نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال چهاردهم / شماره سوم / پاییز ۱۴۰۳/ مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۲۱ تا ۳۶

ارزیابی تنوع‌ژنتیکی برخی صفات ظاهری و زراعی در هفت رقم نخود در شرایط رطوبتی بهینه و کم آبیاری

طیبه بساکی [۱] و مهدی کاکایی*[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۴)

چکیده

برای ارزیابی تنوع‌ژنتیکی و ارتباط بین صفات مختلف با عملکرد اقتصادی در هفت رقم نخود زراعی، آزمایشی با آرایش طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط نرمال رطوبتی و شرایط دیم در سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱ در شرایط مزرعه به مرحله اجرا درآمد. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس در شرایط آبیاری تکمیلی نشان داد که تنوع بین ارقام مختلف از حیث صفات تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت، زیست توده و شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی در سطح آماری ۱ درصد (P≤ ۰/۰۱) معنی‌دار بود و در شرایط تنش رطوبتی، صفات تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه تک بوته با نیام، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، زیست توده، شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی و شاخص برداشت در سطح آماری ۱ درصد (P≤ ۰/۰۱) معنی‌دار بودند. در تجزیه همبستگی صفات مورد مطالعه در ارقام نخود زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی، صفات تعداد دانه در بوته با صفات تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه تک بوته بدون نیام و عملکرد دانه تک بوته با نیام همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. در شرایط دیم صفات تعداد دانه در بوته با صفات تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه تک بوته بدون نیام و عملکرد دانه تک بوته با نیام همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. در مجموع ارقام یادگار، کسری و عادل به‌ترتیب بیشترین عملکرد را از خود بروز دادند که قابل بررسی بیشتر برای کشت در منطقه مورد تحقیق هستند.

واژه‌های کلیدی: تجریه کلاستر، تجزیه تابع تشخیص، خشکی، عملکرد، همبستگی

۱ و ۲. به‌ترتیب استادیار و دانشیار اصلاح نباتات، گروه علوم کشاورزی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: M.Kakaei@pnu.ac.ir

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) یک محصـــول مهم از حبوبات در ایران اسـت و سـهم قابل‌توجهی در اقتصـاد دارد. خشـکی مهمترین عامل غیرزنده محدودکننده رشد است که بر رشد و تولید محصول اثر منفی می‌گـذارد. تنش‌هـا، منجر بـه فرآینـدهـای فیزیولوژیکی غیرطبیعی می‌شـــوند که بر یک یا ترکیبی از عوامل بیولوژیکی و محیطی تأثیر دارند. تنش باعث متابولیســـم غیرطبیعی شـــده و درنتیجه رشـــد را کاهش داده و مرگ گیاه را ترتیب می‌دهد. تولید توســـط تنش‌هـای محیطی محـدود می‌شـــود، طبق برآوردهـای دانشـــمندان مختلف، تنها ۱۰ درصـــد از زمین‌های زراعی جهان عاری از تنش اسـت، به‌طور کلی، عامل اصـلی تفاوت بین عملکرد و عملکرد بـالقوه، تنش‌هـای محیطی هســـتند (۴ و ۵). منابع آبی پایدار، برای تولید غذای پایدار و کشـاورزی بسـیار حیاتی اسـت. تنش خشکی اصلی‌ترین فاکتور کاهش تولیدات گیاهان زراعی، در بین کلیه تنش‌های محیطی اســـت. وجود منابع آبی پایدار جهت تولید غذای پایدار و زراعت موفق ضـروری اسـت. هم اکنون بیش از یک میلیارد نفر در مناطقی در حال زیسـت هسـتند که با مسـئله کم آبی در ارتباط هسـتند و به‌نظر می‌رسـد که تا سـال ۲۰۲۵ تقریباً ۳/۵ میلیارد نفر بـا کم آبی روبـه‌رو می‌شـــونـد (۲ و ۳). ارزیـابی، شـناسـایی و اسـتفاده از گونه‌های گیاهی و متعاقب آن ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط خشک و نیمه‌خشک از جمله راه حل‌های اساس و کاربردی جهت عبور از تنش خشـــکی در این مجموعه مناطق اسـت (۱، ۹، ۱۱ و ۱۶). کمک گرفتن از روش‌های آبیاری مطلوب بـا رانـدمـان بـالا، آبیـاری تکمیلی و جمع‌آوری آب از جملـه راه حل‌هایی هسـتند که آسـیب تولید محصـولات کشـاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک را کاهش داده و به این صورت سبب پایداری عملکرد در این بخش‌هـا خواهـد شـــد. در واقع تکنیـک آبیـاری تکمیلی برای کمک به تولید محصـولاتی است که به طور طبیعی و با آب باران توانایی تولید اقتصـادی محصـول را خواهند داشـت. بنابراین یک نوبت آبیاری (آبیاری تکمیلی) سـبب بهبود عملکرد و پایداری آن خواهد شـد (۱۸). تکنیک آبیاری تکمیلی بر مبنای سـه رکن در مناطق دیم قابلیت انجام را دارد: الف) آب تنها برای بهبود عملکرد گیاه زراعی که بدون آبیاری تکمیلی عملکرد عادی خواهد داشـت. ب) در مناطقی که آبیاری اصـلی‌ترین منبع تأمین رطوبت اسـت آبیاری تکمیلی زمانی قابلیت انجام دارد که بارندگی قادر به بهبود و ایجاد پایداری در عملکرد اقتصادی نباشد. ج) عمل آبیاری تکمیلی زمانی انجام می‌شـــود که بتوان با کم‌ترین میزان رطوبت قابل دسترس، در طی مراحل حساس رشد گیاه زراعی، به عملکرد اقتصـادی و بهینه دسـت یافت (۱۷). نخود (*Cicer arietinum* L.) یک گیاه زراعی دیپلوئید $2n = 2x = 16$ با اندازه ژنوم هاپلوئید تقریباً ۷۴۰Mb اسـت. نخود یک محصـول مهم از حبوبات در ایران اسـت و سـهم بسـزایی در اقتصـاد کشـاورز دارد (۱۰). نخود در تناوب مبتنی بر غلات، که به‌ویژه در کشـورهای در حال توسـعه اسـتفاده می‌شـود، می‌تواند چرخه بیماری و آفات را بشـکند و بهره‌وری کل چرخه را افزایش دهد (۸). نخود دارای منبع پروتئینی بالایی بوده و سـهم بسـزایی در چرخه امنیت تغذیه‌ایی در دنیا و به خصـوص در مناطقی نظیر ایران دارد. ایران را می‌توان از جمله مؤثرترین کشور در بین کشورهای آسیایی در تولید نخود دانست. نخود در ایران سـطح کشـتی حدود ۶۵۰ هزار هکتار را دارد. از جمله مسـائل مهم در مسـیر تولید این گیاه ارزشـمند پایین بودن عملکرد آن در کشـور اسـت لذا اصـلاح‌نباتات در بخش نخود اسـتراتژی مطلوبی برای عبور از این مسـئله اسـت (۱۱). محققین بسـیاری فعالیت و تحقیقات خود را روی نخود متمرکز کرده‌لند (۱۱) و ابراز کردند که افزایش صـفات تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه و شـاخص برداشـت، بیشـترین اثر را بر افزایش عملکرد دانه داشـتند ولیکن افزایش صـفت تعداد شـاخه (توأمان تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی) در بوته سبب کاهش عملکرد دانه شده بود. که می‌توان از این صـفات در برنامه‌های به‌نژادی آتی نخود استفاده نمود. در مطالعه و ارزیابی بخشی از ارقام نخود نشان داد

جدول ۱. مقدار آمار بارندگی ماهانه (بر حسب میلی‌متر) در محل انجام پژوهش

سال زراعی	اسفند ۱۴۰۱	فروردین ۱۴۰۲	اردیبهشت ۱۴۰۲	خرداد ۱۴۰۲	تیر ۱۴۰۲
۱۴۰۲-۱۴۰۱	۴۳/۳	۵۵/۷	۶۱/۲	۲۸/۹	۰

