نخستین همایش ملی *کم‌آبیاری* و استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی مناطق خشک
قطب علمی مدیریت کم‌آبیاری و آب نامتعارف
۲۹ و ۳۰ بهمن ۱۳۹۹

اثر استفاده از زهاب مزارع نیشکر روی خصوصیات شیمیایی خاک و محصول گیاه کینوا در استان خوزستان

علی مختاران[۱]، مهرزاد طاوسی[۲]، پیمان ورجاوند[۳]، سالومه سپهری صادقیان[٤]، پیوند پاپن[٥] و بابک شیخانی[٦]

چکیده

در مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان، تولید زهاب کشاورزی یکی از مشکلات جدی است. به‌منظور بررسی امکان بازچرخانی زهاب برای زراعت کینوا با هدف تولید علوفه، تحقیقی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در جنوب غرب خوزستان انجام شد. این پژوهش به‌صورت کرت‌های یک‌بارخرد شده درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی سطوح کیفی آب آبیاری مشتمل براستفاده ازآب رودخانه‌کارون، زهاب نیشکر و آبیاری یک درمیان آب کارون و زهاب و عامل فرعی، چهار ژنوتیپ کینوا شامل گیزا۱، تی‌تی‌کاکا، روزادا وکیو۲٦ بود. نتایج نشان داد بیشترین زیست توده مربوط به ژنوتیپ گیزا۱ با تیمار آبیاری با آب‌کارون به‌میزان۳٦٤٥/٦کیلوگرم درهکتار بود که از نظر آماری با زیست توده تولید شده ژنوتیپ روزادا با تیمارآبیاری با زهاب به‌میزان۲٦۲۰کیلوگرم درهکتار دریک گروه قرار گرفت. پایش شوری خاک و تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک درطول تحقیق نشان داد که خاک مزرعه تا عمق یک متری در دو تیمارآبیاری با آب کارون و آبیاری یک درمیان، در وضعیت غیرشور-غیر سدیمی قرار داشت. همچنین درتیمار آبیاری با زهاب، خاک تا لایه ۲۵ سانتی‌متری به‌دلیل شوری آب و اثر مضاعف تبخیر ازسطح خاک، در وضعیت شور باقی ماند. اما از عمق۷۵ سانتی‌متری خاک به پایین، شرایط خاک از شوری۲ دسی‌زیمنس بر متر قبل از کشت، به وضعیت شور با سدیم

۱ - استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکزتحقیقات وآموزش کشاورزی ومنابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش وترویج کشاورزی، اهواز، ایران.alimokhtaran@gmail.com (* نویسنده مسئول)
۲ - محقق بخش تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر، مرکزتحقیقات وآموزش کشاورزی ومنابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش وترویج کشاورزی، اهواز، ایران.tavoosimehr@yahoo.com
۳ - استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکزتحقیقات وآموزش کشاورزی ومنابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش وترویج کشاورزی، اهواز، ایران. Pvarjavand@yahoo.com
٤-استادیار پژوهشی بخش آبیاری و زهکشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج. ایران.Sepehri_saloome@yahoo.com
٥ - کارشناس دفتر توسعه و ترویج روش‌های نوین آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان.Payvand_p2006@yahoo.com
٦ - مدیر برداشت و فعالیت‌های اقتصادی غیرنیشکری کشت و صنعت میرزاکوچک خان. Sheikhbabak2@gmail.com

قابل تبادل خاک۷٪ و شوری عصاره اشباع خاک ٤دسی‌زیمنس برمتر رسید. براساس این داده‌ها، زهکشی اراضی و آبشویی در پایان فصل کشت در بازچرخانی زهاب کشاورزی، برای حفظ بیلان نمک در خاک، ضرورت دارد.
واژهای کلیدی: *گیاه شورزیست، آب نامتعارف، پایش خاک، آبیاری تلفیقی-تناوبی، مدیریت آبیاری*

مقدمه

در استان خوزستان به‌عنوان یکی از مناطق خشک کشور، تولید زهاب از بخش‌های مختلف به‌ویژه کشاورزی، یکی از مشکلات جدی است(۲). در این استان، نزدیک چهار میلیارد مترمکعب زهاب درسال تولید می‌شود که حجم زهاب شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوضهٔ کارون به‌تنهایی حدود دو میلیارد مترمکعب درسال است(۲). واحدهای توسعهٔ نیشکر و مزارع پرورش ماهی از تولیدکنندگان اصلی زهاب این حوضه هستند. یکی از مناطقی که زهاب در آن انباشته و درحال حاضر به دغدغه‌ای جدی تبدیل شده، حوضچه‌های تبخیری جنوب اهواز درمنطقهٔ مرزی با عراق است. شوری آب در ابتدای حوضچه‌ها بین۵ تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر است و در انتها به حدود۱۲۰دسی‌زیمنس بر متر می‌رسد(۲). این زهاب، به‌خصوص هنگام ورود به حوضچه‌ها که دارای کمترین شوری است، بسیار ارزشمند بوده 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 سالیانه کشت و صنعت‌های نیشکر که به کشت های 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(١٤). زهاب با کیفیت مناسب به‌طور مستقیم و یا به‌صورت مخلوط با آب شیرین می‌تواند برای تولید محصول، مورد استفاده قرارگیرد. تلفیق زهاب با آب شیرین به دو صورت، استفاده تناوبی و اختلاط امکان‌پذیر است. نتایج تحقیقات در هند، پاکستان، آسیای مرکزی و مصر نشان می‌دهد که آبیاری سطحی با استفادهٔ 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. کلیهٔ گیاهان حتی ارقام متحمل به شوری در دوران اولیهٔ 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 پیش آبیاری با آب مناسب در نظر گرفته شود و در آبیاری‌های بعد، از زهاب استفاده شود. درچنین شرایطی، استفاده از زهاب با میزان شوری بیشتر ازحد آستانه توأم با حفظ محصول امکان‌پذیرخواهد بود(۱۰). 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 خوزستان به‌خصوص در مرکز وجنوب استان، می‌تواند با اهمیت باشد. کینوا گیاهی یک ساله است و به‌منظور تولید دانه و علوفه کشت می‌شود. پروتئین کینوا از نظر کمّی و کیفی بهتر از دانه غلات متداول است و تعادل اسید آمینه مطلوب‌تری برای تغذیه انسان و دام نسبت به گندم دارد(٦). بذر، کاه و کلش و همچنین علوفه سبز کینوا به‌دلیل پروتئین بالا برای دام و طیور قابل استفاده است. کینوا می‌تواند به‌عنوان یک گیاه علوفه‌ای

نیز مورد توجه قرارگیرد(۵). کردونی و همکاران(۹) در پژوهشی با هدف بررسی ارزش کمی و کیفی علوفه کینوا برای سه ژنوتیپ(گیزا ۱[1]، روزادا[2] کیو۱۰۲[3] در استان خوزستان نشان دادند که علوفه هرسه ژنوتیپ در هرسه مرحله برداشت(شروع دانه بندی، شیری شدن دانه و رسیدگی کامل) به لحاظ انرژی قابل متابولیسم دارای کیفیت مناسبی است. ازنظردرصد پروتئین خام، دو ژنوتیپ گیزا۱ و روزادا نسبت به ژنوتیپ کیو۱۰۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. طاوسی و همکاران(۸)، دراستان خوزستان عملکرد تولید علوفه خشک گیاه کینوا درفصل زمستان بیش از تن درهکتار بدست آمد. رائو وهمکاران(۱۳)، عملکرد زیست توده سبزکینوا را ٤/۳ کیلوگرم در مترمربع گزارش کردند. آنها کینوا را به‌عنوان یک محصول تولید علوفه پیشنهادی درتناوب زراعی مناطق شور معرفی کردند. پانوچیو وهمکاران(۱۲) برای پی‌بردن به ساز و کار فیزیولوژیکی تحمل به شوری درکینوا که به‌عنوان یک هالوفیت شناخته می‌شود، اثرات آب دریا و نمک‌های مختلف را بر روی جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و فعالیت آنتی‌اکسیدان بذر این گیاه بررسی کردند. آنها مشاهده کردند که در زمان جوانه‌زنی، غلظت‌های پائین نمک‌ها، سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد(آب خالص) افزایش داد اما رشد گیاهچه به نوع وغلظت‌های مختلف نمک عکس‌العمل مختلف نشان داد. یازار و همکاران(١٤)، پژوهشی به‌منظور بررسی رقم تی‌تی‌کاکا[4] استفاده ازآب شور با غلظت‌های(۱۰،۲۰،۳۰ و٤۰ دسی‌زیمنس برمتر) درمقایسه با آب شیرین درمنطقه آدنا ترکیه انجام دادند. نتایج نشان داد که عملکرد با آب شور از غلظت۳۰ دسی‌زیمنس برمتر به بالا کاهش یافت. همچنین تنش شوری و تنش خشکی درکنار هم به‌طور معنی‌داری برعملکرد دانه و زیست توده موثر بود. نتایج یازار و همکاران(۱۵) نشان داد که در شرایط کمبود آب می‌توان زهاب را برای آبیاری کینوا استفاده کرد و سطوح آبیاری و زمان کاشت به‌طور معنی‌داری عملکرد و اجزا عملکرد را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. جمالی و شریفان(٤) در پژوهشی با هدف بررسی اثر سطوح مختلف شوری برعملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا(رقم تی‌تی‌کاکا)، ۵ سطح اختلاط آب شور دریا(۲۵/٤ دسی زیمنس بر متر) و آب شهری(۰/۵ دسی‌زیمنس برمتر) شامل۰ ، ۱۵، ۳۰، ٤۵ و٦۰ درصد اختلاط آب دریا و آب شهری که به‌ترتیب معادل شوری(۰/۵، ٤/۳، ۸، ۱۱/۸ و ۱۵/۵ دسی‌زیمنس برمتر) در شرایط گلخانه‌ای و درگلدان 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 ۱۵درصد اختلاط آب دریا و آب شهری(شوری٤/۳دسی‌زیمنس برمتر) 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 بود. همچنین با افزایش شوری به‌ترتیب از تیمار صفر به ۱۵ درصد اختلاط آب دریا و آب شهر، وزن خشک اندام هوایی را تا ۲۳ درصد کاهش داد. طاوسی و همکاران(۷) عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و تحمل به شوری ژنوتیپ‌های مختلف کینوا را درشرایط خاک‌های شور و نیمه شور جنوب خوزستان بررسی کردند و نشان دادند که ژنوتیپ‌های روزادا، کیو۲٦ و گیزا۱ گزینه‌های مناسبی برای تولید با شوری۱٤

[1]-Giza1
[2]-Rosada
[3]-Q102
[4]-Titicaca

دسی‌زیمنس برمتر هستند. خلیلی و همکاران(۳) تاثیر سطوح شوری و فسفر بر برخی ویژگی‌های گیاه کینوا در شرایط گلخانه‌ای را بررسی کردند. تیمارهای آزمایش شامل شوری آب آبیاری در شش سطح، شاهد(۰/۷)، ۳، ٦، ۹، ۱۲و ۱۵ دسی‌زیمنس برمتر و فسفر از طریق اضافه کردن به خاک از منبع سوپر فسفات تریپل درچهار سطح ۰، ۵۰،۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری تا ۱۵دسی‌زیمنس برمتر ارتفاع گیاه ۱۸/٦۵درصد و طول پانیکول ۵۲/٤ درصد کاهش و غلظت سدیم در گیاه ۱۸/۵درصد افزایش یافت. همچنین با افزایش فسفر به خاک تا سطح ۱۰۰ کیلو گرم 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. کویرو و ایسا (۱۱) در پژوهشی نشان دادند که گیاه کینوا در شرایط استفاده ازآب شور با غلظت‌های(۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰و ۵۰۰)میلی‌مولار نمک (Nacl) که معادل(۰، ۲۰، ٤۰، ٦۰، 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 کل خواهد شد. در تحقیق حاضر، اثراستفاده از زهاب مزارع نیشکر بر ویژگی‌های شوری و سدیمی خاک و عملکرد گیاه کینوا در ژنوتیپ‌های مختلف به‌منظور افزایش بهره‌وری آب 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 تأثیر آنها بر تجمع املاح در نیمرخ خاک و تعیین ژنوتیپ‌های سازگارتر کینوا با شرایط آب و خاک، 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 ۱۳۹۸در یکی از مزارع نیشکر شرکت میرزا کوچک خان واقع درجنوب غرب خوزستان، ۷۵ کیلومتری جادهٔ اهواز-خرمشهر، اجرا شد. علت اصلی کشت کینوا در این تاریخ با هدف تولید علوفه کینوا و به‌دلیل وجود زهاب مزارع نیشکر ناشی از شروع عملیات آبیاری است که از اوایل اسفندماه تا نیمه مهرماه هرسال اتفاق می‌افتد. این منطقه از استان خوزستان ازنظر اقلیمی جزو مناطق خشک کشور به‌شمار می‌آید. ارتفاع از سطح دریا ۱۲متر و میانگین بارش سالانه از۱۵۰میلی‌متر تجاوز نمی‌کند. تبخیر و تعرق سالیانه برحسب روش پنمن- مانتیث- فائو۲۵۰۰-۲٤۰۰میلی‌متر می‌باشد. مجهز بودن مزرعه به سامانهٔ زهکشی زیرزمینی با عمق کارگذاری۲ متر و فاصله لاترال‌های۵٦ متری و مجاورت آن با ایستگاه هواشناسی و زهکش جمع‌کننده میانی مزارع نیشکر، موقعیت مناسبی برای تحقیق با استفاده از زهاب فراهم آورده است. این پژوهش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی، سطوح کیفیت آب آبیاری مشتمل براستفاده از آب رودخانه کارون در مقطع جنوب اهواز(به‌عنوان تیمار شاهد)، زهاب مزارع نیشکر و آبیاری‌تلفیقی-تناوبی(کاربرد یک در میان آب کارون و زهاب) و عامل فرعی چهار ژنوتیپ گیاه

کینوا شامل" گیزا۱، تی‌تی‌کا کا، روزادا و کیو۲۶" بود. تنها منبع آب آبیاری مزارع نیشکر، رودخانه کارون است. متوسط سالانه کیفیت آب رودخانه کارون در مقطع جنوب خوزستان بین ۲ تا ٤ دسی‌زیمنس برمتر است. همچنین شوری میانگین زهاب مزارع نیشکر درطول سال ٦ تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. مشخصات خاک محل اجرای تحقیق در(جدول۱) آمده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونهٔ خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	رطوبت وزنی ظرفیت زراعی(درصد)	رطوبت وزنی نقطه پژمردگی(درصد)
۰-۲۵	لومی رسی	٥/٥٤	۱/۳۹	٤۰/۸۳	۱۹/۹۷
۲۵-۵۰	رس	۲/٥٥	۱/۳۷	۳۳/٥	۱٥/۰۹
٥۰-۷٥	لوم رسی سیلتی	۲	۱/٤٦	٤٦/۹۸	۱۷/۲۲
۷٥-۱۰۰	لوم رسی سیلتی	۲/۲	۱/٤	٤۲/۲۸	۱٦/۱

تهیه بستر کاشت همانند سایر بذور ریز و محصولات دانه‌ریز انجام شد و بذور ژنوتیپ‌ها در تاریخ ۱٥ بهمن‌ماه کشت شد. هر کرت آزمایشی شامل ۸ خط کاشت به‌طول۱۰ متر بود. تعداد جوی و پشته‌ها درهرکرت آماری ۸ عدد و هر رقم در دو طرف جوی محل داغاب پشته ها کشت شد. فاصله خطوط کاشت ۷٥ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط ٥ سانتی‌متر منظور شد. فاصله بین تکرارها ۲ متر به‌صورت نکاشت قرارداده شد. مصرف کود به‌میزان ۱۲٥ کیلوگرم فسفات، ۱۰۰کیلوگرم کود پتاس و۱۰۰ کیلوگرم اوره(٤۰ درصد قبل از کشت و٦۰ درصد به‌صورت سرک) انجام شد(٦). 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، رسیدگی‌کامل، طول‌گل‌آذین، سطح برگ، ارتفاع گیاه و ماده خشک در پایان دوره رشد یادداشت برداری شد. پس از کامل شدن دوره رشد، عملیات برداشت بذور با مشاهده اولین علائم رسیدگی(٥۰٪ سنبله‌ها زرد شده باشند) صورت گرفت و ساقه‌های گل‌دار درمحل سایه آفتاب پهن و خشک شدند و پس از چند روز کوبیده و جداسازی شدند. در این تحقیق، آبیاری بر اساس کمبود رطوبت خاک و با توجه به ضریب مدیریت‌آبیاری(MAD) معادل ۷۰ درصد ظرفیت نگهداری آب درخاک برای گیاهان متحمل به شوری تا ۱۲دسی زیمنس برمتر، انجام شد. درهر بار آبیاری، میزان آب مصرفی با استفاده ازWSC فلوم تیپ چهار برای هرسه عامل آبیاری جداگانه اندازه‌گیری شد. آب کارون بعد از دریچه 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 برای تثبیت بذر و سبزشدن گیاه، مجدد عملیات آبیاری با اعمال تیمار مدیریت آبیاری برای هرکرت نواری انجام شد. درهر دور آبیاری نمونه آب برای اندازه‌گیری‌های کیفی گرفته شد. همچنین قبل زمان کاشت، اوایل فصل، وسط و انتهای فصل کشت با نمونه‌گیری خاک در چهار لایه ۲٥-۰، ٥۰-۲٥، ۷٥-٥۰ و۱۰۰-۷٥

[1]-Q26

سانتی‌متری ازسطح زمین، روند تغییرات املاح و شوری خاک$(pH, EC, SAR, ESP, Na, Cl)$ در هر تیمار آبیاری به‌طور جداگانه بررسی و تحلیل شد. در مطالعات اثر آبیاری و زهکشی برگیاه، همبستگی بسیار زیادی بین غلظت نمک محلول(میلی‌گرم بر لیتر) و هدایت الکتریکی محلول(دسی‌زیمنس برمتر) وجود دارد. این همبستگی برای شوری‌های مختلف در رابطه(۱) آورده شده است:

$$\begin{aligned} &1mg/lit = 640*1\ dS/m && EC<5\ dS/m \\ &1mg/lit = 840*1\ dS/m && 5<EC<10\ dS/m \\ &1mg/lit = 920*1\ dS/m && EC>10\ dS/m \end{aligned} \qquad (۱)$$

با در نظرگرفتن جریان ماندگار آب درخاک به‌شرح زیر، می‌توان معادله تعادل نمک را درناحیهٔ ریشه به‌صورت رابطه(۲) بیان کرد(۱۰):

$$\Delta S = S_{IW} - S_R^* \qquad (۲)$$

S_{IW} =نمک‌هایی که در اثرآبیاری به خاک نفوذ می‌کنند، S_R^* = نمک‌های مقدار خالص آب نفوذی به زیر منطقهٔ ریشه وΔS = تغییرات ذخیرهٔ نمک در ناحیهٔ ریشه است.

نتایج و بحث

-نیازآبی وحجم‌آب کاربردی

آب کاربردی مورد نیازگیاه کینوا با توجه به هوا و اقلیم جنوب خوزستان، بافت خاک منطقه(رس تا لومی رسی سیلتی)، تغییرات شوری زهاب مزارع نیشکر درطول فصل رشد(حداکثر۱۲دسی‌زیمنس بر متر در اواخر بهمن ماه و حداقل۶/۲۳ دسی‌زیمنس بر متر اردیبهشت ماه) و تغییرات شوری آب رودخانه کارون دردوره رشد گیاه (حداکثر۱/۶۳ دسی‌زیمنس برمتر در بهمن ماه و حداقل۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر در اردیبهشت ماه) به روش پنمن- مانتیث-فائو برآورد شد. برنامه‌ریزی آبیاری با فرض حداکثرعمق توسعه ریشه۵۰ سانتی‌متری، تلفات عمقی ٪۱۵ و تطبیق آن با اندازه‌گیری‌های دوره‌ای رطوبت خاک تا عمق توسعه ریشه گیاه انجام شد. درجدول‌های۲ تا ٤، تبخیر وتعرق پتانسیل، ضریب گیاهی، نیاز آبی خالص گیاه کینوا و برنامه‌ریزی آبیاری در مزرعه تحقیقاتی آورده شده است.

جدول۲- اطلاعات هواشناسی و تبخیر و تعرق پتانسیل در دورهٔ کشت (بهمن‌ماه ۹۷ تا پایان اردیبهشت ۹۸)

	حداقل	حداکثر	متوسط
دما حداقل (سانتی‌گراد)	۱/۸	۲۳/۸	۱۲/٦
دما حداکثر (سانتی‌گراد)	۱٤/٦	٤۲	۲۸/۳
رطوبت حداقل (درصد)	۱۸	٦۸	٤۳
رطوبت حداکثر (درصد)	۸۷	۹۸	۹۰/٥
میانگین سرعت باد (متر بر ثانیه)	۱/۷	۱۰/۳	٦
تعداد ساعات آفتابی	۰	۱۲/٥	٦/۲٥
میانگین تبخیر(میلی‌متر در روز)	۲/۱	٦/٥	٤/۳
تبخیر و تعرق پتانسیل (میلی‌متر)	۸۹	۳۰۲	۱۹۱/۲٥

جدول۳ -ضرایب گیاهی اصلاح شده و نیاز آبی کینوا در ماههای مختلف رشد

آیتم	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	مجموع
ضریب گیاهی	۰/۳٥	۰/٥٥	۰/۷	۰/٤	–
دورهٔ رشد (روز)	۳۰	۲۹	۳۱	۱٥	۱۰٥
تبخیروتعرق گیاه(میلی‌متر)	۳۱/۲	۸٦/٤	۱٥۱/۹	٥۸/٥	۳۲۷/۹
نیاز آبی باتوجه به باران موثر(میلی‌متر)	۸۱/۲	۷٤/۸	۱٥۱/۹	٥۸/٥	۳٦٦/۳
درصد آبشویی برای زهاب	۰/۳٥	۰/۲٥	۰/۲	۰/۱۷	–
درصد آبشویی برای کارون	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۳	۰/۰۳	–
نیاز آبی خالص براساس آبشویی زهاب(میلیمتر)	۱۰٥/٤۳	۸٤/۲۸	۱٥۹/٤	٥۸/۸٤	٤۰۷/٦۸
نیازآبی‌خالص‌براساس‌آبشویی کارون(میلی‌متر)	۸۱/۱٥	۷٤/۷۹	۱٥۱/۹	٥۸/٤	۳٦٦/۳
نیازناخالص‌آبیاری زهاب(میلی‌متر)	۱٥۰/٦۱	۱۲۰/٤	۲۲۷/۳٤	۸٤/۰٥	٥۸۲/٤
نیازناخالص‌آبیاری کارون(میلی‌متر)	۱۱٥/۹۳	۱۰٦/۸٥	۲۱۷	۸۳/٥	٥۲۳/۳

ضریب گیاهی کینوا در نشریه فائو٥٦ موجود نیست. این ضریب با توجه به مقاوم بودن گیاه کینوا به شوری، از گیاهان مشابه مانند"جو" که تا شوری۱۲ دسی‌زیمنس برمتر برای داشتن ۹۰ درصد عملکرد محصول مقاومت نشان می‌دهند، انتخاب شده است. نیازآبی خالص گیاه درطول دوره رشد ۳۲۸ میلی‌متر برآورد شد. با در نظر گرفتن باران موثر، درصد آبشویی و راندمان کاربرد ۷۰ درصد آب درقطعه زراعی(با توجه حذف رواناب سطحی به‌دلیل داشتن فاروهای انتها بسته)، می‌توان نیاز آبی گیاه را درطول فصل رشد برای آب کارون ٥۲۳ میلی‌متر و برای زهاب مزارع نیشکر٥۸۳ میلی‌متر در نظرگرفت. تفاوت نیاز آبی گیاه در استفاده از آب رودخانه کارون و زهاب به‌علت تفاوت درکیفیت آب و نیاز آبشویی متفاوت می‌باشد. با توجه به برآورد نیاز آبی ناخالص گیاه در قطعه زراعی، دور آبیاری براین اساس مشخص شد(جدول٤).

جدول٤- مقادیر محاسبه شده دور آبیاری کینوا براساس نیاز آبی ناخالص و سایر پارامتر های مورد نیاز درمدیریت آبیاری با زهاب

آیتم	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
نیاز آبی ناخالص(زهاب)	۵	٤/۱۵	۷/۳۳	۲/۷۱
AW (اعشار)	۰/۱۹۵	۰/۱۹۵	۰/۱۹۵	۰/۱۹۵
MAD (اعشار)	۰/۸٦	۰/۷۸	۰/۷	۰/۸۲
Drz (متر)	۰/۲	۰/۳	۰/۵	۰/۵
RAW (متر/ متر)	۳۳/۵٤	٤۵/٦۳	٦۸/۲۵	۷۹/۹۵
F (روز)	۷	۱۱	۱۰	۳۰

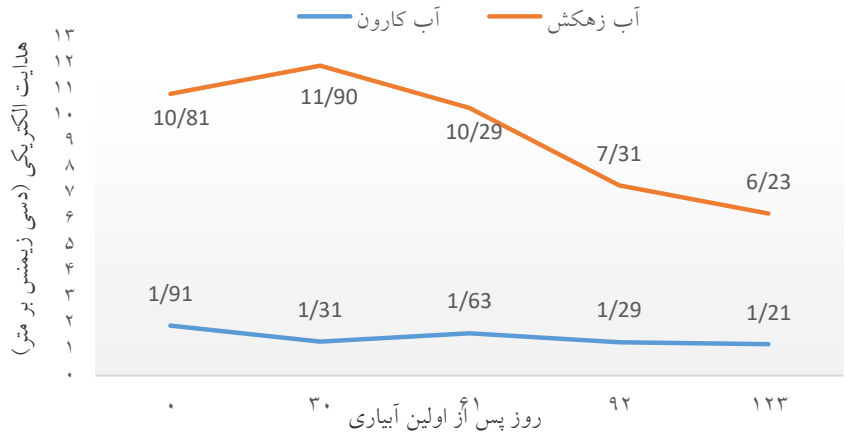
بر طبق جدول(٤)، ET_c: تبخیر و تعرق گیاه به‌همراه آبشویی با در نظرگرفتن راندمان کاربرد(میلی‌متر بر روز)، F: دورآبیاری(روز)، RAW: رطوبت سهل الوصول (متر/متر)، AW: رطوبت قابل دسترس(اعشار)، MAD: ضریب تخلیه مجاز رطوبتی(اعشار) و D_{rz}: عمق توسعه ریشه گیاه(متر). براساس جدول(٤) که مبنای طرح برای برنامه‌ریزی آبیاری بود، یک روز قبل از انجام عملیات آبیاری با اندازه‌گیری رطوبت خاک تا عمق ۱ متری به‌صورت لایه‌های ۲۵ سانتی‌متری و با توجه به پتانسیل‌های حجمی ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی، ضریب(MAD) تعیین و با زمان آبیاری تطبیق داده شد. در لایه‌های بالایی خاک(تا عمق ۵۰ سانتی‌متری) که محدوده عمق توسعه ریشه گیاه است، ضریب(MAD)، ٦۵ تا ۷۵ درصد بود. این درحالی است که در لایه‌های پایین‌تر این عدد تا٤۰ درصد هم رسید. این مساله به‌علت عمیق‌تر شدن سطح خاک و کاهش تبخیر، منطقی به‌نظر می‌رسد. عملیات آبیاری درقطعه زراعی، ۷ مرتبه انجام شد. متوسط حجم آب آبیاری اندازه گیری شده در مدت زمان تحقیق، ۷۰ میلی‌متر بود. بارش در بهمن‌ماه به میزان ۱۵ میلی‌متر، اسفندماه به‌طور پراکنده به‌مقادیر ۱۵، ۵، ۹ و۲ میلی‌متر در روزهای مختلف و در فروردین‌ماه به‌میزان۱۰ و٤ میلی‌متر بود. این نوع بارش درحجم آب آبیاری برای هر دور موثر نبود اما درتاخیر زمان آبیاری اثرگذار بود. درمجموع حجم آب آبیاری به‌میزان۵۷۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و با نیاز واقعی گیاه مطابقت داشت. طاوسی و لطفعلی‌آینه(٦) نشان دادند که گیاه کینوا درخوزستان در طول دوره رشد بسته به وضعیت بارندگی و نوع بافت خاک، به ۵ نوبت آبیاری نیاز دارد و میانگین ۵۵۰ میلی‌متر رطوبت در دسترس توصیه شده است.

-تحلیل کمی و کیفی آب آبیاری

درطول دوره تحقیق، متوسط شوری آب رودخانه کارون ۱/٤۷ دسی‌زیمنس برمتر و متوسط شوری زهاب ۹/۳۱ دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. حداکثر شوری زهاب در بهمن‌ماه و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. این مسأله به‌دلیل

کاهش میزان آب آبیاری مزارع نیشکر در آن مقطع زمانی می‌باشد. با افزایش آبیاری و در نتیجه افزایش حجم زهاب خروجی از نیمه فروردین‌ماه به بعد، شوری زهاب تا ٦ دسی‌زیمنس بر متر به‌طور میانگین تقلیل پیدا کرد. بهبود کیفیت نسبی آب کارون در دوره تحقیق(اواخر زمستان ۹۷ و بهار ۹۸) به‌دلیل باران‌های مناسب در بالادست جلگه خوزستان و رهاسازی آب از پشت سدهای دز و حوضه رودخانه کارون می‌باشد. این درحالی است که در سال‌های پیش (۱۳۹۰ تا تابستان۱۳۹۷) به‌دلیل خشکسالی، میزان شوری رودخانه کارون درمقطع جنوب خوزستان به‌طور متوسط تا ٤/۲

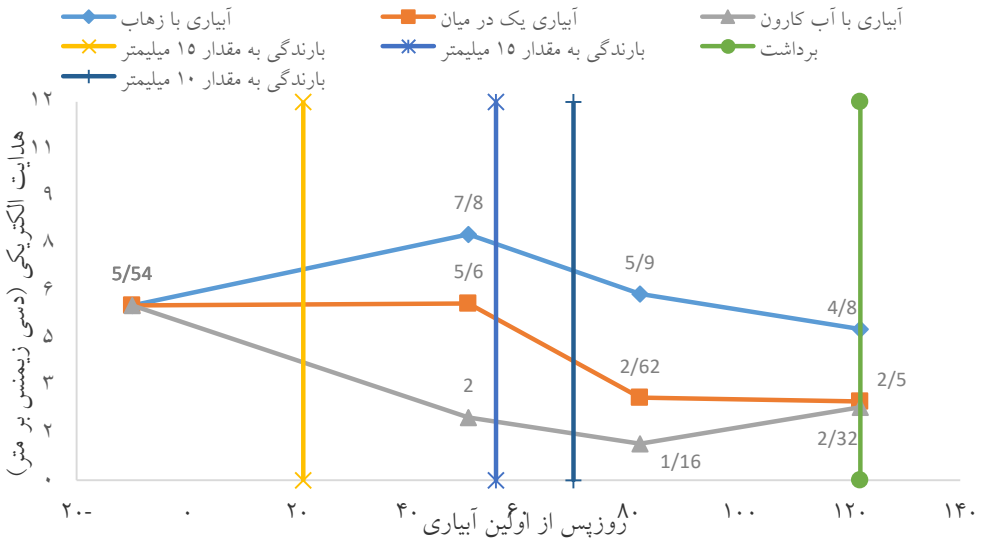
دسی‌زیمنس برمتر افزایش پیدا کرد. شکل(۱) تغییرات شوری نسبت به زمان در هر دو منبع آب آبیاری(زهاب نیشکر و رودخانه کارون) در مقطع زمانی بهمن‌ماه ۱۳۹۷ تا پایان اردیبهشت ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد.



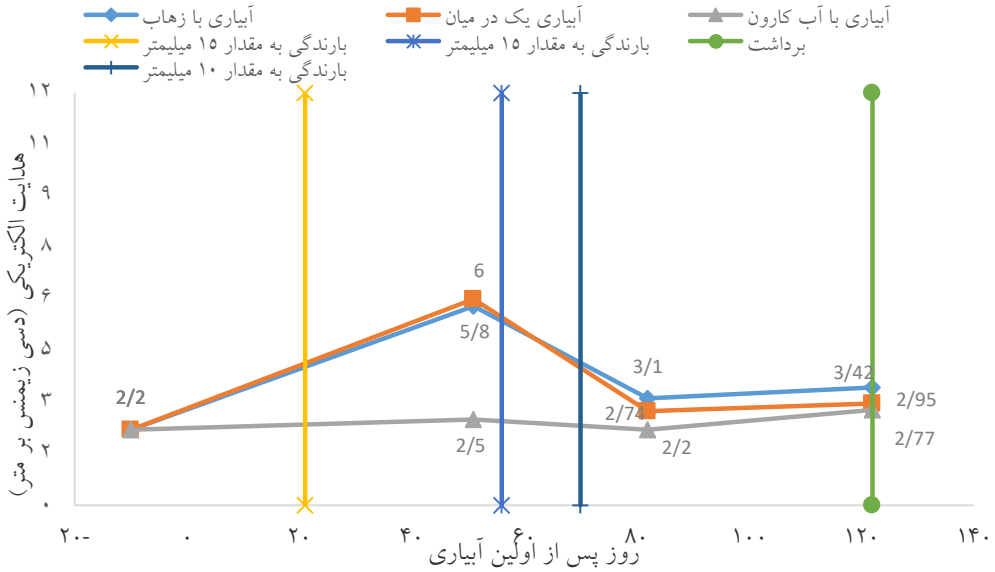
شکل۱- تغییرات شوری زهاب و آب کارون نسبت به زمان (بهمن ماه۹۷ تا پایان اردیبهشت۹۸)

-تحلیل تغییرات شوری خاک در دورهٔ رشد

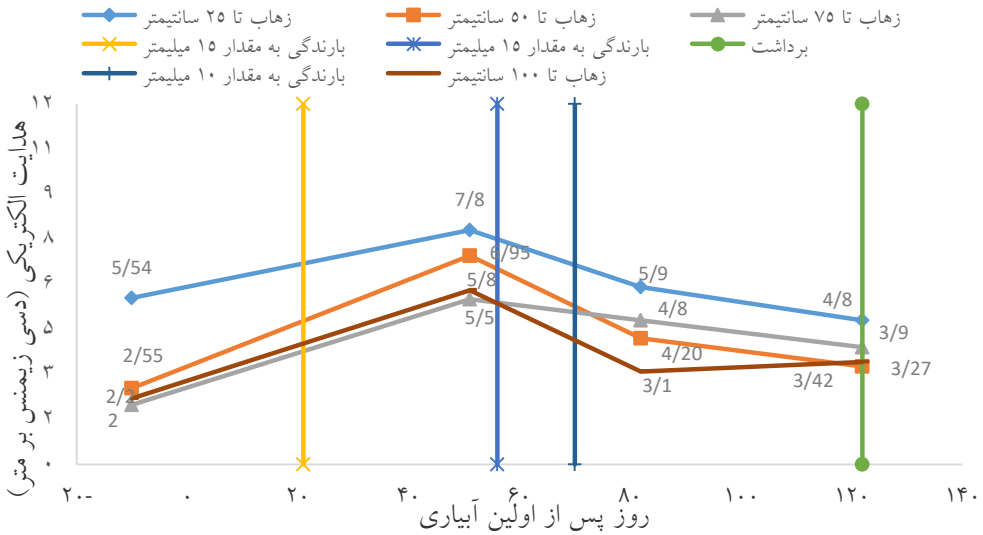
تغییرات هدایت الکتریکی به‌عنوان نمایه شوری خاک(برحسب دسی‌زیمنس بر متر) در یک دوره ۱۳۰ روزه قبل از کاشت تا پایان برداشت در اوایل خرداد ماه به‌عنوان نمونه در لایه‌های ۲۵-۰ و ۱۰۰-۷۵ سانتی‌متری در شکل‌های ۲ و۳ آورده شده است. همچنین تغییرات شوری عصاره اشباع خاک در تیمار مدیریت با زهاب در اعماق مختلف در شکل(٤) نشان داده شده است.



شکل۲- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک درتیمارهای مختلف آبیاری-(لایه ۲۵-۰ سانتی‌متری)



شکل۳- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک درتیمارهای مختلف آبیاری-(لایه ۱۰۰-۷۵ سانتی‌متری)



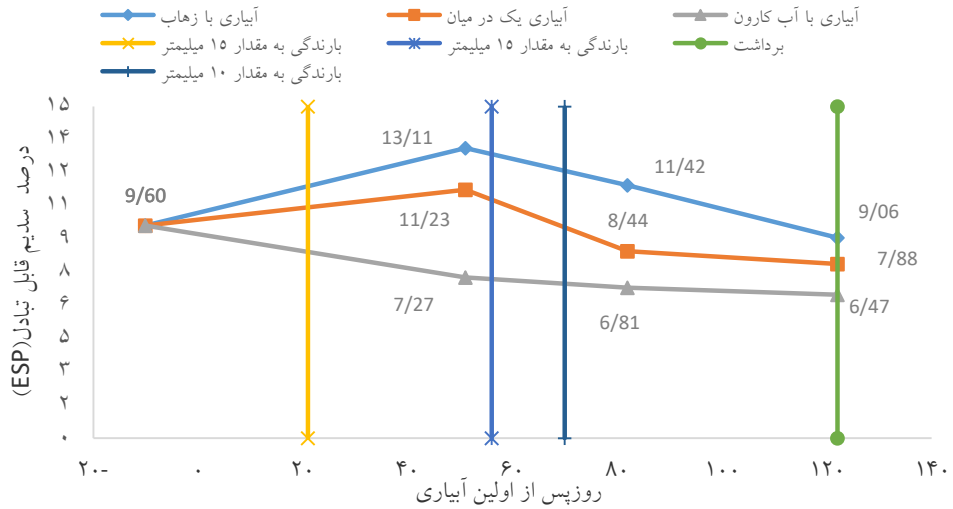
شکل٤- تغییرات شوری عصاره اشباع خاک درتیمار مدیریت آبیاری با زهاب درلایه‌های مختلف خاک

میزان افزایش شوری در لایه ۲۵-۰ سانتی‌متری نسبت به دو لایه ۵۰-۲۵ و ۷۵-۵۰ سانتی‌متری به‌علت تبخیر از سطح خاک بیشتر بود. این مسأله در دو ماه اول کشت که کیفیت زهاب بسیار پایین‌تر است(شوری۱۰تا۱۲ دسی‌زیمنس برمتر)، 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(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 به‌پایین)

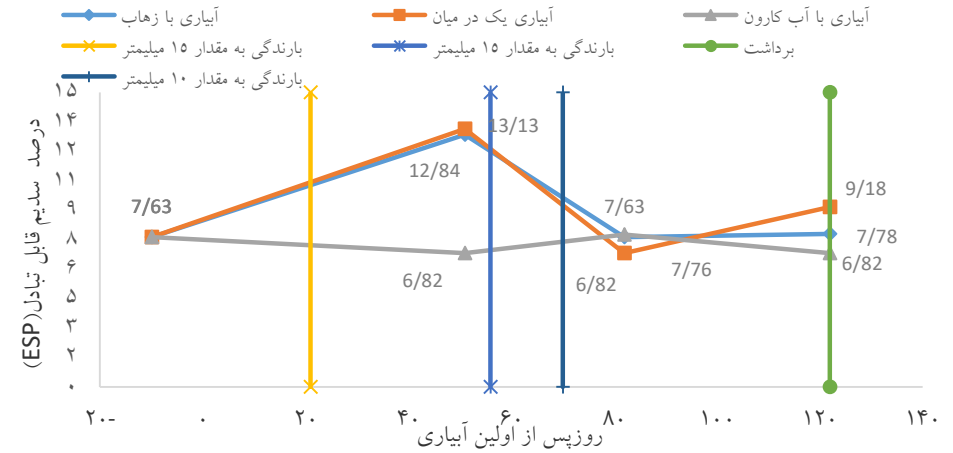
به‌دلیل تجمع نمک، میزان شوری نسبت به اول فصل، افزایش و به شوری لایه سطحی خاک نزدیک شد. به‌دلیل وجود زهکشی زیرزمینی تجمع املاح در لایه‌های زیرین بسیار نبود به‌طوری‌که در تیمار آبیاری با زهاب، میزان شوری خاک در لایه‌های ۵۰ سانتی‌متری به پایین از۲ دسی‌زیمنس برمتر به ٤ دسی‌زیمنس برمتر رسید. تجمع نمک، نیاز به آبشویی در پایان فصل کشت و خروج املاح از نیمرخ خاک توسط زهکش‌های زیرزمینی را می‌طلبد. آنچه از مشاهده شکل‌های(۲ و۳) مورد توجه قرار می‌گیرد، نزدیکی تغییرات شوری نیمرخ خاک در اعماق مختلف در هر دو تیمار آبیاری تلفیقی-تناوبی(یک درمیان) و تیمار آبیاری با آب کارون می‌باشد. این تطابق و نزدیکی نیاز به آبشویی سنگین در پایان فصل و یا در طول دوره فصل را کاهش می‌دهد.

-تحلیل پایش درصد سدیم قابل تبادل (ESP) خاک درتیمارهای مختلف

شکل‌های(۵) و(٦) تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک(ESP) در دو لایه ۲۵-۰ و ۱۰۰-۷۵سانتی‌متری به‌عنوان نمونه در دوره تحقیق را نشان می‌دهد که با توجه به نسبت جذب سدیم(SAR) خاک به‌دست آمده است.



شکل۵- تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک درتیمارهای مختلف آبیاری-(لایه ۲۵-۰ سانتی‌متری)



شکل٦- تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک در تیمارهای مختلف آبیاری-(لایه۱۰۰-۷۵ سانتی‌متری)

با توجه به بررسی تغییرات شوری(شکل‌های۲ تا ٤) و تغییراتESP(شکل‌های ٥ و٦) در طول فصل رشد، خاک مزرعه تحقیقاتی برای تمامی لایه‌ها تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری در دو تیمار سطوح کیفی آب آبیاری با رودخانه کارون و مدیریت آبیاری تلفیقی-تناوبی(نوبتی و یا یک درمیان) در وضعیت غیرشور- غیرسدیمی قرارگرفت. این در حالی است که خاک مزرعه تحقیقاتی قبل از کشت تا نیمرخ ۲۵ سانتی‌متری وضعیتی شور(٥/٥٤ دسی‌زیمنس بر متر) و از لایه ۲۵ سانتی‌متری به‌پایین غیرشور بود(جدول ۱). درتیمار مدیریت آبیاری با زهاب، خاک تا لایه ۲۵ سانتی‌متری در وضعیت شور باقی ماند(متوسط شوری عصاره اشباع ٤/۸ دسی‌زیمنس بر متر و سدیم قابل تبادل خاک ٪۹/۰٦). این مهم به‌دلیل 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 شوری۲ دسی‌زیمنس برمتر قبل از زمان کاشت درحالت غیرشور بود، به وضعیت شور با سدیم قابل تبادل خاک ٪۷ و شوری عصاره اشباع خاک ٤ دسی‌زیمنس برمتر رسید.

-عملکرد محصول

شرایط اکولوژیک حاکم برکشت زمستانه کینوا و نیازهای اگرو 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 به‌صورت علوفه‌ای باشد. درجه حرارت حداقل و حداکثر ثبت شده در اردیبهشت‌ماه که مصادف با زمان گرده افشانی و تشکیل دانه کینوا بود به‌ترتیب ۱۹ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. این درحالی است که برای کینوا دمای مناسب جوانه‌زنی و شروع رشد و نمو ۱۷-۱۳درجه و دمای بهینه رشد زایشی ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دماهای بالاتر از ۳۵-۳۲ درجه سانتی‌گراد درمرحله گرده افشانی باعث عقیمی دانه گرده می‌شود(۱). استفاده از زهاب، زیست توده کینوا را تحت‌تاثیر قرار داد به‌طوری‌که بیشترین بیوماس را تیمار آبیاری با آب کارون و تیمار مدیریت آبیاری تلفیقی-تناوبی داشتند(جدول ٥).

جدول ٥- 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 ($\mu g/cm2$)	ارتفاع گیاه (cm)	طول گل آذین (cm)	سطح برگ (cm^2)
۱	۱	۱	۲٤۱۳/۳ cd	٥۱/۱۱ b	۹۸/۱٥ c	۲۳/٥۷ a	۲۰٦/٤۹ bc
۱	۲	۲	۲٦۲۰ abcd	٤۹/٦۳ b	۹۱/۸۲ cd	۲۳/۷۸ a	۱۸۱/۸۱bc
۱	۳	۳	۲٦۰٦/۷ bcd	٥٥/۸۸ ab	۱۱٤/٥۲ ab	۱۸/٦٦ a	۱٤٦/۰۸ bc
۱	٤	٤	۲٤۷٤/٤ cd	٥۸/۱۷ a	۹۸/٥٤ c	۲۳/۳۷ a	۱۷۰/۷٥ bc
۲	۱	٥	۳٥٤۸/۹ ab	٥۳/۳۲ ab	۹٦/٤۱ cd	۲۰/۹۲ a	۱۳۸/٦۱ c
۲	۲	٦	۲۰٦۰ d	٤۲/۰۸ c	۸۳/۰۰ de	۲۲/٦۷ a	۱۲۹/۲۲ c
۲	۳	۷	۳۱۱۸/۹ abc	٥۱/۳٤ b	۱۲۰/٦۷ a	۲۱/۱۰ a	۱٦۷/۲ bc

۲۹۷/۷۸ a	۲۶/۰۰ a	۱۰۳/۵۹ bc	۵۲/۰۹ ab	۳۱۲۸/۹ abc	۸	٤	۲
۳۰۹/۸ a	۲۶/۲٤ a	۱۰۲/۹۹ bc	۵۱/۸۷ ab	۳٦٤٥/٦ a	۹	۱	۳
۱۲۱/۱۵ c	۲۲/۸۱ a	۷٦/۲٤ e	۵۰/۷۲ b	۳۰۹۸/۹ abc	۱۰	۲	۳
۲۳۱/۱۷ ab	۲۰/٤٤ a	۱۲٤/۱۹ a	۵۲/٤۲ ab	۲۹۱۳/۳ abcd	۱۱	۳	۳
۱۸۳/۷۲ bc	۲۱/۹٦ a	۱۰٤/٦۳ bc	۵٦/۲٤ ab	۲٦۷۵/٦ abcd	۱۲	٤	۳

نوع آبیاری ۱، ۲ و ۳ به ترتیب نشان‌دهنده زهاب، تلفیقی-تناوبی(نوبتی یا ترکیبی) و کارون/ ژنوتیپ ۱، ۲ ،۳ و ٤ به ترتیب نشان‌دهنده ژنوتیپ‌های" گیزا ۱، روزادا، تی تی کا کا و کیو ۲٦"/ میانگین های هرستون با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری باهم ندارند.

در بررسی مقایسات میانگین اثرمتقابل هر دو عامل، از روش حداقل اختلاف معنی‌دار(LSD) استفاده شد. اثرمتقابل نوع آب با ژنوتیپ نشان داد که بیشترین زیست توده براساس علوفه خشک مربوط به ژنوتیپ"گیزا۱"با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با آب کارون به میزان ۳٦٤٥/٦ کیلوگرم برهکتار بود که از نظر آماری با زیست‌توده تولید شده ژنوتیپ"روزادا" با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با زهاب به میزان۲٦۲۰ کیلوگرم بر هکتار در یک سطح بود. همچنین اثر متقابل ژنوتیپ با نوع آب، پاسخ‌های متفاوت و معنی‌داری داشتند. برای زیست توده، طول گل آذین و سطح برگ درسطح ٪۰/۱ و برای ارتفاع گیاه درسطح ٪۵ معنی‌دار بودند اما برای کلروفیل برگ معنی‌دار نبود. بیشترین کلروفیل برگ را "کیو۲٦" کشت شده با استفاده از تیمار 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. به‌طورکلی"تی‌تی‌کاکا" بیشترین ارتفاع را در بین ژنوتیپ‌ها داشت. به‌طوری‌که متوسط ارتفاع این ژنوتیپ با استفاده از تیمار مدیریت آب کارون، ۱۲٤ سانتی‌متر، تیمار مدیریت آبیاری نوبتی،۱۲۰ سانتی‌متر و تیمارمدیریت آبیاری دراستفاده از زهاب، ۱۱٤ سانتی‌متر بود. این درحالی است که"تی‌تی‌کاکا"درکشت پاییزه ارتفاع کوتاهی دارد(٦). در صورتی‌که 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 درکشت زمستانه موجب این امر شده باشد. بیشترین طول گل‌آذین را"گیزا۱"به‌میزان ۲٦/۲٤ 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 به‌میزان متوسط ۳۰۹/۸(برحسب یک بوته) داشت.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق 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 زیست توده براساس علوفه خشک مربوط به ژنوتیپ "گیزا۱" با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با آب کارون به‌میزان ۳٦٤٥/٦ کیلوگرم برهکتار بود که از نظر آماری با زیست‌توده تولید شده

ژنوتیپ "روزادا" با استفاده از تیمار مدیریت آبیاری با زهاب به‌میزان ۲۶۲۰ کیلوگرم برهکتار در یک سطح بود. پایش شوری عصاره اشباع خاک و روند تغییرات درصد سدیم قابل تبادل خاک(ESP) 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. می‌توان بیان کرد که استفاده نوبتی از زهاب نیشکر و آب کارون نیاز به آبشویی 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. درتیمار 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 سطح خاک به پایین، شرایط خاک که با میزان شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر قبل از زمان کشت در حالت غیر شور بود، به وضعیت شور با سدیم قابل تبادل خاک ٪۷ و شوری عصاره اشباع خاک ٤ دسی‌زیمنس برمتر رسید. در این تحقیق هنگام استفاده از زهاب در۷ مرتبه عملیات آبیاری، ٤٨ تن نمک به ازای هر هکتار به خاک اضافه شد. از این ٤٨ تن نمک، مقدار٦/١١ تن به ازای هر هکتار تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری خاک وارد شد و بقیهٔ املاح از نیمرخ خاک توسط زهکش‌های زیرزمینی خارج شد. این مهم اهمیت زهکشی در بازچرخانی زهاب کشاورزی و عملیات شورورزی برای حفاظت خاک را نشان می‌دهد.

منابع

۱-باقری، م.۱۳۹۷. دستنامه زراعت کینوا. مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.

۲-بی‌نام. 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 پژوهش های خاک (علوم خاک و آب). الف، جلد ۳۳، شماره ۲.

٤-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:۲٦٦-۲۵۱

۵-صالحی، م. و دهقانی، ف.۱۳۹۷. راهنمای کاشت، داشت و برداشت کینوا در شرایط شور. مرکز ملی تحقیقات شوری، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج، نشر آموزش‌کشاورزی.

٦- طاوسی، م. و لطفعلی آینه، غ.ع.۱۳۹٦. کشت کینوا و نتایج تحقیقات مربوط به آن. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، دفترشبکه دانش و رسانه‌های ترویجی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.

۷-طاوسی، م.، لطفعلی آینه، غ.ع. و جوادزاده، م. ۱۳۹۷. مقایسه عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی وتحمل به شوری ژنوتیپ‌های کینوا درشرایط خاک‌های شور ونیمه شور جنوب خوزستان. پانزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

۸-طاوسی.م.، کردونی.ع. و 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. ص۳۸-۱

۹-کردونی، ع.، طاوسی، م.، مهدوی مجد، ج.، طاهری دزفولی، ب. و عنافچه، ز. ۱۳۹۹. تعیین ارزش غذایی سه رقم کینوا (گیزا۱،روزادا وکیو۱۰۲) درسه مرحله برداشت. نشریه تحقیقات کاربردی درعلوم دامی. شناسنامه دیجیتال 10.22092/aasrj.2.2.342663.1199

10- FAO. 2002. Agricultural Drainage Water Management In Arid and Semi-Arid Areas, Irrigation and Drainage Paper 61.

11-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.

12-Panuccio M.R., Jacobsen S.E., Akhtar S.S., and Muscolo A. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. Oxford Journals, Science & Mathematics, AOB PLANTS, Volume 6.

13-Rao N. K., Rahman K.U., and Ismail S. 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.

14-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.

15-Yazar A., Metin S., Yeşim B., Çiğdem İ., and Servet T. 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.

Effect of Sugarcane Field Drainage Water on Soil Chemical Properties and Quinoa in Khuzestan Province

Ali Mokhtaran[1], Mehrzad Tavoosi[2], Peyman Varjavand[3], Saloome Sepehri Sadeghian[4], Payvand Papan[5] & Babak Sheikhani[6]

Abstract:
In the center and south of Khuzestan province, drainage water production from agriculture, is a serious problem. In order to investigate the possibility of drainage water recycling for quinoa cultivation for the purpose of forage production, a study was conducted in the crop year of 2019 in southwestern 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. In irrigation with drainage water, the 0-25 cm layer soil remained saline due to the effect of evaporation. However, in layers deeper than75 cm, due to the accumulation of salts compared to pre-planting (ECe=2 dS/m), salinity reached ECe=4dS/m and ESP=7%. According to these data, land drainage and leaching at the end of the growing season in agricultural drainage water recycling is necessary to maintain the salt balance in the soil.

Keywords: *Halophyte plant, Unconventional water, Soil Monitoring, Intermittent-periodic irrigation, Irrigation management*

[1] -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(***Corresponding author)

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

[3]- 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**

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

[5]-Expert of New Irrigation and Drainage Methods Development and Extension Office, KWPA.
payvand_p2006@yahoo.com

[6]- Manager of Harvesting and Non-Sugar Economic Activities, Mirza Kochak Khan Sugarcane Agro Industry Company. **Sheikhbabak2 @gmail.com**