Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 50, No 3, Autumn 2019 (149-156)
DOI: 10.22059/ijfcs.2018.209566.654135

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۳۹۸ (ص۱۵۶-۱۴۹)

بررسی تاثیر تاریخ کاشت و رژیم‌های آبیاری بر خصوصیات مرفولوژیکی و عملکرد کینوا (*Chenopodium quinova* Willd.) در شرایط آب و هوایی خوزستان

محمد حسین قرینه[1*]، عبدالمهدی بخشنده[2]، بهرام اندرزیان[3] و مهوش شیرالی[4]

۱ و۲. به ترتیب، دانشیار و استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳. استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۴. کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۰۹)

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و سطوح آبیاری بر خصوصیات زراعی و عملکرد گیاه جدید کینوا (*Chenopodium quinova* Willd.) رقم سانتا ماریا، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، در شهرستان هفتکل، واقع در شمال شرق اهواز، اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل چهار تاریخ کاشت (۱۰ و ۲۵ آبان و۱۰ و ۲۵ آذر) و کرت‌های فرعی، سطوح مختلف آبیاری شامل آبیاری کامل بر مبنای ۵۰ درصد حداکثر تخلیه مجاز رطوبت از آب قابل دسترس خاک، آبیاری موثر فقط در زمان کاشت و آبیاری تکمیلی با دو مرتبه آبیاری موثر (زمان کاشت و گلدهی) و عدم آبیاری (شرایط دیم) بودند. نتایج بررسی خصوصیات زراعی نشان داد که با کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد در اثر تاریخ‌های کاشت تاخیری، زمان شروع گلدهی تا رسیدگی گیاه، کوتاه‌تر شد. همچنین با افزایش طول دوره رشد و افزایش آب آبیاری، ماده خشک تجمع یافته در گیاه افزایش یافت. افزایش آب آبیاری توانست ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را افزایش دهد. کشت در ۲۵ آبان، بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را نسبت به تاریخ‌های دیگر کاشت داشت. کشت ۲۵ آذر، با رژیم آبی دیم، به علت کوتاه شدن دوره رشد و کاهش آب قابل دسترس، دارای ارتفاع بوته، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد کمتری بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری کامل، شرایط دیم، کینوا، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه.

Effects of sowing dates and irrigation levels on morphological traits and yield of *Quinoa* (*Chenopodium quinoa* Willd) in Khuzestan

Mohammad Hossain Gharineh[1*], Abdolmahdi Bakhshandeh[1], Bahram Andarzian[2] and Mahvash Shirali[1,3]

1 .Faculty of Agriculture, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khoozestan

2. Agricultural and Natural Resources Research Center of Khuzestan, 3. Graduate student of Agronomy

(Received: December 17, 2017 - Accepted: February 28, 2018)

ABSTRACT

To investigate the effects of different sowing dates and irrigation regimes on agronomic traits and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*Willd.) as a new plant, a field experiment was conducted at Haftkel, North East of Ahvaz, Iran. The experiment was conducted as split plot based on a randomized complete block design with four replications. Four sowing dates (31 October, 15 and 30 November and 15 December) considered as main plots and five irrigation levels (full-irrigation, once irrigation at sowing time, two irrigations at sowing and flowering stages and no irrigation conditions) were subplots. Results showed that period between flowering and maturity was shortened with the shortening of the growing season due to the late sowing dates. Dry matter accumulation increased in plant with an increasing the growing season or increased irrigation water. Water could increase plant height, stem diameter, number of ears per plant, number of grains per panicle, grain weight and grain yield and biological yield. The highest grain and biological yield of quinoa was found in sowing date of October 31. Quinoa planted at December 15 had the lowest plant high, the number of ears per plant, number of grain per panicle, seed weight and yield, compared to the other sowing dates.

Keywords: Biological yield, grain yield, fully irrigated, quinoa, rained conditions.

*** Corresponding author E-mail: mhgarineh@asnrukh.ac.ir**

مقدمه

گیاه کینوا (**Chenopodium quinova Willd**)، از راسته میخک سانان، تیره تاج خروسیان، خانواده اسفناج (**Chenopodiaceae**)، گیاهی دولپه و یک‌ساله است که در مناطقی با ارتفاع صفر تا چهار هزار متر از سطح دریا، قابل کشت است. کینوا به خاطر رشد در شرایط آب و هوایی دشوار، معروف است و مقاوم به تنش‌های خشکی، شوری وسرما است. این گیاه از طرف سازمان خوار و بار جهانی (**Food & Agriculture Organization, FAO**)، به عنوان یک استراتژی برای امنیت غذایی دنیا معرفی شده است (**Razzaghi *et al.*, 2012**). کینوا ضمن دارا بودن پروتئین بالا نسبت، به شرایط نامساعد محیطی متحمل است و امکان تولید اقتصادی در چنین اراضی را خواهد داشت (**Benlhabib *et al.*, 2004**). کینوا گیاهی است که در شرایط بسیار سخت محیطی کشت می‌شود و به تنش‌های خشکی، سرما و گرما (**Bois *et al.*, 2006**) و شوری خاک (**Jacobsen *et al.*, 2003**) متحمل است.

تنش در نتیجه روند غیر عادی فرایندهای فیزیولوژیکی است و از تاثیر یک و یا چند عامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود. به عبارت دیگر، تنش عبارت است از قرار گرفتن ارگانیسم، تحت تاثیر شدتی از یک عامل محیطی که موجب افت ظاهری، بازده و یا ارزش آن می‌شود. در این بین، تنش گرما و خشکی، از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده کاهنده عملکرد گیاهان زراعی به شمار می‌روند (**Entez & Fowler, 1990**). تنش گرمایی که تحت عنوان افزایش دما به بیش از حد آستانه و طی یک دوره زمانی کافی، برای ایجاد خسارت غیرقابل برگشت بر رشد و نمو گیاه تعریف می‌شود، یکی از تهدیدهای جدّی برای تولید محصولات کشاورزی، در بسیاری از مناطق جهان است. دمای بالا، اغلب با تابش زیاد، خشکی و باد شدید اتفاق می‌افتد که تمام این‌ها می‌توانند صدمات وارده به گیاه را تشدید کنند (**Devasirvatham, 2012**). تغییرات دمایی، منجر به ایجاد تنش گرما وبروز مشکلات زیادی در زمینه کشاورزی در سراسر جهان شده است (**Chauhan *et al.*, 2011**). افزایش دما به صورت موقتی و پایدار، سبب تغییرات مورفولوژیکی، آناتومیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان می‌شود که این عوامل، باعث کاهش عملکرد اقتصادی می‌شوند (**Entez& Fowler, 1990**). بر اساس ارزیابی جهانی تحقیقات کشاورزی، تنش گرما، به عنوان اولویت برتر تحقیقاتی، در بسیاری از مناطق دنیا تعیین شده است (**Reynolds *et al.*, 1994**). میزان کم نزولات آسمانی و پراکنش نامنظم آن، سبب بروز تنش خشکی در طول دوره رشد گیاهان زراعی می‌شود (**Jagtap & Jones, 2002**). خشکسالی و تنش ناشی از آن، مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش محیطی است که هر ساله، خسارت‌های هنگفتی به این محصولات در جهان، بخصوص ایران که به عنوان کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود، وارد می‌نماید (**Reynolds *et al.*, 2001**). در مرحله زایشی، گیاه، حساسیت خاصی نسبت به تنش آب دارد. دلایل زیادی وجود دارد که تنش خشکی، از ظهور سلول‌های بنیادی گل جلوگیری می‌کند. با این حال ثابت شده است که با رفع تنش، سلول‌های بنیادی در مقایسه با گیاهان آبیاری شده، با سرعت بیشتری تشکیل شوند (**Jagtap & Jones, 2002**). بنابراین عملکرد در شرایط تنش، تحت تأثیر عوامل محیطی و زراعی قرار می‌گیرد و حفظ و بهبود آن، مستلزم تدابیر به‌زراعی و به‌نژادی است. در روش‌های به‌زراعی، با استفاده از نهاده‌های مرغوب و اعمال مدیریت‌های زراعی مناسب، می‌توان عملکرد در واحد سطح را افزایش داد ولی در روش‌های به‌ژادی، با استفاده از انتخاب و اصلاح گیاهان، می‌توان عملکرد بالاتری در واحد سطح تولید کرد (**Reynolds *et al.*, 2001**).

در استان خوزستان نیز با وجود بیش از سه میلیون اراضی دارای پتانسیل کشت و کار، و داشتن دشت‌های وسیع در مناطق مختلف، متأسفانه به دلایل مختلف از جمله وجود تنش‌های غیرزنده محیطی مانند خشکی، شوری، گرما، سرما، و عدم حاصل‌خیزی خاک و نهایتاً عملکرد پائین، کشاورزی توجیه اقتصادی ندارد و

امکان کشت و بهره‌برداری از اراضی توسط گیاهان زراعی مرسوم امکان پذیر نیست. تحت چنین شرایطی، استفاده از گیاهان جدید و متحمل به تنش‌های محیطی، یک راهکار کارآمد برای افزایش تولیدات زراعی است.

Tavoosi & Sepahvand (2014) بیان داشتند که تاریخ کاشت، تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله در کینوا دارد. آن‌ها همچنین گزارش کردند که وزن هزاردانه کینوا، به طور معنی‌داری با تأخیر در کاشت از اوائل پاییز تا اواخر پاییز، کاهش یافت. با به تأخیر انداختن تاریخ کاشت، کاهش میزان ماده خشک کل در تاریخ‌های دیرهنگام و در مواجه با تنش گرمایی آخر فصل رخ خواهد داد و تأخیر در کاشت، از طریق کاهش طول دوره‌های رشد و نمو در اثر دماهای بالا، باعث کاهش تولید ماده خشک می‌شود (**Reynolds *et al.*,1994**). بطور کلی، تاریخ کاشت مناسب، از عوامل موثر در رشد و عملکرد گیاهان زراعی که تاثیر زیادی بر رشد گیاه دارد زیرا شرایط محیطی که مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه با آن مواجه خواهد شد را تعیین خواهد کرد. اثر تاریخ کاشت در عملکرد محصول، در شرایط دیم نسبت به شرایط آبی یا در محیط معتدل‌تری که فصل رشد طولانی‌تر دارد، مهم و بحرانی‌تر است. هدف از این آزمایش، تعیین بهترین تاریخ کاشت و بهترین رژیم آبیاری و اثر آن‌ها بر عملکرد، خصوصیات مرفولوژیکی و اجزاء عملکرد گیاه جدید کینوا، در شرایط آب و هوایی شهرستان هفتکل در استان خوزستان بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش، در سال زراعی ۹۳ - ۱۳۹۲ و در مزرعه آزمایشی در شهرستان هفتکل، واقع در ۹۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز، با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۴۴ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۳ دقیقه و با ارتفاع ۳۱۲ متر از سطح دریا اجرا شد. آمار هواشناسی ایستگاه هواشناسی هفتکل طی مدت اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا شد. تاریخ‌های کاشت، در چهار سطح شامل ۱۰ و ۲۵ آبان و ۱۰ و ۲۵ آذر، در کرت‌های اصلی و رژیم‌های آبیاری در چهار سطح آبیاری کامل، یک بار آبیاری (زمان کاشت)، دوبار آبیاری (زمان کاشت و ۵۰٪ گلدهی) و عدم آبیاری (بصورت دیم)، در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذر مورد استفاده در این آزمایش، رقم سانتا ماریا بود که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج تهیه شد. کاشت، به روش خشک کاری و با دست و در عمق یک تا دو سانتی‌متری انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها، ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها بر روی ردیف، ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (تراکم ۳۳ بوته در متر مربع). بافت خاک محل آزمایش، از نوع سیلتی لومی و دارای هدایت الکتریکی ۵/۸ دسی زمینس بر متر، **pH** برابر۷/۶۴، مواد آلی ۱/۵۱ درصد و نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب، به ترتیب، ۰/۰۵ درصد، ۳۹/۶ و ۲۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. قبل از برداشت، پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب شدند و صفات مرفولوژیکی و اجزاء عملکرد تعیین شد. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: مجموع وزن خشک کلیه اندام‌های هوائی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های اولیه در هر بوته، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در هر بوته، وزن هزار دانه، و شاخص برداشت.

در زمان برداشت و بعد از حذف اثر حاشیه، از هر کرت، پنج گیاه به‌طور تصادفی برداشت شدند و برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، مورد استفاده قرار گرفت. تمام محاسبات آماری، با استفاده از نرم افزار **SAS**، نسخه ۹/۱ انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار **LSD** و در سطح پنج درصد استفاده شد. همچنین در صورت معنی‌داری اثر متقابل تیمارها، از روش برش‌دهی، برای تفسیر اثر استفاده شد. سپس میانگین‌ها با روش **L.S. Means** با هم مقایسه شدند و در نهایت، از نرم افزار **Excel** برای رسم نمودارها استفاده شد.

جدول ۱- آمار هواشناسی منطقه هفتکل طی مدت اجرای آزمایش

Table 1- Meteorological statistics of Haftkel area during the experiment

Month	Average minimum temperature (C)	Average maximum temperature (C)	Sundial (h day^{-1})	Rainfall (mm)
Aban	17.0	28.3	5.9	29.0
Azar	10.6	21.5	6.4	30.0
Dey	7.5	16.9	5.5	94.0
Bahman	9.4	20.0	7.4	8.0
Esfand	13.9	26.1	7.4	63.0
Farvardin	18.4	32.7	8.6	26.0
Ordibehesht	21.2	35.5	9.0	2.0
Khordad	28.9	43.7	11.4	0.0

نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که اثر تاریخ کاشت و آبیاری بر تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثر متقابل دو عامل ذکر شده (تاریخ کاشت و آبیاری) بر تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه، به ترتیب در سطوح احتمال دو و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی نشان داد که بالاترین و پایین‌ترین تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه، به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت ۲۵ آبان و در سطح آبیاری کامل با میانگین به‌ترتیب ۷/۵ و ۴۳، و ۲۵ آذر و در شرایط دیم با میانگین به‌ترتیب یک و ۱۰/۷۵ بود (جدول ۳ و ۴). با افزایش آب آبیاری، رشد خوشه‌ها و بلوغ آن‌ها در یک دوره طولانی‌تر انجام می‌شود و برگ‌ها با سرعتی آهسته‌تر پیر می‌شوند؛ در نتیجه تعداد خوشه و تعداد دانه در بوته افزایش می‌یابد و از طرفی، کاهش میزان آب آبیاری و همچنین افزایش ناگهانی درجه حرارت، سبب پیری زودرس گیاه می‌شود. به نظر می‌رسد که در کاشت دیرهنگام که همراه با شرایط نامساعد محیطی و دماهای بالا همراه است، میزان تلقیح، تعداد غلاف و دانه در بوته کاهش می یابد. همچنین امکان دارد که به علت کاهش دوره رشد رویشی و کوتاه شدن دوره فتوپریودی، تعداد دانه در بوته کاهش یابد. همبستگی عملکرد دانه با تعداد خوشه و تعداد دانه در بوته، مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷).

جدول ۲- تجزیه واریانس سطوح مختلف آبیاری و تاریخ های کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد

Table 2- Variance analysis of different irrigation levels and planting dates on yield and yield components

Source of variations	Degree of freedom	Sum of squares					
		Panicle per plant	Grains per panicle	Thousand grain weight	Grain yield	Biological yield	harvest index
Block (R)	3	0.41 ns	4.04 ns	0.18 ns	40964.06 ns	28451866.3 ns	4.98 ns
Planting time (D)	3	108.62 **	2702.29 **	62.47 **	52952467.19 **	914966412.50 **	1213.24 **
The main error (Ea)	9	3.62	104.89	1.36	944004.69	62336856.40	28.05
Irrigation (A)	3	43.62 **	1011.42 **	31.50**	28898342.19 **	771142496.30 **	334.88 **
D * A	8	13.50 **	383.01 *	3.57 **	8898264.06 **	36255156.40 ns	222.29 **
Sub error (Eb)	36	10.37	473.81	3.16	2026306.25	102634688.00	49.05
coefficient of variation (percent)		16.20	14.96	8.62	15.71	12.59	11.38

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد خوشه در بوته، تحت تاثیر سطوح آبیاری در هر تاریخ کاشت

Table 3- Mean comparisons of the effects of irrigation levels on the number of ears per plant in different planting dates.

Irrigation	31 October	15 November	30 November	15 December
Full irrigation	3.75 a	5.70 a	3.50 a	3.00 a
Irrigation at planting time and flowering	4.00 a	5.50 a	2.75 ab	2.50 a
Irrigation at planting	3.50 ab	4.50 b	2.50 b	1.00 b
Rainfed conditions	3.00 b	3.75 c	1.25 c	1.00 b

جدول ۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در خوشه تحت تاثیر سطوح آبیاری در هر تاریخ کاشت

Table 4- Mean comparisons of the effects of irrigation levels on the number of grains per panicle in different planting dates.

Irrigation	31 October	15 November	30 November	15 December
Full irrigation	27.25 a	43.00 a	23.75 a	22.50 a
Irrigation at planting time and flowering	27.25 a	35.75 b	20.75 a	21.50 a
Irrigation at planting	26.5 a	33.00 b	22.00 a	14.25 b
Rainfed conditions	16.25 b	26.75 c	16.50 b	10.75 b

اثر تاریخ کاشت و آبیاری و اثر متقابل هر دو عامل بر وزن هزاردانه و عملکرد دانه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین و پائین‌ترین وزن هزاردانه و عملکرد دانه، به ترتیب به تاریخ کاشت ۲۵ آبان و در سطح آبیاری کامل با میانگین به‌ترتیب ۶/۵ گرم و ۴۸۴۲/۵ کیلوگرم در هکتار و ۲۵ آذر و در شرایط دیم با میانگین به‌ترتیب ۱/۳۷ گرم و ۹۲/۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. (جدول ۵ و ۶). همبستگی عملکرد دانه با وزن هزاردانه (۰/۹۶**) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۷). **Tavoosi & Sepahvand (2014)** نیز گزارش دادند که تأخیر در کاشت کینوا، سبب کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و در نهایت، کاهش تعداد خوشه و عملکرد دانه می‌شود. در مطالعه حاضر، با افزایش سطوح تنش کم آبیاری، عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد که می‌تواند ناشی از کاهش خوشه بارور و در نتیجه، کاهش تعداد دانه باشد. محققان زیادی، نتایج مشابهی را در مورد کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش کم آبی گزارش کرده‌اند (**Erdem *et al.*, 2006; Goksoy *et al.*, 2004**).

جدول۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه، تحت تاثیر سطوح آبیاری در هر تاریخ کاشت

Table 5- Mean comparisons of the effects of irrigation levels on the 1000- grain weight in different planting dates.

Irrigation	31 October	15 November	30 November	15 December
Full irrigation	4.20 a	6.50 a	3.72 a	3.22 a
Irrigation at planting time and flowering	3.25 b	5.30 b	3.27 b	3.02 a
Irrigation at planting	3.05 b	4.47 c	2.92 b	1.80 b
Rainfed conditions	2.57 c	3.90 d	2.32 d	1.37 b

جدول۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح آبیاری در هر تاریخ کاشت

Table 6- Mean comparisons of the effects of irrigation levels on the grain yield in different planting dates.

Irrigation	31 October	15 November	30 November	15 December
Full irrigation	1870.00 a	4842.50 a	1620.00 a	1415.00 a
Irrigation at planting time and flowering	1272.50 b	3650.00 b	1297.50 ab	1042.50 b
Irrigation at planting	1035.00 b	2057.50 c	1152.50 b	202.50 c
Rainfed conditions	572.50 c	1652.50 d	387.50 d	92.50 c

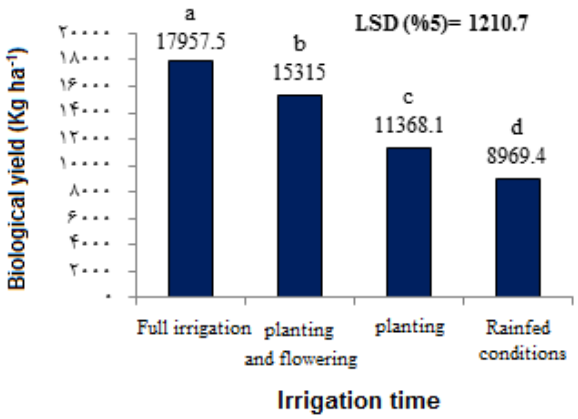
تأثیر تاریخ کاشت و آبیاری بر عملکرد بیولوژیک، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک، با میانگین ۱۷۹۵۷/۵ کیلوگرم در هکتار، از سطح آبیاری کامل و کمترین مقدار آن در شرایط دیم، با میانگین ۸۹۶۹/۴ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۱۷۹۷۶/۳ کیلوگرم در هکتار، از تاریخ کاشت ۲۵ آبان و کمترین مقدار آن، از تاریخ کاشت ۱۰ آبان و با میانگین ۹۲۷۷/۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۲). به نظر می‌رسد که تأخیر در کاشت، با ایجاد گیاهچه ضعیف‌تر، باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود. در تاریخ کاشت دیرهنگام (۱۰ و ۲۵ آذرماه)، بوته‌ها به علت برخورد با شرایط نامساعد محیطی و داشتن فرصت کمتر برای رشد رویشی، نتوانسته‌اند به‌طور مناسب‌تری سطح مزرعه را پوشش دهند و از عوامل محیطی به نحو مطلوبی استفاده کنند؛ در نتیجه، ماده خشک کمتری در واحد سطح تولید کرده‌اند. با به تأخیر انداختن تاریخ کاشت، کاهش میزان ماده خشک کل در مواجه شدن با تنش گرمای آخر فصل رخ خواهد داد. این مسئله از طریق کاهش طول دوره‌های رشد و نمو در اثر دماهای بالا، باعث کاهش تولید ماده خشک می‌شود (**Reynolds *et al.*, 1994**). کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه در تاریخ کشت اول (۱۰آبان)، به‌دلیل کاهش رشد رویشی ناشی از بروز بیماری قارچی در اثر کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی هوا در مرحله گیاهچه‌ای کینوا بوده است. گزارش **Jacobsen** (**2003**) نیز حاکی از این است که بحرانی‌ترین دوره در کشت بذر کینوا، زمان استقرار گیاهچه‌ای است که شرایط نامطلوب برای جوانه‌زنی بذر مانند تراکم بیش از حد کاشت، ناهمگن و یا خشن بودن بستر بذر، درجه حرارت پایین خاک و هوا و کیفیت بذر پایین می‌تواند کاهش عملکرد قابل توجهی ایجاد کند. افزایش ارتفاع و رشد رویشی، باعث افزایش سطح برگ می‌شود و زیاد شدن فتوسنتز را به دنبال دارد و به تولید ماده خشک بیشتر و افزایش عملکرد منجر خواهد شد. بر همین اساس، بیشترین زیست توده در تیمار آبیاری کامل مشاهده می‌شود. در تیمار دیم، عدم آبیاری و بروز تنش در طی مراحل مختلف رشد، باعث شده است که گیاه با وقوع خشکی و عدم بارندگی در ادامه فصل رشد، با کاهش رشد طولی مواجه شود. در مرحله رشد رویشی، نشانه اصلی تنش خشکی، کاهش تعداد و اندازه برگ‌ها است (**Rawson & Turner, 1982**).

به نظر می‌رسد که آبیاری در تمامی مراحل رویشی و زایشی، با توجه به شرایط آب و هوایی مطلوب این مرحله، تأثیر بسیار خوبی بر رشد کینوا داشته است و باعث حداکثر رشد طولی و ارتفاع بوته، در تیمار آبیاری کامل شده است. افزایش ارتفاع و رشد رویشی، باعث افزایش سطح برگ می‌شود و از این طریق، سبب زیاد شدن فتوسنتز می‌شود و به تولید ماده خشک بیشتر و افزایش عملکرد منجر خواهد شد.

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد

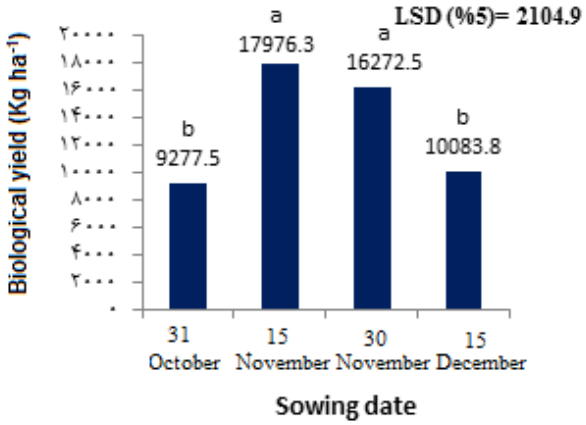
Table 7- Correlation coefficients between yield and yield components

Traits	Grain yield	Biological yield	Harvest index	Panicle per plant	Grains per panicle	Thousand grain weight
Grain yield	1					
Biological yield	0.75 **	1				
Harvest index	0.85 **	0.42 **	1			
Panicle per plant	0.92 **	0.62 **	0.91 **	1		
Seeds per panicle	0.89 **	0.64 **	0.85 *	0.94 **	1	
1000-seedweight	0.96 **	0.75 **	0.88 **	0.93 ns	0.91 **	1



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ساده رژیم‌های آبیاری بر عملکرد بیولوژیک کینوا

Figure 1- Mean comparisons of the simple effects of irrigation regimes on the Quinoa biological yield



شکل ۲- تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک کینوا

Figure 2- Effects of sowing dates on Quinova biological yield

نتیجه‌گیری کلی

افزایش میانگین دمای هوا طی دوره رشد و وقوع تنش گرما، اثر منفی و معنی‌داری بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد اندازه‌گیری شده در کینوا داشته است. در اثر تنش گرما، میزان پایداری غشاء سلول‌های برگ کاهش یافت؛ غشاء سلول، اولین بخش از سلول است که تحت تأثیر تنش‌های محیطی آسیب می‌بیند و همچنین آسیب این بخش، تخریب بخش‌های دیگر و اختلال در فعالیت‌های فیزیولوژیکی را به دنبال دارد. در بین صفات فیزیولوژیک، تنش گرما، بیشترین تأثیر را بر شاخص سطح برگ داشت و سبب کاهش ۳۰ درصدی آن شد. در تنش گرما و خشکی، صفات ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و قطر ساقه کاهش یافته است و اجزاء عملکرد دانه نیز در اثر تأخیر در کاشت و افزایش دما در مراحل زایشی گیاه، کاهش پیدا کرده است. تأخیر در کاشت، بر تعداد دانه در سنبله، سنبله در بوته، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک، تأثیر منفی داشته است. وزن هزار دانه نیز در این آزمایش، تحت تأثیر شرایط حرارتی و رطوبتی قرار گرفت. در شرایط تنش، استفاده از آبیاری تکمیلی نیز تأثیر معنی‌داری بر صفات مرفولوژیکی تأثیر معنی‌داری داشت.

REFERENCES

1. **Benlhabib, O., Atifi, M., Jellen, E. N. & Jacobsen, S. E. (2004). The introduction of a new Peruvian crop quinoa to a rural community in Morocco. *European Society of Agronomy Proceedings Copenhagen*, Denmark. P, 881-2.**
2. **Bois, J. F., Winkel, T., Lhomme, J. P., Raffaillac, J. P. & Rocheteau, A. (2006). Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing. *European Journalof Agronomy*, 25, 299–308.**
3. **Chauhan, H. N., Khurana, A. N., Tyagi, J. & Khurana, P. (2011). Identification and characterization of high temperature stress responsive genes in bread wheat (*Triticumaestivum* L.) and their regulation at various stages of development. *Plant Biology*, 75, 35-51.**
4. **Devasirvatham, V., Tan, D. K. Y., Gaur, O. M., Ragu, T. N. & Trethawan, R. W. (2012). High temperature tolerance in chickpea and its implications for plant improvement crop. *Pasture Science*, 63, 419-428.**
5. **Entez, M. H. & Fowler, D. B. (1990). Differential agronomic response of wheat cultivars to environmental stress.*Crop Science*, 30, 1119-1123.**
6. **Erdem, T., Erdem, Y., Orta, A. H. & Okursoy, H. (2006). Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30, 11-20.**
7. **Goksoy, A. T., Demir, A. O., Turan, Z. M. & Dagustu, N. (2004). Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. *Filed Crops Research*, 87, 167-178.**
8. **Jacobsen, S. E. (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19, 167–177.**
9. **Jagtap, S. S. & Jones, J. W. (2002). Adaptation and evaluation of the CROPGRO-soybean model to predict regional yield and production. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 93(1), 73-85.**
10. **Rawson, H. M. & Turner, N. C. 1982. Recovery from water stress in five sunflower cultivars (*Helianthus annuus L.*). *Australian Journal of Plant Physiology*, 9(4), 449-460.**
11. **Razzaghi, F., Ahmadi, S. H., Adolf, V. I., Jensen, C. R., Jacobsen, S. E. & Andersen, M. N. (2012). Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under salinity and soil drying. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197, 348–360.**
12. **Reynolds, M. P., Balota, M., Degado, M. I. B., Amani, I. & Fischerr, R. A. (1994). Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Australian Journal of plant physiology*, 21, 717-730.**
13. **Reynolds, M. P., Ortiz-Monasterio, J. I. & Cnab, A. M. (2001). Application of physiology in wheat breeding. Mexico. D. F. CIMMYT.**
14. **Tavoosi, M. & Sepahvand, N. A. (2014). Effect of sowing date on yield and phenological and morphological traits of new plant quinoa genotypes in Khuzestan. In: *Proceedings of 13th International Congress of Genetics*.**