دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی خصوصیات مورفولوژی و ژنوتیپی گیاه کینوا در منطقه گرگان

میعاد کیا[۱]، نادعلی باقری[۲]، نادعلی بابائیان جلودار[۳] و محمود باقری[۴]

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسول: bagherinadali@yahoo.com)
۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۴- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۱۴
صفحه: ۱۴۵ تا ۱۵۴

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: به دلیل وجود تنوع بسیار بالا در بین ژنوتیپ‌های گیاه شبه غله کینوا (Chenopodium quinoa)، قابلیت سازگاری و پایداری عملکرد بسیار بالایی را از خود در برابر اقلیم‌های آب و هوایی مختلف به نمایش گذاشته است. به همین دلیل این آزمایش جهت بررسی تنوع مورفولوژی و ژنتیکی ۱۴ ژنوتیپ گیاه کینوا و مقایسه آنها با ژنوتیپ شاهد منطقه (Titicaca) انجام شد است.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه پژوهشی اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی گرگان انجام گرفت. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شامل چهار ژنوتیپ دیررس و ۱۰ ژنوتیپ زودرس از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند و کشت آنها در تاریخ ۲۰ مرداد ۱۳۹۸ انجام شد. در طول فصل رشد تعداد ۹ صفت شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول گل‌آذین، عرض گل‌آذین، تعداد خوشه در گل‌آذین اصلی ، بیوماس، وزن هزار دانه و عملکرد در هکتار مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در تمامی صفات مورد بررسی بوده است. ژنوتیپ‌های دیررس Q104، Q102 و Q101 در اکثر صفات به خصوص میزان عملکرد دانه، افزایش معنی‌داری نسبت به ژنوتیپ شاهد و ژنوتیپ‌های دیگر داشتند. مقایسه ضرایب همبستگی بین صفات، رابطه مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه و تمامی صفات مورد بررسی به جز وزن هزار دانه را نشان داده است. بیشترین مقدار همبستگی عملکرد دانه به ترتیب با صفات بیوماس، قطر ساقه، عرض گل‌آذین، ارتفاع و طول گل‌آذین بوده است. همچنین خوشه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات زراعی، ژنوتیپ‌ها را به ۳ گروه تقسیم کرده است که بیشترین میانگین عملکرد مربوط به خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌های دیررس Q104 و Q102 و کمترین آن مربوط به خوشه اول بود. در این مطالعه بیشترین واریانس ژنتیکی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی مربوط به صفات ارتفاع گیاه و عملکرد دانه بوده است.

نتیجه‌گیری: در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ‌های دیررس Q104، Q102 و Q101 و همچنین در بین ژنوتیپ‌های زودرس، Q12 و Q18 عملکرد بهتری را نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها از خود به نمایش گذاشتند. بنابراین، این ژنوتیپ‌ها می‌توانند گزینه‌های مناسبی جهت کشت و کار این گیاه در این منطقه باشند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه ای و پیشرفت ژنتیکی، تنوع ژنتیکی، کینوا، همبستگی

مقدمه

کینوا (*Chenopodium quinoa*) گیاهی دولپه، از خانواده تاج خروسیان یا Amaranthaceae با حدود ۹۵ درصد خودگشنی از کوه‌های آند در منطقهٔ آمریکای جنوبی منشأ گرفته است. گیاهی یک ساله، پهن برگ، به ارتفاع ۱ تا ۲ متر و ریشه‌های عمیق دارد. کینوا از نظر ژنتیکی گیاهی آلوتتراپلوئید (2n=4x=36) است که برای اکثر صفات کیفی رفتار دیپلوئیدی را بروز می دهد (۱۹). کینوا به دلیل دارا بودن ۱۶ الی ۲۰ گرم پروتئین در ۱۰۰ گرم دانه از لحاظ کمی و کیفی به مراتب غنی تر از غلات متداولی همچون گندم، جو، برنج و ذرت است. سازمان خوار و بار جهانی (فائو) دانه کینوا را از اولین ترکیبات غذای فضانوردان در سفرهای طولانی مدت سازمان فضانوردی آمریکا (ناسا) دانست (۱۵). در حال حاضر ۲۵ رقم مختلف کینوا در جهان کشت می شود که تقاضای مناسبی هم در بازارهای جهانی دارد. این گیاه به دلیل سازگاری بسیار بالا با شرایط آب و هوایی مختلف و نیاز کم به آب، قابلیت کشت گسترده در اکثر مناطق را داراست و در مناطق با میزان بارش ۸۲ تا ۶۲۲ میلی‌متر قابل کشت است. از این رو می تواند به‌عنوان جایگزینی برای گندم و برنج محسوب شود و نیاز کشور به واردات این دو محصول را کمتر کند (۲۸).

با اهمیت بالای گیاه کینوا و توسعه سالانه کشت و کار آن در ایران، بررسی تنوع ژرم‌پلاسم موجود در کشور برای استفاده در فعالیت‌های اصلاحی و رسیدن به ارقام مناسب، تولید محصول مطلوب، یکنواخت و بازارپسند، ضروری می‌باشد. جهت بررسی صفات مختلف مورفوفنولوژیک مرتبط با عملکرد (وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه و...) و زودرسی گیاه کینوا پژوهشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، دو صفت وزن هزار دانه و روز تا شیری شدن به عنوان مهم‌ترین صفات موثر بر انتخاب ژنوتیپ‌های کینوا جهت اصلاح ژنوتیپ‌های زودرس و با عملکرد بیشتر شناسایی شدند (۳۱). جهت بررسی سازگاری و پتانسیل تولید محصول گیاه کینوا بذر سه نمونه زراعی کینوا به نام‌های Sajama، Santamaria و Sajama-Iranshar در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ایرانشهر کشت شد. تجزیه واریانس صفات نشان داد عملکرد بذر نمونه‌ها تفاوت بسیار معنی‌دار داشته و از نظر ارتفاع بوته و قطر ساقه اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف کینوا وجود داشت. مقایسات میانگین نشان داد که ژنوتیپ Sajama با میانگین عملکرد بذر ۹۲۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد بذر را داشت و ژنوتیپ Santamaria با میانگین بذر ۸۲۴ و Sajama-Iranshahr با ۷۳۰ کیلوگرم در هکتار در رده‌های بعدی قرار گرفتند (۳۲).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]

جهت بررسی حساسیت به تاریخ کاشت در گیاه کینوا، طاووسی و سپهوند (۳۹) سه ژنوتیپ کینوا به نام‌های Sajama، SantaMaria و SajamaIranshahr را در چهار تاریخ کاشت ۱۰ و ۲۵ مهر و ۱۰ و ۲۵ آبان ماه در شهر اهواز مطالعه کردند و تاریخ کاشت ۱۰ مهر ماه بهترین عملکرد دانه (۴/۲ تن در هکتار) را در این منطقه داشت. در مطالعه‌ای جهت بررسی سازگاری ۱۲ ژنوتیپ کینوا به آب و هوای کوهستانی و سرد منطقه شهرکرد، ژنوتیپ‌های Q26، Giza1 ، Q29، RedCarina و Titicaca، به ترتیب با عملکرد ۲۵۰۶، ۲۳۰۴، ۲۰۳۱، ۱۸۱۷ و ۱۱۲۲ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد و بیشترین میزان سازگاری را از خود نشان دادند (۲۷). در تحقیق دیگری ۱۰ ژنوتیپ مختلف کینوا در دو منطقه مشهد و میمه بررسی و بهترین ژنوتیپ‌ها برای هر منطقه مشخص شد. براساس نتایج به دست آمده، ژنوتیپ‌های Q26 و RedCarina در هر دو منطقه میمه اصفهان و مشهد از نقطه نظر صفت عملکرد در برترین گروه تیماری قرار گرفته و لذا برای کشت بهاره در مناطق سرد و معتدل کشور توصیه شدند (۶).