که با توجه به وجود تنوع کافی در صفات مورد مطالعه، می‌توان از این صفات (زیست توده، ارتفاع بوته، شاخص برداشت و غیره) به‌عنوان یک منبع مهم تنوع برای افزایش عملکرد و گزینش ژنوتیپ‌های برتر به‌عنوان انتخاب غیرمستقیم عملکرد استفاده نمود (۱۲). در مطالعه‌ای، ژنوتیپ‌های نخود با صفات زراعی مطلوب زراعی در نسل‌های در حال تفکیک شرایط معتدل دیم را ارزیابی نمودند و این گونه آزمایش‌ها را جهت نیل به هدف تشخیص ژنوتیپ‌های مطلوب در این گونه مناطق را توصیه کردند (۱۴). در مطالعه‌ی دیگری، به‌منظور برآورد میزان تنوع‌ژنتیکی ۲۵ ژنوتیپ نخود، آزمایشی در دو فصل انجام شد و آن‌ها اعلام کردند که سه مؤلفه اصلی ۶۹/۷ درصد تغییرات را توضیح دادند. همچنین تحلیل عاملی حاصل از تحقیق آنها نشان داد که سه عامل اصلی ۶۹/۷ درصد از کل تنوع را تشکیل می‌دهند. سه عامل اول به ترتیب ۳۳/۷، ۲۰/۸ و ۱۵/۲ درصد از تنوع کل را به خود اختصاص دادند و عبارات پیشنهادی برای عوامل «ویژگی‌های فنولوژیکی»، «ویژگی‌های مورفولوژیکی» و «مولفه‌های عملکرد» بودند. تجزیه خوشه‌ای ۲۵ ژنوتیپ را در دو گروه اصلی و چهار خوشه گروه‌بندی کرد. لذا این محققان نشان دادند که که این یافته‌ها را می‌توان در استراتژی‌های اصلاحی برای برنامه‌های هیبریداسیون آینده برای بهبود عملکرد استفاده کرد و برای طبقه‌بندی تنوع در ژرم‌پلاسم نخود مناسب است (۲۱). با توجه به اهمیت گیاه نخود در تغذیه انسان انجام تحقیقات کاربردی روی ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه ارزشمند در مناطق مختلف هدف کشت ضرورت دارد. لذا برای این منظور ارقام مورد پژوهش، انتخاب و کار مطالعات صفات مختلف در جهت شناسایی رقم مناسب در شرایط رطوبتی مختلف از جمله هدف غایی در این پژوهش بود. از طرفی جنبه‌های نوآوری، ضرورت و اهداف انجام پژوهش، کاشت و اجرای اولین بار این ارقام در محل مورد پژوهش بوده است.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد و مطالعه تنوع فنوتیپی صفات مورد مطالعه، در پژوهش حاضر هفت رقم نخود (۱- یادگار، ۲-عادل، ۳-آنا، ۴-کسری، ۵-منصور، ۶-کاویان و ۷- آرمان) انتخاب شدند. برای این منظور آزمایشی با آرایش طرح بلوک‌های کامل تصادفی و تعداد سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشگاه پیام‌نور اسدآباد (همدان) (شکل ۱) با مشخصات جغرافیایی بین مدار ′۳۷ ،°۳۴ تا ′۵۰ ،°۳۴ عرض شمالی و′۹ ،°۴۷ تا ′۵۱ ،°۴۷ طول شرقی نصف‌النهار گرینویچ و با ارتفاع ۱۶۰۷ از سطح دریا صورت پذیرفت. آزمایش در دو بخش شامل آبیاری تکمیلی در مرحله انتهایی نیام‌دهی و بخش بعدی تحت کشت دیم (تنها از رطوبت بارندگی استفاده شد) انجام گرفت. کلیه شرایط حاکم بر دو بخش مورد کاشت به استثنای آبیاری تکمیلی در یکی از بخش یکسان بود. ساعاتی بعداز کاشت هم زمان در دو بخش، بارندگی اتفاق افتاد و بعد از این شرایط در بخش آبیاری تکمیلی همان طور که بیان شد در مرحله انتهایی نیام‌دهی آبیاری صورت گرفت و در بخش دیگر تنها از آب بارن استفاده شد. آمار بارندگی سال زراعی (زمان استقرار نخود در مزرعه) ۱۴۰۲-۱۴۰۲ (جدول ۱) نشان از پراکندگی و میزان بارش مطلوب در مدت زمان استقرار نخود در مزرعه را دارد. عملیات خاک‌ورزی مثل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد فارو قبل از کاشت انجام گرفت. برای این منظور هر رقم به

رسیدگی فیزیولوژیکی در نخود

نیام‌دهی در ارقام نخود مورد مطالعه

نمای کلی بخشی از مزرعه نخود

شکل ۱. تصویر مزرعه طرح نخود در سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱

صورت پنج خط دو متری و فاصله خطوط هر کرت ۴۰ سانتی‌متری و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف ۱۰ سانتیمتر انجام شد (تراکم کاشت در هر متر مربع ۳۵ عدد بذر سالم مورد کاشت قرار گرفت). کاشت بذور به صورت دستی در اواخر اسفندماه ۱۴۰۱ با در نظر گرفتن حاشیه کرت‌های آزمایشی، انجام شد. از مواد شیمیایی نظیر قارچ کش مانکوزب و حشره‌کش لیندین برای ضدعفونی کردن و ممانعت از فساد بذور (در درون خاک)، استفاده شد. سایر عملیات مربوط به زمان داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز چندین مرحله (به‌صورت فیزیکی) و غیره طبق عرف منطقه تحقیق انجام شد. عملیات برداشت در نیمه اول تیرماه به‌صورت دستی انجام گرفت. برای محاسبه صفات پنج بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد و کار مطالعه صفات روی آنها صورت گرفت. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع گیاه در زمان برداشت، طول ریشه اصلی گیاه، تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته، زیست‌توده تک بوته بر حسب گرم، عملکرد دانه تک بوته بدون نیام بر حسب گرم، مجموع تعداد شاخه‌های گیاه (شامل شاخه‌های فرعی و شاخه‌های اصلی)، وزن ۱۰۰ دانه بر حسب گرم، تعداد شاخه‌های فرعی، عملکرد دانه

تک بوته با نیام بر حسب گرم، عملکرد دانه (در مساحت مترمربع) بر حسب گرم، زیست توده (در مساحت مترمربع) بر حسب گرم، وزن کلش، شاخص کلروفیل اسپد (۳) در زمان نیام‌دهی و شاخص برداشت انجام شد. طی حدود دو ثانیه شاخص کلروفیل اسپد (SPAD) به‌عنوان یک روش غیر تهاجمی (عدم نیاز به آسیب فیزیکی به گیاه) مقدار نسبی محاسبه شده از نسبت نور قرمز به مادون قرمز عبور داده شده از برگ را فراهم می‌کند، که برای تعیین این‌که آیا متابولیسم گیاه در محیط معین نسبت به مقدار مرجع برای گونه یا رقم به درستی کار می‌کند، مورد استفاده است. هرچه مقدار محاسبه شده در نمونه‌های مورد ارزیابی از مقدار نمونه کنترل بیشتر باشد، گیاه ضعیف تر است (۸). تجزیه داده‌های آماری حاصله شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، همبستگی فنوتیپی پیرسون و تجزیه کلاستر تمامی صفات انجام گرفت. از تجزیه خوشه‌ای با هدف تعیین شباهت ارقام مورد مطالعه و دسته‌بندی آنها بر مبنای صفات پر اهمیت مورد مطالعه استفاده شد. جهت تعیین تعداد گروه‌های مناسب از روش‌های بیشترین گسیختگی بر مبنای تغییر ناگهانی در اختلاف دو فاصله ادغام متوالی و ریشه دوم تعداد صفات استفاده شد و صحت آنها با تابع تشخیص مورد بررسی قرار گرفت و نهایتاً تعداد کلاستر مناسب مشخص شد. محاسبات آماری نظیر تجزیه واریانس (پس از آزمون نرمال بودن باقی مانده داده‌ها) و مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح احتمال ۱ درصد، با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

نتیجه و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس صفات مورد مطالعه در دو شرایط محیطی متنوع

از جمله کاربردی‌ترین روش‌های آماری در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تکنیک تحلیل واریانس است. جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در این تحقیق در شرایط آبیاری تکمیلی را نشان می‌دهد. نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس در شرایط آبیاری تکمیلی نشان داد که تنوع و اختلاف بین ارقام مختلف از حیث صفات تعداد دلنه در بوته، تعداد نیام در بوته، عملکرد دلنه (در مساحت مترمربع)، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت، زیست توده (در مساحت مترمربع) و شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی در سطح آماری ۱ درصد ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود و صفات ارتفاع بوته در زمان برداشت، طول ریشه اصلی گیاه، عملکرد دانه تک بوته بدون نیام، عملکرد دانه تک بوته با نیام و وزن کلش در سطح آماری ۵ درصد ($P\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار بود. در شرایط تنش رطوبتی (جدول ۳)، صفات تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه تک بوته با نیام، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه (در مساحت متر مربع)، زیست توده (در مساحت متر مربع)، شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی و شاخص برداشت در سطح آماری ۱ درصد ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بودند و صفات ارتفاع بوته در زمان برداشت، طول ریشه اصلی گیاه، عملکرد دانه تک بوته بدون نیام، تعداد شاخه‌های فرعی و وزن کلش در سطح آماری ۵ درصد ($P\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار بودند. که این نتیجه نشان از وجود تنوع کافی در بین ارقام مورد ارزیابی از حیث صفات فوق‌الذکر است.

در مطالعه‌ای در ارزیابی صفات مختلف بر روی ژنوتیپ‌های مختلف نخود ابراز نمودند که بر اساس تجزیه واریانس تنوع و اختلاف ژنوتیپ‌ها جهت صفات شاخص کلروفیل اسپد، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد نیام در بوته، عملکرد اقتصادی، تعداد شاخه فرعی در بوته، زیست توده و صفت شاخص برداشت در سطح آماری ۱ درصد ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بوده است. آنها همچنین ابراز کردند که نظر به وجود تنوع فنوتیپی کافی در صفات مورد مطالعه، می‌توان از این صفات به‌عنوان یکی از منابع مهم و کارآمد تنوع برای افزایش عملکرد و گزینش ژنوتیپ‌های برتر در برنامه‌های به‌نژادی بهره برد (۱۲). در واقع معنی‌دار بودن صفت شاخص برداشت در هر دو شرایط محیطی اظهارکننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد دانه و عملکرد کل (زیست‌توده) است. انتقال مواد

جدول ۲. جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ارقام مختلف نخود زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع گیاه در زمان برداشت	طول ریشه اصلی گیاه	تعداد دانه در بوته	تعداد نیام در بوته	زیست‌توده تک بوته
بلوک	۲	۰/۹۰	۳/۱۹	۱۱/۳	۲۴/۵	۳۸/۴
واریته	۶	۸۴/۵*	۷/۰۵*	۵۰/۳**	۳۷/۱**	۷۰/۵ ns
خطا	۱۲	۱۹/۷	۱/۸۵	۶/۵۶	۶/۴۶	۳۰/۹

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه تک بوته با نیام	تعداد شاخه‌های فرعی	وزن ۱۰۰ دانه	مجموع تعداد شاخه‌های اصلی گیاه	عملکرد دانه تک بوته بدون نیام
بلوک	۲	۶/۲۴	۰/۱۹	۱۶/۷	۰/۱۴	۰/۷۹
واریته	۶	۱۴/۲*	۸/۵۵ns	۶۱/۷**	۰/۶۶ ns	۶/۱۳*
خطا	۱۲	۳/۰۱	۳/۵۷	۷/۳۸	۰/۸۱	۱/۸۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		شاخص برداشت	شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی	وزن کلش	زیست‌توده	عملکرد دانه
بلوک	۲	۰/۰۰۱	۶۵/۲	۱/۳۲	۴۲/۸	۳۴۴
واریته	۶	۰/۰۰۸**	۲۰۴۵**	۱۴۴۹۱*	۵۰۰۰۷**	۳۹۱۷**
خطا	۱۲	۰/۰۰۱	۸/۵۷	۳۹۲۹	۶۴۵	۱۲۷

*،** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

فتوسنتزی به مقصدهای مصرف‌کننده مواد متابولیکی (نظیر ریشه‌ها، ساقه‌های جدید، میوه‌های در حال تکامل) بسیار پیچیده بوده و کلیه مکانیزم‌ها یا نیروی جاذبه‌ای که توزیع مواد فتوسنتزی را به‌سوی مقصدهای مصرف‌کننده مواد متابولیکی هدایت یا تنظیم می‌کنند هنوز به طور کامل شناخته نشده‌اند. همچنین معنی‌دار بودن شاخص کلروفیل اسپد در هر دو شرایط زیستی نشان‌دهنده این موضوع است که این شاخص قادر است با توجه به توصیف عددی بازتاب نوری برگ گیاه وضعیت ظاهری و سلامت گیاه را نمایان کند (۲۳). از جمله شاخصه‌های ضروری در مطالعات فیزیولوژیک گیاهان اندازه‌گیری میزان کلروفیل است که با استفاده از دستگاه اسپد قابل محاسبه است. رنگ سبز گیاهان تا حد بسیاری مقدار و میزان فعالیت کلروفیل در گیاهان سبز را منعکس می‌کند (۲۳) بنابراین دستگاه‌های تخمین‌زنی برای برآورد مقدار کلروفیل با استفاده از انعکاس‌های طیفی در گیاهان توسط محققین ایجاد شد. در مطالعه‌ای جهت شناسایی بهترین رقم، صفت وزن ۱۰۰ دانه، در شرایط آبیاری تکمیلی و شرایط دیم، صفت مطلوبی

جدول ۳. جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ارقام مختلف نخود زراعی در شرایط دیم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		زیست‌توده تک بوته	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	طول ریشه اصلی گیاه	ارتفاع گیاه در زمان برداشت
بلوک	۲	۴۰/۴	۲۰/۷	۱۵/۴	۲/۳۳	۱
واریته	۶	۷۹/۸ ns	۴۱/۸**	۵۱/۹**	۹*	۸۹/۵*
خطا	۱۲	۲۹/۷	۶/۵۴	۷/۵۳	۲/۳۳	۱۸/۹

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه تک بوته با نیام	تعداد شاخه‌های فرعی	وزن ۱۰۰ دانه	مجموع تعداد شاخه‌های اصلی گیاه	عملکرد دانه تک بوته بدون نیام
بلوک	۲	۵/۴۹	۰/۱۹	۱۵/۸	۰/۱۴	۲/۶۶
واریته	۶	۱۶/۶**	۱۲/۱*	۶۶/۹**	۰/۷۶ ns	۷/۶۸*
خطا	۱۲	۳/۰۹	۴/۱۹	۶/۹۶	۰/۴۷	۱/۹۸

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		شاخص برداشت	شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی	وزن کلش	زیست‌توده	عملکرد دانه
بلوک	۲	۰/۰۰۱	۷۰/۶	۳۲۸۷	۱۶۹	۶۳/۲
واریته	۶	۰/۰۱**	۲۰۳۶**	۱۴۵۲۵*	۵۱۶۶۰**	۳۸۱۴**
خطا	۱۲	۰/۰۰۱	۶/۹	۳۹۳۹	۵۸/۳	۴۰/۷

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

در بین ۳۰ رقم مورد تحقیق شناسایی شد (۶). در تحقیق دیگر استفاده از کشت زود بهاره دارای بیشترین عملکرد در ارقام نخود بوده است. تاریخ کاشت این مطالعه، زمان مناسبی جهت استفاده از شرایط بارشی زودرس فصل بهار بود (۲۴).

نتایج مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در دو شرایط محیطی

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ارقام نخود زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی در جدول ۴ نشان داده شده است. در خصوص ارقام ۱ و ۲ (ارقام یادگار و کسری) که دارای بیشترین عملکرد هستند صفات ارتفاع گیاه در زمان برداشت، تعداد نیام در بوته، زیست‌توده تک بوته، تعداد شاخه‌های اصلی گیاه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد شاخه‌های فرعی، عملکرد دانه در مساحت مترمربع و صفت وزن کلش نیز در این دو رقم در یک گروه آماری قرار داشتند. به عبارت کامل‌تر در نتایج مربوط به تجزیه کلاستر این سه رقم در یک گروه آماری قرار گرفتند. جدول ۵ مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ارقام نخود زراعی در شرایط دیم را نشان

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ارقام نخود زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی

صفات مورد مطالعه	رقم یادگار	رقم عادل	رقم آنا	رقم کسری	رقم منصور	رقم کاویان	رقم آرمان
ارتفاع گیاه در زمان برداشت (سانتی‌متر)	۵۶^{a}	۴۷^{b}	۴۳/۶^{b}	۵۷^{a}	۴۵/۳^{b}	۴۶/۶^{b}	۴۵/۶^{b}
طول ریشه اصلی گیاه (سانتی‌متر)	۱۹^{a}	۲۰^{a}	۱۹^{b}	۱۶^{b}	۱۶^{b}	۱۵^{ab}	۱۷/۶^{ab}
تعداد دانه در بوته	۲۵/۳^{a}	۲۴/۶^{ab}	۲۵/۳^{a}	۱۶^{c}	۲۰^{bc}	۲۴/۳^{ab}	۲۸/۳^{a}
تعداد نیام در بوته	۲۳^{abc}	۲۴/۶^{abc}	۲۵/۳^{ab}	۱۷/۶^{c}	۲۱^{bc}	۲۶^{ab}	۲۸/۳^{a}
زیست‌توده تک بوته (گرم)	۳۷/۳^{a}	۲۳/۶^{b}	۳۲/۳^{ab}	۲۸/۴^{ab}	۲۶^{b}	۳۳/۳^{ab}	۲۵^{b}
عملکرد دانه تک بوته بدون نیام (گرم)	۱۱/۵^{a}	۸/۹۳^{bc}	۱۰/۷^{ab}	۷/۳۳^{c}	۱۰/۱^{ab}	۱۱/۱^{ab}	۱۰/۲^{ab}
مجموع تعداد شاخه‌های اصلی گیاه	۳/۶۶^{a}	۴/۳۳^{a}	۴/۳۳^{a}	۴^{a}	۳/۳۳^{a}	۴/۶۶^{a}	۳/۶۶^{a}
وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۴۴/۳^{ab}	۳۹/۳^{bc}	۴۱^{bc}	۴۷/۶^{a}	۴۴/۶^{ab}	۴۹/۳^{a}	۳۶/۶^{c}
تعداد شاخه‌های فرعی	۱۵^{a}	۱۱/۳^{bc}	۱۳/۳^{ab}	۱۲/۳^{abc}	۱۳^{abc}	۹/۶۶^{c}	۱۱/۶^{abc}
عملکرد دانه تک بوته با نیام (گرم)	۱۵/۲^{a}	۱۰/۸^{bc}	۱۳/۸^{ab}	۱۰/۱^{bc}	۱۱/۳^{bc}	۱۵/۵^{a}	۱۳/۲^{abc}
عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	۳۲۶^{a}	۳۱۰^{abc}	۲۳۵^{d}	۳۱۳^{d}	۲۳۹^{d}	۲۹۵^{bc}	۲۸۸^{c}
زیست‌توده (گرم در مترمربع)	۶۵۱^{b}	۶۵۱^{b}	۴۴۶^{d}	۸۱۱^{d}	۴۳۳^{d}	۵۵۵^{c}	۵۸۵^{c}
وزن کلش (گرم در مترمربع)	۳۶۲^{ab}	۳۵۲^{abc}	۴۰۸^{a}	۴۰۸^{d}	۲۲۰^{d}	۲۸۱^{bcd}	۲۸۱^{bcd}
شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی	۹۳/۳a	۹۳^{a}	۳۴/۶^{d}	۳۸/۳^{d}	۳۳/۶^{d}	۵۸/۳^{b}	۴۸^{c}
شاخص برداشت	۰/۵۰^{ab}	۰/۴۷^{b}	۰/۵۲^{ab}	۰/۳۸^{a}	۰/۵۴^{a}	۰/۵۳^{ab}	۰/۴۹^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با همدیگر ندارند.

داد. در خصوص ارقام ۱ و ۲ (ارقام یادگار و کسری) که دارای بیشترین عملکرد بودند، صفات ارتفاع گیاه در زمان برداشت، زیست‌توده تک بوته، تعداد شاخه‌های اصلی گیاه، وزن ۱۰۰ دانه و وزن کلش نیز در این دو رقم در یک گروه آماری قرار داشتند. این صفات (ارتفاع گیاه در زمان برداشت، زیست‌توده تک بوته، تعداد شاخه‌های اصلی گیاه، وزن ۱۰۰ دانه و وزن کلش) در هر دو شرایط محیطی مشترک بودند که می‌توان از این صفات برای اصلاح ارقام نخود زراعی در برنامه‌های به‌نژادی آتی استفاده نمود. مفاخری و همکاران (۱۵) در مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف نخود ابراز نمودند که تنش خشکی در طول رشد رویشی به‌طور قابل‌توجهی سبب کاهش کلروفیل آ، کلروفیل ب و نهایتاً کلروفیل کل در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شده است.

نتایج تجزیه همبستگی فنوتیپی

بر اساس جدول ۶، جدول تجزیه همبستگی صفات مورد مطالعه در ارقام نخود زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی (بالای قطر)، صفت تعداد دانه در بوته با صفت تعداد نیام در بوته (۰/۸۴**)، عملکرد دانه تک بوته بدون نیام (۰/۶۷**) و عملکرد دانه تک بوته با نیام (۰/۷۱**) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند و این ارتباط یک ارتباط قابل‌توجه و مورد انتظاری است. هر چه صفت

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ارقام نخود زراعی در شرایط دیم

