



شماره ۹۰، بهار ۱۳۹۰

نشریه زراعت

(پژوهش و سازندگی)

بررسی اثر میزان کلر و سولفات آب آبیاری و همچنین نقش نیتروژن بر جذب فیزیولوژی عناصر و میزان محصول جو (*Hordeum vulgare* L.)

• مهنوش اسکندری تریقان

کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی (نویسنده مسئول)

• علیرضا آستارایی

دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

• مسعود اسکندری تریقان

عضو هیات علمی ایستگاه تحقیقات دیم شیروان

• علی اکبر عامری

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی

تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۸۸

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۱۰۰۲۶۹۶

Email: mehrnoosh_eskandary@yahoo.com

چکیده

شرایط محیطی از قبیل شوری خاک، گرما، مسمومیت عناصر سنگین خاک بر روی رشد گیاه و جذب نیتروژن توسط ریشه و متابولیسم آن در گیاه اثر نامطلوب دارند. تغییرات فشار اسمزی معمولاً به تغییرات کلر مربوط است. بالا رفتن غلظت نیتروژن در محلول های خاک شور بر جذب دیگر عناصر تاثیر مثبت دارد. این بررسی با ۶ نسبت آبیونی کلر به سولفات شامل ۱) شاهد (C.S)، ۲) نسبت (C_۳S_۱) ۳) (نسبت C_۴S_۰) ۴) (نسبت C_۵S_۰) ۵) نسبت (C_۶S_۰) ۶) (نسبت C_۷S_۰) و ۲ مقدار کود ۷۵ (N۱) و ۱۵۰ (N۲) کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد جهت بررسی تاثیر توام شوری کلریدی و سولفاتی و نیتروژن بر مقدار، جذب و برهمکنش عناصر غذایی (N، P، K)، کلر و سولفات در گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) و تعیین شاخص برداشت دانه و نیز اندازه گیری کارایی زراعی، کارایی جذب و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در گیاه انجام گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که حداکثر عملکرد دانه و کاه و کلش گیاه در نسبت های C_۳S_۰ و C_۴S_۰ و حداکثر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم کاه و کلش و دانه در نسبت های C_۳S_۰، C_۴S_۰ و C_۵S_۰ مشاهده گردید. همچنین حداکثر غلظت N، P، K تحت تاثیر نسبت های آبیونی و نیتروژن در تیمارهایی با نسبت های پایین تر از آبیون کلر و بالاتر از سولفات مشاهده گردید. حداکثر شاخص برداشت دانه و نیتروژن در تیمار C_۳S_۰ و شاخص برداشت فسفر در تیمار C_۳S_۰ مشاهده شد. نتایج آزمایش همچنین نشان داد که شاخص برداشت گوگرد در نسبت های بالای کلر (C_۳S_۰ و C_۴S_۰) بیشتر بود که به علت تاثیر شوری سولفاتی بر افزایش غلظت سولفات زیست توده نسبت به دانه بود. میزان جذب عناصری همچون فسفر تحت اثر شوری نبود که به علت شوری متوسط آزمایش می باشد. نتایج آزمایش همچنین نشان داد که کارایی زراعی و درصد کارایی جذب نیتروژن در تیمارهای با نسبت بالا از سولفات و پایین از کلر (C_۳S_۰ و C_۴S_۰) حداکثر بود. لیکن، روند کارایی فیزیولوژیک بر خلاف کارایی زراعی و درصد کارایی جذب بود. به طوری که حداکثر آن در تیمارهایی با نسبت های کلر بالا و سولفات پایین (C_۳S_۰ و C_۴S_۰) مشاهده گردید که به علت اثر منفی بین آبیون های سولفات و نیتروژن بود. روند مشاهده شده تحت تاثیر نسبت ها در ارتباط با کارایی زراعی، کارایی جذب و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن برای هر دو سطح نیتروژن مشابه و مقادیر کارایی جذب نیتروژن در تیمارها برای سطح ۷۵ دو برابر سطح ۱۵۰ Kg/ha بود.

کلمات کلیدی: نسبت های آبیونی کلر به سولفات، نیتروژن، شاخص برداشت، کارایی جذب عناصر، جو (*Hordeum vulgare* L.)

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 90 pp: 27-38

Effects of chloride and sulfate anions and role of nitrogen on the physiological nutrients uptake and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.)

By: Mehrnoosh Eskandary Torbaghan Researcher of North Khorasan of Agriculture and Natural Resource Research Center, (Corresponding Author; Tel: +989151002696), Alireza Astarai, Associate Professor of Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Masoud Eskandary Torbaghan, Academic Member of North Khorasan of Agriculture and Natural Resource Research Center, Aliakbar Ameri, Academic Member of North Khorasan of Agriculture and Natural Resource Research Center.

Environmental conditions such as soil salinity, high temperature, and soil toxicity of heavy metals have harmful effects on plant growth and nitrogen uptake by roots. Fluctuations of osmotic pressure usually are related to varying chloride (Cl-) concentration. Increasing N concentration in saline soil solution may have a positive effect on the uptake of other nutrients. A factorial greenhouse experiment on barley was carried out in Ferdowsi University of Mashhad with six Cl-/SO₄= ratios (C0S0, C1S1, C1S2, C1S3, C2S1 and C3S1) and two nitrogen fertilizers (N1=75 Kg/ha and N2= 150 Kg/ha) on the basis of a completely randomized design with three replications. The objective was to study the effects of Cl- and SO₄= salinity and nitrogen on the barley physiological uptake of nutrients and yield. The results showed that maximum grain and straw yield was achieved in C1S3 and C1S2 ratios. In addition, maximum nitrogen (N), phosphorous (P) and potassium (K) concentrations were presented in straw and grain for C1S2, C1S3 and C1S1 treatments. The maximum of N, P and K concentrations under the effects of Cl-/SO₄= ratios and N resulted in low Cl- concentration and high SO₄= concentration. P uptake was not under salinity influence, which is because of the medium level of salinity used in the experiment. Maximum grain and N harvest index was observed in C1S3 and C1S1 had maximum P harvest index. The results also indicated that S harvest index was higher in high Cl- ratios (C2S1 & C3S1) because of high sulphate concentration in biomass rather than in grain under sulphate salinity. PFNUE & PFNRE (Partial Factor N Use Efficiency and Partial Factor N Uptake Efficiency) were maximum under high SO₄= and low Cl- concentration (C1S3 and C1S2) treatments, but not for PFNUTE (Partial Factor N Utilization Efficiency). Hence, maximum of PFNUTE was related to high Cl- and low SO₄= concentrations (C3S1 and C2S1) because of the antagonistic effect between SO₄= and NO₃- . The trend of PFNUTE, PFNUE & PFNRE was similar in two N levels (75 and 150 Kg/ha) and PFNRE was double for 75 Kg N /ha relative to 150 Kg N/ha.

Key words: Cl-/SO₄= ratios, Nitrogen, Harvest Index, Efficiency of nutrients uptake, Barley (*Hordeum vulgare* L.)

مقدمه

گیاه و جذب نیتروژن توسط ریشه و متابولیسم آن در گیاه اثر نامطلوب دارند (۱۶). تغییرات فشار اسمزی معمولاً به تغییرات کلر مربوط است و علاوه بر فشار اسمزی ایجاد شده در خاک ناشی از نمک های کلریدی، می توان تاثیر سوء یون کلرید در سنتز آنیون های آلی، کاهش جذب نیترات و نیتروژن کل در گیاه، مختل شدن متابولیسم نیتروژن در گیاه و در نتیجه اختلال در سنتز پروتئین و اسید نوکلئیک را نام برد (۳۱، ۳۲). غلظت زیاد یون سولفات نیز منجر به مسمومیت گیاه حتی بیش از کلر می گردد (۳۸). Ogata و Bernstein (۱۹) کاهش عملکرد محصولات زراعی در اثر شوری را به دلیل کمبود نیتروژن ناشی از مقادیر زیاد کلر می دانند. همچنین مشخص شده که بالا رفتن غلظت نیتروژن در محلول های خاک شور بر جذب دیگر عناصر تاثیر مثبت دارد (۲۸). حیدری و همکاران (۶) در بررسی اثرات سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر تنظیم کننده های اسمزی و جذب عناصر غذایی در گندم نشان دادند که به استثنا 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 دو سال آزمایش گردید. شاخص برداشت^۱

یکی از ویژگی های مناطق خشک و نیمه خشک، که تقریباً اکثر نقاط ایران را شامل می شود، مساله شوری آب و خاک و همچنین کمبود آب آبیاری مناسب از نظر کیفیت و کمیت است که از مهمترین مشکلات بخش کشاورزی می باشد (۷). بسیاری از گیاهان در محیط های شور، کاهش رشد خواهند داشت که این کاهش رشد را می توان به تجمع یون های سمی نظیر سدیم و کلر در بافت های گیاهی نسبت داد. تجمع این یون ها سبب کاهش فعالیت های آنزیمی، تغییر الگوی کربوهیدرات ها و تولید متابولیت هایی نظیر پرولین در گیاه می شود (۱۲). روابط بین جذب یونی و رشد بسیار پیچیده است و در مجموع غلظت زیاد بسیاری از یون ها در محیط ریشه گیاهان باعث محدود شدن جذب برخی عناصر غذایی می شود. شدت سمیت یون ها برای گیاه، بستگی به نوع نمک غالب، محیط رشد و گونه گیاهی دارد. Pithman (۳۴) نشان داد که اثر سمی نمک های کلره حداکثر و نمک های سولفات حد اقل و نمک های کربناته حد متوسط است. شرایط محیطی از قبیل شوری، مسمومیت عناصر سنگین خاک و گرما، بر روی رشد

۰/۵ میلی متری برای تجزیه شیمیایی مورد استفاده قرار گرفتند. اندازه گیری نیتروژن کاه و کلش و دانه، به روش والف با اسید سولفوریک و آب اکسیژنه به روش کج‌دال (۳۶) در نمونه‌های گیاهی هضم شده صورت گرفت. جهت تعیین مقادیر فسفر و پتاسیم از روش هضم تر گیاه با اسید نیتریک و پرکلریک استفاده گردید، زیرا استفاده از هضم تر در گیاهانی که حاوی سیلیسیم زیادی هستند مثل گندم و جو نسبت به هضم خشک برتری دارد (۳۶). فسفر نمونه‌ها به روش مولیبدات آمونیوم به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل spectrophotometer wpA-S2000 uv/vis) تعیین گردید (۳۶). جهت تعیین مقدار پتاسیم عصاره کاه و کلش و دانه از دستگاه شعله‌سنج استفاده شد (۳۶). کلر گیاه به روش تیتراسیون با نترات نقره ۰/۰۲ نرمال (۳۶) و سولفات نمونه‌های گیاهی در نمونه‌های هضم شده با اسید پرکلریک و آب اکسیژنه (۳۶) و براساس دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب گوگرد کل گیاه اندازه‌گیری شد (۳). سپس مقادیر شاخص برداشت دانه (۹)، شاخص برداشت نیتروژن و کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه گردید (۳۷):

۱۰۰ × (وزن کل ماده خشک/ عملکرد دانه) = شاخص برداشت

- ۱) $GNY = GNC \times YLD$
 ۲) $STNY = STNC \times STR$
 ۳) $BNY = GNY + STNY$

شاخص برداشت نیتروژن

$$۴) NHI = \frac{GNY}{BNY}$$

کارایی زراعی

$$۵) PFNUE = \frac{YLD_f}{N_f} \text{ (gg}^{-1}\text{m}^{-2}\text{)}$$

کارایی جذب

$$۶) PFNRE (\%) = BNY_f \times \frac{100}{N_f}$$

کارایی فیزیولوژیک

$$۷) PFNUTE = \frac{YLD}{BNY} \text{ (gg}^{-1}\text{m}^{-2}\text{)}$$

درفرمول‌های فوق بترتیب GNY عملکرد نیتروژن دانه، GNC غلظت نیتروژن دانه، YLD عملکرد دانه، STNY عملکرد نیتروژن کاه و کلش، STNC غلظت نیتروژن کاه و کلش، STR عملکرد کاه و کلش، NHI عملکرد نیتروژن زیست توده، BNY شاخص برداشت نیتروژن، f مخفف fertilizer و Nf سطح کود نیتروژن می باشند (۲۷).

نسبت عملکرد دانه به وزن ماده خشک یا زیست توده می باشد. بسیاری از متخصصان معتقدند که پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای که در نیم قرن اخیر در تولید غلات حاصل شده در درجه اول از طریق افزایش شاخص برداشت و نه الزاماً افزایش کل زیست توده بوده است (۱۷). محققان متعددی اثرهای منفی شوری در کاهش عملکرد را گزارش نموده و اعلام داشته اند 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 می یابد (۶، ۸، ۱۴). متوسط جهانی کارایی مصرف نیتروژن^۲ در غلات ۱۸ کیلوگرم دانه به ازاء هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی و درصد باز یافت نیتروژن^۳ آن ۳۳ درصد می باشد (۳۵). این ارقام در ایران به دلایل مختلف از جمله نوع، مقدار و زمان مصرف کودهای نیتروژنه پایین می باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر توام شوری کلریدی و سولفاتی و نقش نیتروژن بر جذب فیزیولوژیکی عناصر و میزان محصول جو می باشد.

مواد و روش‌ها

این بررسی با ۶ نسبت آبیونی کلر به سولفات شامل ۱ (شاهد C_0S_0)، ۲ (نسبت C_1S_1)، ۳ (نسبت C_2S_2)، ۴ (نسبت C_3S_3)، ۵ (نسبت C_4S_4)، ۶ (نسبت C_5S_5) با استفاده از نمک‌های سولفات کلسیم و کلرید کلسیم و ۲ مقدار کود ۷۵ (N۱) و ۱۵۰ (N۲) کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت. جعبه‌های پلاستیکی با ابعاد ۳۲×۳۶×۳۶ سانتی متر با ۲۰ Kg خاک پر شده و به عنوان بستر کاشت استفاده شد. نیتروژن مورد نیاز به صورت فسفات دی آمونیوم بر اساس نیاز گیاه جو به فسفر (۶۰ Kg/ha) برای هر جعبه محاسبه و قبل از کشت به خاک اضافه شد. باقی مانده کود نیتروژن مورد نیاز تا سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با استفاده از کود اوره به صورت سرک طی دو مرحله، در طول دوره رشد گیاهان به جعبه‌ها اضافه شد. ۳۰ عدد بذر ضد عفونی شده جو رقم کارون در کویر به صورت جوی و پشته کشت، و در طول دوره رشد گیاه، آبیاری با آب شور ۶ ds/m و نسبت‌های متفاوت آبیونی کلر به سولفات انجام شد (۱۱). مقدار نمک مورد نیاز جهت تهیه آب شور بر اساس محاسبه اکوی والان این نمک‌ها برای هر دور آبیاری (ده روزه) گیاهان محاسبه و پس از گذشت ۱۰ روز از تاریخ کاشت، اولین دور آبیاری با آب شور اعمال گردید همچنین میزان آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه جو توسط نرم افزار Netwat محاسبه گردید (۱۰). یک ماه پس از کاشت، گیاهچه‌های موجود در هر جعبه به ۱۶ عدد تنک شدند. در طول دوره رشد گیاه سه بار سم پاشی جهت مبارزه با شته سبز و مینوز انجام گرفت. پس از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، در پایان دوره رشد (۱۲۰ روز پس از کاشت) برخی پارامترهای عملکرد و اجزای آن تعیین گردید، سپس گیاهان از سطح خاک برداشت و گیاهان برداشت شده جهت تعیین برخی عناصر ضروری به آزمایشگاه منتقل شدند. داده‌های بدست آمده با نرم افزار MSTAT-C تجزیه آماری و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۰/۰۵ مقایسه شدند. نمونه‌های گیاهی پس از خشک شدن در خشک کن با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت پس از انتقال به آزمایشگاه خرد و آسیاب شده و پس از عبور از الک

نتایج و بحث

حداکثر غلظت نیتروژن کاه و کلش و دانه گیاه در تیمارهای C_1S_3 و C_4S_4 بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر که برای غلظت نیتروژن کاه و کلش در شکل ۱ و غلظت نیتروژن دانه در شکل ۲ مشاهده گردید. افزایش نسبت های آنیونی کلر به سولفات موجب کاهش عملکرد دانه، کاه و کلش و غلظت نیتروژن در هر دو بخش گیاه گردید. شوری به دلایل متعدد از جمله کاهش جذب به علت کاهش تراوایی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی و به دنبال آن کاهش معدنی شدن ترکیبات آلی و فرایند نیتریفیکاسیون و رقابت یون های سدیم و کلر با آمونیوم و نترات در هنگام جذب، مقدار نیتروژن گیاه را کاهش می دهد. ابطی (۱) در بررسی واکنش نهال دو رقم پسته نسبت به مقدار و نوع شوری خاک نشان داد از دید نسبت سولفات در سطوح مختلف شوری، باعث تخفیف اثر زیان بار شوری گردید. به طوری که، در شوری سولفات سدیم عملکرد ماده خشک ساقه بیش از ۱/۵ برابر و عملکرد ماده خشک برگ بیش از ۱/۷ برابر عملکرد در تیمار شوری کلرید سدیم بود.

حداکثر غلظت فسفر کاه و کلش ودانه (شکل های ۳ و ۴) در تیمارهای C_1S_4 و C_4S_4 و حداقل آن برای هر دو بخش در تیمار C_4S_4 مشاهده شد. مقایسه فسفر دانه در سایر تیمارها نسبت به یکدیگر اختلاف معنی داری به لحاظ آماری نشان نداد. در محیط شور به واسطه افزایش قدرت یونی از فعالیت فسفر در محلول خاک کاسته می شود (۱۵) و نیز در غلظت های الکترولیت بالا و شوری زیاد نسبت به شوری کم، جذب سطحی فسفر در خاک بیشتر شده و بنابراین فسفر کمتری در محلول خاک برای ریشه فراهم است (۲۴). شوری اثر شدیدی در کاهش رشد ریشه و نتیجتاً سطح موثر جذب آن دارد که باعث جذب کمتر فسفر (که عنصری نسبتاً غیر متحرک در خاک است) می شود (۲۵). از طرف دیگر ممکن است آنیون های سولفات و املاح کلر از جذب فسفر توسط ریشه ممانعت کرده که این اثرات می تواند دلیلی بر کاهش غلظت فسفر در دانه گیاه باشد (۲۴). ملکوتی و همکاران به نقل از Maliwal و Paliwal (۲۹) در بررسی های خود بر روی گندم، جو، ذرت و ارزن نشان دادند که قابلیت استفاده فسفر حداکثر تا شوری ۵/۶-۶ دسی زیمنس بر متر و درصد سدیم تبادل (ESP) حدود ۳۰، افزایش یافته و بیش از آن کاهش می یابد. چامپاگنول (۲۲) اظهار داشت که افزودن فسفر به خاک های مبتلا به کمبود در صورتی مفید است که محصول تحت شرایط شوری شدید نباشد و علاوه بر قدرت یونی محلول، جذب فسفر به وسیله گیاه می تواند در اثر رقابت با کلر محدود شود به عنوان مثال در جو و آفتابگردان غلظت بالای یون کلر نسبت به سولفات توانسته برداشت فسفر را تحت تاثیر قرار دهد (۲۲). حداکثر غلظت پتاسیم کاه و کلش تحت تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات در تیمار C_4S_4 و حداقل آن در C_4S_4 مشاهده شد (شکل ۵). درودی و سیادت (۸) نشان دادند که به دلیل همبستگی قوی بین غلظت کلر و پتاسیم در برگ پرچم گندم و همبستگی ضعیف بین کلر و سایر کاتیون ها در شرایط شور احتمالاً مقداری از پتاسیم جذب شده توسط گیاه برای خنثی کردن بار الکتریکی کلر ذخیره شده در واکنش ها حبس گردیده و کمک به واکنش های حیاتی نمی نماید، در نتیجه علی رغم بالا بودن غلظت پتاسیم در اندام هوایی گندم، علائم کمبود پتاسیم در گندم ظاهر می گردد. غلظت پتاسیم دانه گیاه شکل ۶ نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی روند خاصی نداشته و تنها در تیمار C_4S_4 کاهش معنی داری نسبت به تیمار C_4S_4 نشان داد. محققان کاهش در پتاسیم ناشی از شوری را در گیاه جو گزارش

کردند (۲۳، ۲۶). نتایج تاثیر کاربرد پتاسیم بر مقاومت نسبی سه رقم پسته به تنش شوری نشان داد که هر چند کاربرد پتاسیم بر برخی ویژگی های رشد تاثیر معنی داری نداشت ولی بطور معنی داری شاخص های زیست شیمیایی را تحت تاثیر قرار داد و تا حدی اثرات سوء تنش شوری را تعدیل نمود (۴). در حقیقت پتاسیم از طریق افزایش غلظت پرولین و در نتیجه بوسیله تطابق اسمزی تحمل گیاه به تنش شوری را افزایش می دهد (۴). حداکثر غلظت آنیون کلر در تیمار C_3S_1 برای کاه و کلش مشاهده شد که نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی دارای اختلاف معنی داری بود (شکل ۷). حداقل مقدار کلر در تیمارهای C_0S_0 و C_1S_3 مشاهده گردید که نسبت به C_1S_1 و C_1S_2 فاقد اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد بودند. حداکثر غلظت آنیون کلر دانه نیز در تیمارهای C_2S_1 و C_3S_1 بدون اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر مشاهده شد. تیمارهای C_0S_0 و C_1S_1 با حداقل غلظت فاقد اختلاف معنی داری نسبت به یکدیگر در سطح ۵ درصد بودند. دو تیمار C_1S_2 و C_1S_3 نیز فاقد اختلاف معنی داری با یکدیگر بوده و در مقام های بعدی پس از تیمارهای C_2S_1 و C_3S_1 مشاهده شدند (شکل ۸). مطالعه شوری خاک و نوع نمک بر استقرار اولیه و رشد گیاهانی نظیر آتریپلکس^۸، هالیومون^۹، ... نشان داد که عملکرد تمامی گونه ها در نمک سولفات بیشتر از عملکرد در تیمارهای نمک کلرور بود (۱۷). حداکثر غلظت گوگرد در کاه و کلش شکل ۹ گیاه در تیمارهای C_1S_2 و C_1S_3 مشاهده شد که با توجه با استفاده از نمک سولفات قابل پیش بینی بود. روند تغییرات غلظت گوگرد در دانه گیاه جو شکل ۱۰ نیز همانند غلظت گوگرد در کاه و کلش بود.

بررسی مقادیر عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلر و گوگرد در هر دو بخش کاه و کلش و دانه گیاه جدول ۱ تحت تاثیر دو سطح کود نیتروژن مصرفی اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۵ درصد نشان نداد.

مطالعه سطوح شوری با نسبت های کلر به سولفات (۲:۱، ۱:۱ و ۱:۲) و دو سطح نیتروژن (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر گیاه گندم نشان داد که افزایش مقدار کود نیتروژن در خاک هایی با نسبت های یونی کلر به سولفات ۲:۱ و ۱:۱ توانسته است اثرات مثبتی را در خصوص وزن ماده خشک اندام های هوایی گیاه ایجاد نماید (۲). تحقیقات انجام شده بر روی ذرت (۲۹) در شرایط شوری خاک نشان داد که بیشترین جذب آنیونی در مقایسه با کاتیونی در شوری سولفاتی نسبت به شوری کلریدی خاک بوده است. حداکثر غلظت نیتروژن کاه و کلش تحت تاثیر نسبت های آنیونی و نیتروژن به ترتیب در تیمارهای $C_1S_3N_2$ و سپس $C_1S_3N_1$ و $C_1S_2N_2$ مشاهده گردید (جدول ۲) که بیانگر تاثیر غلظت پایین تر از آنیون کلر و بالاتر سولفات بر افزایش مقدار نیتروژن کاه و کلش است. حداکثر غلظت نیتروژن دانه گیاه نیز در تیمارهای $C_1S_2N_1$ ، $C_1S_3N_1$ و $C_1S_2N_2$ مشاهده گردید که روندی تقریباً مشابه غلظت نیتروژن در کاه و کلش گیاه داشت (جدول ۲). Brohi و همکاران (۲۱) بیان کردند که مقادیر NPK در دانه و کاه و کلش گیاه با میزان کودهای نیتروژن و فسفر مصرفی متناسب بود. در برخی گیاهان مانند فلفل، باقلا و خردل هندی نترات مانع جذب کلر شده و در نتیجه موجب بهبود رشد در زمان تنش شوری می شود (۲۴). حداکثر غلظت فسفر کاه و کلش گیاه تحت تاثیر نسبت های آنیونی و نیتروژن (جدول ۲) در تیمارهای $C_1S_2N_1$ ، $C_1S_3N_1$ ، $C_1S_2N_2$ و $C_1S_3N_2$ (جدول ۲) مشاهده گردید که نسبت به یکدیگر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد نداشتند. محققین (۱۸، ۲۰) افزودن کود شیمیایی NPK را

جدول ۱ - تاثیر سطوح نیتروژن ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بر غلظت برخی عناصر غذایی در کاه و کلش و دانه جو

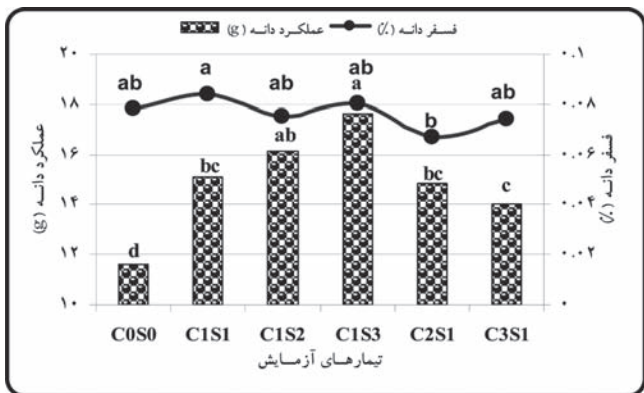
تیمارهای آزمایش	نیتروژن کاه و کلش (ژ)	نیتروژن دانه (ژ)	فسفر کاه و کلش (ژ)	فسفر دانه (ژ)	پتاسیم کاه و کلش (ژ)	پتاسیم دانه (ژ)	کلر و کلش (ژ)	کلر دانه (ژ)	گوگرد کاه و کلش (ژ)	گوگرد دانه (ژ)
N ₁	۰/۵۵۶ a	۱/۰۶۶ a	۰/۱۲۴ a	۰/۰۷۷ a	۰/۱۰۱ a	۰/۰۷۹ a	۱/۰۸۹ a	۰/۴۲۸ a	۰/۲۵۹ a	۰/۲۱۴ a
N ₂	۰/۶۱۵ a	۱/۰۶۷ a	۰/۱۲۴ a	۰/۰۷۶ a	۰/۱۰۴ a	۰/۰۵۵ a	۰/۹۴۳ a	۰/۴۱۹ a	۰/۲۷۲ a	۰/۲۶۵ a
±Sd	۰/۰۹۵۷	۰/۱۲۵	۰/۰۲۰۳۰	۰/۰۱۰۹	۰/۰۱۸۳	۰/۰۶۰۵	۰/۲۸۱۱	۰/۰۸۱۵	۰/۰۵۵۶	۰/۰۷۶۴

اعداد موجود در هر ستون در صورت داشتن حروف غیر متشابه در سطح ۵ درصد معنی دار می باشند.
N₁=۷۵ کیلوگرم در هکتار، N₂=۱۵۰ کیلوگرم در هکتار

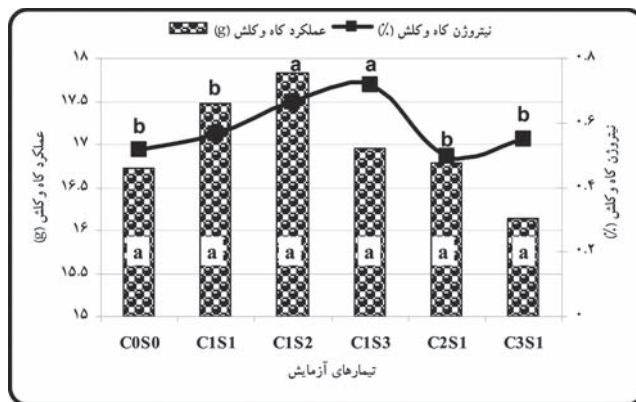
جدول ۲ - تاثیر نسبت های آبیونی کلر به سولفات و نیتروژن بر غلظت برخی عناصر در گیاه جو

تیمارهای آزمایش	نیتروژن کاه و کلش (%)	نیتروژن دانه (%)	فسفر کاه و کلش (%)	فسفر دانه (%)	پتاسیم کاه و کلش (%)	پتاسیم دانه (%)	کلر و کلش (%)	کلر دانه (%)	گوگرد کاه و کلش (%)	گوگرد دانه (%)
C ₀ S ₀ N ₁	۰/۵۱۲ de	۰/۹۱۷ ef	۰/۱۱۳ c	۰/۰۶۹ bcd	۰/۰۸۶ cd	۰/۰۴۶ b	۰/۷۳۲ f	۰/۳۷۱ cde	۰/۱۹۶ e	۰/۰۹۴ e
C ₀ S ₀ N ₂	۰/۵۱۹ de	۱/۰۰۷ def	۰/۱۲۳ abc	۰/۰۸۸ a	۰/۱۰۶ abcd	۰/۰۶۷ ab	۰/۹۴۶ cde	۰/۲۸۶ e	۰/۲۲۶ cde	۰/۱۳۹ de
C ₁ S ₁ N ₁	۰/۵۰۷ e	۱/۰۰۹ de	۰/۱۱۴ c	۰/۰۸۴ ab	۰/۰۹۴ cd	۰/۰۶۴ ab	۱/۰۲۴ bcd	۰/۳۵۸ de	۰/۲۷۷ bc	۰/۱۴۸ d
C ₁ S ₁ N ₂	۰/۶۲۵ bc	۱/۰۸۸ cd	۰/۱۲۹ abc	۰/۰۸۴ ab	۰/۱۰۵ bcd	۰/۰۶۱ ab	۰/۸۵۴ def	۰/۳۵۴ de	۰/۲۷۶ bc	۰/۲۷۰ bc
C ₁ S ₂ N ₁	۰/۶۴۲ bc	۱/۳۲۸ a	۰/۱۵۲ a	۰/۰۸۰ abc	۰/۱۳۰ a	۰/۰۶۰ ab	۰/۸۷۷ def	۰/۴۴۵ abcd	۰/۳۵۳ a	۰/۳۰۳ ab
C ₁ S ₂ N ₂	۰/۶۸۸ ab	۱/۱۱۷ bc	۰/۱۲۵ abc	۰/۰۷۱ bcd	۰/۱۰۳ bcd	۰/۰۴۹ b	۱/۱۲۱ bc	۰/۴۷۶ ab	۰/۳۰۹ ab	۰/۳۳۴ a
C ₁ S ₃ N ₁	۰/۶۹۱ ab	۱/۱۹۶ b	۰/۱۴۶ ab	۰/۰۸۴ ab	۰/۱۲۲ ab	۰/۰۶۰ ab	۰/۹۳۱ de	۰/۳۹۸ bcd	۰/۲۱۵ de	۰/۲۳۲ c
C ₁ S ₃ N ₂	۰/۷۴۵ a	۱/۰۹۶ bcd	۰/۱۲۸ abc	۰/۰۷۶ abcd	۰/۱۱۰ abc	۰/۰۵۴ ab	۰/۸۳۳ ef	۰/۴۳۱ abcd	۰/۳۵۰ a	۰/۳۳۶ a
C ₂ S ₁ N ₁	۰/۴۶۳ e	۱/۰۴۱ cd	۰/۱۰۳ c	۰/۰۶۴ d	۰/۰۸۲ d	۰/۱۷۳ a	۱/۱۷۳ b	۰/۴۷۵ ab	۰/۲۷۷ bc	۰/۲۴۳ c
C ₂ S ₁ N ₂	۰/۵۳۱ de	۱/۰۸۸ cd	۰/۱۲۰ bc	۰/۰۷۰ bcd	۰/۱۰۱ bcd	۰/۰۵۰ b	۱/۰۰۱ bcde	۰/۴۶۰ abc	۰/۲۱۰ de	۰/۲۶۶ bc
C ₃ S ₁ N ₁	۰/۵۲۰ de	۰/۹۰۱ f	۰/۱۱۵ c	۰/۰۸۳ ab	۰/۰۹۳ cd	۰/۰۶۷ ab	۱/۷۹۷ a	۰/۵۲۲ a	۰/۲۳۴ cde	۰/۲۶۱ bc
C ₃ S ₁ N ₂	۰/۵۸۳ cd	۱/۰۰۹ de	۰/۱۱۶ bc	۰/۰۶۴ cd	۰/۰۹۴ cd	۰/۰۴۷ b	۰/۹۰۰ def	۰/۵۰۴ a	۰/۲۵۹ bcd	۰/۲۴۴ c
±Sd	۰/۰۹۵۷	۰/۱۲۵	۰/۰۲۰۳۰	۰/۰۱۰۹	۰/۰۱۸۳	۰/۰۶۰۵	۰/۲۸۱۱	۰/۰۸۱۵	۰/۰۵۵۶	۰/۰۷۶۴

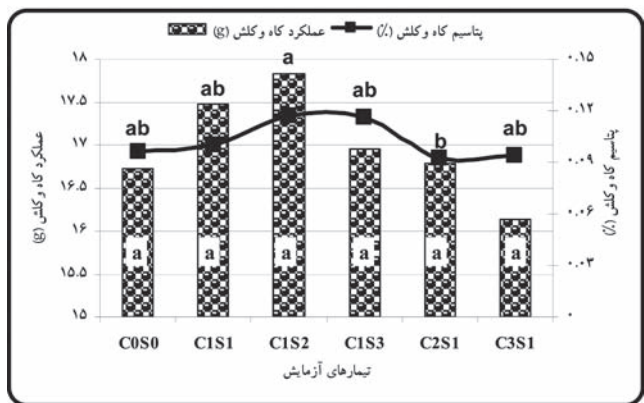
اعداد موجود در هر ستون در صورت داشتن حروف غیر متشابه در سطح ۵ درصد معنی دار می باشند.



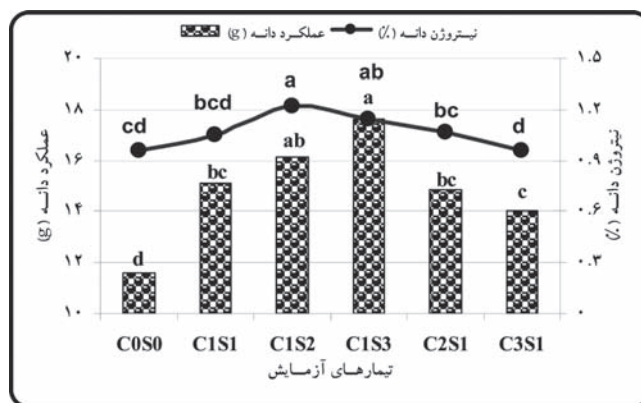
شکل ۴- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت فسفر و عملکرد دانه



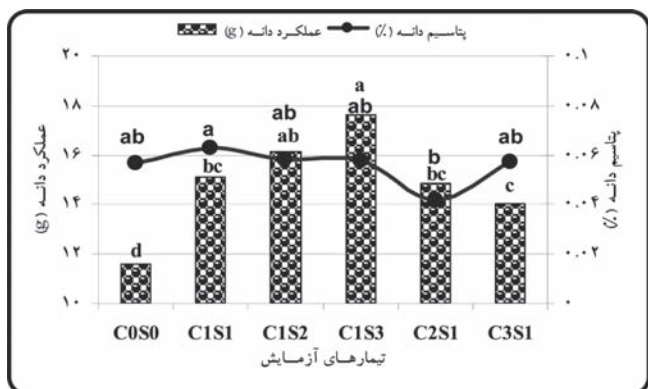
شکل ۵- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت نیتروژن و عملکرد کاه و کلش



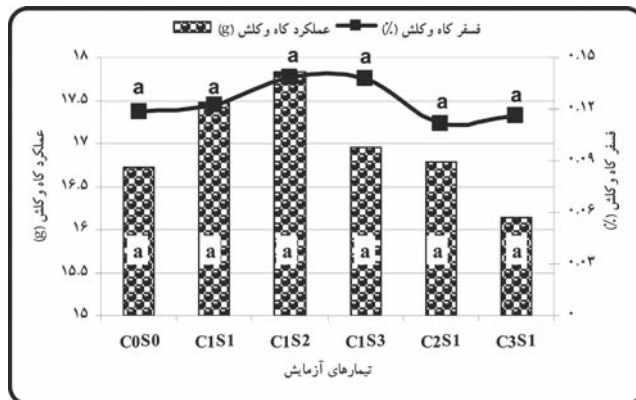
شکل ۶- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت پتاسیم و عملکرد کاه و کلش



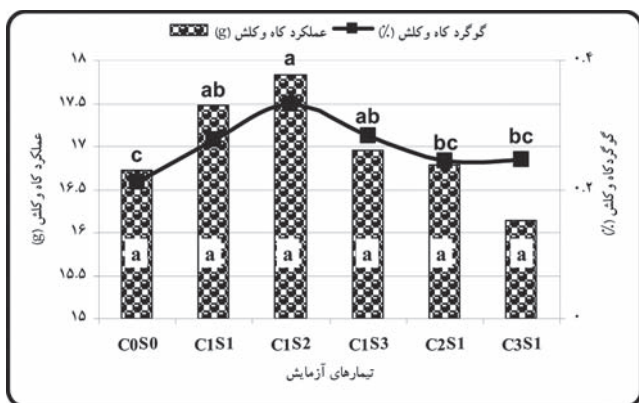
شکل ۷- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت نیتروژن و عملکرد دانه



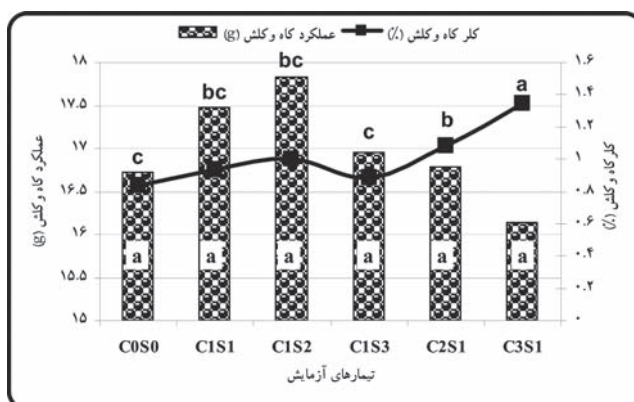
شکل ۸- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت پتاسیم و عملکرد دانه



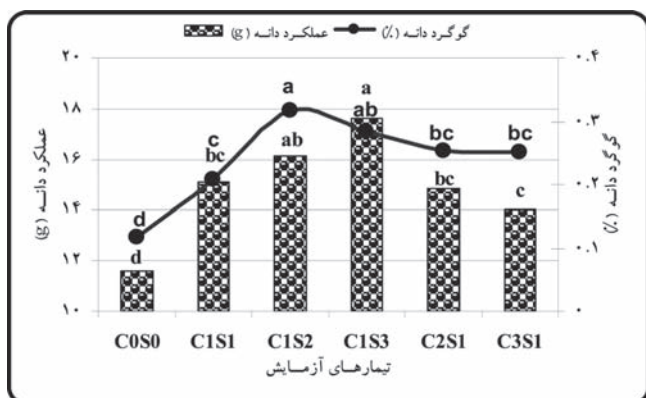
شکل ۹- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت فسفر و عملکرد کاه و کلش



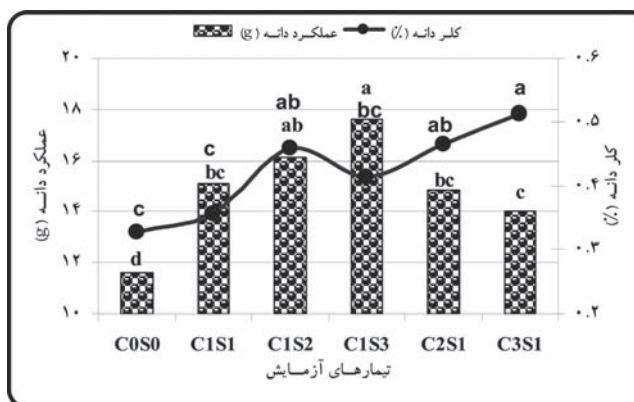
شکل ۹- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت گوگرد و عملکرد کاه و کلش



کل ۷- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت کلر و عملکرد کاه و کلش



شکل ۱۰- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت گوگرد و عملکرد دانه



شکل ۸- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر غلظت کلر و عملکرد دانه

جدول ۳- تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات بر شاخص های برداشت عناصر غذایی و گیاه

شاخص برداشت	شاخص برداشت	شاخص برداشت	شاخص برداشت	شاخص برداشت	شاخص برداشت	تیمارهای آزمایش
گوگرد	کلر	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	دانه	
۳۵/۵۹ c	۲۸/۴۳ a	۳۶/۸۲ a	۳۹/۹۴ ab	۶۵/۰۱ ab	۴۰/۵۵ c	C۰S۰
۴۲/۰۵ bc	۲۷/۵۸ a	۳۸/۵۸ a	۴۰/۹۵ a	۶۵/۰۸ ab	۴۶/۳۱ b	C۱S۱
۴۹/۰۳ ab	۳۱/۷۰ a	۳۱/۹۸ a	۳۵/۳۳ b	۶۴/۶۸ ab	۴۷/۵۲ b	C۱S۲
۵۰/۴۸ a	۳۲/۰۶ a	۳۳/۱۶ a	۳۷/۰۸ ab	۶۸/۲۰ a	۵۱/۰۰ a	C۱S۳
۵۱/۳۴ a	۳۰/۳۵ a	۴۱/۳۴ a	۳۷/۷۴ ab	۶۱/۴۲ b	۴۶/۹۲ b	C۲S۱
۵۰/۶۱ a	۲۹/۳۴ a	۳۷/۷۶ a	۳۸/۹۳ ab	۶۳/۳۲ b	۴۶/۴۴ b	C۳S۱
۸/۱۷۵	۵/۱۷۷	۱۰/۳۲۴	۳/۶۵۰	۳/۲۶۱	۳/۵۹۸	±Sd

اعداد موجود در هر ستون در صورت داشتن حروف غیر متشابه در سطح ۵ درصد معنی دار می باشند.

جدول ۴ - تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات و نیتروژن بر شاخص های برداشت عناصر غذایی و گیاه

تیمارهای آزمایش	شاخص برداشت دانه	شاخص نیتروژن	شاخص برداشت فسفر	شاخص برداشت پتاسیم	شاخص برداشت کلر	شاخص برداشت گوگرد
C۰S۰N۱	۳۷/۲۲ e	۶۴/۰۷ bcd	۳۸/۰۳ ab	۳۴/۷۴ a	۲۲/۵۲ e	۳۲/۷۰ d
C۰S۰N۲	۴۳/۸۸ d	۶۵/۹۴ abc	۳۹/۴۱ ab	۳۸/۸۹ a	۲۳/۲۷ de	۳۸/۴۷ cd
C۱S۱N۱	۴۵/۵۸ cd	۶۶/۵۵ abc	۴۱/۸۴ a	۴۰/۴۷ a	۲۵/۸۸ cde	۳۴/۷۵ d
C۱S۱N۲	۴۷/۰۴ bc	۶۳/۶۱ bcd	۴۲/۵۰ a	۳۶/۶۸ a	۲۹/۲۸ bcd	۴۹/۳۵ ab
C۱S۲N۱	۴۷/۰ b۸	۵۹/۵۵ e	۳۴/۴۶ b	۳۱/۸۵ a	۲۹/۹۳ bc	۴۶/۲۰ bc
C۱S۲N۲	۴۷/۲۴ bc	۶۱/۹۰ de	۳۶/۲۰ b	۳۲/۱۲ a	۲۹/۷۰ bc	۵۱/۸۶ ab
C۱S۳N۱	۵۰/۵۱ a	۶۷/۴۵ ab	۴۲/۱۸ a	۳۳/۳۹ a	۳۳/۷۰ ab	۵۱/۹۹ ab
C۱S۳N۲	۵۱/۴۹ a	۶۹/۲۳ a	۳۷/۶۲ ab	۳۲/۹۴ a	۳۴/۱۹ ab	۴۸/۹۷ ab
C۲S۱N۱	۴۷/۶۵ b	۶۳/۳۰ cde	۳۸/۱۹ ab	۴۹/۲۵ a	۲۸/۹۴ bcd	۴۶/۷۱ b
C۲S۱N۲	۴۶/۱۸ bc	۶۷/۱۸ abc	۳۷/۳۰ ab	۳۳/۴۳ a	۳۱/۷۶ abc	۵۵/۹۶ a
C۳S۱N۱	۴۷/۳۵ bc	۶۳/۲۸ cde	۳۶/۵۵ b	۴۲/۱۲ a	۳۳/۶۰ ab	۵۲/۶۳ ab
C۳S۱N۲	۴۵/۵۳ cd	۶۳/۳۸ cde	۳۵/۶۸ b	۳۳/۴۰ a	۳۶/۱۷ a	۴۸/۵۹ ab
±Sd	۳/۵۹۸	۳/۲۶۱	۳/۶۵۰	۱۰/۳۲۴	۵/۱۷۷	۸/۱۷۵

اعداد موجود در هر ستون در صورت داشتن حروف غیر متشابه در سطح ۵ درصد معنی دار می باشند.

C۱S۳N۲ بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر مشاهده شد جدول ۲ و حداقل غلظت آن در تیمار C۰S۰N۱ مشاهده گردید.

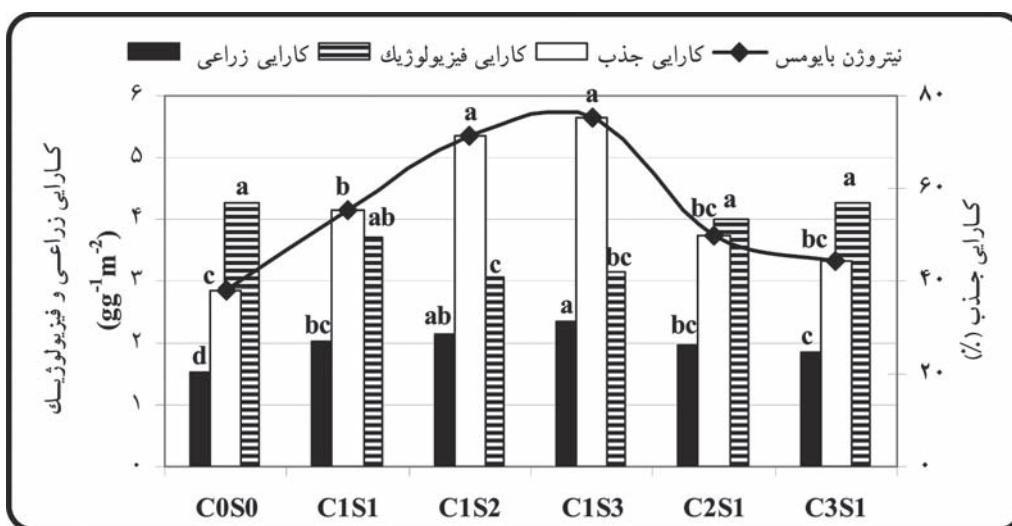
غلظت سولفات دانه نیز در تیمارهای C۱S۳N۲ و C۱S۲N۲ حداکثر و در تیمارهای C۰S۰N۱، C۰S۰N۲ و C۱S۱N۱ که دو به دو با یکدیگر بدون اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد حداقل بود (جدول ۲).

بررسی شاخص برداشت دانه تحت تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات جدول ۳ نشان داد که شاخص برداشت دانه در تمامی تیمارهای آزمایش نسبت به شاهد (C۰S۰) افزایش داشت و حداکثر آن با ۲۵/۷ درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار C۱S۳ مشاهده گردید. مقایسه سایر تیمارهای آزمایش اختلاف معنی داری نسبت به یکدیگر در سطح ۵ درصد نشان نداد. محققان طی مطالعه ای بر مدیریت بهینه نیتروژن در مزرعه گندم به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول نتیجه گرفتند که همگام با افزایش شوری خاک، تعداد خوشه در هر بوته و نیز شاخص برداشت محصول روندی نزولی نشان دادند (۱۴).

بررسی شاخص برداشت نیتروژن نشان داد که حداکثر مقدار برداشت نیتروژن با ۴/۹ درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار C۱S۳ و حداقل آن به ترتیب در تیمارهای C۲S۱ و C۳S۱ با ۵/۵ و ۲/۶ درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). حداکثر و حداقل شاخص برداشت فسفر تحت تاثیر نسبت های آنیونی کلر به سولفات جدول ۳ به ترتیب در تیمارهای C۱S۱ و C۱S۲ با ۲/۵ درصد افزایش و ۱۱/۵ درصد کاهش مشاهده گردید. مقایسه سایر تیمارها با یکدیگر و با شاهد اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد نشان نداد (جدول ۳). بررسی شاخص برداشت

دلیل افزایش فراهمی فسفر برای گیاه دانستند. غلظت فسفر در دانه در تیمار C۰S۰N۲ حداکثر شد که نسبت به تیمارهای C۰S۰N۱، C۲S۱N۱ و C۳S۱N۲ اختلاف معنی داری نشان داد (جدول ۲). در بیشتر موارد مصرف فسفر رشد و عملکرد گیاه در خاک های شور را افزایش می دهد ولی با زیاد شدن شوری از سطح کم به زیاد، همراه با مصرف فسفر، تحمل گیاه به شوری کاهش می یابد. شوری غلظت فسفر را در بافت های گیاهی کاهش می دهد اما نتایج بعضی مطالعات نیز نشان داده که شوری یا موجب افزایش جذب فسفر گیاه شده و یا در آن بی تاثیر بوده است (۲۲). نتایج بدست آمده در خصوص اثر توام نسبت های آنیونی و نیتروژن بر غلظت فسفر دانه و کاه و کلش با همین نتایج مربوط به غلظت فسفر دانه و کاه و کلش تحت تاثیر نسبت های آنیونی به تنهایی مشابه بود.

غلظت پتاسیم در کاه و کلش و دانه گیاه روند خاصی را نشان نداد. حداکثر آن در کاه و کلش در تیمارهای C۱S۲N۱، C۱S۳N۱ و در دانه تیمار C۲S۱N۱ مشاهده شد (جدول ۲). شوری سولفاتی در مقایسه با شوری کلریدی باعث افزایش غلظت فسفر، پتاسیم، منیزیم و سولفات در گیاه شده (خصوصاً برگ ها)، اما غلظت سدیم، آهن و کلر برگ ها کاهش می یابد. در حالی که در هر دو حالت شوری مقدار کلسیم تقریباً با یکدیگر مشابه است (۳۳). روند تغییرات کلر در کاه و کلش و دانه گیاه تقریباً مشابه یکدیگر در اثر تیمارهای آزمایش و به کارگیری نسبت های آنیونی کلر به سولفات بود چنانچه بالاترین غلظت آنیون کلر در تیمارهای C۳S۱N۱ و C۳S۱N۲ برای کاه و کلش و دانه مشاهده گردید (جدول ۲). حداکثر غلظت سولفات کاه و کلش در تیمار C۱S۲N۱ و C۱S۲N۲ و



شکل ۱۱ - تاثیر نسبت های آبیونی بر کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن (سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار)

که مقادیر کاتیون های یک ظرفیتی در شوری کلریدی به مراتب بیشتر از مقادیر آنها در شوری سولفاتی است (۳۳). شوری سولفاتی موجب افزایش غلظت سولفات خصوصاً در برگ گیاه شده (۳۳) و از آنجا که شاخص برداشت نسبت دانه به زیست توده است. بنابراین، شاخص برداشت گوگرد در نسبت های بالاتر از کلرید سولفات بالاتر است.

بررسی کارایی زراعی و جذب نیتروژن (۷۵ Kg/ha) تحت تاثیر نسبت های آبیونی کلر به سولفات شکل ۱۱ نشان داد که بالاترین کارایی زراعی (انتقال نیتروژن از کود به دانه) و کارایی جذب (انتقال نیتروژن از کود به زیست توده) در تیمارهای C1S2 و C1S3 مشاهده گردید که نسبت به سایر تیمارهای آزمایش اختلاف معنی داری داشتند. حداقل کارایی زراعی و کارایی جذب در تیمار C0S0 مشاهده شد (شکل ۱۱). لیکن حداکثر کارایی فیزیولوژیک (انتقال نیتروژن از زیست توده به دانه) در تیمارهای C2S1، C2S1 و C3S1 مشاهده گردید. استفاده از کود نیتروژن برای محصولاتی که در شرایط شور کشت شده اند تا وقتی که شوری در آنها کم یا متوسط است مفید می باشد، ولی وقتی شوری آنقدر زیاد باشد که عملکرد محصول را تا ۵۰ درصد یا بیشتر کاهش دهد بازده مصرف کود کاهش می یابد (۱۶). کارایی مصرف نیتروژن، فسفر و پتاس بر عملکرد قند ناخالص در یک دوره ۲۸ ساله و در پنج منطقه عمده چغندرکاری در کشور یونان مطالعه و مشخص گردید با افزایش مصرف کود، کارایی مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم کاهش می یابد (۳۰).

روند مشاهده شده در تاثیر نسبت های آبیونی بر کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن برای سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز دقیقاً مشابه روند سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱۲). لیکن مقادیر کارایی زراعی و درصد کارایی جذب در سطح ۱۵۰ Kg/ha در حدود نیمی از این مقادیر برای سطح ۷۵ Kg/ha بود. محققین (۵) در بررسی تاثیر مصرف آب های شور (۴، ۸، ۱۲ دسی سیمنز بر متر) بر کارایی نیتروژن و پتاسیم در کشت چغندر قند عنوان نمودند که با افزایش شوری عملکرد و درصد قند چغندر قند به طور معنی داری کاهش یافت و مصرف ۲۵ درصد نیتروژن بیشتر از مقدار توصیه شده در اراضی شیرین موجب افزایش معنی دار در عملکرد

پتاسیم و کلر تحت تاثیر نسبت های آبیونی کلر به سولفات جدول ۳ در هیچ یک از تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۵ درصد نشان نداد. لیکن، شاخص برداشت گوگرد در تمامی تیمارهای آزمایش نسبت به شاهد افزایش داشت. به طوری که حداکثر این افزایش در تیمارهای C1S3 و C2S1 بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر مشاهده گردید (جدول ۳).

بررسی شاخص برداشت دانه و عناصر (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلر و سولفات) تحت تاثیر دو سطح کود نیتروژن ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان نداد.

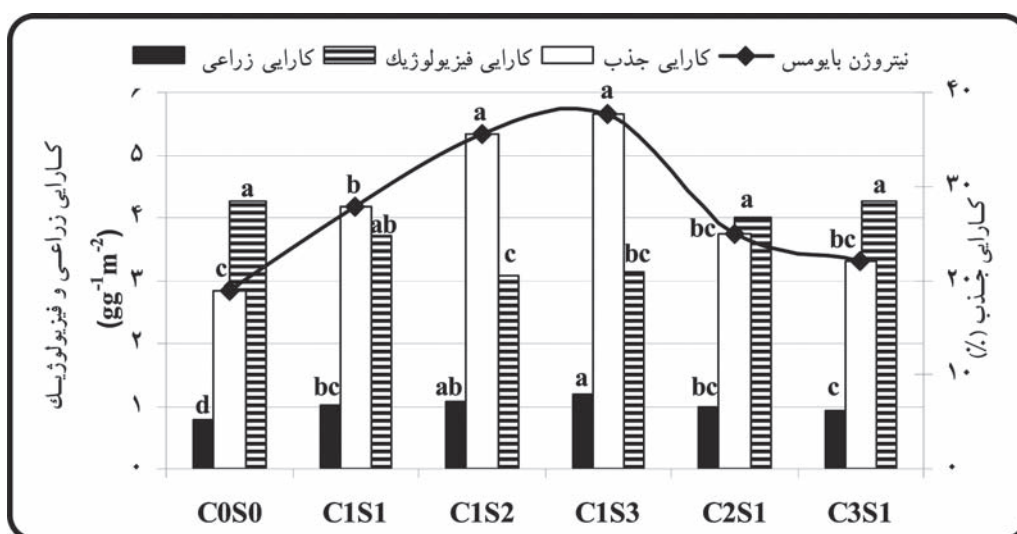
حداکثر شاخص برداشت دانه گیاه تحت تاثیر نسبت های آبیونی و نیتروژن به ترتیب در تیمارهای C1S3N1 و C1S3N2 و حداقل آن در تیمارهای C0S0N1 و C0S0N2 مشاهده گردید که روندی مشابه با شاخص برداشت دانه در نسبت های آبیونی نشان داد (جدول ۴). مقایسه سایر شاخص ها با یکدیگر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد نشان نداد. حداکثر شاخص برداشت نیتروژن گیاه تحت تاثیر نسبت های آبیونی و نیتروژن به ترتیب در تیمارهای C1S3N2، C1S3N1 و C2S1N2 و حداقل آن در تیمارهای C1S2N1، C1S2N2 مشاهده گردید و حداکثر شاخص برداشت فسفر گیاه همانند نسبت های آبیونی در تیمارهای C1S1N1، C1S1N2، C1S3N1 مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه تیمارهای آزمایش برای شاخص برداشت پتاسیم اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۵ درصد در هیچ یک از تیمارهای آزمایش نشان نداد (جدول ۴). روند برداشت شاخص کلر در گیاه از خاک تقریباً با روند افزایش نسبت کلر در تیمارهای آزمایش مشابه بود. به طوری که حداکثر آن در تیمارهای C2S1N2، C3S1N1 و C1S3N1 مشاهده شد. بررسی شاخص برداشت گوگرد (جدول ۴) نشان داد افزایش در نسبت های آبیونی کلر به سولفات تا حدودی در جذب عنصر گوگرد توسط گیاه موثر بوده به طوری که حداکثر شاخص گوگرد در تیمارهای C2S1N2 و C3S1N1 مشاهده گردید. شوری کلریدی خاک با افزایش غلظت کاتیون های یک ظرفیتی در گیاه همبستگی مثبت داشته به طوری

غلظت سولفات بالا این است که بین آنیون های سولفات و نیترات اثرات آنتاگونیستی (منفی) وجود دارد (۲، ۳۳). در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک گیاه آنیون سولفات از جذب و تجمع آنیون نیترات در دانه جلوگیری به عمل آورده که در نتیجه غلظت نیترات در دانه گیاه کاهش، و در نتیجه آن کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در تیمارهای سولفات نسبت به کلر کاهش می یابد. همچنین در شرایط تنش شوری و از آنجا که گیاه علاوه بر مبارزه و صرف انرژی برای مقابله با تنش شوری و جبران کمبود آب نیازمند صرف انرژی برای تبدیل نیترات جذب شده از خاک و تبدیل آن به آمونیوم طی عمل آمونیفیکاسیون در گیاه و سپس تولید پروتئین می باشد، گیاه در جذب و تجمع نیتروژن در دانه خصوصاً در هنگامی که آنیون غالب سولفات است با مشکل و کمبود انرژی مواجه خواهد شد (۲۱).

جذب مواد غذایی توسط گیاه نه تنها تحت تاثیر نمک های سولفاتی و کلریدی متفاوت بوده بلکه همچنین می تواند بستگی به فرم نیتروژن موجود در این شرایط داشته باشد. به طوری که در شوری کلریدی با غلظت بالای کلر در حضور فرم های نیتروژن نیتراتی مقادیر کاتیون های کلسیم، منیزیم و پتاسیم در گیاه در مقایسه با نیتروژن آمونیومی افزایش می یابد. نتایج تحقیقات بر گیاه پنبه نشان داد (۳۳) تغییرات آناتومیکی گیاه پنبه در مراحل اولیه رشد تحت تاثیر شوری کلریدی باعث کاهش اندازه سطح برگ، تعداد روزنه در سطح برگ شده در حالیکه اندازه سلول های اپیدرمی ریشه و ضخامت رگبرگ اصلی در برگ افزایش داشت. همچنین اثرات سوء سولفات بیشتر کاهش رشد سلول ها بوده تا تولید سلول های جدید در حالی که اثرات سوء کلرید بیشتر محدودیت در ایجاد سلول های جدید است، اما رشد گیاه را تا حدودی تحریک می نماید (۳۳).

همچنین نتایج به عمل آمده بر گیاه گندم در شرایط شوری کلریدی - سولفاتی نشان داد استفاده از کود نیتروژن به منظور ترغیب رشد و تکامل گیاه گندم و جلوگیری از تنش های شوری در خاکهای شوری کاربرد دارد که نوع غالب آنیونی سولفات و تنوع آنیونی با نسبت های کلر به سولفات ۱:۱ و یا ۱:۲ باشد (۲).

ریشه، اندام هوایی، عملکرد قند ناخالص و قند قابل استحصال گردید ولیکن مصرف بیشتر نیتروژن موجب کاهش این صفات می گردد. مصرف بیشتر نیتروژن نسبت به اراضی شیرین تاثیر بر صفات کیفی بجز نیتروژن مضر ریشه ندارد، و فقط نیتروژن مضر بصورت معنی دار افزایش می یابد. به طور کلی، راندمان مصرف نیتروژن با افزایش مصرف نیتروژن بر عملکرد ریشه، قند ناخالص و قابل استحصال کاهش یافت. مقایسه نتایج جدول ۵ برای عملکرد نیتروژن زیست توده تحت تاثیر نسبت های آنیونی و نیتروژن نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن گیاه در تیمارهای به ترتیب $C_1S_2N_2$ ، $C_1S_2N_1$ ، $C_1S_3N_1$ و $C_1S_2N_1$ مشاهده گردید که اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد نسبت به یکدیگر نشان ندادند. روند تغییرات کارایی زراعی نیتروژن در هر دو سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مشابه یکدیگر بود. به طوری که حداکثر آن در تیمارهای $C_1S_3N_1$ ، $C_1S_3N_2$ و $C_1S_3N_1$ و حداقل آن در تیمارهای $C_3S_1N_1$ ، $C_3S_1N_2$ و $C_0S_0N_1$ مشاهده گردید (جدول ۵). بررسی روند کارایی جذب نیتروژن در هر دو سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن دقیقاً مشابه با عملکرد نیتروژن زیست توده بود به طوری که تیمارهای $C_1S_2N_2$ ، $C_1S_3N_2$ ، $C_1S_2N_1$ و $C_1S_3N_1$ حداکثر کارایی جذب را تحت تاثیر متقابل نسبت های آنیونی و نیتروژن نشان دادند (جدول ۵). حداکثر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در گیاه به ترتیب در تیمارهای $C_0S_0N_1$ ، $C_3S_1N_1$ ، $C_1S_1N_1$ و $C_3S_1N_2$ و حداقل آن در تیمارهای $C_1S_2N_2$ ، $C_1S_2N_1$ ، $C_1S_3N_2$ و $C_1S_3N_1$ مشاهده گردید (جدول ۵). تحقیقات انجام شده بر روی پنبه در محیط های شور حاکی از عدم تعادل بین نسبت های کاتیونی با آنیونی در گیاه و نسبت کاتیون های یک ظرفیتی به دو ظرفیتی در گیاه شده، به طوریکه معمولاً با افزایش تنش شوری و پرمردگی موقت گیاه مقدار کاتیون های یک ظرفیتی در گیاه افزایش داشته، اما در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک گیاه نسبت کاتیون های دو ظرفیتی به یک ظرفیتی مربوطه بیشتر می باشد که این در حقیقت بیانگر تاثیر شوری بر عدم تعادل یونی در گیاه است (۱۳، ۳۳). شاید یکی از علل کاهش کارایی فیزیولوژیک برای تیمارهایی با



شکل ۱۲ - تاثیر نسبت های آنیونی بر کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن (سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)

جدول ۵- تاثیر متقابل نسبت های آنیونی و نیتروژن (۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر کارایی زراعی، جذب و فیزیولوژیک نیتروژن

کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (۲-m ۱-gg)	کارایی جذب نیتروژن (ژ) سطح ۱۵۰	کارایی جذب نیتروژن (ژ) سطح ۷۵	کارایی زراعی نیتروژن (۲-m ۱-gg) سطح ((۱۵۰ Kg/ha	کارایی زراعی نیتروژن (۲-m ۱-gg) سطح ۷۵ (Kg/ha)	Biomass N Yield ((BNY)(g	تیمارهای آزمایش
۴/۶۶۷ a	۱۳/۵۵ e	۲۷/۱۰ e	۰/۶۱۱ f	۱/۲۲۲ f	۲/۰۳۳ e	C۰S۰N۱
۳/۸۵۶ cde	۲۴/۳۸ d	۴۸/۷۷ d	۰/۹۳۳۳ de	۱/۸۶۷ de	۳/۴۵۸ d	C۰S۰N۲
۴/۰۹۱ abcd	۲۳/۰۳ d	۴۶/۰۷ d	۰/۹۴۲ de	۱/۸۸۵ de	۳/۴۵۵ d	C۱S۱N۱
۳/۳۱۹ efg	۳۲/۴۴ bc	۶۴/۸۸ bc	۱/۰۷۳ bc	۲/۱۴۷ bc	۴/۸۶۶ bc	C۱S۱N۲
۳/۰۷۴ g	۳۳/۹۴ ab	۶۷/۸۸ ab	۱/۰۳۸ bcd	۲/۰۷۶ bcd	۵/۰۹۱ ab	C۱S۲N۱
۳/۰۴۹ g	۳۷/۲۴ ab	۷۴/۴۸ ab	۱/۱۱۶ b	۲/۲۳۱ b	۵/۵۸۶ ab	C۱S۲N۲
۳/۱۸۷ fg	۳۵/۳۴ ab	۷۰/۶۸ ab	۱/۱۲۴ ab	۲/۲۴۹ ab	۵/۳۰۱ ab	C۱S۳N۱
۳/۰۹۴ g	۳۹/۸۴ a	۷۹/۶۷ a	۱/۲۲۹ a	۲/۴۵۸ a	۵/۹۷۶ a	C۱S۳N۲
۴/۲۹۵ abc	۲۲/۷۱ d	۴۵/۴۳ d	۰/۹۷۳۷ cde	۱/۹۴۶ cde	۳/۴۰۷ d	C۲S۱N۱
۳/۶۸۹ def	۲۷/۲۹ cd	۵۴/۵۸ cd	۱/۰۰۲ cde	۲/۰۰۴ cde	۴/۰۹۳ cd	C۲S۱N۲
۴/۵ ab	۲۱/۵۳ d	۴۳/۰۶ d	۰/۹۶۲ cde	۱/۹۲۵ cde	۳/۲۲۹ d	C۳S۱N۱
۴/۰۰۵ bcd	۲۲/۶۵ d	۴۵/۳۱ d	۰/۹۰۴۳ e	۱/۸۰۹ e	۳/۳۹۸ d	C۳S۱N۲
۰/۶۳۹	۸/۲۳۵	۱۶/۴۷	۰/۱۵۸	۰/۳۱۷	۱/۲۳۵	±Sd

اعداد موجود در هر ستون در صورت داشتن حروف غیر متشابه در سطح ۵ درصد معنی دار می باشند.

- 2- Nitrogen Use Efficiency (NUE)
- 3- Nitrogen Apparent Recovery Fraction (NARF)
- 4- nITROGEN Harvelt Index
- 5- Partitial Factor N Use Efficiency
- 6- Partitial Factor N Uptake Efficiency
- 7- Partitial Factor N Utilization Efficiency
- 8- Atriplea Canescens
- 9- Halimion Verracifera

منابع مورد استفاده

- ۱- ابطی، ع. (۱۳۸۰) واکنش نهال دو رقم پسته نسبت به مقدار و نوع شوری خاک در شرایط گلخانه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۵، شماره ۱، ص ۹۳-۹۹.
- ۲- امامی، ح.، آسترای، ع. و نقی زاده اصل. ز. (۱۳۸۲) تاثیر سطوح شوری با نسبت های مختلف کلر به سولفات و مقادیر مختلف نیتروژن بر گیاه گندم در شرایط گلخانه. مجله بیابان. جلد ۸، شماره ۲، ص ۳۱۲-۳۲۳.
- ۳- امامی، ع. (۱۳۷۵) روش های تجزیه گیاه. جلد اول. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۹۸۲.
- ۴- تاج آبادی پور، ا.، م. مفتون و سپاسخواه. ع. (۱۳۸۶) تاثیر کاربرد پتاسیم بر مقاومت نسبی سه رقم پسته به تنش شوری. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. ۴-۶ شهریور ۸۶. کرج.
- ۵- جهاد اکبر، م.، مرجوی، ع. و ابراهیمیان، ح. (۱۳۸۶) تاثیر مصرف آب های شور بر کارایی نیتروژن و پتاسیم در زراعت چغندر قند. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. ۴-۶ شهریور ۸۶. کرج.
- ۶- حیدری، م.، نادبان، ح. ا.، بخشنده، ع. خلیل عالمی، س. و فتحی، ق. ا. (۱۳۸۶) بررسی اثرات مختلف شوری و نیتروژن بر تنظیم کننده های اسمزی و جذب عناصر غذایی در گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱، شماره ۴۰، ص ۱۹۳-۲۱۰.

نتیجه گیری

در مجموع اثرات منفی آنیونی در نسبت های بالای کلر به سولفات بر عملکرد دانه، کاه و کلش، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه و کاه و کلش بارزتر بود که تاییدی بر سمیت بیشتر نمک های کلر به نسبت به سولفات می باشد.

بالا بودن نسبت عملکرد دانه به وزن ماده خشک (شاخص برداشت دانه) و نیز شاخص برداشت نیتروژن در نسبت های پایین کلر به سولفات (C۱S۳) نشان داد از دیدار نسبت سولفات باعث تخفیف اثر زیان بار شوری گردید. به طوریکه عملکرد گیاه در نمک سولفات نسبت به نمک کلر بالاتر بود. حداکثر انتقال نیتروژن از کود به دانه و زیست توده (به ترتیب کارایی زراعی و جذب) در نسبت های پایین کلر به سولفات (C۱S۳ و C۱S۲) مشاهده گردید. احتمالاً گورد با کاهش pH خاک در اطراف ریشه ها باعث افزایش جذب عناصر غذایی و رشد و توسعه بهتر ریشه گیاه و در نتیجه جذب بهتر کود از خاک به گیاه می شود. انتقال نیتروژن از زیست توده به دانه بر خلاف انتقال از کود به دانه و زیست توده در نسبت های بالای کلر به سولفات به علت اثر منفی آنیون سولفات و نترات در گیاه اتفاق افتاد. روند افزایش و کاهش کارایی ها برای هر دو سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مشابه بود. لیکن، کارایی جذب یا در واقع انتقال از کود به زیست توده گیاه در نسبت ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشتر بود که نشان دهنده عدم تعادل و جذب عناصر غذایی در گیاه از خاک شور در نتیجه مصرف مقدار بالاتر از کود (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در این شرایط و در نتیجه کاهش عملکرد گیاه می باشد.

پاورقی ها

- 1- Harrest Index