در طی پروژه‌ای ۱۳ ژنوتیپ جدید کینوا به مدت دو سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ EQ101، بالاترین عملکرد دانه و ارتفاع بوته، بیشترین درصد پروتئین دانه و کمترین میزان ساپونین را به خود اختصاص داد (۷).

نتایج بسیاری از تحقیقات نشان داده است، کینوا به طیف گسترده‌ای از شرایط اقلیمی مانند ناحیه‌های با بارندگی بالا یا خشک، نواحی سرد یا گرم، ناحیه‌های با ارتفاع بیش از ۴۰۰۰ متر از سطح دریا، بیشتر نواحی آمریکا، آسیا و اروپا قابلیت سازگاری بالایی دارد (۲۰). این گیاه مقاومت فراوانی در برابر طیف گسترده‌ای از تنش‌های غیرزنده مانند سرما، شوری و خشکی از خود نشان می‌دهد و همچنین به خوبی قابلیت رشد در خاک‌های حاشیه‌ای دارد (۲۱). به دلیل کیفیت بالای محصولات دانه گیاه کینوا و ظرفیت تولیدی بالای آن در شرایط سخت، در بیشتر مناطق جهان کشت می شود (۱۳).
کینوا در حال حاضر در بسیاری از مناطق کشور از جمله خراسان رضوی، شمالی و جنوبی، سیستان و بلوچستان، گلستان، آذربایجان شرقی، تهران، قم، سمنان، خوزستان، بوشهر، کرمان، اصفهان، یزد، هرمزگان و ... کشت می‌شود. در سال‌های اخیر فرهنگ سازی کشت و مصرف آن در کشور به صورت چشم‌گیری انجام شده است. از همین روی نیاز به کشت و کار و همچنین مطالعات تحقیقاتی بیشتر بر روی این گیاه احساس می شود. با توجه به جدید الورود بودن این گیاه به کشور و تنوع ژنتیکی بالای موجود در ژنوتیپ‌های گیاه کینوا، بررسی واکنش عملکرد این گیاه به اقلیم‌های آب و هوایی مختلف، می‌تواند موضوعی جالب برای پژوهشگران عرصه کشاورزی باشد. به همین خاطر مطالعه پیش روی با هدف بررسی واکنش ژنوتیپ‌های این گیاه به کشت تابستانه در شرایط آب و هوایی اقلیم شهر گرگان مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

بذور ۸ رقم Titicaca (رقم شاهد)، Giza1، RedCarina، Q12، Q101، Q102، Q104 و Q105 و ۶ ژنوتیپ Q18، Q21، Q22، Q26، Q29 و Q31 تهیه شده از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در مزرعه پژوهشی اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی گرگان در تاریخ ۲۰ مرداد ۱۳۹۸ کشت شدند. به طور کلی ژنوتیپ‌های Q101، Q102، Q104 و Q105 از نوع دیررس و بقیه ژنوتیپ‌ها زودرس هستند. ژنوتیپ Titicaca از دانمارک، Giza1 از مصر، RedCarina از هلند و بقیه ژنوتیپ‌ها از کشور شیلی توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به کشور وارد شدند.

این مطالعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. با در نظر گرفتن تراکم ۵۰ بوته در متر مربع در هر تکرار برای هر ژنوتیپ چهار ردیف کشت شد. فاصله ردیف‌ها از هم‌دیگر ۴۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف پنج سانتی‌متر و عمق کشت، دو سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در طی مراحل رشد گیاهان چهار بار آبیاری شدند و وجین علف‌های هرز به صورت دستی و مکانیکی انجام شد. کوددهی عناصر ماکرو و میکرو به گیاهان در سه مرحله هشت برگی، گلدهی و شیری شدن دانه به صورت محلول‌پاشی انجام شد. در پایان با نمونه‌گیری تصادفی از هر ژنوتیپ، صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول گل آذین، تعداد خوشه در گل‌آذین اصلی، عرض گل‌آذین، بیوماس، وزن هزار دانه و عملکرد در هکتار مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس و مقایسات میانگین داده‌های جمع‌آوری شده به روش آزمون دانکن به کمک نرم افزار SPSS 16 انجام شد. برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه خوشه‌ای حداقل واریانس Ward بر اساس فاصله اقلیدوسی استفاده گردید. جهت محاسبه پارامترهای تغییرپذیری ژنتیکی از روابط زیر استفاده شد.

ضریب تغییرات فنوتیپی: $PCV = \frac{\sqrt{Vp}}{\bar{x}} \times 100$

ضریب تغییرات فنوتیپی: $GCV = \frac{\sqrt{Vg}}{\bar{x}} \times 100$

وراثت پذی $Hb = Vg/Vp$

پیشرفت ژنتیکی: $Ga = i.Hb.\sqrt{Vp}$

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در تمامی صفات مورد بررسی در سطح معنی‌داری یک درصد می‌باشد (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ، مقایسات میانگین ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش دانکن در سطح یک درصد در تمامی صفات انجام شد (جدول ۲). به دلیل منشا متفاوت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، نتیجه به دست آمده دور از ذهن نبود. تنوع وسیع مشاهده شده در مجموعه ژنوتیپ‌های مورد بررسی، می‌تواند نویدبخش

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]

پتانسیل بالای بهره‌وری آنها در فعالیت‌های به‌نژادی سال‌های آتی باشد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج به‌دست آمده توسط باقری و همکاران (۵)، بلمونته و همکاران (۱۰)، اشرف (۴) و سانتیس و همکاران (۲۹) مطابقت داشته است که ژنوتیپ‌های کینوا در صفات مختلف دارای اختلاف معنی‌دار با همدیگر می‌باشند.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک ۱۴ ژنوتیپ کینوا مورد مطالعه
Table 1. Analysis of variance of morphological traits of 14 studied quinoa genotypes

		میانگین مربعات								
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع (cm)	طول گل‌آذین (cm)	تعداد خوشه در گل‌آذین اصلی	عرض گل آذین (cm)	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه (mm)	بیوماس (g)	وزن هزاردانه (g)	عملکرد (Kg)
بلوک	۲	۰/۴۷	۱/۵۲	۰/۷۴	۰/۰۵	۲/۰۱	۰/۱۴	۱/۰۹	۰/۲۰	۱۰۹۴۵۹
ژنوتیپ	۱۳	۴۳۳/۱**	۴۲/۵**	۳۳/۰**	۲/۵۸**	۱۳/۸**	۳/۸۷**	۳۹/۵**	۰/۶۵**	۱۵۳۳۱۱۴**
خطا	۲۶	۳۲/۶	۷/۷۷	۱۰/۱۹	۰/۴۲	۳/۳۱	۰/۳۵	۹/۶۲	۰/۰۹	۲۴۷۶۲۱
C.V.		۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۵۶	۰/۱۷	۰/۴۱

**: نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد

ژنوتیپ‌های Q104 و Q18 به ترتیب با دارا بودن میانگین های ۱۸/۸ و ۱۶/۴ سانتی‌متر در صفت طول گل‌آذین دارای افزایش معنی‌دار نسبت به شاهد ($\bar{y}$=۷/۹) بودند. ضمن اینکه ژنوتیپ Giza1 در این صفت با دارا بودن میانگین ۶/۵ سانتی‌متر کمترین مقدار را نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر داشته است. همچنین در صفت عرض گل‌آذین ژنوتیپ‌های Q12 ، Q104، Q101 و Q102 به ترتیب با میانگین‌های ۵/۳، ۵/۳، ۵/۰ و ۴/۹ سانتی‌متر دارای اختلاف معنی دار افزایش یافته نسبت به ژنوتیپ شاهد با میانگین ۳/۰ سانتی‌متر و دیگر ژنوتیپ‌ها بودند. در این صفت ژنوتیپ شاهد (Tititcaca) دارای کمترین مقدار بوده است (جدول ۲). این نتایج مشابه نتایج به دست آمده توسط حسین و همکاران (۱۷) می‌باشد که در آن اندازه طول و عرض گل‌آذین ژنوتیپ Q12 اختلاف معنی‌داری را با دیگر ژنوتیپ‌های زودرس مورد مطالعه داشت.

اکثر ژنوتیپ‌ها دارای افزایش معنی‌دار در صفت ارتفاع بوته نسبت به رقم شاهد بودند. ژنوتیپ Q104 با دارا بودن میانگین ۵۶/۹ سانتی‌متر ارتفاع دارای بیشترین اختلاف معنی‌دار با شاهد ($\bar{y}$=۲۹/۰) و همچنین با دیگر ژنوتیپ‌ها بود. در این صفت همچنین ژنوتیپ‌های Q12، Q101 و Q102 دارای بالاترین میانگین ارتفاع بعد از ژنوتیپ Q104 بودند که اختلاف معنی‌داری را نسبت به ژنوتیپ شاهد داشتند. همچنین ژنوتیپ Q29 و Q31 با میانگین ۲۱/۳ سانتی‌متر دارای کمترین مقدار ارتفاع بودند (جدول ۲). در مطالعه‌ای که توسط عفیه و همکاران جهت بررسی میزان تنوع موجود بین ۶ رقم مختلف گیاه کینوا در مصر انجام شده است ژنوتیپ‌های Q27 و Q12 با دارا بودن مقادیر ارتفاع گیاه ۹۱/۹ و ۷۴/۸ سانتی‌متر بیشترین و ژنوتیپ Q31 با میانگین ۳۹/۹ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را به خود اختصاص داد که این نتایج موید نتایج به دست آمده از این مطالعه می باشد (۲).

جدول۲- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های کینوا در صفات مختلف
Table 2. Mean comparison of quinoa genotypes in different traits

صفات ژنوتیپ	ارتفاع (cm)	طول گل‌آذین (cm)	تعداد خوشه در گل‌آذین اصلی	عرض گل آذین (cm)	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه (mm)	بیوماس (g)	وزن هزاردانه (Kg)	عملکرد (Kg)
titicaca	۲۹/۰^{de}	۷/۹^{de}	۱۳/۴^{bcd}	۳/۰^{d}	۸/۳^{cd}	۲/۹^{de}	۳/۸^{d}	۲/۲^{f}	۱۳۳۰/۰^{ef}
Q12	۴۹/۰^{ab}	۱۴/۰^{abc}	۱۵/۵^{abcd}	۵/۳^{a}	۸/۸^{bcd}	۴/۹^{abc}	۱۰/۵^{abc}	۳/۰^{cde}	۲۵۶۵/۰^{abcd}
Q18	۴۵/۷ ^{bc}	۱۶/۴^{ab}	۱۹/۱^{ab}	۴/۶^{ab}	۱۰/۸^{bc}	۴/۷^{bc}	۱۱/۲^{ab}	۲/۵^{ef}	۲۰۷۴/۲^{bcde}
Q21	۲۸/۲ ^{de}	۷/۹^{de}	۱۱/۴^{cd}	۳/۷^{bcd}	۹/۱^{bcd}	۳/۳^{de}	۶/۶^{cde}	۳/۱^{cde}	۱۹۳۱/۷^{cde}
Q22	۲۹/۷ ^{de}	۹/۴^{cde}	۱۳/۸^{bcd}	۳/۴^{cd}	۸/۶^{bcd}	۳/۲^{de}	۴/۷^{cd}	۲/۹^{cde}	۱۳۹۳/۳^{ef}
Q26	۲۹/۲ ^{de}	۹/۸ ^{cde}	۱۴/۸^{bcd}	۳/۴^{cd}	۸/۸^{bcd}	۲/۹^{de}	۳/۹^{d}	۲/۹^{cde}	۸۲۳/۳^{f}
Q29	۲۱/۳^{e}	۸/۰^{de}	۱۵/۵^{abcd}	۲/۸^{d}	۹/۷^{bcd}	۲/۹^{de}	۴/۸^{cd}	۳/۳^{bc}	۱۳۹۳/۰^{ef}
Q31	۲۱/۳^{e}	۶/۹^{de}	۱۱/۴^{cd}	۲/۹^{d}	۶/۸^{d}	۲/۸^{e}	۴/۰^{d}	۲/۷^{def}	۱۲۳۵/۰^{ef}
Giza1	۲۲/۰^{e}	۶/۵^{e}	۹/۸^{d}	۳/۶^{bcd}	۶/۷^{d}	۲/۹^{de}	۴/۹^{cd}	۳/۱^{bcd}	۱۴۴۳/۵^{ef}
Red crina	۳۶/۳^{cd}	۱۰/۴^{cde}	۱۳/۱^{bcd}	۴/۶^{abc}	۹/۳^{bcd}	۴/۰^{cd}	۹/۱^{abcd}	۲/۶^{def}	۲۵۴۳/۹^{abcd}
Q101	۴۸/۷ ^{ab}	۱۳/۸^{abc}	۱۸/۸^{ab}	۵/۰^{a}	۱۱/۹^{ab}	۵/۸^{a}	۱۱/۳^{ab}	۳/۹^{a}	۲۷۰۲/۲^{abc}
Q102	۴۸/۳ ^{ab}	۱۲/۳^{bcd}	۲۱/۲^{a}	۴/۹^{a}	۱۴/۶^{a}	۵/۷^{ab}	۱۳/۰^{a}	۳/۴^{abc}	۳۰۴۰/۰^{a}
Q104	۵۶/۹^{a}	۱۸/۸ ^{a}	۱۶/۳^{abc}	۵/۳^{a}	۸/۶^{bcd}	۵/۳^{ab}	۱۳/۷^{a}	۳/۳^{bc}	۲۹۶۰/۸^{ab}
Q105	۴۲/۳^{bc}	۱۳/۶^{abc}	۱۱/۴^{cd}	۳/۱^{d}	۶/۶^{d}	۳/۹^{cde}	۶/۳^{bcd}	۳/۷^{ab}	۱۶۶۲/۵^{def}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار می باشد

در صفت تعداد خوشه در گل‌آذین اصلی، ژنوتیپ Q102 با میانگین تعداد ۲۱/۲ خوشه، دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد ($\bar{y}$=۱۳/۴) و دیگر ژنوتیپ‌ها بود. در این صفت رقم Giza1 دارای کمترین میانگین تعداد خوشه در گل‌آذین اصلی بود (جدول ۲). محققان در مطالعه‌ای با اعمال تیمار سطوح مختلف شوری به چند رقم کینوا به این نتیجه رسیدند که تفاوت در تعداد و طول خوشه بیشتر از آنکه تحت تاثیر عامل

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]

شوری باشد متاثر از اختلافات ژنوتیپی بین ارقام می‌باشد (۱۸).

ژنوتیپ‌های Q102 و Q101 با میانگین‌های تعداد ۱۴/۶ و ۱۱/۹ شاخه فرعی دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به رقم شاهد با میانگین ۸/۳ بودند. ژنوتیپ Q105 در این صفت دارای کمترین میانگین تعداد شاخه فرعی ($\bar{y}$=۶/۶) بود (جدول ۲). نتایج به دست آمده در این مطالعه منطبق با نتایج به دست آمده از پژوهش معروف و ناگات (۲۲) در سودان بوده است که در آن ژنوتیپ‌های Q102 و Q101 دارای بیشترین تعداد و ژنوتیپ Q105 کمترین تعداد شاخه فرعی را در این صفت دارا بودند.

در صفت وزن هزاردانه، ژنوتیپ Q101 با میانگین مقدار ۳/۹ گرم دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد ($\bar{y}$=۲/۲) و دیگر ژنوتیپ‌ها بود. همچنین ژنوتیپ Q105 در رتبه بعدی مقدار وزن هزار دانه بوده و ژنوتیپ Titicaca دارای کمترین میانگین وزن هزاردانه بود (جدول ۲). در پژوهشی انجام شده در کشور اسپانیا، همانند مطالعه حاضر، نشان داده شد که ژنوتیپ Q105 نسبت به ژنوتیپ Titicaca و دیگر ژنوتیپ‌ها در صفات مختلف مورد بررسی خصوصا وزن هزاردانه دارای افزایش معنی‌دار بوده است (۳۰). عباسی و همکاران (۱) نیز نتیجه مشابه پژوهش حاضر را گزارش کرده‌اند که رقم Titicaca یکی از کمترین مقادیر وزن هزار دانه را در بین ژنوتیپ‌های کینوا دارا می‌باشد. این رقم که به‌عنوان رقم شاهد منطقه گرگان می‌باشد و توسط کارشناسان کشاورزی به کشاورزان منطقه توصیه می‌شود، علی‌رغم اینکه دارای صفات مطلوبی همچون زودرسی و تحمل به خشکی و شوری بالا می‌باشد اما ریز بودن بذر آن می تواند عامل نامطلوبی برای تجاری سازی، بازاریابی و صادرات آن باشد.

ژنوتیپ‌های دیررس Q102، Q104، Q101 و همچنین ژنوتیپ زودرس Q12 به ترتیب با دارا بودن میانگین‌های عملکرد ۳۰۴۰، ۲۹۶۰، ۲۷۰۲ و ۲۵۶۲ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین اختلاف معنی‌دار نسبت به رقم شاهد با میانگین ۱۳۳۰ کیلوگرم بودند. ژنوتیپ Q26 در این صفت کمترین مقدار را نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر دارا بود (جدول ۲). در آزمایشی که همراه با کشت ۱۸ ژنوتیپ زودرس و دیررس در چند منطقه‌ی کشور سودان بوده نیز به نتایج مشابه مطالعه حاضر دست یافتند. به طوری که ژنوتیپ Q104 و Q102 به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۴/۱۷ و ۳/۱۱ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها بودند (۲۲). برتری ژنوتیپ Q12 از لحاظ عملکرد دانه نسبت به ژنوتیپ‌های زودرس در پژوهش‌های متعددی به تایید رسیده است (۸،۹،۲۹،۳۰).

همبستگی

ضرایب همبستگی ساده در بین عملکرد دانه گیاه و صفات مرتبط با آن در جدول ۳ آورده شده است. روابط بین همه صفات با همدیگر از نوع مثبت و به غیر از صفت وزن هزار دانه، معنی‌دار بود.

هرچند که در مطالعه حاضر ارتفاع بوته همبستگی بالایی را با عملکرد دانه داده است اما این صفت همیشه نمی‌تواند عاملی برای افزایش عملکرد باشد. با توجه به پتانسیل شاخه‌دهی و خوشه‌دهی بالا در این گیاه، چنانچه ارتفاع مناسب گیاه، همراه با صفات موثر در استقرار گیاه همانند ریشه توسعه یافته و قطر ساقه نباشد بیش از آنکه عامل مطلوبی برای رشد گیاه باشد، عاملی خواهد بود جهت وقوع ورس در گیاه و همچنین کاهش عملکرد. جدول بررسی میزان همبستگی صفات ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این مطالعه، نشان‌دهنده مقدار بالای همبستگی بین ارتفاع بوته و قطر ساقه (**۰/۸۹) می‌باشد (جدول ۳). ژنوتیپ‌های Q104، Q12، Q101 و Q102 که در این مطالعه به ترتیب دارای بالاترین میانگین ارتفاع نسبت به بقیه بوده‌اند، همچنین دارای وضعیت مشابهی در صفت قطر ساقه نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر بودند (جدول ۲). بنابراین، این ژنوتیپ‌ها می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های دارای عوامل پایه‌ای مطلوب جهت رسیدن به عملکرد دانه بالاتر در فعالیت‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرند.

صفات مرتبط با عملکرد دانه رفتارهای مشابهی را (به جز وزن هزار دانه) نسبت به همدیگر از خود به نمایش گذاشتند. به‌طوری که در غالب موارد همبستگی از نوع مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد بود. صفت ارتفاع گیاه، همراهی مثبت و معنی‌دار بالایی را نسبت به صفات طول گل‌آذین (**۰/۹۱)، عرض گل‌آذین (**۰/۸۲)، قطر ساقه (**۰/۸۹) و بیوماس (**۰/۸۳) داشت. همچنین صفات طول گل‌آذین و عرض گل‌آذین نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری را با صفات قطر ساقه و بیوماس داشتند. صفت قطر ساقه نیز بالاترین میزان همراهی مثبت و معنی دار را با صفت بیوماس (۰/۹۰) نسبت به روابط دیگر داشت.

صفات طول و عرض گل‌آذین و تعداد خوشه در گل‌آذین اصلی به خاطر وجود تنوع بالا در بین ژنوتیپ‌ها و همچنین تاثیر مستقیم بر عملکرد دانه گیاه از مهم‌ترین صفات در بررسی‌های مطالعاتی گیاه کینوا می باشد. در این مطالعه نیز روابط مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و هر کدام از صفات عرض گل‌آذین (**۰/۸۵)، طول گل‌آذین (**۰/۶۸) و تعداد خوشه (**۰/۵۲) مشاهده گردید (جدول ۳). نانلی و همکاران (۲۵) در مطالعه‌ای گزارش کردند که استفاده از ارقام با طول خوشه بلند در فعالیت‌های به نژادی مطلوب خواهد بود. زیرا بین ارقام از لحاظ طول خوشه در مکان‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود داشت، ضمنا طول خوشه و عملکرد نهایی دانه، همبستگی مثبت و معنی‌داری با هم داشتند.

جدول همبستگی نشان‌دهنده همراهی مثبت وزن هزار دانه با عملکرد دانه می‌باشد (r=۰/۲۸) اما این همراهی از نوع معنی‌دار نبوده است (جدول ۳). چنان‌که اغلب ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالا بودند (Q101، Q102 و Q104) دارای وزن هزار دانه بالا نیز بوده‌اند. اما در حالی که ژنوتیپ Q105 که عملکرد متوسط ۱۶۰۲ کیلوگرم در هکتار را داشته است، دارای وزن هزاردانه با مقدار بالای ۳/۷ گرم بود (جدول ۲). این نتایج مشابه نتایج حاصل از پژوهش عفیه و همکاران (۲) بود که در آن، این دو صفت دارای ارتباط مثبت و غیرمعنی‌دار بودند. نتایج به دست آمده نشان دهنده این احتمال می‌باشد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]

که صفت وزن هزاردانه در رفتار ژنتیکی، مستقل از صفت عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه باشد. همچنان که با دیگر صفات مرتبط با عملکرد دانه نیز ارتباط معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

جایگاه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در صفت عملکرد دانه همانند جایگاه آنها در صفت بیوماس بوده است. به طوری که صفت عملکرد دانه دارای بیشترین ضریب همبستگی با صفت بیوماس بوده است (r=۰/۹۳**). این مسئله نشان‌دهنده اهمیت بالای مرحله رویشی در افزایش عملکرد دانه گیاه می‌باشد. گیاه کینوا با رسیدن دمای محیط به حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد وارد مرحله زایشی خواهد شد. در صورت بررسی و شناسایی بهترین زمان کشت هر ژنوتیپ در هر منطقه و رعایت اصول به زراعی، گیاه می‌تواند با بهره‌گیری از زمان لازم جهت رشد و نمو، با بنیه قوی‌تری وارد مرحله زایشی شود و عملکرد بالاتری را از خود نشان دهد.

اما مهم‌ترین روابطی که در فرایند انتخاب و به‌نژادی گیاه کینوا می‌تواند مهم و موثر باشد روابط مثبت و معنی‌دار صفت عملکرد دانه با هر کدام اجزای عملکرد می‌باشد که در این مطالعه بیشترین مقدار همبستگی عملکرد دانه با صفات بیوماس (۰/۹۳**)، قطر ساقه (۰/۸۸**)، عرض گل‌آذین (۰/۸۵**)، ارتفاع (۰/۷۶**) و طول گل‌آذین (۰/۶۸**) بوده است. بنابراین انتخاب بر اساس این صفات می‌تواند نشانگر فنوتیپی خوبی برای وضعیت عملکرد دانه در این ژنوتیپ‌ها از گیاه کینوا باشد. آگاهی از میزان و نوع همبستگی بین صفات برای به‌نژادگر بسیار مهم می‌باشد. به طوری که فعالیت‌های به‌نژادی با دقت و سرعت بیشتری انجام خواهد شد و همچنین اطلاعات آن ایده‌ی اولیه مناسبی برای بررسی‌های بیشتر ژنتیکی صفات مورد مطالعه خواهد بود. روابط همبستگی مشاهده شده بین صفات در این مطالعه با نتایج به دست آمده توسط بهارگاوا و همکاران (۱۱)، میگنون و برترو (۲۳)، عمر و همکاران (۲۶) و النگار و همکاران (۳) مطابقت داشته است.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی

Table 3. Correlation coefficients between the studied traits

صفات	۱. ارتفاع	۲. طول گل آذین	۳. تعداد خوشه	۴. تعداد شاخه فرعی	۵. عرض گل‌آذین	۶. قطر ساقه	۷. بیوماس	۸. وزن هزار دانه	۹. عملکرد
۱	۱	۰/۹۱**	۰/۵۷**	۰/۴۶**	۰/۸۲**	۰/۸۹**	۰/۸۳**	۰/۲۷	۰/۷۶**
۲		۱	۰/۵۶**	۰/۳۹*	۰/۷۶**	۰/۸۱**	۰/۸۳**	۰/۲۲	۰/۶۸**
۳			۱	۰/۷۴**	۰/۵۵**	۰/۶۸**	۰/۶۱**	۰/۱۰	۰/۵۲**
۴				۱	۰/۵۴**	۰/۶۷**	۰/۶۱**	۰/۲۰	۰/۵۸**
۵					۱	۰/۸۶**	۰/۸۸**	۰/۱۸	۰/۸۵**
۶						۱	۰/۹۰**	۰/۴۰**	۰/۸۸**
۷							۱	۰/۲۵	۰/۹۳**
۸								۱	۰/۲۸
۹									۱

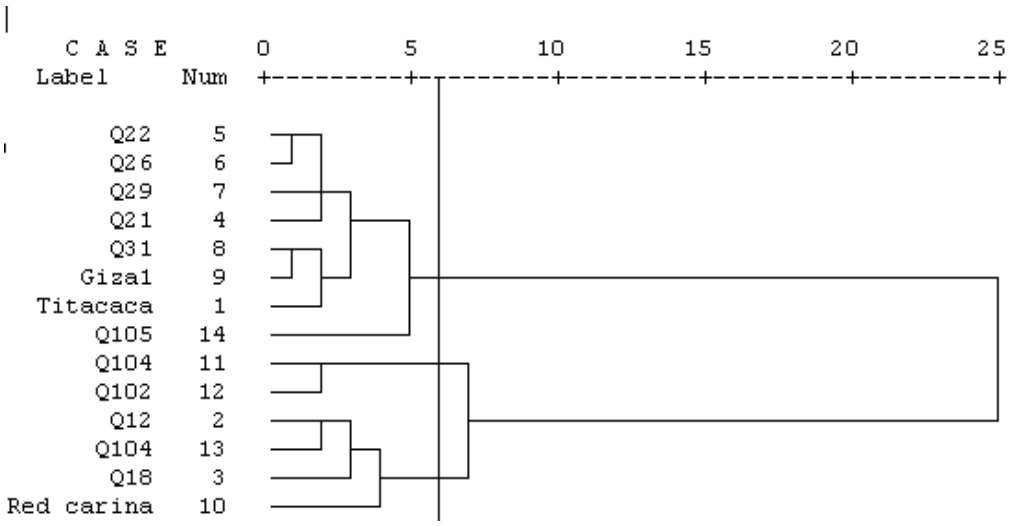
** و *: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطوح ۱ و ۵ درصد احتمال می‌باشد

تجزیه خوشه‌ای

به‌منظور تعیین الگوی تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و تعیین فاصله ژنتیکی آن‌ها، تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس (روش Ward) انجام گرفت و از روش فاصله اقلیدوسی برای آنالیز استفاده شد که بر اساس آن، ژنوتیپ‌ها به ۳ گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های Q22، Q26، Q29، Q21، Q31، Giza1 و Titicaca در زیرگروه اول و ژنوتیپ Q105 در زیرگروه دوم بود. همچنین ژنوتیپ‌های Q101 و Q102 در گروه دوم قرار گرفتند و گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های Q12، Q104، Q18 و Redcarina بود. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه کلاستر به نظر می‌رسد که گروه‌بندی، بیش از آن‌که با منشا جغرافیایی منطبق باشد، براساس زمان رسیدگی ژنوتیپ‌ها می‌باشد، چرا که اکثر ژنوتیپ‌هایی که در گروه ۱ و ۳ قرار گرفته‌اند از نوع زودرس و ژنوتیپ‌های گروه ۲ از نوع دیررس می‌باشند. همچنین ژنوتیپ دیررس Q105 که در گروه ۱ حضور دارد در زیرگروه جداگانه‌ای نسبت به ژنوتیپ‌های زودرس حاضر در این گروه قرار گرفته است (شکل ۱).

برای مشخص کردن اهمیت گروه‌ها از نظر صفات مورد بررسی، میانگین گروه‌ها برای هر کدام از صفات برآورد گردید (جدول ۴). گروه ۲ و ۳ در تمامی صفات (به جز گروه ۳ در صفت وزن هزاردانه) دارای میانگین بالاتری از میانگین کل بودند و گروه ۱ فقط در صفت وزن هزار دانه، میانگین بالاتری از میانگین کل داشته است. گروه ۱ در تمامی صفات به جز وزن هزاردانه حائز کمترین مقدار میانگین صفات بین گروه‌ها بود. بنابراین ژنوتیپ‌های این گروه دارای بوته های پاکوتاه و عملکرد بیولوژیک و عملکرد بذر پایین‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های دو گروه دیگر بود. اما گروه ۲ به جز در صفت طول گل‌آذین در بقیه صفات دارای بیشترین مقدار میانگین بود. بنابراین با توجه به ارزش بیشتر ژنوتیپ‌های این گروه از نظر صفات مهم همانند عملکرد دانه، بیوماس و تعداد، طول و عرض خوشه، اهمیت ویژه‌ای را می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی داشته باشند و مورد توجه ویژه قرار گیرند. همچنین گروه ۳ بیشترین مقدار میانگین را در صفت طول گل‌آذین و کمترین مقدار میانگین را در صفت وزن هزاردانه در بین گروه‌ها دارا بود (جدول ۴). ژنوتیپ‌های زودرس حاضر در گروه ۳ دارای نمایش بهتری در صفات عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن نسبت به دیگر ژنوتیپ‌های زودرس مورد بررسی در این پژوهش بودند (جدول ۳).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]



شکل ۱- گروه‌بندی ۱۴ ژنوتیپ کینوا بر اساس ۹ صفت مورفولوژیک با استفاده از فاصله اقلیدوسی
Figure 1. Grouping of 14 quinoa genotypes based on 9 morphological traits using Euclidean distance

جدول ۴- مقایسه میانگین گروه‌های ژنوتیپی در صفات مختلف مورد بررسی
Table 4. Comparison of the mean of genotypic groups in different traits

صفات گروه	ارتفاع	طول گل آذین	تعداد خوشه	تعداد شاخه فرعی	عرض گل آذین	قطر ساقه	بیوماس	وزن هزاردانه	عملکرد
۱	۲۷/۸	۸/۷۵	۱۲/۶	۸/۰۷	۳/۲۳	۳/۱۰	۴/۸۷	۲/۹۸	۱۴۰۱
۲	۴۸/۵	۱۳/۰	۲۰/۰	۱۳/۲	۴/۹۵	۵/۷۵	۱۲/۱	۳/۶۵	۲۸۷۱
۳	۴۶/۹	۱۴/۹	۱۶/۰	۹/۳۷	۴/۹۰	۴/۷۲	۱۱/۱	۲/۸۵	۲۵۴۶
میانگین کل	۳۶/۲	۱۱/۱	۱۴/۶	۹/۱۸	۳/۹۵	۳/۹۴	۷/۷۰	۳/۰۴	۱۹۴۵

تغییرپذیری ژنتیکی

واریانس ژنتیکی و فنوتیپی، ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی به‌عنوان درصدی از میانگین برای صفات مختلف ارزیابی می شود. بالاترین مقدار واریانس فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفت عملکرد دانه و به دنبال آن برای ارتفاع گیاه بود. اما وزن هزار دانه کمترین مقدار را دارا بود. ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای عملکرد قطر ساقه و بیوماس به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار بود (جدول ۵). نزدیک بودن ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی نشان‌دهنده ناچیز بودن اثرات محیطی بر بیان صفات و همچنین فاصله زیاد مقادیر ضریب تغییرات فنوتیپی از ضریب تغییرات ژنوتیپی دلالت بر بالا بودن میزان اثرات محیطی است (۳۴). در مطالعه حاضر نسبت حدودا دو برابری ضریب تغییرات فنوتیپی به ضریب تغییرات ژنوتیپی در تمامی صفات مشاهده شده است با توجه به کمی بودن صفات مورد بررسی در این مطالعه نتیجه به دست آمده دور از ذهن نبود. بنابراین عوامل محیطی می تواند تاثیر قابل توجهی را در بروز این صفات داشته باشند.

وراثت‌پذیری مهمترین پارامتر در مطالعات ژنتیکی صفات کمی است و در تصمیم گیری برای گزینش یک صفت خاص نقش حیاتی ایفا می کند (۱۴). در این تحقیق بالاترین میزان وراثت پذیری متعلق به صفات ارتفاع (۸۱٪)، قطر ساقه (۷۷٪) و وزن هزاردانه (۶۷٪) بوده است. مقادیر بالای وراثت پذیری در این صفات نسبت به سایر صفات پایین بودن تاثیر محیط روی این صفات را نشان می دهد. بنابراین انتخاب بر اساس فنوتیپ در این صفات موثر می باشد. در بررسی تغییر پذیری و وراثت پذیری برای صفات مختلف ۸ ژنوتیپ کینوا در خاک‌های شور و معمولی، نزدیکی بسیار بالایی برای ضرایب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی مشاهده شد که به دنبال آن ارزش وراثت‌پذیری بسیار بالایی در هر دو محیط برای همه صفات مورد مطالعه، به دست آمد. به طوری که وراثت‌پذیری در خاک سدیمی از ۹۱٪ (طول گل آذین) تا ۹۸٪ (ارتفاع بوته) و در خاک معمولی از ۸۹٪ (عملکرد دانه) تا ۹۹٪ (قطر ساقه) به دست آمد (۱۱). در آزمایش دیگری، تغییر پذیری و وراثت پذیری برای صفات مختلف در سه واریته آمارانتوس که هم خانواده گیاه کینوا می‌باشد، محاسبه و مشخص شد که وراثت‌پذیری برای ارتفاع بوته و بیوماس گیاه دارای بالاترین مقدار بود که با نتایج بدست آمده از این آزمایش همخوانی دارد (۳۳). بالا بودن وراثت‌پذیری نشان می‌دهد که انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب با توجه به فنوتیپ قابل اطمینان است. اگر چه وراثت‌پذیری بالا، موثر بودن گزینش را بر اساس کارایی فنوتیپی نشان می‌دهد اما هیچ گونه شاخصی از مقدار پیشرفت ژنتیکی را برای گزینش بهترین افراد نشان نمی دهد. این مورد با استفاده از پیشرفت ژنتیکی امکان پذیر است (۹).

جهت براورد اثرات انتخاب، ترکیب وراثت‌پذیری با پیشرفت ژنتیکی نسبت به وراثت پذیری به تنهایی، می تواند کارایی بیشتری را به همراه داشته باشد (۱۶). عملکرد دانه و ارتفاع گیاه، بالاترین پیشرفت ژنتیکی و وزن هزاردانه و عرض گل آذین، پایین ترین مقدار برای پیشرفت ژنتیکی را نشان دادند (جدول ۵). نتایج بدست آمده نشان داد مقادیر بالای میزان

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]

وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای صفت ارتفاع گیاه وجود دارد. بنابراین انتخاب بر اساس این صفت که همزمان وراثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالایی دارد می تواند درجه موفقیت بیشتری را برای به‌نژادگران گیاه کینوا به همراه داشته باشد.

جدول ۵ – پارامترهای ژنتیکی برای صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های کینوا
Table 5. Genetic parameters for morphological traits in quinoa genotypes

	واریانس ژنتیکی	واریانس فنوتیپی	ضریب تغییرات ژنوتیپی	ضریب تغییرات فنوتیپی	وراثت پذیری	پیشرفت ژنتیکی
عملکرد	۴۲۸۴۹۷/۶۷	۶۷۶۱۱۸/۶۷	۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۶۳	۱۰۷۳/۵۱
وزن هزاردانه	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۶۵	۰/۷۱
بیوماس	۹/۹۷	۱۹/۵۹	۰/۴۱	۰/۵۷	۰/۵۱	۴/۶۴
قطر ساقه	۱/۱۷	۱/۵۲	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۷۷	۱/۹۶
تعداد شاخه فرعی	۳/۵۰	۶/۸۱	۰/۲۰	۰/۲۸	۰/۵۱	۲/۷۶
عرض گل‌آذین	۰/۷۲	۱/۱۴	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۶۳	۱/۳۹
تعداد خوشه	۷/۶۰	۱۷/۷۹	۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۴۳	۳/۷۱
طول گل‌آذین	۱۱/۶۰	۱۹/۳۷	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۶۰	۵/۴۳
ارتفاع	۱۳۳/۴۷	۱۶۶/۱۵	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۸۰	۲۱/۳۳

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه ژنوتیپ‌های Q104، Q102 و Q101 در اکثر صفات دارای افزایش معنی دار نسبت به شاهد و دیگر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند. ژنوتیپ Q104 در صفات ارتفاع، طول گل‌آذین، عرض گل‌آذین، بیوماس و عملکرد و ژنوتیپ Q102 در صفات تعداد خوشه، عرض گل‌آذین، تعداد شاخه فرعی، بیوماس و عملکرد و ژنوتیپ Q101 در صفات عرض گل آذین، قطر ساقه و وزن هزاردانه به صورت افزایشی دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به شاهد و ژنوتیپ‌های دیگر بودند (جدول ۳). در تجزیه کلاستر نیز ژنوتیپ‌های Q104 و Q102 در گروهی جداگانه نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر قرار گرفتند. دوره رشد از ابتدای کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در ژنوتیپ‌های دیررس از ۱۵۰ تا ۱۶۵ روز طول کشید. در صورتی که این فرایند در ژنوتیپ‌های زودرس همانند Titicaca، Q12 و Q18 بین ۹۰ تا ۱۱۰ روز بود. با توجه به همبستگی بالای مشاهده شده بین صفت عملکرد دانه و صفات رویشی مورد مطالعه (جدول ۳) به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های دیررس به علت اینکه مدت زمان بیشتری را در مرحله رشد رویشی طی می‌کنند با پتانسیل بالاتری وارد مرحله زایشی شده و در نهایت عملکرد دانه بالاتری را نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر تولید می‌کنند. در صورتی که برنامه‌ای برای کشت پاییزه وجود نداشته باشد، این ژنوتیپ‌های دیررس اما پرمحصول می‌تواند گزینه‌های مناسبی برای کشت به جای ژنوتیپ‌های زودرس باشند. اما در صورت تمایل به کشت ژنوتیپ‌های زودرس و یا میان‌رس، با توجه به نتایج به دست آمده، ژنوتیپ‌های گروه سوم خوشه‌بندی شامل Q12، Q18 و RedCarina می‌توانند عملکرد بهتری را در کشت تابستانه منطقه معتدله گرگان داشته باشند.

منابع

1. Abasi, S., A. Cordnaeich and M. Bagheri. 2018. Evaluation of genetic diversity of new *chenopodium quinoa* (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivars based on agro morphological traits. 15th National Iranian Congress Science Congress, 2-5 Sep. 2019. Karaj, Iran (In Persian).
2. Afiah, S.A., A.H. Wafaa and A.M. AlKady. 2018. Assessment of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes for seed yield and its attributes under Toshka conditions. Plant Production Science 45(6): 2281-2294.
3. Al-Naggar, A.M.M., R.M. Abd El-Salam, A.E.E. Badran and M.M.A. El-Moghazi. 2017. Heritability and interrelationships for agronomic, physiological and yield traits of Quinoa (*Chinopodium quinoa* Willd.) under elevated water stress. ACRI, 10(3): 1-15.
4. Ashraf, E. 2017. Multi-environmental evaluation for grain yield and its components of quinoa genotypes across the north western coast of Egypt. Egyptian journal of desert research, 67: 65-82
5. Bagheri, M. 2019. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics in new genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Final Research Project Report, Agricultural Research and Information Center, Registration No. 55778 (In Persian).
6. Bagheri, M., M.R. Zamani, H. Shouride, A.R. Molaei, A.R. Mansourian and F. Heydari. 2019. Evaluation of compatibility of quinoa Genotypes in Mashhad and Isfahan. Final Research Project Report, Agricultural Research and Information Center, Registration No. 53795 (In Persian).
7. Bagheri, M., Z. Anafjeh, S. Keshavarz and B. Foladi. 2020. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of new quinoa genotypes in spring cultivation at karaj. Iranian journal of field crops research. Vol. 18, No. 4, winter. 2021, 465-475 p (In Persian).
8. Bazile, D., C. Pulvento, A. Verniau, M.S. Al-Nusairi, D. Ba, J. Breidy, L. Hassan, M.I. Mohammed, O. Mambetov, M. Otambekova, N.A. Sepahvand, A. Shams, D. Souici, K. Miri and S. Padulosi. 2016. Worldwide evaluations of quinoa: Preliminary results from post international year of quinoa FAO projects in nine countries. Frontiers in Plant Science, 7: 850.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]

9. Beikzadeh, H., S.M. AlaviSiney, M. Bayat and A.A. Ezady. 2012. Estimation of Genetic Parameters of Effective Agronomical Traits on Yield in some of Iranian Rice Cultivar. Agronomy Journal, 104: 73-78 (In Persian).
10. Belmonte, C., E. Soaresde Vasconcelos, C. Tsutsumi, E. Lorenzetti, C. Hendges, J. Coppo, A. daSilva Martinez, R. Pan, T. Santos Brito and A. Inagaki. 2018. Agronomic and productivity performance for quinoa genotypes in an agroecological and conventional production system. American Journal of Plant Sciences, 9: 880-891.
11. Bhargava, A., S. Shukla and D. Ohri. 2007. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Field Crop Research, 101: 104-116.
12. Bhargava, A., S. Shukla, R.S. Katiyar and D. Ohri. 2003. Selection parameters for genetic improvement in chenopodium grain on sodic soil. Journal of Applied Horticulture, 5: 45-48.
13. Bosque Sanchez, H., R. Lemeur, P. VanDamme and S.E. Jacobsen. 2003. Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews Interna-tional, 19: 111-119.
14. Crippa, I., C. Bermejo, M.A. Esposito, E.A. Martin, V. Cravero, D. Liberatti, F.S.L. Anido and E.L. Cointry. 2009. Genetic variability, correlation and path analyses for agronomic traits in Lentil genotypes. International Journal of Plant Breeding, 3: 76-80.
15. Gonzalez Martin, M.I., G. Wells Moncada, S. Fischer and O. Escuredo. 2014. Chemical characteristics and mineral composition of quinoa by nearinfrared spectroscopy. Journal of the Science of Food and Agriculture, 94: 876-881.
16. Gul, R., H. Khan, M. Bibi, Q.U. Ain and B. Imran. 2013. Genetic analysis and interrelationship of yield attributing traits in chickpea (Cicer arietinum L.). The Journal of Animal and Plant Sciences, 23: 521-526.
17. Hussain, M.I., A.J. Al-Dakheel and M.J. Reigosa. 2018. Genotypic differences in agro-physiological, biochemical and isotopic responses to salinity stress in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants: Prospects for salinity tolerance and yield stability. Plant Physiology and Biochemistry, 129: 411-420.
18. Hussain, M.I., A. Muscolo, M. Ahmed, M.A. Asghar and A.J. Al-Dakheel. 2020. Agro-Morphological, Yield and Quality Traits and Interrelationship with Yield Stability in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotypes under Saline Marginal Environment. Plants (Basel, Switzerland), 9(12): 1763.
19. Jacobsen, S.E., H. Quispe and A. Mujica. 2001. Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes. Scientist and Farmer-Partners in Research for the 21st Century. CIP Program Report, 2000, 403-408.
20. Jacobsen, S. 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International, 19: 167-177.
21. Jacobsen, S.E., F. Liu and C.R. Jensen. 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Scientia Horticulturae, 122: 281-287.
22. Maarouf, M. and M. Nagat. 2016. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) per-formance under the hot-dry weather of Sudan. In international quinoa conference 2016: Quinoa for future food and nutrition security in marginal environments, Dubai. UAE.
23. Mignone, C.M. and H.D. Bertero. 2007. Identificacion del periodo critico de determinacion del rendimiento en quinoas de nivel del mar. In Proceedings of the Congreso Internacional de la Quinua, 23-26 October. Iquique.
24. Molaei, A. 2016. Evaluation of adaptation and response of some quinoa cultivars to day length in Shahrekord. Final report of the research project. Chaharmahal & Bakhtiari Province Agricultural and Natural Resources Research and Training Center. Agricultural Research and Extension Research Organization (In Persian).
25. Naneli, I. and T. Dokuyucu. 2017. Response of the quinoa genotypes to different locations by grain yield and yield components. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 6(3): 446-451.
26. Omar, S.A., I.M. Masoud and R.M.A. Khalil. 2014. Gentic evalusation of some quinoagenotypes under Ras Suder conditions. Journal of plant production., Mansoura Univ, 5(11): 1915-1930.
27. Reguera, M., C. Conesa, A. Gil-Gómez, C. Haros, M. Pérez-Casas, V. Briones-Labarca, L. Bolaños, I. Bonilla, R. Alvarez, K. Pinto, A. Mujica and L. Bascuña-Godoy. 2018. The impact of different agroecological conditions on the nutritional composition of quinoa seeds. Peer Journal, 6(e4442).
28. Salehi, M., V. Soltani and F. Dehghany. 2016. Potential of quinoa production in central plateau of Iran. Regional conference of marginal area of Iran central desert, 23 Jan, Qom- Iran (In Persian).
29. Santis, G., C. Maddaluno, T. Ambrosio, A. Rascio, M. Rinaldi and J. Troisi. 2016. Characterisation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) accessions for the saponin content in Mediterranean environment. Italian Journal of Agronomy, 11(774): 277-281.
30. Santis, G., D. Ronga, F. Caradonia, T. DAmbrosio, J. Troisi, A. Rascio, M. Fragasso, N. Pecchioni and M. Rinaldi. 2018. Evaluation of two groups of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) accessions

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]

with different seed colours for adaptation to the Mediterranean environment. Crop and Pasture Science, 69(12): 1264-1275.
31. Seifati, E., S. Ramezanpour, H. Soltanloo, M. Salehi and N.A. Sepahvand. 2016. Investigation of some morphophenological traits related to yield and early maturity in cultivars Modified quinoa (*Chenopodium quinoa*). Journal of Crop Production, 8(2): 153-169 (In Persian).
32. Sepahvand, N.A. and A. Prcasi. 2015. Study of adaptation and agronomic characteristics of quinoa in Iranshahr. 13th Iranian Conference on Agronomy and Plant Breeding Sciences and Third Iranian Seed Science and Technology Conference. Karaj, Iran, 421-424 pp (In Persian).
33. Shrivastav, S.P., C.B. Yadav, V. Singh and V. Maurya. 2020. Evaluation and identification of most promising genotypes for varietal development in amaranthus (*Amaranthus paniculatus* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(01): 345-360.
34. Singh, K.B., B. Geletu and R.S. Malhotra. 1990. Association of some characters with seed yield in chickpea collections. Euphytica, 49: 83-88.
35. Tavoosi, M. and N.A. Sepahvand. 2013. Effect of planting date on yield and phenological and morphological characteristics of different genotypes of new quinoa in Khuzestan. First International Congress and 13th Iranian Genetic Congress. Tehran, Iran (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]

Investigation of Morphological and Genotypic Characteristics of Quinoa in Gorgan Region

Miad Kia[1], Nadali Bagheri[2], Nadali Babaeian Jelodar[3] and Mahmoud Bagheri[4]

1- PhD student in Plant Breeding, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Associate Professor of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University,
(Corresponding author: bagherinadali@yahoo.com)
3- Professor of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
4- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj
Received: 18 December, 2021 Accepted: 3 April, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Due to the very high diversity among the genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa*), it has shown a very high adaptability and stability in different climates. Therefore, this experiment was performed to investigate the morphological and genetic diversity of 14 quinoa genotypes and compare them with the control genotype of the region (Titicaca).

Material and Methods: This experiment was conducted using randomized complete block design with three replications in the research farm of Gorgan Agricultural Meteorological Research Office. The studied genotypes including 4 late genotypes and 10 early genotypes were obtained from the Seed and Plant Improvement Institute of Karaj and were sown on August 11, 2019. Nine traits including plant height, stem diameter, number of sub-branches, panicle length, number of panicles, panicle width, biomass, 1000-seed weight and yield per hectare were evaluated during the growing season.

Results: Analysis of variance showed that there was a significant difference between genotypes in all studied traits. Late genotypes Q104, Q102 and Q101 had a significant increase in most traits, especially grain yield, compared to control and other genotypes. Comparison of correlation coefficients between traits has shown a positive and significant relationship between grain yield and all studied traits except 1000-grain weight. The highest correlations of grain yield were with biomass, stem diameter, panicle width, height and panicle length, respectively. In addition, the clustering of genotypes based on agronomic traits has divided the genotypes into 3 groups, with the highest average yield related to the second cluster including late maturity genotypes Q104 and Q102 and the lowest related to the first cluster. In this study, the highest genetic and phenotypic variance, heritability and genetic gain were related to plant height and grain yield.

Conclusion: Among the studied genotypes, late genotypes Q104, Q102 and Q101 and among early genotypes, Q12 and Q18 showed better performance than other genotypes. Therefore, these genotypes can be suitable options for cultivation of this plant in this region.

Keywords: Correlation, Genetic diversity, Genetic advance, Cluster analysis, Quinoa

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.14.43.145]