آزمایش‌های فیزیولوژیک اندازه‌گیری می‌شوند، یکسان نیستند. از طرف دیگر بین مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک نیز همواره باید توازن برقرار باشد. ترکیبات متفاوتی از صفات مورفولوژیک وجود دارند که موجب توازن خوب بین مبدأ و مقصدهای فیزیولوژیک می‌گردند. بر مبنای نتایج این بررسی فقط استنباط کلی از صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و فیزیولوژیکی که بیشترین توازن را برقرار می‌نمایند، حاصل گردیده است. علاوه بر این نمی‌توان واکنش گیاه را در رابطه با نقش نور خورشید، آب، گازها، عناصر غذایی، مواد ذخیره‌ای و غیره به‌خوبی تشریح نمود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل در هر دو گروه، تعداد دانه در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد است و در برنامه‌های به‌نژادی جهت افزایش عملکرد عدس باید مورد توجه قرار گیرد. برای تولید عدس با عملکرد بالا در لاین‌های ماکروسپرما باید گیاهانی با اجزای زایشی بیشتر و افراشته‌تر و در لاین‌های میکروسپرما گیاهان با اندام‌های تولیدمثلی گسترده و با شاخه‌های فرعی اولیه بیشتر انتخاب گردند.

و تأخر عامل‌ها از نظر صفاتی که شامل گردیدند، شبیه به یکدیگر بودند، به‌طوری‌که عامل‌های اول، پنجم و ششم هر دو گروه مشابه، عامل دوم لاین‌های ماکروسپرما شبیه به عامل سوم در تجزیه لاین‌های میکروسپرما، عامل سوم در تجزیه لاین‌های ماکروسپرما شبیه به عامل چهارم لاین‌های میکروسپرما و عامل چهارم در تجزیه لاین‌های ماکروسپرما مشابه عامل دوم لاین‌های میکروسپرما بودند و به همان اسامی نامیده شدند. بنابراین درجه اهمیت عوامل در تجزیه لاین‌های ماکروسپرما و میکروسپرما تفاوت‌هایی داشت و نشان داد که در لاین‌های ماکروسپرما پس از عامل تعداد (مخزن) عواملی که به نحوی بر رشد رویشی گیاه اثر گذاشته و ساخت مواد فتوسنتزی را زیاد می‌کنند (فنولوژی) دارای درجه اهمیت می‌باشند. پس از آن عامل وزنی قرار دارد. در لاین‌های میکروسپرما پس از عامل تعداد (مخزن) عامل وزنی (مخزن) دارای اهمیت بوده و سپس عوامل فنولوژیک قرار دارند. علاوه بر این در عامل معماری گیاه در لاین‌های ماکروسپرما وزن متغیر ارتفاع بوته نسبت به تعداد شاخه فرعی بیشتر بود و بالعکس. بنابراین برای تولید عدس با عملکرد بالا در لاین‌های ماکروسپرما باید گیاهان بلند و راست با اجزای زایشی بیشتر و در لاین‌های میکروسپرما باید گیاهانی با تعداد شاخه‌های فرعی اولیه بیشتر و اندام‌های تولیدمثلی گسترده انتخاب گردند.

تفسیر بیولوژیک عوامل استخراج شده تا حد قابل ملاحظه‌ای به ژنوتیپ‌های مورد بررسی و صفاتی که اندازه‌گیری شده‌اند بستگی دارد. تجزیه عامل‌ها فقط الگویی از اثرات را در ماتریس همبستگی صفات

References:

فهرست منابع:

- Acquaah, G., Adams, M.W. and Kely, J.D.** 1992: A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. *Euphytica*, 60:171-177.
- Barulina, H.** 1930. Lentils of the USSR and other countries. *Applied Botany of Genetics and Plant Breeding*, 40: 265– 304.
- Bicer, B.T. and Şakar, D.** 2008. Heritability and path analysis of some economical characteristics in lentil. *Journal of Central European Agriculture*, 9(1):191-196.
- Bramel, P.I., Hinz, P.N., Green, D.E. and Shibles, R.M.** 1984. Use of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. *Euphytica*, 33:387-400.
- Denis, J.C. and Adams, M.W.** 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I: morphological traits. *Crop Science*, 18:74-78.
- Hallauer, A.R. and Miranda, J.B.** 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Ames, Iowa. 468 P.
- Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comestock, R.E.** 1955a. Estimates of genetic and environmental variability in soybean. *Agronomy Journal*, 47: 314 –318.
- Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comestock, R.E.** 1955b. Genotypic and phenotypic correlation in soybean and their implication in selection. *Agronomy Journal*, 47:477 –483.
- Kumar, N., Chahota, R.K. and Sood, B.C.** 2009. Component analysis for seed yield and yield traits in microsperma×macrosperma derivatives of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Agriculture Science Digest*, 29 (3):163-168.
- Kumar, R., Kumar, D., Kumar, S., Kumer, R., Kumar, D. and Kumer, S.** 1999. Genetic variability in lentil (*Lens culinsris* Med.). *Annals of Agriculture and Biological Research*, 4(1):75–77.
- Lee, J. and Kaltsikes, P.J.** 1973. Multivariate statistical anaysis of grain yield and agronomic characters in durum wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 43:226-231.
- Rasheed, S., Hanif, M., Sadiq, S., Abbas, G., Jawad Asghar, M. and Ahsanul Haq, M.** 2008. Inheritance of seed yield and related traits in some lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 45(3):49-52.
- SAS Institute.** 2014. SAS/Stat User's Guide, Version 9.2. SAS Institute, Cary, NC.
- Seiler, G.J. and Stafford, R.E.** 1985. Factor analysis of components of yield in guar. *Crop Science*, 25:905-908.
- Siahsar, B.A. and Rezaei, A.** 1999. Genetic and phynotypic variability and factor analysis for morphological and phonological traits in soybeans. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 3 (3): 61-74.
- Singh, T.P.** 1977. Harvest index in lentil. *Euphytica*, 26:833-839.
- Tyagi, S.D. and Hafiz Khan, M.** 2011. Correlation, path-coefficient and genetic diversity in lentil (*Lens culinaris* Medik) under rainfed conditions. *International Research Journal of Plant Science*, 2(7):191-200.
- Vavilov, N.I.** 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*, 13:1– 364.
- Vir, O.M., Gupta, V.P. and Vir, O.** 1998a. Variation in macrosperma×microsperma derived gene pool of lentil under low and high fertility levels of soil at subtropical climate of Himalayas. *Indian Journal of Agricultural Research*, 32(3):181 –184.
- Vir, O.M., Gupta, V.P., Rothi, O.P.S. and Vir, O.** 998b. Influence of nitrogen on the parameters of variability in macrosperma×microsperma derived gene pool of lentil at lower altitude of Himalayas. *Legume Research*, 21(2):109 – 112.
- Walton, P.D.** 1972. Factor analysis of yield in spring wheat. *Crop Science*, 12:731-733.

Genetic variation and factor analysis of morphological and phenological traits for macrosperma and microsperma lentil lines

Barat Ali Fakheri^{1*}, Roghayeh Mohammadpour Vashvaei²

1- Associated professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Zabol

2- Ph.D. student of Agroecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol

Received: 2015/10/05

Accepted: 2016/01/02

Abstract

In order to study the genetic variability and for analysis of morphological and phenological characteristics components in macrosperma and microsperma lentil lines, an experiment was conducted at Research Farm, College of Agriculture, University of Zabol, in 2013-2014. The experiment was arranged in two complete block designs with 42 macrosperma and 42 microsperma lentil lines and three replications. There were significant differences among both groups genotypes for all of the studied traits. In macrosperma lentil lines the highest phenotypic and genotypic coefficients of variation, in order to magnitude, were obtained for number of seed per plant and in microsperma lentil lines were obtained for number of pod per plant and seed yield, respectively. In both groups the highest heritability estimates were related to days to flowering and maturity. In both groups, the percent of genetic improvement for number of seed per plant, number of pods per plant, and days to flowering were high but for days to maturity were low. Factor analysis in addition to emphasizing the importance of yield components, resulted in six factors which in macrosperma and microsperma lines determined 93.66 and 90.66% of yield variation, respectively. These factors which were indicators of physiological sink and source, with respect to the traits contained, were named as number phonology, weight, yield, and plant architecture. In general, it was concluded that in order to improve high yield lentil cultivars, seed number per plant can be used as a criterion for selecting lines with high yield.

Key words: Genetic variation, Lentil, Macrosperma, Microsperma

*Corresponding Author Email: ba_fakheri@yahoo.com

