



نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار

جلد یازدهم، شماره دوم، ۱۴۰۰

۷۱-۹۰

<http://ejms.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/ejms.2021.18528.1988



(مقاله کامل علمی - پژوهشی)

## بررسی تأثیر کاربرد کود اوره و زهاب مزرعه نیشکر بر برخی خصوصیات خاک، عملکرد دانه و غلظت عناصر غذایی در بذر گیاه کینوا

پیوند پاپین\*<sup>۱</sup>، عبدلامیر معزی<sup>۲</sup>، مصطفی چرم<sup>۳</sup> و افراسیاب راهنما<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانش آموخته دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز، <sup>۲</sup>دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز،

<sup>۳</sup>استاد گروه علوم خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز، <sup>۴</sup>دانشیار گروه زراعت، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۶

### چکیده

**سابقه و هدف:** یکی از راه‌های استفاده و بهره‌برداری از آب و اراضی شور استفاده از گونه‌های متحمل به شوری مانند گیاه کینوا است. مدیریت عناصر غذایی مانند نیتروژن در خاک‌های شور می‌تواند اثرات منفی شوری بر رشد و عملکرد گیاهان را کاهش دهد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر سطوح مختلف کود اوره در شرایط آبیاری با زه‌آب مزارع نیشکر بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک و دانه کینوا در طول یک فصل زراعی صورت گرفته است.

**مواد و روش‌ها:** آزمایشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۷ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرکت کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک خان در جنوب غرب استان خوزستان اجرا گردید. در این آزمایش چهار سطح کود اوره (۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و سه سطح زهاب نیشکر شامل شاهد (آب کارون با شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و آبیاری یک در میان (کارون - زهاب نیشکر) و آبیاری با زهاب نیشکر (با شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. کاشت بذر به صورت جوی و پشته‌ای با فاصله دو بوته ۱۰-۷ سانتی‌متر و فاصله خطوط ۶۵ سانتی‌متر با دست انجام شد. اعمال تیمارهای آبیاری در مرحله استقرار گیاهچه انجام شد. قبل از آبیاری نمونه رطوبت خاک گرفته شده و آبیاری برای رسیدن رطوبت تا حد ظرفیت زراعی انجام گردید. برای آبیاری با زهاب، از آب شور زهکش‌های کشت و صنعت استفاده گردید. نمونه خاک در پایان دوره کشت کینوا از عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری هر کرت آزمایشی تهیه شد. در پایان دوره رشد کینوا، دانه‌های کینوا هر تیمار به طور جداگانه مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش حاضر نشان داد اثر متقابل کاربرد تیمارها بر میانگین شوری خاک، پتاسیم محلول خاک و غلظت نیتروژن و پتاسیم و سدیم دانه کینوا از لحاظ آماری معنی‌دار بود اما اثر معنی‌دار بر pH و غلظت سدیم خاک، غلظت فسفر و آهن دانه کینوا مشاهده نگردید. شوری خاک در انتهای فصل زراعی کینوا نسبت به ابتدای فصل در کرت‌های با آبیاری کارون کاهش و در تیمارهای آبیاری یک‌درمیان و زهاب افزایش نشان داد. بیش‌ترین میانگین نیتروژن دانه کینوا (۲/۹۴ درصد) از سطح ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار با آبیاری یک در میان حاصل شد که منجر به

\* مسئول مکاتبه: [payvand\\_p2006@yahoo.com](mailto:payvand_p2006@yahoo.com)

۵۶ درصد افزایش شد. با افزایش کاربرد کود اوره در خاک، افزایش تدریجی محتوی نیتروژن کل دانه کینوا مشاهده گردید. در همه سطوح شوری افزایش کود اوره باعث کاهش میزان سدیم دانه کینوا شد. کود اوره توانست جذب پتاسیم را که در شرایط شور به دلیل سمیت سدیم کاهش می‌یابد، بهبود بخشد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد که نیتروژن کافی می‌تواند یک راهکار فیزیولوژیکی مناسب افزایش تحمل اثرات زیان‌بار شوری در کینوا باشد و با توجه به طبیعت شورزیست گیاه کینوا، در مدیریت آبیاری یک‌درمیان افزایش شوری خاک تا حد متوسط باعث بهبود شرایط رشد مرفولوژیک و کیفیت دانه کینوا گردید. توصیه می‌شود جهت استفاده بهینه از آب کارون و دستیابی به عملکرد بالا کینوا، آبیاری یک‌درمیان جایگزین آبیاری کارون گردد.

**واژه‌های کلیدی:** پتاسیم، زهاب نیشکر، سدیم، کینوا، نیتروژن

### مقدمه

مطلوب در مراحل ابتدایی رشد گیاه، مخلوط کردن آب زهکشی کشاورزی با آب با کیفیت خوب، توسعه ارقام متحمل به نمک و تناوب استفاده از آب با کیفیت خوب و آب شور باشد (۱۴). در بررسی اعمال رژیم‌های مختلف آب‌های شور-سدیمی مشخص شد که تمامی رژیم‌های بررسی شده، در افزایش شوری و نسبت جذب سدیم خاک مؤثر بودند. مقدار زیاد SAR خاک، زمینه تخریب ساختمان خاک، کم شدن نفوذپذیری، تأثیر ویژه یونی و کمبود تعدادی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان مانند پتاسیم، مس، آهن، منگنز و روی را ایجاد کرد (۱۰، ۳۶).

در گیاهان تحت تنش شوری عدم تعادل عناصر غذایی به صورت‌های مختلف بروز می‌نماید. ممکن است شوری با تأثیر بر قابلیت استفاده از برخی عناصر، جذب، انتقال یا توزیع عناصر غذایی درون گیاه را دچار مشکل سازد و یا با غیر فعال نمودن نقش فیزیولوژیک عنصر غذایی مصرف شده، منجر به افزایش ذاتی نیاز غذایی گیاه شود (۳۲). نیتروژن یک عنصر غذایی تعیین‌کننده در تولید ماده خشک و محتوی پروتئین گیاهی است که در شرایط تنش شوری جذب آن بیش از سایر عناصر غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از عوامل مهم کاهش رشد

شور و سدیمی شدن خاک‌ها از عمده‌ترین دلایل تخریب اراضی شناخته شده است. کوسی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند که مناطق تحت تأثیر نمک با سرعت بالایی در حال افزایش هستند و در نتیجه مدیریت نامطلوب آبیاری و استفاده از آب شور برای آبیاری، حدود ۲ میلیون هکتار در سال شور شدن ثانویه ایجاد شده است (۹). این مشکل به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که آب کل در دسترس محدود است و آب با کیفیت مناسب به مصارف با ارزش بالا پرداخته می‌شود بسیار بحرانی است، بنابراین آب‌های بی‌کیفیت از جمله فاضلاب‌ها اغلب برای آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴۷). مشکل اصلی آبیاری با آب شور در واقع پاسخ محصول به آبیاری نیست (که اساساً یک اثر کوتاه‌مدت است) بلکه تغییرات طولانی‌مدت در خصوصیات خاک است که ممکن است به طور جدی باروری آن را تغییر دهد (۹). خطر تخریب حاصلخیزی خاک هم به مقدار کل نمک آب آبیاری و هم به ترکیب نمک (به‌خصوص غلظت سدیم) و خصوصیات فیزیکی خاک (به‌ویژه ذرات رس) بستگی دارد (۸). از جمله راهکارها برای کاهش تأثیر شوری در مزرعه می‌تواند استفاده از آب

تغییر خواص شیمیایی و فیزیکی خاک در اثر مصرف آب‌های نامتعارف می‌تواند در جهت ارایه راهکارهای مناسب در زمینه پیشگیری از تخریب منابع و ارایه مدیریت صحیح استفاده از آن‌ها نقش مهمی را ایفاء نماید. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف کود اوره در شرایط آبیاری با زه‌آب مزارع نیشکر بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک و دانه کینوا در طول یک فصل زراعی صورت گرفته است.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرایط مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۷ در شرکت کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک‌خان خرمشهر (طول جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۶۲ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی) و با ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا انجام گردید. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی خرمشهر میانگین بارندگی سالانه ۱۶۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۲۵/۴ درجه سانتی‌گراد (میانگین دمای دوره رشد ۱۷ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت نسبی ۴۷/۱ درصد می‌باشد. خاک‌های منطقه دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ و کیفیت آب آبیاری در جدول ۲ نشان داده شده است. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کود اوره در چهار سطح (۰، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و سه سطح زهاب نیشکر شامل شاهد (آب کارون با شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و آبیاری یک در میان (کارون - زهاب نیشکر) و آبیاری با زهاب نیشکر (شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. عملیات تهیه زمین توسط گاواهن برگردان‌دار و دو دیسک عمود برهم و ماله‌کشی (تسطیح زمین) انجام گردید. بر اساس نتایج آزمون

گیاهان در شرایط شوری، کاهش جذب نیتروژن به‌وسیله گیاه است و نیتروژن می‌تواند به عنوان معیاری در ارزیابی مقاومت به شوری گیاهان، در نظر گرفته شود (۳۷). در بیش‌تر مطالعات مزرعه‌ای بر روی محصولات باغی و زراعی این فرضیه که اضافه کردن نیتروژن حداقل تا حدی می‌تواند باعث کاهش اثرات زیان‌آور شوری بر گیاه باشد، تأیید شده است (۱۷).

کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* Willd

از خانواده *Chenopodiaceae* یک محصول زراعی بومی آمریکای لاتین با پتانسیل بالای رشد و تولید در شرایط نامساعد محیطی و تحمل بالا به انواع تنش‌های زنده و غیرزنده (خشکی و شوری) نسبت به غلات معمولی است (۷). اهمیت کشت کینوا ارزش غذایی شگفت‌آور آن است به‌طوری‌که دانه‌های آن کربوهیدرات، لیپید و پروتئین متعادلی را برای تغذیه انسان و دام فراهم می‌کند و دارای منبع غنی و رنج وسیعی از عناصر (Ca, P, Mg, Fe, Zn) و ویتامین‌های (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, E) و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشند (۲۸). کینوا به نیتروژن خاک بسیار حساس است و کود نیتروژنی برای رشد محصول در طول دوره رشد رویشی کینوا مهم است. کینوا دارای یک سیستم بسیار کارآمد برای تنظیم فشار اسمزی، برای تنش افزایش ناگهانی NaCl است (۱۹).

در استان خوزستان تولید زه‌آب از فعالیت‌های مختلف به‌ویژه کشاورزی، یکی از مشکلات جدی است. در این استان در مجموع نزدیک چهار میلیارد مترمکعب زه‌آب در سال تولید می‌گردد. واحدهای توسعه نیشکر و مزارع پرورش ماهی از تولیدکنندگان اصلی زه‌آب هستند (۲۹). کشت کینوا به‌ویژه با استفاده از زهاب در مناطق جنوبی ایران به عنوان یک گیاه زراعی مقاوم به شوری موجب ایجاد تنوع در محصولات زراعی، تولید پایدار و ایجاد افزایش درآمد کشاورزان و امنیت غذایی خواهد شد. تجزیه و تحلیل

انجام شد. محاسبات نیاز آبی به روش پنمن مانیت-فائو انجام شد. آبیاری بر اساس کمبود رطوبت خاک صورت گرفت. قبل از آبیاری نمونه رطوبت خاک گرفته شده و رطوبت خاک به صورت وزنی در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد با توجه به حداکثر تخلیه مجاز که با توجه به مقاوم بودن گیاه به خشکی و شوری معادل ۷۰ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک در نظر گرفته شد، آبیاری تا عمق مؤثر ریشه (۵۰ سانتی‌متر) انجام شد. برای آبیاری با زهاب، از آب شور زهکش‌های کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان خرمشهر با شوری بین ۶ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر استفاده گردید. در زمان بارندگی از پوشش پلاستیکی استفاده گردید. وجین دستی علف‌های هرز در مرحله ۴-۳ برگی کینوا هم‌زمان با تنک انجام شد. برداشت نهایی کینوا در اواخر اسفندماه در زمان رسیدگی فیزیولوژیک صورت گرفت.

خاک و توصیه کودی مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان، کود حاوی پتاسیم به مقدار ۷۵ کیلوگرم از منبع سولفات پتاسیم و فسفر به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل مورد استفاده قرار گرفت. تیمار کودی نیتروژن در سه نوبت، بار اول ۲۵ درصد به صورت پایه، بار دوم ۴۰ درصد در ابتدای مرحله ۴-۶ برگی و بار سوم ۳۵ درصد در ابتدای گلدهی بر اساس تیمارهای آزمایش اعمال گردید. کاشت بذر (رقم گیزاوان تهیه شده از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر- کرج) در ۱۵ آبان ماه سال ۱۳۹۷ به صورت جوی و پشته‌ای (بر روی خط داغاب و در عمق ۲ سانتی‌متر) و با دست انجام شد. هرکرت شامل ۶ خط کشت به طول ۴ متر بود. فاصله دو بوته ۱۰-۷ سانتی‌متر و فاصله خطوط ۶۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اعمال تیمارهای آبیاری در مرحله سه تا پنج برگی (مرحله استقرار گیاهچه)

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil.

عمق	بافت خاک	هدایت الکتریکی	اسیدیته	نیتروژن کل	سدیم	پتاسیم	کلر	فسفر قابل جذب	کلسیم + منیزیم	نسبت جذب سدیم
Depth (cm)	Soil Texture	EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	Total N%	Na <sup>+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	P(ava) mg/kg	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	SAR
0-25	Clay Loamy	5.25	7.98	0.026	28.93	0.45	26.25	14.35	32.03	7.23
25-50	Clay	2.55	8	0.014	13.25	0.16	16.25	14.15	10.45	5.81
50-75	Silty Clay Loam	2	8.01	0.012	11.57	0.14	12.5	13.71	9.5	5.33

جدول ۲- ویژگی‌های آب استفاده شده در این پژوهش.

Table 2. Properties of the water used for the study.

منبع آب	هدایت الکتریکی	اسیدیته	نسبت جذب سدیم	غلظت املاح محلول	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم
Source of water	EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	SAR	TDS	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
				(meq L <sup>-1</sup> )					
Karun	2.72	8.50	8.96	1792.89	18.83	4.39	4.10	18.34	2.41
Sugar-cane drainage	7.75	7.88	10.20	5225.62	42.37	16.70	17.35	42.60	2.54

کربنیک منجر می‌شود، که می‌تواند یکی از دلایل کاهش جزئی اسیدیته خاک باشد. کودهای اوره حاوی نیتروژن به شکل آمونیوم می‌تواند خاک را اسیدی کند و با دفع  $H^+$  باعث کاهش pH ریزوسفر شوند (۲۳، ۴۸). از سوی دیگر از آن‌جا که درصد کربنات کلسیم خاک تحت کشت کینوا بالا بود قدرت بافری pH خاک اجازه تغییر بیش‌تر در pH خاک را نمی‌دهد. با توجه به حد نوسانات قرائت دستگاه pH متر این میزان تغییر در pH خاک با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار نسبت به تیمار شاهد کود نیتروژن می‌تواند قابل اغماض باشد. توانایی خنثی‌سازی اسید خاک‌های با ظرفیت بافر پایین، ضعیف است و این خاک‌ها در یک دوره کوتاه می‌توانند اسیدی شوند، اما این روند در آن دسته از خاک‌های با مقادیر ظرفیت بافر بالاتر بسیار کندتر خواهد بود (۲۱). مقایسه میانگین اسیدیته خاک در سطوح مختلف زهاب نیشکر نشان داد (جدول ۴) افزایش شوری آب آبیاری علاوه بر افزایش شوری خاک منجر به افزایش pH خاک نسبت به شاهد شد. با افزایش سطح شوری آب آبیاری غلظت سدیم محلول در خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به طوری که در بالاترین سطح شوری آب آبیاری (تیمار زهاب)، غلظت سدیم محلول در خاک ۱۸۸ درصد نسبت به شاهد (تیمار کارون) افزایش نشان داد (جدول ۴) افزایش غلظت سدیم در محلول خاک باعث افزایش واکنش خاک می‌گردد. این نتایج با یافته‌های هاریادی و همکاران (۱۹) مطابقت دارد.

نمونه خاک در پایان دوره کشت از عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری هر کرت آزمایشی تهیه شد. اندازه‌گیری بافت خاک به‌روش هیدرومتری، قابلیت هدایت الکتریکی ( $EC_e$  در عصاره اشباع) با دستگاه هدایت‌سنج در دمای آزمایشگاه اندازه‌گیری و نسبت به دمای مبنای ۲۵ درجه سلسیوس تصحیح شد، اسیدیته خاک به روش الکترومتریک با pH متر در خمیر اشباع، غلظت نیتروژن به روش کج‌دال، سدیم و پتاسیم به روش فلیم‌فتومتری، یون‌های کلسیم و منیزیم به‌روش کمپلکسومتری از طریق تیتروژن با EDTA، یون کلر به روش تیتراسیون با نترات نقره، غلظت آهن دانه کینوا پس از هضم با اسیدنیتریک و اسیدپرکلریک عصاره‌گیری، به‌وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

**pH خاک:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح زهاب نیشکر و کود اوره بر واکنش خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود اما برهم‌کنش تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳). با افزایش سطح نیتروژن، pH خاک نسبت به سطح شاهد کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد احتمالاً بر اثر تنفس سلول‌های ریشه و ریزجاندران ریزوسفر و تجزیه مواد آلی خاک ریزوسفر گاز دی‌اکسید کربن تولید می‌شود که با آب واکنش داده و به تشکیل اسید

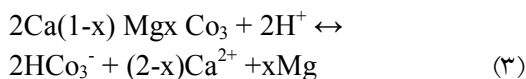
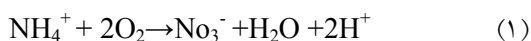
جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر سطوح نیتروژن و شوری بر غلظت عناصر خاک کینوا.

Table 3. Analysis of variance (mean squares) Effects of nitrogen and salinity levels on soil and quinoa grain concentrations.

منابع تغییرات	درجه آزادی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	پتانسیم محلول خاک	سدیم محلول خاک	نیتروژن دانه	فسفر دانه	پتانسیم دانه	پتانسیم به سدیم	نسبت پتانسیم به سدیم	آهن دانه	عملکرد دانه
Source of Variation	df	pH	EC	Soil potassium dissolved	Soil sodium dissolved	Seed Nitrogen	Seed phosphorus	Seed Potassium	K/Na	Seed Fe	Seed Fe	Grain yield
Replication(R)	2	0.0002	0.0065	0.0000103	260.17	0.24	0.01	0.025	28.08	39.60	39.60	8624
salinity(S)	2	0.102**	86.17**	0.059**	2922.24**	1.21**	0.22**	6.88**	1490.29**	1616.90**	1616.90**	209587**
Error 1	4	0.00021	0.003	0.0000113	1.01	0.16	0.0038	0.013	26.98	48.60	48.60	3610.01
Nitrogen(N)	3	0.00119**	0.041**	0.000127**	0.0002 <sup>ns</sup>	2.92**	0.314**	0.06**	59.79**	156.97**	156.97**	6200663**
S*N	6	0.00002 <sup>ns</sup>	0.004**	0.0000184**	0.001 <sup>ns</sup>	0.2 *	0.0063 <sup>ns</sup>	0.009**	8.58**	12.69 <sup>ns</sup>	12.69 <sup>ns</sup>	22727**
Error 2	17	0.0123	10.14	0.00708	347.11	0.79	0.086	0.83	198.56	238.5	238.5	1128776
CV%		0.075	0.03	0.417	0.013	12.63	5.30	0.051	1.08	3.39	3.39	5.76

\* \*\*<sup>ns</sup> Significant at 0.05, 0.01 probability levels and not significant.

<sup>ns</sup> و <sup>\*\*</sup> به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و غیر معنی دار.



ایرنگل و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند جذب نیتروژن آمونیوم منجر به اسیدی شدن ریزوسفر می‌شود که باعث افزایش حلالیت و جذب عناصر ریزمغذی می‌گردد (۱۲). نتایج تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی در پایان دوره کشت کینوا، نشان‌دهنده آن است که به‌طور میانگین آب کارون با شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش ۱/۴ برابری شوری خاک در پایان فصل نسبت به آغاز فصل گردیده است از سوی دیگر، آبیاری با شوری زهاب موجب افزایش ۱/۹ برابری شوری خاک در پایان فصل نسبت به آغاز فصل گردید. با توجه به جدول کیفیت آب آبیاری مورد استفاده در دوره کشت (جدول ۲) می‌توان نتیجه گرفت بالاتر بودن قابلیت هدایت الکتریکی و املاح موجود در زهاب مزارع کشاورزی نیشکر نسبت به آب کارون، باعث افزایش شوری عصاره اشباع خاک در تیمارهای آبیاری یک‌درمیان و زهاب گردیده است. ولی با کاربرد آب کارون املاح محلول خاک شسته شده و وارد زهکش‌های زیرزمینی اراضی گردیده‌اند. تیمار آبیاری یک‌درمیان به دلیل شستشوی متناوب املاح به وسیله آب کارون، باعث افزایش اندک میانگین شوری خاک بعد از کشت کینوا نسبت به آبیاری کارون گردید.

در پژوهشی که قائد و همکاران (۲۰۱۵) در دشت سیستان انجام دادند پنج روش تلفیق آب شور و غیرشور بررسی شد نتایج حاصل این بود که تیمار آبیاری یک‌درمیان از نظر تعدیل شوری در نیمرخ خاک بهترین تیمار بود. این تیمار به دلیل جایگزینی حجم زیاد آب غیرشور با آب شور در لایه‌های فوقانی خاک اثر تنش آب شور تقلیل یافته و محیط اطراف ریشه با تنش کم‌تری روبه‌رو شد (۴۲). رجب و همکاران (۲۰۰۸) اعتقاد دارند که با افزایش شوری آب

قابلیت هدایت الکتریکی خاک  $\text{EC}_e$ : نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح کود اوره و زهاب نیشکر و برهم‌کنش آن‌ها بر میزان قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع ( $\text{EC}_e$ ) در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۳). بررسی اثر متقابل تیمارها نشان داد (جدول ۵) که در همه سطوح آبیاری افزایش سطح کود اوره از صفر به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش میانگین شوری خاک شد. بیش‌ترین میانگین شوری خاک در تیمار آبیاری زهاب و ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار حاصل شد و کم‌ترین میانگین شوری خاک در تیمار آبیاری کارون و سطح صفر کیلوگرم کود اوره در هکتار اندازه‌گیری شد. الگوی تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی خاک وابسته به شرایط خاک است و میزان آب و عناصر غذایی خاک مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده قابلیت هدایت الکتریکی می‌باشند.

کود نیتروژن احتمالاً عامل اصلی برای افزایش غلظت کاتیون‌ها در خاک می‌باشد بر طبق نظر گندویس و همکاران (۲۰۱۱) و پرین و همکاران (۲۰۰۸) نیتریفیکاسیون کودهای نیتروژنی نقش اصلی در افزایش پروتون در خاک دارد (رابطه ۱) اگر پروتون‌های فرایند نیتریفیکاسیون به خاک آهکی اضافه گردد غلظت کلسیم و منیزیم در اثر فرایند تبدیلی (رابطه ۲) و یا از طریق حل شدن کانی‌های کربناتی (رابطه ۳) افزایش می‌یابد که این فرایندها ارتباط بین افزایش کاتیون‌ها و غلظت نترات نشان می‌دهد (۱۵، ۴۰). نتایج این پژوهش نشان داد که احتمالاً یک بخش از یون‌های نمک توسط کود وارد خاک شده است و بقیه به وسیله نیتریفیکاسیون کود نیتروژن ایجاد شده است. علاوه بر این، نیتریفیکاسیون اضافی کود نیتروژن منجر به آزاد شدن پروتون‌ها و اسیدی شدن بیش‌تر خاک و در نهایت باعث آزاد شدن مستقیم کاتیون‌های بازی به محلول خاک و تسریع شوری محلول خاک شد.

آبیاری، قابلیت هدایت الکتریکی خاک به تدریج افزایش می‌یابد. این پژوهش‌گران مشاهده کردند که قابلیت هدایت الکتریکی خاک در کرت‌های آبیاری شده با آب با شوری‌های ۸/۸، ۶/۶ و ۸/۹ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۵، ۸ و ۱۶ درصد افزایش یافت نتایج آن‌ها نشان دادند که کاربرد آب غیرشور باعث کاهش شوری خاک شده است و میزان کاهش شوری به کیفیت و کمیت آب کاربردی بستگی دارد (۴۳).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده عامل سطوح مختلف نیتروژن و شوری بر غلظت عناصر خاک و دانه کینوا.

**Table 4. Comparison of the average simple effects of different levels of nitrogen and salinity on soil and quinoa grain concentrations.**

تیمار	اسیدیته خاک	سدیم محلول خاک	فسفر دانه	آهن دانه
Treatment	soil pH	Soil dissolved sodium (meq/lit)	Seed phosphorus (%)	Seed Fe (mg/kg)
<b>Urea fert. (Kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
0	8.03 <sup>a</sup>	38.97 <sup>a</sup>	0.721 <sup>c</sup>	77.66 <sup>b</sup>
75	8.03 <sup>a</sup>	38.98 <sup>a</sup>	1.02 <sup>b</sup>	79.30 <sup>b</sup>
150	8.01 <sup>b</sup>	38.98 <sup>a</sup>	1.11 <sup>a</sup>	84.58 <sup>a</sup>
225	7.99 <sup>c</sup>	38.98 <sup>a</sup>	1.12 <sup>a</sup>	86.42 <sup>a</sup>
LSD	0.006	0.01	0.052	3.35
<b>Salinity</b>				
Karun	7.94 <sup>c</sup>	20.35 <sup>c</sup>	1.08 <sup>a</sup>	87.22 <sup>a</sup>
Karun& sugar-cane	7.96 <sup>b</sup>	37.78 <sup>b</sup>	1.06 <sup>a</sup>	90.06 <sup>a</sup>
sugar-cane dr.	8.11 <sup>a</sup>	58.79 <sup>a</sup>	0.83 <sup>b</sup>	68.69 <sup>b</sup>
LSD	0.0168	1.73	0.07	7.90

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

The same letters in each column indicate no significant difference in the 5% probability level based on the LSD test.

جدول ۵- تأثیر برهم‌کنش سطوح مختلف نیتروژن و شوری بر غلظت عناصر در خاک و دانه کینوا.

**Table 5. The effect of the interaction of different levels of nitrogen and salinity on the concentration of elements in soil and quinoa seeds.**

Salinity	نیتروژن	اسیدیته	پتاسیم خاک	نیتروژن دانه	پتاسیم دانه	سدیم دانه	نسبت پتاسیم به سدیم دانه	عملکرد دانه
	N. (Kg/ha)	EC (dS/m)	Soil K (meq/L)	Seed N (%)	Seed K (%)	Seed Na (%)	Seed K/Na	Grain yield (kg/ha)
Karun	0	3.78 <sup>f</sup>	0.347 <sup>f</sup>	1.13 <sup>f</sup>	2.19 <sup>f</sup>	0.035 <sup>d</sup>	62.20 <sup>ab</sup>	510.27 <sup>g</sup>
	75	3.79 <sup>f</sup>	0.347 <sup>f</sup>	1.84 <sup>d</sup>	2.21 <sup>ef</sup>	0.035 <sup>d</sup>	62.84 <sup>a</sup>	1393 <sup>d</sup>
	150	3.81 <sup>f</sup>	0.349 <sup>ef</sup>	2.69 <sup>ab</sup>	2.28 <sup>ef</sup>	0.035 <sup>d</sup>	64.05 <sup>a</sup>	2363 <sup>b</sup>
	225	3.85 <sup>f</sup>	0.352 <sup>c</sup>	2.44 <sup>bc</sup>	2.32 <sup>c</sup>	0.035 <sup>d</sup>	65.30 <sup>a</sup>	2208 <sup>c</sup>
Karun & sugar-cane	0	5.8 <sup>e</sup>	0.39 <sup>d</sup>	1.26 <sup>ef</sup>	3.04 <sup>d</sup>	0.054 <sup>c</sup>	56.45 <sup>c</sup>	673.77 <sup>f</sup>
	75	5.9 <sup>e</sup>	0.39 <sup>d</sup>	2.43 <sup>bc</sup>	3.14 <sup>d</sup>	0.054 <sup>c</sup>	58.19 <sup>ba</sup>	1500 <sup>d</sup>
	150	6.03 <sup>d</sup>	0.394 <sup>c</sup>	2.94 <sup>a</sup>	3.30 <sup>c</sup>	0.051 <sup>c</sup>	63.99 <sup>a</sup>	2546 <sup>a</sup>
	225	6.18 <sup>c</sup>	0.395 <sup>c</sup>	2.60 <sup>ab</sup>	3.32 <sup>c</sup>	0.051 <sup>c</sup>	65.25 <sup>a</sup>	2225 <sup>cb</sup>
sugar-cane dr..	0	10.12 <sup>b</sup>	0.481 <sup>b</sup>	1.31 <sup>ef</sup>	3.71 <sup>b</sup>	0.089 <sup>a</sup>	41.66 <sup>c</sup>	438.30 <sup>g</sup>
	75	10.14 <sup>b</sup>	0.482 <sup>b</sup>	1.59 <sup>def</sup>	3.70 <sup>b</sup>	0.089 <sup>a</sup>	41.36 <sup>c</sup>	1209 <sup>e</sup>
	150	10.18 <sup>b</sup>	0.491 <sup>a</sup>	2.06 <sup>cd</sup>	3.72 <sup>b</sup>	0.086 <sup>ab</sup>	43.08 <sup>dc</sup>	2079 <sup>c</sup>
	225	10.33 <sup>a</sup>	0.494 <sup>a</sup>	1.73 <sup>ed</sup>	3.86 <sup>a</sup>	0.083 <sup>b</sup>	46.37 <sup>d</sup>	2163 <sup>c</sup>

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

The same letters in each column indicate no significant difference in the 5% probability level based on the LSD test.



محلول و آبیاری کارون منجر به کاهش ۱۶ درصد پتاسیم محلول نسبت به شرایط اولیه خاک (غلظت پتاسیم محلول اولیه خاک ۰/۴۲) شد. به نظر می‌رسد افزایش نمک کلرید سدیم از طریق آب آبیاری به خاک، سدیم محلول در خاک افزایش یافته و در نتیجه جایگزین پتاسیم موجود در مکان‌های تبدلی شده و غلظت پتاسیم محلول در خاک افزایش پیدا کرده است این نتیجه مشابه نتیجه وینسنت و همکاران (۲۰۱۰) بود آن‌ها نشان دادند که آبیاری با پساب فاضلاب و افزایش شوری آب آبیاری به افزایش پتاسیم قابل جذب خاک می‌انجامد (۴۹).

**سدیم محلول خاک:** تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمارهای زهاب نیشکر تأثیر معنی‌دار بر غلظت سدیم محلول در خاک تحت کشت کینوا داشته است اما اثر سطوح کود اوره و برهم‌کنش تیمارها بر غلظت یون سدیم معنی‌دار نبود (جدول ۳). در پایان فصل زراعی کینوا میزان سدیم محلول خاک با شوری آب آبیاری افزایش یافته است بیش‌ترین غلظت سدیم محلول خاک در تیمار آبیاری زهاب و کم‌ترین غلظت سدیم محلول خاک در تیمار آبیاری کارون بود (جدول ۴). دلیل این امر ناشی از غلظت سدیم و نسبت جذبی سدیمی بالا در آب زهاب است (جدول ۲). تیمارهای آبیاری زهاب و یک‌درمیان به ترتیب منجر به افزایش ۹۷ و ۲۶ درصد و تیمار آبیاری کارون منجر به کاهش ۳۱ درصد غلظت سدیم محلول خاک نسبت به شرایط اولیه خاک (میانگین وزنی غلظت سدیم محلول اولیه خاک ۲۹/۷۶ meq/lit) گردیدند. این نتایج مشابه نتایج پرادپ و نراسیما (۲۰۱۲) بود (۴۱). حویزای و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر آبیاری با زهاب کشاورزی مزارع نیشکر با شوری‌های ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده کردند تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر باعث بیش‌ترین میزان افزایش سدیم قابل تبادل خاک (۴۸/۸۹ درصد) نسبت به شرایط اولیه خاک شد.

**پتاسیم محلول خاک:** غلظت پتاسیم محلول خاک تحت تأثیر معنی‌دار سطوح زهاب نیشکر و مقدار کود اوره مصرفی قرار گرفت و برهم‌کنش این دو عامل در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج برهم‌کنش سطوح مختلف کود اوره و تیمار آبیاری نشان داد که بیش‌ترین پتاسیم محلول خاک در تیمار آبیاری زهاب و دو سطح ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار بدون اختلاف معنی‌دار و کم‌ترین میزان پتاسیم محلول خاک برای تیمار آبیاری کارون در تمام سطوح کود اوره بدون وجود اختلاف معنی‌دار مشاهده شده است (جدول ۵). مقایسه فرآیند تثبیت یون‌های پتاسیم و آمونیم توسط کانی‌های رسی خاک‌های جنوب استان خوزستان نشان داد که مصرف زیاد آمونیم باعث آزادسازی پتاسیم گردید (۳۹). جعفری و باقرنژاد (۲۰۰۴) با بررسی تثبیت پتاسیم در سیستم‌های مختلف کشت در برخی از خاک‌ها و رس‌های خوزستان نشان داده‌اند که تثبیت پتاسیم در لایه سطحی خاک در اراضی که به‌طور مداوم تحت کشت نیشکر قرار داشته‌اند به مراتب بیش‌تر از اراضی بایر و یا اراضی که اصول تناوب زراعی در آن‌ها رعایت شده، بوده است. دلیل مقدار زیاد ظرفیت تثبیت پتاسیم در افق‌های سطحی خاک‌های تحت کشت نیشکر به تخلیه پتاسیم از فضای بین لایه‌های کانی‌های رسی ایلات در نتیجه کشت مداوم بوده است (۲۴). هان و همکاران (۲۰۱۵) در شرایط کشت گلخانه‌ای کاهو مشاهده کردند در اثر کاربرد کود اوره در پایان یک فصل کشت، غلظت کاتیون‌های پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، نیترات، بیکربنات و سولفات در محلول خاک و در کل نمک‌های حل شده (TDS) افزایش قابل ملاحظه داشته است (۱۸).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد بیش‌ترین میزان افزایش پتاسیم محلول خاک در اثر آبیاری با زهاب به‌دست بود که منجر به افزایش ۱۵ درصد پتاسیم

خاک فرایند معدنی شدن را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳۲). در محیط‌های شور (تیمار زهاب) جذب نیتروژن به دلیل کاهش رشد رویشی گیاه و احتمالاً کاهش تراوایی ریشه، کاهش یافته است.

افزایش تدریجی محتوی نیتروژن کل دانه کینوا با افزایش کاربرد کود اوره در خاک نیز توسط بسیاری از پژوهشگران گزارش شده است (۴۵). مهم‌ترین عاملی که میزان پروتئین دانه را تعیین می‌کند در دسترس بودن نیتروژن است و میزان بالاتر پروتئین همراه با عملکرد بالا در یک محصول را فقط با کاربرد نیتروژن مطلوب می‌توان نتیجه گرفت (۷). ابو عمر و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر انواع کود نیتروژنه بر میزان نیتروژن خاک و گیاه کینوا نشان دادند تأثیر تیمارهای مختلف کودی نیتروژن اعمال شده در خاک بر میزان نیتروژن در بافت‌ها و دانه کینوا همان روند کلی تغییر میزان نیتروژن خاک را دنبال کرد. افزایش مشخص در غلظت نیتروژن در خاک باعث عرضه منظم و مداوم نیتروژن به گیاه شد (۱). محمود و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند در اثر افزایش شوری آب آبیاری، مقدار نیتروژن دانه کینوا کاهش یافت. در تیمار آبیاری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مقدار کاهش نیتروژن دانه نسبت به تیمار آبیاری شاهد در تیمارهای نیتروژن صفر، ۱۷/۲ و ۲۸/۱۴ گرم در هر مترمربع به ترتیب ۱۷، ۵/۲ و ۸ درصد بود و در تیمار آبیاری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر مقدار کاهش ۲۶/۴، ۱۰/۴ و ۱۷/۷ درصد بود و آن‌ها نتیجه گرفتند کود نیتروژن اهمیت زیادی در حفظ و بقاء کینوا و مقدار پروتئین دانه در شرایط تنش شوری دارد (۳۱). نتایج ارایه شده در پژوهش‌های مختلف در خصوص میزان نیتروژن دانه تا حدی بالاتر از یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد که ممکن است به دلیل تفاوت در بافت خاک، ارقام زراعی و شرایط محیطی باشد. گزارش شده است تأثیر نوع خاک بر عملکرد و مقدار نیتروژن دانه کینوا بیش‌تر از

اما کاربرد تیمار شاهد آبیاری باعث کاهش (۱۶/۱۵ درصد) سدیم قابل تبادل خاک نسبت به شرایط اولیه خاک گردید. تغییرات یون کلر و سدیم در پروفیل خاک برای تیمارهای مختلف آبیاری مانند تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی بود (۲۱). نتایج نشان داد که استفاده از آبیاری نوبتی یک‌درمیان برای کاهش میزان آبشویی سنگین در پایان فصل و یا در طول دوره فصل آبیاری باید مورد توجه قرار گیرد. تجمع نمک در تیمار آبیاری زهاب، نیاز به آبشویی در پایان فصل کشت و خروج املاح از نیمرخ خاک توسط زهکش‌های زیرزمینی را می‌طلبد.

**نیتروژن دانه:** نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که اثر سطوح مختلف کود اوره و زهاب نیشکر و برهم‌کنش آن‌ها بر مقدار نیتروژن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی نتایج اثر متقابل تیمارها بر مقدار نیتروژن دانه نشان داد (جدول ۵) که بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین نیتروژن دانه به ترتیب از سطح ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار با آبیاری یک در میان و سطح شاهد کود اوره برای همه تیمارهای آبیاری حاصل شد. در خصوص کاهش میزان نیتروژن دانه در سطوح بسیار بالای مصرف کود می‌توان گفت کینوا یک گیاه مقاوم به تنش‌های زیستی و کم نیاز به عناصر است. بنابراین احتمالاً سطوح بالای عناصر غذایی می‌تواند اثر عکس بر جذب آن عنصر داشته باشد. از آن‌جا که در این پژوهش برای حفظ شوری در حد معین، مقدار آب آبشویی نسبتاً زیاد بود احتمالاً شستشوی بخشی از نیترات از خاک از این راه تحقق یافته است از سوی دیگر بیش‌تر ترکیبات ازتی که به خاک داده می‌شوند به دلیل تحرک شیمیایی اندک، به مقدار کم قابل دسترس هستند و شرط لازم برا جذب چنین ترکیباتی توسط گیاه، اعمال فرایند میکروبی معدنی شدن در خاک و تبدیل آن‌ها به اشکال قابل جذب می‌باشد. شوری

کاهش یافت. در واقع، کم شدن فسفر محلول خاک به دلیل ایجاد کانی‌های کلسیم- فسفرمی تواند از جمله دلایل کاهش جذب فسفر توسط گیاهان در شرایط شور باشد (۱۷). شوری می‌تواند کاهش جریان فسفر در آوند چوبی را به دنبال داشته باشد از طرف دیگر سطوح بالای نمک، فسفر ذخیره شده در واکنش را کاهش می‌دهد و از این طریق سبب کاهش فسفر در گیاه می‌شود (۳۰). پژوهشگران در بررسی مقایسه غلظت عناصر غذایی دانه کینوا کشت شده در دو خاک شور و غیرشور در مصر بیان کردند توزیع مواد معدنی در دانه‌های کینوا که در خاک شور رشد می‌کنند بسیار تنظیم شده است و علی‌رغم افزایش غلظت سدیم در حدود چهار برابر در دانه در خاک شور، اما غلظت پتاسیم، فسفر و آهن در دانه‌های کینوا در سطح شور به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک‌های غیرشور بود (۱۱). تجمع بیش‌تر عناصر مورد نیاز ضروری پتاسیم، فسفر در شرایط شوری زیاد ممکن است یکی از سازوکارهای تحمل شوری کینوا باشد و هم‌چنین بذره‌های کینوا که از کشت در شرایط شور حاصل می‌شوند ارزش اقتصادی بالاتری برای انسان فراهم می‌آورد (۲۸).

**پتاسیم، سدیم و نسبت پتاسیم به سدیم دانه:** اثر سطوح مختلف کود اوره و زهاب نیشکر و اثر متقابل آن‌ها بر میزان پتاسیم، سدیم و نسبت پتاسیم به سدیم دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بررسی برهم‌کنش زهاب نیشکر و کود اوره بر میزان پتاسیم دانه نشان داد (جدول ۵) بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین پتاسیم دانه به‌ترتیب از سطح ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار با آبیاری زهاب و سطح شاهد کود اوره تیمار آبیاری کارون حاصل شد. نتایج پژوهش نشان داد افزایش کاربرد نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه گردید و در نتیجه باعث بهبود غلظت پتاسیم در دانه گردید. افزایش جذب پتاسیم رابطه

تیمار آبیاری است و خاک‌هایی با مقدار رس بالاتر از نظر ماده آلی و ظرفیت نگهداری آب برای رشد کینوا مناسب‌تر هستند (۴۴). به منظور بررسی تأثیر ویژگی‌های ریشه کینوا بر جذب نیتروژن از خاک نیاز به مطالعات بیش‌تری وجود دارد.

**فسفر دانه:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین سطوح کود اوره و زهاب نیشکر از نظر غلظت فسفر دانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت ولی برهم‌کنش آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول ۴) که سطوح ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار بدون اختلاف معنی‌دار، بیش‌ترین و تیمار شاهد کم‌ترین میانگین فسفر دانه را به خود اختصاص دادند. با افزایش کود اوره غلظت فسفر دانه کینوا افزایش یافت که با نتایج ناهید و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد (۳۷). حل‌پذیری فسفات در خاک و یا کشت بدون خاک بر اثر تراوش‌های خالص پروتون به وسیله ریشه گیاه وقتی که با نیتروژن آمونیومی تغذیه می‌شود، زیاد می‌شود (۳۵). آسیماکوپولو (۲۰۰۶) بیان داشت که با افزایش آمونیوم محلول غذایی جذب فسفر به‌وسیله اسفناج افزایش می‌یابد (۴۶). افزایش نیتروژن خاک جذب فسفر توسط گیاه را از طریق افزایش رشد اندام‌های هوایی و ریشه، همچنین تغییر متابولیسم گیاه و افزایش قابلیت استفاده و حلالیت فسفر افزایش می‌دهد از سوی دیگر احتمالاً با افزایش جذب نیتروژن، گیاه کینوا جهت حفظ نسبت نیتروژن به فسفر، جذب فسفر افزایش یافته است (۳۲).

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در بین سطوح شوری بیش‌ترین فسفر دانه مربوط به تیمار آبیاری کارون (۱/۰۸ درصد) و کم‌ترین مربوط به تیمار آبیاری زهاب بود. از طرفی بین تیمار آبیاری یک در میان و کارون اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت فسفر در گیاه با افزایش شوری آب آبیاری

مستقیمی با افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه دارد که خود وابسته به جذب نیتروژن در گیاه است و همچنین این افزایش می‌تواند ناشی از تبادل کاتیونی میان آمونیوم حاصل از هیدولیز اوره و پتاسیم باشد (۲۰). با افزایش مصرف کود نیتروژن در هر دو روش کاربرد (خاک و برگ) غلظت فسفر و پتاسیم همانند میزان نیتروژن در دانه کینوا افزایش یافت (۱).

افزایش غلظت فسفر و پتاسیم در دانه کینوا با افزایش کود نیتروژن یک مزیت دیگر به ارزش غذایی آن اضافه می‌کند. نیتروژن در شرایط وجود املاح نمک در محیط ریشه می‌تواند در جذب بیش‌تر پتاسیم مؤثر باشد این امر بستگی به میزان حساسیت گونه گیاهی به شوری و قابلیت آن در جذب بیش‌تر پتاسیم از محیط شور دارد (۴). به نظر می‌رسد افزایش میزان پتاسیم دانه با افزایش شوری آب آبیاری به این دلیل است که با افزایش نمک کلرید سدیم از طریق آب آبیاری به خاک، سدیم محلول در خاک افزایش یافته (جدول ۴) و در نتیجه جایگزین پتاسیم موجود در مکان‌های تبادلی شده و غلظت پتاسیم محلول در خاک افزایش یافت و در نهایت با افزایش غلظت پتاسیم در گیاه همراه بود از سوی دیگر نتایج آنالیز آب نشان داد (جدول ۲) که غلظت پتاسیم زهاب مزارع نیشکر بیش‌تر از آب کارون بود. تجمع پتاسیم نشان‌دهنده سازگاری گیاهان به شوری است و گیاهان هالوفیت توانایی بالاتری در جذب پتاسیم دارند. گیاهان کینوا در شرایط شوری مقدار بیش‌تری پتاسیم در برگ‌های خود جمع می‌کنند (۲). تجمع کاتیون پتاسیم تحت شوری در برگ‌های کینوا این فرضیه را که پتاسیم در تنظیم اسمزی گیاه در شرایط بسیار شور نقش مهمی دارد تأیید می‌کند توانایی متمایز کینوا برای تنظیم توزیع یون‌های معدنی پتاسیم و سدیم در بافت‌های جنین اجازه می‌دهد تا بذرها در شرایط نمکی زیاد جوانه بزنند (۳۰).

بررسی نتایج اثر متقابل سطوح زهاب نیشکر و کود اوره بر غلظت سدیم دانه (جدول ۵) نشان داد که غلظت سدیم در تیمار شوری با کاربرد نیتروژن در مقایسه با عدم مصرف کود نیتروژن کاهش یافت این کاهش احتمالاً مربوط به اثر رقابتی بین کلراید با نیترات و سدیم با آمونیوم در جذب باشد. سدیم یکی از عناصری است که در اثر شوری غلظت آن هم در خاک و هم در گیاه افزایش می‌یابد. افزایش غلظت سدیم در گیاه کینوا در اثر شوری توسط پژوهشگران زیادی گزارش شده است (۱۱، ۲۸، ۳۸). آدولف و همکاران (۲۰۱۲) مکانیسم‌های کلیدی تحمل نمک کینوا را جدا کردن و خروج یون سدیم از واکنش برگ‌ها، بارگذاری یون سدیم در آوندهای چوبی، افزایش تحمل رادیکال‌های آزاد اکسیژن، نگهداری بهتر یون پتاسیم و کنترل کارا بر روزه‌های برگ گزارش کردند (۲).

کینوا ممکن است مکانیسم‌های متعدد ناشناخته منحصر به فرد داشته باشد که امکان رشد و تکثیر آن را در خاک‌های بسیار شور فراهم می‌کند و از این رو برای شناسایی مکانیسم‌های درگیر در فرآیندهای حمل و نقل یون‌های خاص تحت شوری یک مدل جالب گیاهی است (۵۰). ادعا شده است که گیاهان هالوفیت با گلیکوفیت از نظر فیزیولوژی و آناتومی تفاوتی ندارند با این حال یکی از ویژگی‌های بارز هالوفیت‌ها، وجود غدد نمکی یا مثانه نمکی در سلول‌های اپیدرمی است که مکان‌های ذخیره‌سازی برای غلظت بیش از حد سدیم، کلر و پتاسیم در کینوا هستند (۳۸). با به‌کارگیری و مصرف نیتروژن بالاتر از حد اپتیمم مورد نیاز برای شرایط بدون تنش، می‌توان از انتقال بیش‌تر سدیم به بخش هوایی گیاه تحت تنش شوری جلوگیری کرد (۱۷). از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که نیتروژن می‌تواند با ممانعت از جذب بیش‌تر یون سدیم، جذب عناصر ضروری را در شرایط تنش

نمی‌تواند در تفکیک ارقام متحمل و حساس معیار مفیدی باشد، بلکه باید نسبت این دو یون مورد توجه قرار گیرد. تحت شرایط شور، غلظت پتاسیم در ارقام متحمل بیش‌تر از ارقام حساس به شوری می‌باشد که این منجر به افزایش نسبت پتاسیم به سدیم می‌شود و به‌عنوان شاخصی جهت تحمل به شوری استفاده می‌شود که در حقیقت یکی از سازوکارهای فیزیولوژیکی گیاه محسوب می‌گردد. تنظیم جذب پتاسیم و ممانعت از ورود سدیم راه‌کاری است که گیاه جهت نگهداری نسبت K:Na در حد مطلوب به کار می‌برد (۲۷). کوپرو و همکاران (۲۰۰۸) و الی و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر شوری‌های مختلف بر غلظت عناصر غذایی دانه کینوا مشاهده کردند با افزایش شوری میزان سدیم، پتاسیم و کلسیم و منیزیم دانه افزایش یافته است و نسبت پتاسیم به سدیم کاهش یافته است و اگرچه افزایش سدیم بسیار زیاد بود، اما نسبت پتاسیم به سدیم به کم‌تر از یک نمی‌رسد (۲۸، ۵).

**آهن دانه:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح زهاب نیشکر و کود اوره بر غلظت آهن دانه کینوا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی برهم‌کنش آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد افزایش کود اوره از شاهد تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش غلظت آهن به میزان ۱۱/۲۷ درصد شد. بیش‌ترین غلظت آهن دانه در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار حاصل شد که با تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار در یک سطح آماری قرار داشتند و تیمار شاهد کم‌ترین غلظت آهن دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۴). در بررسی خاک‌های جنوب استان خوزستان مشخص شده است ترکیبات آهن در فاز محلول خاک قابل توجه می‌باشند (۱۶). به نظر می‌رسد با افزایش نیتروژن رشد رویشی گیاه کینوا و عملکرد بیولوژیکی آن افزایش یافت (نتایج ارایه نشده است) که این عامل می‌تواند باعث

شوری بهبود بخشد. بررسی غلظت عناصر غذایی در شرایط تنش شوری و خشکی در برگ، ساقه و دانه و پوسته دانه کینوا نشان داد پوشش بذر امکان عبور سدیم به داخل بذر و احتمالاً ایجاد سمیت سدیم و کلر را محدود می‌کند، زیرا غلظت بالای سدیم و کلرید در پوشش بذر کینوا مشاهده شد (۵).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود اوره و زهاب نیشکر در خصوص نسبت پتاسیم به سدیم (جدول ۵) نشان داد که سطح کودی ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره در هکتار همراه با آبیاری کارون و یک‌درمیان بیش‌ترین میزان نسبت پتاسیم به سدیم را داشت و کم‌ترین در تمام سطوح کودی آبیاری زهاب مشاهده شد. ترجیح یون پتاسیم در شرایط غلظت بالای سدیم که به دلیل ساختار فیزیولوژیکی کینوا است (۲) باعث تحمل نسبت به شوری می‌شود. نتایج پژوهش نشان داد تنش شوری سبب افزایش غلظت سدیم و پتاسیم در دانه (جدول ۵) و در نهایت کاهش نسبت پتاسیم به سدیم دانه کینوا شد. به هم خوردن نسبت‌های یونی در گیاه تحت شرایط شوری، حاصل تداخل جذب سدیم با پتاسیم است. تشابه بین شعاع یون هیدراته سدیم و پتاسیم، عمل تمایز بین دو یون مذکور را برای پروتئین‌های ناقل مشکل ساخته و بدین ترتیب سمیت سدیم فراهم می‌گردد. فعالیت آنزیم‌های موجود در سیتوپلاسم حساسیت زیادی به نمک دارد و بنابراین حفظ نسبت زیاد پتاسیم به سدیم در سیتوسول، یک نیاز اساسی برای رشد گیاه در شرایط شوری زیاد است (۶). علت کاهش نسبت پتاسیم به سدیم در شرایط شوری به دلیل این است که مسیر جذب سدیم و پتاسیم در گیاه یکسان است (۵).

پژوهشگران نشان دادند که بین محتوای سدیم و تحمل به شوری رابطه وجود دارد و ارقام متحمل، یون سدیم کم‌تری را نسبت به ارقام حساس وارد بافت‌های خود می‌کنند و مقدار سدیم یا پتاسیم تنها

خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل تثبیت آن‌ها توسط خاک، بالا بودن pH و درصد بالای کربنات کلسیم این خاک‌ها، به سرعت به شکل غیرقابل جذب برای گیاه تبدیل می‌شوند و کمبود آن‌ها در گیاهان ظاهر می‌شود. در ایران نیز به دلیل غالبیت شرایط آهکی خاک‌ها، مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی و به‌خصوص مصرف بی‌رویه فسفر، عدم رعایت تناوب زراعی، مصرف ناچیز کودهای آلی و بالاخره عدم مصرف کودهای محتوی عناصر ریزمغذی در گذشته، امروزه کمبود این عناصر در خاک‌ها و در نتیجه مواد غذایی بیش‌تر مشهود می‌باشد (۳۲). میانگین غلظت آهن در دانه کینوا ۱۳/۲، گندم ۳/۸، برنج ۰/۷ و ذرت ۲/۱ میلی‌گرم در صد گرم وزن خشک گزارش شده است (۱۱). با توجه به این‌که در پژوهش حاضر حداکثر غلظت آهن کینوا رقم گیزاوان در شرایط آبیاری یک‌درمیان ۹۰/۰۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود بنابراین کینوا می‌تواند یکی از منابع غنی تأمین آهن برای انسان باشد.

**عملکرد دانه:** عملکرد دانه کینوا تحت تأثیر سطوح کود اوره، زهاب نیشکر و برهم‌کنش این دو در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). برهم‌کنش تیمارهای نشان داد (جدول ۵) که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری یک در میان با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن و کم‌ترین آن در تیمار آبیاری زهاب بدون مصرف کود نیتروژن حاصل شد. نتایج نشان داد با افزایش شوری و نیتروژن تا مقدار مشخصی (آبیاری یک‌درمیان و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در خاک) عملکرد کینوا افزایش یافت. در سطح پایین شوری با افزایش نیتروژن، عملکرد کینوا بیش‌تر از سطح بالای شوری بود و در سطح بالای شوری افزودن نیتروژن تأثیر کم‌تری بر عملکرد داشت. کریمی (۲۰۲۰) در بررسی اثرات متقابل شوری آب آبیاری و کود نیتروژن اوره بر عملکرد و اجزای

افزایش غلظت آهن در دانه گردد (۲۶). برخی از پژوهشگران معتقدند که یکی از اثرات افزایش نیتروژن افزایش جذب کاتیون‌ها می‌باشد، بنابراین جذب نیتروژن توسط گیاه یک افزایش نسبی در میزان جذب سایر عناصر غذایی در گیاه به وجود می‌آورد (۳۴). هم‌چنین از اثرات اصلی نیتروژن می‌توان به افزایش فعالیت متابولیکی گیاه، تسریع اغلب فرایندها و تغییر جذب گیاه اشاره نمود. پژوهش‌ها نشان داده است که در اثر کمبود نیتروژن سطح آنزیم‌های انتقال‌دهنده عناصر میکرو و کلات‌هایی مثل نیکوتین آمید که در انتقال آهن نقش دارند کاهش می‌یابد (۲۲).

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در بین سطوح زهاب نیشکر (جدول ۴) تیمار آبیاری یک‌درمیان بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار آبیاری کارون دارای بیش‌ترین غلظت آهن دانه کینوا بود و کم‌ترین مربوط به تیمار آبیاری زهاب بود. با توجه به این‌که سطوح متوسط شوری باعث بهبود شرایط رشد رویشی گیاه گردید در نتیجه آن میزان جذب آهن از خاک افزایش یافته است. غلامی و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی غلظت آهن بذر گندم در اراضی جنوب استان خوزستان همبستگی مثبت و معنی‌دار غلظت آهن دانه و شوری خاک را گزارش کرده‌اند (۱۶) و شوری خاک نقش تعیین‌کننده‌ای را در میزان جذب آهن به‌وسیله گیاه داشته و تأییدکننده نظریه تأثیر شوری بر افزایش زیست‌فراهمی میزان آهن در خاک می‌باشد (۳۳).

در تیمار آبیاری زهاب نیشکر وجود مقادیر بالای یون سدیم در خاک و توانایی رقابت آن با سایر کاتیون‌ها (از جمله آهن) سبب کاهش جذب آن توسط گیاه شده است مقادیر زیاد کلرید سدیم در محیط می‌تواند جذب آهن را تحت تأثیر قرار داده و کمبود یا سمیت آهن را تشدید کند (۵۱). عناصر ریزمغذی به خصوص روی، آهن به‌طور وسیعی در

### نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد شوری خاک در انتهای فصل زراعی کینوا نسبت به ابتدای فصل در کرت‌های با آبیاری کارون کاهش و در تیمارهای آبیاری یک‌درمیان و زهاب شوری افزایش نشان داد و با افزایش کاربرد کود اوره در خاک، افزایش تدریجی محتوی نیتروژن کل دانه کینوا مشاهده گردید به‌طوری‌که بیش‌ترین میانگین نیتروژن دانه کینوا از سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با آبیاری یک در میان حاصل شد. در سطوح متوسط شوری (آبیاری یک‌درمیان) نسبت به سطوح بالای شوری (آبیاری زهاب) کود اوره تأثیر بیش‌تری در کاهش میزان سدیم دانه کینوا داشت. در کینوا ترجیح یون پتاسیم در شرایط غلظت بالای سدیم باعث افزایش مقاومت نسبت به شوری می‌شود. کینوا به‌دلیل تنوع ژنتیکی بالا و تطابق‌پذیری به اقلیم‌های مختلف، ارزش غذایی بالا و کارایی بالای استفاده از منابع، می‌تواند گیاه مناسبی برای استفاده از منابع آب و خاک نامتعارف استان خوزستان باشد. توصیه می‌شود جهت استفاده بهینه از آب کارون و دستیابی به عملکرد بالا کینوا، آبیاری یک‌درمیان جایگزین آبیاری کارون گردد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از دفتر پژوهش‌های کاربردی سازمان آب و برق خوزستان، دانشگاه شهید چمران اهواز و شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک خان به‌واسطه حمایت‌های مالی قدردانی می‌نمایند.

عملکرد گندم مشاهده کرد تأثیر مثبت کود اوره بر عملکرد گندم با افزایش شوری آب آبیاری کاهش یافت و کاهش نیاز گیاه به عناصر غذایی به‌دلیل تأثیر منفی تنش شوری بر پتانسیل تولید است (۲۵). نتایج مطالعات ایرلی و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که ارتفاع بوته، مدت بلوغ و عملکرد کینوا و تاج خروس در شرایط بهینه خاک افزایش یافت (عملکرد دانه کینوا تحت تأثیر کود نیتروژن از ۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از ۱۷۹۰ کیلوگرم به ۳۴۹۵ کیلوگرم در هکتار رسید) اما در سطوح بالای کود نیتروژن، عملکرد دانه کاهش یافت آن‌ها نتیجه گرفتند که این نتایج با افزایش رشد رویشی و کاهش گل آذین به‌دلیل کاربرد نیتروژن قابل توضیح است (۱۳). در برخی گیاهان، نیتروژن اضافی و بیش از ظرفیت گیاه به‌عنوان یک عامل منفی باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد و این امر می‌تواند در اثر کاهش ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها به‌علت افزایش انتقال مجدد زودتر از موعد نیتروژن از برگ‌ها به دانه، احیای کم‌تر به‌دلیل وارد شدن نیتروژن بیش‌تر در چرخه احیای نترات، افزایش رشد رویشی، بهم خوردن تعادل جذب عناصر غذایی، ایجاد مسمومیت در گیاه و در نتیجه تشکیل یون آمونیوم و کوتاه بودن دوره رشد رویشی نسبت به زایشی در این ارقام باشد (۵۲). کوپرو و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که کینوا قادر به کامل کردن چرخه زندگی خود و تولید دانه حتی در شوری آب دریا است و عملکرد، تعداد دانه در گیاه، ماده خشک در حضور شوری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۲۸). القوصیبی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند در شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه نسبت به شاهد ۱۶ درصد رشد داشته است ولی در شوری بالاتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه در گیاه کاهش داشت (۳).

منابع

1. Abou-Amer, A.I., and Kamel, A.S. 2011. Growth, yield and nitrogen utilization efficiency of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under different rates and methods of nitrogen fertilization. *Agronomy Journal Egypt*. 33: 155-166.
2. Adolf, V.I., Shabala, S., Andersen, M.N., Razzaghi, F., and Jacobsen, E.S. 2012: Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. *Plant Soil*. 357: 117-129.
3. Algosaiibi, 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. *Journal of Agricultural Science*, 7: 205-214.
4. Almutawa, M., and Elkatony, T.M. 2001. Salt tolerance of two wheat genotypes in response to the form of nitrogen. *Agronomy Journal*. 21: 259-266.
5. Aly, A.A., Al-Barakah, F.N., and El-Mahrouky, M.A. 2018. Salinity stress promote drought tolerance of *Chenopodium quinoa* Willd. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49: 1331-1343.
6. Apse, M.P., and Blumwald, E. 2002. Engineering salt tolerance in plant. *Journal of Biotechnology*. 13: 146-150.
7. Basra, S.M.A., Iqbal, S., and Afzal, I. 2014. Evaluating the response of nitrogen application on growth, development and yield of quinoa genotypes, *International Journal of Agriculture and Biology*, 16: 886-892.
8. Cavazza, L., Patruno, A., and Cirillo, E. 2002. Soil trait and structure stability in artificial sodicated soil. *Italian Journal of Agronomy*. 6: 15-25.
9. Cucci, G., Lacolla, G., and Rubino, P. 2013. Irrigation with saline-sodic water: Effects on soil chemical-physical properties. *African Journal of Agricultural Research*. 8: 358-365.
10. Choudhary, O.P., Ghuman, B.S., Josan, A.S., and Bajwa, M.S. 2006. Effect of alternating irrigation with sodic and non-sodic waters on soil properties and sunflower yield. *Agricultural Water Management*. 85: 151-156.
11. Eisa, S.S., Eid, M.A., Abd El-Samad, E.H., Hussin, S.A., Abdel-Ati, A.A., El-Bordeny, N.E., and El-Naggar, A.M. 2017. '*Chenopodium quinoa*' Willd. A new cash crop halophyte for saline regions of Egypt. *Australian Journal of Crop Science*, 11: 343-354.
12. Erenoglu, E.B., Kutman, U.B., Ceylan, Y., Yildiz, B., and Cakmak, I. 2011. Improved nitrogen nutrition enhances root uptake, root-to-shoot translocation and remobilization of zinc (Zn) in wheat. *The New Phytologist*, 189: 438-448.
13. Erley, G.S.A., Kaul, H., Kruse, M., and Aufhammer, W. 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy*, 22: 95-100.
14. Feizi, M.M., Hajabbasi, A., and Mostafazadeh-Fard, B. 2010. Saline irrigation water management strategies for better yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in an arid region. *Australian Journal of Crop Science*. 4: 408-414. (In Persian)
15. Gandois, L., Perrin, A.S., and Probst, A. 2011. Impact of nitrogenous fertilizer induced proton release on cultivated soils with contrasting carbonate contents: a column experiment. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 75: 1185-1198.
16. Gholami, A., Jafarnejadi, A., Sayad, G., and Davami, A. 2019. Transfer and zoning functions of iron in wheat seeds and soil of some southern farms of Khuzestan province. *Journal of Crop Physiology*. 3: 7-15. (In Persian)
17. Grattan, S.R., and Grieve, C.M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78: 1-4. 127-157.
18. Han, J., Shi, J., Zeng, L., Xu, J., and Wu, L. 2015. Effects of nitrogen fertilization on the acidity and salinity of greenhouse soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 22: 2976-2986.
19. Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S.E., and Shabala, S. 2010. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. *Journal of Experimental Botany*, 62: 185-193.



20. Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., and Nelson, W.L. 1999. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. 6<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, New Jersey, United States of America.
21. Hawizawi, S., and Naseri, A. 2016. The effect of sugarcane drainage irrigation on soil chemical properties. *Journal of Water and Irrigation Management*. 6: 117-132. (In Persian)
22. Haydon, M.J., and Cobbett, C.S. 2007. Transporters of ligands for essential metal ions in plants. *New Phytologist*. 174: 499-506.
23. Helyar, K.R., Cregan, P.D., and Godyn, D.L. 1990. Soil acidity in New-South-Wales-current pH values and estimates of acidification rates. *Soil Research*, 28: 523-537.
24. Jafari, S., and Baghernegad, M. 2004. Investigation of wet effects of drying and cultivation systems on potassium fixation in some soils and clays of Khuzestan. *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources*. 41: 75-90. (In Persian)
25. Karimi, M. 2020. Interactive effects of irrigation water salinity and urea fertilizer on wheat (*Triticumaestivum* L.) yield and yield components. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 13: 937-951. (In Persian)
26. Khamadi, F., Mesgarbashi, M., Hasibi, P., Farzaneh, M., and Enayat Zamir, N. 2016. Effect of plant residues and different levels of nitrogen fertilizer on the quality and concentration of micronutrients in wheat grain, *Journal of Agriculture*, Pp: 109-120. (In Persian)
27. Khan, M.A., Shirazi, M.U., Mujtaba, S.M., and Ashraf, M.Y. 2009. Role of proline, K/Na ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat. *Pakistan Journal Botany*. 41: 633-638.
28. Koyro, H.W., Lieth, H., and Eisa, S.S. 2008. Salt tolerance of *Chenopodium quinoa* Willd. P 133-145. In: H. Leith, M.G. Sucre, and B. Herzog (eds.) *Mangroves and halophytes: restoration and utilization*, Springer, Dordrech, the Netherlands.
29. Khuzestan Water and Power Authority Company (*Kwpa*). 2011. Khuzestan province drainage management studies report. 570p. (In Persian)
30. Navarro, J.M., Botella, M.A., Cerda, A., and Martineze, V. 2001. Phosphorus uptake and translocation in salt stressed melon plants. *Journal of Plant Physiology*, 158: 375-381.
31. Mahmoud, A.H., and Sallam, S. 2017. Response of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Plant to Nitrogen Fertilization and Irrigation by Saline Water. *Alexandria Science Exchange Journal*, 38: 326-334.
32. Malakooti, M.J., and Homae, M. 2004. Fertility of arid and semi-arid soils. *Tarbiat Modares University Press*. Tehran. 518p. (In Persian)
33. Malakouti, M.J., and Tehrani, M. 2000. The role of micronutrients in increasing yield and improving the quality of agricultural products "The role of microelements with macro impact", *Tarbiat Modares University Press*. Issue 43. 328p. (In Persian)
34. Malhi, S.S., Lemke, R., Wang, Z.H., and Chhabra, B.S. 2006. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. *Soil Tillage Research*. 90: 171-183.
35. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2<sup>nd</sup> edition, Academic Press, London. Pp: 313-404.
36. Murtaza, G., Ghafoor, A., and Qadir, M. 2006. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton-wheat rotation. *Agricultural Water Management*. 81: 98-114.
37. Naheed, G., Shahbaz, M., and Akram, N.A. 2008. Intractive effect of rooting medium application of phosphorus and NaCl on plant biomass and mineral nutrients of rice (*Oryza Sativa* L.). *Pakistan Journal of Botany*. 40: 1601-1608.
38. Orsini, F., Accorsi, M., Gianquinto, G., Dinelli, G., Antognoni, F., Carrasco, K. B.R., and Biondi, S. 2011. Beyond the ionic and osmotic response to salinity in *Chenopodium quinoa*: functional elements of successful halophytism. *Functional Plant Biology*, 38: 818-831.

39. Peshger, M. 2010. Comparison of potassium and ammonium stabilization in lands with different uses. Master Thesis. Ramin University of Agriculture and Natural Resources, Khuzestan. 153p. (In Persian)
40. Perrin, A.S., Probst, A., and Probst, J.L. 2008. Impact of nitrogenous fertilizers on carbonate dissolution in small agricultural catchments: implications for weathering CO<sub>2</sub> uptake at regional and global scales. *Geochim Cosmochim Acta*, 72: 3105-3123.
41. Pradeep, M.R., and Narasimha, G. 2012. Effect of leather industry effluents on soil microbial and protease activity. *Biodiversity and Environmental Science*. 33: 39-42.
42. Qaeda, S., Afrasyab, P., and Leyahat, A. 2015. Consolidated use of salt and non-saline water in sorghum and sunflower cultivation in Sistan plain. *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 46: 23-27. (In Persian)
43. Ragab, A.A.M.M., Hellal, F.A., and Abd El-Hady, M. 2008. Irrigation water salinity effects on some soil water constants and plant. 12<sup>th</sup> International Water Technology Conference, Alexandria, Egypt.
44. Razzaghi, F., Plauborg, F., Jacobsen, S.E., Jensen, C.R., and Andersen, M.N. 2012. Effect of nitrogen and water availability of three soil types on yield, radiation use efficiency and evapotranspiration in field-grown quinoa. *Agricultural Water Management*. 109: 20-29.
45. Shams, A.S. 2012. Response of quinoa to nitrogen fertilizer rates under sandy soil conditions. In Proc. 13<sup>th</sup> International Conf. Agron., Fac. of Agric. Benha Univ. Egypt. Pp: 9-10.
46. Simakopoulou, A. 2006. Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reducing activity of spinach in nutrient solution culture. *Scientia Horticulturae*. 110: 21-29.
47. Tedeschi, A., Dell'Aquila, R. 2005. Effects of irrigation with saline waters, at different concentrations, on soil physical and chemical characteristics. *Agricultural Water Management*, 77: 308-322.
48. Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D., and Havlin, J.L. 1993. Soil fertility and fertilizers. Macmillan Publishing Company, New York. 123p.
49. Vincent, G.T., Bruschi, G.R.A., Cristina, F.M., Lucas, Y., and Regina, M.C. 2010. Irrigation with domestic wastewater: A: Multivariate Analysis of Main Soil Changes. *Brazilian Soil Science*. 34: 1427-1434.
50. Wilson, C., Read, J.J., and Abo-Kassem, E. 2002. Effect of mixed-salt salinity on growth and ion relations of a quinoa and a wheat variety. *Journal of Plant Nutrition*, 25: 2689-2704.
51. Yousfi, S., Wissal, M., Mahmoudi, H., Abdelly, C., and Gharsalli, M. 2007. Effect of salt on physiological responses of barley to iron deficiency. *Journal of Plant Physiology and Biochemistry*. 45: 309-314.
52. Zangani, A., Kashani, A., Fathi, G.H. and Meskarbashi, M. 2007. Effect of different nitrogen levels on yield and yield components of two cultivars of rapeseed quantity and quality in Ahwaz. *Journal of Agriculture Sciences*. 25: 39-45. (In Persian)



---

## The effect of urea fertilizer application and sugarcane field drainage on some soil properties, grain yield and nutrient concentrations in quinoa seeds

P. Papan<sup>\*1</sup>, A. Moezzi<sup>2</sup>, M. Chorom<sup>3</sup> and A. Rahnama<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Graduate, Dept. of Soil Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Soil Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, <sup>3</sup>Professor, Dept. of Soil Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, <sup>4</sup>Associate Prof., Dept. of Agronomy, Shahid Chamran University of Ahvaz

Received: 11.09.2020; Accepted: 03.16.2021

---

### Abstract

**Background and Objectives:** One of the ways to use and exploit saline water and lands is to use salinity tolerant cultivars such as quinoa. Management of nutrients such as nitrogen in saline soils can have negative effects of salinity on growth and yield. Cut plants. The aim of this study was to investigate the effect of different levels of urea fertilizer under irrigation conditions of sugarcane fields on some chemical properties of soil and quinoa seeds during a growing season.

**Materials and Methods:** A field experiment was conducted in the year 2018 in the form of split plots in a randomized complete block design with three replications in Mirza Kuchak Khan Sugarcane Cultivation and Industry Company in the southwest of Khuzestan province. In this experiment, four levels of urea fertilizer (0, 75, 150, 225 kg/ha) as the main factor and three levels of sugarcane drainage including control (Karun water with salinity of 2.5 dS-Siemens per meter) and irrigation one in between ( Karun - sugarcane drainage) and sugarcane drainage irrigation (with salinity of 7.5 dS / m) were considered as sub-factors. Seed sowing was done in the form of barley and ridges with a distance of 7-10 cm between two plants and a distance of 65 cm between the lines by hand. Irrigation treatments were applied at the seedling establishment stage. Before irrigation, soil moisture samples were taken and irrigation was done to reach the moisture content of the field capacity. For irrigation with drainage, saline water of agricultural and industrial drains was used. Soil samples were taken at the end of the quinoa cultivation period from a depth of 0-50 cm per experimental plot. At the end of quinoa growth period, quinoa seeds were chemically analyzed separately for each treatment.

**Results:** The results of the present study showed that the interaction effect of treatments on mean soil salinity, soil soluble potassium and nitrogen, potassium and sodium concentrations of quinoa seeds was statistically significant but had a significant effect on soil acidity and sodium concentration, phosphorus and grain iron concentrations. Quinoa not observed. Soil salinity decreased at the end of Quinoa crop season compared to the beginning of the season in plots with Karun irrigation and increased in intermediate and drainage irrigation treatments. The highest average quinoa nitrogen (2.94%) was obtained from the level of 150 kg N / ha with one irrigation, which resulted in an increase of 56%. With increasing application of urea fertilizer in soil, a gradual increase in total nitrogen content of quinoa was observed. At all salinity levels, increasing urea fertilizer decreased the quinoa sodium content. Urea fertilizer was able to improve the absorption of potassium, which is reduced in saline conditions due to sodium toxicity.

---

\* Corresponding Author; Email: [payvand\\_p2006@yahoo.com](mailto:payvand_p2006@yahoo.com)

**Conclusion:** The results of this study showed that sufficient nitrogen can be a suitable physiological solution to increase tolerance to the harmful effects of salinity in quinoa and due to the salinity nature of quinoa, in moderate irrigation management, increasing soil salinity to moderate Morphological growth conditions and grain quality of quinoa. It is recommended to replace Karun irrigation with intermittent irrigation in order to make optimal use of Karun water and achieve high quinoa yield.

**Keywords:** Nitrogen, Potassium, Quinoa, Sodium, Sugarcane drainage