Archive of SID

نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۳- شماره ۱- پیاپند ۱۲۶ بهار ۱۳۹۹

امکان سنجی تولید گیاه جدید کینوا در شرایط اقلیمی خراسان جنوبی تحت تأثیر تاریخ و تراکم کاشت

Possibility of quinoa production under South-Khorasan climatic condition as affected by planting densities and sowing dates

علیرضا صمدزاده[1*]، غلامرضا زمانی[2]، حمیدرضا فلاحی[3]

۱. عضو هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند ، (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
۳. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2020.125793.1392

چکیده

صمدزاده، ع.ر.، زمانی،غ. ر.، فلاحی، ح. ر. . امکان سنجی تولید گیاه جدید کینوا در شرایط اقلیمی خراسان جنوبی تحت تأثیر تاریخ و تراکم کاشت
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۳ - شماره ۱- پیاپند ۱۲۶ بهار ۱۳۹۹ صفحه: ۱۰۴-۸۲

معرفی گیاهان جدید سازگار با اکوسیستم های تحت تنش یکی از روش های مفید جهت تولید پایدار محصولات زراعی در جهت تأمین امنیت غذایی می باشد. در این تحقیق اثرات زمان (۱۵ اردیبهشت، ۱۵ خرداد و ۱۵ تیرماه) و تراکم کاشت (۱۵، ۳۰، ٤٥ و ٦٠ بوته در مترمربع) بر رشد رویشی و زایشی گیاه کینوا، بصورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط اقلیمی بیرجند در سال ۱۳۹٦ بررسی شد. اثرات سادهٔ تاریخ و تراکم کاشت و نیز اثر متقابل عوامل آزمایشی بر بیشتر صفات مورد مطالعه شامل وزن خشک بوته، تعداد شاخهٔ جانبی در گیاه، عملکرد بیولوژیک، تعداد خوشه (پانیکول) در گیاه، طول و وزن خوشه، تعداد دانه در گیاه و عملکرد دانه معنی دار بود. بیشترین تعداد دانه در گیاه (۸۰٦ دانه) در تراکم ۱۵ بوته در مترمربع و تاریخ کاشت اردیبشهت ماه حاصل شد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از تیمارهای کاشت گیاه در اردیبشهت ماه با تراکم ٤٥ بوته (۳۸۰ کیلوگرم در هکتار که و کاشت گیاه در تیرماه با تراکم ۱۵ بوته در مترمربع (۲۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. با این وجود، عملکرد دانه در این تیمار نیز با عملکرد واقعی گیاه تفاوت زیادی داشت و بنابراین ارزیابی سایر ارقام این گیاه و یا سایر تاریخ های کاشت پاییزه، زمستانه و تابستانه دارای اهمیت است.

واژه های کلیدی: ارتفاع بوته، پانیکل، شاخص برداشت، شاخه جانبی، عملکرد دانه

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: arsamadzadeh@birjand.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بیش ازنود درصد کشور ایران دارای اقلیم خشک و نیمه خشک و میانگین بارندگی کشور حدود۲۴۰ میلی متردر سال است(Sharifan *et al.,* 2013). علاوه بر کمبود میزان بارندگی سالانه، توزیع آن نیز در کشور بسیار نامناسب می باشد. افزون بر این ها، وقوع خشک سالی های پی در پی بویژه در دهۀ اخیر، همراه با کاهش کیفیت و شور شدن منابع آب ،اغلبِ مناطق کشور را تحت تأثیر قرارداده است. بنابراین، با توجه به محدودیت منابع آبی درکشور و سهم غالب بخش کشاورزی در استفاده از این منابع، صرفه جویی مصرف آب دراین بخش واستفاده از روش های مدیریتی برای بالابردن کارایی مصرف آب بخصوص از طریق معرفی گیاهان جدید مقاوم به خشکی و شوری، از امور ضروری به شمار می آید (Sharifan *et al.,* 2013; Fallahi *et al.*, 2016). از سویی دیگر تأمین مطمئن و مناسب نیازهای غذایی جمعیت رو به گسترش جهان و رسیدن به اهداف امنیت غذایی، نیازمند تنوع بخشی به سبد غذایی انسان می باشد. به دلیل غنای اقلیمی ایران بسیاری از گیاهان را می توان از سایر مناطق جغرافیایی به سیستم های کشاورزی کشور معرفی نمود (Behdani *et al.,* 2015). با این وجود، برای زراعی کردن یک گیاه در یک منطقۀ جدید باید جزئیات اثرمتقابل گیاه با عوامل زراعی، ژنتیکی وشرایط اقلیمی مشخص شود (Fallahi *et al.,* 2017).

یکی از گیاهان زراعیِ دارای پتانسیل بالا (در صورت اعمال مدیریت زراعی مناسب از جمله تاریخ کاشت) جهت معرفی در مناطق خشک و شور ایران گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa*) می باشد که علاوه بر مقاومت مناسب به بسیاری از عوامل تنش زا، ارزش غذایی بسیار بالایی نیز دارد. کینوا گیاهی خودگشن (با ۱۰ تا ۱۵ درصد دگرگشنی)، دارای گل های دوجنسی و ناقص (بدون گلبرگ)، وزن هزاردانه حدود ۳ گرم با رنگ بذر سیاه، قرمز، صورتی، نارنجی، زرد یا سفید است که بین ۱ تا ۶ تن در هکتار عملکرد دانه دارد (Tavousi & Lotfali-Ayeneh, 2017). این گیاه سه کربنه و هالوفیت اختیاری است و تنش شوری نزدیک به شوری آب دریا (۴۰ دسی زیمنس بر متر) را تحمل می کند (Jacobsen *et al.,* 2003; Salehi & Dehghani, 2017). میزان پروتئین دانه این گیاه بیش از غلات بوده و از طرفی کیفیت پروتئین آن نیز بهتر از غلات و حبوبات است، زیرا از نظر اسید آمینه های لیزین، تریپتوفان و متیونین غنی می باشد. این مسایل باعث شده است تا سازمان جهانی خوار و بار توسعۀ کاشت آن را به خصوص در کشورهای مواجه با تنش های محیطی، در اولویت قرار دهد (Seifati *et al.,* 2015). کینوا در کشورهای واقع در آمریکای جنوبی بیشترین سطح زیر کاشت را داشته و نیاز آبی آن بین ۲۵۰ تا ۳۸۰ میلی متر (آبیاری + بارندگی) می باشد (Scanlin & Lewis, 2017). این گیاه از خانواده تاج خروسیان (Amaranthaceae) (Ruiz *et al.,* 2014) و زیرخانواده اسفناجیان است[۱](Contreras-Jiménez *et al.,* 2019) و با

۱- The quinoa class is *Amaranthaceae* family, *Chenopodiaceae* subfamily, and *Chenopodium* genus.

www.SID.ir

Archive of SID

وجود ارزش غذایی بالایی که دارد، در اراضی دارای حاصل خیزی کم و نیز در مناطق تحت تنش های محیطی به خوبی قابل کشت بوده و محصول مناسبی تولید می کند (Jamali *et al.*, 2016). با توجه به اینکه کینوا در موطن اصلی خود یعنی کوه های آند در آمریکای جنوبی از سطح دریا تا ارتفاعات بالا کشت و کار می شود، از تنوع ژنتیکی بالایی جهت سازگاری در سایر مناطق جهان برخوردار است (Scanlin & Lewis, 2017).

در پژوهشی به منظور تعیین بهترین تاریخ کشت گیاه کینوا در نوار ساحلی جنوب ایران بذور گیاه در تاریخ کشت های اول و پانزدهم مهر، آبان، آذر و اول دی ماه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میناب کشت شد. نتایج نشان داد که جوانه زنی و رشد رویشی گیاهچه در کشت های اول مهر تا پانزدهم آبان ماه در حد بهینه ای بود، ولی با سرد شدن هوا از سرعت رشد رویشی کاسته وگیاهان در ارتفاع کوتاه تری به فاز زایشی وارد شدند (Hassanzadeh-Khankahdani *et al.*, 2013). در همین ارتباط در تحقیقی ارقام مختلف کینوا در استان گلستان کاشت شدند، ولی گیاه به دلیل تاریخ کاشت نامناسب (آبان ماه) وارد فاز گلدهی نشد (Sepahvand & Sheykh, 2012). محققان دیگری نیز بیان داشتند که گیاه کینوا در مناطق با شوری بالا، دماهای خیلی پایین و دماهای خیلی بالا قابلیت سازگاری مناسبی دارد و بر این اساس زراعت آن رادرزمین های شور و مناطق گرم وسرد ایران توصیه نمودند (Mamedi *et al.*, 2016).فصل کاشت کینوا از ماه آگوست (مرداد) در نواحی مرتفع آندی شروع شده و تا دسامبر (آذر) ادامه دارد و در برخی مناطق نیز از ژانویه (دی) تا مارس (اسفند) کشت و کار می شود (Jancurova, 2009). نتایج پژوهش بر روی تاریخ کاشت کینوا (۵ فروردین، ۲۵ فروردین و ۱۷ اردیبهشت) در کشور انگلیس نشان داد که تاریخ های کاشت فروردین ماه عملکرد دانه بیشتری تولید کردند (Risi & Galwe, 1991). در تحقیقی در فیصل آباد پاکستان، تاریخ کاشت ۲۴ دی ماه در مقایسه با ۲۴ آذرماه، باعث تأخیر در وقوع مراحل فنولوژیکی و نیز کاهش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گیاه شد (Sajjad *et al.*, 2014). در آزمایشی در کشور مراکش ده تاریخ کاشت مختلف کینوا با فواصل پانزده روزه از ۱۰ آبان تا ۲۴ اسفندماه ارزیابی و گزارش شد که بیشترین عملکرد گیاه از تاریخ های کاشت آبان و آذرماه به دست آمد (Hirich *et al.*, 2014). در پژوهش دیگری اثرات سه تاریخ کاشت ۱۵ آبان، ۹ آذر و ۲۴ آذرماه بر عملکرد کمی و کیفی کینوا در کشور هند بررسی و با تأخیر در کاشت عملکرد بیولوژیک و میزان پروتئین دانه کاهش یافت (Bhargava *et al.*, 2007). پژوهش گران دیگری نیز با بررسی اثرات زمان کاشت کینوا (از ۱۰ اردیبهشت تا ۱۰ مرداد با فواصل کاشت هر دو هفته) در کشور کانادا دریافتند که تأخیر در کاشت گیاه موجب کاهش ۵۰ درصدیِ عملکرد و عدم ورود گیاه به مرحلهٔ رسیدگی فیزیولوژیکی شد (Nurse *et al.*, 2016).

تراکم کاشت کینوا نیز در برخی پژوهش های زراعی مورد توجه قرار گرفته است. در

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقی اثرات فواصل کاشت ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر در گیاه کینوا بررسی و گزارش شد که بیشترین درصد پروتئین در فواصل ۱۵ سانتی متر و بیشترین عملکرد گیاه در فواصل ۲۰ و ۲۵ سانتی متری به دست آمد (Bhargava *et al.*, 2007). در پژوهش مشابهی اثر فواصل بین ردیفی ۳۸ و ۷۵ سانتی متر در گیاه کینوا بررسی و اختلاف معنی داری بین دو تیمار مشاهده نشد و بنابراین تیمار کاشت گیاه با فواصل ۷۵ سانتی متر که موجب تسهیل کنترل مکانیکی علف های هرز می شود، برای این گیاه توصیه گردید (Nurse *et al.*, 2016). نتایج پژوهش بر روی فواصل کاشت و مقدار بذر مصرفی برای کشت گیاه در شرایط اقلیمی انگلیس نیز نشان داد که بیشترین عملکرد گیاه از فواصل ردیفی ۲۰ سانتی متری و با مصرف ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم دانه در هر هکتار به دست آمد (Risi & Galwe, 1991). در تحقیق دیگری سازگاری گیاه کینوا در کشور رومانی بررسی و از فواصل کاشت ۵۰ سانتی متر و تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت ماه استفاده شد (Szilagyi & Jornsgard, 2014). در ایران نیز در شرایط اقلیمی بیرجند استفاده از تراکم ۱۰۰ تا ۱۲۰ بوته در مترمربع منجر به بهبود رشد زایشی گیاه کینوا شده است (Mostafaei *et al.*, 2018).

با توجه به اهمیت غذایی و نیز سازگاری کینوا با مناطق خشک و به دلیل کمبود منابع آب و نیز شوری منابع آب و خاک در بسیاری از مناطق ایران، در این تحقیق سازگاری گیاه کینوا با شرایط اقلیمی استان خراسان جنوبی بررسی شد. از آنجا که برای معرفی گیاهان جدید بایستی بررسی مسایل زراعی آن ها در اولویت قرار گیرد، در این پژوهش اثرات تاریخ و تراکم کاشت بر رشد و عملکرد کینوا مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر تراکم گیاهی و تاریخ کاشت بر برخی صفات مربوط به رشد رویشی و زایشی کینوا آزمایشی به صورت فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بیرجند در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل ۳ تاریخ کاشت مختلف (۱۵ اردیبهشت، ۱۵ خرداد و ۱۵ تیرماه) و چهار تراکم گیاهی (۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع) بودند. در هر تاریخ کاشت، کشت گیاه در کرت هایی به مساحت ۱۹ مترمربع (۲/۵ × ۷/۵ متر) با فواصل بین ردیفی ۳۰ سانتی متر انجام شد. تراکم مطلوب گیاهی پس از انجام عملیات تنک در پایان مرحلهٔ رشد گیاهچه ای (حدود ۳ هفته پس از کاشت) و با تغییر فواصل روی ردیفی، تنظیم گردید. برای کاشت از رقم Titicaca که از ارقام زودرس (۸۵-۱۰۰ روز) و بی تفاوت به طول روز می باشد (Bagheri, 2018) و پیش از این در برخی نواحی ایران در سطح محدود کشت شده است، استفاده شد. اطلاعات مربوط به دما و بارندگیِ محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

کاشت گیاه بصورت جوی-پشته ای صورت گرفت و برای کمک به سبز شدن گیاهچه از ماسه بادی جهت پوشیدن بذور استفاده شد. پس از کاشت بلافاصله آبیاری صورت گرفت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تغییرات دما و بارندگی بیرجند در طی دوره اجرای تحقیق

Table 1. Variations in temperature and rainfall during the experimental period in Birjand

	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
	May	June	July	Augus	Septemb	Octobe	Novemb	Decemb
متوسط دما (°C) Mean temperature	25	29	28	25	22	18	11	5
دمای حداکثر (°C) Max temperature	39	42	39	36	35	33	29	20
دمای حداقل (°C) Min temperature	8	10	14	10	6	1	-6	-12
بارندگی (mm) Rainfall	5	0	0	0	0	0	0	0

و برای تسهیل سبز شدن بوته ها عمل آبیاری با فاصله چهار روز تکرار شد. جوانه زنی و سبزشدن گیاهچه در تاریخ های مختلف کاشت حدود پنج روز طول کشید. در طی فصل رشد گیاه آبیاری به صورت نشتی و با فواصل ده روز یک بار صورت گرفت. بایستی توجه داشت که نیاز آبی کینوا کمتر از این مقدار بوده و این گیاه می تواند با فقط ۲۰۰ میلی متر بارندگی حتی در شن خالص رشد نماید (Jacobsen *et al.*, 2003). مشاهدات شخصی نیز نشان می دهد که در شرایط اقلیمی خراسان جنوبی با انجام دو مرتبه آبیاری جهت سبز شدن گیاه و با/یا بدون آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و دانه بستن نیز امکان تولید محصول رضایت بخشی در این گیاه وجود دارد.

مبارزه با علف های هرز به صورت وجین دستی حدود سه هفته پس از هر تاریخ کاشت صورت گرفت. مصرف کود اوره بر اساس نتایج آزمایش خاک (جدول ۲)و توصیه کودی محققان (حدود ۱۰۰ کیلوگرم ازت) (Bagheri, 2018) به صورت سرک و در دو مرحله صورت گرفت، بطوری که در هر تاریخ کاشت مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتارحدود یک ماه پس از کاشت و ۹۰کیلوگرم در هکتار دو ماه پس از کاشت استفاده شد (در مجموع حدود ۶۵ کیلوگرم ازت خالص). برای مبارزه با پروانه برگ خوار کارادرینا که در گیاهان مربوط به تاریخ های کاشت اول و دوم به میزان بیشتری موجب خسارت شد، سم پاشی با استفاده ازسم فن والریت با غلظت ۱/۵ در هزار در تاریخ ۲۳ تیر صورت گرفت. بر مبنای مشاهدات شخصی

www.SID.ir

Archive of SID

حدود ۵ درصد مساحت برگ ها توسط این آفت مصرف گردید که با مبارزه به موقع از گسترش خسارت جلوگیری شد. در هر تاریخ کاشت، حدود ۱۰ روز قبل از برداشتِ محصول، آبیاری قطع گردید و با زرد شدن حدود ۸۰ درصد برگ ها و خشک شدن بوته ها عمل برداشت صورت گرفت.عملیات برداشت برای تاریخ های کاشت اردیبهشت، خرداد و تیر به ترتیب در ماه های مرداد، شهریور و مهر صورت گرفت.

در اواخر فصل رشد گیاه تعداد شش بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب شد و برخی صفات مرتبط با رشد رویشی و اجزاء عملکرد گیاه مورد سنجش قرار گرفت. صفات مورد اندازه گیری شامل ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد پانیکل (گل آذین) در گیاه، طول پانیکل، وزن خشک پانیکل، تعداد دانه در گیاه و وزن هزار دانه بودند. در پایان فصل رشد، پس از حذف اثر حاشیه (دو ردیف کاشت کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت) بوته های باقی مانده در هر کرت برداشت شد و از آنها برای تعیین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ صورت گرفته و مقایسه میانگین های نیز به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

الف- رشد رویشی

اثر متقابل تاریخ و تراکم کاشت بر صفات مرتبط با رشد رویشی کینوا شامل ارتفاع بوته ($P\leq ۰/۰۵$)، وزن خشک تک بوته ($P\leq ۰/۰۱$))، تعداد شاخه جانبی ($P\leq ۰/۰۱$) و زیست تودهٔ تولیدی ($P\leq ۰/۰۱$) معنی دار بود (جدول ۳). در تاریخ های کاشت اردیبهشت و خردادماه از نظر ارتفاع بوته در بین تراکم های مختلف کاشت تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما در تاریخ کاشت تیرماه با افزایش تراکم کاشت ارتفاع بوته روندی نسبتاً افزایشی داشت. بیشترین مقدار این صفت در بین تمامی تیمارهای آزمایشی در بوته های حاصل از تاریخ کاشت تیرماه و تراکم ۴۵ بوته در مترمربع حاصل شد که با تراکم ۶۰ بوته تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۱). در تمامی تاریخ های کاشت با افزایش تراکم کاشت از وزن خشک تک بوته کاسته شد و در تمامی سطوح تراکمی نیز کمترین مقدار

جدول ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 2. Some chemical and physical properties of soil at the experimental station

هدایت الکتریکی Ec ($ds.m^{-2}$)	شاخص واکنش pH	درصد نیتروژن N (%)	غلظت فسفر P (ppm)	غلظت پتاسیم K (ppm)
7.80	7.94	0.08	16	301
درصد شن Sand (%)	**درصد سیلت Silt (%)**	**درصد رس Clay (%)**	**بافت خاک Soil texture**	**درصد کربن آلی O.C (%)**
40	39	21	لوم-Loam	0.65

www.SID.ir

Archive of SID

این صفت از تاریخ کاشت تیرماه حاصل شد. بیشترین و کمترین میزان این صفت به ترتیب از گیاهان کاشته شده در اردیبهشت با تراکم ۱۵ بوته در مترمربع و گیاهان حاصل از کشت تیرماه در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع به دست آمد (شکل ۲). در تمامی سطوح تراکم بوته، بیشترین تعداد شاخه جانبی از تاریخ کاشت اردیبهشت ماه (۲/۱۸ شاخهٔ جانبی در بوته) و کمترین تعداد آن از تاریخ کاشت تیرماه (۰/۲ شاخه جانبی در بوته)حاصل شد. بیشترین مقدار این شاخص(۲/۶ شاخهٔ جانبی در بوته) در گیاهانی مشاهده شد که در اردیبهشت ماه با تراکم ۱۵ یا ۶۰ بوته در مترمربع کاشته شده بودند، در حالی که در تراکم های ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع در تاریخ کاشت تیرماه، به جز ساقه اصلی، هیچ شاخه جانبی در گیاه تولید نشد (شکل ۳). با افزایش تراکم گیاهی در تمامی تاریخ های کاشت، زیست تودهٔ تولیدی کینوا (عملکرد بیولوژیک) افزایش یافت. در تراکم های ۱۵ و ۳۰ بوته در مترمربع با تأخیر در کاشت، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت، در حالی که این موضوع در تراکم های ۴۵ و ۶۰ بوته در مترمربع کمتر مشاهده شد. به عبارتی دیگر در شرایط تأخیر در کاشت با افزایش تراکم بوته می توان به افزایش عملکرد بیولوژیک کمک کرد (شکل ۴). در مجموع با به تأخیر افتادن کاشت کینوا از اردیبهشت به تیرماه، ارتفاع بوته ها افزایش یافت، ولی وزن تک بوته و تعداد شاخه جانبی در هر گیاه کاهش پیدا نمود. همچنین با افزایش تراکم گیاهی مقدار ارتفاع و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت، اما وزن خشک تک بوته کاهش پیدا کرد. افزایش ارتفاع گیاه در تراکم بالاتر ناشی از رقابت گیاهان برای دریافت نور بیشتر می باشد. کاهش وزن تک بوته در تراکم های بیشتر نیز ناشی از رقابت گیاهان بر سر منابع محیطی مانند آب و مواد غذایی می باشد که در نهایت سهم کمتری از منابع در اختیار هر بوته قرار می گیرد.

در تحقیقی در کشور هند عملکرد بیولوژیک کینوا در تاریخ های کاشت ۲۴ آبان، ۹ آذر و ۲۴ آذر به ترتیب ۱۲/۳۹، ۱۰/۰۸ و ۹/۵۳ تن در هکتار گزارش شد. در پژوهش مذکور بیان شد که شاخسارهٔ کینوا منبعی غنی از پروتئین و کاروتنوئید بوده و خصوصاً در کشورهای در حال توسعه می تواند به عنوان یک منبع غذایی مورد استفاده باشد (Bhargava *et al.,* 2008). در پژوهش دیگری در هند شاخص های رشد رویشی کینوا به طور قابل توجهی تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، بطوری که کاشت گیاه در آبان و آذر در مقایسه با اسفندماه موجب بهبود رشد رویشی گیاه شد. این تفاوت ها به تغییر در میزان دما، نور و بارندگی در زمان های مختلف کاشت نسبت داده شد (Hirich *et al.,* 2014). تاریخ کاشت مناسب کینوا به شرایط اقلیمی و رقم مورد استفاده بستگی دارد. ارقام زودرس مناسب کاشت در شهریور و یا کشت بهاره در مناطق معتدل خشک کشور می باشند. این ارقام در مناطق معتدله در صورتی که در مرحله ۱۲ برگی باشند، در طی زمستان زنده مانده، ولی تولید دانه نمی کنند. کشت در شهریورماه برای فلات مرکزی ایران که بارندگی کمی در طول پاییز دارد مناسب است،

www.SID.ir

Archive of SID

زیرا بذور گیاه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به جوانه زنی روی پانیکول حساس هستند و بارندگی پاییزه موجب وقوع این پدیده می شود. کشت شهریور ماه باید طوری تنظیم شود که در مرحله گرده افشانی میانگین دمای هوا حدود ۲۰ درجه سانتی گراد باشد. دماهای بیشتر و یا کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد موجب کاهش شدید عملکرد می شود (Salehi & Dehghani, 2017). دماهای کمتر از ۲- درجه سانتی گراد در بیشتر مراحل رشدیِ گیاه باعث ایجاد خسارت می شود (Bagheri, 2018) و این موضوع نیز در تنظیم تاریخ کاشت خصوصاً در کاشت پاییزهٔ گیاه باید مورد توجه باشد.

در ایران کینوا در چهار منطقه سیستان و بلوچستان در آبان، خوزستان دهه دوم مهر، جنوب کرمان در اوایل مهر و کرج در نیمه مردادماه سازگاری نشان داده است. تجربه کشت در خوزستان نشان داده است که جهت حصول تراکم مطلوب، برای کشت دستی ۴تا۵ کیلوگرم بذر در هر هکتار و درکشت مکانیزه بسته به نوع ماشین کاشت۱ تا۲ کیلوگرم بذر مورد نیاز است (Tavousi & Lotfali-Ayeneh, 2017).

ب- رشد زایشی

اثر متقابل تراکم بوته و تاریخ کاشت کینوا بر تمامی شاخص های مرتبط با رشد زایشی گیاه شامل تعداد خوشه (گل آذین) در گیاه، تعداد خوشه چه در خوشه، وزن خوشه، طول خوشه، تعداد دانه در گیاه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۳). در تمامی سطوح تراکم بوته بیشترین و کمترین تعداد خوشه در گیاه به ترتیب از تاریخ کاشت اردیبشهت و تیرماه به دست آمد. افزایش تراکم کشت نیز در تمامی تاریخ های کاشت موجب کاهش تعداد خوشه در هر گیاه شد. بیشترین مقدار این شاخص(۲۲/۴ خوشه) در تاریخ کاشت اردیبهشت و تراکم ۱۵ بوته در مترمربع و کمترین مقدار آن(۹/۲ خوشه)از تاریخ کاشت تیرماه و تراکم ۶۰ بوته در مترمربع به دست آمد (شکل ۵). کاشت گیاه در تیرماه و استفاده از بالاترین سطح تراکم بوته به ترتیب منجر به کاهش ۸۷ و ۱۵ درصدیِ طول خوشه در مقایسه با تاریخ کاشت خرداد و تراکم ۱۵ بوته در مترمربع شدند (شکل ۶). در تمامی سطوح تراکم گیاهی بیشترین و کمترین مقدار وزن خوشه به ترتیب در تاریخ های کاشت خرداد و تیرماه مشاهده شد. افزایش تراکم گیاهی نیز بطور نسبی مقدار این شاخص را در تمامی تاریخ های کاشت کاهش داد (شکل ۷). از نظر تعداد خوشه چه در هر خوشه نیز بهترین نتیجه از کاشت گیاه در خردادماه حاصل شد (شکل ۸).در تحقیقی در شرایط اقلیمی بیرجند اثر تاریخ کاشت مرداد ماه در تراکم های ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ بوته در مترمربع بر رشد زایشی کینوا بررسی و گزارش شد که بیشترین تعداد خوشه در گل آذین اصلی در تراکم ۱۲۰ بوته و بالاترین وزن خوشه و تعداد دانه در خوشه از تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع حاصل شد (Mostafaei *et al.*,2018). برای بهبود رشد زایشی گیاه، در نواحی دارای اقلیم خشک با زمستان خنک مانند استان یزد به دلیل دمای خنک در طول زمستان امکان کاشت در پاییز، شهریور و اسفندماه وجود دارد، ولی در کشت

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۳- میانگین مربعات مربوط به اثر تاریخ و تراکم کاشت بر رشد رویشی، عملکرد و اجزاء عملکرد کینوا

Table 3. Mean squares for effects of planting date and density on vegetative growth parameters, yield and yield components of quinoa

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	وزن خشک بوته Plant dry weight	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branches	عملکرد بیولوژیک Biological yield	تعداد خوشه در گیاه Number of cluster per plant	طول خوشه Cluster length
تکرار Replication	2	25.9^{ns}	0.21^{ns}	0.02^{ns}	25210.4^{ns}	0.35^{ns}	1.62^{*}
تاریخ کاشت Planting date	2	259.9^{**}	438.32^{**}	12.53^{**}	1027276^{**}	222.67^{**}	103.12^{**}
تراکم کشت Planting density	3	41.0^{ns}	123.78^{**}	1.32^{**}	2092339.2^{**}	28.76^{**}	4.63^{**}
تاریخ × تراکم Planting date × Density	6	53.0^{*}	7.46^{**}	0.34^{**}	303313.4^{**}	5.06^{*}	1.67^{**}
خطا Error	22	18.23	1.83	0.02	15005.6	1.78	0.40
ضریب تغییرات (٪) C.V (%)	-	10.2	6.67	11.2	9.6	9.3	6.55

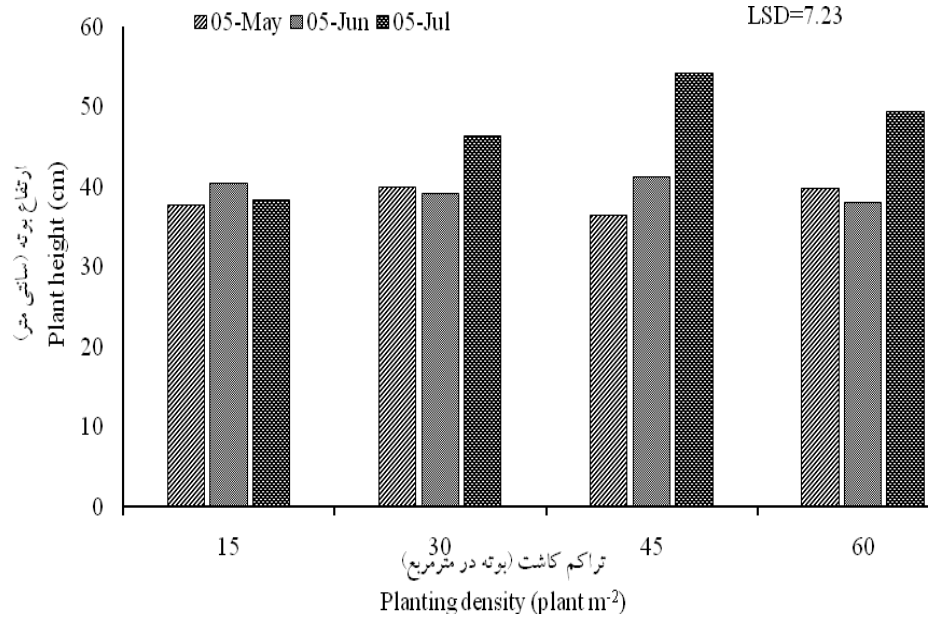
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک خوشه Cluster dry weight	تعداد خوشچه در خوشه Number of sub-cluster per cluster	تعداد دانه در گیاه Number of grains per plant	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication		0.070^{ns}	1.29^{ns}	397.69^{ns}	0.028^{ns}	289.7^{ns}	3.09^{ns}
تاریخ کاشت Planting date		5.32^{**}	64.17^{**}	581129.5^{**}	0.813^{**}	206316.2^{**}	573.4^{**}
تراکم کشت Planting density		0.32^{**}	17.29^{**}	61682.4^{**}	0.074^{ns}	17658.1^{**}	4.02^{ns}
تاریخ × تراکم Planting date × Density		0.16^{**}	12.18^{**}	49401.41^{**}	0.121^{*}	1963.5^{**}	10.46^{**}
خطا Error		0.046	1.88	638.24	0.046	241.9	2.42
ضریب تغییرات (٪) C.V (%)		17.3	8.65		11.2	9.7	13.0

ns= عدم معنیداری و * و ** بهترتیب معنیدار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns=no-significant, * and ** significant at 5% and 1% levels of probability

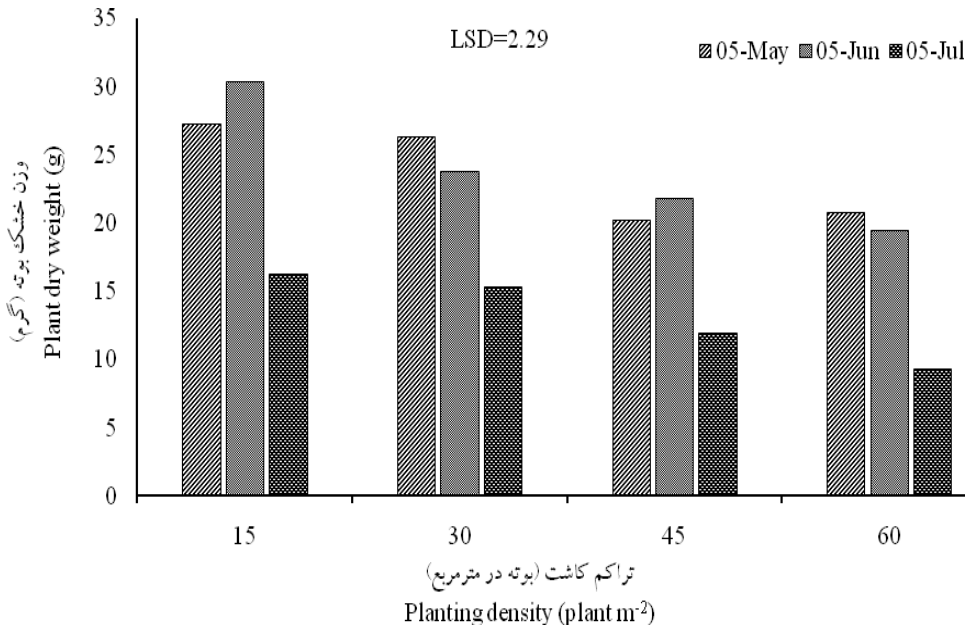
Archive of SID

Archive of SID



شکل ۱- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر ارتفاع بوته در کینوا

Fig 1. Effect of planting date and density on quinoa height

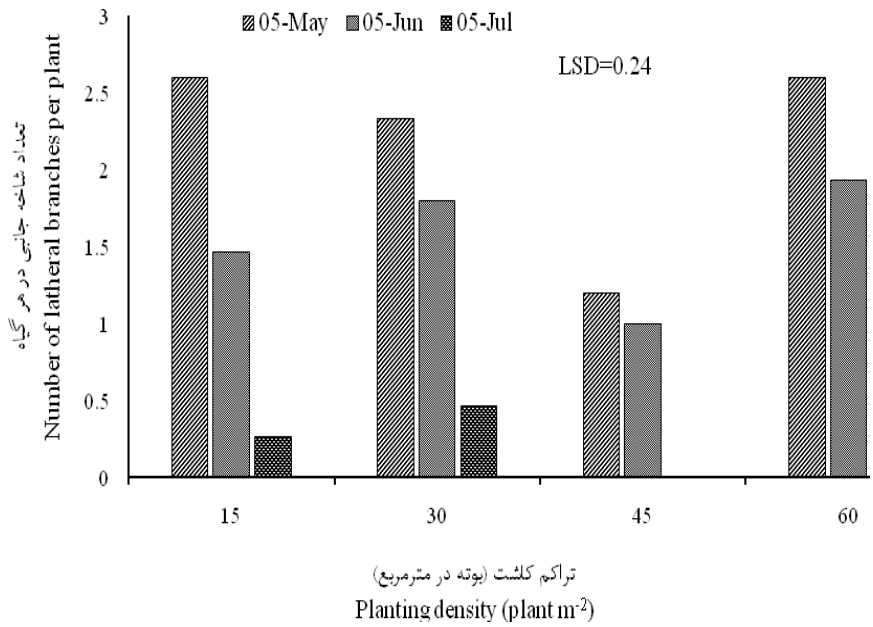


شکل ۲- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر وزن خشک بوته کینوا

Fig 2. Effect of planting date and density on plant dry weight of quinoa.

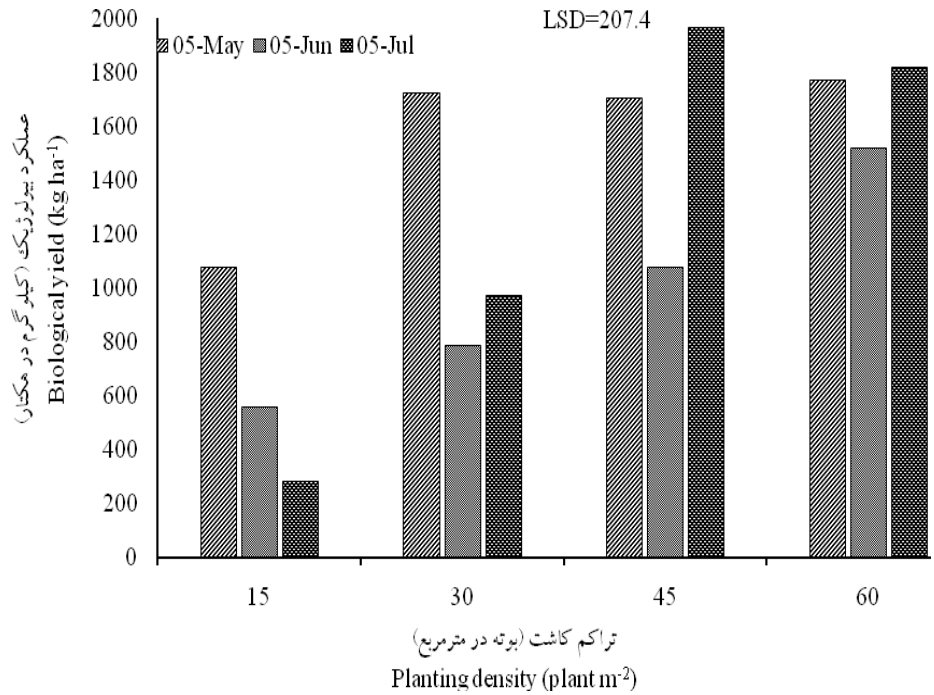
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر تعداد شاخه جانبی در کینوا

Fig 3. Effect of planting date and density on number of lateral branches in quinoa



شکل ۴- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر عملکرد بیولوژیک کینوا

Fig 4. Effect of planting date and density on quinoa biological yield

www.SID.ir

Archive of SID

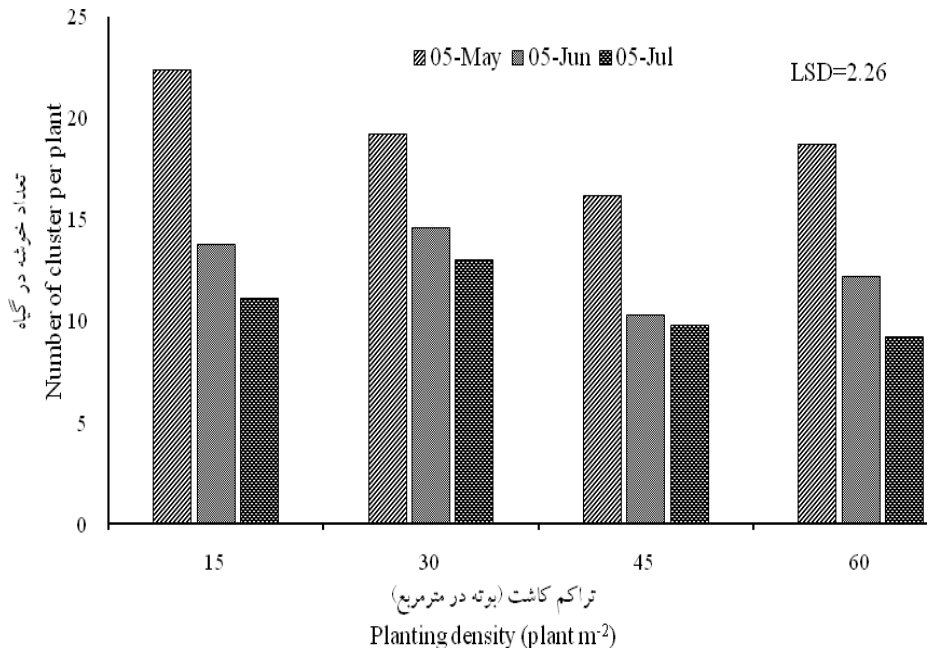
پاییزه باید از ارقام متوسط رس و دیررس استفاده نمود. این ارقام می توانند در زمستان تا دمای ۵- درجه سانتی گراد را تحمل نموده و با افزایش دما رشد رویشی خود را ادامه دهند(Salehi & Dehghani, 2017).

در تمامی تراکم های کاشت، بیشترین تعداد دانه در هر گیاه از تاریخ کاشت اردیبهشت ماه به دست آمد و بین تاریخ کاشت خرداد و تیرماه به جز در مورد تراکم ۱۵ بوته در مترمربع در سایر سطوح تراکمی تفاوت معنی داری از حیث صفت مذکور وجود نداشت.افزایش تراکم کاشت گیاه بخصوص در تاریخ کاشت اردیبهشت ماه منجر به کاهش معنی دار تعداد دانه در هر گیاه شد. بیشترین مقدار این صفت در گیاهان حاصل از تاریخ کاشت اردیبهشت ماه و تراکم ۱۵ بوته در مترمربع به دست آمد که مقدار آن ۱۰/۲ برابر بیشتر از تراکم ۶۰ بوته در همین تاریخ کاشت بود (شکل ۹).مقدار وزن هزار دانه در تمامی سطوح تراکم بوته، در تاریخ کاشت تیرماه بطور نسبی بیشتر از دیگر تاریخ های کاشت خصوصاً تاریخ کشت خرداد ماه بود. بیشترین مقدار وزن هزار دانه به میزان ۲/۴۳ گرم در گیاهانی مشاهده شد که در تیرماه با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع کشت شده بودند (شکل ۱۰). دلیل این برتری ناشی از کم بودن تعداد دانه در هر بوته در تاریخ کاشت تیرماه است، چرا که معمولاً در گیاهان زراعی بین وزن دانه و تعداد دانه رابطهٔ عکس وجود دارد و با کاهش تعداد دانه، وزن دانه های موجود بیشتر می شود (Jafari-Haghighi, 2009).در تاریخ مذکور نیز با وجود بالاتر بودن وزن هزار دانه، بدلیل کاهش شدید در تعداد آن ها عملکرد دانه مطلوب نبود. وزن هزار دانهٔ کینوابین۲تا۶ گرم برای ژنوتیپ های مختلف متغیر است، ولی درژنوتیپ های زراعیِ موجود معمولاً بین ۳/۲ تا ۵/۳ گرم میباشد (Bagheri, 2018).بیشترین عملکرد دانه از گیاهان حاصل از تاریخ کاشت اردیبهشت ماه و تراکم ۴۵ بوته در مترمربع حاصل شد که ۱۵/۳ مرتبه بیشتر از گیاهان حاصل از کاشت تیرماه و تراکم ۱۵ بوته در مترمربع بود. افزایش تراکم بوته به سطح ۴۵ تا ۶۰ بوته در مترمربع، در هر سه تاریخ کاشت مورد مطالعه، منجر به افزایش عملکرد دانه شد. ضمن اینکه در تمامی تراکم های کاشت بیشترین عملکرد دانه در تیمار کاشت گیاه در اردیبهشت ماه به دست آمد، که بطور قابل توجهی بیشتر از دو تاریخ کاشت دیگر بود (شکل ۱۱).

در پژوهشی در جنوب ایتالیا میزان عملکرد کینوا به شدت از تاریخ کاشت تأثیر پذیرفت، به طوری که عملکرد دانه رقم Titicaca در تاریخ های ۱۵ فروردین و ۱۵ اردیبهشت به ترتیب ۳/۳ و ۱/۵ تن در هکتار بود (Lavini *et al.,* 2014). تفاوت شدید در عملکرد دانه بین پژوهش مذکور و تحقیق کنونی ناشی از وقوع تنش گرمایی در طی دوره گرده افشانی در شرایط اقلیمی بیرجند بود، هر چند که در تحقیق دیگری نیز عملکرد دانه در اردیبهشت ماه که هوای محیط گرم تر بود در مقایسه با فروردین ماه حدود ۱۲۰ درصد کاهش داشت (Lavini *et al.,* 2014). نتایج پژوهش در کشور هند در خصوص اثر تاریخ های مختلف کاشت (از ۱۰ آبان تا ۲۴ اسفند با فواصل ۱۵ روزه) بر میزان تولید کینوا نشان داد که عملکرد دانه بین

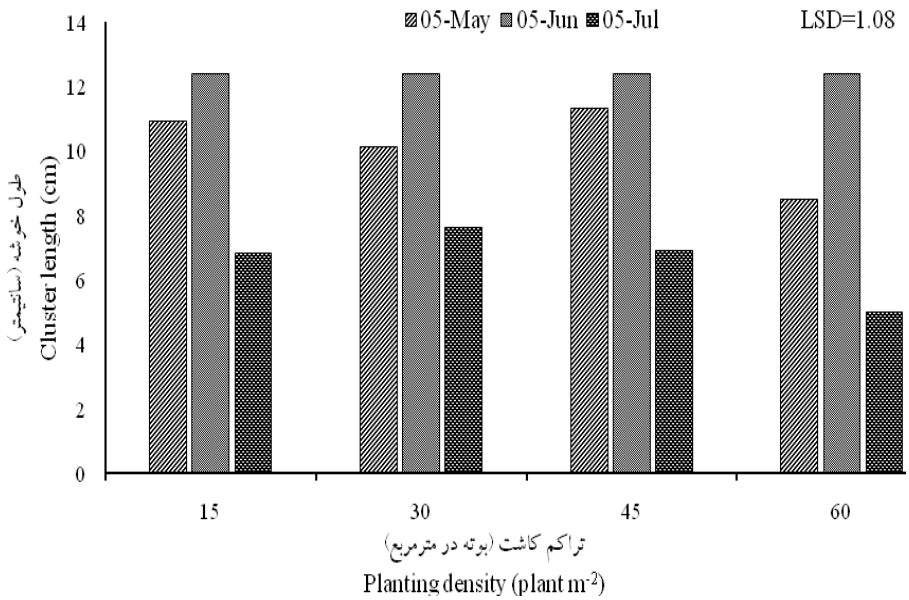
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر تعداد خوشه در کینوا

Fig 5. Effect of planting date and density on number of cluster (panicle) in quinoa

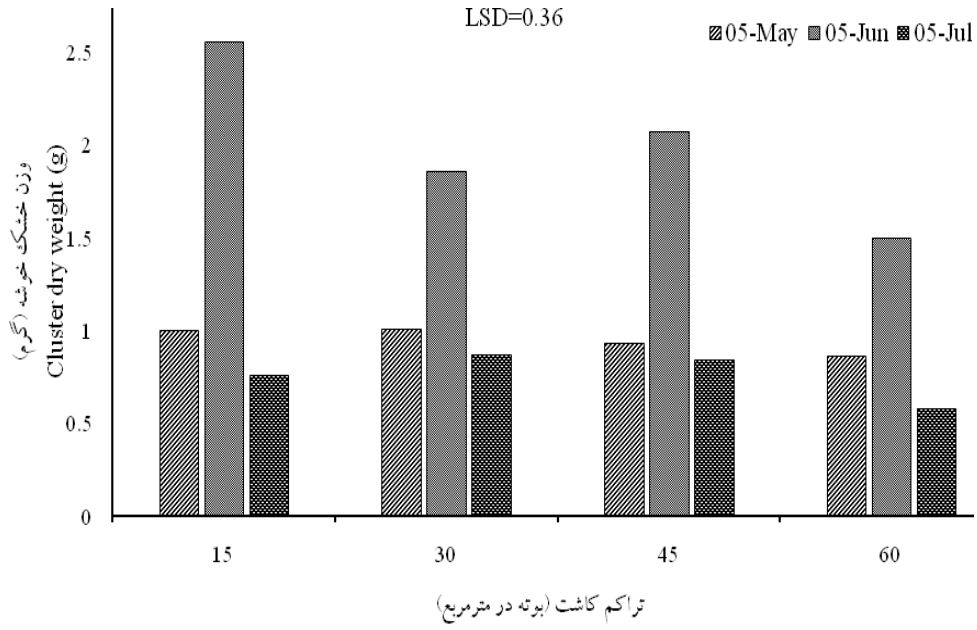


شکل ۶- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر طول خوشه در کینوا

Fig 6. Effect of planting date and density on cluster (panicle) length in quinoa

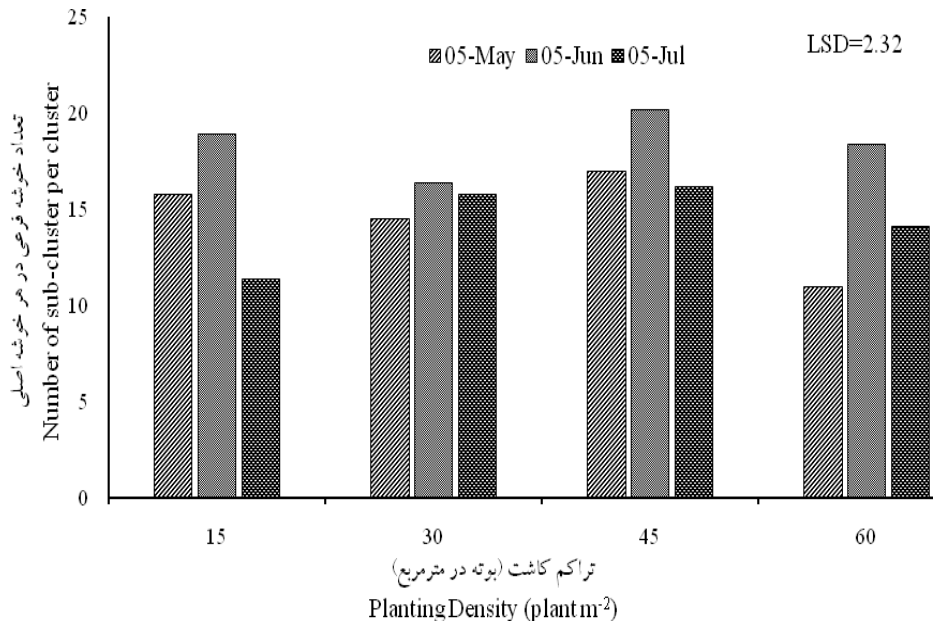
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر وزن خشک خوشه در کینوا

Fig 7. Effect of planting date and density on cluster dry weight in quinoa



شکل ۸- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر تعداد خوشه فرعی در کینوا

Fig 8. Effect of planting date and density on number of sub-cluster in quinoa

www.SID.ir

Archive of SID

۳/۰۷ برای تاریخ کاشت ۱۰ آبان تا ۰/۱۳ تن در هکتار برای تاریخ کاشت ۲۴ اسفندماه متغیر بود (Hirich *et al.,* 2014). در ایران نیز نتایج پژوهش بر روی تاریخ کاشت کینوا در استان گلستان اهمیت تنظیم تاریخ کاشت در رشد و عملکرد کینوا را ثابت کرد و نشان داد که گیاهان کشت شده در آبان ماه قادر به ورود به مرحلهٔ گلدهی و تولید دانه نبودند (Sepahvand & Sheykh, 2012).

گزارش شده است که کینوا در دوره پرشدن دانه، به دمای بالاتر از ۲۵ درجه و کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد حساس است و دمای خارج از این محدوده به شدت باعث کاهش عملکرد می شود (Salehi & Dehghani, 2017). محققان دیگری نیز بیان داشتند که دمای بالا در طی مرحلهٔ پرشدن دانه خصوصاً در فتوپریودهای طولانی، اثر منفی بر عملکرد دانه دارد (Nurse *et al.,* 2016). بر همین اساس دلیل اصلی کاهش عملکرد در تاریخ های کاشت انتهای بهار و ابتدای تابستان را می توان به برخورد دورهٔ گرده افشانی گیاه به دمای بالا نسبت داد. ضمن اینکه در این زمان رطوبت نسبی هوا هم پایین تر می باشد که می تواند بر دوام دانه های گرده و وقوع مناسب گرده افشانی اثر منفی داشته باشد. مشاهدات نیز نشان داد که بسیاری از گل های تشکیل شده در این تاریخ های کاشت قادر به گرده افشانی و تشکیل دانه نبوده و در بسیاری از دانه های تشکیل شده نیز مواد فتوسنتزی ذخیره نشده بود. عملکرد دانه در تاریخ کاشت اردیبهشت ماه هم که بسته به تراکم کاشت بین ۲۲۰ تا ۳۸۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱۱) با پژوهش های مشابه و توان ژنتیکی گیاه (Geerts*et al.,* 2008; Lavini*et al.,* 2014) فاصله زیادی دارد و در این تاریخ کاشت نیز گرده افشانی بخوبی صورت نگرفت. به احتمال قوی دلیل پایین بودن عملکرد در این آزمایش به تاریخ کاشت نامناسب مربوط باشد. در ارتباط با تاریخ کاشت مناسب کینوا در شرایط اقلیمی ایران برای نواحی معتدل و گرم (مانند سمنان و قم) اسفند تا فروردین و برای مناطق گرم (مانند یزد) بازهٔ زمانیِ بهمن تا اسفندماه پیشنهاد شده و کاشت تابستانه این گیاه در مرادماه نیز در نواحی مذکور مفید ارزیابی شده است (Bagheri, 2018).در همین ارتباط یافته های پژوهش مشابهی روی کینوا در بیرجند نشان می دهد که تاریخ کاشت اواسط مرداد که گرده افشانی آن با دماهای نسبتاً مناسب در اواخر شهریور مواجه می شود، می تواند رشد زایشی کینوا را به طور مطلوبی بهبود بخشیده و تا حدود ۲ تن در هکتار نیز دانه تولید نماید (Mostafaei *et al.,* 2018). بر این اساس به نظر می رسد تنظیم تاریخ کاشت جهت پرهیز از برخورد دوره گرده افشانی گیاه با دماهای بالاتر از ۲۵ درجه سانتی گراد مهم ترین عامل در موفقیت کاشت کینوا در شرایط اقلیمی خراسان جنوبی و اقلیم های مشابه باشد. بنابراین، بررسی تاریخ های کاشت پاییزه و انتهای زمستان و نیز اواسط تابستان به بعد می تواند در پژوهش های آتی مورد توجه قرار گیرد. در همین ارتباط گزارش شده است که در مناطق گرمسیری کشور به خصوص مناطق جنوبی مانند خوزستان، بوشهر، ایرانشهر و جیرفت کشت پاییزهٔ کینوا (ازشهریور

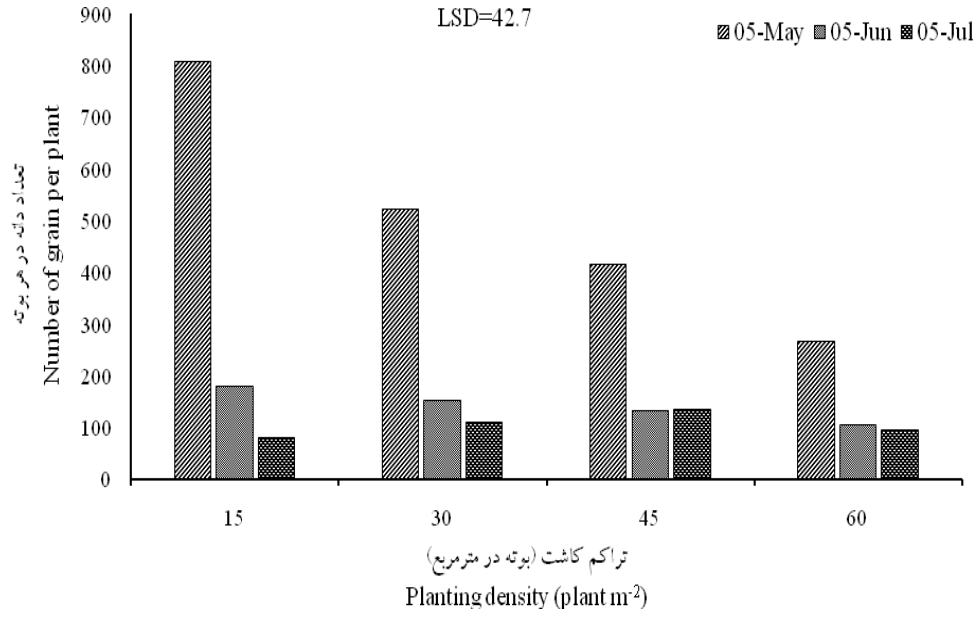
www.SID.ir

Archive of SID

ماه تا اواخر آبان) نتایج مناسبی به همراه دارد (Bagheri, 2018).

در ارتباط با تراکم بوته نیز در تحقیقی در کشور دانمارک رابطهٔ بین عملکرد و تراکم گیاهی در کینوا مدل سازی و تراکم مناسب برای این گیاه ۳۲۷±۲۲۰ بوته در مترمربع گزارش شد. بالا بودن انحراف معیار نشان می دهد که این گیاه در طیف وسیعی از سطوح تراکمی می تواند عملکردهای مشابهی را ایجاد کند (Jacobsen *et al.,* 1994). در همین ارتباط در تحقیق دیگری نیز گزارش شد که کینوا قابلیت جبران پذیری بالایی نسبت به تراکم دارد، بطوری که در فواصل ردیفی ۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ سانتی متر قابل کاشت است. بهترین تراکم کاشت برای این گیاه ۶۰ تا ۸۰ بوته در مترمربع و بسته به شدت شوری به میزان ۵ تا ۱۰ کیلوگرم دانه نیاز می باشد (Salehi & Dehghani, 2017). در شرایط اقلیمی مناطق نیمه خشک ایران نیز تراکم بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ بوته در مترمربع برای بهبود رشد زایشی کینوا پیشنهاد شده است (Mostafaei *et al.,* 2018).

شاخص برداشت کینوا به طور معنی داری تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ کشت و تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین مقدار این صفت با ۲۲/۳ درصد در تاریخ کاشت اردیبهشت ماه × تراکم ۴۵ بوته در مترمربع و کمترین مقدار آن با ۶/۱۷ درصد در تاریخ کاشت تیرماه × تراکم ۴۵ بوته در مترمربع به دست آمد. در هر چهار تراکم گیاهیِ مورد مطالعه، بیشترین شاخص برداشت از تاریخ کاشت اردیبهشت ماه به دست آمد، ولی بین تاریخ های کاشت خرداد و تیرماه تفاوت معنی داری وجود نداشت (شکل ۱۲). در پژوهشی شاخص برداشت رقم Titicaca بسته به سال و تاریخ کاشت بین ۴۲ تا ۵۷ درصد و رقم Regalona ۳۰ درصد گزارش شد (Lavini *et al.,* 2014). دلیل اصلی تفاوت شاخص برداشت

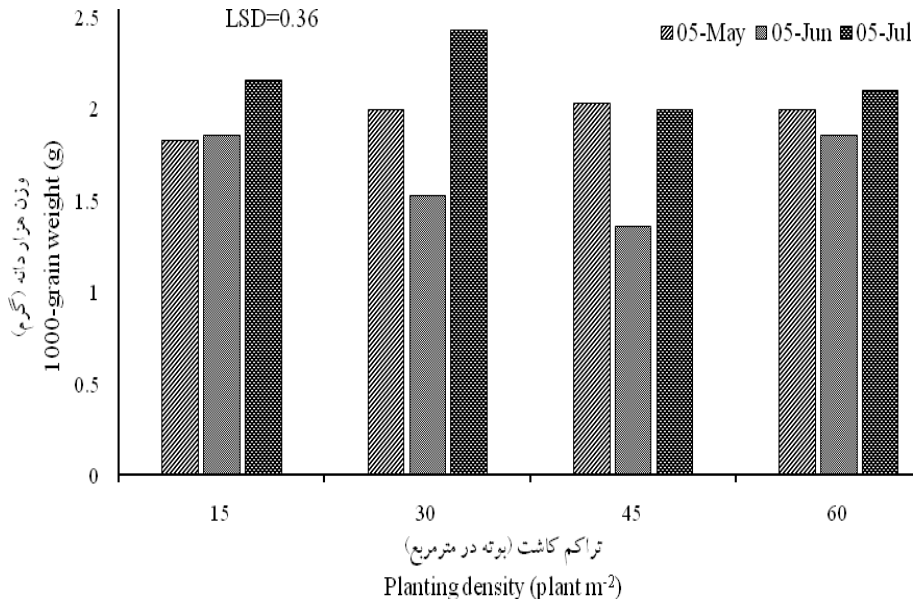


شکل ۹- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر تعداد دانه در بوته در گیاه کینوا

Fig 9. Effect of planting date and density on number of grain per plant in quinoa

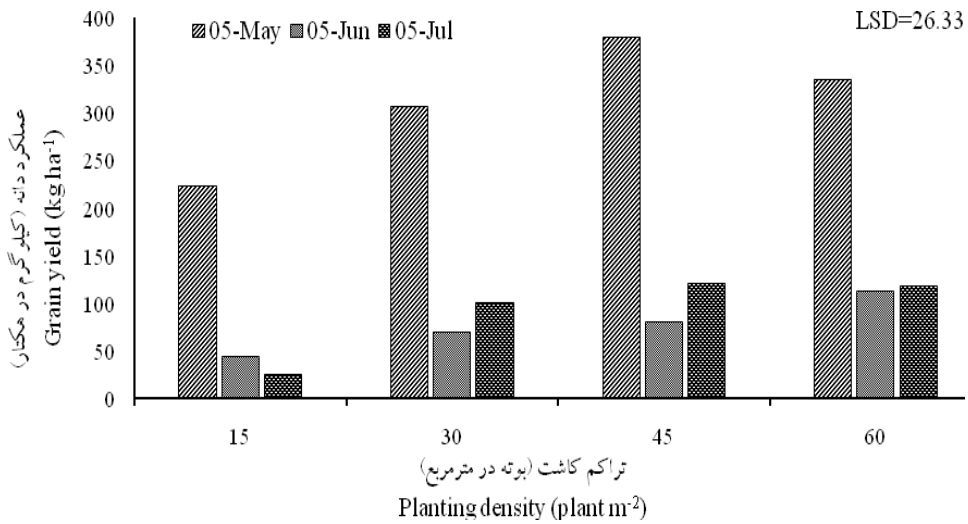
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر وزن هزار دانه کینوا

Fig 10. Effect of planting date and density on 1000-grain weight in quinoa



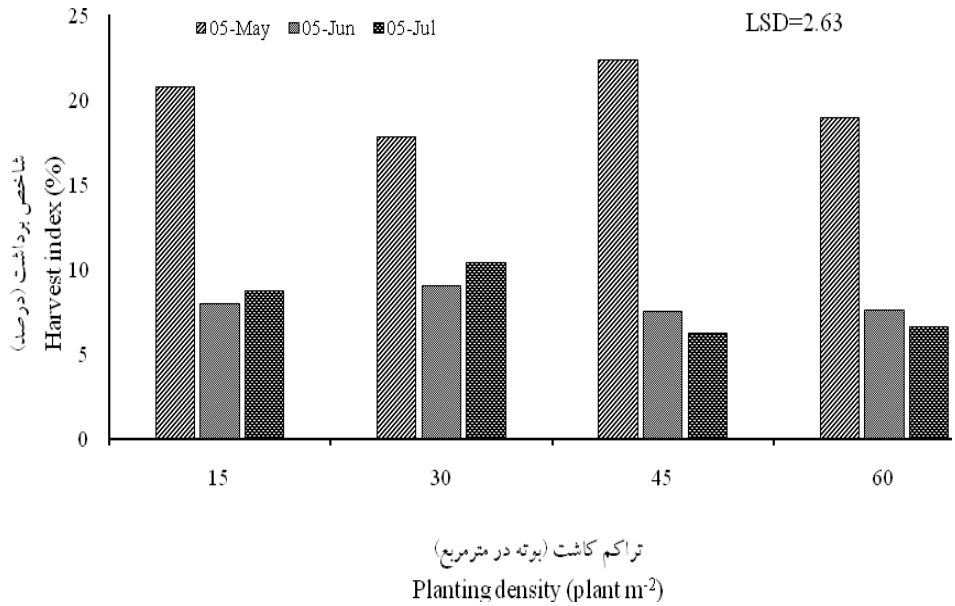
شکل ۱۱- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر عملکرد دانه در گیاه کینوا

Fig 11. Effect of planting date and density on quinoa grain yield

www.SID.ir

Archive of SID

در مطالعه مذکور و تحقیق کنونی به بالا بودن عملکرد دانه کینوا در آزمایش ذکر شده بر می گردد که بین ۱/۵ تا ۳/۴ تن در هکتار متغیر بود (Lavini *et al.*, 2014).شاخص برداشت رابطهٔ بین عملکرد دانه و زیست تودهٔ تولیدیِ گیاه را نشان می دهد و با توجه به پایین بودن عملکرد دانه در آزمایش کنونی، مقدار این شاخص بسیار پایین بود. در پژوهش دیگری عملکرددانه کینوا بین ۱/۶ تا ۲/۱ تن در هکتار و شاخص برداشت ۴۲ تا ۵۰ درصد گزارش شد (Geerts *et al.*, 2008). نتایج محققان دیگری نیز نشان داد که شاخص برداشت به شدت تحت تأثیر تاریخ کاشت می باشد. تاریخ های کاشت تحقیق مذکور بین ۱۰ آبان تا ۲۴ اسفند بود. بیشترین شاخص برداشت با ۴۵ درصد از تاریخ کاشت ۱۰ آبان و کمترین میزان آن به مقدار ۱۲ درصد از تاریخ های کاشت ۱۱ دی و ۱۰ اسفند به



شکل ۱۲- اثر تاریخ و تراکم کاشت بر شاخص برداشت در گیاه کینوا

Fig 12. Effect of planting date and density on quinoa harvest index

www.SID.ir

Archive of SID

دست آمد (Hirich *et al.*, 2014).

نتیجه گیری

تاریخ کاشت و تراکم گیاهی به طور معنی داری رشد رویشی و زایشی کینوا را تحت تأثیر قرار داد. با تأخیر در کاشت گیاه از اردیبهشت به تیرماه، مقادیر ارتفاع بوته و وزن هزار دانه افزایش یافت، ولی وزن تک بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه درگیاه، عملکرد دانه و شاخص برداشت کاهش پیدا کرد. افزایش تراکم گیاهی از ۱۵ به ۶۰ بوته در مترمربع نیز موجب کاهش وزن تک بوته، تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در گیاه شد، اما مقادیر ارتفاع، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را افزایش داد. در مجموع استفاده از تراکم گیاهی ۴۵ تا ۶۰ بوته در مترمربع و کاشت گیاه در اردیبهشت ماه منجر به بهبود رشد رویشی و زایشی و در نهایت افزایش عملکرد دانه در گیاه کینوا گردید. با این وجود، عملکرد کینوا در تاریخ کاشت اردیبهشت ماه نیز با پتانسیل ژنتیکی این گیاه تفاوت بسیار زیادی داشت و از این رو ارزیابی رشد و عملکرد این گیاه در تاریخ های کاشت پاییزه و انتهای زمستان و نیز اواسط تابستان باید مورد توجه پژوهش های آتی قرار گیرد و تاریخ کاشت به نحوی تنظیم شود که دوره گرده افشانی گیاه به دماهای گرم بالاتر از ۲۵ درجه سانتی گراد برخورد نکند. در مجموع کشت رقم تیتیکاکا در بازهٔ زمانیِ اواسط اردیبهشت تا اواسط تیرماه در شرایط اقلیمی بیرجند نتایج مطلوبی نداشت و از این رو کاشت آن توصیه نمی شود. بنابراین، انجام تحقیقات تکمیلی در خصوص سایر تاریخ های کاشت و نیز ارقام دیگر این گیاه ضروری است.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی به شماره ابلاغیه ۲۱۹۷۷/د/۱۳۹۶ مورخ۱۳۹۶/۱/۲۵ و با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه بیرجند انجام شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می شود.

www.SID.ir

Archive of SID

References :

Bagheri, M. 2018. Quinoa cultivation. Ministry of Agriculture Press. Tehran, Iran. (In Persian).

Behdani, M.A., Fallahi, H.R., and Aghhavani-Shajari, M. 2015. Future crops. University of Birjand Press. (In Persian).

Bhargava, A., Shukla, S., and Ohri, D. 2007. Effect of sowing dates and row spacing's on yield and quality components of quinoa (*Chenapodiumquinoa*) leaves. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 77(11), 748-751.

Contreras-Jiméneza, B., Torres-Vargas, O.L., and Rodríguez-García, M.E. 2019. Physicochemical characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and isolated starch. *Food Chemistry*, 298: 1-7.

Fallahi, H.R., Ghorbani, M., Samadzadeh, A.R., Aghhavani-Shajari, M., and Asadian, A.H. 2016. Influence of arbuscular mycorrhizal inoculation and humic acid application on growth and yield of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and its mycorrhizal colonization index under deficit irrigation. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(2), 113-128.

Fallahi, H.R., Ghorbani, M., Aghhavani-Shajari, M., Asadian, A.H., and Samadzadeh, A.R. 2017. Effects of mycorrhizal inoculation and humic acid on growth and yield of Roselle and mycorrhizal symbiosis indices under drought stress condition. Final Report of Research Project, University of Birjand, Iran. (In Persian with English Summary).

Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Miranda, R., Cusicanqui, J., and Taboada, C. 2008. Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *European Journal of Agronomy*, 28: 427-436.

Hassanzadeh-Khankahdani, H., Shaker-Dagah, G.A., and Darjani, F. 2013. Determine the best planting date for quinoa in the South coastline of Iran. 1st Symposium on New Discussion in Horticultural Science. Jahrom, Iran. 19-20 November. (In Persian).

Hirich, A., Choukr-Allah, R., and Jacobsen, S.E. 2014. Quinoa in Morocco - effect

www.SID.ir

Archive of SID

of sowing dates on development and yield. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 14: 1-7.

Jacobsen, S.E., Jorgensen, I., and Stolen, O. 1994. Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *Journal of Agricultural Science*, 122: 47-52.

Jacobsen, S.E., Mujica, A., and Jensen, C.R. 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Reviews International*, 19: 99-109.

Jafari-Haghighi, B. 2009. A study on the relationship between grain yield and its components at suitable seed density in wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) using path analysis. *Plant Ecophysiology*, 1(2), 14-25. (In Persian with English Summary).

Jamali, S., Sharifan, H., Hezarjaribi, A., and Sepahvand, N.A. 2016. The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two cultivars of Quinoa. *Journal of Water and Soil Resources Conservation*, 6(1), 87-98. (In Persian with English Summary).

Jancurova, M., Minarovičova, L., and Dandar A. 2009. Quinoa - a review. *Czech Journal of Food Science*, 27: 71-79.

Lavini, A., Pulvento, C., Andria, R., Riccardi, M.,Choukr-Allah, R., Belhabib, O., Yazar, A., Incekaya, C., Metin Sezen, S., Qadir, M., and Jacobsen, S.E. 2014. Quinoa's potential in the mediterranean region. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200: 344-360.

Mamedi, A., Tavakkol Afshari, R., Sepahvand, N.A., and Oweyse, M. 2016. Evaluation of various temperatures on Quinoa plant seeds under salinity stress. *Iranian Journal of Filed Crop Science*, 46(4), 583-590. (In Persian with English Summary).

Mostafaei, M., Jami Al-Ahmadi, M., Salehi, M., and Shahidi, A. 2018. Effect of different irrigation and density levels on functional properties of quinoa plant. 1st National Congress on the new Opportunities for Production and Employment in Agriculture Sector of Eastern Iran. 14 Feb, Birjand, Iran, pp: 153. (In Persian with English Summary).

www.SID.ir

Archive of SID

Nurse, R.E., Obeid, K., and Page, E.R. 2016. Optimal planting date, row width, and critical weed-free period for grain amaranth and quinoa grown in Ontario, Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 96: 360-366.

Risi, J., and Galwey, N.W. 1991. Effects of sowing date and sowing rate on plant development and grain yield of quinoa (*Chenopodiumquinoa*) in a temperate environment. *Journal of Agricultural Science*, 117: 325-332.

Sajjad, A., Munir, H., Shakeel, E., Anjum, A., Tanveer, M., and Rehman, A. 2014. Growth and development of *Chenopodium quinoa* genotypes at different sowing dates. *Journal of Agricultural Research*, 52(4), 535-546.

Salehi, M., and Dehghani, F. 2017. Quinoa: Pseudo-cereals suitable for saline water. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Amouzesh Keshavari Press. 32p. (In Persian).

Scanlin, L., and Lewis, K.A. 2017. Quinoa as a sustainable protein source: Production, nutrition, and processing. In: Sustainable Protein Sources (Eds: Nadathur, S., Wanasundara, J.P.D., Scanlin, L.). Elsevier Inc. pages: 223-238.

Seifati, S.E., Ramazanpour, S.S., Soltanloo, H., Salehi, M., and Sepahvand, N.A. 2015. Study on Some morphophenological traits related to yield and early maturity in Quinoa cultivars (*Chenopodium quinoa*, Wild.). *Crop Production*, 8(2), 153-169. (In Persian with English Summary).

Sepahvand, N.A.,and Sheykh, F. 2012.Evaluation of compatibility of Quinoa new plant in Golestan province. National Conference on Natural Products and Medicinal Plants. Bojnoord, Iran. 4-5 October. (In Persian).

Sharifan, H., Mokhtari, P., and Hezarjaribi, A. 2013. The effect of super absorbent A200 on the infiltration parameters Kostiakov - Lewis equation in furrow irrigation. *Journal of Water and Soil*, 27(1), 205-212. (In Persian with English Summary).

Ruiz, K,B., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I.S., Antognoni, F., Martinez-Mosqueira, E.A., Coulibaly, A., Canahua-Murillo, A., Pinto, M., Zurita-Silva, A., Bazile, D., Jacobsen, S.E., and Molina-Montenegro, M.A. 2014. Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34: 349-359.

www.SID.ir

Archive of SID

Szilagyi, L., and Jornsgard, B. 2014. Preliminary agronomic evaluation of *Chenopodiumquinoa* under climatic conditions of Romania. *Agronomy*, 14:339-343.

Tavousi, M., and Lotfali-Ayeneh, Gh.A. 2017. Quinoa cultivation and its related research results. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Amouzesh Keshavari Press. 32p. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Possibility of quinoa production under South-Khorasan climatic condition as affected by planting densities and sowing dates

Alireza Samadzadeh[1*], Gholamreza Zamani[2], Hamid-Reza Fallahi[3]

1. Faculty members of Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran. . (Corresponding author)
2. Associate Professor in Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding. Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran.
3. Assistant Professor in Crop Ecology.Department Agronomy and Plant Breeding. Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran.

Received: April 2019 Accepted: February 2020 - DOI: 10.22092/aj.2020.125793.1392

Extended Abstract

Samadzadeh, A. R., Zamani, GH. R., Fallahi, H. R., Possibility of quinoa production under South-Khorasan climatic condition as affected by planting densities and sowing dates
Applied Research in Field Crops Vol 33, No. 1, 2020 13-15: 82-104 (in Persian)

Introduction

Introducing new crops which are adapted to environmental stresses is one of the most effective methods for sustainable crop production and food security in arid regions. Accordingly, exploring the possibility of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) production as a drought-and saline - tolerantpseudocereal is of high importance (Bagheri, 2018). This plant is even able to develop in regions wherethe annual precipitation is between 200–400 mm. The planting season of quinoa varies from August in the Andean highlands through to December, and in some areas from January to March. Quinoa sowing density may vary according to geographical region. For instance, sowing densityof quinoa is reported to range from 0.4 to 0.6 g m^2 in Bolivian Altiplano, and from 0.8 to 1.4 g m^2 in Ecuador (Jancurova et *al.,* 2009; Ruiz *et al.,* 2014). Considering the possibility of high adaptation of quinoa to the dry climatic conditions of Iran, the aim of this study was to evaluate the possibility of its cultivation in Birjand region.As a first step, the effects of planting date and density were investigated on the growth and yield traits of quinoa.

Materials and Methods

In this research, the effects of sowing date (5^{th}, May, June and July) and planting density (15, 30, 45 and 60 plants per m^{-2}) were studied on vegetative and

Email address of the corresponding author: arsamadzadeh@birjand.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

reproductive characteristics of quinoa (Titicac cultivar) using factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications in Birjand, Iran during2017 growing season.Planting was done in 30–cm spaced rows and the desired plant populations were achieved by thinning and changing plant distance within the row. The irrigation interval was every 10 days. 130 kg ha^{-1} Urea (46% pure N) was used during the plant growth. In the last phase of vegetative stage, six plants were randomly sampled and then some vegetative (plant height, plant dry weight, number of lateral branches) and reproductive (panicle number, length and dry weight, grain number per plant, 1000-grain weight) traits were measured. The remaining plants were used to measure grain yield, biological yield and harvest index. Data analysis was done using SAS 9.2 and means were compared by LSD test at the 5% level of probability.

Results and Discussion

The simple and interaction effects of planting date and density were statistically significant on most vegetative and reproductive indices of quinoa including plant dry weight, number of lateral branches per plant, biological yield, number of panicle (cluster) per plant, length and weight of panicle, grain number per plant and grain yield. Plant dry weight decreased with increasing plant density up to 60 plants per m^2at the planting date of July. The number of panicles (cluster) per plant decreased by 19% due to the increase in plant density from 15 to 60 plants per m^2 and by 75%due to the shift from spring to summer planting. This decrease was somewhat softened by increasing the number of sub-cluster per cluster. The highest number of grain per plant (806 grains) was obtained at the density of 15 plants per m^2 and early May planting. The highest and the lowest grain yields were obtained from May planting date at the density of 45 plants per m^2 (380 kg ha^{-1}) and July planting date at the density of 15 plants per m^2 (25 kg ha^{-1}), respectively. Contrary to grain yield, planting in July had no negative effect on biological yield, so that,its maximum value (1968 kg ha^{-1}) was obtained from the aforementioned planting date and density of 45 plants per m^2. The main reason for reduction in grain yield in June and July planting dates was the occurrence of high temperatures during pollination period of the plant.

Conclusions

Overall, density of 45-60 plants per m^2 and sowing of quinoa in May provided the best conditions for the plant growth and yield. However, grain yield in this treatment was considerably lower than the actual yield of the plant, making it necessary to evaluate additional autumn, winter and summer planting dates.The coincidence of quinoa pollination period with high temperatures disrupted pollination process and

www.SID.ir

Archive of SID

consequently resulted in a sharp decline in grain production.

Keywords: Harvest index, lateral branch, panicle, plant height, grain yield.

References

Bagheri, M. 2018. Quinoa Cultivation. Ministry of Agriculture Press. Tehran, Iran. (In Persian).

Jancurova, M., Minarovičova, L., and Dandar A. 2009. Quinoa - a review. Czech Journal of Food Science 27: 71-79.

Ruiz, K,B., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I.S., Antognoni, F., Martinez-Mosqueira, E.A., Coulibaly, A., Canahua-Murillo, A., Pinto, M., Zurita-Silva, A., Bazile, D., Jacobsen, S.E., and Molina-Montenegro, M.A. 2014. Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. Agronomy for Sustainable Development, 34: 349-359.

www.SID.ir