

بررسی اثر شوری آب آبیاری و عناصر غذایی پرمصرف بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و عملکرد گندم

مهرزاد مستشاری (محصص)^{1*} و محمد جواد روستا

استادیار پژوهشی و رئیس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین؛ mm_mohasses@yahoo.com

استادیار پژوهشی و رییس مرکز ملی تحقیقات شوری؛ Rusta@farsagres.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و کود نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد گندم طرحی با سه آزمایش مجزا در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل آباد قزوین در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی روی عملکرد گندم رقم لوند انجام گرفت. این آزمایش به صورت سه طرح جداگانه اثرات سه سطح شوری آب آبیاری (کمتر از 2، 6-8 و 12-10 دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب W_1, W_2, W_3) و کود نیتروژنه در 4 سطح (60، 30 درصد کمتر از توصیه کودی، بر اساس توصیه کودی و 30 درصد بیشتر از توصیه کودی)، کود فسفره در 3 سطح (30 درصد کمتر از توصیه کودی، بر اساس توصیه کودی و 30 درصد بیشتر از توصیه کودی) و پتاسیم در 3 سطح (30 درصد کمتر از توصیه کودی، بر اساس توصیه کودی و 30 درصد بیشتر از توصیه کودی) اجرا شد. نتایج نشان داد که با توجه به میانگین 2 سال آزمایش، با افزایش میزان هدایت الکتریکی آب آبیاری، میزان شوری خاک بعد از برداشت محصول افزایش یافته و میزان عملکرد محصول به طور معنی‌داری کاهش یافت. افزایش کود فسفره تا سطح توصیه کودی اثر شوری آب تا سطح دوم شوری آب آبیاری ($W_2 = 6-8 \text{ dS m}^{-1}$) را بر روی عملکرد کاهش داد، به طوری که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین مصرف آب‌ها با شوری‌های کمتر از 2 و بین 6 تا 8 دسی‌زیمنس بر متر بر روی عملکرد کاهش وجود نداشت. افزایش کود فسفره بر روی عملکرد دانه تا سطح 5 درصد معنی‌دار بود. افزایش کود نیتروژنه تا سطح 30% بیشتر از توصیه کودی بطور غیر معنی‌دار اثر تنش شوری آب آبیاری را کاهش داد. در بررسی اثرات پتاسیم، واکنش خاک (pH خاک) بعد از برداشت محصول کاهش یافته و از 8/2 به 7/6 رسید و افزایش کود پتاسیم تا سطح دوم تیمار شوری آب آبیاری، سبب افزایش عملکرد دانه گندم شد، این بدان معنی است که در شرایط شور باید در مصرف کودهای شیمیایی نهایت دقت را به عمل آورد.

واژه‌های کلیدی: توصیه مصرف کود، پتاسیم، فسفر، نیتروژن، هدایت الکتریکی آب

مقدمه

نامناسب از آب‌های شور 30 میلیون هکتار از 237 میلیون هکتار اراضی کشاورزی فاریاب را به شدت تخریب کرده و حدود 80 میلیون هکتار را با شوری‌های متفاوت تحت

پسراکلی² (1991) گزارش کرد حجم آب‌های موجود در سطح کره زمین 36×10^6 کیلومتر مکعب می‌باشد که 96/4% آن را آب‌های شور تشکیل داده است. استفاده

¹ نویسنده مسئول، آدرس: قزوین، بلوار شهید بهشتی پلاک 118، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین. کد پستی 77544-

کردند مصرف کودهای شیمیایی در شرایط شور ممکن است تأثیر فزاینده، کاهش یا عدم تغییر عملکرد محصول را همراه داشته باشد، تأثیر سوء شوری بیشتر در اوایل دوره رشد گیاه است و افزایش کود بطور قابل ملاحظه‌ای تأثیر منفی شوری را کاهش می‌دهد، با افزایش شوری بدون توجه به غلظت مواد غذایی، غلظت سدیم و کلر در برگ و ساقه کاملاً افزایش یافته در حالی که غلظت پتاسیم و نیترات کاملاً کاهش می‌یابد و پارامترهای تولید بستگی زیادی به غلظت مواد معدنی به ویژه کلر، سدیم و پتاسیم در برگ و ساقه دارد تا دانه. برنستین و آگاتا³ (1965) گزارش کردند کاهش عملکرد محصولات زراعی در اثر شوری را به دلیل کمبود نیتروژن ناشی از مقادیر زیاد کلر می‌دانند همچنین مشخص شده که بالا رفتن غلظت نیتروژن در محلول‌های خاک شور بر جذب دیگر عناصر تأثیر مثبت دارد. کایا و هیگز⁴ (2003) گزارش کردند که شوری موجب کاهش نیتروژن در خیار، گوجه‌فرنگی، کاهو و بادمجان می‌شود در صورتی که غلظت بالای کلرید سدیم، پتاسیم را در اسفناج، گوجه‌فرنگی، ذرت و نخود کاهش می‌دهد. شوری غلظت عناصر غذایی کم مصرف را در گیاه بسته به نوع گونه‌های گیاهی و سطح شوری و نوع آن تغییر می‌دهد. حیدری و همکاران (1386) گزارش کردند در بررسی اثرات سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر تنظیم کننده‌های اسمزی و جذب عناصر غذایی در گندم نشان دادند که به استثناء منیزیم دانه، شوری سبب افزایش میزان جذب و تجمع عناصر نیتروژن، کلسیم و منیزیم در ساقه و دانه گندم و کاهش پتاسیم در هر دو بخش در 2 سال آزمایش گردید. محققان متعددی اثرهای منفی شوری در کاهش عملکرد را گزارش نموده و اعلام داشته‌اند که وجود نمک‌های محلول فراوان در خاک یا محلول غذایی موجب کاهش در جذب ازت کل توسط گندم گردیده و در مجموع در خاک‌های شور کارایی عناصر غذایی در افزایش عملکرد کاهش می‌یابد (حیدری و همکاران، 1386؛ درودی و سیادت، 1378). سپاسخواه و همکاران (1979) گزارش کردند با افزایش شوری از طول ریشه کاسته می‌شود و می‌توان چنین توجیه نمود که در این شرایط تأمین ازت بیشتر موجب افزایش غلظت ازت در محلول خاک گردیده و در نتیجه با افزایش جذب ازت، افزایش عملکرد قابل توجهی مشاهده می‌شود، به علاوه فعالیت‌های میکروبی در اراضی شور به علت تنش‌های محیطی کاهش یافته و در نتیجه نیتریفیکاسیون به کندی صورت می‌گیرد

تأثیر قرار داده است. آبیاری به ندرت با آبی انجام می‌شود که فاقد بعضی از نمک‌ها باشد، بنابراین در نهایت این نمک‌ها تا زمانی که مدیریت سیستم‌های آبیاری نتواند آنها را از طریق آب شویی از نیمرخ خاک خارج نماید، در خاک تجمع حاصل می‌نمایند. شورشدن ثانویه متناسب با توسعه آبیاری در حال افزایش می‌باشد. براساس گزارش سازمان کشاورزی خوار و بار جهانی (FAO) بیش از 40 درصد از اراضی تحت آبیاری ایران در معرض شوری ثانویه قرار دارند (پسراکلی، 1991).

برای موفقیت در بهره‌برداری از اراضی شور، علاوه بر رعایت موارد و مبانی مدیریتی و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، ضرورت دارد که با عرضه منظم عناصر غذایی در مقدار و نسبت بهینه، شرایط خاک به گونه‌ای تغییر داده شود که رشد گیاه بهبود یافته و محصول مناسبی بدست آید. بنابراین در این شرایط تغذیه درست و مناسب نقش مهمی را در روند بهبود وضعیت خاک و گیاه ایفاء می‌کند. مهاجر میلانی (1378) گزارش کرد مدیریت مصرف کودهای شیمیایی در شرایط شور اهمیت زیادی دارد، اغلب این خاک‌ها حاصلخیزی کمی دارند و اثرهای زیانبار زیادی نمک‌های محلول در خاک را می‌توان با فراهم نمودن مواد غذایی ضروری و کمک به گیاه برای تحمل تنش‌های محیطی تا حدودی تعدیل نمود. مگیستاد¹ (1945) گزارش کرد در اراضی شور غلظت زیاد نمک‌ها در خاک سبب کاهش جذب آب توسط گیاه و یا خشکی فیزیولوژیکی می‌گردد، در نتیجه رشد ریشه گیاه و متعاقب آن سطوح جذب مواد غذایی کمتر شده و مواد غذایی بیشتری بایستی در اختیار گیاه قرار گیرد تا رشد متعادل را داشته باشد، از طرف دیگر با مصرف زیاد کودهای شیمیایی خاص به شوری خاک افزوده شده و تولید ماده خشک کاهش می‌یابد. شالوهوت² (1996) گزارش کرد مسمومیت ناشی از نمک‌ها در نتیجه تنش اسمزی، تنش کمبود مواد غذایی، تخریب غشای سلولی و یا تغییر در فعالیت آنزیمی و متابولیسمی اتفاق می‌افتد. اثرات غیر مستقیم تجمع نمک نیز از طریق بهم زدن توازن مواد غذایی خاک، اثر بر میکروارگانیسم‌ها و تخریب ساختمان فیزیکی خاک است. به طور طبیعی کلیه این موارد بر رشد گیاه مؤثر است و میزان این تأثیر به درجه حساسیت گیاه بستگی دارد. در مجموع بسیاری از عوامل مربوط به گیاه، خاک، آب و محیط با یکدیگر عمل کرده و بر عکس‌العمل یک گیاه نسبت به شوری اثر می‌گذارند. عنابی میلانی و مهاجر میلانی (1386) گزارش

³ Bernstein & Ogata

⁴ Kaya & Higgs

¹ Magistad

² Shalhevet

و به طور احتمالی نیاز به کود از ته بیشتر احساس می‌شود، در صورت زیاده‌تر شدن شوری خاک از میزان تولید کاسته می‌شود. قربانی (2002) گزارش کرد، هر گاه 34 درصد از کل آب مصرفی گندم در اوایل دوره رشد بصورت آب غیر شور و بقیه آب مصرفی در مراحل بعدی رشد از آب شور زهکش (10/5 دسی‌زیمنس بر متر) تأمین گردد، بازده تولید گندم از 0/4 کیلوگرم در متر مربع به ازای مصرف آب مخلوط در تمام دوره رشد به 1/2 کیلوگرم در متر مربع به ازای مصرف آب غیر شور افزایش می‌یابد.

کراوس (1373) گزارش کرد که در خاک‌های شور کشور پاکستان مصرف پتاسیم موجب افزایش راندمان مصرف ازت می‌گردد، که این نتایج با اطلاعات بدست آمده توسط میلانی (1375) تأیید شده است. ملکوتی و نفیسی (1373) گزارش کردند که شوری زیاد مانع از رشد و فعالیت ریز جانداران خاک شده و جمعیت آنها را به شدت کاهش می‌دهد، از طرف دیگر مرحله نیترات سازی در خاک‌های شور به شدت کاهش یافته و یا در مراحل ابتدائی تبدیل نیترات متوقف می‌شود. کند شدن متابولیسم ازت در خاک‌های شور ممکن است به علت اختلال در تعادل نسبت K/Na در انساج گیاهی باشد، با افزایش پتاسیم به محیط ریشه گیاه جذب ازت و تبدیل آن به پروتئین بیشتر می‌شود. حق نیا (1375) گزارش کرد شرایط خاک بر روی مقاومت به شوری بسیاری از گیاهان اثر می‌گذارد، به نظر می‌رسد گیاهانی که در خاک‌های غیر حاصلخیز رشد می‌کنند نسبت به شوری مقاومتر از انواعی باشند که بر روی خاک‌های حاصلخیز رشد و نمو می‌کنند، زیرا در این مورد شوری عامل محدودکننده نیست بلکه حاصلخیزی عامل محدودکننده رشد است، صرفنظر از اینکه خاک شور و یا غیر شور باشد کاربرد مناسب کود باعث افزایش عملکرد می‌شود، لیکن این افزایش در مورد خاک‌های غیر شور بطور نسبی بیشتر است. گاپتا و گاپتا¹ (1997) گزارش کرد تعداد زیادی از محققان اثر متقابل مثبت بین شوری و عناصر غذایی را گزارش کرده اند. بطور کلی عملکرد محصولات زراعی با افزایش شوری کاهش می‌یابد. با وجود این، در یک سطح شوری معین رشد گیاه را می‌توان با استفاده مناسب از کودهای آلی و معدنی افزایش داد. در سطح شوری زیاد واکنش گیاه به کود محدود می‌شود و حتی ممکن است افزودن کود اثرات زیان بخش شوری را تشدید نماید و به کاهش عملکرد منجر گردد. گراتان و گریو² (1999) گزارش کردند شوری اثر شدیدی

در کاهش رشد ریشه و نتیجتاً سطح مؤثر جذب آن دارد که باعث جذب کمتر فسفر که عنصری نسبتاً غیر متحرک در خاک است می‌شود، از طرف دیگر ممکن است آنیون-های سولفات و املاح کلر از جذب فسفر توسط ریشه ممانعت کرده که این اثرات می‌تواند دلیلی بر کاهش غلظت فسفر در دانه گیاه باشد و همچنین گزارش کرد کاهش فعالیت فسفر محلول به دلیل افزایش قدرت یونی محلول و کاهش غلظت فسفر محلول خاک به دلیل ایجاد کانی‌های کلسیم- فسفر از جمله دلایل کاهش جذب فسفر توسط گیاهان در شرایط شور می‌باشد. ایلاهی و همکاران³ (1994) گزارش کردند شوری موجب کاهش جذب فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم توسط ریشه و نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در اندام‌های هوایی می‌شود، به علاوه شوری سبب افزایش جذب سدیم و کلر بوسیله ریشه و ساقه می‌گردد. بهرا و دارفلینگ⁴ (1993) گزارش کردند در خاک‌های شور، جذب پتاسیم به دلیل غلظت بالای سدیم و رقابت سدیم و پتاسیم در هنگام جذب کاهش می‌یابد.

به منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری و عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد گندم طرحی با 3 آزمایش مجزا در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل آباد قزوین در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بر روی فاکتورهای عملکرد محصول گندم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این طرح شامل 3 آزمایش می‌باشد. آزمایش اول به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 12 تیمار، شامل مقادیر کود نیتروژن در 4 سطح و آب آبیاری در 3 سطح می‌باشد، تیمارهای نیتروژن شامل (60 درصد کمتر از توصیه بر اساس آزمون خاک، 30 درصد کمتر از توصیه بر اساس آزمون خاک، مطابق توصیه بر اساس آزمون خاک) و 30 درصد بیشتر از توصیه بر اساس آزمون خاک) 3 سطح شوری آب شامل ($W_1 < 2$ ، $W_2 = 6-8$ و $W_3 = 10-12$) دسی‌زیمنس بر متر در کرت‌های حداقل 2 متر مربعی با 3 تکرار بر روی گندم رقم الوند می‌باشد. آزمایش دوم با 9 تیمار با دو فاکتور فسفر در 3 سطح شامل (30 درصد کمتر از توصیه بر اساس آزمون خاک، مطابق توصیه بر اساس آزمون خاک و 30 درصد بیشتر از توصیه بر اساس آزمون خاک) و شوری آب آبیاری (W) در 3 سطح با شوری‌های ($2 <$ و $6-8$ و $10-12$)، در کرت‌های حداقل 2 متر مربعی با 3 تکرار بر روی گندم و آزمایش سوم شبیه آزمایش اول بوده با تفاوت جایگزین

³ Ilahi & et al.

⁴ Bohra & Derffling

¹ Gupta & Gupta

² Grattan & Grieve

روش (توماس، 1996)¹، هدایت الکتریکی عصاره خاک توسط دستگاه شوری سنج، اندازه گیری بافت خاک به روش هیدرومتری، بویکاس، (1962)²، اندازه گیری کربن آلی به روش والکلی بلاک نلسون و سامرز (1996)³، فسفر قابل جذب به روش اولسن، کائو (1996)⁴، سدیم محلول در عصاره اشباع با فلیم فوتومتر، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم لوپرت و سوئرز (1996)⁵، روی، منگنز و مس خاک توسط عصاره گیر DTPA با دستگاه جذب اتمی، لپندزی و نرول (1978)⁶ به انجام رسید.

نتایج و بحث

الف - طرح نیتروژن

در جدول (3) تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بر روی گندم در طرح نیتروژن آورده شده است. پس از کاشت و عملیات داشت و اعمال تیمارها و آبیاری با آب های مورد نظر با شوری های مختلف در طول فصل کاشت یادداشت برداری فاکتورهای مختلف عملکرد در طول مرحله داشت و بعد از برداشت صورت پذیرفت و در نهایت با استفاده از نرم افزار Mstat.c نتایج طرح آنالیز گردید.

همانگونه که ملاحظه می گردد تأثیر فاکتورهای نیتروژن، شوری و اثرات متقابل نیتروژن و شوری بر روی عملکرد دانه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است، اثر شوری بر روی عملکرد کاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است، اثرات شوری بر روی وزن هزاردانه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بوده است همچنین اثرات شوری، نیتروژن و اثرات متقابل شوری و نیتروژن بر روی میزان کلر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است.

بیشترین عملکرد دانه در سطح سوم نیتروژن بدست آمد و بین سطح سوم نیتروژن با سطح اول، دوم و چهارم آن اختلاف معنی داری وجود داشت. عملکرد دانه در سطح سوم نیتروژن 7/3 تن، سطح اول 6/4 تن، سطح دوم 6/6 تن و در سطح چهارم 5/6 تن در هکتار بدست آمد و احتمالاً با افزایش میزان کود تا سطح سوم عملکرد به دلیل تنش شوری و رقابت بین یون نترات و کلر در جذب توسط گیاه افزایش پیدا کرده ولی با افزایش بیشتر

نمودن پتاسیم به جای فسفر است، تیمارهای پتاسیم شامل (30 درصد کمتر از توصیه بر اساس آزمون خاک، مطابق توصیه بر اساس آزمون خاک و 30 درصد بیشتر از توصیه بر اساس آزمون خاک) می باشد. این طرح به صورت فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار برای هر آزمایش به طور جداگانه در دو سال متوالی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل آباد قزوین اجرا گردید. در این طرح K_2 ، N_3 و P_2 (به ترتیب 350، 75 و 120 کیلوگرم در هکتار) میزان کودهای ازته، پتاسه و فسفره به میزان توصیه شده بر اساس آزمون خاک منطقه بود و K_1 ، N_2 و P_1 به ترتیب (50، 250 و 90 کیلوگرم در هکتار) کودهای نیتروژن، پتاسه و فسفره به میزان 30 درصد کمتر و K_3 ، N_4 و P_3 به ترتیب (450، 90 و 150 کیلوگرم در هکتار) کودهای فسفره، پتاسه و نیتروژن به میزان 30 درصد بیشتر از مقادیر توصیه شده و مقدار کود نیتروژن مصرفی در تیمار N_1 (150 کیلوگرم در هکتار) شامل 60 درصد کمتر از تیمار توصیه شده بر اساس آزمون خاک بود. کود نیتروژنه از منبع اوره به صورت تقسیم در 3 مرحله، 1/3 زمان کاشت، 1/3 زمان پنجه زنی و 1/3 دیگر در هنگام ساقه روی استفاده گردید، کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاسه از منبع سولفات پتاسیم قبل از کاشت مصرف گردید. سه سطح شوری آب آبیاری شامل آب غیر شور (W_1) با میانگین هدایت الکتریکی کمتر از 0/6 دسی زیمنس بر متر در طول فصل زراعی، دومین تیمار سطح آب آبیاری (W_2) با میانگین شوری بین 7/6 دسی زیمنس بر متر در طول فصل زراعی و آب شور (W_3) با میانگین شوری 12/7 دسی - زیمنس بر متر در طول فصل زراعی بود (آب آبیاری با استفاده از نمک های کلرور کلسیم، کلرور منیزیم و کلرور سدیم با نسبت هایی که EC مورد نظر بدست آید مخلوط گردید به طوری که میزان SAR و EC تحت کنترل قرار گرفت، در ضمن تعداد دور آبیاری به تعداد 6 مرحله شامل (بعد از کاشت، فروردین ماه، اوایل اردیبهشت، اواخر اردیبهشت، و اوایل خرداد و اواسط خرداد ماه) صورت پذیرفت. تجزیه کامل کیفی آبهای آبیاری و نمونه برداری مرکب از خاک از اعماق 0-30 و 30-60 سانتی - متری انجام شد و خصوصیات شیمیایی نظیر هدایت الکتریکی، واکنش، درصد اشباع، کاتیونها و آنیونها، درصد آهک، درصد گچ، درصد مواد آلی، بافت، فسفر، پتاسیم، روی، مس، منگنز و بور اندازه گیری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ها شامل واکنش گل اشباع به

1. Tomas (1996)

2. Bouyoucos (1962)

3. Nelson & Samers (1996)

4. Kau (1996)

5. Loepfert & Suarez (1996)

6. Lindsay & Norvel

کود احتمالاً فشار اسمزی در منطقه ریشه ایجاد محدودیت کرده است.

شکل 1 اثرات سطوح مختلف کود نیتروژنه بر روی شوری خاک بعد از برداشت (با در نظر گرفتن میانگین فاکتور سال و سطوح شوری آب آبیاری) را نشان می‌دهد که در آن F_1 ، کود نیتروژنه مصرف شده 60% کمتر از توصیه آزمون خاک، F_2 ، کود نیتروژنه مصرف شده 30% کمتر از توصیه آزمون خاک، F_3 ، کود نیتروژنه مصرفی مطابق با آزمون خاک و F_4 ، کود نیتروژنه مصرفی 30% بیشتر از توصیه آزمون خاک می‌باشد، با عنایت به میانگین دو سال با افزایش میزان کود نیتروژنه میزان شوری خاک نیز افزایش یافت. به طوری که در سطح کودی 30% بیشتر از توصیه کودی میزان شوری به 4/3 دسی‌زیمنس بر متر رسید.

با توجه به شکل 2 اثرات سطوح مختلف آب شور ($W_3=12/7 \text{ dS.m}^{-1}$)، لب شور ($W_2=7/6 \text{ dS.m}^{-1}$) و غیر شور ($W_1=0/6 \text{ dS.m}^{-1}$) بر روی شوری خاک بعد از برداشت معنی‌دار بوده و با افزایش شوری آب آبیاری میزان شوری خاک نیز افزایش یافته بطوری که در تیمار W_3 که شوری آب در حدود 12/7 دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد، میزان شوری خاک بعد از برداشت محصول به 5/9 دسی‌زیمنس بر متر رسید. (شکل 2)

شکل 3 اثرات متقابل سال و شوری آب (میانگین سطوح کودی) بر عملکرد گندم را نشان می‌دهد، بیشترین عملکرد گندم در تیمارهای سال اول و سطح شوری 2 آب آبیاری بوده و کمترین میزان عملکرد در سال دوم و سطح شوری 3 آب آبیاری می‌باشد. و این بدان معنی است که در سال دوم در کل میانگین عملکرد گندم به دلیل شرایط آب و هوایی خاص کمتر از سال اول است.

شکل 4 اثرات سطوح مختلف شوری آب بر روی عملکرد گندم را نشان می‌دهد، اثرات سطوح شوری آب با در نظر گرفتن میانگین فاکتور کود و سال بر روی عملکرد گندم معنی‌دار بوده و با افزایش میزان شوری آب از عملکرد گندم کاسته شده و در سطح شوری 12/7 دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری میزان عملکرد گندم 10/7 تن در هکتار می‌باشد که نسبت به سطوح دیگر در حد 2 تن کاهش یافته لیکن بین سطوح شوری 1 و 2 آب آبیاری اختلاف معنی‌داری در عملکرد گندم ملاحظه نمی‌گردد.

شکل 5 اثرات متقابل سال و شوری آب (میانگین سطوح کودی) بر شوری خاک بعد از برداشت محصول را نشان می‌دهد با افزایش سطوح شوری آب در سال اول و دوم میزان شوری خاک افزایش داشته و

بیشترین شوری خاک در سال اول و در سطح 7/6 دسی‌زیمنس بر متر شوری آب آبیاری برابر 7/2 دسی‌زیمنس بر متر است لیکن اختلاف معنی‌داری بین سال اول و دوم در سطوح شوری آب آبیاری دیده نمی‌شود.

شکل 6 اثرات متقابل شوری و کاربرد نیتروژن بر روی کلر برگ پرچم را نشان می‌دهد، با افزایش سطح شوری آب در سطح 12/7 دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک بیشترین میزان کلر (%) 0/53 را دارد و کمترین میزان کلر (%) 0/06 مربوط به سطح اول با شوری کمتر از 0/6 دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد 60 درصد کمتر بر اساس آزمون خاک می‌باشد.

ب- نتایج طرح فسفر

در جدول (4) نتایج تجزیه واریانس آمده است همانطور که مشاهده می‌شود اثر فسفر بر روی عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشد، اثرات شوری بر روی عملکرد دانه، گندم و میزان کلر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد، اثرات متقابل فسفر و شوری بر روی عملکرد گندم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار می‌باشد.

با توجه به شکل 7 اثرات سطوح مختلف شوری آب آبیاری (میانگین فاکتور سطوح مختلف کود و سال) بر روی عملکرد دانه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. بیشترین میزان عملکرد دانه در تیمار اول شوری آب که 0/6 دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد برابر با 7 تن در هکتار می‌باشد و از نظر آماری با تیمار دوم سطح شوری آب (7/6 دسی‌زیمنس بر متر) اختلاف معنی‌داری ندارد.

شکل 8 اثرات متقابل سال و شوری آب آبیاری بر روی عملکرد گندم را نشان می‌دهد. بیشترین میزان عملکرد گندم در تیمار دو آب آبیاری در سال اول بوده و با افزایش میزان شوری در سال اول از عملکرد گندم کاسته شده است ولی در سال دوم اختلاف معنی‌داری بین عملکردها در سطوح مختلف شوری آب آبیاری وجود ندارد که نشان دهنده معنی‌دار بودن فاکتور سال و تأثیر شرایط خاص آب و هوایی بر روی عملکرد گندم است. لیکن بیشترین میزان عملکرد در تیمار سوم آب از نظر شوری بوده که برابر 11/8 تن در هکتار می‌باشد.

شکل 9 تأثیر سطوح شوری آب آبیاری (میانگین فاکتور سال و سطوح مختلف کودی) بر روی عملکرد گندم را نشان می‌دهد، که با افزایش شوری آب آبیاری میزان عملکرد کمی افزایش داشته که از نظر آماری معنی‌دار نبوده لیکن با افزایش بیشتر شوری آب میزان عملکرد گندم تا 10 تن در هکتار کاهش یافته است.

آماري در سطح احتمال 5 درصد معنی دار گردیده است، که نشان دهنده تأثیر مثبت بنیان سولفات کودهای سولفات پتاسیم بر روی واکنش خاک می باشد.

با توجه به شکل 15 که اثرات سطوح مختلف شوری آب بر روی شوری خاک بعد از برداشت محصول را نشان می دهد مشخص می گردد که هر چه میزان شوری آب بیشتر می شود شوری خاک بعد از برداشت نیز افزایش می یابد لیکن بین تیمار اول و سوم شوری آب آبیاری اختلاف معنی داری بین سطوح شوری خاک دیده می شود.

شکل 16 تأثیر سطوح مختلف شوری آب (با در نظر گرفتن میانگین فاکتورهای دیگر) را بر روی عملکرد گندم نشان می دهد، با توجه به نمودار مذکور هر چه میزان شوری آب بیشتر می شود میزان عملکرد گندم کاهش یافته و به 8 تن در هکتار رسیده است.

با توجه به شکل 17 اثرات متقابل کود پتاسیم و شوری آب بر روی عملکرد دانه، نشان می دهد در سطوح شوری آب آبیاری W_1 و W_2 هرچه میزان مصرف کود پتاسیمی بیشتر می شود میزان عملکرد دانه افزایش می یابد و نشان دهنده اثرات مثبت کود در کاهش تنش شوری آب می باشد لیکن در سطوح بالای آب شور یعنی W_3 هر چه میزان مصرف کود بیشتر می گردد عملکرد دانه کاهش یافته که نشان دهنده این واقعیت می باشد که در مناطقی که دارای آب بسیار شور هستند باید از مصرف بیش از حد کود خودداری نمود.

شکل 18 اثرات متقابل شوری و کاربرد پتاسیم بر روی کلر برگ را نشان می دهد، با کاربرد سطوح دوم و سوم (کاربرد پتاسیم بر اساس آزمون خاک و 30 درصد بیشتر بر اساس آزمون خاک) پتاسیم میزان کلر در سطح احتمال یک درصد کاهش یافته است. با توجه به نمودار با افزایش مصرف پتاسیم در سطح دوم و سوم نسبت به سطح اول (30 درصد کمتر بر اساس آزمون خاک) پتاسیم میزان کلر بطور چشمگیری کاهش یافته است. زیرا یونهای پتاسیم جایگزین یون سدیم که یک ظرفیتی است می گردد و همراه با یون سدیم، یون کلر نیز انتقال می یابد.

نتیجه گیری

با بررسی نتایج بدست آمده مشخص گردید با افزایش شوری آب آبیاری میزان شوری خاک بعد از برداشت محصول افزایش یافته و میزان عملکرد محصول بطور معنی داری کاهش می یابد.

افزایش کود فسفره تا سطح توصیه کودی توانسته اثر تنش شوری آب آبیاری تا سطح آب لب شور را بر روی عملکرد گندم کاهش دهد بطوریکه از نظر آماری اختلاف معنی داری بین مصرف آب لب شور و غیر شور

با توجه به شکل 10 ملاحظه می شود هر چه میزان کود فسفره افزایش یابد میزان عملکرد گندم بیشتر شده و در تیمار سه کود فسفره که 30% بیشتر از توصیه کودی بوده و تیمار سه شوری آب آبیاری به 11 تن در هکتار رسیده است. با توجه به این نمودار مشاهده می شود که افزایش سطوح کود فسفره توانسته اندکی از اثرات شوری آب را خنثی کرده و میزان عملکرد گندم را افزایش دهد.

در شکل 11 اثرات متقابل شوری آب و سال بر روی میزان شوری خاک بعد از برداشت (میانگین سطوح مختلف کودی فسفره) نشان داده شده است. با توجه به نمودار مذکور هر چه میزان شوری آب افزایش داشته باشد در سال اول و دوم میزان شوری خاک نیز بعد از برداشت نیز افزایش نشان می دهد و بیشترین میزان شوری خاک 9/8 دسی زیمنس بر متر بوده که در سال اول بدست آمده است. لیکن بین تیمار اول، دوم و سوم در سال اول و دوم از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان می دهد.

در شکل 12 اثرات تیمارهای شوری آب بر روی میزان شوری خاک بعد از برداشت (میانگین فاکتور سال و سطوح مختلف کودی) مورد بررسی قرار گرفته است که با افزایش میزان شوری آب میزان شوری خاک نیز در تیمار سه شوری آب به 7/1 دسی زیمنس بر متر رسیده که از نظر آماری با تیمارهای اول و دوم شوری آب اختلاف معنی داری را نشان می دهد.

شکل 13 اثرات متقابل شوری و کاربرد فسفر بر روی کلر برگ را نشان می دهد، با افزایش مصرف کود فسفره میزان کلر برگ کاهش یافته است و کمترین میزان کلر (0/5%) مربوط به سطح اول با شوری کمتر از 2 دسی زیمنس بر متر و کاربرد 30 درصد کمتر بر اساس آزمون خاک می باشد.

ج- نتایج طرح پتاسیم

با عنایت به جدول (5) مشاهده می گردد که اثر شوری و اثرات متقابل پتاسیم و شوری بر روی عملکرد گندم در سطح احتمال پنج درصد معنی دار می باشد. اثرات پتاسیم، شوری و اثرات متقابل پتاسیم و شوری بر روی میزان کلر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد.

با توجه به شکل 14 اثرات سطوح کود پتاسیمی بر روی واکنش خاک بعد از برداشت، مشاهده می گردد که هر چه سطوح کود بیشتر شده میزان واکنش خاک کاهش یافته و از 8/2 به 7/6 رسیده است و سطوح کودی 30 درصد کمتر از توصیه با سطوح کودی توصیه و 30 درصد بیشتر از توصیه از نظر

بعد از برداشت محصول کاهش یافته و از 8/2 به 7/6 رسیده است و افزایش کود پتاسیم تا سطح تیمار آب (W₂) سبب افزایش عملکرد دانه گندم گردیده است. بطوری‌که با مصرف 30 درصد بیشتر از توصیه کود سولفات پتاسیم در سطح آب لب شور میزان عملکرد به 5/8 تن در هکتار رسیده که در مقایسه با تیمار آب غیر شور اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد لیکن با مصرف بیشتر کود پتاسیم در سطوح آب شور میزان عملکرد کاهش یافته است و این بدان معنی است که در شرایط بسیار شور آب آبیاری باید در مصرف کودهای شیمیایی نهایت دقت را به عمل آورد. میلانی و همکاران (1378) در آزمایشی گزارش کردند که گندم به مصرف کود پتاسیمی در شرایط شور عکس‌العمل مثبت نشان داده است. کافکافی و همکاران³ (1982) گزارش کردند که به نظر می‌رسد کلر موجود در آبهای شور در رقابت با نیترات موجود در خاک باعث محدودیت جذب نیتروژن توسط گیاه می‌شود و مصرف پتاسیم با افزایش راندمان کود نیتروژنه به طور غیر مستقیم در فراهم نمودن بیشتر نیتروژن در نتیجه در رشد بهتر محصول دخالت می‌نماید. از طرف دیگر تجمع نمک‌های محلول در اطراف سطح ریشه باعث رقابت سدیم در مقابل پتاسیم برای جذب و ورود به داخل گیاه می‌گردد، به علاوه اغلب گیاهان زراعی مانع جذب سدیم و انتقال آن به شاخ و برگ گیاه می‌شوند، این فرآیند به پتاسیم فراوان در درون گیاه نیاز دارد. بنابه گزارش میلانی (1375) حد بحرانی پتاسیم در شرایط شور 300 میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد و به منظور تأمین کمبود پتاسیم خاک، به ازاء افزایش هر واحد شوری آب آبیاری از شوری 2 دسی‌زیمنس بر متر مقدار 30 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به مقدار کود توصیه شده در شرایط غیر شور اضافه می‌گردد.

بر روی عملکرد کاه وجود ندارد ولی عملکرد کاه 1/4 تن افزایش یافته است.

میلانی و همکاران (1378) گزارش کردند که حد بحرانی فسفر قابل جذب در خاک‌های شور برای گندم 15 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک در نظر گرفته می‌شود. از نتایج آزمایشات انجام شده در شرایط شور استنباط می‌شود، که سطح توصیه کود فسفره در شرایط شور کمی زیادتر از شرایط غیر شور می‌باشد به طوری که وقتی شوری آب و خاک افزایش می‌یابد، رشد ریشه کمتر و در نتیجه سطح تماس ریشه با خاک کمتر شده در نهایت نفوذ فسفر به داخل ریشه کاهش می‌یابد (آرویدسون، 1997)¹، از طرف دیگر در شرایط شور به میزان فعالیت یون کلسیم در آب و خاک افزوده می‌شود و افزایش فعالیت یون کلسیم در خاک منجر به تسریع در تشکیل ترکیبات فسفات کلسیم با حلالیت کمتر می‌گردد. از طرف دیگر افزایش کود نیتروژنه تا سطح 30% بیشتر از توصیه کودی اندکی از اثر تنش شوری آب آبیاری را کاهش داده است. به طوریکه در تیمار سطح دوم آب آبیاری و مصرف کود نیتروژنه تا سطح 30 درصد بیشتر از توصیه کودی عملکرد گندم 5/9 تن در هکتار بوده و در مقایسه با همین سطح کود و تیمار سطح اول (آب غیر شور) اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. منچاندا و سینگ² (1982) گزارش کردند در یک آزمایش گلخانه‌ای در خاک‌های با بافت شنی و شور بر روی گندم با کاربرد 3 سطح فسفر (100، 50، 25 پی پی ام)، 2 سطح کلر (80 و 120 میلی اکی والان در لیتر) و 2 سطح (80 و 20 میلی اکی والان در لیتر) رشد گندم با تیمار سطح اول و دوم کلر و افزایش فسفر تا 100 پی پی ام افزایش یافته است.

درودی و همکاران (1378) گزارش کردند که افزایش مصرف اوره موجب کاهش غلظت کلر و افزایش غلظت پتاسیم در برگ گندم گردید. با مصرف متعادل اوره می‌توان غلظت کلر در برگ پرچم (برگ مجاور خوشه) را کاهش داد که نتیجه آن کاهش تنش مسمومیت کلر و افزایش مقاومت گندم به شوری خواهد بود. در شرایط شور کمبود نیتروژن موجب محدود شدن رشد ریشه می‌گردد در نتیجه جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه کاهش می‌یابد و مصرف متعادل نیتروژن موجب افزایش رشد ریشه شده که پیامدهای مثبت آن افزایش کارایی جذب آب و عناصر غذایی در شرایط شور خواهد بود. در بررسی طرح پتاسیم مشخص گردید با افزایش کود سولفات پتاسیم بطور معنی‌داری واکنش خاک

1. Arvidsson

2. Manchanda & Singh

3. Kafkafi & et al.

جدول 1- میانگین خصوصیات شیمیایی آبهای آبیاری مورد آزمون

TDS mg. L ⁻¹	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SAR	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	Na ⁺	EC dS m ⁻¹	pH	مشخصات آب
90	1/6	3/8	0/6	0/6	3/8	1/9	3/75	0/6	8/2	غیر شور (W ₁)
4640	1/2	3/1	0/8	74	15/7	24/8	55	7/6	7/4	لب شور (W ₂)
11240	1/2	2/9	0/2	110	15/3	48/1	75	12/7	7/3	شور (W ₃)

جدول 2- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد آزمون قبل از کاشت

SAR	CL ⁻ av	HCO ₃ ⁻ av	CO ₃ ²⁻ av	Na _{av}	K _{av}	Ca+Mg _{av}	بافت	TNV	OC	SP	EC (dS.m ⁻¹)	pH	عمق (cm)	سال
								%	%	%				
(meq. L ⁻¹)														
3	5	9	2	5	275	8	لوم	6/3	0/5	37/5	1/7	7/8	0-30	اول
2/8	2/5	5/5	2	2/5	220	5/8	لوم	5/5	0/5	39	1/1	7/8	30-60	
4	2/5	5/3	0/5	7	0/06	6	لوم	7	0/6	52	1/1	8	0-30	دوم
3/7	1/9	4/3	0/5	5/8	0/04	5	لوم	6/2	0/4	51	1/05	8	30-60	

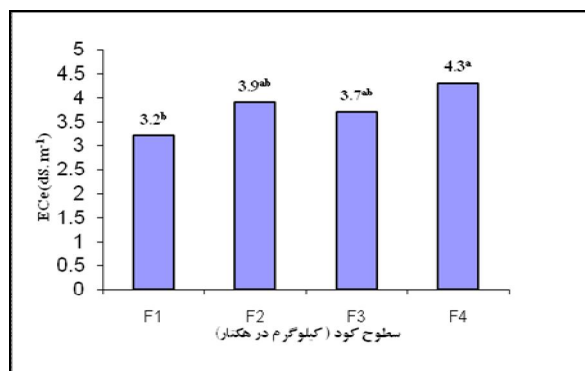
ادامه جدول 2-

سال	عمق خاک (cm)	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
اول	0-30	11/6	275	4/2	1/2	1/4	8/6
	30-60	6/8	220	4/4	0/8	1/5	5/6
دوم	0-30	8	295	3/1	0/8	2	7/1
	30-60	7/5	250	2/9	0/7	1/8	6/5

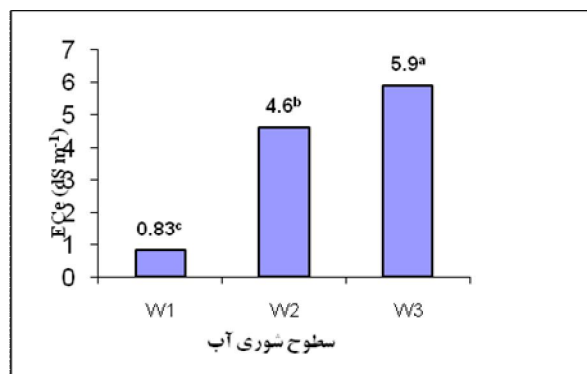
جدول 3- تجزیه واریانس اثرات نیتروژن و شوری بر روی صفات اندازه گیری شده در گندم

میزان کلر در برگ	وزن هزار دانه	عملکرد کاه	عملکرد دانه	df	منابع تغییر
0/000	10/9 ^{ns}	2307056/5 ^{ns}	173069/5 ^{ns}	2	تکرار
110/9 ^{**}	5/6 ^{ns}	8762327/6 ^{ns}	10/1 ^{**}	3	نیتروژن
298 ^{**}	21/8 [*]	147541146/4 ^{**}	12/6 ^{**}	2	شوری
149/7 ^{**}	7/6 ^{ns}	4136327/9 ^{ns}	4/6 ^{**}	6	اثر متقابل نیتروژن و شوری
0/000	4/1	3747571/1	445560/1	22	اشتباه آزمایشی
6/2	6/6	14/5	10/3		درصد ضریب تغییرات

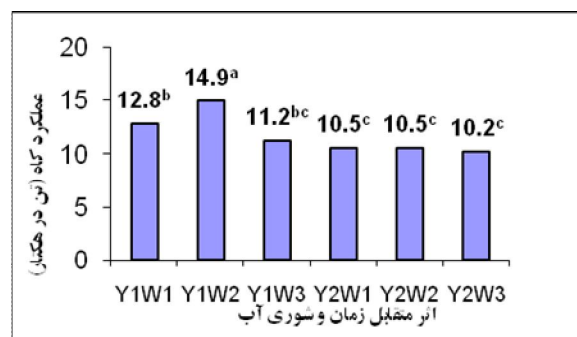
ns و **، * معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و معنی دار نمی باشد



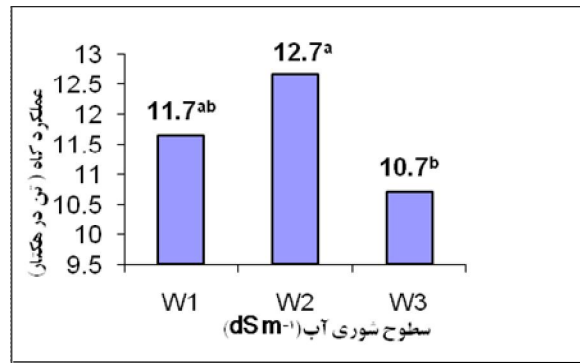
شکل 1- اثرات سطوح مختلف کود نیتروژنه بر روی شوری خاک بعد از برداشت (LSD 5%)



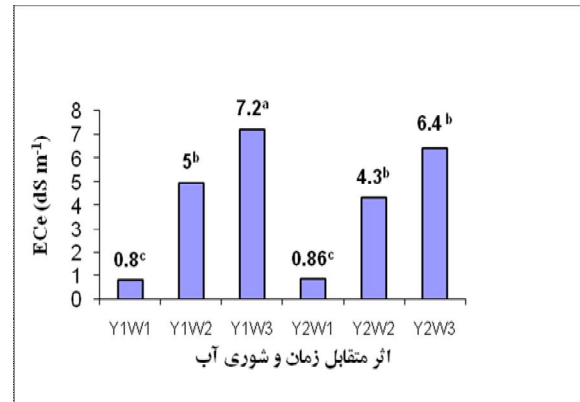
شکل 2- اثرات سطوح مختلف شوری آب بر روی شوری خاک بعد از برداشت (LSD 5%)



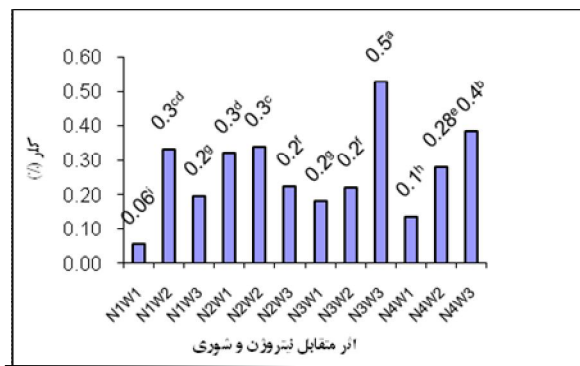
شکل 3- اثرات متقابل سطوح مختلف شوری آب و زمان بر روی عملکرد گاه گندم (LSD 5%)



شکل 4- اثرات سطوح مختلف شوری آب بر روی عملکرد گندم (LSD 5%)



شکل 5 - اثرات متقابل سطوح مختلف شوری آب و زمان بر روی شوری خاک بعد از برداشت گندم (LSD 5%)

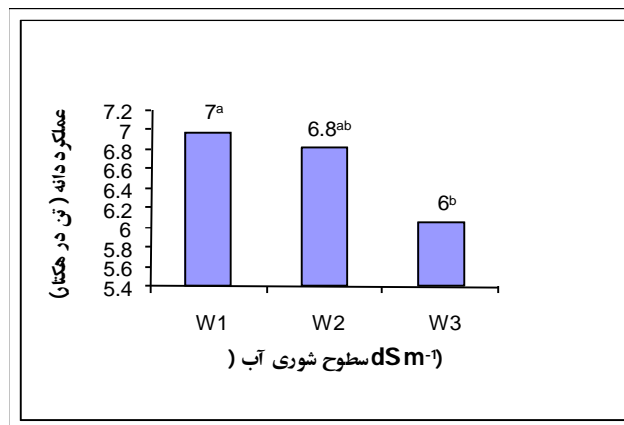


شکل 6- اثر متقابل شوری و نیتروژن بر روی کلر برگ بعد از برداشت گندم (دانکن 5%)

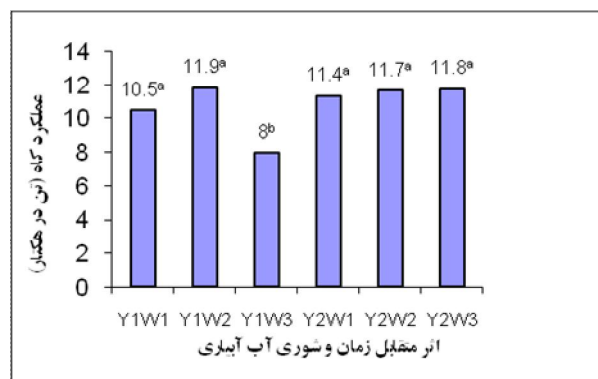
جدول 4- تجزیه واریانس اثرات فسفر و شوری بر روی صفات اندازه‌گیری شده (میانگین دو سال)

منابع تغییر	df	عملکرد دانه	عملکرد کاه	وزن هزار دانه	میزان کلر در برگ
تکرار	2	18160/8 ^{ns}	1319044/9 ^{ns}	0/5 ^{ns}	0/02 ^{ns}
فسفر	2	2213061/4*	2648270/2 ^{ns}	1/4 ^{ns}	0/08 ^{ns}
شوری	2	2773505/9**	39567590/6**	20/7*	0/53**
اثر متقابل فسفر و شوری	4	323547/3 ^{ns}	6756177/4*	2/9 ^{ns}	0/04 ^{ns}
اشتباه آزمایشی	16	421625/2	1506644/9	3/4	0/02
درصد ضریب تغییرات		10/3	11/6	5/8	41/9

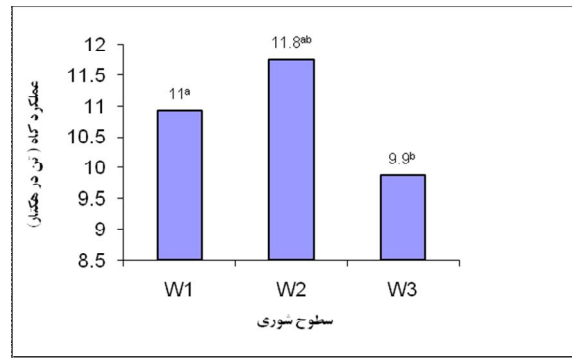
**، *، ns معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و معنی دار نمی‌باشد



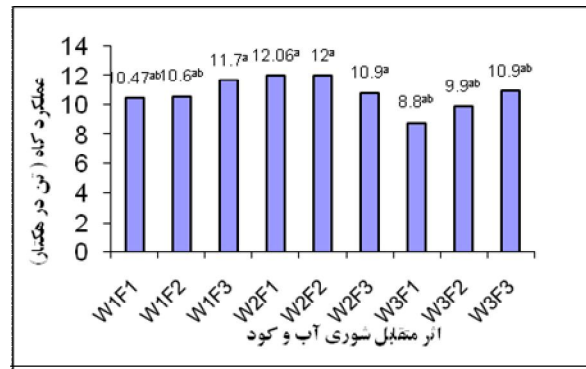
شکل 7- اثرات سطوح مختلف شوری آب بر روی عملکرد دانه گندم (LSD5%)



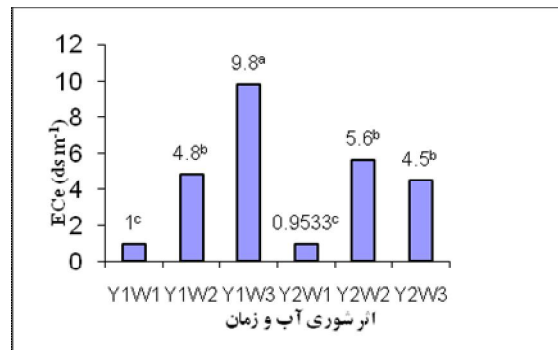
شکل 8- اثرات متقابل شوری آب و زمان بر عملکرد کاه (LSD5%)



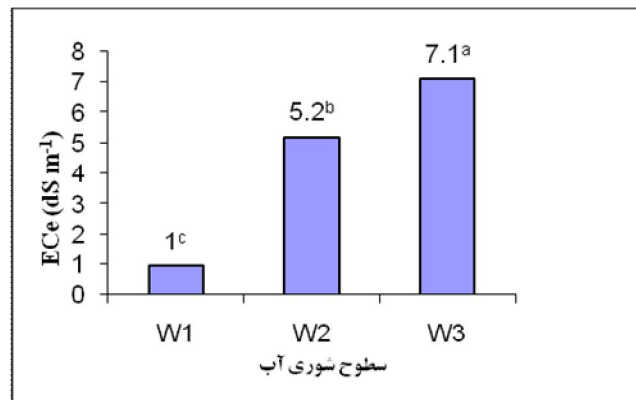
شکل 9- اثرات سطح مختلف شوری آب آبیاری بر روی عملکرد گندم (LSD5%)



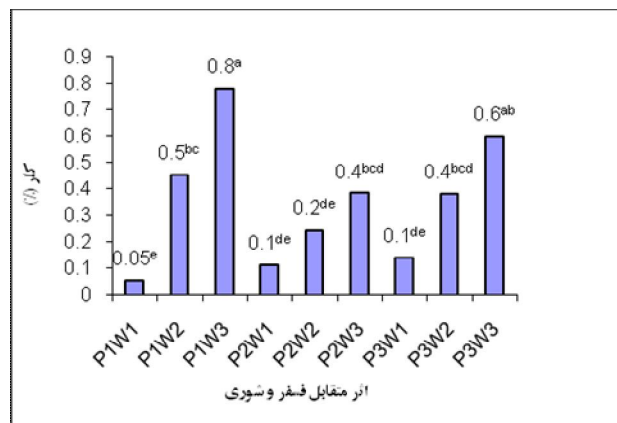
شکل 10- اثرات متقابل کود فسفره و شوری آب بر روی عملکرد گندم (LSD5%)



شکل 11- اثرات متقابل شوری آب و زمان بر شوری خاک بعد از برداشت محصول (LSD5%)



شکل 12- اثرات شوری آب آبیاری بر میزان شوری خاک بعد از برداشت محصول (LSD5%)

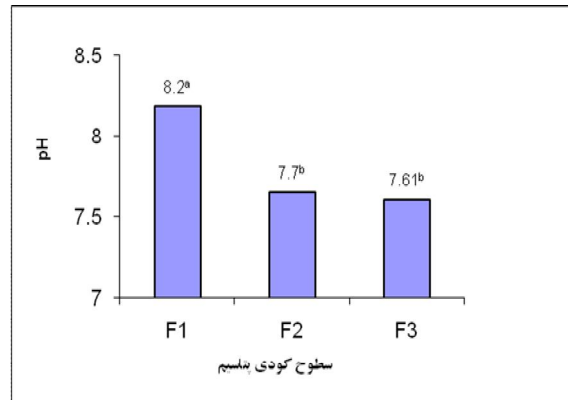


شکل 13- اثر متقابل شوری و فسفر بر روی کلر خاک بعد از برداشت گندم (دانکن 5%)

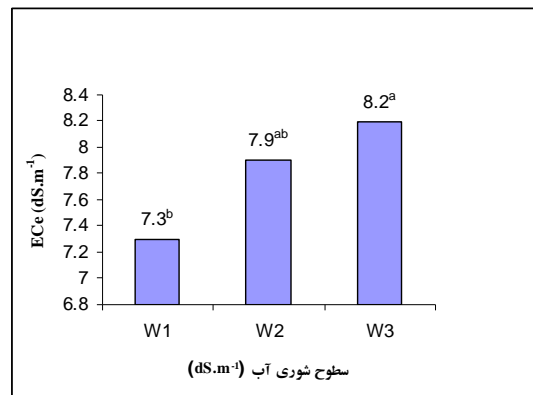
جدول 5- تجزیه واریانس اثرات پتاسیم و شوری بر روی صفات اندازه‌گیری شده

میزان کلر در برگ	وزن هزار دانه	عملکرد کاه	عملکرد دانه	df	منابع تغییر
0/000 ^{ns}	19/9 ^{ns}	8764644/7 ^{ns}	3766377/6 [*]	2	تکرار
0/005 ^{**}	10/9 ^{ns}	2725025/9 ^{ns}	81133/6 ^{ns}	2	پتاسیم
0/2 ^{**}	5/7 ^{ns}	30390775/7 ^{**}	323547/3 ^{ns}	2	شوری
0/08 ^{**}	2/5 ^{ns}	20587811/5 ^{**}	3551145/8 ^{ns}	4	اثر متقابل پتاسیم و شوری
0/000	7/7	2692367/4	541644/04	16	اشتباه آزمایشی
2/3	8/6	17/07	9/8		درصد ضریب تغییرات

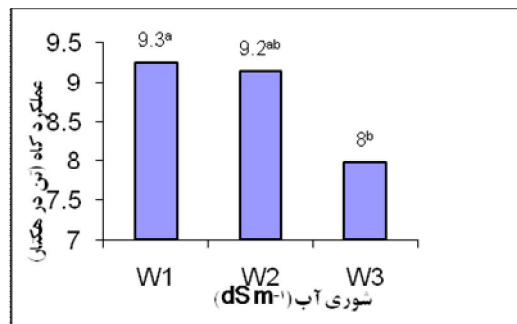
**، *، ns معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و معنی دار نمی‌باشد



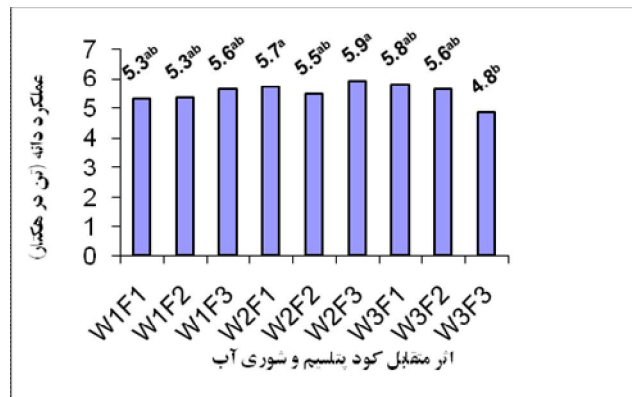
شکل 14- اثرات سطوح کود پتاسیم بر روی pH خاک بعد از برداشت (LSD5%)



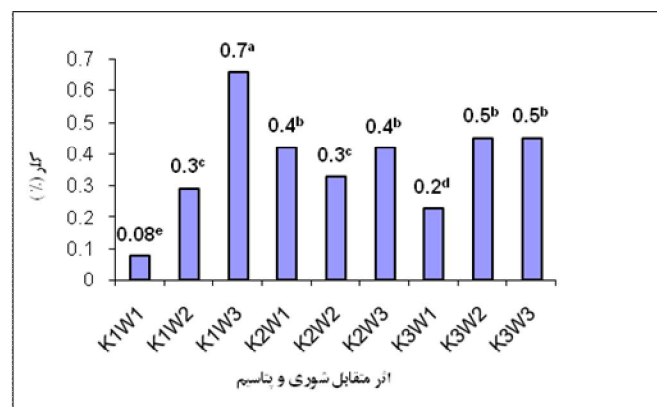
شکل 15- اثرات سطوح مختلف شوری آب بر روی شوری خاک بعد از برداشت محصول (LSD5%)



شکل 16- تأثیر سطوح مختلف شوری آب بر روی عملکرد گندم (LSD5%)



شکل 17- اثرات متقابل کود پتاسیم و شوری آب بر روی عملکرد دانه (LSD5%)



شکل 18- اثر متقابل شوری و پتاسیم بر روی کلر برگ بعد از برداشت گندم (دانکن 5%)

فهرست منابع:

1. اژدر عنابی میلانی، مهاجر میلانی، پرویز. 1386. اثر نیتروژن و پتاسیم در عملکرد و کارایی مصرف آب سه رقم گندم در شرایط شور. دهمین کنگره علوم خاک ایران.
2. حق نیا، غلامحسین. 1375. راهنمای تحمل گیاهان نسبت به شوری. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد..
3. حیدری، م.، نادیان، ح. ا.، بخشنده، ع. خلیل عالمی س. و فتیحی. ق.ا. 1386. بررسی اثرات مختلف شوری و نیتروژن بر تنظیم کننده‌های اسمزی و جذب عناصر غذایی در گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد 11. شماره 40 الف صفحه 193-210.
4. درودی، محمد سعید و حمید سیادت. 1378. تأثیر شوری آب آبیاری، کودهای سولفات پتاسیم و اوره بر عملکرد و غلظت عناصر غذایی در گندم. مجله خاک و آب جلد 12 شماره 6، ویژه نامه گندم.

5. علی احيائي، مریم. 1376. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک (جلد دوم). نشریه فنی شماره 1024، وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
6. کراوس، ادلف. 1373. گزارش نتایج حاصل از تحقیقات پتاسیم در پاکستان، مجموعه سخنرانی های علمی. موسسه تحقیقات خاک و آب.
7. ملکوتی، محمد جعفر و مهدی نفیسی. 1373. مصرف کود در اراضی زراعی (فاریاب و دیم). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
8. مهاجر میلانی، پرویز. 1378. تغذیه گندم در شرایط شور استان قم. مجله خاک و آب جلد 12 شماره 6. ویژه نامه گندم.
9. مهاجر میلانی، پرویز. 1375. چگونگی بهره برداری از اراضی شور مقدمه ای بر شوری خاک. نشریه فنی شماره 17. موسسه تحقیقات خاک و آب.
10. Arvidsson, J. 1997. Nutrient uptake in compacted soil in field and laboratory experiments-Doctoral Thesis. Soil compaction Agricultural- From soil stress to Plant Stress. Swedish university of Agricultural Sciences, Uppsala, Paper 7.
11. Bernstein, L. and Ogata. G. 1965. Effect of salinity on nodulation nitrogen fixation and growth of Soybean and Alfalfa. *Agronomy Journal*. 58:201-203.
12. Bohra, J.S. and K. Derffling. 1993. Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) Varieties under NaCl salinity *Plant and Soil*. 152- 299-303.
13. Bouyoucos. C. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. *Agron. J.* 45: 464 – 465.
14. Grattan, S.R. and Grieve. C. M. 1999. Mineral nutrient acquisition and responses by plants grown in saline environment: In, M. Press arakli. *Hand Book of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker Inc., New York. P: 203-226.
15. Gupta, S. K. and I. C. Gupta. 1997. *Crop production waterlogged saline soils*. Scientific publishers. India.
16. Ilahi, I., F. Hossain and M. Khan. 1994. The effect of salinity and macronutrient level on Wheat. I. Composition. *J. Plant Nutrition*, 20(9):1169-1182.
17. Kafkafi, U., N. Valovas and J. Jetey. 1982. Chloride interaction with nitrate and P nutrition in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *J. Plant Nutrition*. 5 (12):1369-1385.
18. Kaya, C. and Higgs. 2003. Supplementary potassium nitrate improves salt tolerance in bell pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*. 25: 2663-2676.
19. Kuo, S. 1996. Phosphorus. In "Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods". (Ed. D. L. Sparks) pp 551-574. *Soil Science of America: Madison, WI*.
20. Lindsay, w.L. and W.A. Norvel .1978. Development of a DTPA Soil test for Zinc, iron, manganese, and Copper . *Soil Sci , Soc . Am . J.* 42:421-428.
21. Loeppert R. H., L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum. In "Methods of soil analysis. Part 3. chemical methods". (Ed. DI. Sparks) pages 437-474. *Soil Sc. Soc. of Am. Madison, WI*.
22. Magistad, O. C. 1945. Plant growth relation on saline and alkaline soils. *Bot. Rew* 11, 181-230. In: *Tel No4*.
23. Manchanda, H.R, Singh, J.P. 1982. Wheat growth in chloride and Sulphate dominant saline soils and the effect of phosphorus application. *Journal of the Indian Society of Soil Sci*. Pp: 53-57.
24. Nelson D. W. , and L. E. Sommers. 1996 . Total Carbon , organic carbon, and organic matter. In "Methods of soil analysis. Part 3. chmical methods".(Ed. DI. Sparks)
25. Pessarakli, M. 1991. Dry matter yield, nitrogen-15 absorption, and water uptake by green bean under sodium chloride stress *crop. Sci.* 31: 1633-1640.

26. Qarbani, M. H. 2002. Effect of salt stress during growth on seed power in wheat. M.S. Thesis, Farming college, Agricultural and Natural Source University of Gorgan. press. 85p.
27. Ryan, J. and A. Master. 1992. Fertilizer use efficiency under rain-fed agriculture in west Asia and North Africa, Proceeding of the forth regional workshop 3-10 May 1991. Agadir, Morocco international center for Agricultural Research in Dry Areas.
28. Sepaskhah, A.R. and Boersmal. 1979. Shoot and root growth of wheat seeding exposed to several levels of Matric potential and Na Cl-induced osmotic potential of soil water. *Agronomy. J.* 71.74G752.
29. Shalhevet, J. 1996. Plants under water and salt stress In: L. Fowden, T. Mansfield
30. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In" *Methods of soil analysis. Part3. Chemical methods*" (Ed. D.I. Sparks). pages 475-490. Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI.