Archive of SID

اثرات متقابل شوری و کودهای ازتی بر رشد و ترکیب شیمیایی سورگوم

انسیه اسماعیلی، مهدی همایی و محمّدجعفر ملکوتی[۲] *

چکیده

اثرات متقابل شوری و حاصلخیزی بر تولید بهینه گیاه در خاک‌های شور اهمیت فراوان دارد. این اثرات مآلاً وضعیت عناصر غذایی در بافت‌های گیاهی را متأثر می‌سازد. به منظور بررسی واکنش گیاه سورگوم (Sorghum bicolor L. Moench) به منابع و مقادیر متفاوت کود ازتی در سطوح مختلف شوری و مطالعه اثرات متقابل شوری و کودهای ازتی بر غلظت عناصر معدنی در گیاه سورگوم، آزمایشی فاکتوریل با دو فاکتور شوری آب آبیاری (۵ سطح) و کود ازتی (۸ سطح) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به صورت گلدانی انجام شد. پنج سطح شوری آب با تیمارهای آب غیرشور (C_0 یا تیمار شاهد آب) و شوری‌های ۶ (C_1)، ۸ (C_2)، ۱۰ (C_3) و ۱۲(C_4) دسی‌زیمنس بر متر اعمال گردید. فاکتور کود شامل هشت سطح تیمار بدون مصرف کود (F_0)، تیمار کود پایه و بدون مصرف کود ازتی (N_0 یا تیمار شاهد کود)، تیمارهای اوره در سطوح اول تا سوم (A_1, A_2, A_3) و تیمارهای نیترات آمونیم در سطوح اول تا سوم (U_1, U_2, U_3) بود. کوددهی ازتی در سه سطح ۱۱۴، ۱۳۷ و ۱۶۰ کیلوگرم ازت عنصری در هکتار و بصورت تقسیط اعمال شد. گیاهان مربوط به تیمارهای C_3 و C_4 به دلیل سوختگی کلر از آزمایش خارج شدند. سایر تیمارها در هفته یازدهم از سطح خاک جدا شدند. درصد سبز شدن، وزن مرطوب، وزن خشک، ارتفاع بوته و سطح برگ اندازه‌گیری شد. غلظت عناصر ازت، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلر، سدیم، همچنین جذب ازت، پتاسیم، کلسیم و منیزیم اندازه‌گیری و محاسبه شد. نتایج نشان داد با افزایش شوری، درصد سبز شدن، وزن مرطوب، وزن خشک، سطح برگ و ارتفاع بوته سورگوم بطوری معنی‌دار کاهش یافت ($\alpha = \%1$). لیکن پاسخ آن به کود ازتی در سطوح مختلف شوری متفاوت بود. در سطح شوری C_0، بالاترین وزن خشک مربوط به سطح سوم کود ازتی بود، حال آنکه بیشترین مقدار وزن خشک در سطوح شوری C_1 و C_2 به ترتیب مربوط به سطوح دوم و اول کوددهی ازتی بود. بنابراین، مصرف کود ازتی در تیمارهای شور به مقداری کمتر از آنچه در خاکهای غیرشور مرسوم بوده، واکنش مثبت سورگوم را به همراه داشت. در شرایط غیرشور گیاه به افزودن کود ازتی پاسخ مثبت داد، لیکن با افزایش شوری پاسخ مثبت گیاه در سطوح کمتر کود ازتی بود. با افزایش شوری، غلظت عناصر ازت، کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر در اندام هوایی افزایش و غلظت پتاسیم و جذب عناصر ازت، کلسیم، منیزیم و پتاسیم کاهش یافت. در تیمارهای آب شور کوددهی ازتی باعث کاهش غلظت سدیم، کلر و افزایش غلظت پتاسیم در بافت گیاهی شد.

واژه‌های کلیدی : شوری، کود ازتی، اوره، نیترات آمونیم، سورگوم، ازت، پتاسیم، کلر، سدیم، کلسیم، منیزیم

مقدمه

در خاکهای شور به دلیل وجود بیش از حد یک یا چند عنصر غذایی در محلول خاک، تعادل تغذیه‌ای گیاه بهم‌خورده و این امر بررسی واکنش گیاه به کودها را دشوار می‌سازد (Kafkafi، ۱۹۸٤). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که مصرف کودهای شیمیایی در خاک‌های شور ممکن است تأثیر فزاینده یا کاهنده بر عملکرد داشته و یا اصلاً بی‌تأثیر باشند. به بیانی دیگر، واکنش گیاه به کودهای مصرفی، به مقدار تنش شوری ایجاد شده در محیط ریشه بستگی دارد (Maas و Grattan، ۱۹۹۹). در شوری‌های کم، کمبود عناصر غذایی می‌تواند عامل اصلی محدودکننده رشد گیاه باشد و در شوری‌های متوسط و زیاد، اثر محدود کنندگی

۱- به ترتیب کارشناس ارشد خاکشناسی، دانشیار و استاد دانشگاه تربیت مدرس

*- وصول: ۸۲/۱۱/۲۸ و تصویب: ۸۳//۱۰/۲٤

www.SID.ir

Archive of SID

شوری، رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bernstein و همکاران، ۱۹۷٤ ؛ Kafkafi و همکاران، ۱۹۸۲؛ Hu و همکاران، ۱۹۹۷a؛ Grattan و Grieve، ۱۹۹۹).

برخی پژوهشگران بر این باورند که مصرف کودهای شیمیایی در شوری‌های متوسط تا زیاد باعث وخیم‌تر شدن اثرات ناشی از شوری خاک می‌گردد (Lunin و Gallatin، ۱۹٦۵). بیشتر تحقیقاتی که تا کنون بر اثرات متقابل شوری و ازت انجام شده، روی خاک‌هایی با کمبود ازت صورت گرفته است. کوددهی ازتی در خاک‌هایی که شوری شدید ندارند، باعث افزایش رشد و عملکرد محصولاتی همچون ذرت (Khalil و همکاران، ۱۹٦۷؛ Ravicovitch و Porath، ۱۹٦۷)، گندم (Ogo و Moriwaki، ۱۹٦۵؛ Soliman و همکاران، ۱۹۹٤) ، پنبه (Khalil و همکاران، ۱۹٦۷) ، ارزن (Ravicovitch و Porath، ۱۹٦۷؛ Ravicovitch، ۱۹۷۳) و برنج (Ogo و Moriwaki، ۱۹٦۵) شده است. در بسیاری از تحقیقات، کاربرد ازت در خاک‌های خیلی شور موجب افزایش رشد نشده است (Grattan و Grieve، ۱۹۹۹). گیاهان نمک‌دوست[1] در شرایط بسیار شور و کمبود ازت و گیاهان شیرین‌رُست[2] در شرایطی با شوری متوسط و کمبود ازت، هر دو پاسخ مشابهی به کوددهی ازتی نشان‌داده‌اند (Broome و همکاران، ۱۹۷۵؛ Smart و Barko، ۱۹۸۰؛ Okusanya و Ungar، ۱۹۸٤؛ Skeffington و Jeffrey، ۱۹۸۵؛ Niadoo، ۱۹۸۷). برخی مطالعات انجام شده نیز نشان می‌دهد که درصد ماده خشک ذرت و پنبه با افزایش شوری کاهش و با مصرف ازت افزایش می‌یابد (همایی، ۱۳۸۱).

در پژوهش‌هایی که اثر متقابل شوری و ازت را مورد بررسی قرار داده اند، شکل ازت بکار رفته از اهمیت زیادی برخوردار است. مطالعاتی که جذب ازت توسط گیاه را بررسی نموده‌اند، نشان دادند که افزایش نیترات در محلول غذایی باعث کاهش جذب و تجمع کلر در گیاه می‌شود (Bernstein و Francois، ۱۹۷٤؛ Kafkafi و همکاران، ۱۹۸۲؛ Feigin و همکاران، ۱۹۸۷؛ Martinez و Cerda، ۱۹۸۹). در پژوهشی که در محیط آبکشت انجام گرفت، گندم و ذرت در تیمار آمونیومی نسبت به تیمار نیتراتی، حساسیت بیشتری نسبت به شوری نشان دادند (Tshivhandekano و Lewis، ۱۹۹۳).

