

بررسی اثرات استفاده از زهاب مزارع نیشکر جنوب خوزستان در کشت گیاه کینوا بر

عملکرد محصول و تغییرات شوری و سدیمی خاک

علی مختاران^۱، مهرزاد طاوسی، پیمان ورجاوند و سالومه سپهری صادقیان

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی، اهواز، ایران. alimokhtaran@gmail.com

محقق بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی،

اهواز، ایران. tavoosimehr@yahoo.com

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی، اهواز، ایران. pvarjavand@yahoo.com

استادیار پژوهشی بخش آبیاری و زهکشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج،

ایران. sepehri_salooome@yahoo.com

دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۹ و پذیرش: مهر ۱۳۹۹

چکیده

در استان خوزستان تولید زهاب حاصل از فعالیت‌های مختلف به ویژه کشاورزی، یکی از مشکلات جدی است. کشت گیاهان مقاوم به شوری با استفاده از زهاب می‌تواند به‌عنوان یک اقدام مناسب مورد توجه قرار گیرد. لذا تحقیقی به‌منظور بررسی امکان بازچرخانی زهاب مزارع نیشکر برای زراعت زمستانه کینوا با هدف تولید علوفه در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ واقع در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک‌خان در جنوب خوزستان انجام شد. این پژوهش به‌صورت کرت‌های یک‌بارخرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی مدیریت کیفی آب آبیاری مشتمل بر استفاده از آب رودخانه کارون، زهاب مزارع نیشکر، و آبیاری تلفیقی-تناوبی (یک در میان آب کارون و زهاب) و عامل فرعی، چهار ژنوتیپ کینوا شامل گیزا ۱، تی‌تی‌کاکا، روزادا و کیو ۲۶ بود. در بررسی اثر متقابل نوع آب آبیاری با ژنوتیپ، نتایج نشان داد بیشترین زیست توده (بیوماس) بر حسب علوفه خشک مربوط به ژنوتیپ گیزا ۱ با تیمار آبیاری با آب کارون به میزان ۳۶۴۵/۶ کیلوگرم در هکتار بود که از نظر آماری با زیست توده تولید شده ژنوتیپ روزادا با تیمار مدیریت آبیاری با زهاب به‌میزان ۲۶۲۰ کیلوگرم در هکتار در یک گروه بود. پایش شوری عصاره اشباع خاک و تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک (ESP) که با توجه به نسبت جذب سدیم (SAR) خاک به‌دست آمد، نشان داد که در طول فصل رشد خاک مزرعه تا عمق یک متری برای دو تیمار آبیاری با آب کارون و آبیاری تلفیقی-تناوبی، در وضعیت غیرشور-غیرسدیمی بود. این در حالی است که خاک مزرعه قبل از کشت و تا عمق ۲۵ سانتی‌متری، وضعیتی شور (۵/۵۴ دسی‌زیمنس بر متر) و از عمق ۲۵ سانتی‌متری به پایین غیرشور بود. در تیمار مدیریت آبیاری با زهاب، خاک تا لایه ۲۵ سانتی‌متری به‌دلیل شوری آب و اثر مضاعف تبخیر از سطح خاک، در وضعیت شور باقی ماند. اما از عمق ۷۵ سانتی‌متری خاک به پایین، شرایط خاک از شوری دو دسی‌زیمنس بر متر قبل از کشت، به وضعیت شور با سدیم قابل تبادل خاک ۷٪ و شوری عصاره اشباع خاک چهار دسی‌زیمنس بر متر رسید. بر اساس این داده‌ها، در بازچرخانی زهاب کشاورزی، برای حفظ بیلان نمک در خاک، آبخوبی در پایان فصل کشت و انجام زهکشی برای خروج نمک‌ها ضرورت دارد.

واژه‌های کلیدی: گیاه شورزیست، آب نامتعارف، پایش شورخاک، آبیاری تلفیقی-تناوبی، مدیریت آبیاری

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: اهواز، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

مقدمه

سالیانه کشت و صنعت‌های نیشکر که به کشت‌های غیر نیشکری اختصاص می‌یابد می‌تواند بر میزان تخصیص آب به شبکه‌های آبیاری کشت و صنعت نیز اثر بگذارد. استفاده مجدد از زهاب کشاورزی، یکی از روش‌های مدیریت زهاب می‌باشد (یازار و همکاران، ۲۰۱۵). زهاب با کیفیت مناسب به‌طور مستقیم و یا به‌صورت مخلوط با آب شیرین می‌تواند برای تولید محصول، مورد استفاده قرار گیرد. تلفیق زهاب با آب شیرین به دو صورت، استفاده تناوبی و اختلاط امکان‌پذیر است. در استفاده تناوبی، دو منبع آب به‌صورت متناوب در فصل کشت مورد استفاده قرار می‌گیرند (استفاده تناوبی درون فصلی)، یا اینکه هر دو منبع آب به‌طور جداگانه در طول فصول برای گیاهان مختلف استفاده می‌شود (استفاده تناوبی بین فصلی). نتایج تحقیقات در هند، پاکستان، آسیای مرکزی و مصر نشان می‌دهد که آبیاری سطحی با استفاده مستقیم از زهاب، بدون کاهش محصول در صورتی امکان‌پذیر است که شوری زهاب از حد آستانه برای گیاهان مورد نظر فراتر نرود و شرایط زهکشی وضعیتی مناسب داشته باشد. پرورش گیاهان متحمل به شوری در این شرایط نیاز به مدیریت بیلان نمک در منطقه ریشه گیاه دارد و هنگامی که زهکشی طبیعی مناسب نباشد، زهکشی مصنوعی برای خارج کردن آب آبتوی مورد نیاز خواهد بود.

کلیه گیاهان حتی ارقام متحمل به شوری در دوران اولیه رشد نسبت به شوری حساس‌ترند. در هند و پاکستان، براساس تحقیقات، پیش‌آبیاری با آب دارای کیفیت مناسب اهمیت خاصی دارد. در این دو کشور نیز برای دستیابی به محصول بیشتر، لازم است پیش‌آبیاری با آب مناسب در نظر گرفته شود و در آبیاری‌های بعد، از زهاب استفاده گردد. در چنین شرایطی، استفاده از زهاب با میزان شوری بیشتر از حد آستانه توأم با حفظ محصول امکان‌پذیر خواهد بود (فائو، ۲۰۰۲). استفاده مجدد از زهاب کشاورزی برای کشت گیاهان اقتصادی مانند کینوا، به‌عنوان گیاه هالوفیت اختیاری (نمک‌رو یا شورزیست) با هدف بهبود ارزش افزوده زهاب برای کشاورزان

خشکسالی و کم‌آبی در ایران واقعیتی اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، مشکل خشکسالی در سال‌های آینده حادتر نیز خواهد شد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵؛ ناصری و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از راهکارهای اساسی برای تامین منابع آب کشاورزی با توجه به کمبود منابع آب مناسب، استفاده از آب‌های نامتعارف شامل زهاب‌های کشاورزی، آب‌های شور و لب شور و پساب‌های شهری و صنعتی است. در استان خوزستان، تولید زهاب از بخش‌های مختلف به ویژه کشاورزی، یکی از مشکلات جدی است (بی‌نام، ۱۳۹۷). در این استان، در مجموع نزدیک چهار میلیارد مترمکعب زهاب در سال تولید می‌شود که حجم زهاب شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوضه کارون به تنهایی حدود دو میلیارد مترمکعب در سال است (بی‌نام، ۱۳۹۷). واحدهای توسعه نیشکر و مزارع پرورش ماهی از تولیدکنندگان اصلی زهاب این حوضه هستند. یکی از مناطقی که زهاب در آن انباشته و در حال حاضر به دغدغه‌ای جدی تبدیل شده، حوضچه‌های تبحیری جنوب اهواز در منطقه مرزی با عراق است.

این حوضچه‌ها در گذشته وجود نداشته و با توسعه زمین‌های زیرکشت نیشکر و با دفع زهاب ایجاد شده‌اند. مساحت حوضچه‌های مذکور در حال حاضر نزدیک به ۴۲ هزار هکتار است که حدود ۳۵۰ میلیون مترمکعب زهاب را در خود جا داده است. شوری آب در ابتدای حوضچه‌ها (محل ورود از زهکش المهدی به حوضچه ابتدایی) بین پنج تا هفت دسی‌زیمنس بر متر است که در انتها به حدود ۱۲۰ دسی‌زیمنس بر متر می‌رسد (بی‌نام، ۱۳۹۷). این زهاب، به‌خصوص هنگام ورود به حوضچه‌ها که دارای کمترین شوری است، بسیار ارزشمند است و می‌توان از آن برای کشت گیاهان متحمل به شوری یا پرورش آبزیان استفاده کرد تا بخشی از زهاب به مصرف برسد و از حجم زهاب ورودی به حوضچه‌ها کاسته شود. استفاده از زهاب برای مزارع تحت آیش

کشاورزی پایدار، تغذیه مناسب و تولید صنعتی استفاده کرد (سپهوند، ۱۳۹۲). پانوجیو و همکاران (۲۰۱۴) برای پی بردن به ساز و کار فیزیولوژیکی تحمل به شوری در کینوا که به عنوان یک هالوفیت شناخته می شود، اثرات آب دریا و نمک های مختلف را بر روی جوانه زنی، رشد گیاهچه و فعالیت آن تی اکسیدان بذر این گیاه بررسی کردند. آنها مشاهده کردند که در زمان جوانه زنی، غلظت های پائین نمک ها، سرعت جوانه زنی را در مقایسه با شاهد (آب خالص) افزایش داد اما رشد گیاهچه به نوع و غلظت های مختلف نمک عکس العمل مختلف نشان داد. یازار و همکاران (۲۰۱۵)، پژوهشی به منظور بررسی رقم تی تی کاکا^۲ با استفاده از آب شور با غلظت های (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دسی زیمنس بر متر) در مقایسه با آب شیرین در منطقه آدنا ترکیه انجام دادند.

نتایج نشان داد که عملکرد آب شور از غلظت ۳۰ دسی زیمنس بر متر به بالا کاهش یافت. همچنین تنش شوری و تنش خشکی در کنار هم به طور معنی داری بر عملکرد دانه و زیست توده موثر بود. هر چند که تنش شوری به تنهایی بر عملکرد و زیست توده تاثیر معنی داری نداشت. سزن و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر آب زهکشی با شوری یک دسی زیمنس بر متر روی گیاه کینوا با استفاده از سیستم آبیاری بارانی در آب و هوای مدیترانه ای کشور ترکیه بر عملکرد، بهره وری آب و تجمع نمک در منطقه توسعه ریشه گیاه بررسی کردند. در این تحقیق دو ساله حداکثر عملکرد گیاه ۴۸۸۰ و ۴۵۱۰ کیلوگرم بر هکتار بود. همچنین نتایج یازار و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که در شرایط کمبود آب می توان زهاب را برای آبیاری کینوا استفاده کرد و سطوح آبیاری و زمان کاشت به طور معنی داری عملکرد و اجزا عملکرد را تحت تاثیر قرار می دهد. جمالی و شریفان (۱۳۹۷) در پژوهشی با هدف بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا (رقم تی تی کاکا)، پنج سطح اختلاط آب شور دریا (۲۵/۴ دسی زیمنس بر متر) و آب شهری (۵/۵

خوزستان به خصوص در مرکز و جنوب استان، می تواند با اهمیت باشد. کینوا گیاهی یک ساله است و به منظور تولید دانه و علوفه کشت می شود ولی از برگ های جوان آن به صورت سبزی تازه یا پخته نیز استفاده می گردد. پروتئین کینوا از نظر کمی و کیفی بهتر از دانه غلات متداول است و تعادل اسید آمینه مطلوب تری برای تغذیه انسان و دام نسبت به گندم دارد (طاوسی و لطفعلی آینه، ۱۳۹۶). بذر، کاه و کلش و همچنین علوفه سبز کینوا به دلیل پروتئین بالا برای دام و طیور قابل استفاده است. کینوا می تواند به عنوان یک گیاه علوفه ای نیز مورد توجه قرار گیرد. بهترین زمان برداشت کینوا برای علوفه تر و سیلو کردن زمان گل دهی است که پروتئین علوفه ۱۷-۱۸ و میزان کلسیم نیز ۳/۴ درصد گزارش شده است (صالحی و دهقانی، ۱۳۹۷). کردونی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با هدف بررسی ارزش کمی و کیفی علوفه کینوا برای سه ژنوتیپ (گیزا^۱، روزادا^۳، کیو^۲ ۱۰۲) در استان خوزستان نشان دادند که علوفه هر سه ژنوتیپ در هر سه مرحله برداشت (شروع دانه بندی، شیری شدن دانه و رسیدگی کامل) به لحاظ انرژی قابل متابولیسم دارای کیفیت مناسبی است. از نظر درصد پروتئین خام، دو ژنوتیپ گیزا ۱ و روزادا نسبت به ژنوتیپ کیو ۱۰۲ به طور معنی داری بیشتر بود. طاوسی و همکاران (۱۳۹۸)، در استان خوزستان عملکرد تولید علوفه خشک گیاه کینوا در فصل زمستان بیش از پنج تن در هکتار بدست آمد. رائو و همکاران (۲۰۱۳)، عملکرد بیوماس سبز کینوا را ۴/۳ کیلوگرم در متر مربع گزارش کردند. آنها کینوا را به عنوان یک محصول تولید علوفه پیشنهادی در تناوب زراعی مناطق شور معرفی کردند. تغییرات آب و هوایی ایران به سمت گرم و خشک شدن از یک سو، شور شدن تدریجی خاکهای زراعی کشور و تحمل زیاد گیاه کینوا در مقابل خشکی، شوری و سرمازدگی از سوی دیگر، به طور منطقی بیانگر این است که از کینوا می توان به عنوان گیاهی مناسب برای رسیدن به

²-Giza 1³-Rosada⁴-Q102⁵-Titicaca

دسی‌زیمنس برمتر) شامل ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری که به ترتیب معادل شوری (۰/۵، ۴/۳، ۸، ۱۱/۸ و ۱۵/۵ دسی‌زیمنس برمتر) در شرایط گلخانه‌ای و در گلدان با بافت خاک رسی سیلتی مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش، نتایج نشان دهنده اثر منفی شوری بر همه صفات گیاهی بود. همچنین تیمار ۱۵ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری (شوری ۴/۳ دسی‌زیمنس بر متر) در مقایسه با سایر رژیم‌های مورد بررسی پس از تیمار شاهد (شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) دارای بیشترین میزان وزن خشک ریشه و بوته، وزن هزار دانه و عملکرد در واحد سطح بوده ولی در صفت ارتفاع بوته بیشترین مقدار در تیمار ۱۵ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری مشاهده شد. در نهایت نتایج نشان داد که افزایش شوری به ترتیب از تیمار صفر به ۱۵ درصد اختلاط آب دریا وزن خشک اندام هوایی را تا ۲۳ درصد کاهش داد. طاوسی و همکاران (۱۳۹۷) عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و تحمل به شوری ژنوتیپ‌های مختلف کینوا را در شرایط خاک‌های شور و نیمه شور جنوب خوزستان بررسی کردند و نشان دادند که ژنوتیپ‌های روزادا، کیو۲۶ و گیزا۱۱ گزینه‌های مناسبی برای تولید با شوری ۱۴ دسی‌زیمنس برمتر هستند.

طاوسی و لطفعلی‌آینه (۱۳۹۷) در بررسی اثر سطوح مختلف شوری (حداقل دو و حداکثر ۱۴ دسی‌زیمنس برمتر) بر شاخص‌های جوانه‌زنی ۲۰ ژنوتیپ کینوا نشان دادند که سطوح مختلف شوری و ژنوتیپ بر کلیه پارامترهای رشد و جوانه‌زنی (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار بود. خلیلی و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی تاثیر سطوح شوری و فسفر بر برخی ویژگی‌های گیاه کینوا در شرایط گلخانه‌ای، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام دادند. تیمارهای آزمایش شامل شوری آب آبیاری در شش سطح، شاهد (۰/۷)، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ دسی‌زیمنس برمتر و فسفر از طریق اضافه کردن به خاک از منبع سوپر فسفات تریپل در چهار سطح ۰، ۱۰۰، ۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در

هکتار بود. نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر ارتفاع گیاه ۱۸/۶۵ درصد و طول پانیکول ۵۲/۴ درصد کاهش و غلظت سدیم در گیاه ۱۸/۵ درصد افزایش یافت. همچنین با افزایش فسفر به خاک تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار، ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد ۱۲/۳ درصد، طول پانیکول ۸/۷۹ درصد و غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه ۱۲/۵ درصد افزایش پیدا کرد. جاکوبسن و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی به منظور بررسی اثر شوری بر روی گیاه کینوا رقم تی‌تی‌کاکا در شرایط آب و هوایی اروپا به این نتیجه رسیدند که این رقم به خوبی با شرایط تنش شوری سازگار شده است.

القصبی و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهش خود به منظور بررسی اثر آبیاری با آب شور بر رشد گیاه کینوا رقم چپایا، نشان دادند که بیشترین میزان وزن هزار دانه مربوط به شوری ۱/۲۵ دسی‌زیمنس بر متر و ۳/۴۹ گرم و کمترین میزان مربوط به شوری چهار دسی‌زیمنس بر متر بود. از طرفی بین شوری‌های ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر مقادیر این پارامتر دارای اختلاف معنی‌داری نبود و قطر ساقه، طول سنبله، وزن خشک دانه، وزن خشک اندام هوایی و سطح برگ با افزایش شوری کاهش معنی‌داری داشت (بجز شوری چهار دسی‌زیمنس برمتر). همچنین نتایج نشان داد که افزایش شوری منجر به افزایش کلروفیل و پتانسیل آب و کاهش تعداد برگ در بوته (بجز شوری ۱۶ دسی‌زیمنس برمتر) شد. کوپرو و ایسا (۲۰۰۸) در پژوهشی نشان دادند که گیاه کینوا در شرایط استفاده از آب شور با غلظت‌های (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰) میلی‌مولار نمک (NaCl) که معادل (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰) درصد آب دریا به‌عنوان آب آبیاری، در شرایط گلخانه‌ای در منطقه گیزسن آلمان، دوره رشد خود را به پایان رسانده و بذر نیز تولید می‌کند. از طرفی افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد، تعداد دانه و زیست توده (بیوماس) کل خواهد شد. در تحقیق حاضر، اثر استفاده از زهاب مزارع نیشکر کشت و صنعت‌های امیرکبیر و میرزا کوچک خان در جنوب استان خوزستان

گیزا، تی‌تی‌کا کا، روزادا و کیو^۶ بود. تنها منبع آب آبیاری مزارع نیشکر، رودخانه کارون بود. مشخصات خاک محل اجرای تحقیق در (جدول ۱) آمده است.

تهیه بستر کاشت همانند سایر بذور ریز و محصولات دانه‌ریز شامل پیش آبیاری، شخم، دیسک، ماله و کودپاشی انجام شد و بذور ژنوتیپ‌ها در تاریخ ۱۵ بهمن ماه کشت شد. هر کرت آزمایشی شامل هشت خط کاشت به طول ۱۰ متر بود. تعداد جوی و پشته‌ها در هر کرت آماری هشت عدد و هر رقم در دو طرف جوی محل داغاب پشته‌ها کشت شد. فاصله خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط پنج سانتی‌متر منظور شد. بنابراین عرض هر کرت آزمایشی شش متر و طول آن ۱۰ متر طراحی شد. فاصله بین تکرارها دو متر به‌صورت نکاشت قرار داده شد. مصرف کود به‌میزان ۱۲۵ کیلوگرم فسفات، ۱۰۰ کیلوگرم کود پتاس و ۱۰۰ کیلوگرم اوره (۴۰ درصد قبل از کشت و ۶۰ درصد به‌صورت سرک) انجام شد (طاوسی و لطفعلی‌آینه، ۱۳۹۶).

آفات، بیماری و یا اثر تنش‌های محیطی تحت نظر و مراقبت قرارگرفت و از ویژگی‌های فنولوژیکی و مرفولوژیکی شامل زمان از کشت تا جوانه‌زنی، گل‌دهی، رسیدگی کامل، طول گل‌آذین، سطح برگ، ارتفاع گیاه و ماده خشک در پایان دوره رشد یادداشت‌برداری شد. بر اساس نتایج تحقیق پترسون و مورفی (۲۰۱۵) ارتفاع گیاه ۷۰ روزه، شاخص سبزی‌نگی برگ (LGI)^۷ گیاه ۷۰ روزه از سه برگ انتهایی گیاه و با استفاده از دستگاه اسپاد^۸ اندازه‌گیری شد. پس از کامل شدن دوره رشد، عملیات برداشت بذور با مشاهده اولین علائم رسیدگی (۵۰٪ سنبله‌ها زرد شده باشند) صورت گرفت و ساقه‌های گل‌دار در محل سایه آفتاب پهن و خشک شدند و پس از چند روز کوبیده و جداسازی شدند.

بر ویژگی‌های شوری و سدیمی خاک و عملکرد گیاه کینوا در ژنوتیپ‌های مختلف به‌منظور افزایش بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی با کاهش تخلیه زهاب بررسی شد. ارزیابی تاثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد گیاه کینوا، مقایسه سطوح کیفی آب آبیاری از نظر تاثیر آنها بر تجمع املاح در نیمرخ خاک و تعیین ژنوتیپ‌های سازگارتر کینوا با شرایط آب و خاک مورد آزمون، از اهداف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق برای زراعت زمستانه گیاه کینوا به‌مدت یک سال زراعی از بهمن‌ماه ۱۳۹۷ تا پایان اردیبهشت ۱۳۹۸ در یکی از مزارع نیشکر شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان (مزرعه L08-20) واقع در جنوب خوزستان، ۷۵ کیلومتری جاده اهواز-خرمشهر، اجرا شد. علت اصلی کشت کینوا در این تاریخ با هدف تولید علوفه کینوا و به دلیل وجود زهاب مزارع نیشکر ناشی از شروع عملیات آبیاری است که از اوایل اسفند ماه تا نیمه مهرماه هر سال اتفاق می‌افتد. این مزرعه آزمایشی برای کشت و معرفی محصولات متحمل به شوری در فروردین‌ماه سال ۱۳۹۷ تجهیز شد. مجهز بودن مزرعه به سامانه زهکشی زیرزمینی با عمق کارگذاری دو متر و فاصله لاترال‌های ۵۶ متری و مجاورت آن با ایستگاه هواشناسی و زهکش جمع‌کننده میانی مزارع نیشکر شرکت میرزا کوچک‌خان، موقعیت مناسبی برای تحقیق با استفاده از زهاب فراهم آورده است. این پژوهش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار اجرا شد. بر این اساس عامل اصلی، سطوح کیفیت آب آبیاری مشتمل بر استفاده از آب رودخانه کارون در مقطع جنوب اهواز (به‌عنوان تیمار شاهد)، زهاب مزارع کشت نیشکر شرکت میرزا کوچک‌خان و آبیاری تلفیقی-تناوبی (کاربرد یک در میان آب کارون و زهاب) و عامل فرعی چهار ژنوتیپ گیاه کینوا شامل"

⁶-Q26

⁷- Leaf greenness index

⁸-Spad

جدول ۱ - مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی متر)	بافت خاک	شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	رطوبت ظرفیت زراعی(درصد) FC(%)	رطوبت نقطه بزمردگی(درصد) PWP(%)
۰-۲۵	لومی رسی	۵/۵۴	۱/۳۹	۴۰/۸۳	۱۹/۹۷
۲۵-۵۰	رس	۲/۵۵	۱/۳۷	۳۳/۵	۱۵/۰۹
۵۰-۷۵	لوم رسی سیلتی	۲	۱/۴۶	۴۶/۹۸	۱۷/۲۲
۷۵-۱۰۰	لوم رسی سیلتی	۲/۲	۱/۴	۴۲/۲۸	۱۶/۱

این همبستگی برای شوری‌های مختلف برابر رابطه‌های زیر است:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mg / lit} &= 640 * 1 \text{ dS/m} & EC < 5 \text{ dS/m} \\ 1 \text{ mg / lit} &= 840 * 1 \text{ dS/m} & 5 < EC < 10 \text{ dS/m} \\ 1 \text{ mg / lit} &= 920 * 1 \text{ dS/m} & EC > 10 \text{ dS/m} \end{aligned} \quad (1)$$

با در نظر گرفتن جریان ماندگار آب در خاک به شرح زیر، می‌توان معادله تعادل نمک را در ناحیه ریشه به صورت رابطه (۲) بیان کرد (فائو، ۲۰۰۲):

$$\Delta S = S_{IW} - S_R * \quad (2)$$

S_{IW} = نمک‌هایی که در اثر آبیاری به خاک نفوذ می‌کنند.
 $S_R *$ = نمک‌های مقدار خالص آب نفوذی به زیر منطقه ریشه.

ΔS = تغییرات ذخیره نمک در ناحیه ریشه.

نتایج و بحث

نیاز آبی و حجم آب کاربردی

آب کاربردی مورد نیاز گیاه کینوا با توجه به هوا و اقلیم جنوب خوزستان، بافت خاک منطقه (رس تا لومی رسی سیلتی)، تغییرات شوری زهاب مزارع نیشکر در طول فصل رشد (حداکثر ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در اواخر بهمن‌ماه و حداقل ۶/۲۳ دسی‌زیمنس بر متر در اردیبهشت‌ماه) و تغییرات شوری آب رودخانه کارون در دوره رشد گیاه (حداکثر ۱/۶۳ دسی‌زیمنس بر متر در بهمن‌ماه و حداقل ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر در اردیبهشت‌ماه) به روش پنمن مانتیث - فائو برآورد شد. برنامه‌ریزی آبیاری با فرض حداکثر عمق توسعه ریشه ۵۰ سانتی‌متر و تلفات عمقی ۱۵ درصد و تطبیق آن با اندازه‌گیری‌های دوره‌ای رطوبت

در این تحقیق، آبیاری بر اساس کمبود رطوبت خاک انجام گرفت. به این صورت که قبل از هر آبیاری نمونه رطوبت خاک گرفته شد. با توجه به ضریب مدیریت آبیاری (MAD) معادل ۷۰ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک برای گیاهان متحمل به شوری تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، آبیاری انجام شد. در هر بار آبیاری، میزان آب مصرفی با استفاده از WSC فلوم تیپ چهار برای هر سه عامل آبیاری (آب کارون، زهاب و آبیاری تلفیقی - تناوبی با آب کارون و زهاب) جداگانه اندازه‌گیری شد. آب کارون بعد از دریاچه آبگیر توسط هیدروفلوم و زهاب نیشکر توسط پمپ کفکش از منهول زهکشی به ابتدای قطعه زراعی کینوا انتقال یافتند. آبیاری اول بلافاصله بعد از کشت توسط آب کارون در تمامی تیمارها انجام شد. پنج روز بعد جهت تثبیت بذر و سبز شدن گیاه، مجدد عملیات آبیاری با اعمال تیمار مدیریت آبیاری برای هر کرت نواری انجام شد. در هر دور آبیاری نمونه آب جهت اندازه‌گیری‌های کیفی گرفته شد. همچنین قبل زمان کاشت، اوایل فصل، وسط و انتهای فصل کشت با نمونه‌گیری خاک در چهار لایه ۰-۲۵، ۲۵-۵۰، ۵۰-۷۵ و ۷۵-۱۰۰ سانتی‌متری از سطح زمین، روند تغییرات املاح و شوری خاک (pH, EC, SAR, ESP, Na, Cl) در هر تیمار آبیاری به‌طور جداگانه بررسی و تحلیل شد. به‌منظور مطالعه اثر آبیاری و زهکشی بر گیاه، دانستن تغییرات شوری در ناحیه ریشه برای زمان‌های مشخص فصل زراعی نیز ضرورت دارد. همبستگی بسیار زیادی بین غلظت نمک محلول بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و هدایت الکتریکی محلول بر حسب دسی‌زیمنس بر متر وجود دارد.

خاک تا عمق توسعه ریشه گیاه انجام شد. در جدول‌های ۲ تا ۴، تبخیر و تعرق پتانسیل، ضریب گیاهی، نیاز آبی خالص گیاه کینوا و برنامه‌ریزی آبیاری در مزرعه تحقیقاتی آورده شده است.

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی و تبخیر و تعرق پتانسیل در دوره کشت (بهمن‌ماه ۹۷ تا پایان اردیبهشت ۹۸)

متوسط	حداکثر	حداقل	
۱۲/۶	۲۳/۸	۱/۸	دما حداقل (سانتی‌گراد)
۲۸/۳	۴۲	۱۴/۶	دما حداکثر (سانتی‌گراد)
۴۳	۶۸	۱۸	رطوبت حداقل (درصد)
۹۰/۵	۹۸	۸۷	رطوبت حداکثر (درصد)
۶	۱۰/۳	۱/۷	میانگین سرعت باد (متر بر ثانیه)
۶/۲۵	۱۲/۵	۰	تعداد ساعات آفتابی
۴/۳	۶/۵	۲/۱	میانگین تبخیر (میلی‌متر در روز)
۱۹۱/۲۵	۳۰۲	۸۹	تبخیر و تعرق پتانسیل (میلی‌متر)

جدول ۳- ضرایب گیاهی اصلاح شده و نیاز آبی کینوا در ماه‌های مختلف رشد

مجموع	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	آیتم
-	۰/۴	۰/۷	۰/۵۵	۰/۳۵	ضریب گیاهی
۱۰۵	۱۵	۳۱	۲۹	۳۰	دوره رشد (روز)
۳۲۷/۹	۵۸/۵	۱۵۱/۹	۸۶/۴	۳۱/۲	تبخیر و تعرق گیاه (میلی‌متر)
۳۶۶/۳	۵۸/۵	۱۵۱/۹	۷۴/۸	۸۱/۲	نیاز آبی باتوجه به باران موثر (میلی‌متر)
-	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۵	درصد آبشویی برای زهاب
-	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	درصد آبشویی برای کارون
۴۰۷/۶۸	۵۸/۸۴	۱۵۹/۴	۸۴/۲۸	۱۰۵/۴۳	نیاز آبی خالص براساس آبشویی زهاب (میلی‌متر)
۳۶۶/۳	۵۸/۴	۱۵۱/۹	۷۴/۷۹	۸۱/۱۵	نیاز آبی خالص براساس آبشویی کارون (میلی‌متر)
۵۸۲/۴	۸۴/۰۵	۲۲۷/۳۴	۱۲۰/۴	۱۵۰/۶۱	نیاز ناخالص آبیاری زهاب (میلی‌متر)
۵۲۳/۳	۸۲/۵	۲۱۷	۱۰۶/۸۵	۱۱۵/۹۳	نیاز ناخالص آبیاری کارون (میلی‌متر)

رواناب سطحی به دلیل داشتن فاروهای انتها بسته)، می‌توان نیاز آبی گیاه را در طول فصل رشد برای آب کارون ۵۲۳ میلی‌متر و برای زهاب مزارع نیشکر ۵۸۳ میلی‌متر در نظر گرفت. تفاوت نیاز آبی گیاه در استفاده از آب رودخانه کارون و زهاب به علت تفاوت در کیفیت آب و نیاز آبشویی متفاوت برای داشتن حداکثر ۹۰ درصد عملکرد محصول می‌باشد. با توجه به برآورد نیاز آبی ناخالص گیاه در قطعه زراعی، دور آبیاری بر این اساس مشخص شد (جدول ۴).

ضریب گیاهی کینوا در نشریه فائو ۵۶ موجود نیست. این ضریب با توجه به مقاوم بودن گیاه کینوا به شوری از گیاهان مشابه مانند جو، که تا شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر برای داشتن ۹۰ درصد عملکرد محصول مقاومت نشان می‌دهند، انتخاب شده است. ضریب گیاهی براساس اطلاعات هواشناسی (مانند رطوبت، سرعت باد و غیره) در منطقه مورد تحقیق اصلاح شد. نیاز آبی خالص گیاه در طول دوره رشد ۳۲۸ میلی‌متر برآورد شد. با در نظر گرفتن باران موثر، درصد آبشویی و راندمان کاربرد ۷۰ درصد آب در قطعه زراعی (با توجه حذف

جدول ۴- مقادیر محاسبه شده دور آبیاری کینوا براساس نیاز آبی ناخالص گیاه و سایر پارامترهای مورد نیاز در مدیریت آبیاری با زهاب

آبیم	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
نیاز آبی ناخالص(زهاب)	۵	۴/۱۵	۷/۳۳	۲/۷۱
AW (اعشار)	۰/۱۹۵	۰/۱۹۵	۰/۱۹۵	۰/۱۹۵
MAD (اعشار)	۰/۸۶	۰/۷۸	۰/۷	۰/۸۲
Drz (متر)	۰/۲	۰/۳	۰/۵	۰/۵
RAW (متر/ متر)	۳۳/۵۴	۴۵/۶۳	۶۸/۲۵	۷۹/۹۵
F (روز)	۷	۱۱	۱۰	۳۰

بر طبق جدول (۴) :

$$F = \frac{RAW}{ET_c} \quad (۴)$$

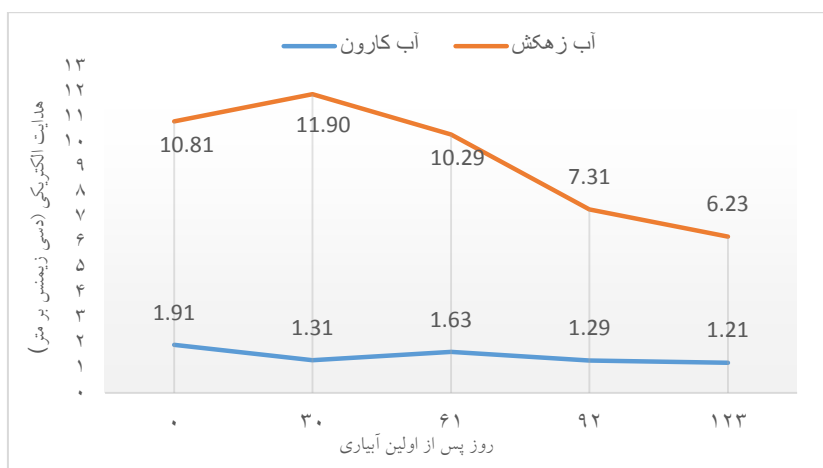
$$RAW = AW * MAD * DRZ * 1000 \quad (۵)$$

ET_c: تبخیر و تعرق گیاه به همراه آشویی با در نظر گرفتن راندمان کاربرد (میلی متر بر روز) ، F: دور آبیاری (روز) ، RAW: رطوبت سهل الوصول (متر/ متر) ، AW: رطوبت قابل دسترس (اعشار) ، MAD: ضریب تخلیه مجاز رطوبتی (اعشار) و D_{rZ}: عمق توسعه ریشه گیاه (متر).
براساس جدول (۴) که مبنای طرح برای برنامه ریزی آبیاری بود، یک روز قبل از انجام عملیات آبیاری با اندازه گیری رطوبت خاک تا عمق یک متری به صورت لایه های ۲۵ سانتی متری و با توجه به پتانسیل های حجمی ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی، ضریب (MAD) تعیین و با زمان آبیاری تطبیق داده شد. در لایه های بالایی خاک (تا عمق ۵۰ سانتی متری) که محدوده عمق توسعه ریشه گیاه است، ضریب (MAD) ۶۵ تا ۷۵ درصد بود. این درحالی است که در لایه های پایین تر این عدد تا ۴۰ درصد هم رسید. این مساله به علت عمیق تر شدن سطح خاک و کاهش تبخیر، منطقی به نظر می رسد. عملیات آبیاری در قطعه زراعی، هفت مرتبه انجام شد. متوسط حجم آب آبیاری اندازه گیری شده از WSC فلوم در مدت زمان تحقیق، ۷۰ میلی متر بود. بارش در بهمن ماه به میزان ۱۵ میلی متر، اسفندماه به طور پراکنده به مقادیر ۱۵، ۵، ۹ و ۲ میلی متر در روزهای مختلف و در فروردین ماه به میزان ۱۰ و ۴ میلی متر بود. این نوع بارش در حجم آب آبیاری برای هر دور موثر نبود اما در تاخیر زمان آبیاری اثرگذار

بود. در مجموع حجم آب آبیاری به میزان ۵۷۰ میلی متر اندازه گیری شد و با نیاز واقعی گیاه مطابقت داشت. طاوسی و لطفعلی آینه (۱۳۹۶) نشان دادند که گیاه کینوا در خوزستان در طول دوره رشد بسته به وضعیت بارندگی و نوع بافت خاک، به پنج نوبت آبیاری نیاز دارد و میانگین ۵۵۰ میلی متر رطوبت در دسترس توصیه شده است.

تحلیل کمی و کیفی آب آبیاری

در طول دوره تحقیق، متوسط شوری آب رودخانه کارون ۱/۴۷ دسی زیمنس بر متر و متوسط شوری زهاب ۹/۳۱ دسی زیمنس بر متر اندازه گیری شد. حداکثر شوری زهاب در بهمن ماه و ۱۲ دسی زیمنس بر متر بود. این مساله به دلیل کاهش میزان آب آبیاری مزارع نیشکر در آن مقطع زمانی می باشد. با افزایش آبیاری و در نتیجه افزایش حجم زهاب خروجی از نیمه فروردین ماه به بعد، شوری زهاب تا شش دسی زیمنس بر متر به طور میانگین تقلیل پیدا کرد. بهبود کیفیت نسبی آب کارون در دوره تحقیق (اواخر زمستان ۹۷ و بهار ۹۸) به دلیل باران های مناسب در بالادست جلگه خوزستان و رهاسازی آب از پشت سدهای دز و حوضه رودخانه کارون می باشد. این درحالی است که در سال های پیش (۱۳۹۰ تا تابستان ۱۳۹۷) به دلیل خشکسالی، میزان شوری رودخانه کارون در مقطع جنوب خوزستان به طور متوسط تا ۴/۲ دسی زیمنس بر متر افزایش پیدا کرد. شکل (۱) تغییرات شوری نسبت به زمان در هر دو منبع آب آبیاری (زهاب نیشکر و رودخانه کارون) در مقطع زمانی بهمن ماه ۱۳۹۷ تا پایان اردیبهشت ۱۳۹۸ را نشان می دهد.

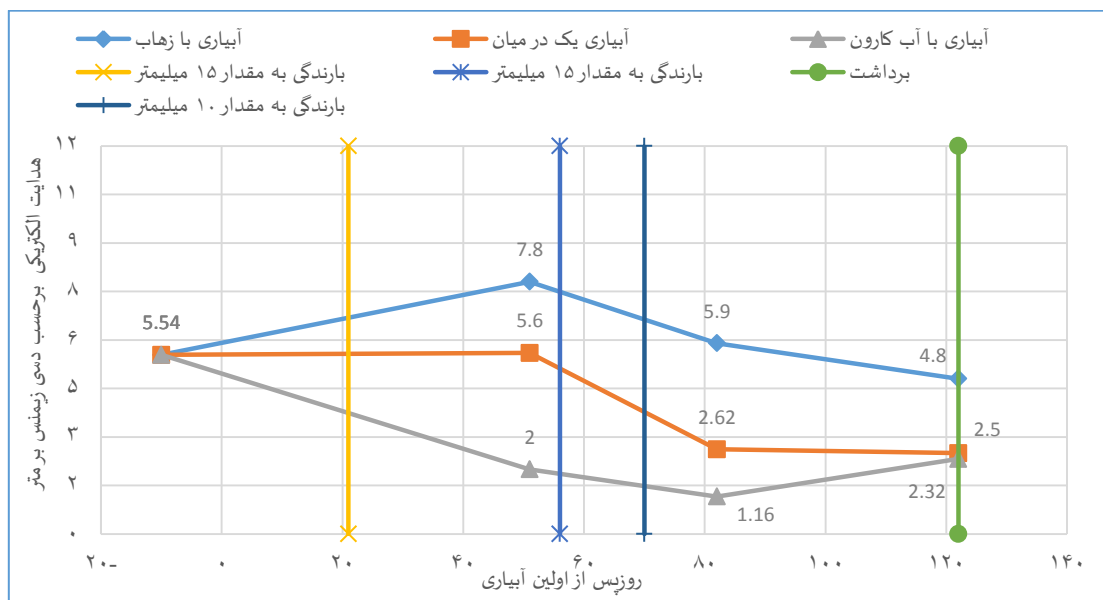


شکل ۱- تغییرات شوری زهاب مزارع نیشکر و آب کارون نسبت به زمان (بهمن ماه ۹۷ تا پایان اردیبهشت ۹۸)

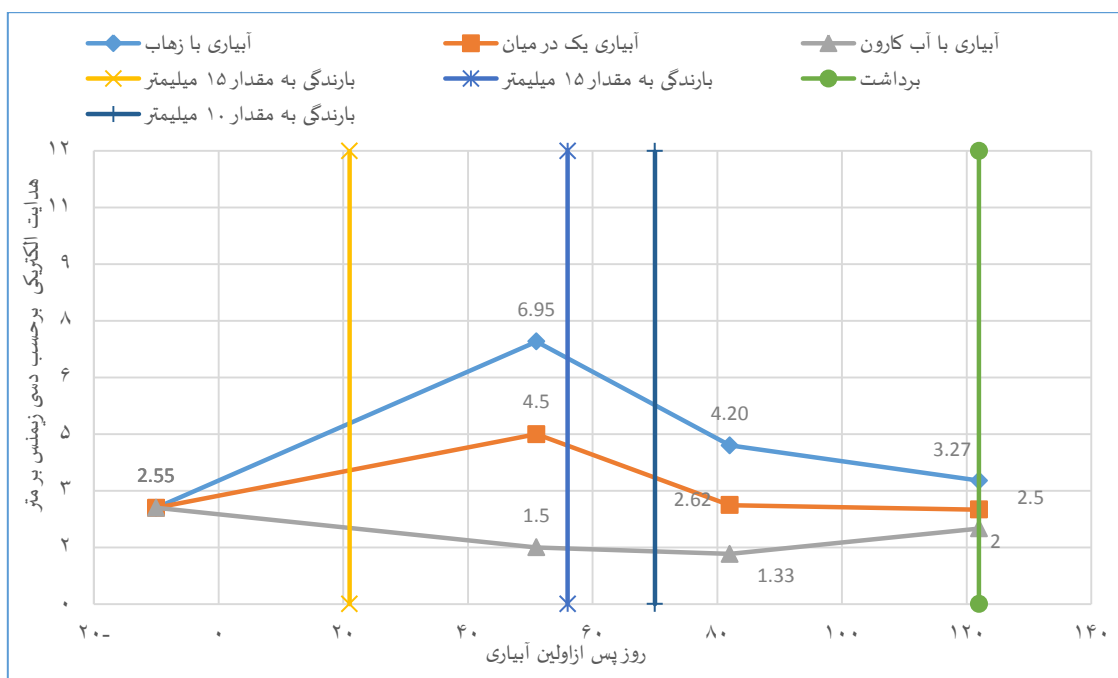
تحلیل تغییرات شوری خاک در دوره رشد

در این تحقیق، با هدف پایش و ارزیابی تغییرات املاح خاک در چهار لایه ۲۵-۰، ۵۰-۲۵، ۷۵-۵۰ و ۱۰۰-۷۵ سانتی‌متری از سطح خاک، نمونه‌های مرکب برای هر تیمار مدیریت آبیاری (آبیاری با آب کارون، زهاب و تلفیقی- تناوبی) تهیه شد. بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه خاک و آب و خشک کردن خاک، علاوه بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e)، pH، یون کلر،

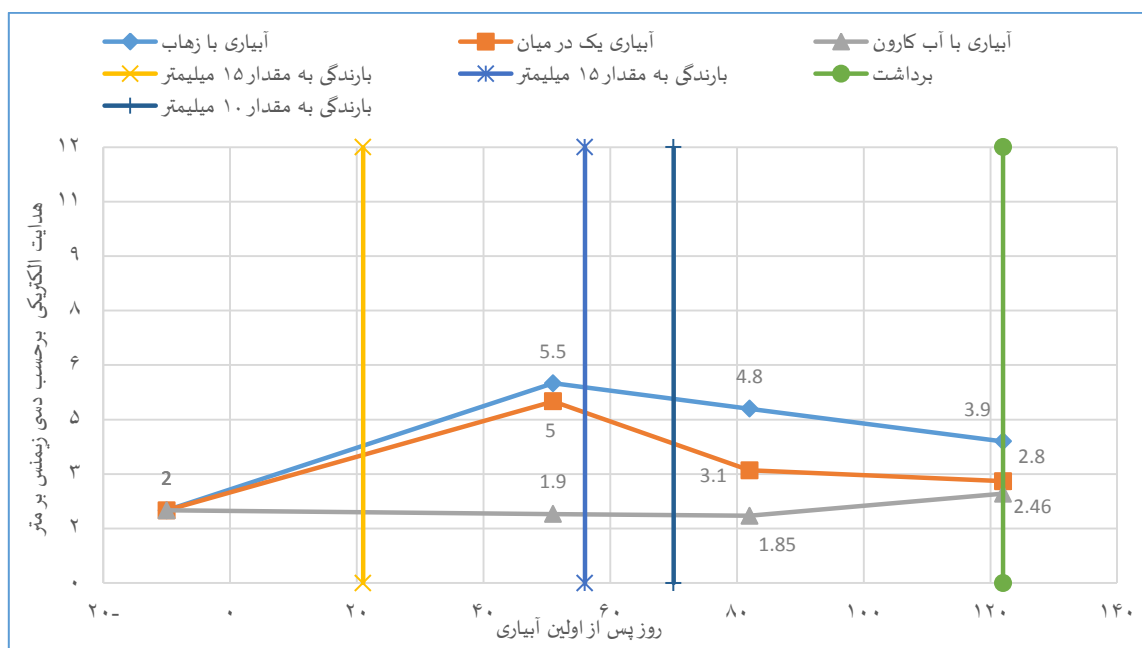
سدیم، منیزیم و کلسیم مشخص و در نتیجه میزان SAR (نسبت جذب سدیم) و براساس آن، ESP (درصد سدیم قابل تبادل خاک)، تعیین شد. شکل‌های ۲ تا ۶ تغییرات هدایت الکتریکی به‌عنوان نمایه شوری خاک (برحسب دسی‌زیمنس بر متر) در یک دوره ۱۳۰ روزه قبل از زمان کاشت تا پایان برداشت کینوا در اوایل خرداد ماه در اعماق نمونه برداری را نشان می‌دهد.



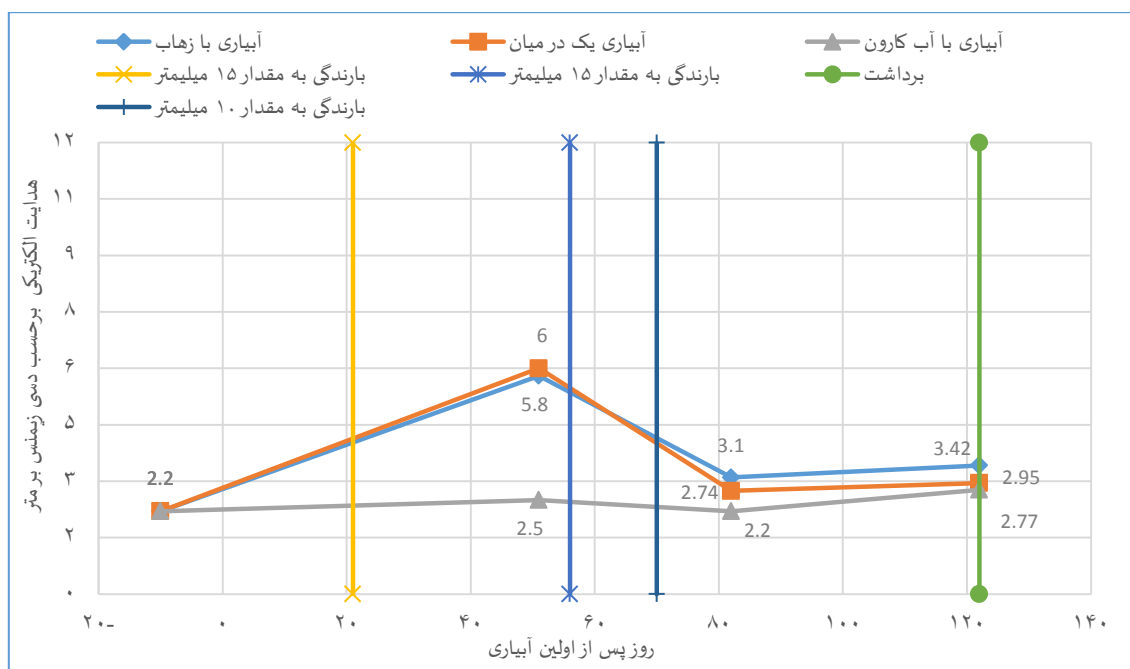
شکل ۲- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در تیمارهای مختلف آبیاری- (لایه ۲۵-۰ سانتی‌متری)



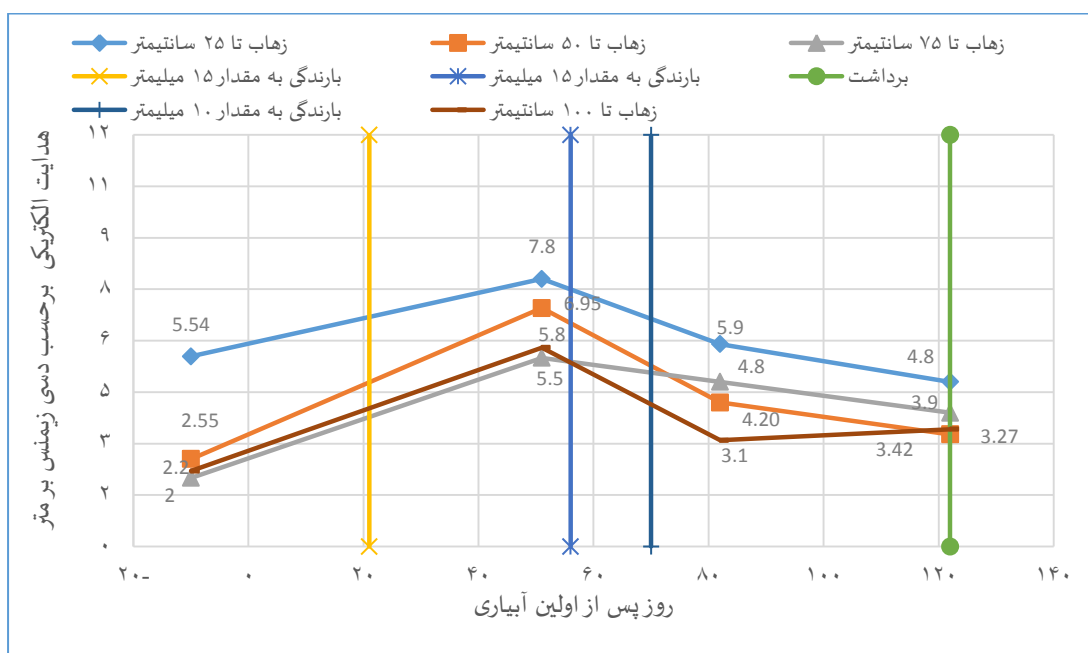
شکل ۳- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در تیمارهای مختلف آبیاری- (لایه ۵۰-۲۵ سانتی متری)



شکل ۴- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در تیمارهای مختلف آبیاری- (لایه ۷۵-۵۰ سانتی متری)



شکل ۵- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در تیمارهای مختلف آبیاری- (لایه ۱۰۰-۷۵ سانتی متری)



شکل ۶- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در تیمار مدیریت آبیاری با زهاب در لایه‌های مختلف خاک

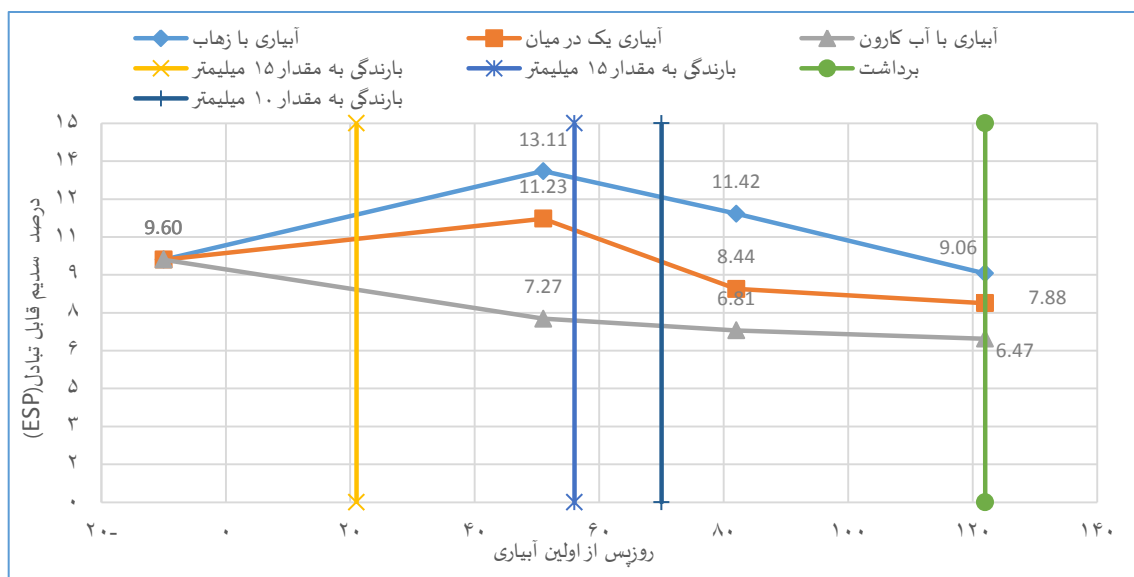
حسب دسی‌زیمنس بر متر) بیشتر بود. با افزایش آبیاری و کاهش شوری زهاب ناشی از شروع آبیاری مزارع نیشکر، میزان شوری در نیمرخ خاک کاهش یافت، اما در لایه‌های پایین (اعماق ۷۵ سانتی‌متری به پایین) به دلیل تجمع نمک، میزان شوری نسبت به اول فصل، افزایش و به شوری لایه سطحی خاک نزدیک شد. به دلیل وجود زهکشی زیرزمینی تجمع املاح در لایه‌های زیرین بسیار نبود به طوری که در

میزان افزایش شوری در لایه ۰-۲۵ سانتی‌متری نسبت به دو لایه ۲۵-۵۰ و ۵۰-۷۵ سانتی‌متری به علت تبخیر از سطح خاک بیشتر بود. این مسأله در دو ماه اول کشت که کیفیت زهاب بسیار پایین‌تر است (شوری ۱۰ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر)، محسوس‌تر بود. در تیمار آبیاری با زهاب، متوسط شوری در نیمرخ ۲۵ سانتی‌متری از سطح خاک نسبت به سه نیمرخ دیگر، ۱/۵ تا ۲ واحد (بر

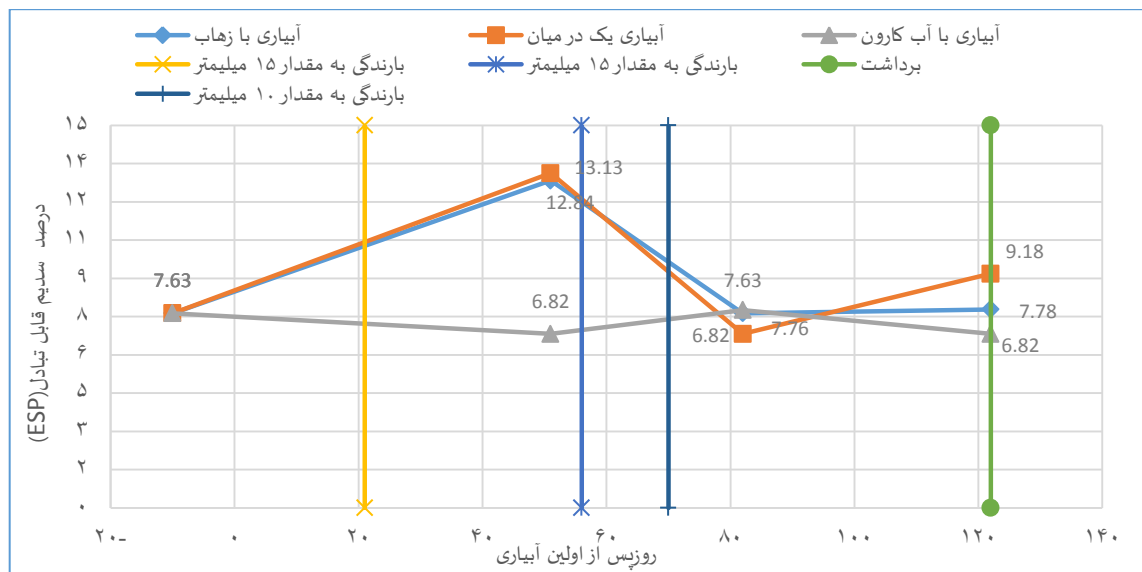
تحلیل پایش درصد سدیم قابل تبادل (ESP) خاک در تیمارهای مختلف

دو معیار EC_e (عصاره اشباع خاک)، شاخص مربوط به فشار اسمزی و ESP (درصد سدیم قابل تبادل خاک) شاخص مربوط به پراکنده شدن ذرات خاک، در پایش خاک با اهمیت است. شکل‌های (۷) و (۸) تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک (ESP) را در دو لایه ۰-۲۵ و ۷۵-۱۰۰ سانتی‌متری به‌عنوان نمونه در دوره تحقیق را نشان می‌دهد که با توجه به نسبت جذب سدیم (SAR) خاک به‌دست آمده است. با توجه به بررسی تغییرات شوری (شکل‌های ۲ تا ۶) و تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک (شکل‌های ۷ و ۸) در طول فصل رشد، خاک مزرعه تحقیقاتی در تمامی لایه‌ها تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری برای دو تیمار مدیریت آبیاری با آب رودخانه کارون و مدیریت آبیاری تلفیقی-تناوبی (نوبتی و یا یک در میان) در وضعیت غیرشور- غیرسدیمی قرارگرفت. این در حالی است که خاک مزرعه تحقیقاتی قبل از کشت تا نیمرخ ۲۵ سانتی‌متری وضعیتی شور (۵/۵۴ دسی‌زیمنس بر متر) و از لایه ۲۵ سانتی‌متری به پایین غیرشور بود (جدول ۱).

تیمار آبیاری با زهاب میزان شوری خاک در لایه‌های ۵۰ سانتی‌متری به پایین از دو دسی‌زیمنس برمتر به چهار دسی‌زیمنس برمتر رسید. تجمع نمک، نیاز به آبیاری در پایان فصل کشت و خروج املاح از نیمرخ خاک توسط زهکش‌های زیرزمینی را می‌طلبد. آنچه از مشاهده شکل‌های (۲ تا ۶) مورد توجه قرار می‌گیرد، نزدیکی تغییرات شوری نیمرخ خاک در اعماق مختلف در هر دو تیمار آبیاری تلفیقی-تناوبی (نوبتی) و تیمار آبیاری با آب کارون می‌باشد. این اتفاق از اوایل فروردین ماه به بعد که آبیاری مزارع نیشکر شروع می‌شود و منجر به کاهش شوری زهاب شد، محسوس‌تر است. همچنین تطابق و نزدیکی تغییرات شوری بین دو مدیریت آبیاری با آب کارون و مدیریت آبیاری یک در میان یا نوبتی، نیاز به آبیاری سنگین در پایان فصل و یا در طول دوره فصل را کاهش می‌دهد. شاید بتوان گفت استفاده نوبتی از زهاب مزارع نیشکر و آب رودخانه کارون برای قسمتی از اراضی جنوب و جنوب غرب استان خوزستان که منبع تامین آب شیرین (رودخانه کارون) دارای محدودیت می‌باشد، می‌تواند راه حل مناسبی برای تولید کشت در بهار و تابستان باشد.



شکل ۷- تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک در تیمارهای مختلف آبیاری - (لایه ۰-۲۵ سانتی‌متری)



شکل ۸- تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک در تیمارهای مختلف آبیاری- (لایه ۱۰۰-۷۵ سانتی متری)

متوسط ۷۰۰ مترمکعب به ازای هر هکتار) و توجه به شوری متوسط زهاب به میزان نه دسی‌زیمنس بر متر برطبق رابطه (۱)، ۴۸ تن نمک به ازای هر هکتار از طریق آبیاری با زهاب به خاک اضافه شده است. با توجه به شوری متوسط خاک قبل از کشت در تمامی لایه‌ها تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری به میزان متوسط سه دسی‌زیمنس بر متر و افزایش این میزان شوری در پایان فصل رشد به میزان پنج دسی‌زیمنس بر متر با در نظر گرفتن تخلخل ۵۱ درصد خاک، بر طبق رابطه (۲) می‌توان گفت که از این ۴۸ تن نمک، مقدار ۶/۱۱ تن به ازای هر هکتار تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری در خاک باقی مانده و بقیه املاح از نیمرخ خاک توسط زهکش‌های زیرزمینی خارج گردیده است. هر چند ممکن است قسمتی از املاح در لایه‌های پایین‌تر از عمق ۱۰۰ سانتی‌متری و تا قبل از رسیدن به عمق کارگذاری زهکش‌ها (عمق دو متری) جمع شده باشند که با آبیاری قبل از آماده سازی زمین در اول فصل کشت بعدی از طریق زهکش‌ها خارج خواهد شد. این موضوع اهمیت زهکشی و به‌خصوص زهکشی زیرزمینی را در بازچرخانی زهاب کشاورزی و عملیات شورورزی برای حفاظت خاک نشان می‌دهد.

کیفیت بسیار مناسب آب کارون در پایین دست جلگه خوزستان به دلیل رها سازی آب از مخازن سدهای دز و کارون ناشی از سیلاب بالادست در بهار ۱۳۹۸ و زهکشی زیرزمینی مناسب اراضی تحقیقاتی از دلایل عمده این وضعیت استثنایی و پایدار بودن شرایط کیفی خاک مزرعه در پایان کشت برای دو تیمار مدیریت آبیاری مذکور بود. در تیمار مدیریت آبیاری با زهاب، خاک تا لایه ۲۵ سانتی‌متری در وضعیت شور باقی ماند (متوسط شوری عصاره اشباع ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر و درصد سدیم قابل تبادل خاک ۹/۰۶). این مهم به دلیل اثر تبخیر از سطح خاک در لایه‌های سطحی و شوری بالاتر آب آبیاری در این تیمار بود. اما از عمق ۷۵ سانتی‌متری سطح خاک به پایین، شرایط خاک که با میزان شوری دو دسی‌زیمنس بر متر قبل از زمان کشت در حالت غیرشور بود، به وضعیت شور با درصد سدیم قابل تبادل خاک هفت و شوری عصاره اشباع خاک چهار دسی‌زیمنس برمتر رسید.

میزان ذخیره نمک در نیمرخ خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی متری

در طول دوره تحقیق برای تیمار مدیریت آبیاری با زهاب و در نظر گرفتن حجم آب آبیاری در هر نوبت)

عملکرد محصول

دماهای بالاتر از ۳۵-۳۲ درجه سانتی‌گراد در مرحله گرده‌افشانی باعث عقیمی دانه گرده می‌شود (باقری، ۱۳۹۷). استفاده از زهاب مزارع نیشکر، بیوماس کینوا را تحت تاثیر قرار داد به طوری که بیشترین بیوماس را تیمار آبیاری با آب کارون و تیمار مدیریت آبیاری تلفیقی-تناوبی (ترکیبی یا نوبتی زهاب و کارون) داشتند. اثر متقابل نوع آب با ژنوتیپ نشان داد که بیشترین زیست توده براساس علوفه خشک مربوط به ژنوتیپ "گیزا ۱" با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با آب کارون به میزان ۳۶۴۵/۶ کیلوگرم برهکتار بود که از نظر آماری با زیست توده تولید شده ژنوتیپ "روزادا" با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با زهاب به میزان ۲۶۲۰ کیلوگرم بر هکتار در یک سطح بود (جدول ۵).

شرایط اکولوژیک حاکم بر کشت زمستانه کینوا و نیازهای آگرو اکولوژیکی کینوا موجب شد که علی‌رغم رشد رویشی و تولید زیست توده (بیوماس) بسیار خوب، عمل گرده افشانی و تولید بذر صورت نگیرد و عملکرد به صورت علوفه‌ای باشد. دوره رشد کینوا برای کشت زمستانه در خوزستان از بهمن‌ماه شروع و تا اردیبهشت‌ماه ادامه یافت. درجه حرارت حداقل و حداکثر ثبت شده در اردیبهشت ماه ۱۳۹۸ (درمحل اجرای پروژه) که مصادف با زمان گرده افشانی و تشکیل دانه کینوا بود به ترتیب ۱۹ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. این درحالی است که برای کینوا دمای مناسب جوانه‌زنی و شروع رشد و نمو ۱۷-۱۳ درجه، دمای بهینه رشد رویشی ۲۵-۱۵ درجه و دمای بهینه رشد زایشی ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع آب و ژنوتیپ بر صفات زراعی و فیزیولوژیک کینوا به روش LSD

نوع آبیاری	ژنوتیپ	تیمار	بیوماس (Kg/h)	کلروفیل برگ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	ارتفاع گیاه (cm)	طول گل آذین (cm)	سطح برگ (cm^2)
۱	۱	۱	۲۴۱۳/۳ cd	۵۱/۱۱ b	۹۸/۱۵ c	۲۲/۵۷ a	۲۰۶/۴۹ bc
۱	۲	۲	۲۶۲۰ abcd	۴۹/۶۳ b	۹۱/۸۲ cd	۲۳/۷۸ a	۱۸۱/۸۱bc
۱	۳	۳	۲۶۰۶/۷ bcd	۵۵/۸۸ ab	۱۱۴/۵۲ ab	۱۸/۶۶ a	۱۴۶/۰۸ bc
۱	۴	۴	۲۴۷۴/۴ cd	۵۸/۱۷ a	۹۸/۵۴ c	۲۳/۳۷ a	۱۷۰/۷۵ bc
۲	۱	۵	۳۵۴۸/۹ ab	۵۳/۳۲ ab	۹۶/۴۱ cd	۲۰/۹۲ a	۱۳۸/۶۱ c
۲	۲	۶	۲۰۶۰ d	۴۲/۰۸ c	۸۳/۰۰ de	۲۲/۶۷ a	۱۲۹/۲۲ c
۲	۳	۷	۳۱۱۸/۹ abc	۵۱/۳۴ b	۱۲۰/۶۷ a	۲۱/۱۰ a	۱۶۷/۲ bc
۲	۴	۸	۳۱۲۸/۹ abc	۵۲/۰۹ ab	۱۰۳/۵۹ bc	۲۶/۰۰ a	۲۹۷/۷۸ a
۳	۱	۹	۳۶۴۵/۶ a	۵۱/۸۷ ab	۱۰۲/۹۹ bc	۲۶/۲۴ a	۳۰۹/۸ a
۳	۲	۱۰	۳۰۹۸/۹ abc	۵۰/۷۲ b	۷۶/۲۴ e	۲۲/۸۱ a	۱۲۱/۱۵ c
۳	۳	۱۱	۲۹۱۳/۳ abcd	۵۲/۴۲ ab	۱۲۴/۱۹ a	۲۰/۴۴ a	۲۳۱/۱۷ ab
۳	۴	۱۲	۲۶۷۵/۶ abcd	۵۶/۲۴ ab	۱۰۴/۶۳ bc	۲۱/۹۶ a	۱۸۳/۷۲ bc

نوع آبیاری ۱، ۲ و ۳ به ترتیب نشان‌دهنده زهاب، تلفیقی-تناوبی (نوبتی یا ترکیبی) و کارون/ژنوتیپ ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب نشان‌دهنده ژنوتیپ‌های "گیزا ۱"، "روزادا"، "تی تی کا" و "کیو ۲۶" میانگین‌های هرستون با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری باهم ندارند

معنی‌داری داشتند. برای زیست توده، طول گل آذین و سطح برگ در سطح ۰/۱ درصد و برای ارتفاع گیاه در سطح پنج درصد معنی‌دار بودند اما برای کلروفیل برگ

در بررسی مقایسات میانگین اثر متقابل هر دو عامل، از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) استفاده شد. اثر متقابل ژنوتیپ با نوع آب، پاسخ‌های متفاوت و

خوزستان اجرا شد. این پژوهش به صورت کرت‌های یک-بار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار به طوری که عامل اصلی، سطوح کیفیت آب آبیاری مشتمل بر استفاده از آب رودخانه کارون در مقطع جنوب اهواز (به‌عنوان تیمار شاهد)، زهاب مزارع کشت نیشکر شرکت و آبیاری تلفیقی-تناوبی (کاربرد یک در میان آب کارون و زهاب) و عامل فرعی چهار ژنوتیپ گیاه کینوا شامل "گیزا۱"، تی تی کاکا، روزادا و کیو ۲۶" بود. تنها منبع آب آبیاری مزارع نیشکر، رودخانه کارون بود. نتایج نشان داد که کشت زمستانه کینوا در خوزستان فقط با هدف تولید علوفه مناسب است. اثر متقابل نوع آب با ژنوتیپ نشان داد که بیشترین زیست‌توده براساس علوفه خشک مربوط به ژنوتیپ "گیزا۱" با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با آب کارون به میزان ۳۶۴۵/۶ کیلوگرم برهکتار بود که از نظر آماری با زیست‌توده تولید شده ژنوتیپ "روزادا" با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با زهاب به میزان ۲۶۲۰ کیلوگرم برهکتار در یک سطح بود.

پایش شوری عصاره اشباع خاک و روند تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک (ESP) منتج از نسبت جذب سدیم خاک (SAR)، در طول فصل رشد نشان داد که خاک مزرعه در تمامی لایه‌ها تا عمق یک متری برای دو تیمار مدیریت آبیاری با آب رودخانه کارون و مدیریت آبیاری تلفیقی-تناوبی (نوبتی و یا یک در میان) در وضعیت غیرشور- غیر سدیمی قرار گرفت. این در حالی است که خاک مزرعه تحقیقاتی قبل از کشت تا نیمرخ ۲۵ سانتی‌متری وضعیتی شور (با شوری عصاره اشباع ۵/۵۴ دسی‌زیمنس بر متر) و از لایه ۲۵ سانتی‌متری به پایین غیرشور بود. می‌توان بیان کرد که استفاده نوبتی از زهاب نیشکر و آب کارون نیاز به آبسویی در پایان فصل کشت را کاهش داده و همچنین برای قسمتی از اراضی جنوب و جنوب غرب خوزستان که منبع تامین آب شیرین (رودخانه کارون) دارای محدودیت است، راه حل مناسبی برای تولید کشت در بهار و تابستان می‌باشد. در

معنی‌دار نبود. بیشترین کلروفیل برگ را "کیو۲۶" کشت شده با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با زهاب به مقدار ۵۸/۱۷ (بر حسب سه بوته) داشت. به‌نظر می‌رسد نوع ژنوتیپ و رنگ طبیعی و ذاتی آن در این صفت تاثیر داشته باشد. "روزادا" گیاهی با رنگیزه صورتی است و "تی‌تی‌کاکا" ژنوتیپ زودرسی است که زود به زردی می‌گراید. نوع آب در ارتفاع گیاه اثر معنی‌دار آماری نداشت. اما ژنوتیپ در ارتفاع گیاه تاثیر بسیار معنی‌دار آماری داشت. به‌طور کلی "تی‌تی‌کاکا" بیشترین ارتفاع را در بین ژنوتیپ‌ها داشت. به‌طوری‌که متوسط ارتفاع این ژنوتیپ با استفاده از تیمار مدیریت آب کارون، ۱۲۴ سانتی‌متر، تیمار مدیریت آبیاری نوبتی، ۱۲۰ سانتی‌متر و تیمار مدیریت آبیاری در استفاده از زهاب، ۱۱۴ سانتی‌متر بود. این درحالی است که "تی‌تی‌کاکا" در کشت پاییزه ارتفاع کوتاهی دارد (طاوسی و لطفعلی آینه، ۱۳۹۶). در صورتی که در کشت زمستانه و با استفاده از انواع تیمارهای کیفی مدیریت آب آبیاری حتی زهاب کشاورزی بیشترین ارتفاع را داشت. نوع آب و نوع ژنوتیپ در طول گل‌آذین اثر معنی‌دار آماری نداشت. به‌نظر می‌رسد رشد علوفه‌ای در کشت زمستانه موجب این امر شده باشد. بیشترین طول گل‌آذین را "گیزا۱" به‌میزان ۲۶/۲۴ سانتی‌متر در استفاده با آب کارون داشت. سطح برگ در تمامی سطوح آماری عامل اصلی و فرعی و اثرات متقابل آنها معنی‌دار بود. بیشترین سطح برگ را ژنوتیپ "گیزا۱" کشت شده با استفاده از مدیریت آبیاری با آب کارون به میزان متوسط ۳۰۹/۸ (بر حسب یک بوته) داشت.

نتیجه‌گیری

این تحقیق به‌منظور بررسی امکان استفاده از زهاب کشاورزی حاصل از کشت مزارع نیشکر در آبیاری محصولات زراعی جایگزین از جمله زراعت زمستانه کینوا به‌مدت یک سال زراعی و از نیمه بهمن ماه ۱۳۹۷ تا پایان اردیبهشت ماه ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک‌خان در جنوب استان

مساله ضمن جلوگیری از آلودگیهای زیست محیطی به دلیل کاهش تخلیه زهاب، باعث افزایش درآمد و اشتغال برای کشاورزان جنوب خوزستان شده و همچنین می توان قسمتی از اراضی آیش شرکت های کشت و صنعت نیشکر را در مواقع خشکسالی توسط این زهاب به زیر کشت برد. ثابت بودن تغییرات شوری زهاب مزارع نیشکر در سال های اخیر ناشی از به تعادل رسیدن آب آبیاری و آب شور زیرزمینی و همچنین وجود زهکشی زیرزمینی مناسب مزارع، باعث می شود تحقیق یکساله از گیاه کینوا با استفاده از زهاب در جهت پایش خاک و شناخت ارقام به دلیل عدم تغییر در عملکرد و شرایط خاک (ناشی از آبشویی در پایان فصل) کافی باشد. هرچند تحقیقات تکمیلی مانند استفاده از گیاهان و ارقام و لاین های مختلف، تاثیر روش های کاشت، تاثیر عوامل تغذیه های کودی، بررسی علوفه برای خوراک دام در هنگام بازچرخانی زهاب بسیار مورد نیاز و پراهمیت است.

قدردانی

از کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک خان به- عنوان پیشرو در این کار تحقیقاتی، از سازمان آب و برق خوزستان به عنوان متولی آب و زهاب استان و حامی مالی پروژه، از مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان به عنوان بازوهای تحقیقاتی و حامیان پروژه، قدردانی می شود.

تیمار مدیریت آبیاری با زهاب، خاک تا لایه ۲۵ سانتیمتری به دلیل شوری آب و اثر مضاعف تبخیر از سطح خاک، در وضعیت شور باقی ماند. اما از عمق ۷۵ سانتی متری سطح خاک به پایین، شرایط خاک که با میزان شوری دو دسی زیمنس بر متر قبل از زمان کشت در حالت غیر شور بود، به وضعیت شور با درصد سدیم قابل تبادل خاک هفت و شوری عصاره اشباع خاک چهار دسی زیمنس بر متر رسید. در این تحقیق هنگام استفاده از زهاب در هفت مرتبه عملیات آبیاری، ۴۸ تن نمک به ازای هر هکتار به خاک اضافه شد. از این ۴۸ تن نمک، مقدار ۶/۱۱ تن به ازای هر هکتار تا عمق ۱۰۰ سانتی متری خاک وارد شد و بقیه املاح از نیمرخ خاک توسط زهکش های زیرزمینی خارج شد. هرچند ممکن است قسمتی از املاح در لایه های پایین تر از عمق ۱۰۰ سانتی متری خاک تجمع کرده باشند که با آبشویی قبل از آماده سازی زمین در اول فصل کشت از طریق زهکش ها خارج خواهند شد. این مهم به دلیل زهکشی زیرزمینی مناسب اراضی مورد تحقیق می باشد و اهمیت زهکشی در بازچرخانی زهاب کشاورزی و عملیات شورورزی برای حفاظت خاک را نشان می دهد. علاوه بر این، زهکشی مزارع مورد استفاده با زهاب، می تواند کشت ارقام و گیاهان مقاوم تر را بصورت پلکانی در جهت حذف کامل زهاب مورد اهمیت قرار دهد. با توجه به حجم تولید زهاب در منطقه، می توان با استفاده از زهاب و کاشت گیاهان شورزیست مانند کینوا و ارقام متحمل به شوری گیاهان زراعی و صنعتی مانند برنج، پنبه، کنف، چغندر قند، جو، گندم و سورگوم به عملکرد مناسبی رسید. این

فهرست منابع

۱. باقری، م. ۱۳۹۷. دستنامه زراعت کینوا. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.
۲. بی نام. ۱۳۹۷. گزارش مطالعاتی مدیریت زهاب و استفاده مجدد از زهاب. معاونت طرح و توسعه شبکه های آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان، اهواز، ایران.

۳. خلیلی، س. بستانی، ا. و باقری، م. ۱۳۹۸. اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری و فسفر بر برخی خصوصیات خاک و گیاه کینوا. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، الف، جلد ۳۳، شماره ۲.
۴. جمالی، ص. و شریفان، ح. ۱۳۹۷. بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا رقم تی‌تی‌کاکا. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد بیست و پنجم، شماره ۲، صفحات: ۲۶۶-۲۵۱.
۵. سپهوند، ن. ۱۳۹۲. بررسی سازگاری، ویژگی‌های زراعی، فنولوژیکی و ارزش کیفی محصول گیاه کینوا در ایران. گزارش نهایی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز اطلاعات و مدارک علمی و تحقیقاتی کشاورزی، شماره ثبت: ۴۴۰۲۶.
۶. عباسی، ف.، سهرابی، ف. و عباسی، ن. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، جلد ۱۷ شماره ۶۷، صفحه‌های ۱۲۸-۱۱۳.
۷. صالحی، م. و دهقانی، ف. ۱۳۹۷. راهنمای کاشت، داشت و برداشت کینوا در شرایط شور. مرکز ملی تحقیقات شوری، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.
۸. طاوسی، م. و لطفعلی‌آینه، غ.ع. ۱۳۹۶. کشت کینوا و نتایج تحقیقات مربوط به آن. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.
۹. طاوسی، م. و لطفعلی‌آینه، غ.ع. ۱۳۹۷. بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های کینوا. پانزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
۱۰. طاوسی، م. لطفعلی‌آینه، غ.ع. و جوادزاده، م. ۱۳۹۷. مقایسه عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و تحمل به شوری ژنوتیپ‌های کینوا در شرایط خاک‌های شور و نیمه شور جنوب خوزستان. پانزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
۱۱. طاوسی، م.، کردونی، ع.، مهدوی مجد. ج. ۱۳۹۸. بررسی امکان تولید بذر-علوفه از گیاه کینوا در فصول مختلف و تعیین ارزش غذایی آن. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. ص ۳۸-۱.
۱۲. کردونی، ع.، طاوسی، م.، مهدوی مجد، ج.، طاهری دزفولی، ب. و عنافچه، ز. ۱۳۹۹. تعیین ارزش غذایی سه رقم کینوا (گیزا ۱، روزادا و کیو ۲۰۱) در سه مرحله برداشت. نشریه تحقیقات کاربردی در علوم دامی. شناسنامه دیجیتال 10.22092/aasrj.2.2.342663.1199
۱۳. ناصری، ا.، عباسی، ف. و اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، جلد ۱۸ شماره ۶۸، صفحه‌های ۳۲-۱۷.
14. Algozaibi, A.M., El-Garawany, M.M., Badran, A.E., and Almadini, A.M. 2015. Effect of Irrigation Water Salinity on the Growth of Quinoa Plant Seedlings. *J. Agric. Sci.* 7: 8. 205.
15. FAO. 2002. Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-Arid Areas, FAO Irrigation and Drainage Paper 61.
16. Koyro, H.W., and Eisa, S.S. 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa* Willd. *Plant and Soil.* 302: 1-2. 79-90.
17. Jacobsen, S.E., Christiansen, J.L., and Rasmussen, J. 2010. Weed harrowing and inter-row hoeing in organic grown quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Outlook on Agriculture*, 39: 3. 223-227.

18. Panuccio, M.R., S.E. Jacobsen, S.S. Akhtar and A. Muscolo. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. Oxford Journals, Science & Mathematics, AOB PLANTS, Volume 6.
19. Peterson, A. and K. Murphy. 2015. Tolerance of lowland quinoa cultivars to sodium chloride and sodium sulfate salinity. Crop Science. 55: 331-338.
20. Rao, N. K., K.U. Rahman and S. Ismail. 2013. Quinoa: prospects as an alternative crop for salt-affected areas. In: Proceedings (Book of Abstracts) of 3rd International Conference on: Neglected and Underutilized Species (NUS): for a Food-Secure Africa, 25-27.
21. Sezen, S. M., A. Yazar, S. Tekin, M. Yildiz. 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.
22. Yazar, A., Incekaya C, Sezen S. M., & Jacobsen S-E. 2015 Saline water irrigation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under Mediterranean conditions. Crop & Pasture Science. 66: 993–1002.
23. Yazar, A., S. Metin, B. Yeşim, İ. Çiğdem and T. Servet. 2017. Effect of Planting Times and Saline Irrigation of Quinoa Using Drainage Water on Yield and Yield Components under the Mediterranean Environmental Conditions. International Journal of Research in Agriculture and Forestry, vol. 4, no. 8, pp. 8-16.

Investigation of the Effects of Sugarcane Drainage Water for Quinoa Cultivation in Southern Khuzestan on Crop Yield and Soil Salinity and Sodictiy Changes

A. Mokhtaran¹, M. Tavoosi, P. Varjavand, and S. Sepehri sadeghian

Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahwaz, Iran. *alimokhtaran@gmail.com*

Researcher, Seed and Plant Improvement Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Ahwaz, Iran. *tavoosimehr@yahoo.com*

Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahwaz, Iran. *pvarjavand@yahoo.com*

Assistant Professor, Irrigation and Drainage Department, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. *sepehri_saloome@yahoo.com*

Received: April 2020, and Accepted: September 2020

Abstract

In Khuzestan Province, drainage water production from various activities, especially agriculture, is a serious problem. In order to optimize the use of drainage water, cultivation of salinity resistant crops can be considered as a suitable practice. Therefore, in 2019, a study was conducted to investigate the possibility of recycling drainage water of sugarcane fields for winter cultivation of quinoa in the Research Farm of Mirza Kuchak Khan Sugarcane Agro-Industry Company in southern Khuzestan. This study was performed as split plots with a complete randomized block design with two factors and three replications. The main factor was the management of irrigation water including the use of Karun river water, drainage water of sugarcane fields, and intermittent-periodic irrigation (alternating application of Karun water and drainage water). The sub-plots were allocated to four genotypes of quinoa including "Giza1, Titicaca, Rosada, and Q26". Interaction of irrigation water type with genotype showed that the highest biomass in terms of dry forage (3645.6 kg/ha) belonged to Giza1 genotype using irrigation with Karun water, which statistically had no difference with the Rozada biomass (2620 kg /ha) using irrigation with drainage water. Monitoring of soil "ECe" and "ESP" during the growing season showed that for the two treatments of irrigation with the water of the Karun River and intermittent-periodic irrigation, the farm soil up to 1 meter depth was non saline and non-sodic. This is while before cultivation of quinoa, the soil layer of 0- 25 cm was saline (5.54 dS/m) and the deeper parts were non-saline. In irrigation with drainage water, the 0-25 cm layer soil remained saline due to the effect of evaporation. However, in layers deeper than 75 cm, due to the accumulation of salts compared to pre-planting (ECe=2 dS/m), salinity reached ECe=4dS/m and ESP=7%. These results indicate the need for leaching at the end of the growing season and the importance of drainage for salt outflow from agricultural lands to maintain soil salt balance in areas where drainage water recycling is practiced.

Keywords: Halophyte, Unconventional water, Soil salinity monitoring, Intermittent-periodic irrigation, Irrigation management

¹-Corresponding author: Ahwaz. Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center Agricultural Engineering Research Department.