"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و دوم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های منتخب کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در نظام‌های کشت بهاره در مناطق سرد و معتدل

Assessment of adaptability and seed yield stability of selected quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes in spring cropping systems in cold and temperate regions of Iran

محمود باقری[۱]، زینب عنافجه[۲]، مجید طاهریان[۳]، عالیه امامی[۴]، علیرضا مولائی[۵] و ساسان کشاورز[۶]

چکیده

باقری، م.، ز. عنافجه، م. طاهریان، ع. امامی، ع. ر. مولائی و س. کشاورز. ۱۳۹۹. ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های منتخب کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در نظام‌های کشت بهاره در مناطق سرد و معتدل. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۲ (۴): ۳۸۷-۳۷۶.**

این تحقیق با هدف ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کینوا در نظام کشت بهاره در مناطق سرد و معتدل کشور اجرا شد. در این تحقیق ده ژنوتیپ کینوا (Red Carina, Titicaca, Giza1, Q12, Q18, Q21, Q22, Q26, Q29 و Q31 در چهار مکان کرج، شهرکرد، کاشمر و ارومیه طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌های کینوا از نظر اغلب صفات مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌داری بودند. ژنوتیپ Q26 در شهرکرد با میانگین عملکرد دانه ۲۰۰۷ کیلوگرم در هکتار، رتبه اول را داشته و کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به ژنوتیپ Q21 در کرج (۳۳۸/۳ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج تجزیه پایداری به‌روش AMMI نشان داد که ژنوتیپ Q29 با کمترین فاصله از مرکز نمودار بای‌پلات، بالاترین میزان پایداری را داشته و ژنوتیپ‌های Giza1، Red Carina، Q31 و Q26 نیز به‌ترتیب رتبه‌های بعدی را داشتند. ژنوتیپ‌های Q12، Red Carina و Q22 در مناطق کرج و کاشمر سازگاری خصوصی داشته و ژنوتیپ‌های Giza1 و Q18 نیز با ارومیه بیشترین سازگاری خصوصی را داشتند. نتایج این تحقیق نشان داد که کلیه ژنوتیپ‌های کینوای مورد ارزیابی برای کشت بهاره در مکان‌های اجرای آزمایش سازگاری دارند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه AMMI، سازگاری، عملکرد دانه، کینوا و مولفه‌های اصلی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۸ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۹۶۰۴۳۸-۰۴۱-۰۳-۰۳-۰۰ مصوب موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد.

۱- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: m-bagheri@areeo.ac.ir)
۲- محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۳- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
۴- محقق مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
۵- مربی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران
۶- محقق موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

مقدمه

کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) از خانواده تاج‌خروس (*Amarahnthaceae*) بومی کینوا یک گیاه بومی فلات آند در قاره آمریکا، نزدیک دریاچه تیتیکا، در ارتفاع ۳۸۰۰ متری بالاتر از دریاست (Jacobsen *et al*., 2003). اهلی‌سازی این گیاه افزایش قابل توجهی در تنوع ژنتیکی گونه‌های کشت شده ایجاد کرده و این تنوع زیاد ارتباط نزدیکی با وسعت مرکز پیدایش و استفاده‌های آن توسط انسان دارد که بر روند انتخاب در طول زمان تاثیرگذار بوده است (Bhargava and Srivastava, 2013). در سطح جهان بالغ بر ۶۰۰۰ رقم کینوا کشت می‌شود (Rojas *et al*., 2010) که با توجه به سازگاری آن‌ها با شرایط خاص زراعی و محیط زیست، در پنج دسته اصلی یا اکوتیپ طبقه‌بندی می‌شوند (Bois *et al*., 2006; Fuentes *et al*., 2009).

در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی جهت تعیین سازگاری، مقایسه ارقام و مدیریت‌های به‌زراعی و به نژادی کینوا انجام شده است. بران کورت و هالمل (Brancourt Hulmel *et al*., 2000) اظهار داشتند که برهمکنش ژنوتیپ در محیط دلیل اصلی تفاوت در سازگاری ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف است. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده در ایران فصول و تاریخ‌های کشت مختلفی برای کینوا معرفی شده است. کشت بهاره در مناطق سرد و معتدل، کشت تابستانه در مناطق معتدل، کشت پاییزه در مناطق گرمسیر و حتی کشت زمستانه در مناطق گرمسیر و معتدل گرم برای این گیاه آزمایش شده است. عباسی و همکاران (Abasi *et al*., 2018) طی آزمایشی گزارش دادند که کلیه ژنوتیپ‌های کینوای مورد ارزیابی برای کشت بهاره در منطقه کرج سازگاری داشتند. کشت در نیمه دوم اردیبهشت در سال ۱۳۹۷ باعث مصادف شدن مرحله گرده‌افشانی و پرشدن دانه با دمای بالای هوا در تیر و مرداد شده و باعث کاهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد شد. رسیدگی دانه‌های کینوا در فصول مرداد و شهریور، به دلیل نبود غذای کافی برای پرندگان در این مقطع زمانی، خسارت هجوم پرندگان را در پی داشت. باقری و همکاران (Bagheri *et al*., 2018) در ارزیابی ۱۰ ژنوتیپ کینوا در دو منطقه مشهد و میمه، بهترین و سازگارترین ژنوتیپ‌ها را برای هر منطقه شناسایی کردند. سپهوند و همکاران (Sepahvand *et al*., 2010) در آزمایشی دو رقم کینوا (ساجاما و سانتاماریا) را در اردیبهشت و مرداد ماه در کرج کشت کردند. نتایج نشان داد که کاشت در ماه مرداد محصول مناسب‌تری تولید کرد، ولی در کاشت در اردیبهشت، با وجود رشد رویشی مناسب و گلدهی و تولید خوشه، محصولی تولید نشد و دلیل آن مواجهه گلدهی گیاه با روزهای گرم و طولانی و عدم تولید بذر گزارش شد. میری (Miri, 2017) در ارزیابی سازگاری ژنوتیپ‌های کینوا دریافتی از فائو گزارش داد که ژنوتیپ‌های Q29، Q12، Q26، Q31، Q18، Q21، Q107، Giza1، Titicaca، Q22 و Red Carina، به‌ترتیب با عملکرد دانه ۳۹۶۱، ۳۸۰۳، ۳۷۹۹، ۳۳۵۰، ۳۲۷۸، ۳۱۵۸، ۳۰۹۲، ۲۴۳۱، ۲۳۶۴ و ۲۱۸۹ کیلوگرم در هکتار سازگارترین ژنوتیپ‌ها بودند.

