بررسی کشت کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) تحت فواصل مختلف آبیاری و محلول‌پاشی در منطقه سراوان

سید مسعود ضیائی*[۱]، خالد سلیمی[۲] و سید رضا امیری[۳]

۱، ۲ و ۳) استادیار گروه تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران.

*نویسنده مسئول: Ziaeimasoud@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۰۷

چکیده

سراوان جزء مناطق خشک کشور محسوب می‌شود، از این رو کشت گیاهان سازگار با این مناطق می‌تواند جهت بهبود کشاورزی این استان موثر باشد. از جمله گیاهانی که جدیدا در کشور مورد توجه قرار گرفته کینوا می‌باشد، این گیاه مقاوم به شرایط نامناسب محیطی است. لذا این آزمایش با هدف بررسی سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی با سولفات روی و منگنز در اسفند سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی سراوان به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح آبیاری (۵۰ ، ۸۰ و ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) در کرت اصلی و محلول پاشی با سولفات روی (سه در هزار)، سولفات منگنز (سه در هزار) و عدم محلول پاشی در کرت فرعی بود. نتایج نشان داد که برهم‌کنش سطوح آبیاری و محلول پاشی در صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد گل، عدد کلروفیل متر و وزن هزار دانه معنی دار شد. در تمام تیمارهای آبیاری، اعمال سولفات روی نسبت به استفاده از سولفات منگنز و عدم محلول پاشی از برتری نسبی برخوردار بود. بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای ۵۰، ۸۰ و ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده گردید، تیمار تنش خفیف نسبت به تنش ملایم ۲۴ درصد و از تنش شدید ۳/۴ برابر بیشتر عملکرد دانه را دارا بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار محلول پاشی با سولفات روی مشاهده شد که نسبت به تیمار عدم محلول پاشی ۲۶ درصد از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بود. نتایج روابط همبستگی نشان داد که بیشترین همبستگی عملکرد دانه با زیست توده، وزن خشک برگ و تعداد برگ می‌باشد. به‌طور کلی می‌توان از محلول‌پاشی با سولفات روی به‌عنوان یک راهکار زراعی در افزایش عملکرد گیاه کینوا درشرایط آب و هوایی سراوان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: کینوا، سولفات روی، خشکی و عملکرد زیستی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

مقدمه

کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) گیاهی است که به دلیل توانایی رشد در شرایط تنش گوناگون مانند شوری خاک، اسیدیته، خشک، سرما و غیره مورد توجه جهانی قرار گرفته است (Jacobsen, 2003; Bhargava *et al*., 2006). این گیاه نیاز آبی کمی داشته بنابراین توانایی زیادی در مقابله با خشکی را نشان می‌دهد. جدا از این، دانه آن منبع غنی از طیف گسترده ای از مواد معدنی، ویتامین ها، روغن با کیفیت بالا، پروتئین و آنتی اکسیدان های طبیعی است (Repo-Carrasco *et al*., 2003). تحمل به خشکی کینوا به خصوصیات مورفولوژیکی، مانند یک سیستم ریشه گسترده و حضور وزیکول‌های حاوی اگزالات کلسیم که از نظر ماهیت تعرق را کاهش می‌دهد، نسبت داده می‌شود (Canahua, 1977). این گیاه با بارش حداقل در سال ۲۰۰ میلی‌متر در سال رشد می‌کند (Aguilar *et al*., 2003). طول و تعداد گل آذین مهمترین عامل موثر بر عملکرد دانه در کینوا می‌باشد (Espinola and Gandarillas, 1985). ارتباط مستقیمی بین ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول گل آذین و قطر گل آذین با یکدیگر نشان داده شده است (Risi and Galwey, 1989). ارتباط مثبتی بین طول و قطر و تعداد گل آذین با عملکرد دانه وجود داردکه نشان می دهد انتخاب این صفات ممکن است منجر به تولید ژنوتیپ های بهتر شود (Spehar and Santos, 2005). یک رابطه مثبت بین عملکرد و وزن دانه نیز در کینوا مشاهده شده است (Mignone and Bertero, 2007). همبستگی معنی‌داری بین شاخه، طول گل آذین و گل آذین گیاه نشان داد که گیاهان دارای عادت خوب شاخه‌دار تمایل به ایجاد تعداد زیادی از گل آذین های طولانی دارند (Bhargava *et al*., 2007). عناصر روی و منگنز نقش بسیار مهمی در فعالیت‌های آنزیمی و حیاتی گیاهان دارند و هر چند نیاز به آن‌ها از نظر کمیت کم است، اما نقش مهمی در رشد و نمو گیاه دارند (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۶). عنصر روی در سنتز پروتئین و بیان ژن در گیاهان ضروری است (Cakmak, 2000; Broadley *et al*., 2007). تخمین زده شده است که حدود ۱۰ درصد پروتئین‌های موجود در سیستم‌های بیولوژیکی برای یکپارچگی ساختاری و عملکردی خود به روی احتیاج دارند (Andreini *et al*., 2006). همچنین نشان داده شده است که این عنصر در بیش از ۳۰۰ آنزیم به عنوان یک کوفاکتور مورد نیاز است (Coleman, 1998). نقش اصلی روی در سم زدایی گونه‌های فعال اکسیژن در سلول-های گیاهی است (Broadley *et al*., 2007). استفاده از کودهای روی باعث افزایش ماده خشک، عملکرد دانه و غلظت روی دانه در برنج نیز می‌شود (Fageria *et al*., 2011). منگنز در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شرکت می‌کند. این ماده در متابولیسم ایزوپروپانوییدها، کلروفیل‌ها، کاروتنوییدها و ترکیبات فنلی نقش عمده‌ای دارد. جذب منگنز باعث افزایش فتوسنتز، جذب و رشد نسبی و عملکرد می‌شود (Sebastian and Prasad, 2015). منگنز در قسمت پروتئینی آنزیم‌ها مانند دکربوکسیلاسیون مالات دهیدروژناز، آنزیم مالیک، ایزوسیترات دهیدروژناز یا نیترات

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

ردوکتاز یافت می‌شود. دو آنزیم حاوی منگنز در گیاهان مشخص شده اند؛ منگنز SOD و پروتئین ۳۳ کیلو دالتونی که بخشی از مجموعه اکسید کننده آب اکسیژن در PSII است (Marschner, 1995; Mousavi *et al*., 2011). هم‌چنین در مکانیسم‌های دفاعی نقش دارد، جایی که منگنز در بسیاری از آنزیم ها مانند SOD به‌عنوان کوفاکتور عمل می‌کند و از گیاه در برابر رادیکال‌های آزاد دفاع می‌کند و در آنزیم‌هایی که در بیوسنتز لیگنین و فلاونییدها نقش دارند (Marschner, 1995). منگنز سبب تخفیف اثرات ناشی از تنش خشکی در گیاه جو شده است (زاهدی و علی پور، ۱۳۹۷). با توجه به اینکه اغلب مناطق ایران غالبا دارای خاک‌هایی با اسیدیته بالا بوده، از این طریق منگنز و روی را تثبیت می‌کنند و از طرفی کمبود این عناصر در گیاهان با رطوبت کم خاک مرتبط است. بنابراین استفاده از محلول‌پاشی ممکن است برای اصلاح کمبود این عناصر در این شرایط مفید باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۶؛ Sharma *et al*., 2000). لذا این آزمایش با هدف بررسی مقدماتی امکان کاشت کینوا به‌عنوان یک گیاه جدید تحت شرایط فواصل مختلف آبیاری و محلول‌پاشی با سولفات روی و منگنز در منطقه سراوان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف خشکی و محلول‌پاشی با سولفات روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در اسفند سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی سراوان (با عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۲ درجه و ۲۰ درجه شرقی و ارتفاع ۱۱۹۵ متر از سطح دریا و و بارندگی سالیانه حدود ۱۰۰ میلی‌متر در سال) اجرا گردید. بذر مورد استفاده رقم Titicaca تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان بود. تیمارهای آزمایش شامل سه دور آبیاری بر اساس تبخیر (میلی‌متر) از تشتک تبخیر کلاس A در کرت اصلی (۵۰= تنش خفیف، ۸۰= تنش ملایم و ۱۱۰= تنش شدید) و سه سطح محلول پاشی با سولفات روی (سه در هزار)، سولفات منگنز (سه در هزار) و عدم محلول پاشی (شاهد) در کرت فرعی بود، انجام محلول پاشی در مرحله اوایل گلدهی صورت گرفت. طول هر کرت سه متر، فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر اجرا گردید، جهت جلوگیری از اختلاط تیمارهای آبیاری دو متر فاصله بین تیمارهای آبیاری ایجاد شد. کشت به صورت خشکه کاری و در تاریخ ۱۷ اسفند ۱۳۹۷ بود. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری دوم بعد از سبز شدن حدود ۵۰ درصد بوته‌ها صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی و در مراحل شاخه‌دهی و گلدهی صورت گرفت. اعمال تیمارهای آبیاری در مرحله چهار برگی و بر اساس تبخیر از تشتک کلاس A تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی انجام شد. در مرحله ۵۰ درصد گلدهی میزان کلروفیل با دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD 502, Minolta) از بالاترین برگ توسعه یافته انجام شد. برداشت با دست و در تاریخ دوم تیر ۱۳۹۸ در مرحله رسیدگی کامل صورت گرفت. صفات مورد مطالعه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، تعداد شاخه، تعداد گل، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت (حاصل تقسیم عملکرد دانه به عملکرد زیستی به درصد) بود. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسات میانگین در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

برهم‌کنش خشکی بر محلول پاشی در ارتفاع بوته معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر و محلول پاشی با سولفات روی بدست آمد. همراه با افزایش شدت تبخیر از میزان ارتفاع گیاه کاسته شد، در تمام شرایط تبخیر بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار سولفات روی بود، بعد از سولفات روی، سولفات منگنز و عدم محلول پاشی به ترتیب بیشترین ارتفاع بوته را در سطوح مختلف تبخیر به خود اختصاص دادند. تیمار ۵۰ میلی متر تبخیر و سولفات روی نسبت به تیمار ۱۱۰ میلی متر تبخیر و عدم محلول پاشی دو برابر بیشتر از ارتفاع بوته برخوردار بود (جدول ۳). گزارش شده که با افزایش میزان روی در اثر محلول پاشی در گیاه کینوا، به طور معنی داری ارتفاع گیاه نسبت به شرایط عدم محلول پاشی افزایش یافت (Kaya *et al*., 2000). نکته حائز اهمیت اینکه با افزایش شدت تنش از اثرات مثبت سولفات روی کاسته شد، ظاهرا اثرات مثبت سولفات روی با افزایش فراهمی رطوبت خاک در ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. بیشترین کاهش ارتفاع در تیمار عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید، در شرایط ۵۰ میلی‌متر نسبت به ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر در تیمار محلول‌پاشی سولفات روی، ۲۵ درصد کاهش ارتفاع گیاه مشاهده شد، در حالی که در تیمار عدم محلول-پاشی کاهش ارتفاع در شرایط تبخیر شدید نسبت به شاهد ۳۷ درصد بود (جدول ۳). عنصر روی یک عنصر اثرگذار اساسی برای گیاهان است که در بسیاری از واکنش‌های آنزیمی دخیل است و برای رشد و نمو مناسب آن‌ها ضروری است. روی همچنین در تنظیم پروتئین و متابولیسم کربوهیدرات‌ها نقش دارد، این عنصر با افزایش میزان فتوسنتز گیاه سبب افزایش ارتفاع نیز می‌گردد (Swietlik, 1999). برهم‌کنش محلول‌پاشی بر تعداد برگ در بوته معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد برگ در بوته در تیمار ۵۰ میلی متر تبخیر و محلول پاشی با سولفات روی و منگنز مشاهده شد. کمترین تعداد برگ در تیمار ۱۱۰ میلی متر تبخیر و عدم محلول پاشی مشاهده گردید که نسبت به تیمار ۵۰ میلی متر تبخیر و محلول‌پاشی با سولفات روی منگنز ۴۷ درصد بیشتر بود. با افزایش شدت تنش خشکی در تمام تیمارهای محلول‌پاشی از تعداد برگ در بوته کاسته شد. درتیمار ۵۰ میلی متر تبخیر و محلول‌پاشی با سولفات روی نسبت به ۱۱۰ میلی متر تبخیر ۷۰ درصد از تعداد برگها کاسته شد، درحالی‌که در تیمار ۵۰ میلی متر تبخیر و عدم محلول پاشی نسبت به ۱۱۰میلی متر تبخیر ۷۶ درصد کاهش تعداد برگ مشاهده شد (جدول ۳).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

جدول ۱: میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در گیاه کینوا در منطقه سراوان

میانگین مربعات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	تعداد گل	تعداد شاخه	کلروفیل متر	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱/۰۳^{ns}	۲/۳۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۹۲^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۸/۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۲۴۷۴/۱۱^{ns}	۲۸۱۰۳/۷۰^{ns}	۰/۴۱^{ns}
آبیاری	۲	۱۴۸/۰۳**	۱۳۲/۳۰**	۰/۸۵**	۲/۷۶**	۱۰۷/۳۷**	۶/۳۳**	۱۳۳۳/ ۹۲**	۰/۵۱**	۳۷۵۳۸۸۳**	۱۵۶۷۵۰۹۲**	۱۱۰/۱۶**
خطاa	۴	۱/۰۳	۲/۳۵	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۹۲	۰/۱۱	۷/۲۰	۰/۰۱	۲۴۷۴/۱۱	۲۸۱۰۳/۷۰	۰/۴۱
محلول پاشس	۲	۲۳۵/۷۰**	۹۴/۷۷**	۰/۴۲**	۲/۲۸**	۱۳۵/۷۰**	۶/۶۸**	۲۸۲/۲۵	۰/۴۲**	۳۶۱۳۹۷/۴۴**	۱۲۶۸۱۹۲/۵۹**	۱۷/۶۲**
آبیاری×محلول پاشی	۴	۹/۳۷**	۴/۷۷**	۰/۰۱^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۳/۳۷**	۰/۸۳ns	۲۸/۴۲**	۰/۰۴**	۱۸۹۹۷/۴۴^{ns}	۳۸۸۵۹/۲۶^{ns}	۰/۶۵^{ns}
خطا b	۱۲	۱/۵۳	۰/۲۷	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۵۹	۰/۴۴	۱/۹۸	۰/۰۸	۳۱۳۳/۵۵	۱۲۹۵۳/۷۰	۰/۶۱

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۲: مقایسات میانگین اثرات ساده فواصل مختلف آبیاریو محلول پاشی بر گیاه کینوا در منطقه سراوان

آبیاری (تبخیر از تشتک بر حسب میلی متر)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	تعداد شاخه	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلو گرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۵۰	۱/۵۱ a	۳/۱۷ a	۸a	۱۹۲۵/۶۷a	۴۲۶۱/۱۱a	۴۵/۱۱a
۸۰	۱/۱۳ b	۲/۸۶a	۷b	۱۴۶۳/۳۳b	۳۵۳۳/۳۳b	۴۱/۳۱b
۱۱۰	۰/۹۰ c	۲/۱۰b	۶/۳۳c	۶۵۰c	۱۷۰۰c	۳۸/۱۳c
محلول پاشی						
سولفات روی	۱/۴۱ a	۳/۱۰a	۷/۸۸a	۱۵۴۲/۸۷a	۳۵۰۳a	۴۳/۰۹a
سولفات منگنز	۱/۱۵ b	۲/۹۰ a	۷/۲۲a	۱۳۵۴b	۳۲۳۰b	۴۱/۰۴b
عدم محلول‌پاشی	۰/۹۷ c	۲/۱۴ b	۶/۲۴b	۱۱۴۲/۲۲c	۲۷۶۱c	۴۰/۴۲b

در هر ستون میانگین های دارای حرف مشترک طبق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.45.8.8]

در تیمار ۵۰ میلی‌متر تبخیر و محلول پاشی با سولفات منگنز نسبت به تیمار ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر کاهش تعداد برگ ۶۶ درصد بود. در شرایط تنش شدید و تبخیر بالا نیز بیشترین تعداد برگ در تیمار محلول‌پاشی با سولفات روی مشاهده شد (جدول ۳). در این شرایط تیمار سولفات روی نسبت به سولفات منگنز و عدم محلول‌پاشی به ترتیب ۱۵ و ۲۵ درصد از تعداد برگ بیشتری برخوردار بود (جدول ۳). عنصر روی سبب تحریک رشد گیاه می‌گردد، این عنصر در بیوسنتز اکسین نقش داشته و به عنوان کوفاکتور برخی از آنزیم‌ها در بیوسنتز اسید آمینه تریپتوفان به اسید ایندول استیک نقش دارد (Rion and Alloway, 2004). روی همچنین از طریق تسریع در متابولیسم نیتروژن در گیاهان به‌عنوان عنصر ضروری در فرایند رشد گیاه عمل می‌کند (Khan *et al*., 2002). اثر خشکی بر وزن خشک برگ و ساقه معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین و کمترین وزن خشک برگ در تیمار ۵۰ و ۸۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده شد که تیمار عدم تنش خشکی نسبت به تنش شدید ۴۰ درصد وزن خشک برگ بیشتری دارا بود. در شرایط محلول‌پاشی نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۲). بیشترین وزن خشک برگ در تیمار محلول‌پاشی با سولفات روی که نسبت به عدم محلول‌پاشی ۳۲ درصد بیشتر بود. بین دو تیمار ۸۰ و ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از نظر وزن خشک ساقه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین وزن خشک ساقه در شرایط تنش شدید مشاهده شد. که نسبت به عدم تنش ۲۴ درصد بیشتر بود. محلول‌پاشی با سولفات روی و منگنز نسبت به عدم محلول‌پاشی به ترتیب سبب افزایش ۳۱ و ۲۷ درصدی وزن خشک ساقه گردید (جدول ۲). ظاهرا محلول‌پاشی با سولفات روی و منگنز سبب جذب بیشتر نیتروژن در گیاه شده و از این طریق سبب افزایش وزن خشک برگ و ساقه گردیده است (Whitty and Chambliss, 2005). اثر خشکی بر تعداد شاخه در بوته معنی‌دار شد. بیشترین تعداد شاخه در بوته در تیمار ۵۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین در تیمار ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌دست آمد. در تیمار ۵۰ میلی‌متر تعداد شاخه ۲۱ درصد نسبت به تیمار ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بیشتر بود. اثر محلول‌پاشی بر تعداد شاخه در بوته نیز معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد شاخه به ترتیب در تیمارهای سولفات روی، سولفات منگنز و عدم محلول‌پاشی مشاهده گردید (جدول ۲). بین سولفات روی و سولفات منگنز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما در تیمار سولفات روی نسبت به عدم محلول‌پاشی ۲۲ درصد از افزایش شاخه بیشتری برخوردار بود. وجود روی در مناطق مریستمی به علت تحریک هورمون اکسین سبب افزایش شاخه‌دهی در گیاهان می‌شود (Tandon, 1995). منگنز نیز در بیوسنتز اکسین و سوخت و ساز نیتروژن موثر بوده و باعث افزایش تعداد شاخه می‌گردد (Tisdale, 1990). برهم‌کنش خشکی و محلول‌پاشی بر شاخص کلروفیل معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عدد اسپد مربوط به تیمار ۸۰ میلی‌متر تبخیر و محلول‌پاشی با سولفات روی مشاهده گردید. کمترین عدد اسپد مربوط به تیمار۱۱۰ میلی‌متر تبخیر و عدم محلول‌پاشی بود. روند تغییرات عدد اسپد کلروفیل در تمام تیمارهای محلول‌پاشی از ۵۰ به ۸۰ میلی‌متر تبخیر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.45.8.8]

افزایش و سپس در تیمار ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کاهش یافت ظاهرا دلیل این امر افزایش تجمع کلروفیل در تیمار میانی تنش و از طرفی در شرایط تنش شدید تخریب ساختار کلروفیل برگ می‌باشد. از طرفی در تمام تیمارهای دور آبیاری محلول‌پاشی با سولفات روی نسبت به سولفات منگنز و عدم محلول‌پاشی از شاخص کلروفیل بالاتری برخوردار بود که نشان از نقش روی در تنظیم فعالیت‌های ضد تنش گیاه و ساختار کلروفیل دارد، نتایج آزمایشات بر روی گیاه گندم و ذرت نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی عدد اسپد افزایش می‌یابد که به‌دلیل جذب بیشتر نیتروژن در گیاه نسبت به تجمع زیست توده می‌باشد (Bredemeier, 2005).

برهم‌کنش خشکی و محلول‌پاشی بر تعداد گل در بوته در گیاه کینوا معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد گل در بوته در تیمار ۵۰ میلی‌متر تبخیر و محلول‌پاشی با سولفات روی مشاهده گردید. این تیمار نسبت به تیمار ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر و عدم محلول‌پاشی در سه برابر از تعداد گل در بوته بیشتری برخوردار بود. در تمام تیمارهای خشکی بیشترین تعداد گل در بوته مربوط به تیمار سولفات روی بود. در شرایط تنش شدید بین تیمار سولفات روی و سولفات منگنز در این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شرایط تنش شدید سولفات روی و منگنز نسبت به عدم محلول‌پاشی در ۴۶ درصد از تعداد گل بیشتری در بوته برخوردار بودند. بیشترین کاهش تعداد گل در بوته در تیمار تنش خفیف نسبت به تنش شدید در شرایط عدم محلول‌پاشی مشاهده شد که ۴۷ درصد تعداد گل کاهش یافت (جدول ۳).

برهم‌کنش خشکی بر محلول‌پاشی در وزن هزار دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین وزن هزار دانه در تیمارهای آبیاری در ۵۰ میلی‌متر تبخیر و سولفات روی و منگنز مشاهده شد که نسبت به تیمار آبیاری در ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر و عدم محلول‌پاشی ۲۸ درصد بیشتر بود. در شرایط تنش ملایم نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمار سولفات روی و منگنز در وزن هزار دانه مشاهده نشد، با این حال این دو تیمار نسبت به عدم محلول‌پاشی ۱۸ درصد از وزن هزار دانه بیشتری برخوردار بودند. به‌نظر می‌رسد که افزایش وزن هزار دانه در اثر مصرف روی به‌دلیل افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع می‌باشد که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌گردد. سایر محققین نیز اثر مثبت کاربرد عنصر روی را بر افزایش وزن هزار دانه گزارش کرده‌اند که این افزایش به احتمال زیاد مربوط به تاثیر عنصر روی بر هورمون ایندول استیک اسید می‌باشد (Yilmaz *et al*., 1997). تولید بیشتر کلروفیل و ایندول استیک اسید می‌تواند باعث تاخیر در پیری و فرسودگی گیاه شود و طول دوره فتوسنتز را افزایش دهد که به نوبه خود سبب افزایش تولید کربوهیدرات و انتقال آن به دانه ها و افزایش عملکرد می‌شود (Rajaie and Ziaeyan, 2009). اثر خشکی بر عملکرد زیستی معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد زیستی در تیمار ۵۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده شد، این تیمار نسبت به تنش شدید ۶۰ درصد از عملکرد زیستی بالاتر برخوردار بود. در شرایط تنش خفیف نسبت به ملایم از عملکرد زیستی ۱۸ درصد بالاتر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.45.8.8]

برخوردار بود. در گیاه ذرت نیز مشاهده شده که با افزایش میزان تنش رطوبتی از زیست توده این گیاه کاسته می‌شود (کوچک دزفولی و همکاران، ۱۳۹۸). اثر محلول‌پاشی بر عملکرد زیستی معنی‌دار گردید (جدول ۱). بیشترین عملکرد زیستی در تیمار سولفات روی مشاهده شد که نسبت به سولفات منگنز و عدم محلول‌پاشی به ترتیب ۸ و ۲۲ درصد بیشتر بود. محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی مانند روی و منگنز سبب افزایش میزان فتوسنتز و دوام سطح برگ گیاهان می‌شود و از این طریق سبب افزایش عملکرد زیستی می‌گردد.

جدول ۳: مقایسات میانگین برهم‌کنش شرایط مختلف آبیاری و محلول‌پاشی بر گیاه کینوا در منطقه سراوان

تیمار	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد برگ (بوته)	کلروفیل متر (اسپد)	تعداد گل (بوته)	وزن هزار دانه (گرم)
I1S1	۳۷a	۲۸/۳ a	۴۷/۳۳c	۲۶/۶۳ a	۲/۷۷ a
I1S2	۳۰ c	۲۶/۶ a	۴۳d	۱۹ b	۲/۷۱ a
I1S3	۲۸ c	۲۰ c	۳۸/۳۴e	۱۵ d	۲/۲۲ c
I2S1	۳۳ b	۲۴ b	۵۸/۶۶a	۱۸ bc	۲/۶۱ b
I2S2	۲۹ c	۲۱ c	۵۴b	۱۷ c	۲/۶۱ b
I2S3	۲۱ e	۱۸ d	۴۱/۳۳ed	۱۱ e	۲/۱۵ de
I3S1	۲۸ c	۲۰ c	۳۱ f	۱۵ d	۲/۲۰ cd
I3S2	۲۵ d	۱۷ d	۲۷ g	۱۴ d	۲/۱۱ e
I3S3	۱۸ f	۱۵ e	۲۴ g	۸ f	۲/۰۱ f

در هر ستون میانگین های دارای حرف مشترک طبق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. تیمارها شامل I1: ۵۰، I2: ۸۰ و I3: ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و S1: سولفات روی، S2: سولفات منگنز و S3: عدم محلول پاشی.

اثر خشکی بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای ۵۰، ۸۰ و ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده گردید (جدول ۲). تیمار تنش خفیف نسبت به تنش ملایم ۲۴ درصد و از تنش شدید ۳/۴ برابر بیشتر عملکرد دانه را دارا بود. اثر محلول‌پاشی بر عملکرد دانه نیز معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی با سولفات روی مشاهده شد که نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی ۲۶ درصد از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بود. محلول‌پاشی با سولفات روی نسبت به سولفات منگنز ۱۳ درصد عملکرد را افزایش داد. همین‌طور محلول‌پاشی با سولفات منگنز نسبت به عدم محلول‌پاشی سبب بهبود ۱۶ درصدی عملکرد دانه گردید (جدول ۲). روی سبب افزایش شکل‌گیری اندام‌های جنسی نر و ماده در گیاه شده که این عمل به‌واسطه کاهش سنتز اسید ایندول استیک می‌باشد همین طور به‌واسطه افزایش فعالیت آنزیمی سبب افزایش فتوسنتز گیاه می‌شود (Brown *et al*., 1993). منگنز نیز به‌واسطه شکستن مولکول آب روی فتوسنتز گیاهان تاثیر مثبت گذاشته و کمبود آن سبب کاهش فتوسنتز گیاه می‌شود (Romheld and Marschner, 1991)، لذا افزایش عملکرد دانه را می‌توان به‌دلیل نقش های این دو عنصر در فتوسنتز

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

گیاه دانست که نسبت به تیمار شاهد عملکرد بالاتری را دارا بودند. اثر خشکی بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A حاصل شد (جدول ۲). با افزایش شدت خشکی از شاخص برداشت کاسته شد، در تیمار تنش خفیف نسبت به تنش ملایم و شدید شاخص برداشت به ترتیب ۹/۴ و ۱۵/۵ درصد کاهش یافت. پاینده و درودگر (۱۳۹۸) گزارش کردند که در گیاه ذرت با افزایش فواصل آبیاری در گیاه ذرت از میزان عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری کاسته شد که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. اثر محلول‌پاشی بر شاخص برداشت نیز معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت به‌ترتیب در تیمارهای سولفات روی مشاهده شد. بین محلول‌پاشی با سولفات منگنز و عدم محلول‌پاشی در شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). تیمار سولفات روی نسبت به سولفات منگنز و عدم محلول‌پاشی به ترتیب ۶ و ۵ درصد سبب افزایش شاخص برداشت گردید.

همبستگی بین صفات

روابط همبستگی بین صفات مرتبط با عملکرد دانه نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین اجزا عملکرد با عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به عملکرد زیستی، شاخص برداشت، وزن خشک برگ، تعداد برگ، وزن هزار دانه، وزن خشک ساقه، تعداد گل، عدد کلروفیل متر (اسپد)، ارتفاع و تعداد شاخه بود (جدول۴). با توجه به نتایج ضرایب همیستگی بین صفات مشاهده گردید که مهمترین اجزا تاثیرگذار بر عملکرد دانه گیاه کینوا مربوط به صفات برگی مانند وزن خشک برگ و تعداد برگ می باشد که با نتایج Kumudini (۲۰۰۱) در گیاه سویا هم‌خوانی دارد.

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی گیاه کینوا در شرایط آب و هوایی سراوان

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱: ارتفاع	۱									
۲: تعداد برگ	۰/۷۷**	۱								
۳: وزن خشک ساقه	۰/۶۷*	۰/۸۴**	۱							
۴: وزن خشک برگ	۰/۸۰**	۰/۸۲**	۰/۷۱**	۱						
۵: تعداد گل	۰/۸۶**	۰/۸۱**	۰/۷۳**	۰/۷۹**	۱					
۶: تعداد شاخه	۰/۶۸*	۰/۷۸**	۰/۶۸**	۰/۷۵**	۰/۶۸*	۱				
۷: اسپد	۰/۶۵*	۰/۶۴*	۰/۷۱*	۰/۶۰*	۰/۶۲*	۰/۵۳*	۱			
۸: وزن هزار دانه	۰/۷۴**	۰/۸۲**	۰/۸۳**	۰/۷۲**	۰/۷۹**	۰/۷۰**	۰/۷۵**	۱		
۹: عملکرد زیستی	۰/۶۵*	۰/۷۴ **	۰/۷۱**	۰/۷۵**	۰/۶۹*	۰/۵۸*	۰/۷۹**	۰/۷۵**	۱	
۱۰: عملکرد دانه	۰/۶۷*	۰/۷۷**	۰/۷۲**	۰/۷۹**	۰/۷۱**	۰/۶۲*	۰/۶۱**	۰/۷۶**	۰/۸۴**	۱
۱۱: شاخص برداشت	۰/۷۰**	۰/۷۹**	۰/۶۹*	۰/۸۳**	۰/۷۰**	۰/۶۸*		۰/۶۸*	۰/۶۱**	۰/۸۴**

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.45.8.8]

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تحت شرایط فواصل مختلف آبیاری، محلول‌پاشی با سولفات روی و منگنز می‌تواند نقش مهمی در تخفیف اثرات ناشی از تنش خشکی در گیاه کینوا نسبت به عدم محلول‌پاشی داشته باشد. محلول پاشی با سولفات روی سبب بهبود صفات مرتبط با عملکر در این گیاه گردید و عملکرد دانه را نسبت به تیمار عدم محلول پاشی ۲۶ درصد افزایش داد، از طرفی محلول‌پاشی با سولفات روی نسبت به سولفات منگنز ۱۳ درصد عملکرد دانه را افزایش داد. همین‌طور محلول‌پاشی با سولفات منگنز نسبت به عدم محلول‌پاشی سبب بهبود ۱۶ درصدی عملکرد دانه گردید. بیشترین همبستگی دانه با عملکرد زیستی، وزن خشک برگ و تعداد برگ مشاهده شد. با توجه به قلیایی بودن خاک اکثر مناطق کشور و غیر قابل جذب بودن این عناصر توسط گیاه و اثرات مثبت این عنصر در رابطه با سیستم دفاعی و فتوسنتزی گیاه محلول‌پاشی با سولفات روی برای گیاه کینوا در شرایط آب و هوایی سراوان توصیه می‌گردد.

منابع

پاینده، خ و درودگر، ن .۱۳۹۸. بررسی عملکرد کمی وکیفی ذرت تحت فواصل مختلف آبیاری و اثر تلفیق قارچ میکوریزا. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۱ (۴۴): ۱۴۲-۱۲۹.

زاهدی، ح و علی‌پور، ا. ۱۳۹۷. تاثیر محلول‌پاشی نانو کلات آهن و منگنز روی عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) تحت شرایط تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۱ (۴): ۸۶۱-۸۴۷.

سلیمانی، ر.، نورقلی‌پور، ف. و مشیری، ف. ۱۳۹۶. اثر محلول‌پاشی روی، آهن و منگنز بر عملکرد و محتوای عناصر غذایی دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۹ (۱): ۱-۱۲.

رضایی، م.، فتحی، م. و طهرانی، م. ۱۳۹۶. اثر اقلیم بر توزیع جغرافیایی عناصر کم مصرف در خاک های آهکی استان اصفهان. پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران، اصفهان، انجمن علوم خاک ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۶ صفحه.

کوچک دزفولی، م.، شکوه‌فر، ع.، لک، ش.، علوی فاضل، م. و مجدم، م. ۱۳۹۸. اثر زمان محلول‌پاشی پتاسیم و روی بر عملکرد دانه، ویژگی‌های مورفولوژیک و میزان عناصر موجود در برگ ذرت (S.C704) در شرایط کم آبیاری. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۱ (۴۴): ۱۱۱-۹۱.

Aguilar, P.C. and Jacobsen, S.E. 2003. Cultivation of quinoa on the Peruvian Altiplano.food reviews international.19: 31-41.

Andreini, C., Banci, L. and Rosato, A. 2006. Zinc through the three domains of life. Journal of Proteome Research. 5: 3173-3178.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. 2006. Chenopodium quinoa. An Indian perspective. Industrial Crops and Products. 23: 73-87.

Bhargava, A., Shukla, S., Rajan, S. and Ohri, D. 2007. Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm. Genetic Resources and Crop Evolution. 54: 167–173.

Bredemeier, C. 2005. Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. PhD. Thesis.Technical University of Munich, Germany. pp 219.

Broadley, M., White, P., Hammond, J., Zelko, I. and Lux, A. 2007. Zinc in plants. New Phytologist Trust. 173: 677-702.

Brown, P. H., Cakmak, I. and Zhang, Q. 1993. Form and function of zinc in plants. Page: 93-106. In: Robson, A. D. (Ed). Zinc in soil and plants. Kluwar Academic Publishers. Dordecht, the Netherlands.

Cakmak, I. 2000. Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. New Phytologist Trust. 146: 185–205.

Canahua, M.A. 1977. Observaciones del comportamiento de quinoa a la sequia. In: Primer Congreso Internacional sobre cultivos Andinos, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas, Ayacucho, Peru. 390-392.

Coleman, J.E. 1998. Zinc enzymes.Current Opinion in Chemical Biology. 2: 222–234.

Espinola, G. and Gandarillas, H. 1985. Study of correlated characters and their effects on quinoa yield. Biologycal Geneticts. 13: 47-54.

Fageria, N.K., Dos Santos, A.B. and Cobucci, T .2011. Zinc nutrition of lowland rice. Soil Science and Plant Analysis. 42: 1719-1727.

Jacobsen, S.E. 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International. 19: 167–177.

Kaya, C., Higgs, D. and Burton, A. 2000. Phosphorus acid phosphates enzyme activity in leaves in leaves of tomato cultivars in relation to Zn supply. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 31: 3239-3248

Khan, M., Qasim, M. and Jamil, M. 2002. Effect of different levels of Zinc on the extractable Zinc content of soil and chemical composition of rice. Asian Journal of Plant Science. 1: 20-21.

Kumudini, S., Hume, D.J. and Chu, G. 2001. Genetic improvement in short season soybeans: I. Dry matter accumulation, partitioning, and leaf area duration. Crop Science. 41 (2): 391-398.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

Mignone, C.M. and Bertero, H.D. 2007. Identificación del período crítico de determinación del rendimiento en quínoas de nivel del mar. Proceedings of the Congreso Internacional de la Quinua, 23-26 October; Iquique.

Mousavi, S. R., Shahsavari, M. and Rezaei. M. 2011. A general overview on Manganese (Mn) importance for crops production. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5 (9): 1799-1803.

Rajaie, M. and Ziaeyan, A. H. 2009. Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn. International Journal of Plant Production. 3 (3): 435-440.

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. and Jacobsen, S.E. 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International. 19: 179-189.

Rion, B. and Alloway, J. 2004. Fundamental aspects of Zinc in soils and plants. International Zinc Association. 23: 1-128.

Risi, J.C. and Galwey, N.W. **1989**. The pattern of genetic diversity in the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). I. associations between characteristics. Euphytica. 41: 147-162.

Romheld, V. and Marschner, H. 1991.Function of micronutrients in plants. In J.J. Mortvdet et.al. (ed.). Micronutrients in Agricultural.Soil Science Society of America. Madison. WI. 297-328.

Sebastian, A. and Prasad, M. N. V. 2015. Iron-and manganese-assisted cadmium tolerance in *Oryza sativa* L.: Lowering of rhizotoxicity next to functional photosynthesis. Planta. 241 (6): 1519-1528.

Sharma, B. D., Mukhopadhyay, S. S. P., Sidhu, S. and Katyal, J. C. 2000. Pedospheric attributes in distribution of total and DTPA-extractable Zn, Cu, Mn and Fe in Indo-Gangetic plains. Geoderma. 96 (1): 131-151.

Spehar, C.R. and Santos, R. L. D. 2005. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 40 (6): 609-612.

Swietlik, D. 1999. Zinc nutrition in horticultural crops. Horticultural Reviews. John Wiley & Sons, Inc. New York. 23: 109-180.

Tandon, H. L. S. 1995. Micronutrients in soil, crops, and fertilizers. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India. pp: 138

Tisdale, S. L. 1990 .Soil fertilizers, hardiness and survival of winter rape and winter turnip rape. Department of plant Husban dry. Sweden.

Whitty, E. N. and Chambliss, C. G. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Publication. 21 pp.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Gultekin, I., Karanlik, S., Bagci, S. A. and Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. Journal of Plant Nutrition. 20 (4 & 5): 461-471.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]

Investigation of quinoa cultivation (*Chenopodium quinoa* Willd.) under different irrigation intervals and foliar application in saravan region

S. M. Ziaei*[1], Kh. Salimi[2] and S. R. Amiri[3]

1, 2 & 3) Assistant Professor of Plant Production Department, Saravan Higher Education Complex, Saravan, Iran.

Corresponding author: ziaeimasoud@yahoo.com

Received date: 2019.12.07 **Accepted date: 2020.02.26**

Abstract

Saravan is one of the arid regions of the country, so cultivating plants compatible with these areas can be effective in improving the province's agriculture. One of the most recently considered plants in the country is quinoa, which is resistant to adverse environmental conditions. Therefore, the present experiment was conducted with the aim of investigating the different levels of irrigation and foliar application with zinc sulfate and manganese in March 2019 in research field of Saravan Higher Education Complex as split plot in a randomized complete blocks design with three replications. Experimental treatments consisted of three levels of irrigation (50, 80 and 110 millimeter evaporation from Class A evaporation pan) in main plot and foliar application with zinc sulfate (three per thousand), manganese sulfate (three per thousand) and no foliar application in sub-plot. Results showed that the interaction effects of irrigation and foliar application were significant on plant height, leaf number, flower number, chlorophyll meter and one-thousand grain weight. In all irrigation treatments, foliar application with zinc sulfate was superior to manganese sulfate and non-foliar application. The highest grain yield was observed in 50, 80 and 110 millimeter evaporation from evaporation pan, respectively. Light tension treatment compared to mild tension was 24 percent and of high tension was 3.4 times more than grain yield. The highest grain yield was observed in zinc sulfate foliar application treatment, which had 26 percent higher grain yield than non-foliar application treatment. Correlation interaction results showed that grain yield had the highest correlation with biomass, leaf dry weight and leaf number. Generally, foliar application with zinc sulfate can be used as an agronomic solution to increase yield of quinoain in Saravan climatic conditions.

Keywords: *Chenopodium quinoa*, Zinc sulfate, Drought and Biological yield.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.8.8]