شوری خاک، فعالیت یونی عناصر غذایی موجود در محلول خاک را تحت تأثیر قرار داده و تعادل تغذیه‌ای گیاه را بهم می‌زند (Grattan و Grieve، ۱۹۹۹). اثر متقابل شوری و تغذیه بر رشد گیاه می‌تواند با وضعیت عناصر در بافت گیاهی در ارتباط‌باشد.(Hu و Schmidhalter، ۱۹۹۷b). غلظت بالای سدیم و کلر و دیگر عناصر غذایی در محیط رشد گیاه از طریق برهم زدن تعادل عناصر غذایی ضروری، بر رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (Hu و Schmidhalter، ۱۹۹۷b؛ Grattan و Grieve، ۱۹۹۹). در گیاهانی که تحت تنش شوری قرار دارند، سدیم و کلر در برگ‌ها از طریق جریان تعرق تجمع می‌یابند (Munns و Termaat، ۱۹۸٦).

مطالعات انجام شده نشان داده که با افزایش شوری خاک، جذب عناصر غذایی توسط گیاه به دلیل رقابت بین عناصر غذایی و گونه‌های مختلف نمک، کاهش می‌یابد. البته این امر به نوع عنصر غذایی و ترکیب شیمیایی محلول خاک بستگی دارد (Grattan و Grieve، ۱۹۹۹؛ Maas و Grattan، ۱۹۹۹؛ همایی، ۱۳۸۱). برای مثال گیاهان به صورت انتخابی جذب پتاسیم را نسبت به سدیم ترجیح می‌دهند؛ ولی در صورت چیرگی غلظت یون سدیم در محلول خاک، کمبود پتاسیم در گیاه قطعی است. همچنین فراوانی کلر، جذب و تجمع نیترات را در گیاه کاهش می‌دهد (همایی، ۱۳۸۱).

بسیاری از تحقیقات انجام شده بر اثرات متقابل شوری و تغذیهٔ گیاه در محیط‌های کشت شنی و آبکشت[3] انجام گرفته است. به همین جهت، تعمیم نتایج بدست آمده در چنین آزمایش‌هایی به شرایط واقعی خاک‌های شور دشوار است (Adams و Doerge، ۱۹۸۷؛ خوشگفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱). همچنین در پژوهش‌هایی که اثر متقابل شوری و ازت بررسی شده است، شکل ازت بکار رفته نیز اهمیت زیادی داشته است. این پژوهش‌ها نیز بیشتر در محیط‌های شنی و آبکشت و نه خاک انجام گرفته است. بدیهی است که تعمیم این نتایج به محیط طبیعی خاک نیز دشوار می‌باشد. (Grattan و Grieve، ۱۹۹۹).

مصرف کودهای شیمیایی از یک طرف می‌تواند باعث بهبود وضعیت تغذیهٔ گیاه گردد و از دیگرسو می‌تواند باعث شور شدن محیط شود. این تحقیق سعی دارد به این پرسش پاسخ گوید که آیا به هنگام وجود شوری باید کود ازتی مصرف نمود و یا اصولاً در چه شوری‌هایی می‌توان این نوع کودها را مصرف کرد و چه مدیریتی (از لحاظ میزان مصرف و نوع کود ازتی) باید اعمال نمود؟ هدف از این پژوهش، بررسی اثرات شوری

1-Halophyte
2-Glycophyte

3- Hydroponic

www.SID.ir

Archive of SID

و کوددهی ازتی بر رشد و عملکرد گیاه سورگوم و نیز مطالعه ارتباط غلظت عناصر معدنی در بافت‌های گیاهی با شاخص‌های رشد در محیط‌های شور بود. سورگوم جز گیاهان نسبتاً متحمل به شوری تقسیم‌بندی شده است. حد آستانه در این گیاه ٦/٨ دسی‌زیمنس بر متر و شیب کاهش ١٦ درصد گزارش شده است (Maas و Grattan ، ١٩٩٩).

مواد و روشها

آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور شوری آب و کود ازتی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. خاک، از لایهٔ سطحی خاکهای منطقه اشتهارد کرج برداشت شد. خاک‌ها پس از هوا خشک شدن از الک ٨ میلی‌متر جهت آزمایش گلدانی و از الک ٢ میلی‌متر جهت تجزیه‌های شیمیایی عبور داده شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شدهٔ خاک در جدول یک ارائه شده است. پنج سطح شوری آب با تیمارهای آب غیرشور (٠/٦ dS/m) و شوری‌های ٦ (C_1)، ٨ (C_2)، ١٠ (C_3) و١٢ (C_4) دسی‌زیمنس بر متر اعمال گردید (آستانه تحمل در سورگوم ٦/٨ dS/m گزارش شده است). تیمارهای آب شور از رقیق کردن یک آب شور طبیعی (٨٠dS/m) که از منطقه اشتهارد کرج برداشت شده بود با آب معمولی تهیه گردید. جدول ٢ تجزیه شیمیایی آب‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد. فاکتور کود شامل هشت سطح تیمار بدون مصرف کود (F_0) ، تیمار کود پایه و بدون مصرف کود ازتی (N_0) یا تیمار شاهد کود)، تیمارهای اوره در سطوح اول تا سوم (U_1, U_2, U_3) و تیمارهای نیترات آمونیم در سطوح اول تا سوم (A_1, A_2, A_3) بود. کوددهی ازتی در سه سطح ١١٤، ١٣٧ و ١٦٠ کیلوگرم ازت عنصری در هکتار که به ترتیب ٨٧٪، ١٠٠٪ و ١١٧٪ مقدار توصیه شده در خاک‌های غیرشور (فومن، ١٣٨٠) می‌باشند، اعمال شد.

در این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی بزرگ با قطر دهانهٔ ٣٠ سانتی‌متر و ارتفاع ٣١ سانتی‌متر استفاده شد. زیر هر گلدان، تعداد پنج سوراخ به قطر ٢ سانتی‌متر تعبیه شد تا امکان اعمال آبشویی جهت حفظ شوری خاک در حدی معین فراهم گردد. کود پایهٔ سوپرفسفات تریپل به میزان ٢٥٠ کیلوگرم در هکتار برای هر گلدان محاسبه و به نمونه‌های خاک اضافه شد. کوددهی ازتی بصورت تقسیط و در دو بخش مساوی به ترتیب قبل از کاشت و در مرحله‌ای که ارتفاع گیاهان در تیمار آب شاهد به حدود ٤٠-٣٥ سانتیمتر رسید (فومن ١٣٨٠) اعمال شد. در هر گلدان ١٠ عدد بذر ضدعفونی شده سورگوم دانه‌ای رقم پیام در عمق سه سانتی‌متری کاشته شد. در طول اجرای آزمایش، مقدار آب آبیاری برای هر گلدان ٥٠ درصد بیش از نیاز آبی گیاه در نظر گرفته شد تا با اعمال این مقدار نیاز آبشویی، شوری عصارهٔ اشباع خاک حتی الامکان به شوری تیمار آب آبیاری نزدیک گردد. کنترل وضعیت شوری با نمونه‌برداری از خاک گلدان‌هایی که به همین منظور جهت پشتیبانی از طرح در نظر گرفته شده بود انجام گردید.

تعداد گیاهچه‌های سبز شده در هر گلدان ثبت شد. در پایان هفته هفتم و نهم به ترتیب گیاهان تیمارهای C_3 و C_4 به دلیل سوختگی کلر از آزمایش خارج شدند. سایر تیمارها در پایان هفته یازدهم (آغاز گلدهی) از محل طوقه، قطع و توزین شدند. سطح برگ بوسیله دستگاه اندازه‌گیری‌کننده سطح برگ اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها پس از توزین و شستشو، در آون، در دمای ٦٥ $\mathring{C}$ خشک و سپس توزین و آسیاب شدند. نمونه‌های گیاهی به روش اکسایش تر در مجاورت مخلوط اسید سولفوریک، اسید سالیسلیک، سلنیم و آب اکسیژنه هضم گردید. ازت به روش کجلدال، سدیم و پتاسیم به روش نشر شعله‌ای، کلسیم و منیزیم با دستگاه جذب اتمی و کلر به روش نیترات نقره و با دستگاه کلرایدمتر (PCLM3) اندازه‌گیری شد علاوه بر این جذب ازت، پتاسیم، کلسیم و منیزیم محاسبه شد. محاسبات آماری به کمک نرم افزار MSTATC و گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

سبز شدن

میانگین درصد سبز شدن گیاهان در سطوح متفاوت کودی و در شوری‌های مختلف در جدول ٣ ارائه شده است. تأثیر عوامل شوری آب، کود و اثر متقابل آنها بر سبز شدن گیاه معنی‌دار بود($\alpha = \%1$). شوری آب باعث کاهش سبز شدن شد. بالاترین درصد سبز شدن مربوط به تیمار آب معمولی (C_0) بود (شکل١). در تیمار آب معمولی (C_0) درصد سبز شدن گیاه در تیمارهای مختلف کودی تفاوتی معنی‌دار نداشت، لیکن در شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (C_1) بالاترین درصد سبز شدن مربوط به تیمارهای کودی F_0 و N_0 بود. به بیانی دیگر، درصد سبز شدن در تیمارهایی که کود ازتی دریافت نکردند، بالاتر از سایر تیمارها بود و کوددهی پیش از کاشت باعث کاهش درصد سبز شدن سورگوم شد (جدول ٣). در شوری ٨ دسی‌زیمنس بر متر (C_2)، بالاترین درصد سبز شدن مربوط به تیمار بدون کود (F_0) بود و کود ازتی باعث کاهش درصد سبز شدن شد (جدول ٣). در سطوح شوری C_3 و C_4 درصد سبز شدن گیاه در تیمارهای مختلف کودی تفاوتی معنی‌دار نداشت و اثر محدودکنندگی شوری آب بر سبز شدن گیاه به مراتب بیشتر از تأثیر کوددهی بود

www.SID.ir

Archive of SID

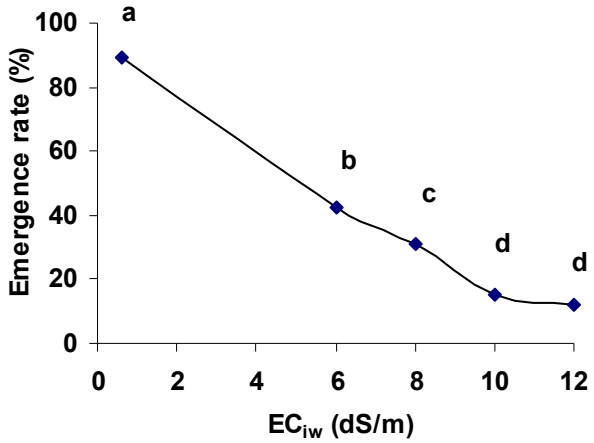
(جدول ۳). Wang و Shannon (۱۹۹۹) گزارش کردند که تحمل به شوری در بین رقم‌های سویا متفاوت بوده و زمانی که شوری عصارهٔ اشباع به بیش از ۳ دسی‌زیمنس بر متر رسید، درصد سبز شدن کاهشی معنی‌دار یافت. به این ترتیب شوری از راه کاهش پتانسیل اسمزی، نمو عادی ریشه‌چه و ساقه‌چه را به تأخیر می‌اندازد. طولانی شدن این دورهٔ بحرانی رشد، سبب آسیب دیدن گیاهچه توسط عوامل بیماری‌زا و عوامل محیطی می‌شود و به این ترتیب موفقیت استقرار گیاه کاهش می‌یابد.

جدول ۱ـ ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شدهٔ خاک

Cu $mg.kg^{-1}$	Mn $mg.kg^{-1}$	Fe $mg.kg^{-1}$	Zn $mg.kg^{-1}$	P $mg.kg^{-1}$	K $mg.kg^{-1}$	T.N.V %	Ece $ds.m^{-1}$	pH	S.P. %	O.C %	بافت	Clay %	Silt %	Sand %
۰/۸۶	۱۰	۴/۵	۰/۷۴	۱۰/۴	۴۶۸	۱۳/۷۶	۵/۲	۷/۴	۲۷	۰/۷۹	لوم‌شنی	۱۴	۳۳	۵۳

جدول ۲ـ تجزیه شیمیایی تیمارهای آب

SO_4^{2-} $mg.l^{-1}$	HCO_3^- $mg.l^{-1}$	Cl^- $mg.l^{-1}$	Mg^{2+} $mg.l^{-1}$	Ca^{2+} $mg.l^{-1}$	K^+ $mg.l^{-1}$	Na^+ $mg.l^{-1}$	pH	EC_e $ds.m^{-1}$	تیمار
۲۴۰/۰	۱۷۰/۰	۲۵/۶	۱۲/۰	۸۷/۲	۰/۸	۱۹/۵	۷/۹۶	۰/۶	C_0
۷۶۸/۰	۱۷۰/۰	۱۷۴۶/۶	۸۹/۳	۴۸۹/۶	۹/۴	۱۰۰۷/۴	۷/۹۲	۶/۰	C_1
۱۱۱۳/۶	۱۷۰/۰	۲۳۲۸/۸	۱۱۹/۰	۶۵۲/۸	۱۲/۵	۱۳۴۳/۲	۷/۸۴	۸/۰	C_2
۱۴۵۹/۲	۱۷۰/۰	۲۹۱۳/۸	۱۴۹/۴	۸۱۶/۰	۱۵/۲	۱۶۷۹/۰	۷/۸۱	۱۰/۰	C_3
۱۸۰۴/۸	۱۷۰/۰	۳۴۹۳/۲	۱۷۸/۸	۹۶۴/۰	۱۷/۵	۲۰۲۴/۰	۷/۷۲	۱۲/۰	C_4



شکل ۱ـ اثر شوری آب بر میانگین درصد سبز شدن سورگوم.

جدول۳ـ اثر تیمارها بر میانگین درصد سبز شدن سورگوم

A_3	U_3	A_2	U_2	A_1	U_1	N_0	F_0	سطوح و منبع کود شوری آب $(ds.m^{-1})$
۸۶/۷ a	۹۳/۳ a	۹۰/۰ a	۹۰/۰ a	۸۶/۷ a	۸۶/۷ a	۹۰/۰ a	۹۰/۰ a	۰/۶
۴۰/۰b	۳۶/۷ b	۴۰/۰b	۳۰/۰b	۳۳/۳ b	۳۶/۷ b	۵۶/۷ a	۶۳/۳ a	۶
۲۶/۷ b	۲۶/۷ b	۳۰/۰b	۲۳/۳ b	۳۶/۷ b	۲۶/۷ b	۳۰/۰ b	۴۶/۷ a	۸

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰	۱۶/۷ a	۱۳/۳ a	۱۶/۷ a	۱۳/۳ a	۱۰/۰ a	۱۳/۳ a	۲۰/۰a	۱۶/۷ a
۱۲	۱۳/۳ a	۱۳/۳ a	۱۰/۰ a	۱۳/۳ a	۱۰/۰ a	۱۳/۳a	۱۳/۳ a	۱۰/۰ a

حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد. F_0 تیمار بدون مصرف کود، N_0 تیمار شاهد کودی (کود پایه بدون مصرف کود ازت)، A_1 , A_2 , A_3 به ترتیب سطوح اول تا سوم کود نیترات آمونیم، U_1، U_2، U_3 نیز به ترتیب سطوح اول تا سوم کود اوره می‌باشند.

وزن مرطوب و وزن خشک گیاه

تأثیر فاکتورهای شوری آب، کود ازتی و نیز اثر متقابل آنها بر وزن مرطوب و وزن خشک بوته سورگوم معنی‌دار بود ($\alpha = \%1$). افزایش شوری آب باعث کاهش وزن مرطوب و وزن خشک گیاه شد، بطوریکه میانگین وزن مرطوب و وزن خشک بوته سورگوم در تیمار ٦ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱۳/۷ و ۲٦/۵ درصد و در تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲٤/۰ و ۵۰/٦ درصد نسبت به شاهد (C_0) کاهش یافت (شکل ۲- الف). مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد که در تیمار آب معمولی (C_0)، وزن مرطوب و وزن خشک بوته سورگوم با افزایش مصرف کود ازتی افزایش یافت و بالاترین میانگین در سطح سوم کوددهی ازتی مشاهده شد (شکل ۲- ب). در شوری ٦ دسی‌زیمنس بر متر (C_1) با افزایش مصرف کود ازتی، وزن مرطوب و وزن خشک بوته نسبت به شاهد (N_0) افزایش یافت، لیکن بالاترین میانگین در سطح دوم کوددهی بدست آمد (شکل ۲- ج). در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر (C_2) بالاترین میانگین وزن مرطوب و وزن خشک بوته‌گیاه مربوط به سطح اول کوددهی بود (شکل ۲-د).

به این ترتیب با افزایش شوری آب، سطوح پایین‌تر کود ازتی تأثیر بیشتری بر افزایش وزن مرطوب و وزن خشک بوته گیاه داشت. به بیانی دیگر، در شرایط شور (C_1 و C_2)، مصرف کود ازتی تا حدی معین، باعث افزایش وزن خشک و وزن مرطوب شده است و مصرف بیشتر کود باعث کاهش آن شده است. این نتایج بیانگر آن است که در شوری‌های بالا، مصرف بیش از حد متعارف کودهای شیمیایی باعث شورتر شدن و افزایش فشار اسمزی محیط ریشه و به دنبال آن کاهش جذب آب و مواد غذایی و در نهایت کاهش رشد خواهد شد. به عبارت دیگر، در شوری‌های کم، کمبود عناصر غذایی می‌تواند عامل اصلی محدودکنندهٔ رشد گیاه باشد. لیکن در شوری‌های بالاتر، اثر محدودکنندگی شوری رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

سطح برگ

اثر شوری، کود ازتی و اثر متقابل آنها برسطح برگ معنی‌دار بود ($\alpha = \%1$) . افزایش شوری آب، باعث کاهش سطح برگ شد. میانگین سطح برگ در تیمارهای ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲٤ و ۳۵/٤ درصد کاهش یافت (شکل ۳- الف). با افزایش شوری و به دنبال آن کاهش پتانسیل آب گیاه، سطح برگ کاهش می‌یابد (Francois و همکاران، ۱۹۹۲). کاهش سطح فتوسنتزکننده از مهم‌ترین خسارت‌های تنش شوری می‌باشد و باعث کاهش میزان تولید ماده خشک می‌گردد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمار آب معمولی (C_0)، با افزایش مصرف کود ازتی، سطح برگ افزایش یافت (شکل ۳- ب). در تیمار ٦ دسی‌زیمنس بر متر (C_1) سطح برگ با مصرف کود ازتی افزایش یافت، لیکن بیشترین سطح برگ مربوط به سطح دوم کوددهی بود (شکل ۳- ج). در تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر (C_2)، بیشترین سطح برگ مربوط به سطح اول کوددهی بود (شکل ۳-د). به این ترتیب در تیمارآب معمولی با افزایش مصرف کود، سطح برگ افزایش یافت ولی در تیمارهای آب شور مصرف‌کود ازتی تا حدود معینی باعث افزایش سطح برگ شد. به بیانی دیگر، با افزایش شوری آب، سطوح پایین‌تر کود ازتی تأثیر بیشتری بر افزایش سطح برگ بوته داشت.

ارتفاع گیاه

اثر شوری، کود ازتی و نیز اثر متقابل آنها بر ارتفاع گیاه، معنی‌دار بود ($\alpha = \%1$). افزایش شوری باعث کاهش ارتفاع گیاه گشت. میانگین ارتفاع گیاه در تیمارهای ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد (C_0) به ترتیب ۱۰/۹، ۱٦/۷ درصد کاهش داشت (شکل ٤- الف). کاهش ارتفاع گیاه در شرایط شور به دلیل کاهش پتانسیل آب گیاه می‌باشد (Francois و همکاران، ۱۹۹۲). در تیمار آب معمولی (C_0)، اختلاف ارتفاع تیمارهای کودی معنی‌دار نشد (شکل ٤- ب) که این امر می‌تواند در ارتباط با تأثیر کوددهی ازتی در ایجاد پاجوش باشد. در تیمار آب ٦ دسی‌زیمنس بر متر (C_1) بیشترین ارتفاع مربوط به سطح دوم کوددهی بود (شکل ٤- ج). در تیمار آب ۸ دسی‌زیمنس بر متر (C_2) بیشترین ارتفاع مربوط به سطح اول کودی است(شکل ٤- د)

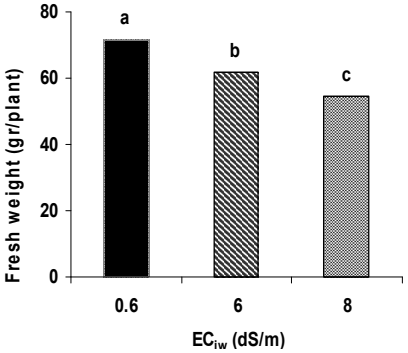
www.SID.ir

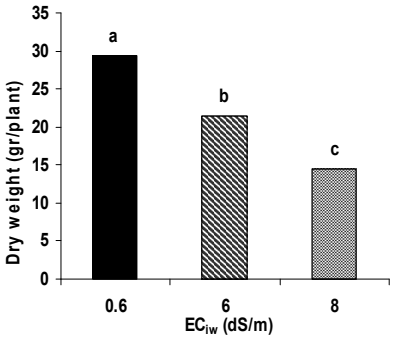
Archive of SID

www.SID.ir

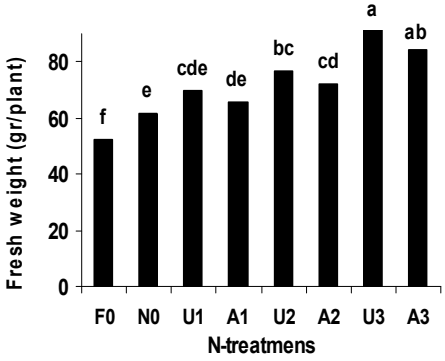
Archive of SID

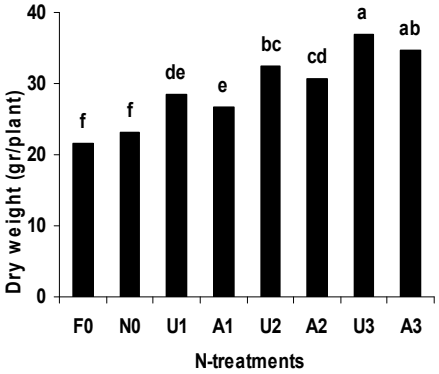
الف)



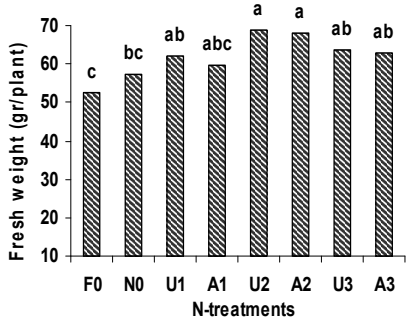


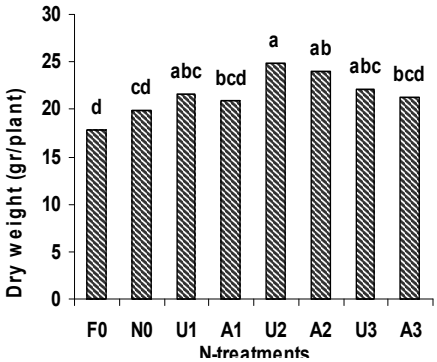
ب)

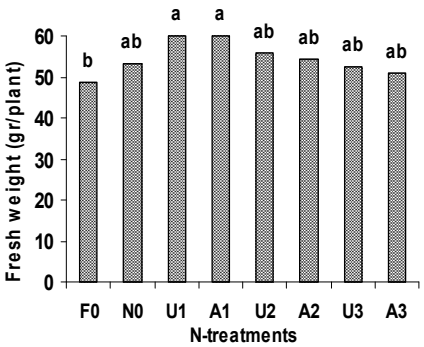


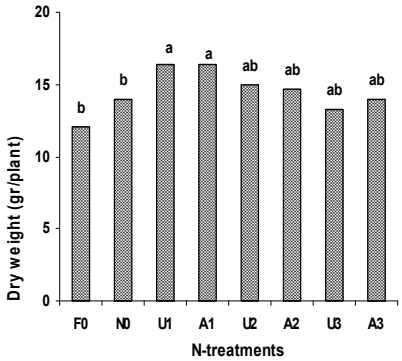


ج)









www.SID.ir

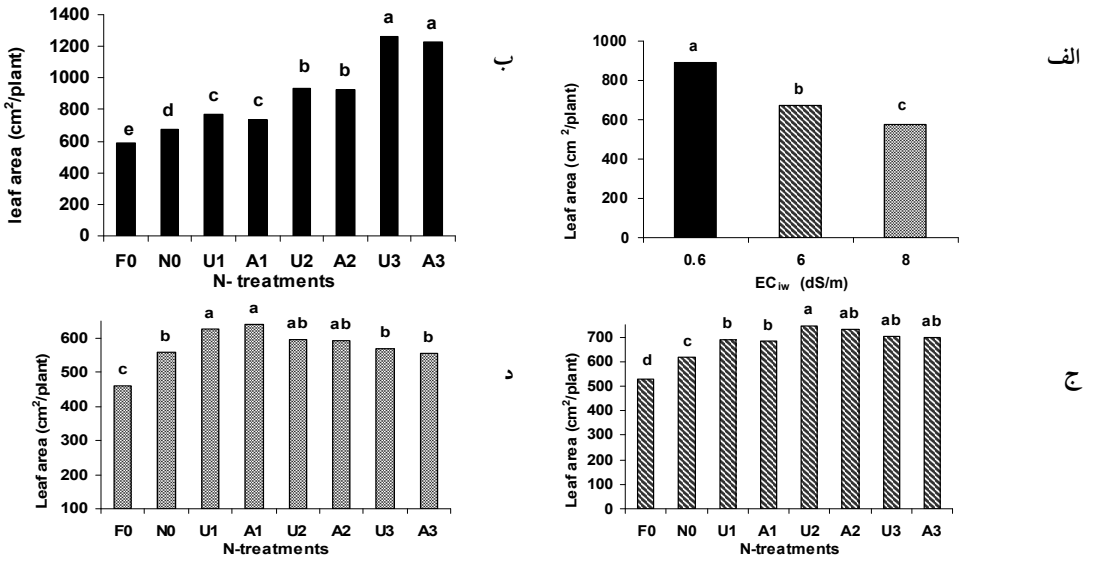
Archive of SID

د)

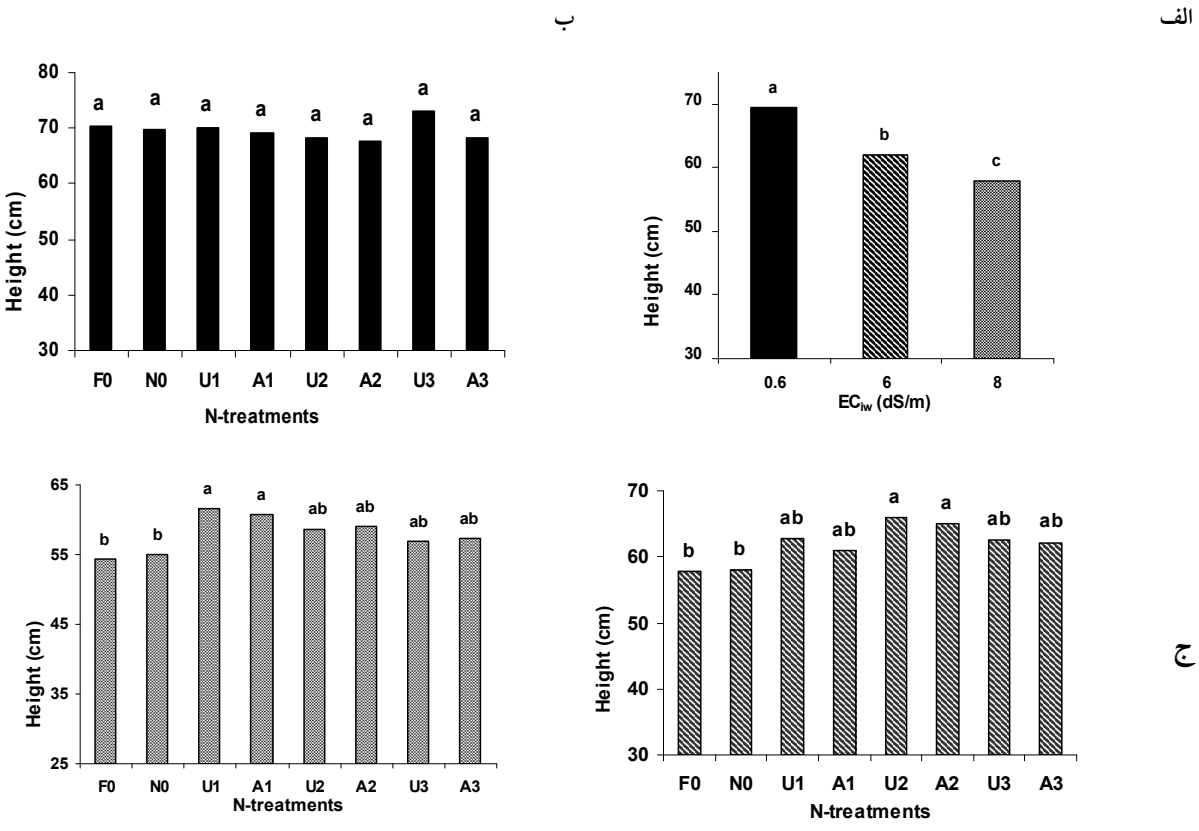
شکل ۲ـ اثر سطوح شوری آب (الف) و تیمارهای کودی(ب:C_0 ، ج:C_1 ، د:C_2) بر وزن مرطوب و خشک بوته سورگوم ($\alpha = \%1$).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ـ اثر سطوح شوری آب (الف) و تیمارهای کودی (ب:C_0 ، ج:C_1 ، د:C_2) بر میانگین سطح برگ بوته سورگوم.



www.SID.ir

Archive of SID

شکل ٤ـ اثر سطوح شوری آب (الف) و تیمارهای کودی (ب:C_0، ج:C_1 ، د:C_2) بر میانگین ارتفاع بوته سورگوم.

www.SID.ir

Archive of SID

عناصر معدنی در اندام های هوائی

اثر شوری بر غلظت عناصر معدنی در اندام هوایی گیاه معنی‌دار بود (۱٪= α). با افزایش شوری غلظت ازت در اندام هوایی افزایش یافت (شکل۵–الف). از دیگر سو بدلیل کاهش تراوایی ریشه، با افزایش شوری، جذب ازت کاهش یافت(شکل۵–ب). در پژوهش دیگری نیز چنین گزارش که با افزایش شوری مقدار ازت تجمع یافته در ذرت و پنبه افزایش یافت (همایی، ۱۳۸۱).

غلظت کلسیم و منیزیم در اندام های هوائی نیز با افزایش شوری، افزایش یافت (شکل ۵ـ ج و ه). میانگین غلظت کلسیم در تیمارهای ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱٦/۷ و ۳۳/۳ درصد و میانگین غلظت منیزیم به ترتیب ۲۵/۰ و ۳۷/۵ درصد نسبت به تیمار آب معمولی (C_0) افزایش یافت. این افزایش می‌تواند به دلیل غلظت بالای یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب شور باشد. از سوی دیگر افزایش شوری باعث کاهش جذب کلسیم و منیزیم شد (شکل ۵ـ د و و) به‌گونه‌ای که میانگین جذب کلسیم در تیمارهای ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱۱/۱ و ۳۳/۳ درصد و میانگین جذب منیزیم به ترتیب ۲۰/۰ و ٤۰/۰ درصد نسبت به تیمار آب معمولی (C_0) افزایش‌یافت.

افزایش شوری با اثر آنتاگونیستی کلسیم و سدیم بر جذب پتاسیم باعث کاهش غلظت پتاسیم در اندام هوایی شد (شکل ۵ـ ز). میانگین غلظت پتاسیم در تیمارهای ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار آب معمولی (C_0) به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۵/۱ درصد کاهش یافت. از سوی دیگر شوری بدنبال کاهش وزن خشک وغلظت پتاسیم باعث کاهش جذب پتاسیم شد (شکل ۵ـ ح). نتایج Clark و همکاران (۱۹۹۱) با این نتایج مطابقت داشت. این پژوهشگران گزارش کردند که شوری آب آبیاری باعث افزایش غلظت سدیم و کلسیم و کاهش غلظت پتاسیم در سورگوم شد. برخی پژوهشگران نیز چنین گزارش کردند که غلظت بالای سدیم در محیط رشد، باعث کاهش غلظت پتاسیم در بسیـاری از گونه‌های گیاهی می‌شود (Greenway و Munns، ۱۹۸۰؛ Rathert، ۱۹۸۳). این کاهش ممکن است بواسطه اثر آنتاگونیستی سدیم و پتاسیم در مکان‌های جذب در ریشه یا تأثیر سدیم بر انتقال پتاسیم در آوندهای چوبی (Lynch و Lauchli، ۱۹۸٤) و یا اختلال در فرآیندهای جذب باشد (Gronwald و همکاران، ۱۹۹۰؛ Suhayda و همکاران، ۱۹۹۰).

با افزایش شوری آب، غلظت کلر(شکل ۵– ط) و نیز سدیم در اندام های هوائی (شکل ۵ـ ی) افزایش یافت. میانگین غلظت کلر در تیمارهای ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار آب معمولی (C_0) به ترتیب ۲/۰ و ۲/٤ برابر و میانگین غلظت سدیم در تیمارهای ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۳/۷ و ٤/۱ برابر غلظت آنها در تیمار آب معمولی بود. Hu و Schmidhalter (۱۹۹۷) نیز گزارش کردند شوری باعث افزایش غلظت سدیم و کلر و کاهش غلظت پتاسیم در گندم شد.

در پایان هفته هفتم و نهم گیاهان تیمارهای C_3 و C_4 به دلیل سمیت ناشی از کلر از آزمایش خارج شدند.

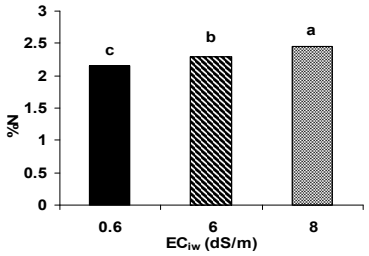
اثر فاکتور کود ازتی بر غلظت و جذب عناصر معدنی موجود در اندام هوایی گیاه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل شوری و کود ازتی بر جذب عناصر و نیز غلظت ازت، پتاسیم و کلر معنی‌دار شد (۱٪= α). در کلیه سطوح شوری با مصرف کود ازتی غلظت و جذب ازت موجود در اندام هوایی افزایش یافت (جداول ٤ و ۵). در تیمار آب معمولی C_0 با مصرف کود ازتی، غلظت پتاسیم نسبت به شاهد (N_0) کاهش یافت (جدول ۵) ولی معنی‌دار نشد. این کاهش می‌تواند به علت تأثیر کود ازتی در افزایش وزن خشک گیاه باشد (اثر رقّت). در تیمارهای آب ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر با مصرف کود ازتی، غلظت پتاسیم افزایش یافت (جدول ٤). همچنین کوددهی ازتی در همه تیمارها باعث افزایش جذب پتاسیم شد (جدول۵).

در تیمار آب معمولی (C_0) با مصرف ازت و به دنبال آن افزایش وزن خشک، غلظت و جذب منیزیم و کلسیم افزایش یافت (جداول ٤ و ۵). در تیمارهای ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر با مصرف کود ازتی، غلظت و جذب کلسیم و منیزیم افزایش یافت ولی این افزایش (بجز در مورد جذب منیزیم در سطح شوریC_1) عنی‌دار نبود (جدول٤). افزایش غلظت کلسیم و منیزیم می‌تواند به دلیل افزایش ظرفیت تبادلی ریشه در اثر مصرف کود ازتی باشد که موجب جذب بیشتر کاتیون‌های دوظرفیتی می‌گردد. در تیمار آب معمولی (C_0) غلظت‌های سدیم و نیز کلر در تیمارهای کودی اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول٤). در تیمارهای آب ٦ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر با مصرف کود ازتی غلظت‌های سدیم و کلر نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول٤). این کاهش می‌تواند به دلیل اثر آنتاگونیستی بین جذب کلر و نیترات و نیز سدیم و آمونیم باشد. بنابراین در شرایط شور، اثر سمّیت یون‌های ویژه، کمبود عناصر غذایی ضروری و اختلال در تعادل تغذیه‌ای گیاهان از عوامل مؤثر بر کاهش رشد و عملکرد می‌باشد.

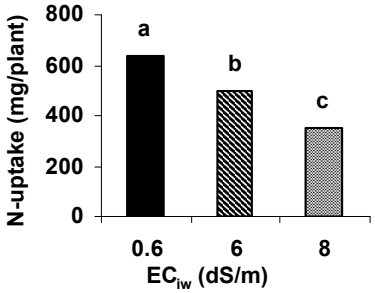
www.SID.ir

Archive of SID

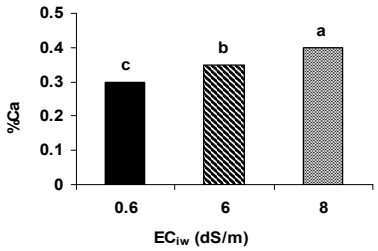
الف



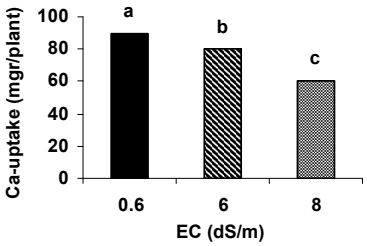
ب



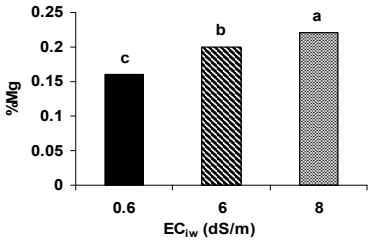
ج



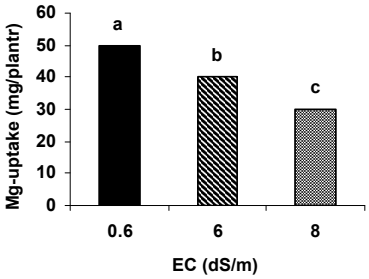
د



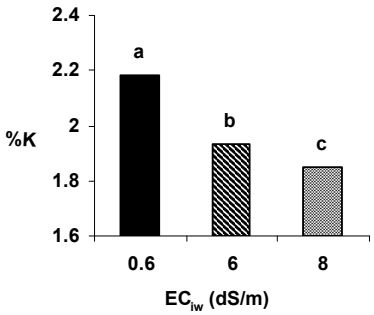
هـ



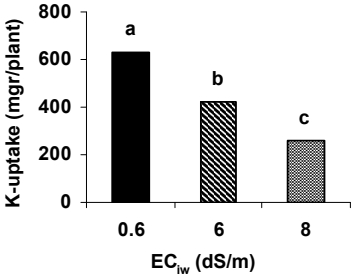
و



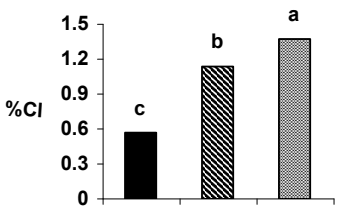
ز



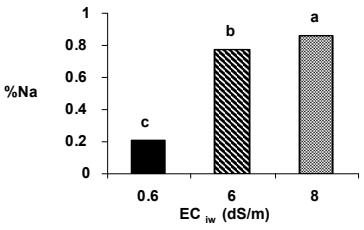
ح



ط



ی



www.SID.ir

Archive of SID

شکل۵ـ اثر سطوح شوری بر غلظت ازت (الف)، جذب ازت (ب)، غلظت کلسیم (ج)، جذب کلسیم (د)، غلظت‌منیزیم (هـ)، جذب‌منیزیم (و)، غ‌ل‌ظت‌پتاسیم(ز)، جذب‌پتاسیم(ح)، غلظت‌کلر (ط) و غلظت‌سدیم (ی)، غلظتها بر حسب درصد وزن خشک. در اندام های هوائی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤ـ اثر سطوح شوری و تیمارهای کودی بر غلظت عناصر (٪ وزن خشک) در سورگوم

عناصر	سطوح و منبع کود شوری آب آبیاری (dS/m)	F_0	N_0	U_1	A_1	U_2	A_2	U_3	A_3
	۰/۶	۱/۶۹e	۱/۷۱e	d۲/۱۰	۲/۱۹ cd	۲/۶۲Bcd	۲/۳۲abc	۲/۴۳ab	۲/۴۸a
N	۶/۰	۱/۹۸d	۲/۰۶d	۲/۲۶c	۲/۲۸bc	۲/۳۶abc	۲/۳۹abc	۲/۴۸ab	۲/۵۰a
	۸/۰	۲/۰۹d	۲/۱۲d	۲/۴۸bc	۲/۴۷c	۲/۵۱bc	۲/۵۶abc	۲/۶۹ab	۲/۷۵a
	۰/۶	۲/۳۱a	۲/۲۴ab	۲/۲۰ab	۲/۱۸ab	۲/۱۵ab	۲/۱۴ab	۲/۱۰b	۲/۱۱b
K	۶/۰	۱/۶۸c	۱/۷۱c	۱/۹۰b	۱/۹۵ab	۲/۰۱ab	۲/۰۶ab	۲/۰۷ab	۲/۰۹a
	۸/۰	۱/۶۷b	۱/۷۱b	۱/۸۸a	۱/۹۱a	۱/۹۳a	۱/۸۸a	۱/۹۱a	۱/۸۹a
	۰/۶	۰/۲۳c	۰/۲۵c	۰/۲۶c	۰/۲۸bc	۰/۳۵ab	۰/۳۴ab	۰/۳۷a	۰/۳۶a
Ca	۶/۰	۰/۳۰a	۰/۳۲a	۰/۳۵a	۰/۳۵a	۰/۳۶a	۰/۳۷a	۰/۳۷a	۰/۳۶a
	۸/۰	۰/۳۶a	۰/۳۷a	۰/۴۰a	۰/۴۱a	۰/۴۲a	۰/۴۱a	۰/۴۳a	۰/۴۲a
	۰/۶	۰/۱۳b	۰/۱۳b	۰/۱۶ab	۰/۱۷a	۰/۱۸a	۰/۱۸a	۰/۱۸a	۰/۱۸a
Mg	۶/۰	۰/۱۷b	۰/۱۸ab	۰/۲۰ab	۰/۱۹ab	۰/۱۹ab	۰/۲۰ab	۰/۱۹ab	۰/۲۱a
	۸/۰	۰/۲۰a	۰/۲۰ a	۰/۲۲ a	۰/۲۲ a	۰/۲۱ a	۰/۲۲ a	۰/۲۳ a	۰/۲۲ a
	۰/۶	۰/۵۱ a	۰/۵۳ a	۰/۵۹ a	۰/۵۰ a	۰/۶۲ a	۰/۵۵ a	۰/۶۴ a	۰/۵۸ a
Cl	۶/۰	۱/۲۹ab	۱/۳۸ a	۱/۲۱abc	۱/۱۶bcd	۱/۰۹cde	۱/۰۶cde	۰/۹۹de	۰/۹۳e
	۸/۰	۱/۴۵ab	۱/۵۲ a	۱/۳۵bc	۱/۳۸ bc	۱/۳۶ bc	۱/۳۳ bc	۱/۳۶ bc	۱/۲۹ c
	۰/۶	۰/۱۷a	۰/۳۰ a	۰/۱۸ a	۰/۱۷ a	۰/۲۱ a	۰/۱۸ a	۰/۲۶ a	۰/۲۲ a
Na	۶/۰	۰/۹۰ab	۰/۹۱ a	۰/۷۹abc	۰/۷۶abc	۰/۷۳abc	۰/۷۱bc	۰/۶۹c	۰/۶۶c
	۸/۰	۰/۹۷ab	۱/۰۶a	۰/۸۳ bc	۰/۸۴ bc	۰/۸۳ bc	۰/۷۸ c	۰/۸۰ bc	۰/۷۶ c

حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد. F_0 تیمار بدون مصرف کود، N_0 تیمار شاهد کودی (کود پایه بدون مصرف کود ازت)، A_1 , A_2 , A_3 به ترتیب طوح اول تا سوم کود نیترات آمونیم، U_1، U_2، U_3 نیز به ترتیب سطوح اول تا سوم کـود اوره می‌باشند.

جدول٥ـ اثر سطوح شوری و تیمارهای کودی بر جذب عناصر غذایی (میلی‌گرم در بوته سورگوم)

عناصر	سطوح و منبع کود شوری آب آبیاری(dS/m)	F_0	N_0	U_1	A_1	U_2	A_2	U_3	A_3
	۰/۶	۳۶۰d	۴۰۰d	c۶۰۰	۵۸۰c	۷۳۰b	۷۱۰b	۸۹۰a	۸۶۰a
N	۶/۰	۳۵۰d	۴۱۰cd	۴۹۰bc	۴۸۰bc	۵۹۰a	۵۷۰a	۵۵۰ab	۵۳۰ab
	۸/۰	۲۵۰c	۳۰۰bc	۴۱۰a	۴۱۰a	۳۸۰a	۳۷۰ab	۳۴۰ab	۳۸۰a
	۰/۶	۴۹۰g	۵۲۰fg	۶۲۰de	۵۸۰ef	۷۰۰bc	۶۵۰cd	۷۸۰a	۷۳۰ab
K	۶/۰	۳۰۰d	۳۴۰cd	۴۱۰bc	۴۱۰bc	۵۰۰a	۴۹۰a	۴۶۰ab	۴۴۰ab
	۸/۰	۲۰۰c	۲۴۰bc	۳۱۰a	۳۱۰a	۲۹۰ab	۲۷۰ab	۲۴۰bc	۲۶۰ab
	۰/۶	۵۰d	۶۰cd	۷۰c	۷۰c	۱۱۰b	۱۱۰b	۱۴۰a	۱۲۰ab
Ca	۶/۰	۵۰b	۶۰ab	۸۰ab	۷۰ab	۹۰a	۹۰a	۸۰ab	۸۰ab
	۸/۰	۴۰a	۵۰ a	۷۰ a	۷۰ a	۶۰ a	۶۰ a	۶۰ a	۶۰ a
	۰/۶	۳۰d	۳۰d	۴۰c	۵۰c	۶۰ab	۵۰bc	۶۰a	۶۰ab
Mg	۶/۰	۳۰c	۴۰bc	۴۰ab	۴۰abc	۵۰a	۵۰ a	۴۰ab	۴۰ab
	۸/۰	۲۰b	۳۰ab	۴۰a	۴۰a	۳۰ab	۳۰ab	۳۰ ab	۰۳۰ ab

حروف مشابه در هر سطر نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد. F_0 تیمار بدون مصرف کود ، N_0 تیمار شاهد کودی (کود پایه بدون مصرف کود ازت)، A_1 , A_2 , A_3 به ترتیب سطوح اول تا سوم کود نیترات آمونیم، U_1 , U_2 , U_3نیز به ترتیب سطوح اول تا سوم کـود اوره می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر نوع کود مصرفی

در تیمار آب غیرشور (C_0)، وزن مرطوب و وزن خشک در تیمارهای اوره بیشتر از تیمارهای نیترات آمونیم بود، لیکن این اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۲- ب). از آنجا که در این آزمایش، برای حفظ شوری در حدی معین، مقدار آب آبشویی زیاد بود، 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 مقداری کم قابل دسترس هستند و شرط لازم برای جذب چنین ترکیباتی توسط گیاه، اعمال فرآیند میکروبی معدنی شدن در خاک و تبدیل آنها به اشکال قابل جذب می‌باشد. شوری خاک، فرآیند معدنی شدن را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (همایی،۱۳۸۱؛ Westerman و Tucker، ۱۹۷٤). از اینرو در این آزمایش پیش‌بینی می‌شد در شرایط شور تیمارهای نیترات آمونیم رشد بهتری نسبت به تیمارهای اوره داشته باشند. لیکن به دلیل شسته شدن نیترات از خاک، این پدیده چندان تحقق نیافت. در تیمارهای C_1 و C_2، احتمالاً به دلیل آبشویی نیترات ازیک سو و کاهش فرآیند معدنی شدن اوره از سوی دیگر، تفاوتی بین تیمارهای نوع کود مصرفی مشاهده نشد (شکل ۲- ج و د).

نتیجه گیری

شوری با بالا بردن فشار اسمزی بویژه در لایه سطحی خاک، باعث کاهش درصد سبز شدن و از بین رفتن گیاهچه‌های سبز شده در مراحل اولیه رشد رویشی می‌شود. از اینرو توجه به کیفیت آب آبیاری حداقل تا قبل از استقرار گیاه در خاک امری ضروری است و به منظور کنترل شوری در لایه سطحی خاک استفاده از آب غیرشور یا آبی با شوری کم، رعایت دور آبیاری کوتاه و اعمال آبشویی در این مرحلهٔ حساس توصیه می‌شود. از آنجا که معمولاً در خاک‌های شور جهت حفظ شوری در حدی معین، حجم آب مصرفی زیاد است به منظور کاهش شستشوی کودهای شیمیایی، کوددهی به روش تقسیط توصیه می‌شود. همچنین بهتر است مصرف قسط اول کود به صورت سرک پس از سبز شدن گیاهچه‌ها صورت گیرد تا هم آبشویی کود کمتر باشد و هم درصد سبز شدن متأثر از افزایش فشار اسمزی ناشی از کوددهی نشود.

در این آزمایش بین سطوح مختلف کود و شوری آب اثر متقابل وجود داشت و پاسخ سورگوم به مصرف کود ازتی در سطوح مختلف شوری و کود متفاوت بود. کوددهی ازتی در تیمارهای آب شور با بهبود وضعیت تغذیه گیاه باعث افزایش تحمل به شوری در سورگوم شد. در این آزمایش شوری با کاهش جذب ازت، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و افزایش غلظت کلر و سدیم در بافت گیاهی باعث کاهش وزن خشک گیاه شد، اما در تیمارهای آب شور، کوددهی ازتی با افزایش جذب ازت، پتاسیم و تا حدی کلسیم و منیزیم و نیز کاهش غلظت سدیم و کلر سبب افزایش تحمل به شوری در گیاه سورگوم شد.

فهرست منابع:

۱- خوشگفتارمنش، ا. ح. و سیادت، ح. ۱۳۸۱. تغذیهٔ معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور. چاپ اول. نشر آموزش کشاورزی. معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی. کرج، ۸٦ ص

۲- فومن اجیرلو، ع. ۱۳۸۰. بررسی و ارزیابی ناحیه‌ای ارقام و واریته‌های سورگوم علوفه‌ای. انتشارات مؤسسه تحقیقات اصلاح و نهال و بذر.

۳- همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. چاپ اول. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران. ۹۷ ص.

4- Adams, J. F. and T. A. Doerge. 1987. Soil salinity and soil acidity as factors in plant nutrition. In: Future Development in Soil Science Research. ed. Boersma, L. L., pp. 193-203. Madison, WI: Soil Science Society of America, U. S. A.

5- Bernstein, L., L. E. Francois and R. A. Clark. 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yield of grains and vegetables. Agronomy Journal, 66: 412-421.

6- Broome, S. W., W. W. Woodhouse Jr. and E. D. Seneca. 1975. The relationship of mineral nutrients to growth of *Spartina alterniflora* in North Carolina. II. The effect of N, P and Fe fertilizer. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39: 301-307.

7- Clark, D. R., C. J. Green, V. G. Allen and C. P. Brown. 1999. Influence of salinity in irrigation water on forage sorghum and soil chemical properties. Journal of Plant Nutrition, 22 (12): 1905-1920.

www.SID.ir

Archive of SID

8- Feigin, A., I. Rylski., A. Meiri and J. Shalhevet. 1987. Response of melon and tomato plants to chloride-nitrate ratios in saline nutrient solution. Journal of Plant Nutrition, 10: 1787-1794.
9- Francois, L. E., T. J. Donovan and E. V. Maas. 1992. Yield, vegetative growth and fiber length of kenaf grown on saline soil. Agron. J. 84: 592-598.
10- Grattan, S. R. and C. M. Grieve. 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Handbook of Plant and Crop Stress ed. Pessarakli, M., pp. 203-229. Marel Dekker New York.
11- Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant physiol. 31: 149-190.
12- Gronewald, J. W., C. G. Suhayda., M. Tal. And M. C. Shannon. 1990. Reduction in plasma membrane ATPase activity of tomato roots by salt stress. Plant Sci. 66: 145-153.
13- Hu, Y., J. J. Oertli and U. Schmidhalter. 1997a. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. I. Growth. Journal of Plant Nutrition, 20: 1155-1167.
14- Hu, Y, and U. Schmidhalter. 1997b. Interactive effects of salinity and macrontrient level on wheat. II. Composition. Journal of Plant Nutrition, 20: 1169-1182.
15- Kafkafi, U., N. Valoras and J. Letey. 1982. Chloride interaction with nitrate and phosphate nutrition in tomato. Journal of Plant Nutrition, 5: 1369-1385.
16- Kafkafi, U. (1984). Plant nutrition under saline conditions. In: Soil Salinity Under Irrigation. eds. Shainberg, I. and Shalhevet, J., pp 318-336. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo.
17- Khalil, M. A., F. Amer and M. M. Elgabaly. 1967. A sailinity-fertility interaction study on corn and cotton. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31: 683-686.
18- Lunin, J. and M. H. Gallatin. 1965. Salinity-fertility interaction in relation to growth and composition of beans.I: Effect of N, P and K. Agron. J. 57: 339-342.
19- Lynch, J. and A. Lauchli. 1984. Potassium transport in salt-stressed barley roots. Planta. 161: 295-301.
20- Maas, E. V. and S. R. Grattan. 1999. Crop yields as affected by salinity. In: Handbook of Plant and Crop Stress. ed. Pessarakli, M., pp. 55-108. Marcel Dekker New York.
21- Martinez, V. and A. Cerda. 1989. Influence of N source on rate of Cl, N, Na and K uptake by cucumber seedling grown in saline condition. Journal of Plant Nutrition. 12: 971-983.
22- Munns, R. and A. Termaat. 1986. Whole-plant responses to salinity. Aust. J. Plant Physiol 13: 143-160.
23- Naidoo, G. 1987. Effect of salinity and nitrogen on growth and water relations in the mangrove. *Avicennnia marina* (Forsk) Vierh. New Phytol. 107: 317-325.
24- Ogo, T. and S. Moriwaki. 1965. Relationship between certain nitrogen fractions in leaf-blade of crops and salt-torerance. Bull Shimane Agric. College 13A: 5-9.
25- Okusanya, O. T. and I. A. Ungar. 1984. The growth and mineral composition of three species of Spergularia as affected by salinity and nutrients at high salinity. Am. J. Bot. 71: 439-447.
26- Rathert, G. 1983. Effects of high salinity stress on mineral and carbohydrate metabolism of two cotton varieties. Plant Soil. 73: 247-256.
27- Ravikovitch, S. 1973. Effects of brackish irrigation water and fertilizers on millet and corn. Expl. Agric. 9: 181-188.
28- Ravikovitch, S. and A. Porath. 1967. The effects of nutrients on the salt tolerance of crops. Plant Soil, 26: 49-71.

www.SID.ir

Archive of SID

29- Skeffington, M. J. S. and D. W. Jeffrey. 1985. Growth performance of an inland population of *Plantago maritima* in response to nitrigen and salinity. Vegetatio. 61: 265-272.
30- Smart, R. M. and J. W. Barko. 1980. Nitrogen nutrition and salinity tolerance of *Distichlis spicate* and *Spartina alterniflora*. Ecology 61: 630-638.
31- Soliman, M. S., H. G. Shalabi and W. F. Campbell. 1994. Interaction of salinity, nitrogen and phosphorous fertilization on wheat. Journal of Plant Nutrition. 17: 1163-1173.
32- Suhayda, C. G., J. L. Giannini, D. P. Briskin and M. C. Shannon. 1990. Electrostatic changes in lycopersicon escolentum root plasma memberane resulting from salt stress. Plant Physiol, 93: 471-478.
33- Tshivhandekano, T. R. and O. A. M. Lewis. 1993. Differences in response between nitrate and ammonium-fed maize to salinity stress and its amelioration by potassium. S. Afr. J. Bot. 59: 597-601.
34- Wang, D. and M. C. Shannon. 1999. Emergence seedling growth of soybeen cultivars and maturity groups under salinity. Plant and Soil. 214: 117-124.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir