"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و یکم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۸

مقاله پژوهشی

اثر زمان کاشت و میزان کود نیتروژن بر رشد، عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd) در شرایط اقلیمی اهواز

Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rates on growth, seed yield and nitrogen use efficiency of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) in Ahvaz, Iran

سرورالملوک سعیدی[۱]، سید عطاءاله سیادت[۲]، علی مشتطی[۳]، محمدرضا مرادی تلاوت[۴] و نیازعلی سپهوند[۵]

چکیده

سعیدی، س.، س. ع. سیادت، ع. مشتطی، م. ر. مرادی تلاوت و ن.ع. سپهوند. ۱۳۹۸. اثر زمان کاشت و میزان کود نیتروژن بر رشد، عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd) در شرایط اقلیمی اهواز. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۱(٤): ۳٦۷-۳٥٤.**

به منظور ارزیابی اثر زمان‌های کاشت و میزان کود نیتروژن بر رشد، عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در گیاه کینوا رقم تی‌تی‌کاکا، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل چهار تاریخ کاشت (اول و ۲۰ مهر و ۱۰ و ۳۰ آبان) در کرت‌های اصلی و پنج سطح کود نیتروژن (صفر، ۸۰، ۱٦۰، ۲٤۰ و ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و کود نیتروژن و برهمکنش آنها بر کلیه ویژگی‌های گیاهی اندازه‌گیری شده معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته (۱٦۹۱٥ دانه)، عملکرد زیستی (۲۰۰٦٤ کیلوگرم در هکتار) و محتوای نیتروژن دانه (۳/٦۷ درصد) در تاریخ کاشت اول مهر با سطح کودی ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیشترین عملکرد دانه (۸٦٥۷ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزار دانه (٤/۲٦ گرم)، شاخص برداشت (٥٦/۷ درصد) و محتوای نیتروژن بوته (۲/۸۰ درصد) در تاریخ کاشت ۲۰ مهر در سطح ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین عملکرد دانه (۳۸۱ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۳۰ آبان در تیمار عدم مصرف نیتروژن بدست آمد. با افزایش مصرف نیتروژن از ۸۰ به ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار، شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافتند. نتایج این آزمایش نشان داد که زمان کاشت ۲۰ مهر و مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای بدست آوردن حداکثر عملکرد دانه کینوا در منطقه اهواز مناسب‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: خوزستان، شاخص برداشت، کود اوره، کینوا و وزن هزار دانه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰٥ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۳ این مقاله مستخرج پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می باشد.

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: A.Moshatati@asnrukh.ac.ir , Alimoshatati@gmail.com)
۴- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۵- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]

[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

مقدمه

گیاه جدید کینوا از طرف سازمان خوار و بار جهانی (FAO) به عنوان یک گیاه استراتژیک برای امنیت غذایی دنیا معرفی شده است. کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd) گیاهی دو لپه با حدود ۹۵ درصد خودگشنی از کوه‌های آند کرانه غربی آمریکای جنوبی منشأ گرفته است (Jacobsen, 1998). کینوا گیاهی یکساله، پهن‌برگ با ارتفاع یک تا دو متر است که علاوه بر دانه‌ها، از برگ‌های جوان آن نیز به عنوان سبزی تازه و یا به صورت پخته استفاده می‌شود. این گیاه تحمل زیادی در برابر دامنه گسترده‌ای از تنش‌های غیرزنده مانند سرما، شوری و خشکی دارد. کینوا به دلیل کیفیت بالای دانه و تحمل زیاد به شرایط سخت محیطی، در مناطق زیادی از جهان کشت می‌شود (Sepahvand *et al*., 2010). دانه کینوا ۲۰-۱۴ درصد پروتئین دارد و سرشار از اسیدهای آمینه ضروری مانند لایسین، متیونین و سیستئین است که در بیشتر غلات به میزان خیلی کم وجود دارد (Matiasevich *et al*., 2006). با توجه به اینکه ایران کشوری با تنوع آب و هوای فراوان و جمعیتی رو به افزایش است، تأمین نیاز غذایی مردم با استفاده از پتانسیل تولیدات کشاورزی از ضروریات و الزامات کشوری است (Sepahvand *et al*., 2010). کشت گیاه کینوا با توجه به ارزش غذایی بالا و تحمل و سازگاری آن در مناطقی که امکان کشت برنج وجود ندارد، می‌تواند جایگزینی مناسبی برای تأمین غذای مردم باشد.

زمان کاشت گیاه در هر منطقه به شرایط اقلیمی منطقه به ویژه دما، رطوبت و طول روز وابسته است. زمان کاشت گیاهان زراعی بر اساس مطابقت دمای محیط با دمای مطلوب هر یک از مراحل فنولوژیک رشد و همچنین عدم مصادف شدن مراحل حساس رشد با تنش‌های محیطی تعیین می‌شود. زمان کاشت باید به گونه‌ای انتخاب شود که فرصت کافی برای طی شدن هر یک از مراحل رشد و نمو وجود داشته باشد. هر یک از اجزای عملکرد دانه در مرحله خاصی از رشد تثبیت می‌شوند و فراهم بودن زمان کافی برای طی شدن این مراحل، باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Siadat *et al*., 2013). گیاه کینوا در اوایل رشد به دمای حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد در طول روز و ۱۲ ساعت روشنایی نیاز دارد، ولی برای مراحل زایشی و رسیدگی به طول روز کوتاه (حدود ۸ ساعت) و دماهای پایین نیاز دارد که بسته به رقم متفاوت است (Sepahvand and Sheikh, 2011). به منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت کینوا در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای جنوب ایتالیا دو رقم کینوا (KVLQ520Y و رگالونا بائر) در شرایط دیم مورد ارزیابی قرار گرفتند که ژنوتیپ رگالونا بائر در تاریخ کاشت ۴ آوریل (۱۵ فروردین)، عملکرد بالاتری داشته و نسبت به تنش‌های دمای بالا و کم‌آبی تحمل بیشتری داشت (Pulvento *et al*., 2010). بر اساس نتایج یک آزمایش در هندوستان بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۳۰ نوامبر (۱۰ آذر) به دست آمد (Bhargava *et al*., 2006). در یک آزمایش در ایران دو رقم کینوا (ساجاما و سانتاماریا) در اردیبهشت و مرداد ماه در کرج کشت شدند. نتایج نشان داد که کاشت در ماه مرداد محصول مناسب‌تری تولید کرد، ولی کاشت در ماه اردیبهشت، با وجود رشد رویشی مناسب و گلدهی و تولید خوشه، محصولی تولید نشد و دلیل آن مواجهه گلدهی گیاه با روزهای گرم و طولانی و عدم تولید بذر گزارش شد (Sepahvand *et al*., 2010). در یک آزمایش در نوار ساحلی جنوب ایران (میناب)، کینوا در تاریخ‌های اول و پانزدهم مهر، آبان و آذر و اول دی کاشته شد. نتایج نشان داد که بوته‌ها از اوایل رشد و حتی در مراحل تولید بذر به شدت مورد حمله آفات و پرندگان قرار گرفتند. حمله پرندگان به بوته‌های دو تاریخ کاشت آخر (پانزدهم آذر و اول دی) کم‌تر از سایر تاریخ‌های کاشت بود، ولی وقوع بارندگی در زمان

ظهور گیاهچه باعث از بین رفتن بوته‌ها به دلیل مرگ گیاهچه‌ها شد. جوانه‌زنی و رشد رویشی گیاهچه‌ها در کشت‌های اول مهر تا پانزدهم آبان مناسب بود، ولی با سرد شدن هوا، سرعت رشد رویشی کاهش یافته و گیاهان در ارتفاع کوتاه‌تری وارد مرحله زایشی شدند (Hasanzadeh *et al.*, 2014). در یک آزمایش اثر چهار تاریخ کاشت (۱۰ و ۲۵ مهر و ۱۰ و ۲۵ آبان) بر سه رقم ساجاما، ساجاما ایرانشهر و سانتاماریا کینوا در خوزستان بررسی شد. نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت باعث تأخیر در مراحل فنولوژیک همچون جوانه‌زنی، گلدهی و رسیدگی کامل گیاه شد و بالاترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ مهر و رقم ساجاما ایرانشهر بود (Tavoosi and Sepahvand, 2014).

نیتروژن در تشکیل اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و کلروفیل شرکت دارد. اگر نیتروژن به مقدار کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، باعث افزایش سرعت رشد گیاه و ذخیره مواد پروتئینی دانه می‌شود (Siadat *et al.*, 2013). ارلی و همکاران (Erley *et al.*, 2005) گزارش کردند که کینوا به شدت به مصرف کود نیتروژن واکنش نشان می‌دهد. برتی و همکاران (Berti *et al.*, 2000) گزارش دادند که بیشترین عملکرد دانه کینوا با بالاترین میزان مصرف نیتروژن (۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. وجود مقادیر زیاد نیتروژن باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود، زیرا سرعت رسیدگی دانه را کندتر نموده و باعث افزایش رشد رویشی گیاه می‌شود. مصرف کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه و نیز افزایش پروتئین دانه می‌شود (Williams and Brenner , 1995). گوما (Goma, 2013) گزارش کرد که کود نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و روند سوخت و ساز در کینوا و همچنین افزایش تجمع ماده خشک گیاه می‌شود. نتایج یک آزمایش انجام شده در دانشگاه ازمیر ترکیه در خصوص اثر سطوح کود نیتروژن (صفر، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰ و ۱۷۵ کیلوگرم درهکتار) بر عملکرد دانه کینوا در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای نشان داد که بهترین میزان نیتروژن برای تولید بیشترین عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزار دانه، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (Geren, 2015). در همین رابطه طی آزمایشی در امارات گزارش شد که بهترین سطح نیتروژن برای کینوا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار است (Mosseddaq *et al.*, 2016). بر اساس نتایج آزمایشی که در ملاثانی اهواز انجام شد، افزایش میزان کود نیتروژن در برخی از ارقام کینوا، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و نیتروژن دانه و بوته گردید. بین سطوح کود نیتروژن و ارقام از لحاظ تعداد شاخه‌های فرعی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و وزن گل‌آذین در بوته، تعداد دانه در گل‌آذین، وزن هزاردانه و عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت (Shahmansouri, 2015).

با توجه به اینکه تعیین تاریخ کاشت مناسب و میزان مصرف بهینه کود نیتروژن بر رشد و عملکرد گیاه اثر دارد، این پژوهش با هدف ارزیابی اثر تاریخ کاشت و مقدار کود نیتروژن بر صفات رشدی، عملکرد دانه و کارایی مصرف کود نیتروژن در کینوا در شرایط آب و هوایی اهواز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز و حاشیه شرقی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۳۴ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس آمار هواشناسی، منطقه ملاثانی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (جدول ۱). آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

آزمایشی شامل چهار تاریخ کاشت (اول و ۲۰ مهر و ۱۰ و ۳۰ آبان، در کرت‌های اصلی) و پنج سطح نیتروژن (صفر، ۸۰، ۱۶۰، ۲۴۰ و ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار، از منبع اوره، در کرت‌های فرعی) بودند. هر کرت فرعی شامل شش خط کاشت به طول سه متر و فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر بود. رقم کینوا مورد کشت، تی‌تی‌کاکا بومی کشور بولیوی و پرو، با طول دوره رشد ۱۰۰-۸۵ روز و ارتفاع بوته حدود ۱۰۰-۷۵ سانتی‌متر بود که بذر آن از مرکز تحقیقات کشاورزی ایرانشهر تهیه شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار پنتا اکسید فسفر (P_2O_5) از منبع سوپر فسفات تریپل به صورت پایه قبل از کاشت به خاک داده شد (جدول ۲). کود نیتروژن با توجه به تیمارهای آزمایشی، یک سوم به صورت پایه، یک سوم در مرحله رشد طولی ساقه (۴ تا ۶ برگی) و یک سوم در مرحله غنچه‌دهی به خاک داده شد. روش کاشت به صورت جوی و پشته بود و بذرها در عمق ۱/۵ تا دو سانتی‌متری خاک با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع کاشته شدند. کلیه عملیات زراعی برای همه کرت‌ها به طور یکنواخت انجام شد. با توجه به اینکه گیاه کینوا در دو هفته اول، رشد کندی دارد، برای مبارزه با علف‌های هرز وجین دستی انجام شد و پس از استقرار کامل بوته‌ها، فاصله بوته‌ها روی ردیف با اجرای تنک تنظیم شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری وزن هزاردانه، دو تکرار ۵۰۰ تایی انتخاب و با استفاده از دستگاه بذرشمار، شمارش و توزین شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد زیستی، پس از حذف حاشیه، محصول یک مترمربع از هر کرت به صورت دستی کف‌بر و برداشت شده و پس از تعیین رطوبت، عملکرد زیستی محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، نمونه‌های مربوط به هر کرت آزمایشی به صورت جداگانه توزین شده و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشکانده شده و مجدداً توزین شدند و رطوبت دانه محاسبه شد. عملکرد دانه با احتساب رطوبت ۱۲ درصد محاسبه شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیستی محاسبه شد. برای اندازه‌گیری محتوای نیتروژن گیاه از روش برمنر (Bremner, 1996) و برای محاسبه شاخص‌های کارایی زراعی نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن و کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن از رابطه‌های ۱ تا ۳ استفاده شد (Fageria, 2009).

(رابطه ۱) کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) = (عملکرد دانه بدون مصرف کود نیتروژن - عملکرد دانه با مصرف کودنیتروژن) / مقدار کود نیتروژن مصرفی

(رابطه ۲) کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) = (عملکرد زیستی بدون مصرف کود نیتروژن - عملکرد زیستی با مصرف کودنیتروژن) / (مقدار جذب نیتروژن کرت کود داده نشده - مقدار جذب نیتروژن کرت کود داده شده)

(رابطه ۳) کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) = (محتوای نیتروژن بوته بدون مصرف کود نیتروژن - محتوای نیتروژن بوته با مصرف کودنیتروژن) / مقدار کود نیتروژن مصرفی ×۱۰۰

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

جدول ۱- میانگین دمای حداقل و حداکثر و بارندگی ماهانه در طول دوره رشد کینوا در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در اهواز

Table 1. Mean of monthly minimum and maximum temperatures and precipitation during quinoa growth duration in growing season of 2017-2018 in Ahwaz

Month ماه	میانگین دمای حداقل Mean of Min. temperature(°C)	میانگین دمای حداکثر Mean of Max. temperature (°C)	بارندگی Precipitation (mm)
Oct. مهر	19.4	38.1	0
Nov. آبان	14.5	31.7	0
Dec. آذر	7.3	22.1	18.9
Jan. دی	8.2	22.9	2.7
Feb. بهمن	8.1	22.7	7.2
Mar. اسفند	12.8	27.1	27.9

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر)

Table 2. Physical and chemical properties of soil in the experiment site (0-30 cm soil depth)

EC ($dS.m^{-1}$)	هدایت الکتریکی	4.1	
pH		7.6	
Organic matter (%)	ماده آلی	0.50	
N (%)	نیتروژن	0.06	
P ($mg.kg^{-1}$)	فسفر	8.2	
K ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم	135	
Soil texture	بافت خاک	Silty clay	رسی سیلتی

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام و نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، کود نیتروژن و برهمکنش آنها بر کلیه صفات و شاخص‌های مورد ارزیابی معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته (۱۶۹۱۵) از تاریخ کاشت اول مهر و مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد و کمترین مقدار آن (۱۰۳۰) در تاریخ کاشت ۳۰ آبان و عدم مصرف کود نیتروژن مشاهده شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت، تعداد دانه در بوته کاهش یافت که علت این کاهش را می‌توان به نامساعد بودن شرایط دمایی در مرحله گلدهی و گرده‌افشانی گیاه نسبت داد. یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر بر تعداد دانه‌ها، دما است. طاووسی و سپهوند (Tavoosi and Sepahvand, 2014) گزارش کردند که با تاخیر در کاشت کینوا، به دلیل افزایش میانگین دمای هوا در مرحله گلدهی و کاهش طول دوره تشکیل دانه‌ها، تعداد دانه در بوته ارقام کینوا کاهش یافت. مصادف شدن مراحل گلدهی، گرده‌افشانی و پر شدن دانه با تنش گرمای انتهای فصل باعث کاهش عملکرد دانه در اثر کاهش تعداد دانه و وزن هزاردانه می‌شود. نتایج حاصل نشان داد که افزایش مصرف کو نیتروژن تا سطح مشخصی، باعث افزایش تعداد دانه در بوته شد. نتایج آزمایش موشلر و همکاران (Moscheler *et al.*, 1988) نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن در ذرت باعث افزایش تعداد دانه در ردیف بلال گردید. شاه‌منصوری (Shahmansouri, 2015) طی آزمایشی گزارش کرد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، به دلیل افزایش رشد رویشی و فراهمی مواد فتوسنتزی، تعداد دانه در بوته کینوا افزایش یافت.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کاشت،

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

کود نیتروژن و برهمکنش آن‌ها بر وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میانگین وزن هزار دانه (۴/۲۶ گرم) در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن (۲/۴۷ گرم) در تاریخ ۱۰ آبان و عدم مصرف کود نیتروژن بدست آمد و با تاریخ کشت ۳۰ آبان در همین تیمار کودی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). وزن هزار دانه تابع سرعت و طول دوره پرشدن دانه است. رسیدگی فیزیولوژیک دانه مرحله‌ای است که دانه به بالاترین وزن خود رسیده و مشارکت دو عامل سرعت و طول دوره پرشدن دانه تعیین کننده وزن نهایی دانه است (Alvaro *et al.*, 2008). نتایج نشان داد که در تاریخ کشت چهارم (۳۰ آبان)، کاهش تعداد دانه در خوشه باعث افزایش وزن دانه‌ها به علت افزایش تسهیم مواد فتوسنتزی به هر یک از دانه‌ها شد، به عبارت دیگر مواد فتوسنتزی بین تعداد دانه کمتری تقسیم شده و بنابراین وزن هزار دانه افزایش یافت. در تاریخ کشت اول مهر بیشترین تعداد دانه در بوته تولید شد که می‌تواند دلیل پایین بودن وزن هزاردانه در این تاریخ کاشت باشد. در هر چهار تاریخ کاشت، با افزایش میزان نیتروژن از صفر به ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در بوته افزایش یافت. افزایش مصرف نیتروژن به دلیل کاهش میزان حذف فیزیولوژیک گل‌ها و افزایش سطح سبز گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی، افزایش طول دوره گلدهی و باروری گل‌ها و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه شد. این یافته با نتایج آزمایش شاه‌منصوری (Shahmansouri, 2015) نیز مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و کود نیتروژن و برهمکنش آنها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۸۶۵۷ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و در سطح ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود که با تاریخ کشت اول مهر و تیمار ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). کمترین عملکرد دانه (۳۸۱ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کشت ۳۰ آبان و عدم مصرف کود نیتروژن مشاهده شد و با تاریخ‌های کشت دیگر در همین سطح تفاوت معنی‌داری نداشت. در رابطه با کاهش فتوسنتز، کاهش فتوسنتز حقیقی و افزایش تنفس گیاه، هرکدام به تنهایی و یا همراه با دیگری، باعث کاهش فتوسنتز خالص و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شوند. عملکرد دانه تابع رشد مناسب برگ‌ها، ساقه‌ها، گل‌ها و باروری کامل آن‌ها، نمو جنین، تجمع نشاسته و پروتئین در دانه و عرضه مستمر مواد پرورده است (Majidian, 2008). با توجه به اینکه تاریخ کاشت در مناطق و شرایط آب و هوایی مختلف، متفاوت است، وقوع تغییرات در روند رشد گیاه را به همراه دارد. دلیل افزایش عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت اول (اول و ۲۰ مهر) را می‌توان مساعد بودن شرایط آب و هوایی دانست که باعث رشد بهتر گیاهان شده و در نهایت بوته‌های قوی‌تر با عملکرد بیشتر تولید نمایند. در تاریخ کاشت اول و دوم به دلیل بیشتر بودن ارتفاع بوته، شاخه فرعی، طول گل‌آذین، شاخص سطح برگ و تعداد برگ، نور بیشتری توسط گیاه دریافت و در نتیجه به علت فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد گیاه و تجمع ماده خشک نیز افزایش یافته و باعث افزایش عملکرد دانه گردید. علت کاهش عملکرد دانه در آخرین تاریخ کاشت ممکن است به دلیل مواجه شدن مراحل گلدهی و گرده افشانی گیاه با دمای بالا انتهای فصل، بالا بودن دمای شب و افزایش تنفس باشد. در آزمایش‌های زیادی کاهش عملکرد دانه در اثر تأخیر در کاشت گزارش شده است (Tavoosi and Sepahvand, 2014; Fathi *et al.*, 2001; Bakhshandeh *et al.*, 2016; Abodeh, 2017;). در آزمایش حاضر با افزایش میزان نیتروژن، عملکرد دانه افزایش یافت. این واکنش تا بالاترین سطح کود نیتروژن مشاهده شد که این موضوع کود پذیری

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

گیاه کینوا را نشان می‌دهد. یکی از مهم‌ترین عواملی که عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کود نیتروژن است. با توجه به اینکه مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر در اندام‌های هوایی و اجزای عملکرد دانه موثر است، تأثیر آن بر عملکرد دانه بدیهی است (Lloyd *et al.*, 1997). موشلر و همکاران (Moscheler *et al.*, 1998) نشان دادند که افزایش میزان نیتروژن از صفر تا ۴۲۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه ذرت را حدود چهار برابر افزایش داد. ارلی و همکاران (Erley *et al.*, 2005) بیان کردند که مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با شاهد، عملکرد دانه کینوا را ۹۴ درصد افزایش داد، به طوری که در مصرف ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع نیترات آمونیوم، عملکرد دانه به ترتیب ۱/۸ و ۳/۵ تن در هکتار حاصل شد. شاه‌منصوری (Shahmansouri, 2015) نیز در بررسی اثر نیتروژن بر ارقام کینوا گزارش کرد که بیشترین عملکرد دانه در بالاترین سطح کودی (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) در رقم تی‌تی‌کاکا مشاهده شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر عملکرد زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد زیستی (۲۰۰۶۴ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کشت اول مهر و ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار آن (۳۸۰۱ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کشت ۳۰ آبان و عدم مصرف نیتروژن بدست آمد (جدول ۳). با تاخیر در کاشت، عملکرد زیستی کاهش یافت. افزایش ماده خشک در تاریخ کاشت اول را می‌توان به دلیل وجود دما و طول روز مطلوب طی فصل رشد دانست. با توجه به اینکه تولید و تجمع ماده خشک با عملکرد دانه رابطه نزدیکی دارد، تاریخ کشت مناسب می‌تواند تضمینی برای افزایش عملکرد دانه باشد، به این دلیل که مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها منتقل می‌شود. شواهد زیادی نشان داده است که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش وزن تک بوته و عملکرد زیستی می‌شود که علت آن، افزایش سطح سبز گیاه و در نتیجه افزایش توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی گیاه است (Zangani, 2006). شمس (Shams, 2012) نیز در ارزیابی اثر مقادیر کود نیتروژن (صفر، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) بر کینوا گزارش کرد که عملکرد دانه و عملکرد زیستی کینوا تا بالاترین سطح نیتروژن (۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش یافت. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های شاه‌منصوری (Shahmansouri, 2015) در کینوا و عبوده (Abodeh, 2017) در گلرنگ مطابقت دارد

شاخص برداشت که نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است، نشان دهنده کارایی توزیع مواد فتوسنتزی در بین اندام‌های مختلف گیاه است. شاخص برداشت، مقداری از زیست توده گیاه که به دانه اختصاص می‌یابد را نشان می‌دهد و بنابراین شاخصی از توانایی گیاه برای اختصاص منابع بین ساختارهای رویشی و زایشی است (Carrotero *et al.*, 2010). در آزمایش حاضر اثر تاریخ کاشت و تیمارهای کود نیتروژن بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان شاخص برداشت (۵۶/۷ درصد) در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و در تیمار کودی ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن (۱۰ درصد) در تاریخ کاشت ۱۰ آبان و در عدم مصرف نیتروژن بدست آمد که با تاریخ‌کشت ۳۰ آبان در همین سطح کودی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). تاخیر در کاشت تأثیر زیادی بر تقسیم ماده خشک گیاهی به دانه دارد و باعث کاهش کارایی انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده و عملکرد دانه بالاتر از بوته‌هایی حاصل می‌شود که وزن خشک بیشتری داشته باشند (Chen *et al.*, 2005). نتایج نشان داد که در هر چهار تاریخ کاشت، با افزایش مصرف نیتروژن شاخص برداشت افزایش یافت، اما در تاریخ کشت اول

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

مهر با مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، افزایش عملکرد زیستی نسبت به عملکرد دانه بیشتر بود، بنابراین در این تیمار نیتروژن، شاخص برداشت کاهش یافت. در این رابطه کوزیول (Koziol, 1993) و شاه‌منصوری (Shahmansouri, 2015) نیز گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن، شاخص برداشت کینوا افزایش یافت.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و کود نیتروژن بر محتوای نیتروژن بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین محتوای نیتروژن بوته (۲/۸۰ درصد) در تاریخ کشت ۲۰ مهر و در تیمار کودی ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد و کمترین مقدار آن (۰/۶۶ درصد) در تاریخ کشت ۳۰ آبان و عدم مصرف نیتروژن مشاهده شد (جدول ۳). به طور کلی کودهای نیتروژنی باعث انباشت بیشتر نیتروژن در قسمت‌های رویشی و سپس انتقال آنها به دانه شده و ذخیره پروتئین را (در مقایسه با کربوهیدرات‌ها) در دانه افزایش داده و باعث افزایش غلظت نیترون دانه می‌گردند. شاه‌منصوری (Shahmansouri, 2015) نیز گزارش کرد که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش محتوای نیتروژن بوته در هر سه رقم کینوا (ساجاما، ساجاما ایرانشهر و تی‌تی‌کا کا) شد.

اثر تاریخ کاشت و کود نیتروژن و برهمکنش آنها بر محتوای نیتروژن دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تاریخ‌های مختلف کاشت، از نظر میزان نیتروژن دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، محتوای نیتروژن دانه افزایش یافت و بیشترین مقدار آن (۳/۶۷ درصد) در تاریخ کشت اول مهر و در تیمار ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد و با تاریخ کشت ۲۰ مهر تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین میزان نیتروژن دانه در تاریخ کشت ۳۰ آبان و عدم مصرف نیتروژن مشاهده شد. با توجه به اینکه نیتروژن از مهم‌ترین عناصر موثر در افزایش محتوای نیتروژن دانه است، افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تجمع این عنصر در دانه و همچنین در اندام‌های هوایی کینوا شد. گوما (Goma, 2013) گزارش کرد که با مصرف کودهای معدنی و زیستی نیتروژن و فسفر، رشد، عملکرد دانه و کیفیت دانه کینوا افزایش یافتند. این موضوع توسط شاه‌منصوری (Shahmansouri, 2015) نیز گزارش شده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و سطوح نیتروژن و برهمکنش آنها بر کارایی زراعی نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین کارایی زراعی نیتروژن درتاریخ کشت اول و ۲۰ مهر در تیمار ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار آن در تیمارهای ۳۲۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (جدول ۳). مشخص شده است که با افزایش میزان نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد (Modhej and Fathi, 2008). با توجه به قانون بازده نزولی مبنی بر اینکه واحدهای اولیه کود مصرفی تاثیر بیشتری بر افزایش رشد و بهبود عملکرد دارند، انتظار می‌رود که هر قدر مصرف نیتروژن افزایش یابد، کارایی استفاده از آن کاهش خواهد یافت. در تاریخ کشت سوم و چهارم (۱۰ و ۳۰ آبان) بیشترین کارایی زراعی نیتروژن در سطح ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار آن در سطح ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). تیمسینا و همکاران (Timsina *et al*., 2001) اظهار داشتند که تاخیر در کاشت از طریق تغییر در مصادف شدن مراحل فنولوژیک گیاه با شرایط نامساعد محیطی نظیر خشکی، گرمای انتهای فصل و یا در برخی موارد عدم استفاده از بارندگی‌های ابتدای فصل، باعث کاهش عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، کود نیتروژن و برهمکنش آن‌ها بر کارایی فیزیولوژیک

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات و شاخص‌های گیاهی کینوا در تیمارهای تاریخ کاشت و کود نیتروژن

Table 3. Mean comparison of plant traits and characteristics of Quinoa in sowing date and nitrogen fertilizer treatments

تاریخ کاشت Sowing date	نیتروژن Nitrogen ($kg.ha^{-1}$)	تعداد دانه در بوته Seed.plant^{-1}	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد زیستی Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index	نیتروژن دانه Seed N content	نیتروژن بوته Plant N content	کارایی زراعی نیتروژن NAE	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن NPE	کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن NARE
اول مهر 23 Sep.	0	1341.8k	2.85gf	595hi	4100i	14.5ef	1.71k	0.83hij	0	0	0
	80	3541.8h	3.02ef	1619fg	9955e	16.2e	2.96de	1.58fg	37.1a	48.3a	113.4a
	160	11331.3d	3.09de	4944d	129558cd	38.6c	3.26bc	1.9de	25.5b	32.1b	105.4b
	240	14872.5b	3.08de	7312b	18348a	39.8bc	3.4abc	2.29bc	22.8b	28.2c	103.4b
	320	16915a	3.10de	8000a	20064a	39.8bc	3.67a	2.45b	22.3b	26.6c	89.2c
۲۰ مهر 12 Oct.	0	1296.7k	2.74hi	551j	4985hi	11.1fg	2.97de	1.01hi	0	0	0
	80	3347.8h	3.00ef	1582fgh	9491ef	16.8e	3.16cd	1.99d	38.71a	39.7a	132.4a
	160	10507.5e	3.39c	5134d	11413de	44.9b	3.28bc	2.47b	33.1b	26.3b	130.1a
	240	12027.0d	3.90b	6507c	14093bc	45.7b	3.36bc	2.7a	25.9c	24.6b	109.6b
	320	13543.0c	4.26a	8657a	15238b	56.7a	3.49a	2.8a	24.1d	23.8b	85.22b
۱۰ آبان 1 Nov.	0	1070.5k	2.47 k	390j	3808jk	10.1g	1.57lm	0.75j	0	0	0
	80	1475.5i	2.57jk	810hi	5138gh	15.7e	1.95jk	1.05h	3.46c	21.1b	29.6a
	160	2679.8ij	2.72ghi	1116ghi	6838gh	16.3e	2.1ij	1.42fg	4.1b	33.3a	32.9a
	240	3192.8hij	2.79ghi	1307fghi	7176g	18.2e	2.29hi	1.67ef	4.2b	27.6b	30.1a
	320	3621.0h	2.89ef	2327e	7851fg	29.8d	2.47eh	1.95d	5.7a	25.8b	31.1a
۳۰ آبان 21 Nov.	0	1030.0k	2.5jkl	381j	3801k	10.1g	1.37m	0.66j	0	0	0
	80	2493.5j	2..63ij	464j	4010ji	11.1fg	2.11ij	1.39g	1.3d	22.1d	30.9a
	160	3115.5hij	3.04ef	1322fgh	7294g	18.1e	2.37hi	1.55fg	6.1c	27.2c	27.2a
	240	4509.5g	3.26c	2193efg	7600fg	27.7d	2.63fg	1.98d	7.3b	29.5b	26.5a
	320	6165.0f	3.40c	2953e	10677e	28.8d	2.75ef	2.08d	8.6a	30.2a	30.4a

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

Means in each colamn follorved by similar letter(s) are not significantly different at 5% prohability level, using LSD test

NAE: Nitrogen Agronomic Efficiency, NPE: Nitrogen Physiological Efficiency, NARE: Nitrogen Apparent Recovery Efficiency

نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در تاریخ کشت اول مهر و در تیمار کودی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار آن در تاریخ کشت ۱۰ آبان و در تیمار کودی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول ۳). با تأخیر در کاشت، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن کاهش یافت. گزارش شده است که تأخیر در کاشت علاوه بر گسترش دامنه مصادف شدن مرحله پر شدن دانه با تنش گرما، باعث کاهش توسعه ریشه و کارایی جذب نیتروژن در گندم شد (Lemon, 2007). نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کود در تاریخ‌های کاشت اول، دوم و سوم، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن کاهش یافت. به نظر می‌رسد که اگرچه در سطوح کم نیتروژن، به دلیل آبشویی و یا تصعید نیتروژن، مقدار نیتروژن در دسترس گیاه کاهش می‌یابد، اما در سطوح بالای نیتروژن، مقدار تلفات ناشی از آبشویی و تصعید بیشتر شده و باعث عدم استفاده مؤثر از نیتروژن و کاهش جذب و کارایی نیتروژن می‌شود. به طور کلی بر اساس قانون بازده نزولی، بالاترین کارایی نیتروژن معمولاً با جذب اولین واحد کود به دست آمده و با افزایش مصرف نیتروژن، کارایی آن کاهش می‌یابد (Modhej and Fathi, 2008).

اثر تاریخ کاشت، کود نیتروژن و برهمکنش آنها بر کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن (که نشان دهنده میزان جذب نیتروژن از کود نیتروژنی مصرف شده است) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که (جدول ۴) بیشترین کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن در تاریخ کاشت اول و ۲۰ مهر و در تیمار کودی ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. در تاریخ کاشت ۱۰ آبان بیشترین بازیافت ظاهری درسطح ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد که با سطح کودی ۲۴۰ و ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. در تاریخ کاشت ۳۰ آبان بین تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن با افزایش مصرف کود در تاریخ‌های کاشت اول و دوم و سوم کاهش یافت، و بیشترین مقدار آن در کمترین سطح کودی (۸۰ کیلوگرم در هکتار در اول و ۲۰ مهر و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار در ۱۰ آبان) حاصل شد. این نتیجه، حساسیت بازیافت ظاهری به مقدار کود مصرفی را نشان می‌دهد، به طوری‌که با افزایش مقدارکود مصرفی، گیاه امکان استفاده کمتری از نیتروژن کودی اضافه شده به خاک را داشته است. در تاریخ کاشت آخر (۳۰ آبان) نیز به دلیل تاخیر در کاشت، میزان این شاخص کاهش یافت. به نظر می‌رسد که در این آزمایش چون محتوای نیتروژن خاک کم و محتوای پتاسیم خاک نسبتا بالا بود (جدول ۲)، در تیمار شاهد (عدم مصرف نیتروژن)، میزان جذب نیتروژن توسط گیاه و عملکرد آن پایین بود، اما با مصرف نیتروژن، نسبت نیتروژن به پتاسیم خاک افزایش یافت، بنابراین با مصرف نیتروژن (در مقایسه با تیمار شاهد)، رشد گیاه بهبود یافته و در نتیجه نیتروژن بومی خاک بیشتری توسط گیاه جذب شد و بنابراین میزان بازیافت ظاهری افزایش چشمگیری داشت. البته این موضوع فقط در تاریخ کاشت اول و دوم دیده شد و در تاریخ‌های کاشت بعدی، به دلیل شرایط محیطی نامناسب و کوتاه بودن طول دوره رشد گیاه، این وضعیت مشاهده نشد. به طور مشابه گزارش شده است که با افزایش مصرف کود نیتروژن، توان بازیافت گندم برای نیتروژن کاهش می‌یابد (Dori *et al.*, 2016).

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که پتانسیل عملکرد دانه کینوا تحت تاثیر تاریخ کاشت و میزان کود نیتروژن مصرفی قرار می‌گیرد. با تاخیر در کاشت، به دلیل از دست رفتن زمان مناسب برای رشد و مصادف شدن مراحل گرده افشانی و پرشدن دانه با دمای بالای

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

هوا، پتانسیل عملکرد گیاه حاصل نشد و این موضوع به صورت کاهش عملکرد دانه مشاهده شد. افزایش مصرف کود نیتروژن تا حدودی اثر منفی تنش گرمای انتهای فصل بر گیاه را کاهش داد. نتایج نشان داد که بهبود عملکرد دانه کینوا تابعی از بهبود ویژگی‌هایی چون تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک است. بر اساس نتایج این آزمایش با افزایش مصرف نیتروژن از ۸۰ به ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار، شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافتند و در مجموع تاریخ کشت ۲۰ مهرماه و مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، با توجه به فراهم‌تر بودن شرایط محیطی و تغذیه‌ای، باعث افزایش عملکرد و اجزای آن در کینوا شد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی و معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که قسمتی از هزینه‌های اجرای این آزمایش را تامین کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Abodeh, H. 2017. Effect of planting date on growth and yield of safflower spring cultivar (*Carthamus tinctorius* L.). MSc Thesis. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. (In Persian with English abstract).

Alvaro, F., J. Isidro, D. Villegas and L. F. Garcia del Moral. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in mediterranean durum wheat. Agron. J. 100: 361-370.

Bakhshandeh, A. M., A. Shengari, M. H. Gharine and Gh. Fathi. 2015. Effect of delay in planting and nitrogen levels on grain yield of morphological traits and chlorophyll index of rapeseed under weather conditions of Ahwaz. J. Agric. Res. 1: 69-73. (In Persian with English abstract).

Berti, M., R .Wilckens, F. Hevia, H. Serri, I. Vidal and C. Mendes. 2000. Fertilizaction nitrogenada en quinoa *(Chenopodium quinoa Willd)*. Ciencia Investigsction Agraria. 27: 81-90. (In Spanish with English abstract).

Bhargava, A., S. Shukla and D. Ohri. **2006**. *Chonopodium quinoa*- An Indian perspective. Ind. Crops Prod. 23: 73-87.

Bremner, J. M. 1996. Nitrogen- total. p. 1085-1121. *In:* D. L. Spark *et al*., (Eds.) Methods of soil Analysis, Part 3: Chemical Methods. Soil Science Society of America: Madison, Wisconsin. USA.

Carrotero, R., R. A. Serrayo, M. O. Bnet, A. E. Perello and D. J. Miralles. 2010. Absorbed radiotion and radiation use efficiency as effected by foliar diseases in relation to their vertical position into the canopy in wheat. Field Crops Res. 916: 189-195.

Chen, H. H., Z. Y. Shenand and P. H. Li. **2005**. Adaptability of crop plant to high temperature strees. Crop Sci. 22: 719-725.

Dori, S., M. R. Moradi Telavat, S. A. Siadat and A. M. Bakhshandeh. 2016. Effect of nitrogen foliar application on canola yield (*Brassica napus* L.) and nitrogen efficiency across different sowing dates. Iran. J.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]
[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

Field Crop Sci. 14: 484-493. (In Persian with English abstract).

Erley, G. S. A., H. P. Kaul, M. Kruse and W. Aufhammer. 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat under differing nitrogen fertilization. Eur. J. Agron. 22: 95-100.

Fageria, N. K. 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Press, New York. USA.

Fathi, Gh., K. Banisaeeid, S. A. Siadat and F. Ebrahimpour. 2001. Effect of different nitrogen levels and plant density on grain yield of rapeseed, cultiv arpf 7045 in Khuzestan weather conditions. 25: 43-57. (In Persian with English abstacct).

Geren, H. 2015. Effects of different nitrogen level on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.)* under mediterranean climatic conditions Turk. J. Field Crops. 20: 59-64.

Goma, E. F. 2013. Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on Quinoa plant. J. Appl. Sci. Res. 9(8): 5210-5222.

Hasanzadeh, H., GH. Shakerdargah and F. Darjani. 2014. Determine the best planting date of quinoa in the coastal strip south of Iran. 1st Symposium in New Topics in Horticultural Sciences. 19-20 Nov. Jahrom. (In Persian with English abstacct).

Jacobsen, S. E. 1998. Developmental Stability of quinoa under European conditions. Ind. Crops Prod. 7: 169-174.

Koziol, M. 1993. Quinoa: A Potential New Oil Crop. pp. 328-336. *In:* J. Janick and J. E. Simon (Eds.). New Crops. Wiley. New York. USA.

Lemon, J. 2007. Nitrogen management of wheat protein and yield in the Esperance pot zone. Depament of Agiculte and Food publishe. Western Australia, Perth. Bulletin 4707.

Lloyd, A., J. Webb, R. Archer and R. S. Bradly. 1997. Urea as a nitrogen fertilizer for cereals. J. Agron. Sci. 128: 263-271.

Majidian, M. **2008**. Effects of nitrogen fertilizer, manure and water stress in agro systems during different growth stages on quantities and qualitative agronomic characteristics of corn (*Zea mays* L.) Ph.D. Thesis. Tarbiat Modaress University, Tehran, Iran. (In Persian).

Matiasevich, S. B., M. L. Castellion, S. B. Maldonado and M. P. Buera. 2006. Water-dependent thermal transition in quinoa embroys. Thermochimica Acta. 448: 117-122.

Modhej, A. and Gh. Fathi. 2008. Wheat Physiology.Islamic Azad University Press. (In Persian).

Moscheler, W. W., G. M. Shear and D. C. Martens. 1988. Comparative yield fertilizer efficiency of nitrogen, notillage and conventionally tilled corn. Agron. J. 64: 229-231.

Mosseddaq, F. B., M. A. Bounsir, O. Khallouqand and H. Benlhabib. 2016. Optimization of quinoa nitrogen nutrition under mediterranean climatic conditions. In International Quinoa Conference. 6-8 Dec. Dubai.

Pulvento, C., M. Riccardi, A. Lavini, R. D. Andria, G. Iafelicea and E. Marconi. 2010. Field trail evaluation

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]

[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

of two *Chenopodium quinoa* genotypes grown under rain-fed conditions in a typical Mediterranean environment in south Italy. J. Agron. Crop Sci. 196: 407-411.

Sepahvand, N. A and F. Sheikh. 2011. Familiarity with the new Quinoa plant. National Conference on Natural Products and Medicinal Plants. 4-5 Oct. Bojnourd. (In Persian with English abstract).

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

Shahmansouri, R. 2015. Reaction of quinoa cultivars to nitrogen levels. MSc Thesis. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran. (In Persian with English abstract).

Shams, A. S. 2012. Response of quinoa to nitrogen fertilizer rates under sandy soil conditions. 13th International Agronomy Conferences. 9-10 September. Benha University. Egypt.

Siadat, S. A., A. Modhej and M. Esfahani. 2013. Cereals Production. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian).

Tavoosi, M and N. A. Sepahvand. 2014. The effect of different sowing dates on yield, and phenological and morphological characteristics of different genotypes of Quinoa, a new plant, in Khuzestan. 1st International and 13th Iranian Genetics Congress. 24-26 May. Tehran, Iran. (In Persian with English abstract).

Timsina, T., U. Singh, M. Badaruddin, C. Meisner and M. R. Amin. 2001. Cultivar, nitrogen, and water effects on productivity and nitrogen-use efficiency and balance for rice–wheat sequences of Bangladesh. Field Crops Res. 72: 143-161.

Williams, J. and D. Brenner. 1995. Grain Amaranth. p. 129-186. *In:* J. Williams (Ed.) Cereal and Pseudocereal. Chapman and Hall. London. UK.

Zangani, E. 2006. Effect of different levels of nitrogen on growth and quantitative yield of two canola varieties in Ahvaz region. MSc Thesis. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. (In Persian with English abstract).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]

[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rates on growth, seed yield and nitrogen use efficiency of quinoa *(Chenopodium quinoa Willd)* in Ahvaz, Iran

Saeidi, S. M.[1], S. A. Siadat[2], A. Moshatati[3], M. R. Moradi-Telavat[4] and N. A. Sepahvand[5]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.4.5.1]

[DOI: 10.29252/abj.21.4.354]

ABSTRACT

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

To study the effect of sowing time and nitrogen levels on growth, yield and nitrogen efficiency of quinoa cv. Titicaca, a field experiment was conducted at in 2017-2018 growing season research farm of Agricultural and Natural Resources Sciences University of Khuzestan, Ahvaz, Iran. The experiment was conducted in split plot arrangement in randomized complete block design with four replications. Experimental factors were four sowing dates (23 Sep., 12 Oct., 1 Nov. and 21 Nov.) assigned to main plots and five nitrogen rates (0, 80, 160, 240 and 320 kg.ha^{-1}) randomized in sub plots. Analysis of variance showed that the effect of sowing date and nitrogen rate and their interaction effect were highly significant on all traits. Mean comparison showed that the highest number of seed.plant^{-1} (16915), biological yield (20064 kg.ha^{-1}) and seed nitrogen content (3.67%) was observed in the sowing date of 23 Sep. and 320 kg.ha^{-1} nitrogen fertilizer. Also, the highest seed yield (8657 kg.ha^{-1}), 1000 grain weight (4.26 g), harvest index (56.7%) and plant nitrogen content (2.80%) were observed at sowing date of 12 Oct. and 320 kg.ha^{-1} nitrogen. The lowest seed yield (381 kg.ha^{-1}) was observed in sowing date of 21 Nov. and and no-application of nitrogen. With increasing nitrogen application from 80 to 320 kg.ha^{-1}, nitrogen efficiency indices decreased. The highest seed yield of quinoa in Ahvaz can be achieved by sowing on 23 Sep. and 320 kg.ha^{-1} nitrogen.

Key words: Harvest index, Khuzestan, Quinoa, 1000 seed weight and Urea fertilizer.

Received: February, 2019 Accepted: September, 2019

1. Former MSc Student, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
2. Professor, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
3. Assistant Prof., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
(Corresponding author) (Email: A.Moshatati@asnrukh.ac.ir, Alimoshatati@gmail.com)
4. Associate Prof., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
5. Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran