محور مقاله: تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک

تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری و شاخص کارایی مصرف آب کینوا (*Chenopodium quinoa*) در شرایط شور

حسین بیرامی*[۱]، رستم یزدانی بیوکی[۱]، محمدحسن رحیمیان[۱]، معصومه صالحی[۱]

[۱] استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

چکیده

یکی از اقدامات مدیریتی در هر عملیات زراعی، آبیاری به‌هنگام می‌باشد، یعنی این که گیاه به موقع و به‌اندازه مورد نیاز خود آب دریافت کند و دچار تنش آبی نگردد. این پژوهش با هدف تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری و شاخص کارایی مصرف آب کینوا (*Chenopodium quinoa*) در شرایط شور در شهرستان اشکذر استان یزد انجام شد. بدین منظور دورهای مختلف آبیاری (۳، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ روز) در سه تکرار در کرت‌های آزمایشی با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی بررسی گردید. آبیاری با استفاده سیستم تیپ انجام گرفت و آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی ۱۰ دسی زیمنس بر متر بود و کنترل حجم آب آبیاری داده شده در هر نوبت با استفاده از کنتور انجام شد. در پایان فصل رشد پارامترهای وزن دانه و وزن کل اندام هوایی و میزان آب مصرفی در تیمارهای مختلف با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان‌دهنده اثر معنی‌دار دور آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب کینوا بود. کارایی مصرف آب در دورهای مختلف آبیاری بین ۰/۲۴ تا ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود و دور آبیاری ۱۷ روز بیشترین مقدار کارایی مصرف آب را داشت. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین دور آبیاری با شوری ۱۰ دسی زیمنس بر متر در استان یزد از نظر تولید عملکرد کل (زیست‌توده) کینوا، دور آبیاری ۱۷ و ۱۴ روز و از نظر عملکرد دانه کینوا دور آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز در کشت بهاره در خاک لوم شنی می‌باشد.

کلمات کلیدی: دور آبیاری، شوری، کارایی مصرف آب، کینوا

مقدمه

به منظور حصول بهترین نتیجه از کشت هر محصول نیاز به مدیریتی دقیق و حساب شده به‌ویژه از نظر مقدار آب مصرفی می‌باشد. یکی از اقدامات مدیریتی در هر عملیات زراعی، آبیاری به‌هنگام می‌باشد، یعنی این که گیاه به موقع و به‌اندازه مورد نیاز خود آب دریافت کند. آبیاری کمتر باعث ایجاد تنش در گیاه شده و افت عملکرد را سبب می‌شود و آبیاری بیشتر از حد نیز، موجب هدر رفتن آب و همچنین احتمال ورس می‌باشد (مسجدس و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین محدودیت استفاده از منابع آب متعارف و توسعه تدریجی شوری منابع آب و خاک از طرف دیگر سبب شده است که راهکارها و اقدامات پایدار تولید در منابع آب و خاک نامتعارف (شور) اهمیت دوچندان پیدا کنند. از طرفی یکی از اقدامات اساسی در مدیریت آبیاری، داشتن برنامه‌ریزی صحیح می‌باشد. در پروژه‌های آبیاری که بخشی از طرح‌های آبی را شامل می‌شود، محاسبه دور مناسب آبیاری برای گیاهان زراعی، امری ضروری بوده که در طرح گنجانده می‌شود. کینوا از خانواده *Chenopodiaceae* بوده و یک گیاه امیدبخش برای تأمین کالری موردنیاز از طریق کشت در اراضی کم بازده و شور می‌باشد. به‌طورکلی، کینوا یکی از گیاهانی است که در بین شورزیست‌ها دارای خصوصیات برجسته اقتصادی و زراعی بوده و علاوه بر تولید دانه‌های روغنی و پروتئین، از نظر تولید علوفه نیز حائز اهمیت است (FAO، ۲۰۱۱). یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین سؤالاتی که در این زمینه مطرح می‌باشد، مناسب‌ترین دور آبیاری برای این گیاه می‌باشد. در نواحی که آب عامل محدودکننده می‌باشد، افزایش بهره‌وری آب می‌تواند برای کشاورز بسیار مفیدتر از افزایش محصول باشد (English، ۱۹۹۹)؛ به عبارت دیگر هدف کم آبیاری پایداری تولید محصول و رسیدن به بالاترین بهره‌وری نسبت به افزایش تولید محصول می‌باشد (Zhang and Oweis، ۱۹۹۹). Geerts و همکاران (۲۰۰۶) مشاهده نمودند که کم آبیاری یک انتخاب ارزشمند برای پایداری در تولید محصول کینوا در نواحی مختلف بولیوی که دارای دوره‌های خشک درون فصلی است. Hirich و همکاران (۲۰۱۴) آزمایشات مختلفی طی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ برای بررسی اثر کم آبیاری با استفاده از فاضلاب بر روی چند گیاه از جمله کینوا بررسی نمودند. آنان ۶ سطح آبیاری از ۱۰۰ درصد آبیاری کامل تا ۵۰ درصد آبیاری کامل را اعمال نمودند. در تمامی گیاهان بیشترین بهره‌وری آب و محصول

* ایمیل نویسنده مسئول: beyrami.h@hotmail.com

زمانی‌که کم آبیاری در مرحله رشد رویشی اعمال شد، مشاهده گردید. Algosaibi و همکاران (۲۰۱۷) اثر دورهای مختلف آبیاری (دوبار در هفته، یکبار در هفته و یکبار در دوهفته) را بر روی رشد و عملکرد محصول کینوا در مصر مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که با افزایش آب، صفات زراعی مانند شاخص برداشت، تعداد دانه و عملکرد محصول (دانه و علوفه) کاهش یافت. با توجه به افزایش سطح زیر کشت این گیاه در استان یزد در سال‌های اخیر نیاز به دسترسی به اطلاعات جامع در مورد آبیاری این گیاه در منطقه وجود دارد. بنابراین در این تحقیق تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری برای گیاه کینوا در کشت بهاره در شهرستان اشکذر استان یزد انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی با مختصات جغرافیایی "۱۰/۶۹ '۰۳ °۳۲ شمالی و "۱۲/۹۷ '۱۴ °۵۴ شرقی در شهرستان اشکذر استان یزد انجام گرفت. ابتدا خصوصیات عمومی فیزیکی (مانند بافت، رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای، رطوبت نقطه پژمردگی دائم و غیره) و شیمیایی (مانندEC، pH ، مقدار عناصر ماکرو و غیره) در خاک مورد نظر اندازه‌گیری شد (جدول ۱). برای تعیین مناسبترین دور آبیاری برای کشت کینوا (*Chenopodium quinoa*)، شش دور آبیاری متفاوت (۳، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ روز) و با مقدار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (بر اساس اشباع خاک در عمق ریشه تا حد FC) و با در نظر گرفتن نیاز آبشویی ۱۵ درصدی در قالب ۶ تیمار مختلف و با ۳ تکرار به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی (جمعاً ۱۸ کرت) طراحی شد. شوری آب آبیاری مورد استفاده ۱۰ دسی زیمنس بر متر بود که با استفاده از سیستم تیپ در کرت‌ها اعمال گردید. کرت‌های آزمایشی دارای سه متر (عرض) در هفت متر (طول) بودند. شروع کشت بذور کینوا اول اسفند ۱۳۹۶ و تاریخ برداشت ۱۵ خرداد بود. کشت به‌صورت بذری و فاصله خطوط کشت از هم ۲۵ سانتی‌متر و فاصله نوارهای تیپ ۵۰ سانتی‌متر بود. حجم آب محاسبه شده برای هر تیمار، از طریق کنتورهای حجمی کنترل و به تفکیک در زمان معین در کرت‌ها اعمال شد. میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک و علائم کمبود به‌خصوص از نظر نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم به‌صورت تقسیط در سه مرحله)، فسفر و پتاسیم (هرکدام ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت) به‌صورت کودی به خاک اضافه شد. در انتهای کار پس از برداشت کینوا به‌صورت دستی و پس از خشک شدن، وزن دانه و وزن کل اندام هوایی در تیمارهای متفاوت اندازه‌گیری شد. در نهایت کارایی مصرف آب و شاخص برداشت برای هر تیمار به‌دست آمد. مقایسات میانگین صفات مورد نظر در سطح اطمینان ۹۵٪ و به کمک آزمون دانکن انجام شد.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	کلاس بافت خاک	ECe ($dS\ m^{-1}$)	pH	کربن آلی (٪)	ازت کل (٪)	پتاسیم (av) ($mg\ kg^{-1}$)	فسفر (av) ($mg\ kg^{-1}$)
مقدار	۵۶	۲۶	۱۸	لوم شنی	۱۱/۸۳	۸/۱۴	۰/۳۶	۰/۰۳۱	۱۷۵	۹/۵۴

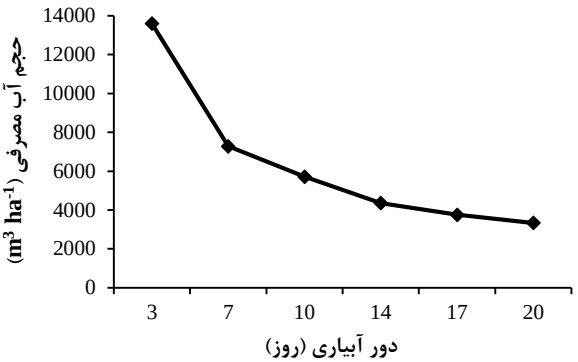
نتایج و بحث

جدول ۲ نشان‌دهنده اثر دور آبیاری بر خصوصیات عملکردی کینوا در کشت بهاره می‌باشد. نتایج این جدول نشان می‌دهد که دور آبیاری موجب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در وزن دانه و زیست‌توده کینوا شد. ال گسیبی و همکاران (۲۰۱۷) نیز در تحقیقات خود اثر دوره‌های مختلف آبیاری را بر تغییرات رشد و عملکرد محصول کینوا در مصر را گزارش نمودند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر دور آبیاری بر عملکرد کینوا

	درجه آزادی	وزن زیست‌توده	عملکرد دانه
بلوک	۲	۲۴۹/۴۵	۴/۹۳
دور آبیاری	۵	۲۵۹۷۲/۲۲**	۸۰۴۶/۹۱**
خطا	۱۰	۴۴۷۳/۵۳	۱۷۴/۲۸
CV		۷/۸۷	۵/۱۳

میزان کل آب مصـرفی اعمال شده در طول دوره رشد کینوا در دورهای مختلف آبیاری در شکل ۱ آورده شده است. این مقادیر از روی اعداد کنتورهای نصب‌شده در ابتدای هر کرت به‌دست آمده است. میزان آب مصرفی در فصل رشد از ۱۳۶۰۰ تا ۳۳۳۰ مترمکعب متغیر بود.



شکل ۱. مقدار تجمعی آب مصرفی در طول دوره رشد در دورهای مختلف آبیاری

مقایسه میانگین اثر دور آبیاری بر وزن زیست‌توده، عملکرد دانه کینوا در جدول ۳ نشان داده شده است. این مقایسه در سطح اطمینان ۹۵٪ و به کمک آزمون دانکن انجام شده است. همان‌طوری که ملاحظه می‌گردد، دور آبیاری بر روی وزن زیست‌توده و عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار داشته است. در بین دورهای آبیاری بیشـترین عملکرد کل (زیسـت‌توده) در دور آبیاری ۱۰ روز مشـاهده شـد. با افزایش و کاهش دور آبیاری نسـبت به دور ۱۰ روز، میزان عملکرد وزن زیسـت‌توده کاهش یافت. کمترین میزان عملکرد کل در دور آبیاری ۲۰ روز مشـاهده گردید. به نظر می‌رسـد علت کاهش وزن زیست‌توده در دورهای پایین‌تر از دور ۱۰ روز شستشوی عناصر غذایی و در نتیجه کاهش رشد رویشی بود (McDonald and Davis، ۱۹۹۶). بخشی از کاهش وزن زیسـت‌توده در دورهای پایین‌تر، حسـاس بودن این گیاه به شـرایط تهویه خاک نیز می‌تواند باشد. است با این حال با کاهش مصرف آب در تیمارهای ۱۴ و ۱۷ روز مقدار کاهش عملکرد زیسـت‌توده به ترتیب ۹۵ و ۹۳ در صـد عملکرد بیشـینه بوده و مقدار کاهش عملکرد قابل توجه و از نظر آماری معنی‌دار نیسـت (جدول ۳)، بنابراین اگر هدف تولید زیسـت‌توده باشد، مناسب‌ترین دور آبیاری برای کشت کینوا در مناطق مرکزی ایران (استان یزد) در کشت بهاره دور ۱۴ و ۱۷ روز خواهد بود.

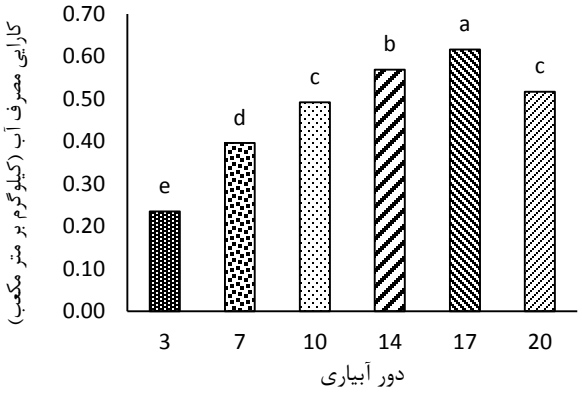
همچنین در جدول ۳ مشـاهده می‌شـود که با افزایش دور آبیاری میزان عملکرد دانه کاهش یافته بیشـترین عملکرد دانه در تیمار سـه روز آبیاری به میزان ۳۲۰ گرم در مترمربع و کمترین عملکرد دانه در تیمار ۲۰ روز و به میزان ۱۷۲ گرم در مترمربع مشـاهده شد. با دور آبیاری ۱۰ روز ۸۷ درصـد عملکرد بیشـینه و در دور آبیاری ۱۴ روز ۷۷ درصد عملکرد بیشینه در شرایط شور با آبیاری تیپ به‌دست آمد و به ازای تأخیر در هر روز آبیاری عملکرد ۲/۴ درصد و در نهایت در دور آبیاری ۲۰ روز عملکرد ۴۶ درصد کاهش یافت.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر دور آبیاری (به روش تیپ) بر وزن زیست‌توده، عملکرد دانه کینوا در کشت بهاره

تیمار (دور آبیاری)	وزن زیست‌توده ($g\ m^{-2}$)	عملکرد دانه ($g\ m^{-2}$)
۳ روز	۸۱۷^{b}	۳۲۰^{a}
۷ روز	۸۵۳^{ab}	۲۸۸^{b}
۱۰ روز	۹۵۰^{a}	۲۸۱^{b}
۱۴ روز	۹۰۶^{ab}	۲۴۷^{c}
۱۷ روز	۸۸۶^{ab}	۲۳۱^{c}
۲۰ روز	۶۸۴^{c}	۱۷۲^{d}

شاخص کارآیی مصرف آب بر اساس اندازه‌گیری‌های حجم آب مصرفی و عملکرد دانه در هر دور آبیاری به روش تیپ در شکل ۲ آورده شده است. بر اساس اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام شده، شاخص کارآیی مصرف آب کینوا (WUE) بین ۰/۲۴ تا ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. شکل ۲ نشان می‌دهد که بیشترین کارایی مصرف آب در دور آبیاری ۱۷ روز و کمترین میزان کارایی مصرف آب در تیمار ۳ روز مشاهده گردید. در دور آبیاری ۱۷ روز علاوه بر کارایی مصرف آب بالاتر عملکرد ۲۷ درصد کاهش یافت و میزان آب مصرفی در این تیمار ۳۷۵۴ مترمکعب در هکتار بود.

نتایج نشان می‌دهد با توجه به اینکه تیمارهای سه روز و هفت روز مقدار بالای آب مصرفی دارند (شکل ۱)، با توجه به کارایی مصرف بالای آب در تیمارهای ۱۰ و ۱۴، برای کشت کینوا دور آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز در کشت بهاره منطقه مرکزی ایران (استان یزد) مناسب‌تر است.



شکل ۲. کارایی مصرف آب کینوا در تیمارهای مختلف در کشت بهاره

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که دور آبیاری اثر معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بر عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه کینوا داشت. بیشترین عملکرد کل در دور آبیاری ۱۰ روز مشاهده گردید که برابر ۹۷۰ (گرم بر مترمربع) بود. بیشترین عملکرد دانه در دور آبیاری ۳ روز و با مقدار ۳۲۰ (گرم بر مترمربع) مشاهده گردید. با توجه به مقادیر آب مصرفی و عملکرد دانه، کارایی مصرف آب در دورهای مختلف آبیاری بین ۰/۲۴ تا ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود که دور آبیاری ۱۷ روز بیشترین مقدار کارایی مصرف آب را داشت و همچنین کاهش عملکرد نسبی آن نسبت به حداکثر عملکرد حداکثر (دور ۳ روز) حدود ۲۷ درصد بود. بنابراین مناسب‌ترین دور آبیاری در مناطق مرکزی ایران (مانند استان یزد) در خاک لوم شنی با توجه به کارایی مصرف آب کینوا دور ۱۷ و ۱۴ روز می‌باشد.

منابع

Algosaibi, A.M., Badran, A.E., Almadini, A.M. and El-Garawany, M.M. 2017. The Effect of Irrigation Intervals on the Growth and Yield of Quinoa Crop and Its Components. Journal of Agricultural Science, 9(9), 182-191.

English, M. 1999. Deficit irrigation. I. Analytical framework. J. Irrig. Drain E. ASCE, 116, 399-412.

FAO. 2011. Quinoa; an acient crop to contribute to world food security. 63p.

Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Del Castillo, C. and Buytaert, W. 2006. Agro-climatic suitability mapping for crop production in the Bolivian Altiplano: A case study for quinoa" Agric. Forest Meteorol., 139, 399-412.

Hirich, A., Choukr-Allah, R., Fahmi, H., Rami, A., Laajaj, K., Jacobsen, S. and EL-OMARI, H. 2014. Using deficit irrigation to improve crop water productivity of sweet corn, chickpea, faba bean and quinoa: a synthesis of several field trials. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét., 2(1), 15-22.

McDonald, A.J.S. and Davis, W.J. 1996. Keeping in touch: Responses of the whole plant to deficits in water and nitrogen supply. Adv. Bot. Res., 22, 229-300.

Sezen, S.M., Yazar, A., Tekin, S. and Yildiz, M. 2016. Use of drainage water for irrigation of quinoa in a Mediterranean environment. 2nd World Irrigation Forum (WIF2) 6-8 November 2016, Chiang Mai, Thailand.

Zhang, H. and Oweis, T. 1999. Water-yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region" Agric. Water Manage., 38, 195-211.

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Determination of most appropriate irrigation interval and water use efficiency index of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) in saline conditions

Beyrami, H.*[1], Yazdani Biouki, R.[1], Rahimian, M.H.[1], Salehi, M.[1]

[1] Assistant Prof., National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

Abstract

One of the management practices in agricultural operations, is on time irrigation, which means that the plant receives water in a timely manner and as much as it needs and not experiencing water stress. The aim of this study was to investigate the effects of different irrigation frequency on quinoa (*Chenopodium quinoa*) yield on spring planting in Yazd. For this purpose, different irrigation frequency (3, 7, 10, 14, 17 and 20 days) were studied in three replications in a randomized complete block design. Irrigation was carried out with using a tape system and electrical conductivity of irrigation water was 10 dS m^{-1}. At the end of the growing season, parameters such as grain yield, biomass yield and harvest index were measured and compared with each other. The results showed significant effect of irrigation frequency on biomass, grain yield, harvest index and water use efficiency of quinoa. The highest biomass was observed in 9 days irrigation interval (970 g m^{-2}), the highest seed yield was observed in 3 days irrigation intervals (320 g m^{-2}) and the highest harvest index was observed in 3 days irrigation interval (39.14%). Also, water use efficiency in different irrigation frequencies varied from 0.24 to 0.62 kg m^{-3} and 17 days irrigation frequency had the highest water use efficiency. The results showed that the most suitable irrigation interval in Yazd province in terms of total yield (biomass) of quinoa, were irrigation intervals of 17 and 14 days, and in terms of seed yield of quinoa, were irrigation intervals 10 and 14 days in spring cropping.

Keywords: Irrigation frequency, Quinoa, Salinity, Water use efficiency.

* Corresponding author, Email: beyrami.h@hotmail.com