	صفات مورد مطالعه	رقم یادگار	رقم عادل	رقم آنا	رقم کسری	رقم منصور	رقم کاویان	رقم آرمان
X1	ارتفاع گیاه در زمان برداشت (سانتی‌متر)	۵۰a	۴۱^{b}	۳۷/۳^{b}	۵۱^{b}	۴۰/۶^{b}	۴۰^{b}	۳۹^{b}
X2	طول ریشه اصلی گیاه (سانتی‌متر)	۱۷a	۱۷/۶^{a}	۱۶/۲^{a}	۱۳/۶^{bc}	۱۳^{c}	۱۶^{ab}	۱۵/۶^{abc}
X3	تعداد دانه در بوته	۲۲/۳^{ab}	۲۱/۳^{ab}	۲۲/۳^{ab}	۱۳^{c}	۱۷^{bc}	۲۱/۶^{ab}	۲۵/۶^{a}
X4	تعداد نیام در بوته	۲۰/۳^{a}	۱۹^{ab}	۲۲^{ab}	۱۴^{c}	۱۷/۶^{bc}	۲۳^{ab}	۲۵/۳^{a}
X5	زیست‌توده تک بوته (گرم)	۳۴/۶^{a}	۲۱/۹^{b}	۳۰/۳^{ab}	۲۵/۴^{ab}	۲۲/۷^{b}	۳۰/۸^{ab}	۲۱/۵^{b}
X6	عملکرد دانه تک بوته بدون نیام (گرم)	۹/۹۸^{a}	۷/۱۰^{bc}	۸/۹۴^{ab}	۵/۷۱^{c}	۷/۹۱^{abc}	۱۰/۲^{a}	۸/۴۴^{ab}
X7	مجموع تعداد شاخه‌های اصلی گیاه	۲/۳۳^{b}	۳/۳۳^{ab}	۲/۶۶^{ab}	۳^{ab}	۲/۳۳^{b}	۳/۶۶^{a}	۲/۶۶^{ab}
X8	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۴۰/۶^{ab}	۳۵^{c}	۳۷/۳^{bc}	۴۳/۶^{a}	۴۰/۶^{ab}	۴۶^{a}	۳۲/۶^{c}
X9	تعداد شاخه‌های فرعی	۱۴^{a}	۹/۳۳^{bc}	۱۱/۶^{ab}	۱۰^{bc}	۱۱^{abc}	۷/۶۶^{c}	۹/۶۶^{bc}
X10	عملکرد دانه تک بوته با نیام (گرم)	۱۳/۸a	۹/۴۲^{bc}	۱۲/۷^{ab}	۸/۱۶^{c}	۱۰/۱^{bc}	۱۴/۴^{a}	۱۱/۳^{abc}
X11	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	۳۱۸^{a}	۲۹۹^{b}	۲۳۰^{d}	۳۰۲^{b}	۲۲۷^{d}	۲۷۵^{c}	۲۴۶^{c}
X12	زیست‌توده (گرم در مترمربع)	۶۷۵^{b}	۶۳۸^{c}	۴۳۵^{f}	۷۹۸^{a}	۴۳۳^{f}	۵۴۶^{e}	۵۷۵^{d}
X13	وزن کلش (گرم در مترمربع)	۳۵۲^{ab}	۳۴۲^{abc}	۲۲۸^{cd}	۳۹۸^{a}	۲۱۰^{d}	۲۷۱^{bcd}	۲۷۱^{bcd}
X14	شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی	۸۸/۶^{a}	۸۸/۳^{a}	۳۰^{d}	۳۴/۳^{d}	۲۹^{d}	۵۴^{b}	۴۳^{c}
X15	شاخص برداشت	۰/۴۸^{d}	۰/۴۵^{e}	۰/۵۴^{a}	۰/۳۷^{f}	۰/۵۲^{b}	۰/۵۰^{c}	۰/۴۵^{e}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با همدیگر ندارند.

تعداد دانه در بوته بیشتر شود متعاقب آن صفت تعداد نیام در بوته و عملکرد دانه تک بوته بیشتر خواهد شد. همچنین در پایین قطر جدول ۶ که همبستگی صفات مورد مطالعه در ارقام نخود زراعی در شرایط دیم را نشان می‌دهد نظیر شرایط تحت آبیاری تکمیلی صفات تعداد دانه در بوته با صفات تعداد نیام در بوته (**۰/۹)، عملکرد دانه تک بوته بدون نیام (**۰/۷۵) و عملکرد دانه تک بوته با نیام (**۰/۷۱) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند و این نیز یک ارتباط قابل‌توجه و مورد انتظاری بود. بر اساس جدول همبستگی در شرایط آبیاری تکمیلی (اعداد بالای قطر) صفت ارتفاع گیاه در زمان برداشت با صفات عملکرد در مترمربع (**۰/۶۷)، زیست‌توده در مترمربع (**۰/۵۹) و وزن کلش (**۰/۵۶) همبستگی مثبت و بالایی را نشان داد. در حقیقت صفت ارتفاع سبب تأثیر بر صفات مرتبط با عملکرد (صفات فوق‌الذکر) شده است. بر اساس جدول همبستگی در شرایط دیم (اعداد پایین

جدول ۶. تجزیه همبستگی صفات مورد مطالعه در ارقام نخود زراعی در شرایط آبیاری تکمیلی (بالای قطر) و شرایط دیم (پایین قطر)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
X1	۱	-۰/۰۰۴	-۰/۲۳	-۰/۳۸	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۴۱	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۶۷**	۰/۵۹**	۰/۵۶**	۰/۱۸	-۰/۱۸
X2	-۰/۱۷۵	۱	۰/۱۱	۰/۰۹	-۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۲۵	-۰/۳۹	-۰/۱۳	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۵۵**	-۰/۰۱
X3	-۰/۳۷	۰/۳۵	۱	۰/۸۴**	-۰/۰۰۲	۰/۶۷**	-۰/۰۳	-۰/۳۵	۰/۰۶	۰/۷۲**	-۰/۰۰۴	-۰/۱۸	-۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۳۰
X4	-۰/۴۶*	۰/۳۱	۰/۹**	۱	۰/۰۶	۰/۶۵**	۰/۰۱	-۰/۲۳	-۰/۱۴	۰/۷۴**	-۰/۲۳	-۰/۴۳*	-۰/۲۹	۰/۰۰۸	۰/۴۴*
X5	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۲۲	۱	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۳	۰/۰۸	-۰/۱۶	-۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۳۳
X6	-۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۷۵**	۰/۷۴**	۰/۴۷*	۱	-۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۸۸**	-۰/۰۱	-۰/۳۵	-۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۵۵**
X7	۰/۱۲	۰/۰۹	-۰/۱۷	-۰/۱۶	-۰/۰۲	-۰/۱۹	۱	۰/۱۳	-۰/۴۷*	۰/۰۶	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۱۹	-۰/۲۴
X8	۰/۴۱	-۰/۳۹	-۰/۳۴	-۰/۲۱	۰/۴۰	۰/۲۶	۰/۱۸	۱	۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۱۸	۰/۱۱	۰/۰۸	-۰/۱	۰/۰۱
X9	۰.۰۸۷	-۰/۱۱۳	۰/۰۶	-۰/۰۷	۰/۳۱	۰/۰۸	-۰/۵۹**	-۰/۰۵	۱	۰/۱۲	۰/۱	-۰/۰۰۲	-۰/۰۶	-۰/۰۹	۰/۰۴
X10	-۰.۰۹	۰/۱۷	۰/۷۱**	۰/۷۱**	۰/۵۶**	۰/۹۷**	-۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۰۹	۱	۰/۱۵	-۰/۲۴	۰/۰۰۸	۰/۲۶	۰/۵۱*
X11	۰/۶۴**	۰/۲۷	-۰/۰۸	-۰/۲۳	۰/۱۶	-۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۰۶	-۰/۰۶	۱	۰/۸۱**	۰/۷۹**	۰/۷۱**	-۰/۲۶
X12	۰/۷۰**	۰/۰۳۸	-۰/۳۲	-۰/۳۹	۰/۰۲	-۰/۳۶	۰/۱۶	۰/۱۶	-۰/۰۰۶	-۰/۳۱	۰/۸۸**	۱	۰/۷۲**	۰/۵۰*	-۰/۷۵**
X13	۰/۷۷**	-۰/۰۷	-۰/۲۸	-۰/۴۱	۰/۰۳	-۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۲۱	-۰/۰۳	-۰/۲۳	۰/۷۳**	۰/۷۸**	۱	۰/۶۱**	-۰/۳۷
X14	۰/۲۳	۰/۵۹**	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۵	-۰/۱۲	۰/۰۱۱	۰/۱۷	۰/۷۲**	۰/۴۰	۰/۳۹	۱	-۰/۱۶
X15	-۰/۵۴*	۰/۱۳	۰/۳۸	۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۵۵**	-۰/۱۴	-۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۵۳*	-۰/۶۶**	-۰/۹**	-۰/۶۳**	-۰/۱۰	۱

شرح صفات X1 تا X15 :

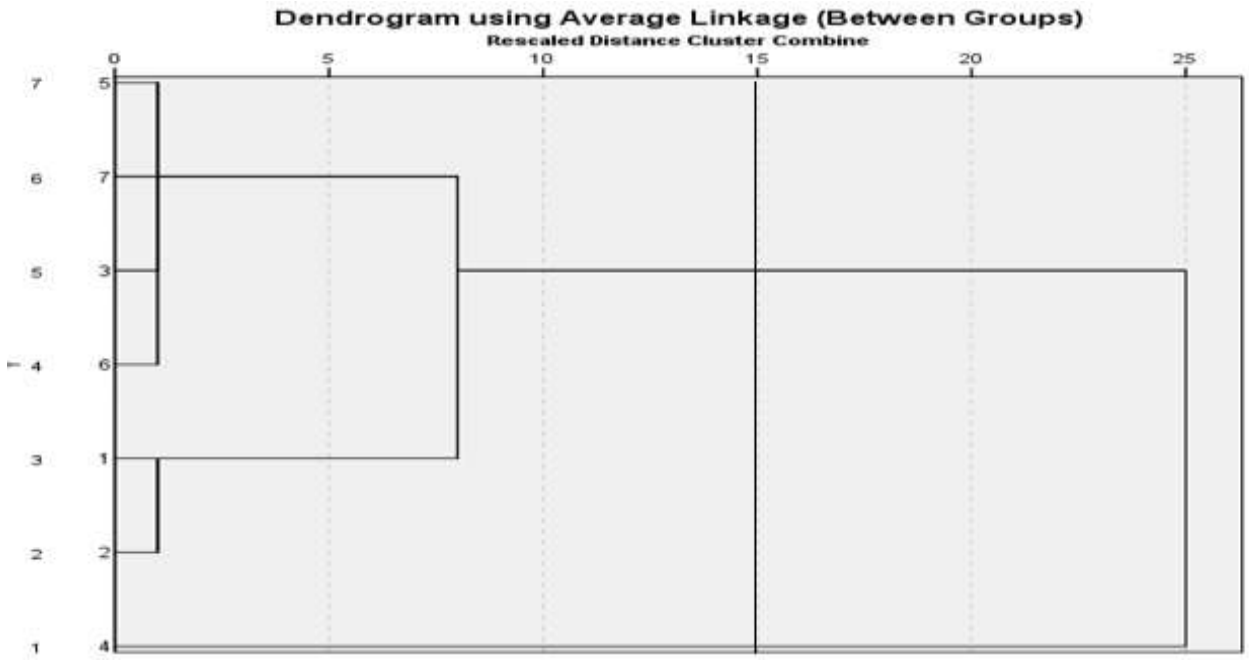
(X1:شامل ارتفاع گیاه در زمان برداشت، X2: طول ریشه اصلی گیاه، X3: تعداد دانه در بوته، X4: تعداد نیام در بوته، X5: زیست‌توده تک بوته بر حسب گرم، X6: عملکرد دانه تک بوته بدون نیام بر حسب گرم، X7: مجموع تعداد شاخه‌های گیاه (شامل شاخه‌های فرعی و شاخه‌های اصلی)، X8: وزن ۱۰۰ دانه بر حسب گرم، X9: تعداد شاخه‌های فرعی، X10: عملکرد دانه تک بوته با نیام بر حسب گرم، X11: عملکرد دانه (در مساحت مترمربع) بر حسب گرم، X12: زیست توده (در مساحت مترمربع) بر حسب گرم، X13: وزن کلش، X14: شاخص کلروفیل اسپد در زمان نیام‌دهی و X15: شاخص برداشت)

*،** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

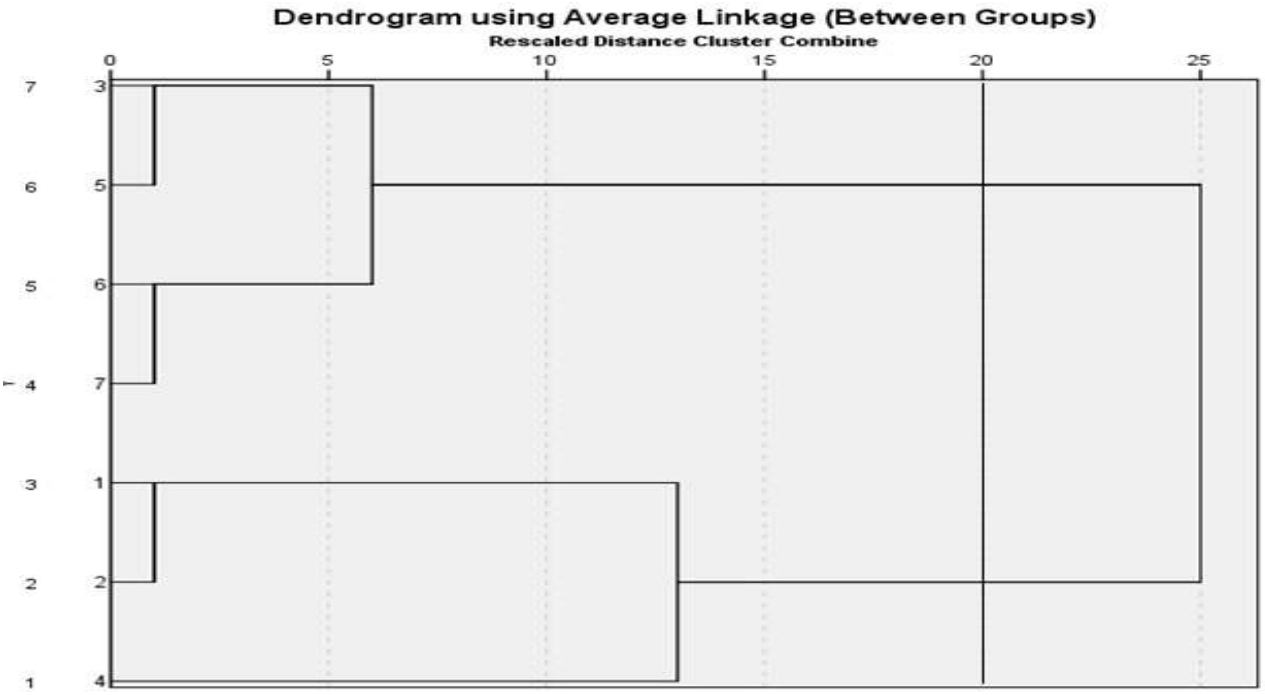
قطر) صفت ارتفاع گیاه در زمان برداشت با صفات عملکرد در مترمربع (**۰/۶۴)، زیست‌توده در مترمربع (**۰/۷۰) و وزن کلش (**۰/۷۷)همبستگی مثبت و بالایی را نشان داد. در حقیقت همانند همبستگی در شرایط آبیاری تکمیلی صفت ارتفاع سبب تأثیر بر صفات مرتبط با عملکرد (صفات فوق‌الذکر) در شرایط دیم نیز شده است. بر اساس جدول همبستگی صفت عملکرد دانه در مترمربع با صفات زیست‌توده زیست‌توده (**۰/۸۱)، وزن کلش (**۰/۷۹) و شاخص کلروفیل اسپد (**۰/۷۱) همبستگی مثبت و بالایی نشان داد همچنین همبستگی صفت عملکرد دانه در مترمربع با صفات زیست‌توده (**۰/۸۸)، وزن کلش (**۰/۷۳) و شاخص کلروفیل اسپد (**۰/۷۲) در شرایط دیم نیز همچنان بالا بود. در حقیقت هر چقدر سبزینه گیاه بیشتر باشد گیاه توفیق بیشتری در سوخت‌وساز و فتوسنتز داشته و لذا عملکرد دانه را افزایش داده است و همچنین زیست‌توده بالا با ایجاد دانه بیشتر و وزن تر مرتبط بوده است. ضریب همبستگی ابزاری آماری برای بررسی روابط بین متغیرها را به‌صورت دوبه‌دو و جدا از تأثیر هم‌زمان سایر متغیرها بررسی می‌کند. عمده‌ترین روش‌های شناخته شده در این زمینه توسط پیرسون (برای داده‌های نرمال) ارائه شده است. همبستگی برای بررسی نوع و میزان رابطه متغیرها استفاده می‌شود. محاسبه همبستگی فنوتیپی در مطالعه‌ی ژنوتیپ‌های نخود توسط کاکایی و همکاران (۱۲) نشان داد که همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بین عملکرد دانه با صفات تعداد نیام در بوته، ارتفاع بوته، شاخص برداشت و زیست‌توده وجود داشته است. شمسی‌پور و همکاران (۱۹) در ارزیابی ارتباطی شاخص کلروفیل اسپد با عملکرد گیاه گندم بیان نمودند که دستگاه SPAD به‌علت استفاده آسان و دقیق در سطح مزرعه رواج یافته است و همبستگی بین روند پیری و شاخص کلروفیل اسپد بسیار مشخص و قابل ردیابی بوده است و اهمیت استفاده از این شاخص در مطالعات فیزیولوژیکی را بیان کردند به عبارت دیگر می‌توان میزان عدد اسپد را در مرحله ابتدایی رشد گیاه با مراحل انتهایی رشد گیاه مقایسه کرد. در پژوهشی شاخاوات و همکاران (۲۰) در مطالعه همبستگی شش رقم نخود ابراز نمودند که صفت عملکرد دانه با صفات تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان دادند که با نتایج تحقیق پیش‌رو همسو است.

نتایج تجزیه کلاستر

شکل ۲ و شکل ۳ به‌ترتیب تجزیه کلاستر در شرایط آبیاری تکمیلی و شرایط دیم در ارقام مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بر این مبنا ارقام شماره ۱، ۲ و ۴ (به‌ترتیب ارقام یادگار، کسری و عادل) در یک گروه آماری قرار گرفتند. این ارقام در این مطالعه به ترتیب بیشترین عملکرد دانه را ایجاد کردند (بر مبنای مقایسه میانگین‌ها، که توضیح آن در پیش‌تر آورده شد) از جهتی چون این ارقام جدیدترین ارقام معرفی شده هستند لذا عملکرد بالاتری نسبت به سایر ارقام مورد این تحقیق مورد انتظار بود، که نتایج به‌دست آمده از مطالعه پیش‌رو، این انتظار را پاسخ داد. از نتایج، بیشترین فاصله ژنتیکی بین ارقام ۱ (رقم یادگار) و رقم ۷ (رقم آرمان) می‌توان در پژوهش‌های آتی به‌نژادی بهره‌برداری لازم را بر اساس صفات مطلوب مختص به خود پدیدار کرد. به عبارت دیگر این دو رقم به علت فاصله‌ی ژنتیکی بیشتر نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه در این پژوهش قادر خواهند بود نتاج مطلوبی را ایجاد کنند البته بهتر آن است که بتوان آن‌ها را در کنار ژنوتیپ‌های بیشتری آزمون کرد. در تجزیه کلاستر افراد درون یک کلاستر بیشترین شباهت و یکنواختی را دارند و بین کلاسترها حداکثر تفاوت و غیر یکنواختی وجود دارد. بنابراین اگر گروه‌بندی موفقیت آمیز باشد اجزاء یا افراد درون کلاستر در صورت ترسیم نمودار از لحاظ ژنتیکی به همدیگر نزدیکترند و کلاسترهای دورتر متفاوت‌تر خواهند بود. در مطالعه‌ای کاکایی (۹) از تجزیه کلاستر برای تفکیک ارقام مورد مطالعه نخود استفاده کرد و آن را روشی ارزشمند در کنار سایر روش‌های آماری جهت ارزیابی تنوع



شکل ۲. تجزیه کلاستر در شرایط آبیاری تکمیلی در ارقام مورد مطالعه (اسامی ارقام ۱-یادگار، ۲-عادل، ۳-آنا، ۴-کسری، ۵-منصور، ۶-کاویان و ۷-آرمان)



شکل ۳. تجزیه کلاستر در شرایط دیم در ارقام مورد مطالعه (اسامی ارقام ۱-یادگار، ۲-عادل، ۳-آنا، ۴-کسری، ۵-منصور، ۶-کاویان و ۷-آرمان)

ژنتیکی توصیه نمود. نتایج تجزیه تابع تشخیص گروه‌بندی بر مبنای صفات مورد ارزیابی در ارقام نخود مورد مطالعه در شرایط آبیاری تکمیلی و شرایط دیم، به‌طور کامل و ۱۰۰ درصد مورد تأیید تجزیه تابع تشخیص قرار گرفت. در پژوهشی دیگر کاکایی و همکاران (۱۳) از روش‌های آماری چندمتغیره در تحقیقات خود استفاده کردند و این روش‌ها را در ارزیابی ارقام مثبت معرفی کردند. تاکور و همکاران (۲۲) در مطالعه تنوع ژنتیکی برخی ژنوتیپ‌های امیدبخش نخود ابراز نمودند که با توجه به تجزیه کلاستر، صفات تعداد کل دانه در بوته، ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه بیشترین تاثیر را در ایجاد تنوع داشته‌اند و ژنوتیپ‌های امید بخش برای هیبریداسیون شناسایی شدند. مطالعه تنوع‌ژنتیکی در گیاه نخود از جهات مختلف نیز توسط برخی محققین انجام گرفته است (۷).

نتیجه‌گیری نهایی

نظر به شرایط رشدی جمعیت در ایران و نیز احتیاج به افزایش تولید گیاهان زراعی در حجم واحد سطح، بررسی تنوع‌ژنتیکی صفات ارقام مورد مطالعه گیاهان به ویژه نخود جهت بهره‌برداری از آنها، در برنامه‌های اصلاحی در حال و آینده ضروری بوده و هست و لذا تحقیقات مرتبط و پیوسته لازم است. با توجه به بررسی منابع، گیاه نخود در کشور از نظر سطح زیر کشت و همچنین از جهت میزان تولید در بین حبوبات تحت کشت‌وکار رتبه نخست را به خود اختصاص داده است. عملکرد اقتصادی ایجاد شده توسط کلیه ارقام، تحت اثر شرایط بارندگی (مقدار و میزان پراکنش) حادث شده، مطلوب است. به‌نظر می‌رسد آیتم‌های مطلوبی از بارندگی در زمان استقرار گیاه تا زمان دانه‌بندی در سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱ اتفاق افتاد که گیاه به گونه‌ای مفید از آن رطوبت استفاده کرد و در شرایط آبیاری تکمیلی که در زمان پر شدن دانه انجام شد برای گیاه نخود بسیار ارزشمند بوده چرا که در انتهای فصل رشد (حدوداً اواسط خرداد) بارندگی به کاستی رفت که آبیاری تکمیلی توانست رطوبت مورد نیاز گیاه را کامل کند و عملکرد را در همه‌ی ارقام بهبود ببخشد. ارقام یادگار، کسری و عادل به‌ترتیب بیشترین عملکرد را از خود بروز دادند و این ارقام جدیدترین ارقام تولیدی در تاریخ اکنون کشور است و طبیعی است که دارای عملکرد بیشتری نسبت به ارقام پیشین خود باشند که البته در منطقه تحقیق حاضر این نتیجه مبرهن شد.

تشکر و قدردانی

از همه‌ی کسانی که در انجام این پژوهش همکاری نمودند به‌ویژه سرکار خانم مهندس هدیه شرربار قدردانی می‌کنیم.

منابع

1. Azhand, M., M. Saeidi, A. Beheshti-Al Agha and D. Kahrizi. 2023. The effect of foliar application of iron and zinc fertilizers on some agronomic traits of *Lallemantia iberica* L. under post anthesis water deficit. *Plant Productions* 46(1): 141-154. (In Farsi).
2. Bahrami, H., M. Armin, M. Jamimoeini and A. Abhari. 2023. The effect of different irrigation cut-off times on yield and yield components of cumin in weed interference conditions. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions* 4(23): 291-304. (In Farsi).
3. Daneshvar Shimi. 2024. Available online at: https://www.d-chemi.com/chlorophyll-meter-device.
4. Dinar, A., A. Tieu and H. Huynh. 2019. Water scarcity impacts on global food production. *Global Food Security* 23: 212-226.
5. Fathi, A. and D. Barari. 2016. Effect of drought stress and its mechanism in plants. *International Journal of Life Sciences* 10(1): 1.

6.Geethanjali, D., M. Sudha Rani and V. Jayalakshmi. 2018. Genetic diversity analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown under rainfed and irrigated conditions for quality and yield attributing traits. *Indian Journal Agricultural Research* 52(6): 691-695.
7. Getahun, T., K. Tesfaye, A. Fikre, T. Haileslassie, A. Chitikineni, M. Thudi and R. K. Varshney. 2021. Molecular genetic diversity and population structure in Ethiopian chickpea germplasm accessions. *Diversity* 13(6): 247.
8. Jodha, N. S. and K. V. Subba Rao. 1987. Chickpea: world importance and distribution. pp. 1-10. In: M. C. Saxena and K. B. Singh (Eds.), The Chickpea CAB International, Wallingford, UK.
9. Kakaei, M. 2019a. Evaluation of diversity of bread wheat genotypes under different moisture conditions using diverse statistical methods. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 12(1): 55-74. (In Farsi).
10. Kakaei, M. 2019b. Study of relationship among seed proteins pattern with quantitative traits in some of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Iranian journal of Pulses Research* 10(1): 12-27. (In Farsi).
11. Kakaei, M. and S. S. Moosavi. 2017. Evaluation of genetic diversity and identification of traits affecting the performance of chickpea lines using multivariate statistical methods. *Environmental Science Quarterly* 15(2): 21-38. (In Farsi).
12. Kakaei, M., S. S. Moosavi, M. R. Abdollahi and E. Farshadfar. 2015. Grain yield, its components, genetic diversity and heritability in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Crop Production and Processing* 5(16): 271-281. (In Farsi).
13. Kakaei, M., A. Zebarjadi, A. Mostafaie and A. Rezaeizad. 2010. Determination of drought tolerant genotypes in *Brassica napus* L. based on drought tolerance indices. *Electronical Journal of Crop Production* 3(4): 107-124.
14. Karami, A. and M. Kakaei. 2015. Investigation and selection of genotypes with desirable agricultural traits in the separating generations of chickpeas under moderate monsoon conditions. In: Proceeding of 6th National Legume Conference of Iran, Iran. (In Farsi).
15. Mafakheri, A., A. Siosemardeh, B. Bahramnejad, P. C. Struik and E. Sohrabi. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science* 4(8): 580-585.
16. Niazbal, M., S. Kalatejari, F. Fatehi and M. Diyanat. 2023. Effects of potassium silicate on some morphological and physiological traits of dichondra (*Dichondra repens*) cover plant grown under water deficit. *Plant Productions* 45(4): 505-517.
17. Oweis, T. 1997. DEEH. Supplemental Irrigation: A Highly Efficient Water-Use Practice. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo.
18. Shams, K., K. Soheil, D. Habibi, A. Pazoki, B. Rasekhei and M. Kakaei. 2011. Investigating the possibility of reducing drought stress with supplementary irrigation of rainfed chickpea cultivars in Kermanshah. *Plant and Ecosystem* 7(26): 102-114. (In Farsi)
19. Shamsi por, M., R. Fotovat and F. Jabari. 2010. Relationship between chlorophyll content index and wheat grain yield under drought stress conditions. *Scientific Quarterly Journal of Crop Plant Ecophysiology* 2(1): 8-16. (In Farsi).
20. Shekhawat, H. V. S., V. K. Meena, J. K. Sharma and N. Joshi. 2023. Correlation studies and diversity analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars for seed yield and associated traits. *Environment and Ecology* 41(3): 1328-1332.
21. Sharifi, P., H. Astereki and M. Pouresmael. 2018. Evaluation of variations in chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield and yield components by multivariate technique. *Annals of Agrarian Science* 16 (2): 136-142.
22. Thakur, N. R., V. N. Toprope and S. P. Koppuravuri. 2018. Genetic diversity analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6: 904-910.
23. Uddling, J., J. Gelang-Alfredsson, K. Piikki and H. Pleijel. 2007. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynthesis Research* 91: 37-46.
24. Valimohamadi, F., M. Tajbakhsh and A. Saeed. 2009. Effect of planting date and plant density on grain yield, yield components and some quality and morphological traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Crop Production and Processing* 12(46): 31-40. (In Farsi)

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 14, No. 3, Fall 2024, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Evaluation of Genetic Diversity in Physical and Agronomic Traits of Seven Chickpea Cultivars under Optimum Moisture and Low-Irrigation Conditions

T. Basaki*[1] and M. Kakaei*[2]

1 and 2 Assistant Professor and Associate Professor of Plant Breeding, Respectively, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Engineering, Payame Noor University, Tehran-Iran.
*: Corresponding Author, Email:.T.Basaki@pnu.ac.ir and M.Kakaei@pnu.ac.ir

(Received: January 15-2024; Accepted: May 24-2024)

Extended Abstract

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is an important legume crop in Iran and plays a significant role in the income of the local farmers. Drought is the most critical abiotic factor limiting growth, negatively impacting crop development and production. Optimal irrigation methods with high efficiency, supplemental irrigation, and water harvesting are among the solutions that can reduce the damage to agricultural production in arid and semi-arid regions, contributing to yield stability in these areas. Supplemental irrigation techniques help crops produce economically viable yields using natural rainwater. One round of irrigation (supplemental irrigation) can improve the performance and stability of chickpea crops. Given the importance of chickpeas in human nutrition, it is essential to conduct applied research on different genotypes of this valuable plant in various environmental conditions. Therefore, the selection and evaluation of different traits in chickpea cultivars to identify suitable varieties under various moisture conditions were the primary objectives of this research.

Materials and Methods

In order to evaluate grain yield, yield components, and to study the phenotypic diversity of various traits, seven chickpea cultivars (1-Yadgar, 2-Adel, 3-Ana, 4-Kasra, 5-Mansour, 6-Kavian, and 7-Arman) were selected for the present study. An experiment was conducted using a randomized complete block design with three replications during the 2023 crop year at the Educational-Research Farm of Payame Noor University, Asadabad (Hamedan), west of Iran. The experiment was carried out in two parts: one with supplementary irrigation at the final stage of seeding, and the other under rainfed conditions (relying only on rainfall water). The traits evaluated included plant height at the time of harvest, the length of the plant's main root, grains/plant, plant above-ground dry mass(g), seed yield/plant (g), the total number of plant branches (including sub-branches and main branches), 100-grain weight (g), number of sub-branches, grain yield/plant with pods (g), grain yield, m^2 (g), above-ground dry mass/m^2 (g), stubble weight, chlorophyll index at the time of fruiting, and harvest index. Statistical calculations, such as analysis of variance and mean comparison using Duncan's method at a 1% probability level, were performed using SPSS software version 26.

Results and Discussion

According to the results of this research, the Yadegar, Kasra, and Adel cultivars showed the highest grain yields, respectively, and can be cultivated in the studied area. These findings can be utilized in future breeding programs to improve grain yield of chickpea. Given the growing population in Iran and the need to increase agricultural

production, it is essential to study the genetic diversity of traits in plant varieties, particularly chickpeas, for current and future breeding programs. Therefore, ongoing and relevant research is necessary. Chickpeas rank first in Iran in terms of cultivated area and production volume among legume crops. The economic yield of all cultivars was favorable under the influence of rainfall conditions, both in terms of amount and distribution. It appears that favorable rainfall conditions from plant establishment to seeding in the 2023 agricultural year allowed the plant to effectively utilize available soil moisture. Additionally, supplementary irrigation at the time of grain filling proved highly beneficial for chickpeas. As rainfall decreased toward the end of the growing season (around mid-June), the supplementary irrigation helped meet the plant's remaining moisture needs and improved the grain yield across all cultivars.

Conclusions

Yadegar, Kasra, and Adel cultivars demonstrated the highest grain yields, and these cultivars are the most recently developed genetic materials in Iran. Thus, they exhibit higher grain yields compared to older cultivars. These results may also be useful for future breeding programs.

Keywords

Cluster analysis, Correlation, Detection function decomposition, Dryness, Yield.