با توجه به اینکه در کشور تحقیقات چندانی در رابطه با سازگاری و پایداری ژنوتیپ‌های کینوا صورت نگرفته، این پژوهش با هدف ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های منتخب کینوا در کشت بهاره در مناطق سرد و معتدل کشور و شناسایی بهترین ژنوتیپ (ها) برای هر منطقه اجرا شد. بر اساس نتایج ارزیابی‌های مقدماتی، ژنوتیپ‌های کینوا به نظام کشت بهاره سازگاری داشتند و نتایج این تحقیق اطلاعات لازم برای مراحل بعدی تحقیق و توسعه روی این ژنوتیپ‌ها را فراهم می‌کند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ده ژنوتیپ منتخب کینوا شامل Red Carina, Titicaca, Giza1, Q12, Q18, Q21, Q22, Q26,

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

Q29, Q31 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در چهار منطقه کرج، شهرکرد، کاشمر و ارومیه طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل سه ردیف کاشت پنج متری بود. فاصله ردیف‌های کاشت ۶۰ سانتی‌متر، فواصل کاشت روی ردیف ۶ تا ۸ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌های آزمایشی ۱۸۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌های آزمایشی دو متر در نظر گرفته شد. ژنوتیپ‌های با پیشوند Q از کشور شیلی، ژنوتیپ Titicaca از دانمارک، Giza1 از مصر و Red Carina از هلند دریافت شدند.

کاشت بذر در کاشمر در اسفند، در کرج در اردیبهشت و در ارومیه و شهرکرد در خرداد انجام شد. تهیه بستر کاشت همانند سایر بذور گیاهان دانه‌ریز شامل شخم، کودپاشی، دیسک و ایجاد جوی و پشته بود. عمق کاشت ۲-۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شده و کشت به صورت ردیفی (جوی و پشته) انجام شد. کودهای پتاس و فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان آماده‌سازی زمین و کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله آماده‌سازی زمین، ۲۰-۱۵ سانتی‌متری بوته‌ها و شروع گلدهی به خاک داده شدند. جهت مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ از علف‌کش سوپرگالانت استفاده شد و علف‌های هرز پهن‌برگ با وجین دستی کنترل شدند. صفات گیاهی اندازه‌گیری شده شامل روز تا سبز شدن، روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول گل‌آذین، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و محتوای ساپونین دانه بودند. اندازه‌گیری میزان ساپونین دانه‌ها بر اساس دستورالعمل توصیف شده توسط کوزیول (Koziol, 1991) انجام شد. برای این کار پنج گرم بذر خشک در لوله آزمایش به طول ۱۶۰ میلی‌متر و قطر ۱۶ میلی‌متر ریخته شده و به آن پنج میلی‌لیتر آب اضافه شد. لوله‌ها به مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شدند (۴ ضربه در ثانیه). سپس ۱۰ ثانیه فرصت داده شد تا کف حاصل حل شود. پس از آن یک لرزش نهایی داده شده و ارتفاع کف از بالای آب اندازه گیری شد. میزان ساپونین به ازای گرم وزن تر دانه با استفاده از رابطه یک برآورد شد (Koziol, 1991).

Saponin (mg)/FW= (0.423)*Foam height (cm) + 0.008/Sample weight (g) (رابطه ۱)

تجزیه واریانس و مقایسات میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) با نرم‌افزار SAS ver 9.3 و محاسبات تجزیه پایداری AMMI با استفاده از نرم افزار بای پلات انجام شد (Yan *et al.*, 2007).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب برای سال‌ها و مکان‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های کینوا از نظر اکثر صفات مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری بودند، اما برهمکنش ژنوتیپ در مکان در سال بر صفات ارتفاع بوته، طول گل‌آذین و روز تا گل‌دهی معنی‌دار نبود. نتایج این آزمایش در مورد اکثر صفات مورد ارزیابی با نتایج تحقیقات باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2018)، باقری (Bagheri, 2019)، عباسی و همکاران (Abasi *et al.*, 2018)، میری (Miri, 2017) و مولائی (Molaei, 2016) مطابقت دارد. محققان دیگری نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند (Tan and Temel, 2018). اثر سال برای کلیه صفات بجز میزان ساپونین دانه معنی‌دار بود. شاید اصلی‌ترین دلیل این تفاوت مربوط به شرایط دمایی متفاوت در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بود. سال ۱۳۹۷ در مقایسه با سال ۱۳۹۶ و میانگین سال‌های قبل، گرم‌تر بود. علیرغم بهاره بودن کشت، مکان‌های اجرای آزمایش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

تفاوت‌های اقلیمی واضحی داشتند که باعث معنی‌دار شدن اثر مکان برای کلیه صفات مورد مطالعه شد. کرج دارای اقلیم معتدل سرد، کاشمر معتدل گرم و ارومیه و شهرکرد مناطق سردسیر با تفاوت‌های زیاد هستند. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های کینوا دارای منشاء متفاوت (دانمارک، هلند، مصر و شیلی) و با خصوصیات مورفولوژیکی متفاوت هستند، وجود تفاوت معنی‌دار در صفات آنها قابل انتظار بود. نتایج تحقیقات انجام شده توسط باقری (Bagheri, 2019)، عباسی و همکاران (Abasi *et al.*, 2018)، میری (Miri, 2017) و مولائی (Molaei, 2016)، نیز موید این موضوع است که ژنوتیپ‌های کینوا از نظر صفات مختلف گیاهی تفاوت‌های معنی‌داری داشتند.

