برهم‌کنش تاریخ کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمّی و کیفی گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd) در شرایط شهرستان اهر

سکینه عبدی[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۵)

چکیده

به‌منظور تعیین تاریخ کاشت و مقدار کود نیتروژن مناسب برای کاشت کینوا در شهرستان اهر، آزمایشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل پنج تاریخ کاشت (۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت) و کرت‌های فرعی شامل پنج سطح نیتروژن به صورت کود اوره (۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۳/۴۸ گرم) در تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت با سطح کودی ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده در تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت در سطوح ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. بیشترین ارتفاع بوته و درصد نیتروژن دانه در تاریخ کشت ۵ اردیبهشت با مقادیر کود ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار و بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر به‌دست آمد. در تمام تاریخ‌های کاشت، با افزایش مصرف کود نیتروژن از حالت شاهد به ۹۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌داری در کارآیی زراعی نیتروژن مشاهده شد. بیشترین طول دوره رشد با ۱۳۷ روز در تاریخ کاشت ۵ اسفند و کمترین آن با ۹۵ روز متعلق به تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت بود. به‌طور کلی، می‌توان عنوان کرد که تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت به‌دلیل طول دوره رشد کوتاه‌تر و عملکرد دانه و بیوماس بالاتر و با مقدار کود نیتروژن مصرفی ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار برای شهرستان اهر مناسب بود.

واژه‌های کلیدی: زیست‌توده، طول دوره رشد، کود اوره، نیتروژن دانه

۱. استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: s.abdi@tabrizu.ac.ir

مقدمه

کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* Willd، گیاهی یکساله است که از آمریکای لاتین منشا گرفته است و به‌عنوان محصولی دانه‌ای با سازگاری وسیع و ارزش غذایی و بیولوژیکی فراوان بوده که در کشورهای آمریکای جنوبی به "خاویار سبز" معروف است (۴۱). توجه جهانی بر روی این گیاه به دلیل ارزش غذایی بالای آن زیاد است (۱۴). با توجه به اینکه ایران کشوری با تنوع آب و هوایی فراوان و جمعیتی رو به افزایش است، به‌منظور تامین نیاز غذایی مردم، استفاده از پتانسیل تولیدات کشاورزی ضروری به‌نظر می‌رسد (۳۶). کشت این گیاه با توجه به ارزش غذایی و سازگاری بالای آن، می‌تواند جایگزین مناسبی برای گیاهانی مانند برنج باشد. گیاه کینوا در مقایسه با غلات، دارای میزان بالای آلفا توکوفرول‌ها (ویتامینE)، ریبوفلاوین، تیامین و ویتامین C است و میزان اسید فولیک کینوا ده برابر غلات است (۱۷). همچنین در مقایسه با جو (*Hordeum vulgare* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) دارای کلسیم، فسفر و آهن بیش‌تری است (۱۷). کینوا در ایران گیاهی جدید به‌شمار می‌رود و امکان کشت و تولید محصول مناسب آن در جنوب کرمان (جیرفت و کهنوج)، خوزستان، کرج و بلوچستان گزارش شده است (۳۶) و از نظر تولید بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک موجب تنوع در محصولات زراعی، تولید پایدار و امنیت غذایی خواهد شد. این عوامل سبب شده که سطح زیر کشت جهانی این گیاه از ۳۶ هزار هکتار در سال ۱۹۸۰ به ۲۰۰ هزار هکتار در سال ۲۰۱۷ برسد (۱۳).

نیتروژن یکی از پرمصرف‌ترین عناصر مورد نیاز گیاه است، که در سطح جهانی محدود کننده‌ترین عنصر غذایی در تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (۲۶). وانگ و همکاران (۴۲) بیان کردند کینوا قادر است ۴۱۰ تا ۸۶۰ کیلوگرم در هکتار از کل نیتروژن در دسترس را جذب کند. گرین (۱۵) در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد دانه کینوا، نشان داد که حداکثر عملکرد دانه با سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. طبق نتایج پژوهش آوادالا و مورسی (۳) حداکثر تعداد برگ، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد پانیکول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به‌دست آمد. نتایج پژوهش شومان (۳۹) نشان داد که بین تیمارهای مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن) از نظر تعداد پانیکول در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، متوسط وزن پانیکول، تعداد دانه در پانیکول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه افزایش یافت. نتایج پژوهش‌های شمس (۳۸) و کاکابوکی و همکاران (۲۲) نیز مؤید این مطلب است که با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد و اجزای عملکرد در کینوا افزایش پیدا کرد. نتایج مطالعات ارلی و همکاران (۱۲) و بهارگوا و همکاران (۶) نشان داد که ارتفاع بوته و عملکرد کینوا در شرایط بهینه خاک و استفاده از کود نیتروژن‌دار افزایش یافت. نتایج یک آزمایش انجام شده در دانشگاه ازمیر ترکیه در خصوص اثر سطوح کود نیتروژن (۰، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰ و ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار) 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 (۱۵). در همین رابطه طی آزمایشی در امارات گزارش شد که بهترین سطح نیتروژن برای کینوا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار است (۲۹). بر اساس آزمایشی که در اهواز انجام شد، افزایش میزان کود نیتروژن در برخی از ارقام کینوا، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و نیتروژن دانه و بوته شد. 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 هزار دانه و عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت تفاوت معنی‌دار وجود داشت (۳۷).

تعیین تاریخ کاشت مناسب از مهم‌ترین عملیات زراعی به‌منظور بهبود دستیابی به حداکثر عملکرد در این

گیاه است. تاریخ کاشت مناسب کینوا بستگی زیادی به دو عامل اقلیم و رقم دارد. در مبدا اولیه این گیاه در کشورهای آمریکای لاتین نیز بسته به دما و بارندگی، کینوا به‌عنوان یک گیاه پاییزه و یا تابستانه کاشت می‌شود. در یک آزمایش روی دو رقم کینوا (ساجاما و سانتاماریا) در اردیبهشت و مرداد در کرج کشت شدند. نتایج نشان داد که کاشت در مرداد ماه محصول مناسب‌تری تولید کرد، ولی در اردیبهشت ماه، با وجود رشد رویشی مناسب و گل‌دهی و تولید خوشه، محصولی تولید نشد (۳۶). در یک آزمایش در 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 به‌شدت 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 به‌دلیل 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 (۱۹).

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت در ایران و نیاز به تأمین غذای مردم، به‌نظر می‌رسد استفاده از پتانسیل تولیدات کشاورزی ضروری باشد. کشت گیاه کینوا با توجه به ارزش غذایی و تحمل و سازگاری بالای آن، می‌تواند جایگزین مناسبی برای غلات با هدف تأمین غذای مردم باشد، استفاده کارآمد از نیتروژن در کشاورزی می‌تواند باعث افزایش عملکرد، کاهش هزینه تولید و آلودگی‌های زیست‌محیطی شود. بنابراین با توجه به استقبال کشاورزان از کشت کینوا در شهرستان اهر، ورود آن به الگوی تناوب کشت در استان آذربایجان‌شرقی و کمبود اطلاعات کافی در زمینه کاشت و بررسی نیازهای غذایی آن، این پژوهش به‌منظور مطالعه برهم‌کنش نیتروژن و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا در شهرستان اهر اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در مزرعه‌ای در استان آذربایجان‌شرقی و در منطقه گرنگاه واقع در جنوب شهرستان اهر با مختصات ۳۸ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل پنج تاریخ کاشت (۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت) و کرت‌های فرعی شامل پنج سطح نیتروژن به صورت کود اوره (۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش مطابق جدول ۱ بود و شرایط آب و هوایی شهرستان در طول دوره کشت به‌صورت جدول ۲ بود.

عملیات آماده‌سازی بستر کشت شامل شخم و دیسک در نیمه اول آبان ماه سال ۱۳۹۷ بود. بر اساس نتایج آزمون خاک، مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار پنتا اکسید فسفر (P_2O_5) از منبع سوپر فسفات تریپل به‌صورت پایه قبل از کاشت به خاک داده شد. هر کرت فرعی شامل شش خط کاشت به طول سه متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر بود و گیاهان در هر ردیف با فاصله پنج سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند و تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. رقم کینوا مورد کشت، تی‌تی‌کاکا بود که بذر آن از مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان تهیه شد. رقم تی‌تی‌کاکا جزء ارقام زودرس و بدون حساسیت به طول روز بوده و طول دوره کشت تا رسیدگی دانه، بسته به منطقه و تاریخ کاشت حدود ۸۵ تا ۱۱۰ روز است (۲۵). کشت به‌صورت دستی و بر اساس تیمارهای آزمایشی، در تاریخ‌های مورد نظر انجام شد و بذور در عمق ۱/۵ تا دو سانتی‌متری خاک قرار گرفت. کود نیتروژن با توجه به تیمارهای آزمایشی، یک سوم به‌صورت پایه، یک سوم در مرحله رشد طولی ساقه (۴ تا ۶ برگی) و یک سوم در مرحله غنچه‌دهی به خاک داده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی در مرحله ۳ تا ۴ برگی انجام شد و فاصله بوته‌ها روی ردیف با اجرای تنک تنظیم شد.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	محتوی کربن آلی (درصد)	اسیدیته	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
رسی لومی	۰/۵۲	۰/۷۸	۷/۲۵	۰/۰۳	۹/۸	۳۲۴

جدول ۲. شرایط آب و هوایی (متوسط کمینه و بیشینه دما، مجموع بارندگی و متوسط تابش خورشیدی) مشاهده شده در طول دوره رشد گیاه کینوا در شهرستان اهر

ماه	متوسط کمینه دما (درجه سانتی‌گراد)	متوسط بیشینه دما (درجه سانتی‌گراد)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)	متوسط تابش خورشیدی (میلی‌ژول بر مترمربع)
بهمن	-۶/۹۶	-۱/۵۹	۱۱/۷۸	۶/۳۹
اسفند	۱/۴۶	۱۲/۱۲	۸/۹۹	۵/۵۲
فروردین	۴/۸۱	۱۶/۴۹	۳۱/۸۴	۶/۳۱
اردیبهشت	۶/۷۹	۲۴/۳۷	۴۴/۰۳	۸/۷۵
خرداد	۱۳/۸۱	۲۸/۳۸	۴	۱۱/۴۳
تیر	۱۶/۶۳	۳۰/۹۸	۲/۸	۱۰/۰۷
مرداد	۱۶/۰۵	۳۱/۶۳	۴/۳۳	۱۱/۲۲

فاصله آبیاری هر ۸ روز یک‌بار تا زمان تغییر رنگ برگ‌ها بود. مراحل فنولوژیک (سبز شدن و سه برگی، غنچه‌دهی، گلدهی، دانه‌بندی و رسیدگی) برای هر مرحله رشدی یادداشت‌برداری شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (برای تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب تاریخ‌های ۳۱ خرداد، ۱۸ تیر، ۲۴ تیر، ۳۰ تیر و ۷ مرداد)، ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، دو تکرار ۵۰۰ تایی انتخاب و شمارش و توزین شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد زیستی، پس از حذف حاشیه، محصول یک مترمربع از هر کرت به‌صورت دستی کف بر و برداشت شده و پس از تعیین رطوبت، عملکرد زیستی محاسبه شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، نمونه‌های مربوط به هر کرت آزمایشی به‌صورت جداگانه توزین شده و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشکانده شده و مجددا توزین شدند و عملکرد دانه با احتساب رطوبت ۱۲٪ محاسبه شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیستی محاسبه شد.

نمونه‌ها را پس از خشک شدن به‌وسیله آسیاب پودر کرده و درنهایت با هضم به روش سوزاندن خشک عصاره تهیه شد. و سپس یک گرم از نمونه آسیاب شده هر تیمار توزین و توسط دستگاه کجلدال مقدار پروتئین نمونه‌ها به‌صورت درصد تعیین شد (۳۳) و برای محاسبه کارآیی زراعی نیتروژن (میزان تولید دانه به ازای هر گرم نیتروژن مصرفی)، عامل جزیی سودمندی (میزان افزایش عملکرد دانه به ازای هر گرم نیتروژن مصرفی) و کارآیی بازیافت نیتروژن دانه (میزان افزایش جذب نیتروژن به ازای هر گرم نیتروژن مصرفی) به‌ترتیب با معادلات ۱ تا ۳ محاسبه شدند.

$$AEn = \frac{Yn - Y0}{Nf} \quad (۱)$$

$$PEPn = \frac{Y}{Nf} \quad (۲)$$

$$REG = \frac{NG - NG0}{Nf} \quad (۳)$$

در این معادلات Yn، عملکرد کرتی که کود دریافت کرده است (گرم)؛ Y0، عملکرد در کرتی که کود دریافت نکرده است (گرم)؛ Y، عملکرد دانه (گرم)؛ NG، مقدار نیتروژن موجود در دانه در کرت دریافت کننده کود نیتروژن (گرم)؛ NG0، مقدار نیتروژن موجود در دانه در کرت شاهد (گرم)؛ Nf، مقدار کود نیتروژن مصرف شده (گرم).

با استفاده از آمار دمای روزانه از کاشت تا برداشت، میزان درجه روز رشد تجمعی (GDD) از کاشت تا هر مرحله از رشد و نمو تمامی تیمارها، با استفاده از معادله ۴ محاسبه شد.

$$GDD = \sum\left(\left(Tmax + Tmin\right)/2\right) - Tb \qquad (۴)$$

در این رابطه Tmax بیشینه درجه حرارت هوا با حد بالایی ۳۷ درجه سانتی‌گراد، Tmin کمینه درجه حرارت هوا با حد پایین ۳ درجه سانتی‌گراد (۱۵) و Tb حرارت پایه برای کینوا بود که بر اساس پژوهش‌های کاسینی (۸) و هیریچ و همکاران (۲۰) صفر پایه برای کینوا، ۳ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد.

جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از نرم‌افزار MSTAT C استفاده شد و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگروف- اسمیرنوف در نرم‌افزار MINITAB 14 تایید شد.

نتایج و بحث

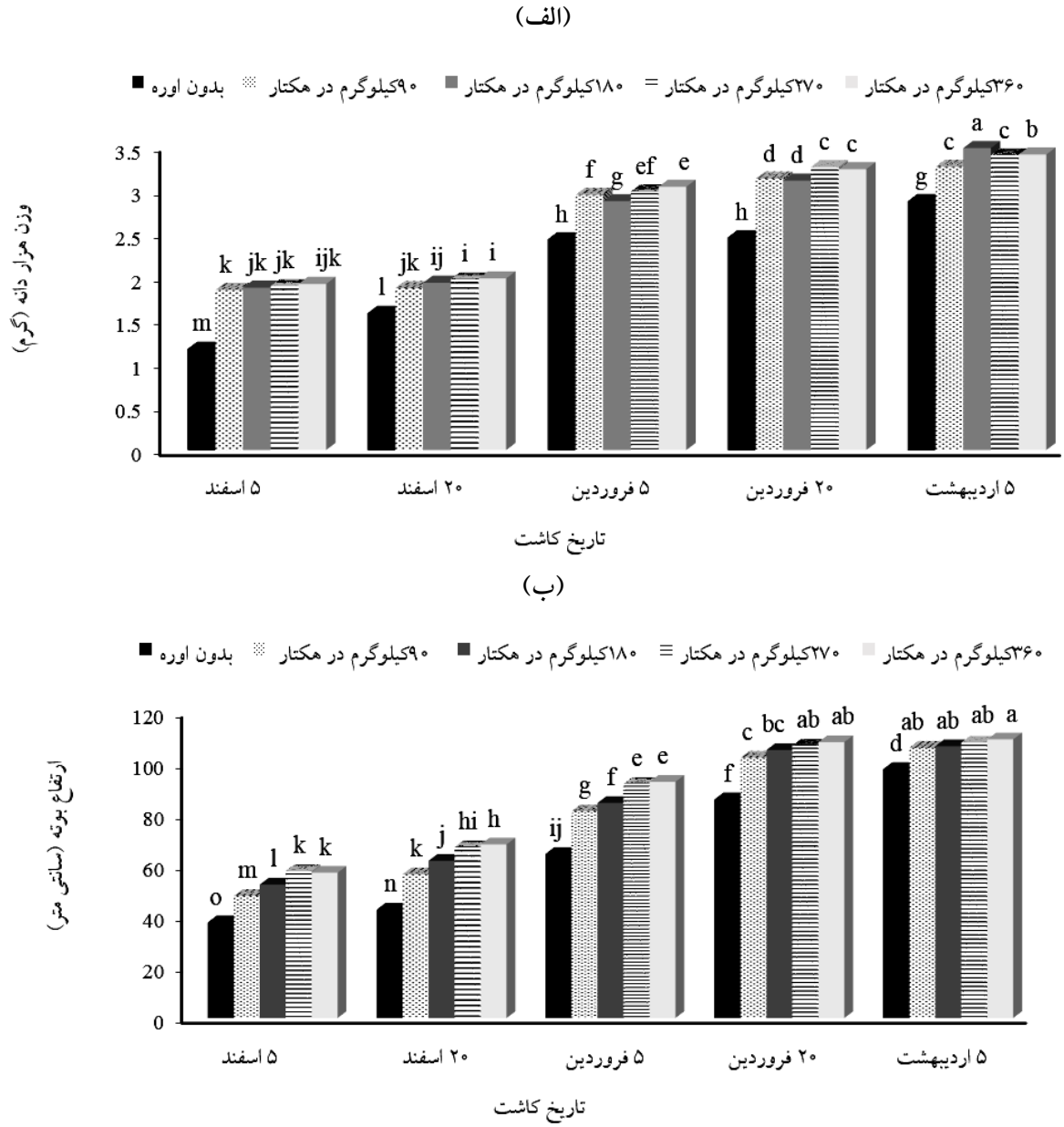
تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که برهم‌کنش تاریخ‌های گوناگون کاشت و مقادیر مختلف کود اوره بر صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، زیست‌توده، شاخص برداشت، تعداد دانه در هر بوته، محتوای نیتروژن دانه، کارآیی زراعی نیتروژن، کارآیی بازیافت نیتروژن دانه و عامل جزیی سودمندی کینوا در شرایط منطقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

وزن هزار دانه گیاه کینوا (شکل ۱- الف) با تغییر تاریخ‌های کاشت از ۵ اسفند تا ۵ اردیبهشت تفاوت معنی‌داری داشت و در هر تاریخ کاشت نیز بین مقادیر گوناگون کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیش‌ترین مقدار وزن هزار دانه از تاریخ کشت ۵ اردیبهشت و با مقدار کود مصرفی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (۳/۴۸ گرم) به‌دست آمد و کود اوره به مقدار ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار به‌لحاظ تولید وزن هزار دانه بالا در رده بعدی قرار گرفتند. استفاده از کود به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب باعث افزایش ۳۵/۰۴، ۱۸/۳، ۲۰/۹، ۲۷/۷ و ۱۳/۹ درصدی در وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد، از طرفی با افزایش مقدار کود مصرفی از ۹۰ به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار در وزن هزار دانه گیاه کینوا در تاریخ-های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب افزایش ۳/۷۸، ۵/۸۸، ۳/۴۰، ۳/۵۱ و ۴/۲۸ درصدی مشاهده شد که نشان‌دهنده افزایش بیش‌تر وزن هزار دانه در مقدار کود ۹۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار بود که می‌تواند به‌دلیل افزایش تعداد دانه در بوته باشد. وزن هزار دانه تابع سرعت و طول پر شدن دانه است. رسیدگی فیزیولوژیک دانه مرحله‌ای است که دانه به بالاترین وزن خود رسیده و مشارکت دو عامل سرعت و طول دوره پر شدن دانه تعیین‌کننده وزن نهایی دانه است (۱). نتایج تحقیق سعیدی و همکاران (۳۴) در اهواز نشان داد که در تاریخ کشت ۳۰ آبان، کاهش تعداد دانه در خوشه باعث افزایش وزن دانه‌ها به‌علت افزایش تسهیم مواد فتوسنتزی به هر یک از دانه‌ها شد، به‌عبارت دیگر مواد فتوسنتزی بین تعداد دانه کمتری تقسیم شده و بنابراین وزن هزاردانه افزایش یافت و با افزایش میزان نیتروژن از صفر به ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در بوته افزایش یافت. افزایش مصرف نیتروژن به‌دلیل 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. افزایش کاربرد نیتروژن به‌دلیل افزایش سطح

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در کینوا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	زیست‌توده	شاخص برداشت	تعداد دانه در بوته	محتوای نیتروژن دانه	کارایی زراعی نیتروژن	کارایی بازیافت نیتروژن دانه	عامل جزیی سودمندی
بلوک	۲	۳/۶۸۹**	۰/۰۰۰۱**	۳۵۴۰/۰۱۴^{ns}	۲۸۲۷۶۴/۶^{ns}	۰/۱۸۸**	۴۱۳۰/۳۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۶۸**	۰/۰۰۱**	۰/۰۶۳**
تاریخ کاشت	۴	۹۱۳۵/۶**	۷/۵**	۸۹۷۷۹/۱**	۴۷۶۶۷۴۱۶۰/۷**	۷۴۳/۶۶**	۱۷۸۸۶۶۶۹۴/۸**	۳/۰۶۱**	۱۰۳۵/۳۵**	۰/۲۰۶**	۱۸۴۸/۷**
خطای ۱	۸	۷/۹	۰/۰۰۲	۱۲۸۶/۵	۱۴۶۲۲۷/۲	۰/۳۳۲	۱۶۴۸/۷	۰/۰۰۲	۰/۱۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۸
کود	۴	۱۱۴۴/۷**	۱/۰۰۳**	۵۶۵۱۸۵۳۸/۱**	۲۰۰۵۲۲۰۰۴/۶**	۱۱۳۵/۵۰**	۱۴۸۶۵۲۶۵۵/۹**	۲/۱۰۲**	۶۳۷/۸۳**	۲/۰۳۹**	۱۲۴۰/۷**
تاریخ کاشت × کود	۱۶	۲۴/۵**	۰/۰۲۱**	۵۸۹۶۵۹۵/۷**	۸۶۸۷۸۸۰/۴**	۴۰/۰۱۹**	۲۳۸۶۸۹۰۴/۱**	۰/۰۵۲**	۹۰/۸۶**	۰/۰۴۸**	۱۴۵/۲**
خطای ۲	۴۰	۲/۱	۰/۰۰۱	۱۴۴۱۴/۷	۲۰۶۱۶۶/۶	۰/۶۷۰	۱۹۷۹/۱۲	۰/۰۰۱	۰/۳۷	۰/۰۰۱	۰/۴۰۵
ضریب تغییرات		۲/۸۲	۱/۲۱	۳/۴۸	۳/۴۷	۳/۷۱	۴/۸۶	۴/۲۲	۵/۴۵	۶/۱۵	۴/۱۱

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و عدم معنی‌داری



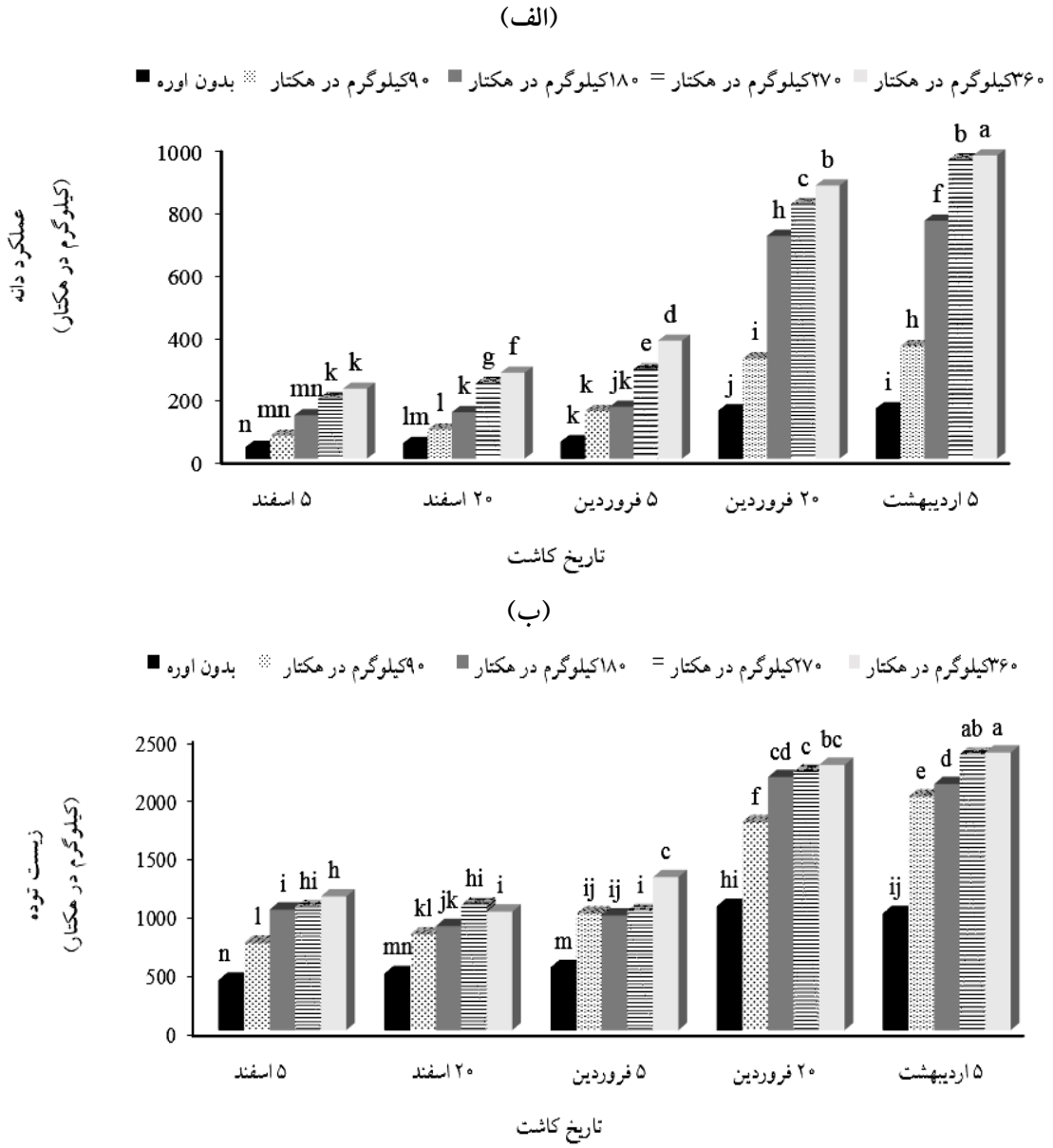
شکل ۱. مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تاریخ کاشت و کود اوره در وزن هزار دانه (الف) و ارتفاع بوته (ب) کینوا، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

سبز گیاهی و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی، دوره گل‌دهی و باروری گل‌ها و در نتیجه افزایش تعداد خوشه و وزن هزار دانه می‌شود. بنابراین به‌نظر می‌رسد که کمتر بودن وزن هزار دانه در تیمار بدون مصرف نیتروژن به‌علت ضعف گیاه در ساخت و انتقال مواد غذایی به دانه‌ها باشد. آوادالا و مورسی (۳) بیان کردند که در دو سال متوالی با افزایش کاربرد کود نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در ارقام کینوا مورد بررسی، میانگین وزن هزار دانه افزایش یافت و به‌ترتیب به ۴/۷۵ و ۴/۳۶ گرم رسید. نتایج پژوهش شومان (۳۹) نشان داد که بالاترین میزان وزن هزار دانه در کینوا (۴/۷۵ گرم) از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به‌دست آمد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج پژوهش شاه‌منصوری

(۳۷) نیز مطابقت دارد در حالی‌که بارسا و همکاران (۵) بیان کردند که وزن هزار دانه کینوا (۲/۱ گرم) از سطح ۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تحت تأثیر کود نیتروژنه قرار نداشت.

بیشترین ارتفاع بوته کینوا (شکل ۱- ب) در تاریخ‌های کشت ۵ اردیبهشت با مقادیر کود اوره ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار کود و بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر به‌دست آمد، همچنین تاریخ کاشت ۲۰ فروردین با مقادیر ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره نیز دارای بیش‌ترین ارتفاع بوته بود که اختلاف معنی‌داری با تاریخ کشت ۵ اردیبهشت نداشت (شکل ۱- ب). در تمام تاریخ‌های کشت این گیاه، کمترین ارتفاع بوته از کشت شاهد (بدون استفاده از کود) به‌دست آمد و از طرفی بین استفاده از ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره اختلاف معنی‌داری در تاریخ‌های کاشت مختلف مشاهده نشد. با افزایش استفاده از کود تا ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ‌های ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب افزایش ۵۲/۲، ۶۰/۴، ۴۴/۲، ۲۶/۸ و ۱۱/۹ درصدی در ارتفاع بوته مشاهده شد به نحوی که ارتفاع بوته در تاریخ‌های کاشت ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت در حالت شاهد و بدون استفاده از کود اوره نیز نسبت به تاریخ کاشت ۵ اسفند به‌ترتیب افزایش ۱۳/۲، ۷۱/۶، ۱۲۸ و ۱۶۰ درصدی داشت (شکل ۱- ب). نتایج نشان داد که ارتفاع گیاه با افزایش مصرف نیتروژن افزایش پیدا کرد که این امر ممکن است به‌دلیل افزایش طول میانگره در گیاه باشد. مصرف مقادیر بالای کود نیتروژن با گسترش سطح ریشه و افزایش جذب آب و عناصر از خاک، موجب تحریک رشد رویشی گیاه شده و از طریق افزایش سطح برگ و سطح فتوسنتزی گیاه، موجب افزایش میزان آسمیلات‌هایی که در اختیار گیاه قرار می‌دهد شده و در نتیجه از طریق تقسیم و طویل شدن سلول‌ها موجب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود که با نتایج حاصل از تحقیق کرمی و همکاران (۲۵) و بارسا و همکاران (۵) مطابقت داشت. آذرپور و همکاران (۴) نتیجه گرفتند که در میان سطوح کود نیتروژن بیشترین ارتفاع کینوا ۱۰۴/۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و کمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد و ۸۴/۱ سانتی-متر بود. در تحقیق دهقانی و رضایی (۱۱) در یزد مشاهده شد که با افزایش مصرف کود اوره ارتفاع بوته از ۳۷ به ۴۸ سانتی‌متر افزایش یافت، اما اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود و بیشترین ارتفاع بوته (۹۹/۸ سانتی‌متر) از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد.

مقدار عملکرد دانه (شکل ۲- الف) در تاریخ ۵ اردیبهشت و با استفاده از ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره، بیشترین مقدار را داشت و در تمام تاریخ‌های کاشت استفاده از ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به مقادیر دیگر کود، بیشترین مقدار را نشان داد. در تاریخ‌های کاشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت، با وجود عدم استفاده از کود نیز مقدار عملکرد دانه (به‌ترتیب ۱۶۱ و ۱۵۴ کیلوگرم در هکتار) بیش‌تر از حالت شاهد در تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند و ۵ فروردین بود. استفاده از ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نسبت به ۹۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب افزایش ۹۰/۹، ۶۰/۴، ۹۳/۸، ۱۲۲ و ۱۱۱ درصدی داشت که این افزایش در تاریخ‌های کاشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت بیش‌ترین مقدار را داشت (شکل ۲- الف). عملکرد دانه وابسته به رشد مناسب برگ‌ها، ساقه‌ها، گل-ها و باروری کامل آنها، عرضه مستمر مواد پرورده و غیره است. افزایش نیتروژن خاک باعث افزایش گسترش سطح برگ شده و در نتیجه نفوذ نور به درون سایه‌انداز و کارآیی مصرف نور زیاد می‌شود، که این عوامل باعث افزایش سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و دوام شاخص سطح برگ می‌شود و در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود (۱۸). در پژوهش حاضر، با افزایش میزان نیتروژن، عملکرد دانه افزایش یافت. این واکنش تا بالاترین سطح کود نیتروژن مشاهده شد که این موضوع کودپذیری گیاه کینوا را نشان می‌دهد (شکل ۲- الف).



شکل ۲. مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تاریخ کاشت و کود اوره در عملکرد دانه (الف) و زیست‌توده (ب) کینوا، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

شاه‌منصوری (۳۷) نیز در بررسی اثر نیتروژن بر ارقام کینوا گزارش کرد که بیش‌ترین عملکرد دانه در بالاترین سطح کودی (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) در رقم تی‌تی‌کاکا مشاهده شد. پژوهش کرمی و همکاران (۲۵) نیز نشان داد که مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن باعث افزایش ۲/۹۹ برابری عملکرد نسبت به شاهد شد. افزایش در عملکرد با افزایش مصرف نیتروژن، به‌دلیل وظایف متعدد این عنصر در فرایندهای حیاتی گیاه از جمله افزایش رشد رویشی، افزایش فعالیت فتوسنتزی، افزایش در تعداد شاخه جانبی، تعداد گل در گیاه، افزایش تولید ماده خشک ذخیره‌ای و در نهایت افزایش عملکرد دانه است (۴۰). پراگر و همکاران (۳۱) با بررسی ویژگی‌های رشدی و عملکرد ارقام مختلف کینوا در شرایط مزرعه، اختلاف معنی‌دار در عملکرد ارقام کینوا را به تفاوت عمده این ارقام از نظر طول دوره رشد، تعداد دانه

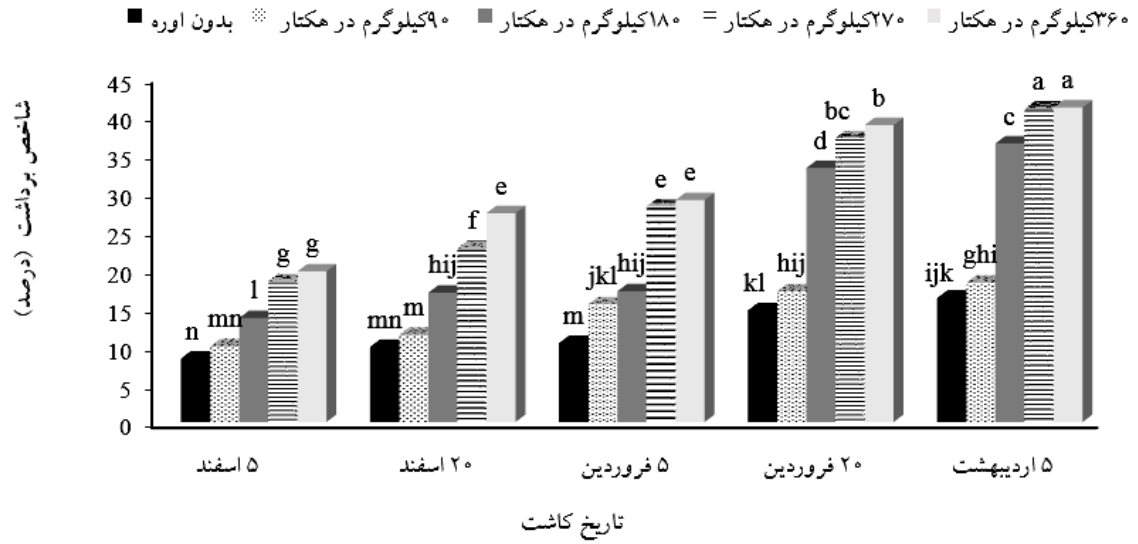
در مترمربع و وزن هزار دانه آنها نسبت دادند. در پژوهش حاضر طول دوره رشدی گیاه کینوا در تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب ۱۳۷، ۱۲۱، ۱۱۲، ۱۰۳ و ۹۵ روز بود و گیاه در تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت در مدت زمان کوتاه‌تری، بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. گیاهان کشت شده در تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند و ۵ فروردین تعداد روزهایی با دماهای پایین بیشتری را تجربه کردند، بنابراین در مقایسه با تاریخ‌های کاشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت تعداد روزهای جوانه‌زنی تا مرحله سه برگی بیشتری داشتند (جدول ۴). کینوا در مرحله ۸ تا ۱۲ برگی قادر است دمای ۵- درجه سانتی‌گراد را تحمل کرده و گیاه بعد از خسارت سرما توانایی بازیافت دارد (۳۵). پژوهش صالحی و همکاران (۳۵) نشان داد که بذرهای کشت شده در تاریخ ۵ اسفندماه طی دوره ۱۳۲ روزه، عملکرد دانه‌ای معادل ۱/۶ تن در هکتار تولید کردند، همچنین عنوان کردند که تاثیر درجه حرارت زیاد (۳۲ درجه سانتی‌گراد) برای تاریخ کاشت اسفند و فروردین و درجه حرارت کم (۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد) برای تاریخ کاشت اواسط شهریور در طول دوره پر شدن دانه، موجب کاهش معنی‌دار عملکرد و اندازه دانه در سطح احتمال ۵ درصد شد. این درحالی است که در تحقیق حاضر، پایین‌ترین دمای تجربه شده توسط گیاهان در تاریخ کشت ۵ اسفند (۱۵ درجه سانتی‌گراد) و بالاترین دمای تجربه شده در این دوره متعلق به تاریخ کشت ۵ اردیبهشت و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. حساس‌ترین مرحله رشدی کینوا به سرما مرحله گل‌دهی و غنچه‌دهی است. بایوس و همکاران (۷) بیان کردند که تنش یخ‌زدگی در دمای ۶- درجه سانتی‌گراد در مرحله گل‌دهی موجب از بین رفتن کامل گیاه می‌شود. گیاهان کشت شده در تحقیق حاضر، در مرحله غنچه‌دهی و گل‌دهی دماهای منفی را تجربه نکردند.

بیشترین مقدار زیست‌توده متعلق به تاریخ کشت ۵ اردیبهشت و مقدار کود مصرفی ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم بر هکتار و بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بود (شکل ۲- ب). نتایج نشان داد که تاریخ‌های کشت ۵ اردیبهشت و ۲۰ فروردین در مقادیر زیست توده حالت شاهد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین مقدار زیست‌توده در مقادیر کودی ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ‌های کشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین و ۲۰ فروردین اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. مقدار زیست‌توده با مصرف ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، در تاریخ‌های کشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب افزایش ۱۶۷، ۱۰۹، ۱۴۳، ۱۱۴ و ۱۳۷ درصدی نسبت به شاهد داشت، درحالی‌که درصد این افزایش از مقادیر کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ‌های کشت مذکور به‌ترتیب ۵۳/۲، ۲۳/۸، ۳۱/۴، ۲۷/۵ و ۱۸/۹ بود (شکل ۲- ب). 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 (۴۳). شمس (۳۸) نیز در ارزیابی اثر مقادیر کود نیتروژن بر کینوا گزارش کرد که عملکرد دانه و عملکرد زیستی کینوا تا بالاترین سطح نیتروژن (۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش یافت. افزایش عملکرد بیولوژیکی و زیست‌توده به‌وسیله تیمارهای نیتروژن به بهبود سطح برگ و کارآیی فتوسنتزی نسبت داده شده است، زیرا نیتروژن بخشی از آنزیم روبیسکو دخیل در فرایند فتوسنتز است و نیتروژن با تسریع رشد سلول‌های مریستم انتهایی گیاه زمینه را برای رشد گیاه فراهم می‌کند (۲). پاپن و همکاران (۳۰) عنوان کردند که با افزایش سطوح نیتروژن تا بالاترین سطح، عملکرد بیولوژیکی کینوا افزایش یافت و افزایش مقادیر نیتروژن نه‌تنها منجر به افزایش رشد محصول و تولید زیست‌توده کل شد، بلکه کیفیت دانه را نیز تحت تأثیر قرار داد. آوادالا و مورسی (۳) گزارش دادند که با کاربرد نیتروژن از ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیکی کینوا نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۵۲/۹ و ۵۹/۷ و ۶۳/۴ درصد افزایش پیدا کرد. کاکابوکی و همکاران (۲۲) نشان دادند که تجمع زیست‌توده به‌صورت

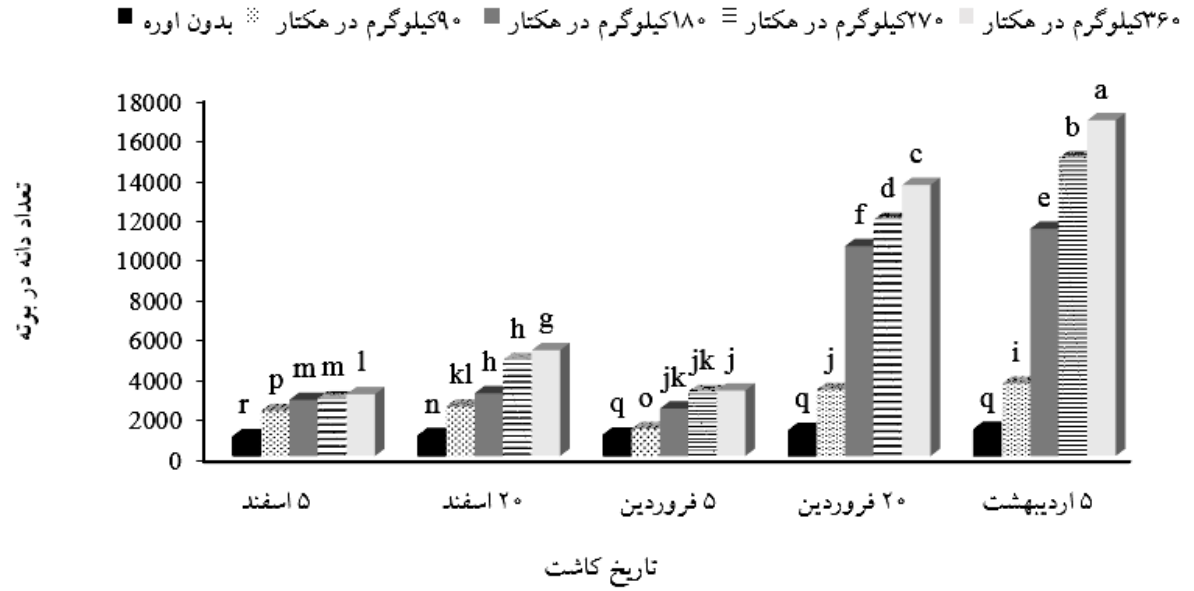
جدول ۴. تعداد روزها از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک، میانگین دما، درجه روز رشد (GDD) در مراحل مختلف رشد گیاه کینوا در تاریخ‌های گوناگون کاشت

مراحل رشد	۵ اسفند			۲۰ اسفند			۵ فروردین			۲۰ فروردین			۵ اردیبهشت		
	روز	میانگین دما	GDD	روز	میانگین دما	GDD	روز	میانگین دما	GDD	روز	میانگین دما	GDD	روز	میانگین دما	GDD
سه برگی	۳۲	۵/۲۷	۶۸/۳	۳۰	۷/۰۲	۱۱۵/۹	۲۱	۸/۶۸	۱۱۹/۳	۱۹	۱۲/۵۳	۱۷۱/۶	۱۶	۱۳/۷۵	۱۶۵/۲
غنچه‌دهی	۵۶	۹	۲۲۳/۹	۵۶	۱۲/۵۶	۲۴۴/۱	۴۴	۱۳/۰۱	۳۳۹/۶	۳۶	۱۴/۶۴	۳۸۱/۲	۳۵	۱۷/۱۹	۴۲۰/۶
گلدهی	۸۱	۱۴/۱۷	۵۰۵	۷۸	۱۶/۸۱	۶۸۲/۷۵	۶۰	۱۶/۹۶	۵۷۷/۰	۵۶	۱۸/۰۵	۶۶۷/۱	۵۱	۲۰/۴۷	۸۰۴/۹۵
دانه‌بندی	۱۱۸	۱۹/۲۹	۱۱۰۷/۱۵	۹۹	۲۰/۴۵	۱۰۴۸/۳۵	۸۶	۱۹/۸	۱۰۱۵/۹	۷۶	۱۹/۸۸	۱۰۴۱/۳	۷۱	۲۲/۹۵	۱۱۶۴/۰۵
رسیدگی	۱۳۷	۲۲/۸۷	۱۴۸۳/۱۴	۱۲۱	۲۲/۲۸	۱۴۷۸/۹	۱۱۲	۲۲/۴۳	۱۵۲۱/۲	۱۰۳	۲۲/۹۷	۱۵۸۰/۴۵	۹۵	۲۳/۷۵	۱۶۶۱/۹۵

(الف)



(ب)



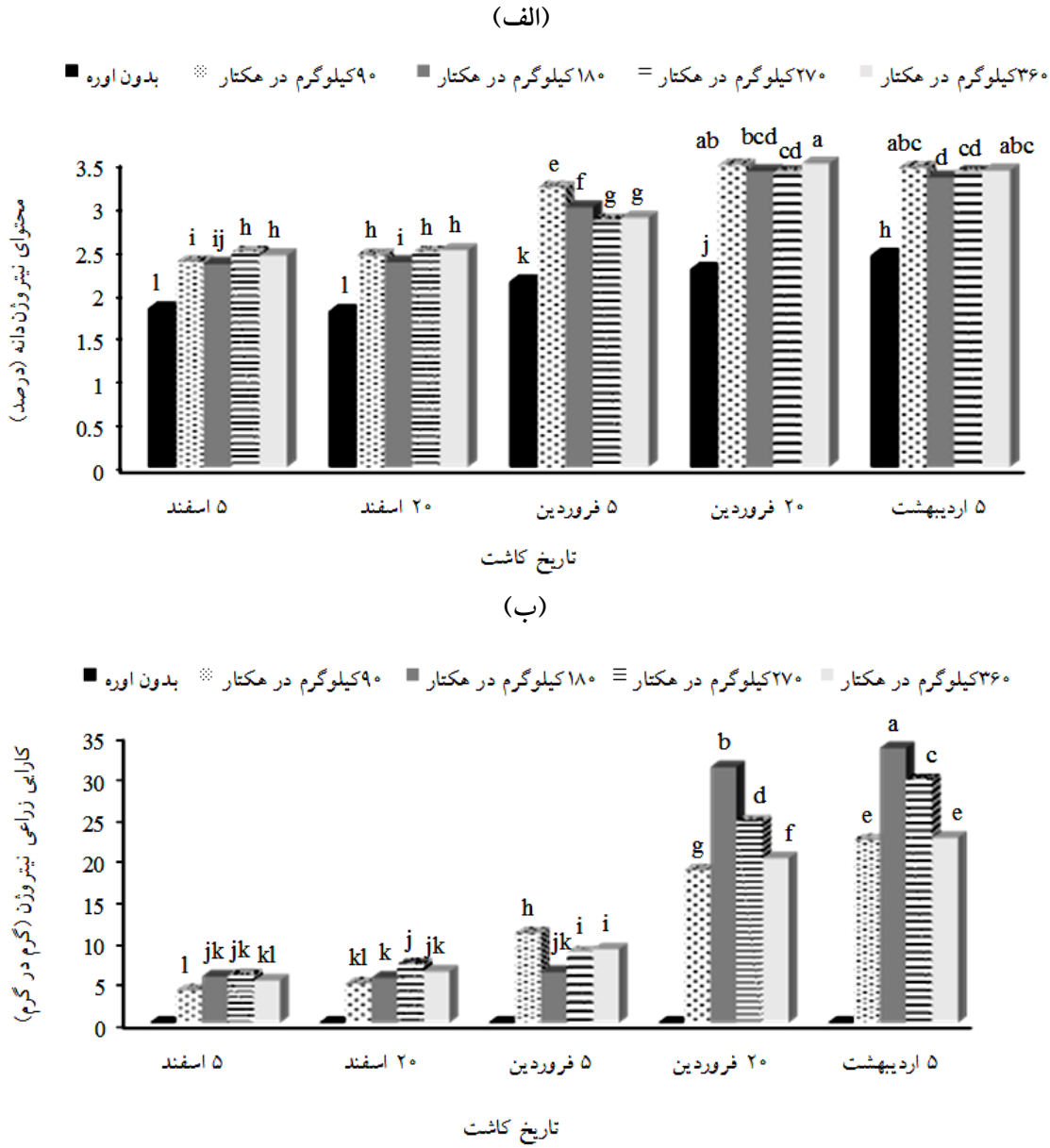
شکل ۳. مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تاریخ کاشت و کود اوره در شاخص برداشت (الف) و تعداد دانه در بوته (ب) کینوا، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

خطی و مثبت تحت تأثیر عرضه نیتروژن قرار می‌گیرد و حداکثر تجمع زیست‌توده در بالاترین سطح از نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های شاه‌منصوری (۳۷) نیز مطابقت داشت. کمترین مقدار شاخص برداشت (شکل ۳- الف) متعلق به کشت در تاریخ‌های ۵ اسفند و بدون استفاده از کود اوره (۸/۳ درصد) بود، به نحوی که در تمام تاریخ‌های کاشت و در شرایط بدون مصرف کود، شاخص برداشت کمترین مقدار را داشت و با افزایش استفاده از کود اوره، مقدار این صفت افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت و با استفاده از کود اوره به مقدار

۲۷۰ کیلوگرم در هکتار (۴۰/۹ درصد) و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار (۴۱/۱ درصد) به‌دست آمد. با استفاده از کود نیتروژن به مقدار ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار، کمترین تغییر در مقدار شاخص برداشت متعلق به تاریخ کشت ۵ اسفند بود (شکل ۳- الف). شاخص برداشت، مقداری از زیست‌توده گیاه است که به دانه اختصاص می‌یابد و بنابراین شاخصی از توانایی گیاه برای اختصاص منابع بین ساختارهای رویشی و زایشی است (۹). کاشت خارج از موعد 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 (۱۰). نتایج نشان داد که در تمام تاریخ‌های کاشت، با افزایش مصرف نیتروژن شاخص برداشت افزایش یافت. گزارش شده است که مصرف کودهای شیمیایی افزایش معنی‌دار شاخص برداشت در گیاه کینوا را به‌همراه داشته است (۱۵). علت افزایش شاخص برداشت در اثر کاربرد کود نیتروژن را می‌توان به جذب بهتر عناصر غذایی نسبت داد. زیرا گیاه با جذب بهتر عناصر غذایی و افزایش شاخص سطح برگ می‌تواند از تابش خورشیدی بهتر استفاده کند و مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه ارسال کند و در نتیجه نسبت دانه به ماده خشک را افزایش دهد (۲۳). در همین رابطه جودی و همکاران (۲۱) بیان کردند، افزایش شاخص برداشت در اثر افزایش سطوح مصرف نیتروژن، به‌دلیل تأثیر کمتر کود نیتروژن بر افزایش رشد رویشی و عملکرد بیولوژیکی، در مقایسه با عملکرد دانه بود.

تعداد دانه در بوته (شکل ۳- ب) نیز در تاریخ کشت ۵ اردیبهشت و با استفاده از ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره، بیشترین تعداد (۱۶۸۱۰) را داشت و تعداد دانه در همان تاریخ کاشت و با ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار اوره و تاریخ کاشت ۲۰ فروردین و مقدار کود مصرفی ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار، در رتبه‌های بعدی به لحاظ تعداد دانه در بوته قرار گرفتند. با افزایش استفاده از کود اوره از ۹۰ به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار، در تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب افزایش ۳۷/۴، ۱۱۳، ۱۴۱، ۳۱۰ و ۳۶۴ درصدی در تعداد دانه در بوته مشاهده شد (شکل ۳- ب). کینوا از معدود گیاهانی است که تا حدی به سرما متحمل بوده و میزان تحمل به سرمای آن تا حد زیادی به دوره سرما، مرحله رشدی، رقم، رطوبت نسبی و شرایط خرد اقلیم بستگی دارد (۱۴). نتایج نشان داد که در تاریخ‌های کاشت اسفند، تعداد دانه در بوته کمتر از تاریخ‌های کاشت فروردین و اردیبهشت بود و استفاده از کود در این تاریخ‌های کاشت تأثیر کمتری در روند افزایش تعداد دانه در بوته داشت که علت آن را می‌توان به نامساعد بودن شرایط دمایی در مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی گیاه نسبت داد (جدول ۴). یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر تعداد دانه‌ها، دما است. طاووسی و سپهوند (۴۱) گزارش کردند که با تاخیر در کاشت کینوا، به‌دلیل 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 و کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه می‌شود. در پژوهش حاضر مرحله گل‌دهی و دانه‌بندی گیاهان کشت شده در تاریخ‌های فروردین و اردیبهشت نیز دماهای بالا را تجربه نکردند (جدول ۴). شاه‌منصوری (۳۷) طی آزمایشی گزارش کرد که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، به‌دلیل افزایش رشد رویشی و فراهمی مواد فتوسنتزی، تعداد دانه در بوته کینوا افزایش یافت که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

درصد نیتروژن دانه (شکل ۴- الف) در تاریخ‌های کاشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت افزایش معنی‌داری نسبت به تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند و ۵ فروردین داشت. گیاهان کشت شده در تاریخ‌های کاشت ۵ اردیبهشت و ۲۰ فروردین با مصرف مقادیر ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره، بیشترین درصد نیتروژن دانه را نشان دادند، در حالی که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ولی نسبت به حالت شاهد و بدون مصرف کود اختلاف معنی‌دار داشتند به



شکل ۴. مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تاریخ کاشت و کود اوره در محتوای نیتروژن دانه (الف) و کارآیی زراعی نیتروژن (ب) کینوا، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نحوی که بین عدم استفاده از کود و کوددهی ۹۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب افزایش ۵۲/۶۵ و ۴۱/۳۲ درصدی در محتوای نیتروژن دانه مشاهده شد. کمترین درصد نیتروژن دانه نیز متعلق به حالت شاهد و بدون مصرف کود در تاریخ‌های کاشت ۵ و ۲۰ اسفند به‌ترتیب با مقادیر ۱/۸۱ و ۱/۷۸ درصد بود (شکل ۴- الف). با توجه به این نکته که نیتروژن از جمله مهم‌ترین عناصر مؤثر در افزایش درصد نیتروژن دانه است به‌نظر می‌رسد، برتری مقدار نیتروژن دانه در سطوح بالای مصرف نیتروژن، به‌دلیل افزایش غلظت نیتروژن در بخش‌های رویشی کینوا باشد. نتایج تحقیق حاضر مشابه با نتایج لیمون- اورتگا (۲۷) است که گزارش دادند با افزایش کاربرد کود نیتروژن در خاک، محتوی نیتروژن کل دانه نیز افزایش یافت. کانسومجت و همکاران (۲۴) نیز گزارش کردند که میزان پروتئین‌های محلول در کینوا با کاربرد

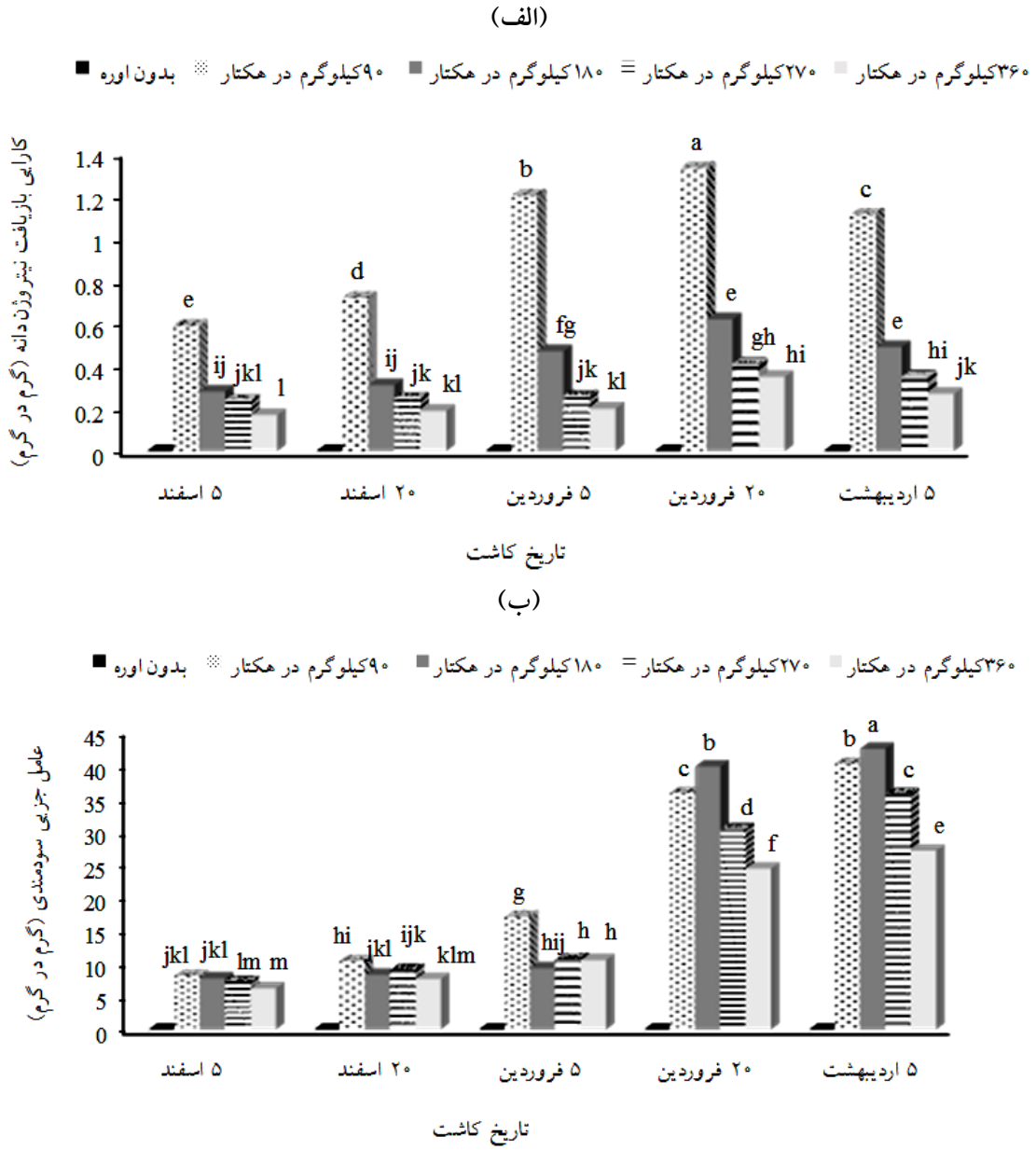
نیتـروژن و شـرایط مناسـب رشد افزایش می‌یابد. این گزارشات یافته‌های پژوهش حاضر را تأیید می‌کند. گوما (۱۶) نیز عنوان کرد که با استفاده از کودهای معدنی و کود زیستی حاوی نیتروژن (نیتروبین یا فسفرین) می‌توان صفات رشدی و عملکرد کمّی و کیفی دانه و کیفیت بذر کینوا را بهبود بخشید.

در تمام تاریخ‌های کاشت، با افزایش مصرف اوره از حالت شاهد به ۹۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌داری در کارایی زراعی نیتروژن مشاهده شد (شکل ۴- ب) که مقادیر آن در تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت به‌ترتیب ۳/۹، ۴/۷۵، ۱۰/۸، ۱۸/۵ و ۲۲/۲ گرم در گرم بود که نشان‌دهنده بالاتر بودن این سیر صعودی در تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت است. در تاریخ‌های کاشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت، با افزایش مصرف کود از ۱۸۰ به ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب کاهش ۲۱/۲ و ۱۱/۶ درصد و از ۲۷۰ با ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب کاهش ۱۸/۲ و ۲۳/۷ درصد در میزان کارایی زراعی نیتروژن مشاهده شد (شکل ۴- ب).

کارایی بازیافت نیتروژن دانه (شکل ۵- الف) نیز بیشترین مقدار خود را با افزایش مصرف کود از حالت شاهد به ۹۰ کیلوگرم در هکتار نشان داد و در تمام تاریخ‌های کاشت مورد بررسی، با افزایش مقدار کود از ۹۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار، کاهش معنی‌داری در کارایی بازیافت نیتروژن دانه مشاهده شد. بیشترین کارایی بازیافت نیتروژن دانه در تاریخ کاشت ۲۰ فروردین و با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۱/۳۳ گرم در گرم) به‌دست آمد.

عامل جزیی سودمندی استفاده از کود اوره در مقادیر گوناگون و در تاریخ‌های کاشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت نسبت به تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند و ۵ فروردین بیشتر بود (شکل ۵- ب) و بیشترین عامل جزیی سودمندی در تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت و با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره (۴۲/۳ گرم در گرم) به‌دست آمد، به‌طور کلی در تمام تاریخ‌های کاشت، با افزایش مصرف کود از حالت شاهد به ۹۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌داری در عامل جزیی سودمندی مشاهده شد که این افزایش در تاریخ‌های کاشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت با مقادیر ۳۵/۷ و ۴۰/۱ گرم در گرم، نسبت به تاریخ‌های کاشت ۵ اسفند، ۲۰ اسفند و ۵ فروردین با مقادیر به‌ترتیب ۸/۱۴، ۱۰/۳ و ۱۷/۰ بیش‌ترین مقادیر خود را داشتند (شکل ۵- ب).

به‌طورکلی زمانی که گیاه به عناصر غذایی نیاز دارد، در برابر افزایش آنها واکنش مثبت نشان می‌دهد، و با رفع تدریجی نیاز گیاه، واکنش آن به مقادیر بیشتر کودی بیشتر می‌شود. واکنش گیاه به مصرف کود نیتروژن از قانون بازده نزولی تبعیت می‌کند به این مفهوم که هر چه مقدار کود اضافه شود، مقدار عملکرد نیتروژن به‌طور مستمر کمتر افزایش می‌یابد و در نهایت به خط مجانب مماس می‌شود. در تحقیق حاضر به احتمال زیاد مقدار تلفات نیتروژن در سطوح بالای کود نیتروژن از طریق تصعید، دنیتریفیکاسیون، آبشویی یا به علت عدم جذب نیتروژن به‌وسیله گیاه و بالاخره عدم استفاده مؤثر از آن افزایش می‌یابد که این خود موجب کاهش کارایی نیتروژن می‌شود (۲۸). بنابراین کارایی مصرف عناصرغذایی با رفع نیاز گیاه کمتر می‌شود. معمولاً بالاترین کارایی زراعی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به‌دست می‌آید (۳۲). آوادالا و مورسی (۳) اظهار داشتند همه اجزای عملکرد کینوا به‌جز کارایی مصرف نیتروژن به‌تدریج با افزایش کاربرد نیتروژن از ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت و حداکثر کارایی مصرف نیتروژن با کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. افزایش مصرف نیتروژن از ۹۰ بـه ۳۶۰ کیلـوگرم در هکتـار موجب افـزایش عملکـرد شـد، هرچنـد کـه مصـرف نیتروژن بالای ۹۰ کیلوگرم در هکتار موجب کـاهش کارایی زراعی نیتروژن شد. در واقـع کینـوا، توانایی بالایی در جذب نیتروژن از خاک دارد ولی بـا افزایش مصرف کود میـزان انتقـال مجـدد نیتـروژن از اندام‌های هوایی به دانه کاهش می‌یابد (۲۴).



شکل ۵. مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش تاریخ کاشت و کود اوره در کارآیی بازیافت نیتروژن دانه (الف) و عامل جزیی سودمندی (ب) کینوا، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که پتانسیل عملکرد و اجزای آن در گیاه کینوا تحت تأثیر تاریخ کاشت و مقدار کود نیتروژن مصرفی قرار گرفت. بیشترین ارتفاع بوته کینوا در تاریخ‌های کشت ۵ اردیبهشت با مقادیر کود اوره ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار و بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر به‌دست آمد. بیش‌ترین مقدار وزن هزار دانه از تاریخ کشت ۵ اردیبهشت و با مقدار کود مصرفی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (۳/۴۸ گرم) حاصل شد، در حالی‌که مقدار عملکرد دانه و زیست‌توده در تاریخ ۵ اردیبهشت و با استفاده از ۲۷۰ و ۳۶۰

کیلوگرم در هکتار اوره، بیشترین مقدار را داشت. گیاه در تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت در مدت زمان کوتاه‌تری، بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کرد و در تاریخ‌های کاشت ۵ اردیبهشت و ۲۰ فروردین با مصرف مقادیر ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره، بیشترین درصد نیتروژن دانه را نشان دادند. در تمام تاریخ‌های کاشت، با افزایش مصرف اوره از حالت شاهد به ۹۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش معنی‌داری در کارایی زراعی نیتروژن مشاهده شد. که نشان‌دهنده بالاتر بودن این سیر صعودی در تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت است. عامل جزیی سودمندی استفاده از کود اوره در مقادیر گوناگون و در تاریخ‌های کاشت ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت نسبت به تاریخ‌های کاشت دیگر بیشتر بود. با توجه به نتایج حاصل می‌توان عنوان کرد که در میان تاریخ‌های کاشت بررسی‌شده، تاریخ کاشت ۵ اردیبهشت به‌دلیل طول دوره رشد کوتاه‌تر و عملکرد دانه و بیوماس بالاتر و از طرفی با مقدار کود نیتروژن مصرفی ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار برای شهرستان اهر مناسب بوده و چنین به‌نظر می‌رسد که این مقدار کود نیتروژن و تاریخ کاشت، بـرای حصول عملکرد مناسب در این منطقه و مناطق مشابه قابل توصیه باشد.

منابع مورد استفاده

1. Alvaro, F., J. Isidro, D. Villegas and L. F. Garciadel Moral. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in mediterranean durum wheat. *Agronomy Journal* 100: 361-370.
2. Arduini, I., A. Masoni, L. Ercoli and M. Mariotti. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy* 25(4): 309-318.
3. Awadalla, A. and A. S. Morsy. 2017. Influence of planting dates and nitrogen fertilization on the performance of quinoa genotypes under Toshka conditions. *Egyptian Journal of Agronomy* 39(1): 27-40.
4. Azarpour, E., H. R. Bozorgi and M. Moraditochaee. 2014. Effects of ascorbic acid foliar spraying and nitrogen fertilizer management in spring cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in North of Iran. *Biological Forum* 6(2): 254-260.
5. Basra, S. M. A., S. Iqbal and I. Afzal. 2014. Evaluating the response of nitrogen application on growth, development and yield of quinoa genotypes, *International Journal of Agriculture and Biology* 16(5): 886-892.
6. Bhargava, A., S. Shukla and D. Ohri. 2006. Chenopodium quinoa-an Indian perspective. *Industrial crops and products* 23(1): 73-87.
7. Bios, J. F., T. Winkel, J. P. Lhomme, J. P. Raffaillac and A. Rocheteau. 2006. Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing. *European Journal of Agronomy* 25: 299-308.
8. Cacini, P. 2019. Seed yield of two quinoas (*Chenopodium quinoa* Willd) breeding lines as affected by sowing date in central Italy. *ACTA Agriculturae Slovenica* 113(1): 51-62.
9. Carrotero, R., R. A. Serrayo, M. O. Bnet, A. E. Perello and D. J. Miralles. 2010. Absorbed radiation and radiation use efficiency as effected by foliar diseases in relation to their vertical position into the canopy in wheat. *Field Crops Research* 916: 189-195.
10. Chen, H. H., Z. Y. Shenand and P. H. Li. 2005. Adaptability of crop plant to high temperature stresses. *Crop Science* 22: 719-725.
11. Dehghani, F. and H. Rezaii. 2020. The effect of nitrogen fertilizer management and heat stress during quinoa anthesis. *Journal of Crop Production* 13(3): 159-178.
12. Erley, G. S. A., H. Kaul, M. Kruse and W. Aufhammer. 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy* 22(1): 95-100.
13. Fawy, H. A., F. Moharam, A. Hagab and R. Hagab. 2017. Effect of nitrogen fertilization and organic acids on grains productivity and biochemical contents of quinoa plant grown under soil conditions of Ras Sadersina. *Egyptian Journal of Desert Research* 67: 169-183.
14. Garcia, M., B. Condori and C. D. Castillo. 2015. Agroecological and Agronomic Cultural Practices of Quinoa in South America. In: Murphy, K. and Matanguihan J. (eds.), Quinoa: Improvement and Sustainable Production. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken.
15. Geren, H. 2015. Effect of different nitrogen levels on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Mediterranean climatic conditions. *Turkish Journal of Field Crops* 20(1): 59-64.

16. Gomaa, E. F. 2013. Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on quinoa plant. *Journal of Applied Sciences Research* 9(8): 5210-5222.
17. Gordillo-Bastidas, E., D. A. Diaz-Rizzolo, E. Roura, T. Massanes and R. Gomis. 2016. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from nutritional value to potential health benefits: an integrative review. *Journal of Nutrition and Food Sciences* 6(3): 497-507.
18. Haghjoo, M. and A. Bahrani. 2015. Evaluating yield variations of corn (single cross 260) at different water regimes and nitrogen rates by using of growth indices. *Journal of Crop Ecophysiology* 9(2): 259-274.
19. Hasanzadeh, H., G. H. 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, Iran. (In Farsi).
20. Hirich, A., R. Choukr-Allan and S. E. Jacobsen. 2014. Quinoa in morocco- Effect of sowing dates on development and yield. *Journal of Agronomy and Crop Science* 200(5): 371-377.
21. Jodi, F., A. Tobeh, A. Ebadi, H. Mostafaee and Sh. Jamaatisamaren. 2011. Effect of nitrogen on yield, yield components, agronomic efficiency and nitrogen on Lentil genotypes. *Electronic Journal of Plant Production* 4(4): 39-50. (In Farsi).
22. Kakabouki, D., A. Bilalis, G. Karakanis, E. Zervas and D. Hela. 2014. Effect of fertilization and tillage system on growth and crude protein content of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An alternative forage crop. *Journal of Sciences and Food Agriclture* 26(1): 18-24.
23. Kanaani Alvar A., Y. Raei, S. Zehtab Salmasi and S. Nasrollahzadeh. 2013. Study the effects of biological and nitrogen fertilizers on yield and some morphological traits of two spring barley (*Hodeum vulgare* L.) varieties under rainfed conditions. *Journal of Agricultural science and Sustainable Production* 23(1): 19-29. (In Farsi).
24. Kansomjet, P., P. Thobunluepop, S. Lermongkol, E. Sarobol, P. Keawsuwan, P. Junhaeng, P. Junhaeng, N. Pipttanawong and M. T. Ivan. 2017. Response of physiological characteristics, seed yield and seed quality of quinoa under difference of nitrogen fertilizer management. *American Journal of Plant Physiology* 12(1): 20-27.
25. Karami, R., H. Farajee, M. Movahedi Dehnavi, A. khoshroo. 2020. Interaction of nitrogen and plant density on growth and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Crop Production* 13(1): 111-124.
26. Khajavi-Shojaei, S., A. Moezzi, M. Norouzi Masir and M. Taghavi zahedkolaei. 2019. Study of kinetic and isotherm for ammonium and nitrate adsorption by common reed (*Phragmites australis*) biochar from aqueous solution, *Iranian Journal of Soil and Water Research* 50(8): 2009- 2021. (In Farsi).
27. Limon-Ortega, A., B. Govaerts and K. D. Sayre. 2008. Straw management crop rotation and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. *Erupean Journal Agronomy* 29: 21-28.
28. Modhej, A. and Gh. Fathi. 2008. Wheat Physiology. University Shooshtar Branch Press, Shooshtar. (In Farsi).
29. Mosseddaq, F. B., M. A. Bounsir, O. Khallouqand and H. Benlhabib. 2016. Optimization of quinoa nitrogen nutrition under mediterranean climatic conditions. International Quinoa Conference. 6-8 Dec. Dubai. pp: 16-32.
30. Papan, P., A. Moezzi, M. Chorom and A. Rahnama. 2020. The effect of nitrogen fertilizer on some growth traits and yield of quinoa *(Chenopodium quinoa Willd*) irrigated with sugar-cane fields drainage water. *Iranian Journal of soil and Water Research* 51(6): 1441-1455.
31. Prager, A., S. Munz, P. Nkebiwe, B. Mast and S. Graeff-Honninger. 2018. Yield and quality characteristics of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars grown under field conditions in Southwestern Germany. *Agronomy* 8: 197-216.
32. Rabiei, M. and P. Tousi Kahel. 2011. Effects of nitrogen and potassium fertilizer levels on nitrogen use efficiency and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop after rice in Guilan region. *Iranian Journal of Field Crop Science* 42(3): 605-615. (In Farsi).
33. Rossi, A. M., M. Villarreal, M. D. Juarez and N. C. Samman. 2004. Nitrogen contents in food: A comparison between the kejeldahl and hach methods. *Journal of the Argentine chemical Society* 92: 99-108.
34. Saeidi, S. M., S. A. Siadat, A. Moshatati, M. R. Moradi-Telavat and N. A. Sepahvand. 2019. 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 Field Science* 21(4): 354-367. (In Farsi).
35. Salehi, M., V. Soltani and F. Dehghani. 2019. Effect of sowing date on phenologic stages and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under saline condition. *Environmental stresses in crop sciences* 12(3): 923-932.
36. 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, Iran. pp: 89-93. (In Farsi).
37. Shahmansouri, R. 2015. Reaction of quinoa cultivars to nitrogen levels. MSc thesis. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. Khuzestan, Iran. (In Farsi).
38. 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. pp: 195- 205.
39. Shoman, H. A. 2018. Effect of sowing dates and nitrogen on productivity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) at desert areas. *International Journal of Plant Production* 9(4): 327-332.

40. Sosa-Zuniga, V., V. Brito, F. Fuente and U. Steinfort. 2017. Phonological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) based on the BBCH scale. *Annals of Applied Biology* 171(1): 117-124.
41. 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. pp: 2541-2547. (In Farsi).
42. Wang, N., F. Wang, C. C. Shock, C. Meng and L. Qiao. 2020. Effects of management practices on quinoa growth, seed yield, and quality. *Agronomy Journal* 10(3): 445-460.
43. 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. Khuzestan, Iran. (In Farsi).

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 12, No. 1, Spring 2022, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effect of Sowing Date and Different Levels of Nitrogen on Qualitative and Quantitative Characteristics of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) in Ahar

S. Abdi[1*]

(Received: November 6-2021; Accepted: December 26-2021)

Abstract

In order to define a suitable sowing date and effect of nitrogen fertilizer on quinoa, a randomized complete block design field experiment was conducted based on a split-plot design with three replications in 2019 at Ahar, Iran. Experimental treatments included: Five sowing dates (Feb. 24, Mar. 11, Mar. 25, Apr. 9 and Apr. 25) as main plot and five levels of nitrogen fertilizer (0, 90, 180, 270 and 360 kg ha^{-1}) as sub plots. Results indicated that maximum 1000-seed weight (3.48 g) was obtained at sowing date of 25 Apr. under 180 kg ha^{-1} nitrogen and the highest grain yield and biomass were observed at sowing date of 25 Apr. with application of 270 and 360 kg ha^{-1} nitrogen fertilizer. The highest plant height and grain nitrogen percentage were obtained in the sowing date of 25 Apr. with application of 90, 180, 270 and 360 kg ha^{-1}. A significant increase in nitrogen agronomic efficiency was observed with increasing application of nitrogen from control to 90 kg ha^{-1} in all sowing dates. The highest growing period (with 137 days) was observed at sowing date of 24 Feb. and the lowest growing period (with 95 days) was observed at sowing date of 25 Apr. Generally, the sowing date of 25 Apr. with application of 270 kg ha^{-1} nitrogen fertilizer is suitable for Ahar region owing to the shortest growing period and highest grain yield and biomass.

Keywords: Biomass, Grain nitrogen, Growing period, Urea

1. Assistant Professor, Department of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz
*: Corresponding Author, Email: s.abdi@tabrizu.ac.ir