مدیریت آبیاری کشت کینوا در آبیاری قطره‌ای تیپ تحت شرایط شور

حسین بیرامی[۱]، رستم یزدانی بیوکی[۲]، محمد حسن رحیمیان و مهدی شیران[۴]

چکیده

حجم و دور آبیاری یکی از فاکتورهای مهم در آبیاری بوده و مقدار محصول در دوره‌های مختلف آبیاری بسته به مقادیر متفاوت رطوبت خاک، زمانی که مقدار برابری از آب در هر نوبت آبیاری اعمال شود، می‌تواند متفاوت باشد. این پژوهش با هدف بررسی مدیریت حجم آب آبیاری با روش قطره‌ای (تیپ) بر عملکرد کینوا (رقم تیتیکاکا) در کشت بهار (سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶) در یزد انجام شد. آزمایشات در کرت‌های ۳ در ۷ متر با دوره‌های مختلف آبیاری (۳، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ روز) و در سه تکرار انجام گردید. آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی ۱۰ دسی زیمنس بر متر بود. در پایان فصل رشد، عملکرد بیولوژیک خشک، عملکرد دانه و بهره‌وری آب و اثر دور آبیاری بر این پارامترها بررسی شد که نتایج نشان‌دهنده اثر معنی‌دار حجم و دور آبیاری بر این سه ویژگی بود. در تیمارهای مختلف دور آبیاری، شاخص بهره‌وری آب بین ۰/۲۴ تا ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. بر اساس این شاخص، مقادیر بهینه دور آبیاری کینوا و حجم آب مصرفی توسط سیستم قطره‌ای (تیپ) به ترتیب در حدود ۱۴ روز و ۴۳۰۰ مترمکعب در هکتار به دست آمد که در شرایط مشابه با این پژوهش، قابل توصیه می‌باشد.

واژگان کلیدی: بهره‌وری آب، عملکرد، شوری.

مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز به غذا از یک طرف و 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 اهمیت دوچندان پیدا کنند. گیاه کینوا از هزاران سال قبل کشت می‌شده و دانه‌های آن به‌عنوان یک منبع غذایی مهم مورد استفاده قرار می‌گرفته است (کوجا و همکاران، ۲۰۱۷). دانه‌های این گیاه مسطح و گاهی بیضی‌شکل می‌باشد که معمولاً رنگ آن‌ها زرد کمرنگ بوده و دامنه تغییرات رنگ‌های آن می‌تواند رنگ‌های صورتی، سیاه و سفید نیز باشد. از طرفی گیاه کینوا بیش‌تر در کشورهای آمریکای جنوبی کشت می‌شود، با این وجود در کشورهایی مانند آمریکا (کلرادو و کالیفرنیا)، چین، کشورهای اروپایی، کانادا و هند نیز کشت شده است (یاکوبسن و همکاران، ۲۰۰۹). کینوا دارای تحمل به دمای پایین (۸ ºC-) (یاکوبسن و همکاران، ۲۰۰۷)، خشکی (یاکوبسن و همکاران، ۲۰۰۹) و شوری (رافینو و همکاران، ۲۰۱۰؛ روزا و همکاران، ۲۰۰۹) می‌باشد. کینوا از یک گیاه امیدبخش برای تأمین کالری موردنیاز از طریق کشت در اراضی کم بازده و شور می‌باشد (بیرامی و همکاران، a۱۳۹۸ و ۱۳۹۹). طبق مستندات موجود، کینوا یک گیاه شورزیست اختیاری است. بنابراین، با توجه به اینکه امکان کشت و توسعه کینوا (بعنوان یک گیاه غیربومی) با آب‌های شور داخلی و حتی آب‌های شور ساحلی وجود دارد، لذا ضروری است که اطلاعات پایه و مورد نیاز این گیاه در کشورمان نیز تهیه شده و در اختیار دست اندرکاران امر و تصمیم‌گیران الگوی کشت قرار گیرد. یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین سوالاتی که در این زمینه مطرح می‌باشد، میزان آب مصرفی کینوا و مقدار بهینه آن به ازای تولید مقدار معینی از محصول به منظور کاهش اثرات زیست‌محیطی استفاده از آب‌های شور و کمک به پایداری تولید در این عرصه‌ها است (بیرامی و همکاران، ۱۳۹۸). علاوه بر این، دور آبیاری یکی از فاکتورهای مهم در آبیاری (به ویژه آبیاری قطره‌ای) است. بسته به تغییرات رطوبت خاک، زمانی‌که مقدار برابری از آب در دوره‌های آبیاری متفاوت اعمال گردد، مقدار محصول تولید شده می‌تواند متفاوت باشد. فرض بر این است که با توجه به مطالعات

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/ ۰۹ / ۱۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲ / ۰۳ / ۱۵
ویراستار ترویجی: نصیبه پورفاتح

۱. استادیارمرکز ملی تحقیقات شوری
۲. ۳. استادیارمرکز ملی تحقیقات شوری
۴. محقق مرکز ملی تحقیقات شوری
رایانامه: h.beyrami@areeo.ac.ir

انجام یافته که دامنه نیاز آبی متفاوت و بسیار وسیعی در نقاط مختلف جهان در شرایط آب و هوایی متفاوت برای کینوا مطرح شده است، با اعمال مدیریت از طریق دور آبیاری بتوان همزمان با کاهش مصرف آب بیش‌ترین عملکرد را داشت. برای پاسخ به این سوالات و رفع مشکلات قابل پیش‌بینی در صورت توسعه و کشت کینوا در مناطق شور کشور، ضروری است که مطالعاتی در زمینه نیاز آبی کینوا و بهینه‌سازی حجم آب مصرفی و دور آبیاری به منظور تولید اقتصادی محصول (بذر) کینوا صورت گیرد.

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی در شهرستان اشکذر استان یزد با مختصات جغرافیایی شمالی و شرقی انجام گرفت. ابتدا خصوصیات عمومی فیزیکی و شیمیایی در خاک مورد نظر اندازه‌گیری شد (جدول ۱). تیمار آبیاری شامل حجم‌های متفاوت آب آبیاری (۳۳۰۰، ۳۷۰۰، ۴۳۰۰، ۵۷۰۰، ۷۳۰۰ و ۱۳۶۰۰ مترمکعب بر هکتار) بود که پس از سبز شدن (حدود ۳ تا ۴ روز) در دوره‌های آبیاری ۳، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ روز و با در نظر گرفتن نیاز آبشویی بود که در قالب ۶ تیمار مختلف و با ۳ تکرار (جمعاً ۱۸ کرت) انجام شد. در تمامی تیمارها در روز سوم پس از کاشت نم‌آب برای تسهیل سبز شدن جوانه‌ها در کرت‌ها اعمال شد. آب آبیاری مورد استفاده دارای شوری ۱۰ دسی زیمنس بود که با استفاده از سیستم تیپ در کرت‌ها اعمال و خصوصیات شیمیایی آن اندازه‌گیری و در جدول ۲ آورده شده است. فاصله خطوط تیپ از هم ۵۰ سانتی‌متر بود و در بین هر دو ردیف کشت یک لوله تیپ تعبیه و کرت‌های آزمایشی در ابعاد سه در هفت متر طراحی شدند. شروع کشت اول اسفند ۱۳۹۶ و تاریخ برداشت ۱۵ خرداد ۱۳۹۷ بود. کشت کینوا (رقم تیتیکاکا) به‌صورت بذری (۱۰ کیلوگرم در هکتار) و فاصله خطوط کشت ۲۵ سانتی‌متر (فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر) بود. برای سهولت کنترل و دقت در اندازه‌گیری میزان آب مصرفی، آبیاری‌ها از طریق لوله‌گذاری و نصب کنتور حجمی در ابتدای هر کرت انجام شد. میزان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک و علائم کمبود به‌خصوص از نظر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌صورت کودی به خاک اضافه شد. نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به‌صورت تقسیط در سه مرحله از فصل رشد یعنی قبل از کشت، مرحله غنچه‌دهی و ابتدای مرحله گرده افشانی) و فسفر (سوپرفسفات تریپل) و پتاسیم (سولفات پتاسیم) ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کشت به خاک اضافه شدند. برداشت کینوا به‌صورت دستی در کوادرات‌های یک متر مربعی در سه تکرار از هر تیمار انجام و پس از خشک شدن، وزن دانه، وزن کل اندام هوایی شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

شن (%)	۵۶/۰۰	رس (%)	۱۸/۰۰
سیلت (%)	۲۶/۰۰	ECe (dS m-1)	۱۱/۸۳
pH	۸/۱۴	کربن آلی(%)	۰/۳۶
ازت کل(%)	۰/۰۳	فسفر (av) (mg kg-1)	۹/۵۴
پتاسیم (av) (mg kg-1)	۱۷۵		

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

EC (dS m-1)	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Co^{2-}_3	HCO^-_3	Na^+	K^+	Cl^-	SO^{2-}_4	SAR
		(meq l^{-1})								
۱۰/۰۰	۸/۳۵	۹/۷۰	۲۱/۱۷	۰/۸۸	۲/۵۵	۸۷/۵۵	۰/۶۵	۱۰۴/۷۲	۱۰/۹۲	۲۲/۲۸

شکل ۱- آماده‌سازی زمین و سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) و نصب کنتور حجمی

نتایج

نتایج نشان داد که در بین دوره‌های آبیاری بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک خشک در دور آبیاری ۱۰ روز با حجم آب آبیاری ۵۷۰۰ متر مکعب بر هکتار مشاهده شد. با افزایش و کاهش دور آبیاری نسبت به دور ۱۰ روز، میزان عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. به نظر می‌رسد علت کاهش عملکرد بیولوژیک در دوره‌های پایین‌تر از دور ۱۰ روز شستشوی عناصر غذایی و یا شرایط تهویه‌ای نامناسب در خاک و در نتیجه کاهش جزئی در رشد رویشی بود. کم‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک در دور آبیاری ۲۰ روز با حجم آب آبیاری ۳۳۰۰ مترمکعب بر هکتار مشاهده گردید که دلیل آن می‌تواند ایجاد تنش در اثر افزایش فاصله آبیاری باشد، اما بین تیمارهای ۷، ۱۰، ۱۴ و ۱۷ روز از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. الگسیبی و همکاران (۲۰۱۷) نیز افزایش در عملکرد بیولوژیک تا دور آبیاری ۱۴ روز را در

تحقیقات خود گزارش نمودند. در مقایسه آبیاری کامل با کم‌آبیاری می‌توان گفت که، با توجه به خشکی پسند بودن کینوا، آب مورد نیاز این گیاه کم بوده و می‌تواند تحت تنش آب بدون تأثیر قابل توجه بر عملکرد، رشد کند. مطالعات قبلی نشان داده که گیاه کینوا دارای چندین سازوکار مقاومت به خشکی است و آن را مناسب برای کشت با منابع کم‌آبی می‌کند که ویژگی برجسته در مناطق مورد مطالعه است.

همچنین با افزایش دور آبیاری میزان عملکرد دانه کاهش یافته، به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار ۳ روز آبیاری به میزان ۳/۲ تن در هکتار با آب مصرفی ۱۳۶۰۰ مترمکعب بر هکتار و کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار ۲۰ روز و به میزان ۱/۷ تن در هکتار مشاهده شد. این افت به علت کاهش وزن هزار دانه بود که با افزایش فاصله دور آبیاری مقدار آن از ۲/۶۳ به ۲/۰۶ گرم رسید. در دور آبیاری ۱۰ روز میزان عملکرد ۸۷ درصد میزان بیشینه عملکرد (درو دور ۳ روز) به دست آمد و به ازای تأخیر در هر روز آبیاری عملکرد ۲/۴ درصد و در نهایت در دور آبیاری ۲۰ روز عملکرد دانه ۴۶ درصد کاهش یافت. بین دو تیمار آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

شکل ۲- کرت‌های آزمایشی در میانه فصل

شکل ۳- خوشه‌های کینوا در مرحله رسیدگی دانه

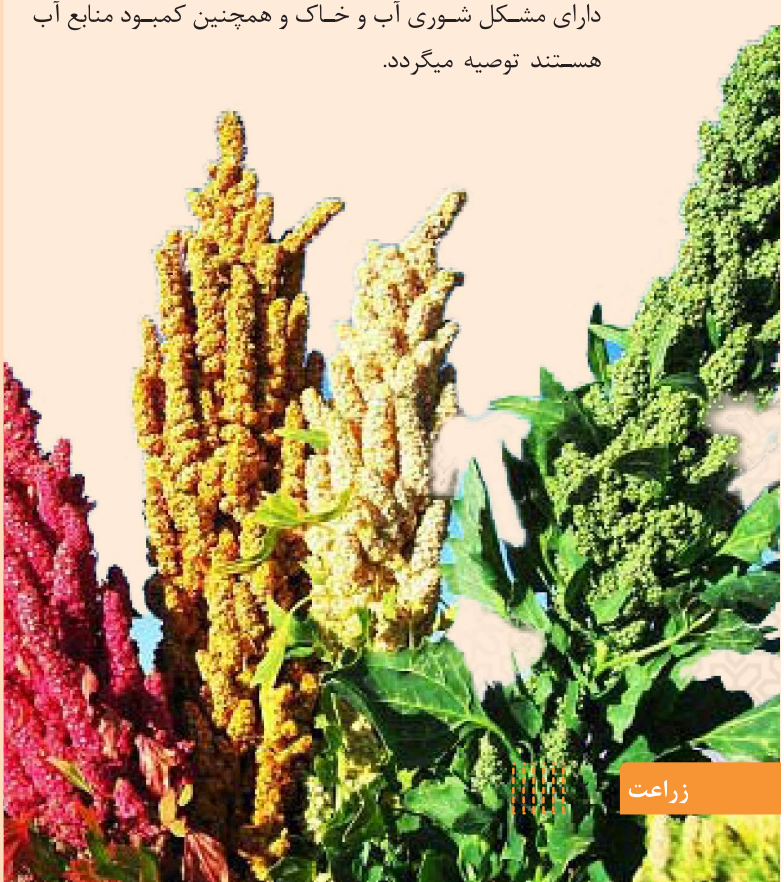
شکل ۴- نمای کلی کرت‌های آزمایشی تیمارهای مختلف در مزرعه کینوا در سال زراعی ۹۷-۹۶

شکل ۵- رسیدگی کامل گیاه کینوا قبل از برداشت در سال زراعی ۹۷-۹۶

حجم آب مصرفی و عملکرد دانه در هر دور آبیاری نشان داد که، حجم آب مصرفی در تیمارهای مختلف از ۳۳۰۰ متر مکعب بر هکتار در دور آبیاری ۲۰ روز تا ۱۳۶۰۰ متر مکعب بر هکتار در دور آبیاری سه روز متغیر بود. بر اساس اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام شده، شاخص بهره‌وری آب کینوا (WUE) بین ۰/۲۴ تا ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین کارایی مصرف آب در دور آبیاری ۱۷ روز و کم‌ترین میزان کارایی مصرف آب در تیمار ۳ روز مشاهده گردید. با توجه به شاخص بهره‌وری آب و میزان عملکرد دانه، دور آبیاری ۱۴ روز با استفاده از سیستم آبیاری تیپ در شرایط آب و هوایی مشابه جهت کشت کینوا توصیه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله نشان داده است که در صورت استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ)، امکان کشت کینوا با آب دارای شوری حدود ۱۰ دسیزیمنس بر متر وجود دارد. همچنین، افزایش دور آبیاری موجب تغییرات معنی‌دار در عملکرد کینوا گردید. به‌طوری‌که، حجم آب مصرفی در تیمارهای مختلف دور آبیاری (۳، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ روزه) بین ۳۳۳۰ تا ۱۳۶۰۰ مترمکعب در هکتار متغیر بود. با توجه به عملکرد دانه در هر تیمار و شاخص بهره‌وری آب و مقایسه تیمارها با یکدیگر، دور بهینه آبیاری کینوا حدود ۱۴ روز به دست آمد. با در نظر گرفتن طول دوره رشد این گیاه (حدود ۳/۵ ماه) و در دور آبیاری بهینه (حدود ۱۴ روز)، حجم آب مصرفی توسط سیستم آبیاری تیپ، معادل با ۴۳۰۰ مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری شد که نشان می‌دهد این گیاه در مقایسه با نیاز آبی سایر گیاهان زراعی، به آب نسبتاً کمی نیاز دارد. بر اساس اندازه‌گیری‌ها و محاسبات انجام شده، شاخص بهره‌وری آب کینوا بین ۰/۲۴ تا ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود که در دور آبیاری بهینه، با مقدار ۰/۵۷ کیلوگرم بر مترمکعب بود. بنابراین آبیاری گیاه کینوا با توجه به تحمل به شوری بالا و نیاز آبی نسبتاً پایین توسط سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) در مناطقی از کشور که دارای مشکل شوری آب و خاک و همچنین کمبود منابع آب هستند توصیه میگردد.



منابع

۱. بیرامی،ح. رحیمیان، م.ح. صالحی، م. یزدانی بیوکی، ر. (۱۳۹۸). تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد کینوا در کشت بهاره *(Chenopodium quinoa)*. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد ۱۲، شماره ۴، صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۲۰.

۲. بیرامی،ح. رحیمیان، م.ح. صالحی، م. یزدانی بیوکی، ر. شیران تفتی، م. نیکخواه، م. (۱۳۹۸). تاثیر رژیم های مختلف آبیاری بر عملکرد کینوا در شرایط شور. گزارش نهایی طرح پژوهشی. مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.

۳. بیرامی، ح. رحیمیان، م.ح. معصومه صالحی، رستم یزدانی بیوکی، مهدی شیران تفتی و مجید نیکخواه. (۱۳۹۹). تأثیر دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد کینوا *(Chenopodium quinoa)* درشرایط شور. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۳۰، شماره ۳، صفحه‌های ۳۴۷ تا ۳۵۷.

4. 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.

5. Koca, Y.O., Ozmen, S., Kucuk, C., Oktem, N., Ozeroglu, A. and Okur, F.B. (2017). Effects of Different Salt Concentrations on Quinoa Seedling Quality. International Journal of Secondary Metabolite, 4(3, Special Issue 1): 20-26.

6. Jacobsen, S.E., Monteros, C., Corcuera, L.J., Bravo, L.A., Christiansen, J.L. and Mujica, A. (2007). Frost resistance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). European Journal of Agronomy, 26: 471–475.

7. Jacobsen, S.E., Liu, F. and Jensen, C.R. (2009). Does rootsourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Scientia Horticulturae, 122: 281–287.

8. Rosa, M., Hilal, M., JGonzalez, A. and Prado, F.E. (2009). Low-temperature effect on enzyme activities involved in sucrose–starch partitioning in salt-stressed and salt-acclimated cotyledons of quinoa *(Chenopodium quinoa* Willd.) seedlings. Plant Physiology and Biochemistry, 47: 300–307.

9. Ruffino, A.M.C., Rosa, M., Hilal, M., Gonzalez, J.A. and Prado, F.E. (2010). The role of cotyledon metabolism in the establishment of quinoa (*Chenopodium quinoa*) seedlings growing under salinity. Plant and Soil, 326: 213–224.