دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره دهم شماره ۱۸، بهار و تابستان ۱۴۰۴
http://arpe.gonbad.ac.ir

# ارزیابی امکان کشت کینوا در شرق استان مازندران

**علی راحمی کاریزکی[۱*]، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[۲]، حدیثه فرامرزی کوهسار[۳]، علی باغبان امین[۴]، کمیل عسکری[۵]**
[۲،۱]دانشیاران گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس
[۵،۴،۳]دانشجوان دکتری گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۴

## چکیده

**مقدمه:** کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) به‌عنوان یک شبه‌غله ارزشمند با تحمل استثنایی به تنش‌های غیرزیستی، به‌ویژه خشکی و شوری، پتانسیل بالایی برای تنوع‌بخشی به الگوی کشت در مناطق کم‌آب و نیمه‌خشک دارد. با توجه به روند تغییر اقلیم و افزایش دفعات وقوع خشکی در استان مازندران، انتخاب تاریخ کاشت بهینه به‌عنوان راهکاری مدیریتی کم‌هزینه و مؤثر، نقش کلیدی در دستیابی به حداکثر عملکرد این گیاه ایفا می‌کند. شناسایی تاریخ کاشت مناسب از طریق ارزیابی همزمان صفات فنولوژیک، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد، رویکردی علمی و کارآمد در بهینه‌سازی زراعت کینوا محسوب می‌شود. بنابراین، هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر ویژگی‌های فنولوژیک، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد کینوا در شرایط اقلیمی شهرستان گلوگاه بود.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش به‌صورت آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۸–۱۳۹۹ و ۱۳۹۹–۱۴۰۰) در شهرستان گلوگاه (استان مازندران) اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۹ تاریخ کاشت با فواصل ۳۰ روزه بودند: ۱۶ دی، ۱۸ بهمن، ۱۷ اردیبهشت، ۲۹ مرداد، ۱۵ شهریور، ۱۵ بهمن، ۱۸ اسفند، ۱۵ اردیبهشت (سال دوم) و ۱۸ خرداد. در طول فصل رشد، مراحل فنولوژیک (تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی)، اجزای عملکرد (عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه) و ویژگی‌های پانیکول (طول پانیکول اصلی و تعداد پانیکول فرعی) اندازه‌گیری و ثبت شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۴ تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

**نتایج:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر بسیار معنی‌داری (سطح احتمال ۱ درصد) بر تمامی صفات مورد مطالعه داشت. بیشترین طول دوره رشد (از کاشت تا رسیدگی) مربوط به تاریخ‌های کاشت زمستانه (دی، بهمن و اسفند) بود که به دلیل دمای پایین‌تر و ساعات روز کوتاه‌تر، روند رشد رویشی را به تعویق انداختند. در مقابل، کوتاه‌ترین دوره رشد در کشت‌های بهاره (اردیبهشت و خرداد) مشاهده شد که با تسریع رشد به دلیل افزایش دما همراه بود، اما این تسریع به قیمت کاهش عملکرد تمام شد. بالاترین سرعت پرشدن دانه، بیشترین تعداد پانیکول فرعی و طول پانیکول اصلی در تاریخ‌های کاشت اواخر تابستان (۱۵ و ۱۸ شهریور) ثبت گردید که نشان‌دهنده همزمانی مطلوب مراحل زایشی با دمای معتدل پاییزه است. وزن هزار دانه در کشت شهریور به

*نویسنده مسئول: rahemi@gonbad.ac.ir



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]
[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

حداکثر مقدار خود رسید و همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه و شاخص برداشت نشان داد (به ترتیب r = 0.82 و r = 0.75). بیشترین عملکرد دانه (به‌طور میانگین ۲۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور بود، در حالی که کشت‌های بهاره (۱۷ و ۲۹ اردیبهشت و ۱۸ خرداد) کمترین عملکرد را (کمتر از ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به خود اختصاص دادند.

**نتیجه‌گیری کلی:** بر اساس یافته‌های این پژوهش، تاریخ کاشت اواخر تابستان (۱۵ تا ۱۸ شهریور) به‌عنوان بهترین زمان کاشت کینوا در منطقه گلوگاه معرفی می‌شود که با بهبود ویژگی‌های پانیکول، افزایش وزن هزار دانه و فرار از تنش‌های گرمایی و خشکی انتهای فصل، عملکرد دانه را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. در مقابل، کشت در بهار و اوایل تابستان به دلیل برخورد با تنش‌های محیطی شدید، به‌شدت کاهش عملکرد را در پی دارد و برای منطقه توصیه نمی‌شود. روابط همبستگی نشان داد که وزن هزار دانه و تعداد پانیکول فرعی می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد در برنامه‌های مدیریت زراعی کینوا در مناطق مشابه مورد استفاده قرار گیرند.

***واژه‌های کلیدی:*** پانیکول، کاشت بهاره، سرعت پرشدن دانه

## مقدمه

کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd) از خانواده تاج‌خروسیان، یک گیاه دانه‌ای دولپه، آلوتتراپلوئید و خودگشن است که دانه‌های آن به‌عنوان شبه‌غله‌ای با ارزش غذایی بالا شناخته می‌شوند. دانه‌های کینوا کم‌حجم، خوش‌هضم و فاقد گلوتن هستند و منابع غنی پروتئین، آهن، منیزیم، فیبر و ویتامین B12 محسوب می‌شوند، به‌طوری که در برخی کشورهای آمریکای جنوبی به آن «خاویار سبز» می‌گویند (Bagheri, 2018; Martinez *et al*., 2015). سطح زیرکشت کینوا در جهان در سال ۲۰۲۱ حدود ۱۹۱،۶۷۶ هکتار و میانگین عملکرد آن ۱،۷۶۷ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (FAO, 2023). این گیاه دارای اکوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌های متنوعی است که امکان سازگاری آن با شرایط محیطی متفاوت از سطح دریا تا ارتفاع ۴۰۰۰ متر و از مناطق سرد تا نیمه‌گرمسیری را فراهم می‌کند (Jacobsen, 2003). حساسیت به فتوپریود و پاسخ به دما در طول دوره رشد، نقش تعیین‌کننده‌ای در سازگاری کینوا با محیط‌های جدید دارد (Bertero *et al*., 1999). از این رو، تعیین عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد کینوا، به‌ویژه تاریخ کاشت و تراکم بوته، برای دستیابی به عملکرد بهینه اهمیت زیادی دارد (Mousavi *et al*., 2012, Neyromand Tomaj *et al*., 2011).

تحقیقات متعددی در مناطق مختلف ایران و جهان نشان داده‌اند که تاریخ کاشت می‌تواند اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های فنولوژیک، مورفولوژیک و عملکرد دانه کینوا داشته باشد. در مطالعه‌ای پژوهشگران گزارش دادند که کاشت زودهنگام در تیرماه باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد پانیکول و عملکرد دانه نسبت به کاشت دیرهنگام در مردادماه شد (Ghobadi *et al*., 2024). در پژوهشی دیگر محققین نشان دادند که مصرف پرولین و نانوذرات آهن در تاریخ کاشت اسفند باعث بهبود وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی کینوا گردید (Salehi *et al*., 2024). مطالعه روی تاریخ کاشت کینوا در خراسان رضوی نشان داد که بهترین عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت اسفند و فروردین حاصل شد (Hosseini *et al*., 2021). مطالعات دیگر در مناطق گرمسار، کرمان، اردبیل و عراق نیز نشان می‌دهد که تأخیر در کاشت باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و اجزای آن می‌شود (Fazeli *et al*., 2021; Rabbani *et al*., 2022; Najafinezhad *et al*., 2022; Saeidi *et al*., 2020; Salim *et al*., 2024,). همچنین، نتایج این پژوهش‌ها بیانگر آن است که ژنوتیپ‌های مختلف کینوا نسبت به تاریخ کاشت واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند و انتخاب ژنوتیپ مناسب همراه با زمان کاشت بهینه می‌تواند به افزایش عملکرد و کیفیت دانه کمک کند (Amiripak *et al*., 2023; Golabi *et*



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

*al*., 2024). در شرایط اقلیمی اهواز با هوای گرم و خشک، پژوهشی نشان داد که تأخیر در تاریخ کاشت باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشد، روز تا گلدهی، تعداد پانیکول در بوته، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه گردید، به گونه‌ای که عملکرد دانه ۶۳ درصد و شاخص برداشت ۵۴ درصد کاهش یافت. در تاریخ کاشت دیرهنگام، روش نشایی نسبت به کاشت مستقیم بذر برتری داشت و از میان ارقام مورد مطالعه، رقم Q26 حداکثر عملکرد دانه (۳۰۵۸ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد (Golabi *et al*., 2022).

در مطالعه‌ای دیگر در استان خراسان جنوبی، اثر سطوح مختلف رطوبتی و تاریخ کاشت بر صفات رشدی ارقام کینوا بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که تأخیر در کاشت موجب کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشد از جمله سطح برگ، ماده خشک و سرعت رشد محصول گردید. همچنین تنش خشکی به ویژه در مراحل حساس رشد، عملکرد دانه را به طور قابل توجهی کاهش داد. به طور کلی، کاشت زودهنگام همراه با آبیاری مناسب، بهترین نتایج را از نظر عملکرد دانه و اجزای آن به همراه داشت (Golestanifar *et al*., 2024). اهمیت انتخاب تاریخ کاشت مناسب در پژوهش دیگری مورد تأکید قرار گرفته است. نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در پانیکول، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه می‌گردد. همچنین تراکم بوته بهینه (۶۰ بوته در مترمربع) تأثیر مثبتی بر عملکرد داشت و ژنوتیپ‌های مختلف واکنش‌های متفاوتی به تاریخ کاشت نشان دادند. این یافته‌ها بر اهمیت انتخاب همزمان تاریخ کاشت مناسب و تراکم بهینه برای دستیابی به حداکثر عملکرد تأکید دارد (Rabbani *et al*., 2022).

در شرایط شور، پژوهشگران نشان دادند که تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر طول دوره رشد و عملکرد دانه کینوا دارد. کاشت در تاریخ مناسب (اسفندماه) باعث شد که گیاه از دوره رشد طولانی‌تری برخوردار شده و از تنش شوری و دمای انتهای فصل عبور کند. تأخیر در کاشت باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد. رقم تیتیکاکا تحمل نسبتاً خوبی به شرایط شوری نشان داد و می‌تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب برای مناطق با محدودیت شوری مدنظر قرار گیرد ( Salehi *et al*., 2019). در منطقه مغان (اردبیل)، پژوهشی با هدف بررسی پاسخ کینوا (رقم تیتیکاکا) به کم آبیاری، تاریخ کاشت و کودهای زیستی انجام شد. نتایج نشان داد که آبیاری معمولی همراه با تاریخ کاشت ۲۷ مرداد و تلقیح با کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بیشترین تأثیر را بر صفات مورفولوژیکی، غلظت نیتروژن برگ و عملکرد دانه (۳۰۴,۹۷ گرم در مترمربع) داشت. نکته قابل توجه این بود که در شرایط محدودیت آب، تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه همراه با تاریخ کاشت ۲۷ مرداد و کودهای زیستی، نتایج مطلوبی به همراه داشت که نشان می‌دهد در شرایط کمبود منابع آبی نیز می‌توان عملکرد قابل قبولی از کینوا به دست آورد (Jabbari oranj *et al*., 2023). شهرستان گلوگاه در شرق استان مازندران با شرایط اقلیمی متفاوت، اطلاعات کافی درباره واکنش ارقام کینوا در آن وجود ندارد. بنابراین، هدف این پژوهش، تعیین تاریخ کاشت بهینه و بررسی اثر تغییرات دمایی و نوری بر رشد، مراحل فنولوژیک و عملکرد دانه کینوا رقم Titicaca در این منطقه می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی با مختصات جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی، ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی، در شهرستان گلوگاه در شرق استان مازندران طی دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. قبل از کاشت، نمونه‌برداری خاک جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک انجام شد (جدول ۱). تیمارهای کاشت با فاصله هر ۳۰ روز (اولین تاریخ کاشت ۱۵ آذر ۱۳۹۸ و آخرین تاریخ کاشت ۱۵ آبان ۱۴۰۰) انجام شد که تاریخ کاشت‌های ۱۳۹۸/۱۰/۱۶، ۱۳۹۸/۱۱/۱۸، ۱۳۹۸/۱۲/۱۸، ۱۳۹۹/۱/۲۷، ۱۳۹۹/۲/۱۷،



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

۱۳۹۹/۱۱/۱۵، ۱۳۹۹/۱۲/۱۸، ۱۴۰۰/۱/۱۵، ۱۴۰۰/۲/۱۵، ۱۴۰۰/۵/۱۵، ۱۴۰۰/۶/۱۸ و ۱۴۰۰/۷/۱۵ به عملکرد رسید. رقم مورد استفاده Titicaca بود.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Some physical and chemical properties of the soil at the test site

| شن Sand | سیلت Silt | رس Clay | پتاسیم قابل جذب Available Potassium (ppm) | فسفر قابل جذب Available Phosphorus (ppm) | ازت کل Total Nitrogen (%) | pH | هدایت الکتریکی EC ($dms/m^{-1}$) | کربن آلی Organic Carbon (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | 55 | 14 | 308.5 | 28.5 | 0.19 | 7.11 | 928 | 2 |

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی خاک و وجود حد مطلوب عناصر فسفر و پتاسیم در خاک محل آزمایش از مصرف آنها صرف نظر به‌عمل آمد. کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، که در سه مرحله پایه، شروع مرحله ساقه جانبی و غنچه‌دهی استفاده شد.

هر کرت به طول دو متر، شامل پنج ردیف ۵۰ سانتی متری در نظر گرفته شد. بین هر واحد آزمایشی یک فاصله دو متری و عمق کشت بذر نیم تا یک سانتی‌متری و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع کشت شد. بذر کینوا نیز از موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج تهیه شد. پس از استقرار کامل گیاهچه با در نظر گرفتن فاصله پنج سانتی‌متری، بوته‌ها تنک شد. عملیات وجین، مبارزه با آفات و بیماری‌ها نیز هم‌مان در تمام کرت‌های آزمایشی در طی مرحله رشد و نمو گیاه انجام شد. برای مبارزه با بیماری سفیدک داخلی از قارچ‌کش اوروگو سوسپانسیون ۵۲/۵ درصد (Orvego 52.5% SC) (۷۰۰ میلی لیتر در هکتار) و برای مبارزه با شته (حشره کامل) از سم استامی پراید (Acetamiprid) (۲۵۰ سی سی در هکتار) استفاده شد. خسارت سایر آفات و بیماری‌ها در سطح اقتصادی نبود که مبارزه انجام شود. این پژوهش ویژگی‌های مربوط به مراحل فنولوژیک (روز تا سبز شدن، روز تا مرحله چهار برگی، روز تا گلدهی، روز تا تغییر رنگ گل‌آذین، روز تا برداشت)، عملکرد و اجزای عملکرد دانه اندازه‌گیری و محاسبه شد. مراحل فنولوژیک طی فصل رشد و با استفاده از ۱۰ بوته مشخص و بر اساس روش فهر و کاوینس تعیین شدند (Golestanifar et al., 2024). معیار سبز شدن، بیرون آمدن دو برگ اولیه تقریبا در ۵۰ درصد گیاهچه‌های طول هر ردیف بود.

در انتهای فصل برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه تک بوته، ۱۰ بوته که معرف سایر بوته‌ها بود انتخاب شد. هم‌زمان با برداشت ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول گل‌آذین اندازه‌گیری شد. بعد از برداشت بوته‌ها عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه کل اندازه‌گیری شد. برای بالا بردن دقت آزمایش یک متر مربع از هر کرت برداشت و بعد از خشک‌شدن کامل بوته‌ها جهت به‌دست آوردن زیست توده، وزن شده و در نهایت نیز عملکرد زیست توده در واحد سطح به‌دست آمد، شاخص برداشت نیز بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از یک متر مربع و همچنین تقسیم عملکرد اقتصادی بر عملکرد زیستی محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار (SAS) نسخه 8 صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) صورت گرفت.



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

## نتایج و بحث

**شرایط آب و هوایی:** شرایط آب و هوایی دوره‌های مختلف کاشت نشان‌دهنده تغییرات قابل توجه در پارامترهای اقلیمی موثر بر رشد گیاه است. مجموع ساعات آفتابی در تاریخ کاشت اول (دی‌ماه ۱۳۹۸) بیشترین مقدار را داشته و در ماه‌های گرم‌تر کاهش یافته است که این موضوع می‌تواند به افزایش ابری بودن و رطوبت نسبی در فصول بهار و تابستان مربوط باشد. بارندگی نیز در تاریخ‌های مختلف کاشت متفاوت بوده و بیشترین میزان آن در تاریخ کاشت اول (تا ۲۸۵ میلی‌متر) ثبت شده، در حالی که در فصل‌های گرم‌تر (به ویژه اردیبهشت ۱۳۹۹ و اردیبهشت ۱۴۰۰) به شدت کاهش یافته که نشان‌دهنده شرایط خشک‌تر این ماه‌ها است. میانگین دمای حداکثر و حداقل در تاریخ کاشت‌های مختلف روند افزایشی از زمستان به بهار داشته و در اردیبهشت‌ماه به اوج خود رسیده است (حداکثر حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل نزدیک ۲۰ درجه سانتی‌گراد)، که این دماهای بالا می‌توانند تنش گرمایی بر گیاهان وارد کنند (جدول ۲).

جدول ۲- شرایط آب و هوایی دوره‌ی آزمایش

Table 2- Climatic conditions during the experimental period

| میانگین حداقل دما Average minimum temperature | میانگین حداکثر دما Average maximum temperature | مجموع بارندگی Total precipitation | مجموع ساعات آفتابی Total sunshine hours | تاریخ کاشت Planting Date |
|---|---|---|---|---|
| 2020, January, 6 ۱۶ دی‌ماه ۱۳۹۸ | 657 | 285 | 17.56 | 7.17 |
| 2020, February,8 ۱۸ بهمن‌ماه ۱۳۹۸ | 635 | 224 | 20.99 | 10.12 |
| 2020, May, 18 ۱۷ اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ | 548 | 155 | 22.5 | 11.9 |
| 2020, May, 17 ۱۷ اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ | 617 | 40.35 | 29.68 | 18.17 |
| 2020, August, 19 ۲۹ مردادماه ۱۳۹۹ | 534 | 69.85 | 25.91 | 14.2 |
| 2020, August, 19 ۲۹ مردادماه ۱۳۹۹ | 447 | 84.95 | 22.76 | 11.88 |
| 2020, February, 5 ۱۵ شهریورماه ۱۳۹۹ | 593 | 98.33 | 21.58 | 10.59 |
| 2021, February, 3 ۱۵ بهمن ماه ۱۳۹۹ | 528 | 55.84 | 23.17 | 12.26 |
| 2021, March, 8 ۱۸ اسفند ماه ۱۳۹۹ | 427 | 23.64 | 30.29 | 19.66 |
| 2021, May, 5 ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۴۰۰ | 370 | 138 | 30.45 | 20.69 |
| 2021, September, 9 ۱۸ شهریور ماه ۱۴۰۰ | 413 | 251 | 23.45 | 12.98 |

در ادامه، با شروع فصل پاییز و زمستان دماها کاهش یافته و شرایط خنک‌تری ایجاد شده است. این نوسانات دمایی و میزان بارش تأثیر مهمی بر متابولیسم گیاه، میزان تبخیر و تعرق و همچنین فرآیندهای حیاتی مانند فتوسنتز و انتقال مواد



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

مغذی دارند. از طرفی، تاریخ کاشت متناسب با این شرایط متغیر بوده که نشان‌دهنده تلاش برای بهینه‌سازی زمان‌بندی کاشت جهت تطابق با شرایط محیطی هر دوره رشد محصول و نهایتاً افزایش عملکرد محصول است (جدول ۲).

**تأثیر تاریخ کاشت بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و شاخص‌های رشد کینوا:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($p < 0.01$) بر تمامی ویژگی‌های مورفولوژیکی و شاخص‌های رشد کینوا داشت. این ویژگی‌ها شامل دوره رشد محصول (تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک)، متوسط سرعت پر شدن دانه (میانگین افزایش وزن دانه در واحد زمان)، دوره موثر پر شدن دانه (مدت زمانی که دانه‌ها به طور فعال در حال انباشت ماده خشک هستند)، تعداد پانیکول‌های فرعی (شاخه‌های جانبی خوشه گل‌آذین)، طول پانیکول اصلی (طول خوشه مرکزی گل‌آذین) و ارتفاع بوته (فاصله از سطح خاک تا انتهای بلندترین شاخه) می‌باشد (جدول ۳). این یافته نشان می‌دهد که تغییر در زمان کاشت، به دلیل اثرگذاری بر شرایط دمایی و نوری حاکم بر مراحل مختلف نمو گیاه، می‌تواند مسیر رشد و نمو را به طور اساسی تحت تأثیر قرار دهد. به عبارت دیگر، هر گونه تأخیر یا تعجیل در زمان کاشت، با تغییر در میزان دریافت نور، دما و رطوبت در دسترس گیاه، فرآیندهای فیزیولوژیکی نظیر فتوسنتز، تقسیم سلولی و انتقال مواد پرورده را دچار نوسان می‌کند که در نهایت در صفات ظاهری و ساختاری گیاه منعکس می‌شود.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی، دوره‌ی موثر پر شدن دانه، متوسط سرعت پر شدن دانه و دوره رشد محصول کینوا در تاریخ های مختلف کاشت

Table 3- Analysis of variance of morphological traits, effective grain filling period, average grain filling rate and quinoa crop growth period at different planting dates

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی DF | دروه رشد محصول Crop growth period | متوسط سرعت پر شدن دانه Average seed filling rate | دوره موثر پرشدن دانه Effective seed filling period | تعداد پانیکول فرعی Number of secondary panicles | طول پانیکول اصلی Length of main panicle | ارتفاع بوته Plant height |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک Block | 2 | 0.06 | 2.39 | 0.09 | 16.5 | 2.49 | 76.4 |
| تاریخ کاشت Date of planting | 10 | 137** | 173** | 227** | 110** | 218** | 549** |
| خطاء Error | 20 | 5.93 | 4.36 | 0.29 | 12.5 | 1.81 | 34.6 |
| ضریب تغییرات CV (%) | | 0.57 | 23.38 | 1.56 | 3.53 | 5.13 | 6.28 |

ns، * و** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respectively.

در پژوهشی مشابه که با هدف بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد سه ژنوتیپ مختلف کینوا در شرایط اقلیمی خوزستان (که به داشتن تابستان‌های گرم و طولانی و زمستان‌های نسبتاً معتدل شناخته می‌شود) انجام شد، محققان دریافتند که عامل تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و بیشتر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه کینوا اثر معنی‌داری داشته است. بالاترین میزان عملکرد دانه، معادل ۲/۴ تن در هکتار، در تاریخ کاشت ۱۰ مهرماه به دست آمد. این برتری عملکرد را می‌توان به همزمانی



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

مراحل حساس پرشدن دانه با شرایط مطلوب دمایی و رطوبتی در این تاریخ کاشت نسبت داد. به عبارت دقیق‌تر، زمانی که کاشت در اوایل مهرماه انجام می‌شود، گیاه از دوره رشد نسبتاً طولانی و معتدل پاییزه بهره‌مند شده و از تنش‌های گرمای شدید تابستان و سرمای زمستان در امان می‌ماند. همچنین، نتایج این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف کینوا از نظر میزان عملکرد تولیدی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. این اختلاف معنی‌دار نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل توجه در میان ارقام مورد بررسی است و این امکان را فراهم می‌کند که برای هر منطقه اقلیمی، ژنوتیپ برتر و سازگارتر را انتخاب نمود. به طور کلی، یافته‌های این دسته از پژوهش‌ها تأکید می‌کند که تأخیر در کاشت (به ویژه زمانی که کاشت به اواخر پاییز یا زمستان موکول می‌شود) معمولاً با کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و اجزای آن همراه است، زیرا گیاه فرصت کافی برای تکمیل دوره رشد خود را نخواهد داشت و با تنش‌های محیطی متعددی مواجه می‌شود ( ahvand and Tavusi., 2014).

بررسی میانگین‌ها نشان داد که طولانی‌ترین دوره رشد محصول مربوط به کاشت ۱۶ دی‌ماه ۱۳۹۸ با میانگین ۱۳۷ روز بود که به طور معنی داری از سایر تاریخ کاشت‌ها بیشتر بود، در حالی که کوتاه‌ترین دوره رشد (۷۰ روز) مربوط به کاشت ۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۰ ثبت شد. این نتایج بیانگر این است که کاشت زودهنگام امکان بهره‌مندی از شرایط اقلیمی مطلوب‌تر و طولانی‌تر شدن دوره‌های رویشی و زایشی را فراهم می‌آورد (جدول ۳) همچنین در رابطه با اثر کشت دیر و افزایش طول روز بر مراحل رویشی کینوا، گزارش شده است که تأخیر در کشت، باعث تأخیر در گلدهی و کاهش دوره پر شدن دانه می شود که می‌تواند در کاهش عملکرد مؤثر باشد و گزارش شده است که بیشترین افت عملکرد، در بالاترین طول روز و بالاترین دما اتفاق افتاد (Garcia-Parra *et al*., 2020).

متوسط سرعت پر شدن دانه در تاریخ‌های کاشت مختلف اختلاف معنی داری داشت؛ بیشترین مقدار (۲۷/۹۱ گرم بر متر مربع در روز) در ۱۵ مرداد ۱۴۰۰ و کمترین مقدار (کمتر از یگ گرم بر متر مربع در روز) در کاشت‌های بهاری (اردیبهشت ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) مشاهده شد. این امر نشان‌دهنده افزایش کارایی تجمع مواد آلی در دانه‌ها در کاشت‌های تابستانی است که احتمالا به منظور جبران دوره کوتاه‌تر پر شدن دانه رخ می‌دهد (جدول ۴). دوره موثر پر شدن دانه نیز در این پژوهش به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت؛ کوتاه‌ترین دوره موثر (۱۱ روز) در ۱۵ مرداد ۱۴۰۰ و بلندترین دوره (بیش از ۴۳ روز) در ۲۹ مرداد ۱۳۹۹ و ۱۸ شهریور ۱۴۰۰ ثبت شد. رابطه معکوس میان سرعت و مدت زمان پر شدن دانه بیانگر سازگاری گیاه با شرایط محیطی مختلف جهت بهینه‌سازی فرآیندهای رشد و تولید محصول است (جدول ۳).

در خصوص ویژگی‌های مورفولوژیکی، بیشترین تعداد پانیکول فرعی و طول پانیکول اصلی در کاشت‌های اواخر تابستان (شهریور ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰) مشاهده شد که نمایانگر رشد مطلوب‌تر اندام‌های زایشی در این شرایط است. در مطالعه ای مشابه گزارش شده که تأخیر در تاریخ کاشت بذر کینوا باعث کاهش (تعداد پانیکول در بوته ) به مقدار ۴۲درصد شده است (Golabi *et al*., 2022) همچنین، بیشترین ارتفاع بوته در ۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۰ (۱۱۵/۶ سانتی‌متر) ثبت شد که با وجود کوتاه بودن دوره رشد، شرایط محیطی مساعدی را برای رشد عمودی گیاه فراهم کرده است (جدول ۴). ضریب تغییرات صفات مورد بررسی در محدوده قابل قبول قرار داشت و نشان‌دهنده دقت مناسب آزمایش بود؛ البته سرعت پر شدن دانه با ضریب تغییرات نسبتاً بالاتر (۲۳,۳۸ درصد) حساسیت بیشتری نسبت به عوامل محیطی داشت.



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی، دوره‌ی موثر پر شدن دانه، متوسط سرعت پر شدن دانه و دوره رشد محصول کینوا در تاریخ های مختلف کاشت

Table 4- Comparison of the mean morphological traits, effective grain filling period, average grain filling rate, and growth period of quinoa crop at different planting dates

| تاریخ کاشت Planting date | دوره‌رشد محصول Crop growth period (day) | متوسط سرعت پر شدن دانه Average grain filling rate (g/m2/day) | دوره موثر پرشدن دانه Effective grain filling period (day) | تعداد پانیکول فرعی Number of secondary panicles | طول پانیکول اصلی Length of main panicle (cm) | ارتفاع بوته Plant height (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2020, January, 6 ۱۶ دی‌ماه ۱۳۹۸ | $137^{a}$ | $12.11^{b}$ | $35^{d}$ | $10.6^{d}$ | $16.6^{c}$ | $87^{gfe}$ |
| 2020, February,8 ۱۸ بهمن‌ماه ۱۳۹۸ | $119.6^{b}$ | $6.20^{c}$ | $34.67^{f}$ | $6.6^{e}$ | $14^{e}$ | $66.6^{h}$ |
| 2020, May, 18 ۱۷ اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ | $97.3^{d}$ | $4.83^{c}$ | $35.67^{d}$ | $12^{d}$ | $16.3^{cd}$ | $85.3^{gf}$ |
| 2020, May, 17 ۱۷ اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ | $78^{h}$ | $0.40^{d}$ | $38^{c}$ | $15.3^{c}$ | $14.3^{de}$ | $80.6^{g}$ |
| 2020, August, 19 ۲۹ مردادماه ۱۳۹۹ | $84.6^{f}$ | $6.58^{c}$ | $43.67^{a}$ | $10^{d}$ | $17^{c}$ | $102.3^{cb}$ |
| 2020, August, 19 ۲۹ مردادماه ۱۳۹۹ | $80^{g}$ | $12.54^{b}$ | $39^{b}$ | $18.6^{b}$ | $21.3^{b}$ | $96.3^{dce}$ |
| 2020, February, 5 ۱۵ شهریورماه ۱۳۹۹ | $114^{c}$ | $10.43^{b}$ | $34^{f}$ | $19^{b}$ | $20.7^{b}$ | $107^{ab}$ |
| 2021, February, 3 ۱۵ بهمن ماه ۱۳۹۹ | $97^{d}$ | $5.36^{c}$ | $35^{d}$ | $12.3^{cd}$ | $17.3^{c}$ | $91^{dfe}$ |
| 2021, March, 8 ۱۸ اسفند ماه ۱۳۹۹ | $70^{j}$ | $0.62^{d}$ | $31^{g}$ | $21^{b}$ | $25.1^{a}$ | $115.6^{a}$ |
| 2021, May, 5 ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۴۰۰ | $72^{i}$ | $27.91^{a}$ | $11^{h}$ | $11.3^{d}$ | $17.2^{c}$ | $101^{dcb}$ |
| 2021, September, 9 ۱۸ شهریور ماه ۱۴۰۰ | $87^{e}$ | $11.24^{b}$ | $43^{a}$ | $27.3^{a}$ | $21.6^{b}$ | $97.3^{dcb}$ |
| LSD 0.05 | 0.93 | 3.55 | 0.92 | 3.20 | 2.27 | 10.02 |

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که انتخاب زمان کاشت مناسب می‌تواند به طور قابل توجهی بر دوره رشد، عملکرد و ویژگی‌های مورفولوژیک کینوا تأثیرگذار باشد. کاشت زودهنگام موجب افزایش طول دوره رشد و توسعه ساختارهای گیاهی می‌شود، در حالی که کاشت‌های تابستانی با افزایش سرعت پر شدن دانه، امکان جبران کاهش مدت رشد را فراهم می‌آورند. این یافته‌ها می‌تواند در بهبود مدیریت زراعی و برنامه‌های اصلاح نژاد برای افزایش سازگاری کینوا با شرایط اقلیمی متنوع کاربردی باشد. تأثیر تاریخ کاشت مناسب برای ارقام متفاوت و گونه‌های مختلف گیاهی در هر منطقه



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

برای استفاده حداکثری از پتانسیل ژنتیکی گیاه در تحقیقات متعددی اثبات شده است (Salehi *et al*., 2019; Sepahvand, 2016).

**تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کینوا:** تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر بسیار معنی‌دار و قابل توجهی ($p < 0.01$) بر تمامی صفات مرتبط با عملکرد کینوا شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، وزن دانه در پانیکول اصلی و وزن دانه در پانیکول فرعی داشته است. مقادیر آماره F مربوط به اثر تاریخ کاشت در این صفات به ترتیب برابر با ۸۱۹، ۱۶۸، ۵۷۱، ۱۳۹، ۵۸۷ و ۶۳۴ بود که نشان‌دهنده تفاوت‌های بسیار چشمگیر بین تاریخ‌های مختلف کاشت می‌باشد. عدم معنی‌دار بودن اثر بلوک‌ها در این صفات، نشان‌دهنده صحت و دقت بالای طراحی آزمایش و کنترل مناسب منابع تغییر است (جدول ۵). در نهایت، ضریب تغییرات صفات اندازه‌گیری شده، به طور کلی در محدوده قابل قبول و مناسبی قرار داشت که نشان‌دهنده دقت بالای اندازه‌گیری‌ها و اعتبار نتایج حاصل است. با توجه به حساسیت بالای برخی صفات مانند وزن هزار دانه و عملکرد دانه به تغییرات محیطی، نتایج بیانگر اهمیت بهینه‌سازی زمان کاشت برای سازگاری هرچه بیشتر کینوا با شرایط اقلیمی مختلف است.

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کینوا در تاریخ های مختلف کاشت

Table 5- Analysis of variance of yield, yield components, biological yield and harvest index of quinoa at different planting dates

| منابع تغییر S.O.V. | درجه آزادی DF | وزن دانه در پانیکول اصلی Grain weight in main panicle | وزن دانه در پانیکول فرعی Grain weight in secondary panicle | وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-grain weight | عملکرد دانه yield Grain | عملکرد بیولوژیک Biological yield | شاخص برداشت Harvest index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک Block | 2 | 699.1 | 760.9 | 56.2 | 819.8 | 228 | 30.7 |
| تاریخ کاشت Date of planting | 10 | 587** | 634** | 139** | 819** | 168** | 571** |
| خطاء Error | 20 | 212 | 559.4 | 49.3 | 214 | 136 | 3.74 |
| ضریب تغییرات CV (%) | - | 20.3 | 17.3 | 53.2 | 17.2 | 13.8 | 6.77 |

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بهترین عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت تابستانی، به ویژه در ۱۵ شهریورماه ۱۳۹۹ و ۱۸ شهریورماه ۱۴۰۰، به ترتیب با مقادیر ۴۸۹ و ۴۸۳ گرم در مترمربع حاصل شده است. این دو تاریخ همچنین بالاترین شاخص برداشت را با ۴۲ و ۴۱ درصد ثبت کردند (جدول ۶) که نشان از کارایی بالا در انتقال مواد آلی تجمع‌یافته به دانه‌ها دارد. عملکرد بیولوژیک نیز در این تاریخ‌ها نسبت به سایر بازه‌های کاشت، عددی نزدیک به ۱۱۵ گرم در مترمربع را نشان



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

داد که با توجه به عملکرد دانه بالاتر، نشان‌دهنده بهبود بهره‌وری تبدیل مواد زیستی به محصول قابل برداشت است. در مقابل، کاشت‌های بهاره در ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰، کمترین عملکرد دانه (به ترتیب ۱۵ و ۱۹,۳ گرم در متر مربع)، شاخص برداشت (حدود ۳ درصد) و وزن دانه را نشان دادند (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کینوا در تاریخ های مختلف کاشت

Table 6- Comparison of average, yield components, biological yield, and harvest index of quinoa at different planting dates

| تاریخ کشت Planting Date | شاخص برداشت Harvest index (%) | عملکرد بیولوژیک Biological yield (g/m2) | عملکرد دانه Grain yield (g/m2) | وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 grain weight (g) | وزن دانه در پانیکول فرعی Grain weight in secondary panicle (g) | وزن دانه در پانیکول اصلی Grain weight in main panicle (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2020, January, 6 ۱۶ دی‌ماه ۱۳۹۸ | $36.9^{cb}$ | $115^{a}$ | $424^{ab}$ | $3.15^{c}$ | $76^{e}$ | $348^{ab}$ |
| 2020, February,8 ۱۸ بهمن‌ماه ۱۳۹۸ | $27.4^{d}$ | $783^{b}$ | $215^{ed}$ | $2.60^{c}$ | $50^{gef}$ | $166^{d}$ |
| 2020, May, 18 ۱۷ اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ | $24.3^{d}$ | $713^{bc}$ | $172.3^{e}$ | $2.53^{c}$ | $51.6^{gfe}$ | $120.6^{d}$ |
| 2020, May, 17 ۱۷ اردیبهشت ماه ۱۳۹۹ | $2.89^{e}$ | $517^{dc}$ | $15^{f}$ | $0.19^{c}$ | $0^{h}$ | $15.7^{e}$ |
| 2020, August, 19 ۲۹ مردادماه ۱۳۹۹ | $34.8^{c}$ | $814^{b}$ | $286^{cd}$ | $2.70^{c}$ | $33.6^{ghf}$ | $255^{c}$ |
| 2020, August, 19 ۲۹ مردادماه ۱۳۹۹ | $42^{a}$ | $115^{a}$ | $489^{a}$ | $2.20^{c}$ | $65.5^{ef}$ | $423.5^{a}$ |
| 2020, February, 5 ۱۵ شهریورماه ۱۳۹۹ | $39.3^{ab}$ | $887^{b}$ | $354^{cb}$ | $2.53^{bcd}$ | $354.6^{b}$ | $325^{cb}$ |
| 2021, February, 3 ۱۵ بهمن ماه ۱۳۹۹ | $25.8^{d}$ | $715^{bc}$ | $187^{e}$ | $2.37^{bcd}$ | $157^{d}$ | $173^{d}$ |
| 2021, March, 8 ۱۸ اسفند ماه ۱۳۹۹ | $3.81^{e}$ | $504^{d}$ | $19.3^{f}$ | $0.19^{e}$ | $19.3^{gh}$ | $18.3^{e}$ |
| 2021, May, 5 ۱۵ اردیبهشت ماه ۱۴۰۰ | $35.8^{cd}$ | $845^{b}$ | $307^{c}$ | $2.66^{bc}$ | $270.6^{c}$ | $258^{c}$ |
| 2021, September, 9 ۱۸ شهریور ماه ۱۴۰۰ | $41^{a}$ | $117^{a}$ | $483^{a}$ | $2.17^{d}$ | $418^{a}$ | $385^{ab}$ |
| LSD 0.05 | 3.30 | 199 | 78.89 | 0.47 | 40.28 | 78.56 |

وزن دانه‌ها در این تاریخ‌ها به شدت کاهش یافته و در پانیکول‌های فرعی و اصلی مقادیر ناچیزی به ثبت رسیده است که به طور مستقیم بر کاهش عملکرد کلی محصول تاثیر گذاشته است. این امر می‌تواند ناشی از شرایط نامناسب اقلیمی، محدودیت‌های منابع آب و حرارت بالای فصل رشد در این زمان باشد که شرایط ایده‌آل برای رشد و توسعه گیاه فراهم



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

نمی‌کند. در خصوص وزن هزار دانه، بیشترین مقدار (۳/۱۵ گرم) در کاشت ۱۶ دی‌ماه ۱۳۹۸ به دست آمد (جدول ۶) که حاکی از تولید دانه‌های سنگین‌تر در شرایط کاشت زودهنگام است با این حال، عملکرد دانه در این تاریخ نسبت به کاشت‌های تابستانی کمتر بوده است، که نشان‌دهنده اهمیت تعادل بین وزن دانه و تعداد دانه‌ها در تعیین عملکرد نهایی است .وزن دانه در پانیکول‌های فرعی و اصلی نیز تحت تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت قرار داشت؛ بیشترین وزن دانه در پانیکول فرعی در تاریخ ۱۸ شهریورماه ۱۴۰۰ (۴۱۸ گرم) و بیشترین وزن دانه در پانیکول اصلی در همان تاریخ (۳۸۵ گرم) مشاهده شد (جدول ۶). این نتایج حاکی از شرایط رشد مطلوب‌تر و توسعه بهتر اندام‌های زایشی در این زمان است که به افزایش پتانسیل عملکرد محصول کمک می‌کند. علاوه بر این، شاخص برداشت که نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک را نشان می‌دهد، در تاریخ‌های تابستانی به میزان قابل توجهی بالاتر بود (جدول ۶)، به نحوی که بیانگر کارایی بهتر گیاه در انتقال و ذخیره‌سازی مواد به بخش‌های دانه‌ای است. این امر اهمیت انتخاب زمان کاشت مناسب را برای افزایش بهره‌وری و کاهش هدررفت منابع در طول دوره رشد گیاه نشان می‌دهد.

**تحلیل همبستگی ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکردی کینوا:** نتایج همبستگی نشان داد که ارتفاع بوته با طول پانیکول اصلی دارای همبستگی مثبت و معناداری به میزان $r=0.41^{*}$ و با تعداد پانیکول فرعی رابطه مثبت و قوی‌تری به مقدار $r=0.50^{**}$ دارد. این ارتباطات بیانگر هماهنگی رشد رویشی و زایشی در گیاه است. طول پانیکول اصلی با وزن دانه در پانیکول فرعی همبستگی مثبت و معنی‌داری برابر با r=0.52** و با تعداد پانیکول فرعی رابطه‌ای مثبت (r=0.30) نشان داد که نشان می‌دهد افزایش اندازه پانیکول اصلی با افزایش تعداد و وزن دانه‌های پانیکول فرعی همراه است. وزن دانه در پانیکول اصلی با وزن دانه در پانیکول فرعی همبستگی بسیار قوی و مثبت($r=0.55^{**}$)، با عملکرد بیولوژیک ( $r=0.92^{**}$ )و عملکرد دانه ($r=0.98^{**}$)داشت. این روابط نشان‌دهنده اهمیت وزن دانه‌ها در تعیین عملکرد کلی محصول است. وزن هزار دانه با عملکرد دانه ($r=0.68^{**}$)، عملکرد بیولوژیک ($r=0.60^{**}$)و شاخص برداشت ($r=0.84^{**}$) ارتباط مثبت معناداری داشت، اما با تعداد پانیکول فرعی رابطه منفی ($r=-0.40^{*}$) نشان داد که احتمالاً بیانگر توازن بین تعداد و اندازه دانه‌ها است. عملکرد دانه با شاخص برداشت همبستگی بسیار قوی ($r=0.93^{**}$) و با عملکرد بیولوژیک ($r=0.96^{**}$) دارد که نشان‌دهنده تاثیر مثبت عملکرد بیولوژیک بر عملکرد دانه‌ای و بهره‌وری برداشت است. سرعت متوسط پر شدن دانه نیز با عملکرد دانه ($r=0.62^{**}$) و شاخص برداشت ($r=0.66^{**}$) همبستگی مثبت دارد، که اهمیت این ویژگی فیزیولوژیک را در عملکرد محصول نشان می‌دهد. دوره رشد محصول با ارتفاع بوته ($r=-0.44^{**}$) و تعداد پانیکول فرعی ($r=-0.38^{*}$) همبستگی منفی معناداری دارد، که ممکن است نشان‌دهنده رشد رویشی بیشتر در دوره‌های رشد کوتاه‌تر باشد (جدول ۷).

## نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که کاشت در اواخر تابستان (شهریورماه) با فراهم آوردن شرایط محیطی مساعد منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، بهبود شاخص برداشت و توسعه مطلوب اجزای عملکرد کینوا می‌شود در مقابل، کاشت در بهار و اوایل تابستان با کاهش چشمگیر این ویژگی‌ها همراه بوده که می‌تواند ناشی از تنش‌های محیطی نظیر دمای بالا، کمبود آب و سایر عوامل نامساعد باشد بنابراین، زمان کاشت به عنوان یک عامل کلیدی در بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری کینوا باید در برنامه‌ریزی‌های زراعی به دقت مدنظر قرار گیرد.



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

جدول ۷– همبستگی صفات مورد مطالعه

Table 7- Correlation between selected characteristics

| Traits | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 | Y8 | Y9 | Y10 | Y11 | Y12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Plant height (Y1)<br>ارتفاع بوته | 1 | | | | | | | | | | | |
| Main panicle length (Y2)<br>طول پانیکول اصلی | 0.41* | 1 | | | | | | | | | | |
| Number of secondary panicles (Y3)<br>تعداد پانیکول فرعی | 0.50** | 30 | 1 | | | | | | | | | |
| Grain weight in main panicle (Y4)<br>وزن دانه در پانیکول اصلی | 0.13 | 0.24 | 0.19 | 1 | | | | | | | | |
| Grain weight in secondary panicle (Y5)<br>وزن دانه در پانیکول فرعی | 0.31 | 0.52** | 0.46** | 0.55** | 1 | | | | | | | |
| 1000-grain weight (Y6)<br>وزن ۱۰۰۰ دانه | -0.16 | 0.09 | -0.4* | 0.67** | 0.33 | 1 | | | | | | |
| Biological yield (Y7)<br>عملکرد بیولوژیک | -0.02 | 0.07 | 0.13 | 0.92** | 0.47** | 0.60** | 1 | | | | | |
| Grain yield (Y8)<br>عملکرد دانه | 0.08 | 0.19 | 17 | 0.98** | 0.56** | 0.68** | 0.96** | 1 | | | | |
| Harvest index (Y9)<br>شاخص برداشت | 0.07 | 0.25 | 0.02 | 0.93** | 0.57** | 0.84** | 0.81** | 0.93** | 1 | | | |
| Grain filling period (Y10)<br>دوره پرشدن دانه | -0.16 | -0.02 | 0.24 | 0.12 | -0.18 | -0.07 | 0.17 | 0.13 | 0.03 | 1 | | |
| Average grain filling speed (Y11)<br>متوسط سرعت پر شدن دانه | 0.16 | 0.06 | -0.09 | 0.61** | 0.55** | 0.56** | 0.55** | 0.62** | 0.66** | -0.65** | 1 | |
| Crop growth period (Y12)<br>دروه رشد محصول | -0.44** | 0.25 | -0.38* | 0.28 | 0.04 | 0.57** | 0.34 | 0.3 | 0.34* | 0.19 | -0.03 | 1 |



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

**سپاس‌گزاری**

مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی می‌باشد. نویسندگان مراتب سپاس و قدرشناسی خود را از یکایک همکاران ارجمند در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس که همکاری‌های ارزشمندی را در تمامی مراحل اجرای طرح معطوف داشته‌اند، اعلام می‌دارند.

**منابع**

Amiripak, F., Parsa, M. B., Soleimani, A., Khshkam, S. 2023. Effect of Sowing Date on Yield, Yield-Companent and Grain Protein of Different Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotypes in Jiroft Weather Conditions. Plant Production Technology, 23(1): 77-90. https://doi.org/10.22084/ppt.2023.274 (In Persian)

Bagheri, M. 2018. Handbook of quinoa cultivation. Seed and Plant Improvement Research Institute. (In Persian)

Bertero, H. D., King, R. W., Hall, A. J. 1999. Modelling photoperiod and temperature responses of flowering in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Field Crops Research, 63(1): 19-34.

FAO. 2023. FAOSTAT: Crops and livestock products. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

Fazeli, F., Akbari, G., Akbari, G. A., Naderi Arefi, A., Benakashani, F. 2021. Response of different quinoa (*Chenopodium quinoa*) genotypes to planting date in terms of morphological traits, yield and yield components in Garmsar region. Iranian Journal of Field Crop Science, 52(2): 41-49. https://doi.org/10.22059/ijfcs.2020.303866.654725 (In Persian)

Garcia-Parra, M., Zurita-Silva, A., Stechauner-Rohringer, R., Roa-Acosta, D., Jacobsen, S. E. 2020. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and its relationship with agro-climatic characteristics: A Colombian perspective. Chilean Journal of Agricultural Research, 80(2): 290-302.

Ghobadi, M., Norouzi, Y. 2024. Investigation the planting dates of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) as a second crop in terms of agro-physiological characteristics in the climatic conditions of Kermanshah. Cereal Biotechnology and Biochemistry, 3(1): 74-94. (In Persian)

Golabi, M., Lak, S., Gilani, A., Fazel, M. A., Egdernezhad, A. 2022. Growth index, yield and yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa*) cultivars affected by date and method of planting at Ahvaz region. Journal of Crop Ecophysiology. https://doi.org/10.30495/JCEP.202201911931.1721 (In Persian)

Golabi, M., Lak, S., Gilani, A., Fazel, M. A., Egdernezhad, A. 2024. Effect of sowing date and planting method on yield and yield components of three quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties. Italian Journal of Agronomy, 19(2): 100013. https://doi.org/10.4081/ija.2024.2212

Golestanifar, F., Mahmoodi, S., Fallahi, H., Shahidi, A. 2024. Evaluation of some growth traits of quinoa cultivars (*Chenopodium quinoa*) affected by moisture levels and planting date in two regions of South Khorasan. Journal of Plant Production Research, 31(3): 231-261. https://doi.org/10.22069/jopp.2024.21908.3089 (In Persian)

Hosseini, S. H., Rahimi Karizaki, A., Biabani, A., Nakhzari Moghadam, A., Talaii, F. 2021. Effect of planting date on phenology, morphology, yield and yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* L.). Iranian Journal of Crop Production, 14(2): 17-32. (In Persian)

Jabbari oranj, M., et al. 2023. Effect of deficit irrigation, planting date and biofertilizers on agro-morphological traits, leaf nitrogen and carbon concentration and seed yield on quinoa under Ardabil conditions. (In Persian)

Jacobsen, S. E. 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International, 19(1-2): 167-177.



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

Martinez, E. A., Fuentes, F. F., Bazile, D. 2015. History of quinoa: Its origin, domestication, diversification and cultivation with particular reference to the Chilean context. In D. Bazile, D. Bertero, S. Nieto (Eds.), Quinoa: Improvement and sustainable production (pp. 19-24). FAO & CIRAD.

Mousavi, G., Tagh-e Eslami, M. J., Pouyan, M. 2011. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of Plantago ovata L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 27(4): 681-699. (In Persian)

Najafinezhad, H., Koohi, N., Darvishi, D. 2022. Evaluation of grain yield and quality of quinoa cultivars as affected by planting date and plant density in Jupar region of kerman. Iranian Journal of Field Crop Science, 53(1): 113-129. https://doi.org/10.22059/ijfcs.2021.311672.654761 (In Persian)

Neyromand Tomaj, A., Jami-Alahmadi, M., Zamani, G., Riasi, A. 2012. Effect of plant density and sowing date on yield and yield components of Lathyrus sativus L. in Birjand region. Journal of Crop Production and Processing, 2(3): 57-66. (In Persian)

Rabbani, B., Karimi, G., Khoramivafa, M., Saeidi, M., Boroomandan, P., Bagheri, M., Zarei, L. 2022. Effect of sowing date and plant density on seed yield and yield attributes of quinoa (*Chenopodium quinoa*) genotypes. Iran Agricultural Research, 40(2): 121-133. https://doi.org/10.22099/iar.2022.42563.1475 (In Persian)

Saeidi, S., Siadat, S. A., Moshatati, A., Sepahvand, N. 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. Iranian Journal of Crop Sciences, 21: 354-367. (In Persian)

Salehi, M., Soltani, V., Dehghani, F. 2019. Effect of sowing date on phenological stages and seed yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under saline conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 12(3): 923-932. (In Persian)

Salim, S. A., Rasheed, F. T., Al-Deen, U. H. 2024. Salinity Studies in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) from Haditha Desert, Western of Iraq. Asian Journal of Science and Applied Technology, 13(2): 6-13.

Sepahvand, N. A. 2016. Quinoa research and production prospect in Iran. International Quinoa Conference, Dubai, 6-8 December. (In Persian)

Tavusi, M., Sepahvand, N. 2014. Effect of planting date on yield and phonological and morphological characteristics of different genotypes of quinoa in Khuzestan. Proceedings of the First International Congress and the 13th Iranian Genetics Congress. (In Persian)

[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ] [ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]

[ DOI: 10.22034/arpe.10.18.106 ] [ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-01 ]