ژنوتیپ Q26 با میانگین ۱۳۲۰/۱ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بود. نتایج آزمایش مولائی (Molaei, 2016) در شهرکرد نیز برتری این ژنوتیپ را از نظر عملکرد دانه نشان داد. ژنوتیپ‌های Giza1 و Red Carina و Q29 نیز در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. رقم Titicaca که در حال حاضر بالاترین سطح زیر کشت کینوا در کشور را دارد با میانگین عملکرد ۱۰۵۷ کیلوگرم در هکتار رتبه پنجم را داشت. بر اساس نتایج تحقیقات پیشین، این رقم بیشترین تحمل به شوری را در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی داشته و در شرایط تنش شوری بیشترین عملکرد دانه را داشته است. ژنوتیپ‌های Q31، Q12 و Q22 نیز به ترتیب با میانگین عملکرد ۹۰۱/۷۵، ۹۸۶/۶ و ۸۳۴/۹۲ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۱). با توجه به تجارب قبلی در مورد فصل کشت، تاریخ کشت و منطقه کشت، عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کینوا در اثر مصادف شدن مرحله گرده‌افشانی و پرشدن دانه با دمای بالای تیر و مرداد در سال ۱۳۹۷، علاوه بر کاهش تعداد دانه‌های تشکیل شده، باعث کاهش وزن هزار دانه نیز شده و عملکرد دانه کاهش پیدا کرد.

هدف از این آزمایش، ارزیابی سازگاری ژنوتیپ‌های کینوا به کشت بهاره در مناطق مورد نظر بوده و حساسیت به طول روز ژنوتیپ‌ها، ارتفاع از سطح دریا، شرایط آب و هوایی منطقه و تاریخ کشت بر آن اثر دارد. ژنوتیپ‌های ساجاما و سانتاماریا واکنش بسیار جدی به روزکوتاهی داشته و فقط در شرایط روز کوتاه تولید دانه می‌کنند و در شرایط روزبلندی در کشت بهاره، علیرغم رشد رویشی مناسب، وارد مرحله زایشی نمی‌شوند. انتظار می‌رود که کلیه ژنوتیپ‌های کینوا، در کشت تابستانه تولید محصول دانه داشته باشند، لیکن در کشت بهاره ممکن است برخی ژنوتیپ‌ها تولید دانه نکنند و یا تولید دانه در آنها به‌قدری کم باشد که ارزش اقتصادی نداشته باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که کلیه ژنوتیپ‌های کینوا قابلیت تولید محصول دانه در شرایط روزبلندی کشت بهاره را داشتند و بنابراین امکان کشت بهاره با هدف تولید دانه را دارند و با رعایت تاریخ کشت مناسب می‌توان عملکرد مناسب‌تری بدست آورد. شاید دلیل اصلی پایین بودن عملکرد در کرج، عدم امکان رعایت تاریخ مناسب کاشت بود و در صورت کاشت بذر در زمان مناسب (بهمن تا اسفند) احتمال دستیابی به عملکردهای بالاتر وجود دارد. عباسی و همکاران (Abbasi *et al.*, 2018) در آزمایش روی سیزده ژنوتیپ کینوا در کشت بهاره در کرج، با رعایت تاریخ مناسب کاشت، میانگین عملکرد دانه کینوا را ۱۵۰۸ کیلوگرم در هکتار (حداقل ۷۹۸ و حداکثر ۲۰۱۷ کیلوگرم در هکتار) را گزارش کردند. دلیل دیگر پایین بودن عملکرد دانه به خصوص در کرج، پایین بودن عملکرد دانه در سال دوم آزمایش (میانگین ۴۳۱ کیلوگرم در هکتار که تقریبا نصف عملکرد سال اول آزمایش (میانگین ۸۳۷ کیلوگرم در هکتار) بود که دلیل آن گرمای بالای هوا در تابستان سال ۱۳۹۷ و مصادف شدن مرحله گرده‌افشانی با دماهای بالا و سقط گل‌ها و پوک شدن دانه‌ها و کاهش عملکرد دانه بود.

سعیدی و همکاران (Saeidi *et al.*, 2019)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

نیز گزارش دادند که به دلیل مصادف شدن مراحل گرده افشانی و پرشدن دانه با دمای بالای هوا، پتانسیل عملکرد پتانسیل کینوا کاهش یافت (Saeidi *et al.*, 2019). به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود که زمان کشت کینوای بهاره در کرج و کاشمر، از اردیبهشت و خرداد به اسفند و بهمن و در ارومیه و شهرکرد از خرداد به فروردین تا نیمه اول اردیبهشت تغییر داده شود. عملکرد دانه و اجزای عملکرد کینوا در کشت تابستانه در مناطق معتدل همواره بالاتر از کشت بهاره بوده و رشد رویشی گیاه در کشت بهاره بالاتر از کشت تابستانه است. به همین دلیل در مناطقی که هدف تولید علوفه باشد، بهتر است کشت در بهار انجام شده و کشت‌های تابستانه برای تولید دانه در نظر گرفته شود. نتایج سایر آزمایش‌ها نشان داد که در کشت‌های بهاره، ژنوتیپ‌های Q26، Q29، Giza1 و Red Carina عملکرد بهتری داشتند (Abasi *et al.*, 2018; Bagheri, 2019; Bagheri *et al.*, 2018).

در مجموع ژنوتیپ Q26 در شهرکرد با میانگین ۲۰۰۷ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را داشت. کمترین میزان عملکرد نیز مربوط به ژنوتیپ Q21 در کرج (۳۳۸/۳ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۲).

ژنوتیپ Q26 بالاترین مقدار وزن هزار دانه را داشت (۲/۷۸ گرم). این ژنوتیپ دارای بیشترین عملکرد دانه نیز بود (جدول ۱). رقم Titicaca با میانگین ۲/۰۳ گرم کمترین وزن هزار دانه را داشت. علیرغم خصوصیات فوق‌العاده این رقم از جمله زودرسی و تحمل بالا به شوری، ریز بودن دانه مانع جدی در بازاریابی و صادرات آن است. میانگین وزن هزاردانه کینوا ۲ تا ۶ گرم و در ژنوتیپ‌های زراعی معمول در کشور، ۲ تا ۳ گرم است، اما در این آزمایش مصادف شدن مرحله پرشدن دانه با دمای بالای مرداد، باعث کوچک ماندن دانه‌ها شد. نتایج این آزمایش با نتایج تحقیقات قبلی در کشت بهاره مطابقت داشت (Abasi *et al.*, 2018; Bagheri *et al.*, 2018). ژنوتیپ Q26 در ارومیه با میانگین ۳/۱۰ گرم، بالاترین وزن هزاردانه را داشت. ژنوتیپ‌های Q12 و Q22 در کاشمر نیز با میانگین ۱/۴۳ گرم، پایین‌ترین مقدار وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۲).

ژنوتیپ Q12 با میانگین ارتفاع بوته ۱۳۶/۲سانتی‌متر بیشترین ارتفاع بوته را داشت. کمترین ارتفاع بوته (۱۱۲/۱ سانتی‌متر) نیز مربوط به رقم Titicaca بود (جدول ۱). با توجه به حجم و وزن بالای گل‌آذین و ساقه نسبتاً ضعیف کینوا و احتمال خوابیدگی بوته، ارتفاع زیاد بوته اگر همراه با عملکرد دانه مناسب نباشد، صفت مطلوبی نخواهد بود. با این وجود اگر هدف تولید علوفه باشد، بیشتر بودن ارتفاع بوته به همراه شاخ و برگ فراوان، صفت مناسبی محسوب می‌شود. بر اساس نتایج آزمایش باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2018) کینوای ژنوتیپ Q12 در منطقه میمه اصفهان، بیشترین ارتفاع بوته را داشت که با نتایج تحقیق حاضر تطابق دارد.

ویژگی تعداد روز تا گرده‌افشانی در کینوا عامل بسیار مهمی در تعیین تاریخ کاشت محسوب می‌شود. تاریخ کشت ارقام کینوا باید به گونه‌ای انتخاب شود که دوره گرده‌افشانی حتی‌الامکان مصادف با دمای شبانه‌روزی بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد. در این محدوده دما، بیشترین تعداد دانه تشکیل خواهد شد. ژنوتیپ‌های Q12 و Red Carina با متوسط ۵۳/۳ و ۵۳/۱ روز واجد بالاترین تعداد روز تا گرده‌افشانی بوده و دیرگل‌ده بودند، بنابراین لازم است که نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها زودتر کاشته شوند. ژنوتیپ‌های Titicaca، Q21 و Q18 به ترتیب با میانگین ۴۲/۶، ۴۳ و ۴۳/۸ روز تا گل‌دهی، زودگل‌ده‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۱). نتایج تحقیقات قبلی نشان داده است که ژنوتیپ‌های Titicaca و Giza1 زودگل‌ده‌ترین و ژنوتیپ Red Carina دیرگل‌ده‌ترین بودند (Bagheri, 2019; Molaei, 2016).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک تعیین کننده زودرسی و دیررسی ارقام است. ژنوتیپ‌های زودرس تعداد دفعات آبیاری کمتری نیاز داشته و این موضوع باعث صرفه‌جویی در مصرف آب، به خصوص در مناطق کم‌آب، می‌شود. در کشت بهاره کینوا، اگر هدف کشت دوم بعد از برداشت کینوا باشد، این امکان در ارقام زودرس‌تر قابل حصول‌تر است. از این نظر، ژنوتیپ Q12 با میانگین ۱۱۸/۳ روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک، دیررس‌ترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ‌های Titicaca، Q21 و Q18 به ترتیب با میانگین ۱۰۳/۹، ۱۰۵/۱ و ۱۰۴/۱ روز تا گل‌دهی، زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. هر سه ژنوتیپ یاد شده، زودگل‌ده‌ترین ژنوتیپ‌ها نیز بودند و موید این موضوع است که گل‌دهی زودتر باعث رسیدگی سریع‌تر نیز می‌شود (جدول ۱). نتایج آزمایش‌های قبلی و کشت‌های پایلوت کینوا در کشور نشان داده است که ژنوتیپ Titicaca و Giza1 در کشت‌های بهاره و پاییزه زودرس‌ترین ارقام بودند (Bagheri *et al.*, 2018; Sepahvand, 2013; Tavoosi and Sepahvand, 2012). ژنوتیپ‌های Q29، Q31 و Q12 در ارومیه با میانگین ۱۳۰ روز از کاشت تا رسیدگی، طولانی‌ترین مدت رسیدگی را داشتند. ژنوتیپ Titicaca نیز در کرج و شهرکرد با میانگین ۸۹ روز زودرس‌ترین ژنوتیپ بود (جدول ۱).

بین ژنوتیپ‌های کینوا از نظر محتوای ساپونین دانه تنوع زیادی وجود داشت. محتوای ساپونین دانه ژنوتیپ‌های کینوا بین ۰/۰۲ تا ۵ درصد (۰/۲ تا ۵۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود. ارقامی که محتوای ساپونین دانه آنها بیش از ۱۰ میلی‌گرم در گرم باشد، جزء ارقام تلخ محسوب می‌شوند. ارقام با ساپونین بین ۱ تا ۱۰ میلی‌گرم در گرم، جزء ارقام نیمه‌شیرین محسوب می‌شوند. ارقام تلخ و اکثر ارقام نیمه‌شیرین قبل از مصرف، نیاز به ساپونین زدایی دارند. ارقام با ساپونین کمتر از یک میلی‌گرم در گرم، جزء ارقام شیرین محسوب می‌شوند.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، محتوای ساپونین دانه در ژنوتیپ‌های کینوای مورد ارزیابی در این آزمایش بین ۴/۱۹ تا ۵/۷۵ میلی‌گرم در گرم بوده و بنابراین کلیه آنها در گروه نیمه‌شیرین قرار داشته و برای مصرف به عنوان دانه خوراکی نیاز به ساپونین زدایی خواهند داشت. ژنوتیپ Q12 با محتوای ساپونین ۴/۱۹ میلی‌گرم در گرم (۰/۴۱ درصد)، حداقل میزان ساپونین دانه را دارا بوده و ژنوتیپ Q26 نیز با ۵/۷۵ میلی‌گرم در گرم، بالاترین میزان ساپونین دانه را داشت. علیرغم مزیت ظاهری ارقام شیرین، این ارقام مورد توجه پرندگان بوده و معمولا با مشکل هجوم پرندگان و افت بالای محصول مواجه هستند. وجود ساپونین در دانه‌ها باعث افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها شده و بنابراین علیرغم ایجاد تلخی، دارای مزایایی نیز است. عباسی و همکاران (Abasi *et al.*, 2018)، سیزده ژنوتیپ کینوا را در کشت بهاره کرج مورد ارزیابی قرار داده و گزارش دادند که میزان ساپونین در این ژنوتیپ‌ها بین ۱/۶۲ تا ۵/۲۱ میلی‌گرم در گرم متغیر بود. در آزمایش حاضر ژنوتیپ Q12 در ارومیه با میانگین ساپونین ۱/۴۷ میلی‌گرم در گرم، شیرین‌ترین و ژنوتیپ Red Carina در کرج با میانگین ساپونین ۶/۶۸ میلی‌گرم در گرم، تلخ‌ترین دانه بودند (جدول ۱). باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2018) نیز در ارزیابی ژنوتیپ‌های کینوا در دو منطقه میمه اصفهان و مشهد، معنی‌داری برهمکنش ژنوتیپ در مکان را برای اکثر صفات گزارش کردند.

نتایج تجزیه‌های پایداری به روش AMMI و نمودار بای‌پلات عملکرد دانه در مقابل مولفه اول (مدل AMMI1) برای ژنوتیپ‌های کینوا در شکل ۱ و نمودار بای‌پلات دو مولفه اول (مدل AMMI2) برای برهمکنش ژنوتیپ‌ها و محیط‌های مورد بررسی در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس بای‌پلات عملکرد دانه در با

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

جدول ۱- میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های کینوا (میانگین چهار مکان)

Table 1. Mean of plant traits of quinoa genotypes (mean of four locations)

ژنوتیپ‌های کینوا Quinoa genotypes	روز تا سبز شدن Days to emergence	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول گل‌آذین Inflorescence length (cm)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	وزن هزاردانه 1000 seed weight (g)	ساپونین دانه Saponin content ($mg.g^{-1}$)
Red Carina	4.4ab	53.0a	115.5ab	131.4abc	33.2a	1188.4ab	2.42abc	5.25ab
Titicaca	4.3ab	42.5e	103.9d	112.0c	31.0ab	1057.0ab	2.03c	5.71bc
Giza1	4.8ab	46.9cd	108.5bcd	115.5bc	32.1a	1226.1ab	2.51ab	5.98abc
Q12	5.1a	53.2a	118.2a	136.2a	28.8bc	986.6ab	2.47abc	5.19c
Q18	4.8ab	43.7de	104.0cd	119.1abc	33.5a	1154.6ab	2.62a	5.32ab
Q21	4.2b	42.7e	105.0cd	124.7abc	25.2d	1037.6ab	2.58ab	5.32ab
Q22	4.6ab	51.5ab	112.8abc	121.2abc	24.5d	834.9b	2.51ab	5.34ab
Q26	4.6ab	51.7ab	108.1bcd	132.1ab	31.9a	1320.0a	2.78a	5.76a
Q29	4.7ab	51.0ab	111.0abcd	128.4abc	28.0c	1173.5ab	2.63a	5.10abc
Q31	4.6ab	49.1bc	115.0ab	118.2abc	26.7cd	901.7ab	2.15bc	5.17abc

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جدول ۲- میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های کینوا در چهار مکان

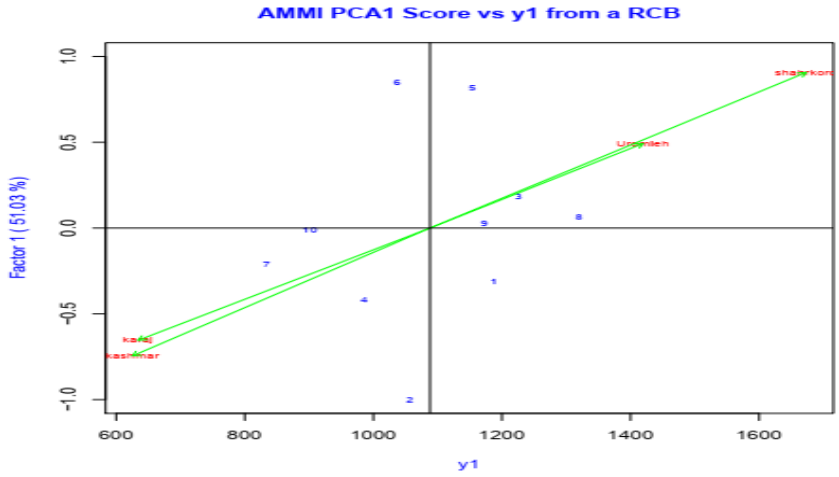
Table 2. Mean of plant traits of quinoa genotypes in four locations

مکان Location	ژنوتیپ‌های کینوا Quinoa genotypes	روز تا سبز شدن Days to emergence	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول گل‌آذین Inflorescence length (cm)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	ساپونین دانه Saponin content (mg.g^{-1})
Karaj کرج	Red Carina	4.6def	54.6abc	110.6hi	178.3a	37.3a	800.0lm	2.87defg	6.6a
Karaj کرج	Titicaca	4.0fgh	40.3m	89.0r	136.5def	34.3bc	710.0mn	2.08i	5.8cd
Karaj کرج	Giza1	4.0fgh	45.3ijk	98.3op	147.0cd	37.3a	618.3no	2.90defg	6.6a
Karaj کرج	Q12	5.3cd	55.6ab	112.0ghi	162.5b	31.0fg	602.5nop	2.98abcdef	5.7de
Karaj کرج	Q18	5.3cd	43.0kl	96 p	146.6cd	37.3a	517.5opq	3.00abcde	5.9bcd
Karaj کرج	Q21	4.0fgh	40.6ml	91.6qr	146.0cd	27.0jklmn	338.3s	2.85efg	6.2abc
Karaj کرج	Q22	4.6def	56.3a	109.0ij	147.1cd	26.6jklmn	361.6sr	2.83fg	5.6de
Karaj کرج	Q26	4.0fgh	53.0cdef	103.6lm	149.0c	35.0b	1023.3k	3.08ab	6.5a
Karaj کرج	Q29	3.6gh	54.3abc	99.3no	147.1cd	29.6ghi	854.1l	3.02abcd	6.4a
Karaj کرج	Q31	4.3efg	52.6cdef	104.6klm	116.1i	28.0ijkl	516.6opq	2.08i	6.6a
Kashmar کاشمر	Red Carina	4.3efg	53.3bcde	120.0cd	138.6cdef	35.3ab	789.3lm	1.67kl	6.4a
Kashmar کاشمر	Titicaca	3.6gh	40.3m	114.0fg	129.8fgh	31.6efg	846.0l	1.77jk	5.1fg
Kashmar کاشمر	Giza1	3.6gh	46.6hij	116.0ef	131.5efg	33.6bcde	793.6lm	1.60lm	5.6de
Kashmar کاشمر	Q12	4.0fgh	54.3abc	120.0cd	142.1cde	28.3ijk	616.3no	1.43n	4.6hi
Kashmar کاشمر	Q18	5.0de	41.0lm	123.0bc	129.0fgh	34.3bc	486.1pq	1.70kl	5.0gh
Kashmar کاشمر	Q21	4.0fgh	40.0m	116.3ef	131.6efg	26.3klmno	468.0qr	1.50mn	4.9gh
Kashmar کاشمر	Q22	3.3h	54.3abc	117.6de	129.0fgh	26.0lmno	487.3pq	1.43n	4.4i
Kashmar کاشمر	Q26	4.3efg	50.6fg	119.0de	135.6def	33.3bcde	714.6mn	1.87j	5.6de
Kashmar کاشمر	Q29	4.3efg	54.3abc	118.3de	139.5cdef	27.3jklm	643.0n	1.67kl	5.5def
Kashmar کاشمر	Q31	3.3h	51.0efg	117.0def	133.0efg	26.6jklmn	411.6qrs	1.50mn	6.3ab
Shahrekord شهرکرد	Red Carina	5.0de	51.6def	107.3jk	121.7ghi	28.3ijk	1698.0de	2.90defg	5.6de
Shahrekord شهرکرد	Titicaca	5.0de	48.0h	89.3r	100.0jk	26.3klmno	1243.3j	2.08i	5.6de
Shahrekord شهرکرد	Giza1	6.6ab	51.0efg	102.0mn	100.0jk	27.0jklmn	1745.3cd	2.93bcdefg	5.1fg
Shahrekord شهرکرد	Q12	7.0a	52.3cdef	110.3hij	141.8cde	25.0no	1432.6gh	2.85efg	4.9gh
Shahrekord شهرکرد	Q18	5.3cd	49.0gh	92.0rq	118.8hi	28.6hij	1798.6cd	2.97abcdef	5.9bcd
Shahrekord شهرکرد	Q21	5.3cd	50.0gh	92.6q	132.3efg	20.3q	1854.1bc	2.92cdefg	4.5hj
Shahrekord شهرکرد	Q22	6.0bc	54.0abcd	112.0ghi	122.3ghi	20.0q	1400.1hi	2.80g	5.9bcd
Shahrekord شهرکرد	Q26	5.3cd	55.6ab	105.3kl	140.2cdef	27.0jklmn	2007.0a	3.07abc	5.9bcd
Shahrekord شهرکرد	Q29	6.0bc	54.6abc	97.0op	130.6efgh	24.3op	1967.8ab	2.98abcdef	4.9gh
Shahrekord شهرکرد	Q31	6.33 ab	53.0cdef	109.0ij	132.5efg	22.6p	1583.8ef	2.12i	3.9j
Urmia ارومیه	Red Carina	4.6def	52.6cdef	124.0b	87.0lm	32.0def	1466.3gh	2.23i	2.2k
Urmia ارومیه	Titicaca	4.6def	41.6lm	123.3b	82.0m	31.6efg	1429.0gh	2.20i	2.2k
Urmia ارومیه	Giza1	5.0de	41.6lm	117.6de	83.5m	30.6fgh	1747.1cd	2.60h	2.5k
Urmia ارومیه	Q12	4.3efg	50.6fg	130.6a	98.33 jkl	31.0fg	1295.0ij	2.60h	1.4l
Urmia ارومیه	Q18	3.6gh	42.0lm	105.3kl	82m	34.0bcd	1816.1c	2.80g	4.4i
Urmia ارومیه	Q21	3.6gh	41.3lm	119.6d	89.1klm	27.3jklm	1490.1fgh	3.07abc	5.5def
Urmia ارومیه	Q22	4.6def	41.6lm	112.6gh	86.5lm	25.3mno	1090.5k	2.97abcdef	5.3efg
Urmia ارومیه	Q26	5.0de	47.6hi	104.6klm	103.8j	32.3cdef	1535.3fg	3.10a	4.9gh
Urmia ارومیه	Q29	5.0de	41.0lm	129.6a	96.6jkl	30.6fgh	1229.3j	2.87defg	3.5j
Urmia ارومیه	Q31	4.6def	40.0m	129.6a	91.3klm	29.6ghi	1094.8k	2.90defg	3.8j

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

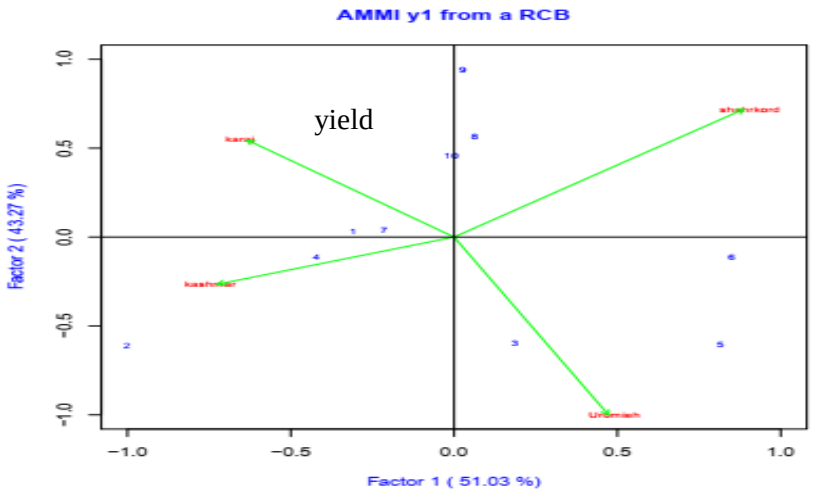
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

مقابل مولفه اول (مدل AMMI1)، ژنوتیپ ۹ (Q29) کمترین فاصله از مرکز نمودار، پایدارترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ‌های ۳، ۱، ۱۰ و ۸ (Giza1، Red Carina، Q31 و Q26) نیز به ترتیب با کمترین فاصله از مرکز نمودار که نشان دهنده کمترین میزان برهمکنش است، رتبه‌های بعدی را داشتند. پایداری عملکرد الزاما به معنای عملکرد بالا نیست، بلکه نشان‌دهنده این است که ژنوتیپ پایدار در محیط‌های مختلف (سال‌ها و مکان‌ها) تغییرات عملکرد بالایی نداشته و عملکرد نسبتا ثابتی داشته و برهمکنش عملکرد و محیط برای آن ژنوتیپ پایین بوده است. در صورتی که پایداری عملکرد همراه با بالا بودن عملکرد باشد، مطلوب بوده و انتخاب آن برای به‌نژادگر آسان است.



شکل ۱- بای پلات عملکرد دانه در مقابل مولفه اول مدل AMMI1 برای ژنوتیپ‌های کینوا

Fig. 1. Biplot of seed yield against the first component of AMMI1 model for quinoa genotypes



شکل ۲- بای پلات مدل AMMI2 دو مولفه اول برای برهمکنش ژنوتیپ‌های کینوا و مکان‌های آزمایش

Fig. 2. Biplot of AMMI2 model for the interaction of quinoa genotypes and experiment locations

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

به منظور بررسی سازگاری خصوصی ژنوتیپ‌ها با مکان‌های آزمایش از مدل AMMI2 که از پلات کردن دو مولفه اصلی اول ایجاد می‌شود، استفاده شد. در این بای‌پلات کرج و کاشمر به عنوان کلان محیط اول شناخته شده و ژنوتیپ‌های ۴، ۱ و ۷ (Q12، Red Carina و Q22) به عنوان ژنوتیپ‌های برتر برای این کلان محیط شناخته شدند. به عبارت دیگر این ژنوتیپ‌ها بهترین پاسخ را در مکان‌های فوق داشته و با این مکان‌ها سازگاری خصوصی داشتند. دیگر ژنوتیپ‌های ۳ و ۵ (Giza1 و Q18) سازگاری خصوصی با ارومیه داشته و ژنوتیپ‌های برتر برای این منطقه شناخته شدند (شکل ۲). نتایج حاصل از شکل‌های ۱ و ۲ تا حد زیادی با یکدیگر تطابق دارند. در این مدل هر چه ژنوتیپ‌ها به مرکز بای‌پلات AMMI نزدیک‌تر باشند، دارای برهمکنش ژنوتیپ در محیط کمتر و از پایداری عمومی بیشتری برخوردار بوده و بنابراین برای اکثر مکان‌ها قابل توصیه خواهند بود. ژنوتیپ‌هایی که به خط یک مکان خاص نزدیک‌تر باشند، دارای سازگاری خصوصی با آن منطقه یا مناطق هستند (Gauch and Zobel, 1997).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کلیه ژنوتیپ‌های کینوا با کشت بهاره در مکان‌های اجرای آزمایش سازگاری دارند. با توجه به نتایج تحقیقات قبلی، ژنوتیپ‌های سازگار با کشت بهاره (روز بلندی)، معمولا در تابستان و پاییز نیز قابل کشت بوده و به احتمال زیاد در کلیه فصول و مناطق کشور قابل کشت خواهند بود. در حالی که حالت عکس قطعیت ندارد، یعنی ژنوتیپ‌های سازگار با کشت تابستانه (روزکوتاهی) ممکن است در کشت بهاره تولید دانه نداشته باشند. کشت در نیمه دوم اردیبهشت در سال ۱۳۹۷ منجر به مصادف شدن مرحله گرده‌افشانی و پرشدن دانه با دمای بالای هوا در تیر و مرداد شده و با کاهش اجزای عملکرد (تعداد دانه و وزن هزار دانه) باعث کاهش عملکرد دانه شد. بعلاوه طولانی شدن رسیدگی دانه‌های کینوا تا فصول مرداد و شهریور، به دلیل نبود سایر محصولات دانه‌ای، خسارت ناشی از هجوم پرندگان را در پی خواهد داشت. بنابراین بهتر است که کشت بهاره کینوا در اولین فرصت ممکن و حتی به صورت کشت انتظاری در بهمن و اسفند انجام شود.

منابع مورد استفاده

References

Abasi, S., A. Cordnaeich and M. Bagheri. 2018. Evaluation of genetic diversity of new chenopodium quinoa *(Chenopodium quinoa* Willd) cultivars based on agromorphological traits. 15th National Iranian Congress Science Congress, 2-5 Sep. 2019. Karaj, Iran. (In Persian with English abstract).

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 with English abstract).

Bagheri, M., M.R. Zamani, H. Shouride, A.R. Molaei, A.R. Mansourian and F. Heydari. 2018. Evaluation of compatibility of quinoa genotypes in Mashhad and Isfahan. Final Research Project Report, Agricultural Research and Information Center, Registration No. 53795. **(**In Persian with English abstract).

Bhargava, A. and S. Srivastava. 2013. Quinoa Botany, Production and Uses. CABI.

Bois, J.F., T. Winkel, J.P., Lhomme, J.P. Raffaillac and A. Rocheteau. 2006. Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature: effects on germination, phenology, growth

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]
[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

and freezing. Europ. J. Agron. 25: 299–308.

Brancourt Hulmel, M., B. Denis and C. Lecomte. 2000. Determining environmental covariates which explain genotype environment interaction in winter wheat through probe genotypes and biadditive factorial regression. Theor. Appl. Genet. 100: 285-298.

Fuentes, F., J. Maughan and E. Jellen. 2009. Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Revista Geográfica de Valparaiso N° 42/2009. ISSN 0716 – 1905.

Gauch, H.G. and R.W. Zobel. 1997. Identifying mega-envitonments and targeting genotypes. Crop Sci. 31: 311-326.

Jacobsen, S.E., A. Mujicab and C.R. Jensenc. 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) to adverse abiotic factors. Food Rev. Int. 19(1-2): 99-109

Koziol, M.J. 1991. Afrosimetric estimation of threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). J. Sci. Food Agric. 54: 211–219.

Miri, Kh. 2017. Evaluation of compatibility of quinoa genotypes to Iranshahr region. Final Report of the Research Project. Baluchestan Agriculture and Natural Resources Research and Training Center, Iranshahr, Iran. Agricultural Research and Extension Research Organization. **(**In Persian with English abstract).

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 with English abstract).

Rojas-Beltran, J., A. Bonifacio, G. Botani and J. Maugham. 2010. Obtención de nuevas variedades de quinua frente a los efectos del cambio climático. Informe Compendio 2007-2010. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.

Saeidi, S.M., S. A. Siadat, A. Moshatati, M.R. Moradi-Telavat and N.A. Sepahvand. 2020. Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rates on growth, seed yield and nitrogen use efficiency of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) in Ahvaz**,** Iran. Iran. J. Crop Sci. 21(4): 354-367. (In Persian with English abstract).

Sepahvand, N.A., M. Tavazoa and M. Kohbazi. 2010. Quinoa valuable plant for alimentary security and adaptation agricultural in Iran. 11th National Iranian Crop Science Congress. 24-26 Jul. 2010. Tehran, Iran. (In Persian with English abstract).

Tan, M. and S. Temel. 2018. Performance of some quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotype grown in different climate conditions. Turk. J. Field Crops. 23 (2):180-186.

Tavoosi, M. and N.A. Sepahvand. 2012. Evaluation of different genotypes of quinoa for yield and other phenological characteristics in khuzestan. 12th Iranian Genetic Congress. 21-23 May, 2012. Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. **(**In Persian with English abstract).

Yan, W., M.S. Kang, B. Ma, S. Woods and P.L. Cornelius. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by- environment data. Crop Sci. J. 47: 643-655.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]

[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

Assessment of adaptability and seed yield stability of selected quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes in spring cropping systems in cold and temperate regions of Iran

Bagheri, M.[1], Z. Anafjeh[2], M. Taherian[3], A. Emami[4], A.R. Molaie[5] and S. Keshavarz[6]

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1399.22.4.7.0]

[DOI: 10.52547/abj.22.4.376]

ABSTRACT

Bagheri, M., Z. Anafjeh, M. Taherian, A. Emami, A. R. Molaie and S. Keshavarz. 2021. Assessment of adaptability and seed yield stability of selected quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes in spring cropping systems in cold and temperate regions of Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 22(4): 376-387. (In Persian).**

To study the adaptability and seed yield stability, in this experiment, ten quinoa genotypes including; Red Carina, Titicaca, Giza1, Q12, Q18, Q21, Q22, Q26, Q29, Q29 and Q31 were evaluated using randomized complete block design with three replications in 2017 and 2018 in four locations; Karaj, Shahr-e-Kord, Kashmar and Urmia for their adaptability and grain yield stability. The results showed that quinoa genotypes had significant differences for most of the studied traits. However, genotype × location × year interaction effects on plant height, inflorescence length and days to flowering was not significant. Q26 genotype had the highest grain yield (2007 kg.ha^{-1}) in Shahr-e-Kord. The lowest yield (338.33 kg.ha^{-1}) was related to Q21 genotype in Karaj. The results of AMMI stability analysis showed that Q29 genotype had the highedt grain yiled stability with the shortest distance from the center of the graph. Cv. Giza1, cv. Red Carina, Q31 and Q26 genotypes also ranked next in terms of grain yield stability. Also, Q12, Red Carina and Q22 genotypes had specific adaptation in Karaj and Kashmar, and Giza1 and Q18 genotypes showed high specific adaptation in Urmia. In general, the results of this experiment showed that all quinoa genotypes were compatible with spring cultivation in experimental sites.

Key words: Adaptability, AMMI Analysis, Compatibility, Principle components and Quinoa.

Received: June, 2020 Accepted February, 2021

1. Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran (Corresponding author) (Email: m-bagheri@areeo.ac.ir)
2. Researcher, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
3. Assistant Prof., Khorasan-e-Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Mashhad, Iran
4. Researcher, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Urmia, Iran
5. Faculty member, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Shahr-e-Kord, Iran
6. Researcher, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Karaj, Iran