Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد نهم، شماره دوم، ۱۳۹۸
۸۵-۱۰۱
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2019.15449.1831

بررسی تغییرات عناصر غذایی پرمصرف در پتانسیل اسمزی و ماتریک یکسان در سیستم‌های آبیاری کامل و بخشی ریشه ذرت

سعیده مرزوان[۱]، *محمدحسین محمدی[۲] و فرید شکاری[۳]
[۱]دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، دانشگاه زنجان، [۲]دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران،
[۳]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۳

چکیده

سابقه و هدف: تنش‌های خشکی و شوری از مهم‌ترین معضلات موجود در بخش کشاورزی و مدیریت خاک محسوب می‌شوند. این تنش‌ها سبب تغییر در جذب عناصر غذایی توسط گیاه خواهد شد. تحت شرایط طبیعی، گیاه تحت تنش هم‌زمان شوری و خشکی قرار می‌گیرد. با این‌حال مطالعات اندکی وجود دارد که به تفکیک، سهم هر یک از تنش‌ها را بر تغییرات جذب عناصر غذایی در شرایط یکسان و برابر پتانسیل اسمزی و ماتریک تعیین می‌نماید. بنابراین این پژوهش اثر مقادیر برابر پتانسیل ماتریک و اسمزی بر روی تغییرات برخی از عناصر غذایی جذب شده و نسبت آن‌ها را تحت سیستم‌های آبیاری کامل و بخشی ریشه، در برگ و ریشه گیاه ذرت مورد بررسی قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها: آزمایش‌ها با فاکتورهای نوع پتانسیل {اسمزی، ماتریک و توأم (مجموع اسمزی و ماتریک)} و سطح پتانسیل (۰/٤٦-، ۱/۱۲-، ۱/۹۱- و ۳/٦۳- بار) در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه‌ای بر روی گیاه ذرت در سه تکرار انجام شد. جهت اعمال تنش شوری و خشکی هم‌زمان بر دو نیمه ریشه یک گیاه، از یک ساختار جداکننده به‌منظور جداسازی ریشه به دو بخش در گلدان استفاده شد. برای ثابت نگه داشتن مکش ماتریک گلدان‌ها و زهکشی از تانسیومترهای دست‌ساز استفاده گردید.

یافته‌ها: بررسی تغییرات غلظت عناصر غذایی در برگ نشان داد که سیستم آبیاری بخشی ریشه در تیمار توأم، به‌ترتیب سبب کاهش ۱۱ و ۷ درصدی غلظت N در سطح ۱/۱۲- و ۱/۹۱- بار نسبت به تیمار پتانسیل ماتریک در سطوح متناظر گردید. هم‌چنین غلظت P برگ در سطح ۱/۹۱- بار در تیمار توأم نسبت به سطح پتانسیلی متناظر آن در تیمار پتانسیل اسمزی و ماتریک به‌ترتیب ۸۷ و ۸۳ درصد و در سطح ۳/٦۳- بار نسبت به سطح پتانسیلی متناظرآن در تیمار پتانسیل اسمزی و ماتریک به‌ترتیب ۹۱ و ۹۵ درصد افزایش داشت. این در حالی بود که غلظت عناصر N، K، K/N و K/Ca جذب شده در ریشه، تحت‌تأثیر اثر متقابل نوع و سطح پتانسیل و K/Mg تنها تحت‌تأثیر نوع پتانسیل قرار گرفتند. در سیستم آبیاری بخشی نیز تغییرات معنی‌دار N، K، K/N و K/Ca در بخش تحت‌تأثیر پتانسیل اسمزی و مجموع Ca و Mg در بخش تحت‌تأثیر پتانسیل ماتریک نسبت به آبیاری کامل ریشه مشاهده گردید.

* مسئول مکاتبه: mhmohmad@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: این بررسی نشان داد که در سطوح بالای پتانسیل اسمزی و ماتریک در تیمارهای توأم، به‌علت وجود آب کافی در نیمی از ریشه، تغییرات عناصر غذایی جذب شده نسبت به تیمارهای مجزای اسمزی و ماتریک کم بوده و با کاهش سطوح پتانسیلی این تغییرات افزایش می‌یابد. در این حالت بیش‌ترین تغییرات عناصر مربوط به بخش شوری از تیمار توأم می‌باشد. بنابراین کاهش سطح پتانسیل اسمزی در بخشی از ریشه در صورتی که با افزایش پتانسیل ماتریک در بخش دیگر ریشه همراه باشد می‌تواند سبب کاهش به‌هم‌خوردگی تعادل تغذیه‌ای گیاه گردد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، تنش شوری، ریشه، عناصر پرمصرف

مقدمه

توسعه سازگاری‌های فنوتیپی و فیزیولوژیکی، پاسخ اغلب گیاهان به تنش اسمزی و اکسیداتیو ناشی از شرایط شوری و خشکی می‌باشد (۱۷). کاهش آب قابل استفاده تحت تنش کم‌آبی سبب افت جذب عناصر غذایی توسط ریشه و در نتیجه کاهش غلظت آن‌ها در اندام‌های گیاهی می‌گردد (۱۱). از طرف دیگر تحت تنش شوری، انباشتگی سدیم در بافت‌ها سبب سمیت یونی و تغییر در جذب برخی از عناصر شده و نیز از طریق خسارت به سلول‌های برگ و ریشه گیاهانی هم‌چون ذرت که دارای دیواره نازک اپیدرم و سلول‌های مزوفیل برگ و پارانشیم کورتکس ریشه هستند، موجب آسیب به آناتومی اندام‌های گیاهی می‌شود (۱٦). این اختلالات تغذیه‌ای با تأثیر بر جذب، انتقال و توزیع عناصر (۱۹) و تأثیر بر میزان فتوسنتز، تعرق و دیگر فرایندهای بیوشیمیایی مرتبط با عملکرد سبب کاهش رشد گیاه می‌گردد (٤۱).

عناصر غذایی از طریق شرکت در فعالیت‌های متابولیکی و اجزای مختلف مسیرهای سیگنالی، نقش مهمی را در به حداقل رساندن اثرات منفی تنش‌های محیطی دارند (۵). به‌عنوان مثال تحت تنش خشکی به‌علت کاهش فتوسنتز و تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن مصرف پتاسیم در گیاه افزایش می‌یابد (۱۰). این گونه‌های فعال که سبب خسارات اکسیداتیو به ترکیبات سلولی هم‌چون پروتئین، لیپیدها و DNA می‌شوند و فعالیت‌های حیاتی سلول‌های گیاه را مختل می‌کنند، در تنش شوری نیز مشاهده می‌گردند (۱۹). از سوی دیگر اثرات هم‌افزایی، رقابتی یا هم‌ستیزی عناصر غذایی مشابه در دو تنش را نیز نباید نادیده گرفت. فراوانی یون کلر در خاک‌های شور موجب کاهش جذب نیترات می‌گردد (۳). این در حالی است که تنش خشکی نیز جذب نیتروژن را توسط گیاه کاهش می‌دهد (۳٤). بنابراین شاید تنش توأم با کاهش بیش‌تر نیتروژن در گیاه همراه باشد. افزایش مقدار پتاسیم در تنش خشکی (۱٦) و کاهش مقدار آن تحت تنش شوری (٤) می‌تواند اثرات متفاوتی را در تنش هم‌زمان شوری و کم‌آبی در سیستم‌های آبیاری بخشی ریشه ایجاد کند. سطوح شوری پایین در سیستم آبیاری بخشی ریشه سبب تجمع مقدار سدیم و پتاسیم کم‌تری نسبت به سیستم آبیاری کامل می‌گردد، که این امر سبب کاهش اثرات ناشی از تنش شوری خواهد شد (۱۵).

طباطبایی و همکاران (۲۰۰٤) مشاهده کردند، زمانی که گیاه تحت سیستم آبیاری بخشی در کشت هیدروپونیک قرار دارد، تغییرات عناصر غذایی در سمتی از ریشه که توسط آب شور آبیاری می‌گردد، تأثیر بیش‌تری در تغییر عناصر غذایی دارد و گیاه از سمت دیگر ریشه که دارای شوری کم و یا فاقد شوری است، نیاز آبی خود را تامین می‌کند (۳۹).

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها غلظت بالای کلسیم در گیاه را به بخشی از ریشه که تحت تنش شوری است، نسبت دادند. وستا و همکاران (۲۰۱۷) کاهش مقدار جذب فسفر، روی و آهن را نیز در تنش توأم شوری و خشکی بر نیشکر گزارش نموده اما تغییر معنی‌داری در مقدار جذب پتاسیم مشاهده نکردند (٤٢). اگرچه شوری و خشکی غالباً سبب کاهش قابلیت جذب عناصر غذایی از خاک و انتقال آن در گیاه می‌شود، اما در برخی موارد عوامل دیگری مانند کوتاهی مدت تنش ممکن است سبب شود تا تغییری در مقدار عناصر غذایی مختلف مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم در گیاه دیده نشود (۲۲). سردانز و پنولاز (۲۰۰۸) با بررسی کاهش ۹ درصدی رطوبت خاک در مزارع فلفل قرمز به‌مدت ٦ سال مشاهده کردند، که مقدار پتاسیم ۱۰ درصد و نسبت نیتروژن به فسفر ۱۵ درصد کاهش داشته است (٣٤). براون و همکاران (۲۰۰٦) با بررسی اثر تنش هم‌زمان خشکی و شوری بر روی *Spartina alterniflora* کاهش غلظت کلسیم، منیزیم، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و آلومینیوم برگ و ریشه و هم‌چنین کاهش عملکرد را با افزایش سطح تنش گزارش نمودند (۸). تغییرات عناصر غذایی گیاهان مختلف تحت تنش‌های مشابه می‌تواند تحت‌تأثیر نیاز متفاوت اندام‌های مختلف گیاه و هم‌چنین مراحل مختلف رشد نیز تغییر یابد (٦). به‌عنوان مثال یوسفی و همکاران (۲۰۱۳) افزایش غلظت فسفر جذب شده را تحت شرایط تنش توأم در گوجه‌فرنگی گزارش نمودند، در حالی‌که نتایج مطالعات براون و همکاران (۲۰۰٦)کاهش مقدار فسفر تحت تنش توأم را نشان می‌دهد (۹ و ٤٣). سانولد و ووگت (۱۹۹۰) با مطالعه شوری بخشی ریشه در گوجه‌فرنگی بیان داشتند که افزایش جذب فسفر در ارتباط با جذب بیش‌تر این عنصر از بخشی از ریشه با شوری بالاتر است با این حال آن‌ها تفاوت معنی‌داری را در مقدار نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بافت گیاهی با افزایش سطح شوری بر بخشی از ریشه گزارش نکردند (۳۸).

مقایسه تغییرات عناصر غذایی تحت شرایط توأم به توسعه راهبردهای مدیریتی که سبب مقاومت بیش‌تر گیاه تحت شرایط تنش می‌شود، کمک خواهد کرد (۲۱). شناخت دقیق تغییرات عناصر غذایی پرمصرف گیاه در اثر تنش شوری و کم‌آبی در سیستم آبیاری بخشی ریشه می‌تواند به کشاورزان و مهندسان کمک کند تا با مدیریت صحیح عناصر غذایی خاک در شرایط تنش، علاوه بر فراهم کردن عناصر مورد نیاز گیاه، مقاومت آن‌ها را به تنش‌های محیطی افزایش دهند. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات عناصر غذایی تحت سطوح یکسان پتانسیل اسمزی و ماتریک به‌طور مجزا تحت سیستم آبیاری کامل ریشه و اثرات هم‌افزایی و هم‌ستیزی در حالت اعمال توأم تنش شوری و کم‌آبی در سیستم آبیاری بخشی ریشه و مقایسه تغییرات عناصر در سیستم آبیاری کامل با سیستم آبیاری بخشی ریشه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر پتانسیل اسمزی و ماتریک یکسان بر روی ذرت دانه‌ای رقم ۲٦۰ از خاک لوم شنی مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری استفاده شد. بافت خاک مورد مطالعه لوم شنی با درصد کربن آلی ۰/۷۳ درصد، واکنش خاک عصاره اشباع ۷/۵۹، هدایت الکتریکی در گل اشباع ۱/۲۳ دسی‌زیمنس بر متر، ظرفیت تبادل کاتیونی ۱۰/٦ سانتی‌مول بار مثبت بر کیلوگرم و کربنات کلسیم معادل ۲۰/۸۸ درصد بود. بر اساس محدوده آستانه تحمل به شوری در ذرت که در دامنه ۱/۷ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر است (٤۰) چهار سطح شوری ۱، ۳، ۵ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر انتخاب گردید. جهت به‌دست آوردن فشار اسمزی از معادله وانت‌هوف (رابطه ۱) استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$OP = RT\frac{n_s}{V} \quad (۱)$$

که در آن، فشار اسمزی بر حسب مگاپاسکال n_s تعداد مول‌های نمک‌ها، V حجم حلال بر حسب مترمکعب، R ثابت جهانی گازها ($۸/۳۱۴۳ \times ۱۰^{-۶}$ MPa/K.mol m^{-3}) و T دمای مطلق بر حسب کلوین می‌باشد. با استفاده از معادله فوق سطوح شوری ۱، ۳، ۵ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر(با معلوم بودن غلظت آن‌ها) به‌ترتیب معادل پتانسیل اسمزی ۰/٤٦-، ۱/۱۲-، ۱/۹۱- و ۳/٦۳- بار محاسبه گردید. این اعداد به‌عنوان فاکتور سطح پتانسیل (برای پتانسیل اسمزی و ماتریک) استفاده گردید. جهت برآورد سطوح پتانسیل ماتریک برابر این پتانسیل‌های اسمزی ابتدا منحنی رطوبتی خاک مورد مطالعه اندازه‌گیری گردید و سپس رطوبت معادل این سطوح پتانسیلی محاسبه شد، که به‌ترتیب شامل ۱۸/۵، ۱٦، ۱۳/۸ و ۹ درصد جرمی می‌باشند.

جهت سیستم آبیاری کامل ریشه از گلدان‌هایی به ارتفاع ۲۹ سانتی‌متر و قطر ۲۵ سانتی‌متر استفاده گردید. گلدان‌ها تا ارتفاع ۲۵ سانتی‌متری از خاک پر شدند و جرم مخصوص خاک درون همه گلدان‌ها معادل ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب تنظیم گردید. گلدان‌های تحت تیمار پتانسیل ماتریک به‌صورت روزانه برای ثابت نگه داشتن رطوبت‌های موردنظر، توزین و آبیاری گردید. گلدان‌های تحت تیمار پتانسیل اسمزی به‌صورت روزانه توسط محلول‌هایی با شوری ۱، ۳، ۵ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر که از محلول مادر کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت ۲ به ۱ تهیه شده بود، آبیاری شدند (۱۲). به‌منظور زهکشی آب اضافی و ثابت نگه داشتن EC خاک و اندازه‌گیری مقدار آب جذب شده توسط گیاه روزانه، از تانسیومترهای دست‌ساز استفاده گردید (شکل ۱ (الف و ب)) (۳۰).

این تانسیومترها شامل یک کلاهک سفالی متخلخل، شیلنگ اتصال و بطری مدرج بودند. یک سمت شیلنگ به کلاهک تانسیومتر و سمت دیگر آن به بطری مدرج متصل بود. ابتدا کلاهک تانسیومتر اشباع شده و سپس داخل شیلنگ تانسیومتر با آب مقطر جوشیده و سرد شده پر شد و انتهای شیلنگ را در داخل بطری مدرج (که تا ارتفاع مشخصی از آب پر شده است) در پایین سکو قرار گرفت. کلاهک در وسط گلدان درون خاک قرار می‌گیرد و بعد از هر آبیاری، آب اضافی را توسط شیلنگ (به‌دلیل مکش ناشی از وزن ستون آب آویزان) به داخل بطری مدرج تخلیه می‌کند (شکل ۱ (ب)).

در سیستم آبیاری بخشی ریشه به‌جهت جداسازی ریشه به دو بخش در نیمه گلدان، از سیم مفتول و غشای ناتراوای پلاستیکی استفاده شد (شکل ۱ (ج)). بذور ذرت کاملاً بر روی غشا واقع در وسط گلدان کشت گردید به‌طوری‌که بعد از رشد هر نیمه از ریشه به یک سمت غشا هدایت گردد. جهت اعمال پتانسیل اسمزی بر نیمی از ریشه، روزانه مقدار معلومی از محلول‌های شور جهت آبیاری استفاده گردید، به‌نحوی‌که منجر به ایجاد زهکشی قابل‌توجه‌ای از گلدان گردد. تفاضل مقدار حجمی آب آبیاری (آب شور) و زهکشی شده برابر با تبخیر و تعرق در نظر گرفته شد. سپس جهت اعمال تیمار پتانسیل ماتریک، برابر با مقدار آب شور مصرف شده در یک نیمه، آب مقطر به نیمه دیگر ریشه اضافه گردید. در این سیستم آبیاری هر گلدان شامل تنش پتانسیل اسمزی در یک سمت ریشه و ماتریک در نیمه دیگر ریشه می‌باشد. تیمارهای پتانسیل اسمزی در این سیستم آبیاری شامل سطوح ۰/٤٦-، ۱/۱۲-، ۱/۹۱- و ۳/٦۳- بار و تیمارهای خشکی‌های شامل سطوح مصرف آب مانند با تیمارهای پتانسیل اسمزی بود.

www.SID.ir

Archive of SID

اعمال تیمار ۱۰ روز پس از کشت بذور و برداشت بعد از ظهور گل‌آذین نر انجام گردید. اندام هوایی و ریشه به‌صورت جداگانه پس از شستشو، در داخل آون، با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به‌مدت حداقل ۷۲ ساعت خشک گردید. تهیه عصاره گیاهی به روش هضم تر (۲۵) انجام و غلظت پتاسیم نمونه با دستگاه فلیم‌فتومتر (Jenway, PFP-7, UK) کلسیم و منیزیم به روش جذب اتمی، نیتروژن به روش کجلدال (۷) و فسفر به روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفوتومتر (SpectrAA.20 Varian) انجام شد. آزمایش‌ها به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور نوع پتانسیل (پتانسیل اسمزی، ماتریک و توأم) و سطح پتانسیل (۰/٤٦-، ۱/۱۲-، ۱/۹۱- و ۳/٦۳- بار) در سه تکرار انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد توسط نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

شکل ۱- نمایی از تانسیومتر دست‌ساز (الف) کلاهک متخلخل (ب) چگونگی قرار گرفتن تانسیومتر در گلدان (ج) محیط کشت با سازه جداکننده ریشه به دو بخش.

Figure 1. A view of the handmade tensiometer (a) The porous cap (b) tensiometer insertion in the pot (c) The medium with root separator structure is divided into two parts.

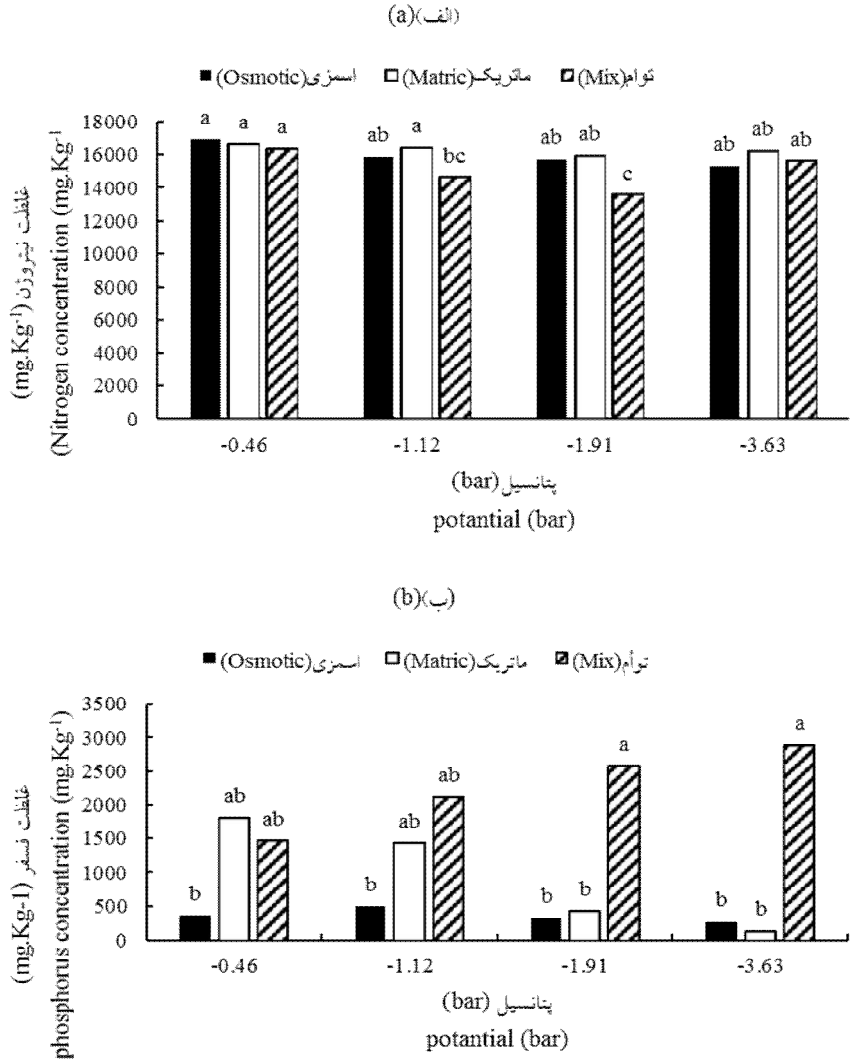
نتایج و بحث

تغییرات عناصر در برگ: شکل ۲ مقایسه میانگین‌های غلظت دو عنصر نیتروژن و فسفر، در تیمارهای پتانسیل اسمزی، ماتریک و توأم در سطوح مختلف پتانسیلی در برگ ذرت را نشان می‌دهد. در بین عناصر مورد بررسی و نسبت آن‌ها، عنصر نیتروژن تحت‌تأثیر سطح و نوع پتانسیل و فسفر تحت‌تأثیر نوع پتانسیل قرار گرفتند. نوع پتانسیل، نوع تنش و اثرات

www.SID.ir

Archive of SID

متقابل این دو فاکتور تأثیر معنی‌داری برغلظت برگی سایر عناصر و نسبت‌های آن‌ها نداشت. با کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک اختلاف معنی‌داری در مقدار نیتروژن مشاهده نشد (شکل ۲ (الف)). غلظت کافی نیتروژن و حساسیت به شوری و تغییرات عناصر غذایی می‌تواند در مراحل مختلف رشد متفاوت باشد (۱۳). با توجه به نمونه‌برداری گیاهان در زمان گلدهی احتمالاً نیتروژن گیاه از برگ‌ها به‌سمت ساقه جهت ذخیره در دانه و بلال منتقل شده است. مطالعات اسدی و خادمی (۲۰۱۳) نیز مشاهده کردند که با توجه به نیاز بالای نیتروژن در بلال و دانه‌ها، در زمان گلدهی، نیتروژن برگ‌ها به‌سمت ساقه حرکت می‌کند (٦). در بسیاری از مطالعات تغییرات غیرمعنی‌دار غلظت نیتروژن تحت تیمارهای کم‌آبی و شوری گزارش شده است (۲۲، ۲۳ و ۲٤).



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت نیتروژن (الف) و فسفر (ب)در برگ ذرت در تیمارهای شوری، خشکی و توأم.

Figure 2. Comparison of mean nitrogen (a) and phosphorus (b) concentration in corn leaf in salinity, dry and mixed treatments.

www.SID.ir

Archive of SID

در تیمارهایی که نصف ریشه تحت تنش شوری و نصف دیگر تحت تنش کم‌آبی بوده است، بیش‌ترین مقدار نیتروژن در سطح ۰/٤٦- بار مشاهده می‌گردد. این مقدار در سطح ۱/۱۲- بار کاهش و سپس تا سطح ۳/٦۳- بار روندی افزایشی را طی می‌کند (شکل ۲ (الف)). غلظت نیتروژن برگ در تیمار توأم نسبت به تیمار پتانسیل ماتریک در سطح ۱/۱۲- بار ۱۱ درصد و در سطح ۱/۱۹- بار ۷ درصد کاهش یافته است. افزایش مقدار نیتروژن احتمالاً ناشی از افزایش مقدار اسید آمینه‌های آزاد مانند پرولین در گیاه باشد که تحت تنش شدید افزایش یافته است (۳٦). با این‌حال مقدار کم‌تر غلظت نیتروژن در تیمارهای توأم نسبت به تیمارهای پتانسیل اسمزی و ماتریک از سطح ۰/٤٦- تا ۱/۹۱- بار نشان می‌دهد که تنش هم‌زمان شوری و خشکی سبب کاهش مقدار نیتروژن برگ می‌گردد. تحت تنش همزمان شوری و خشکی، به‌علت کاهش آب قابل‌دسترس در بخش خشکی، جذب نیتروژن در این بخش کاهش یافته (۳۷) و از سوی دیگر افزایش سدیم در بخش شوری با تأثیر بر متابولیسم گیاه احتمالاً سبب خشکی فیزیولوژیک و تشدید کاهش جذب نیتروژن می‌گردد (۱٦).

شکل ۲ (ب) نشان می‌دهد که غلظت P برگ در تیمار توأم در سطح ۱/۹۱- بار نسبت به تیمار پتانسیل اسمزی و ماتریک به‌ترتیب ۸۷ و ۸۳ درصد و در سطح ۳/٦۳- بار به‌ترتیب ۹۱ و ۹۵ درصد افزایش یافته است. به‌عبارت دیگر استفاده از سیستم آبیاری بخشی سبب افزایش غلظت فسفر در برگ شده است. مطالعات یوسفی و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که اعمال شوری بر بخشی از ریشه سبب کاهش مقدار کلر و افزایش فسفر نسبت به سیستم آبیاری کامل ریشه تحت تنش شوری گردیده است (٤۳). ممکن است کاهش رقابت بین جذب کلر و فسفر (۱۸) در بخش تحت تنش خشکی (در تیمار توأم) سبب افزایش نسبی غلظت فسفر گیاه تحت آبیاری بخشی ریشه شده باشد. احتمالاً زمانی که بخشی از ریشه تحت تنش شوری و تنش ناشی از سمیت کلر قرار می‌گیرد، سیگنال‌های هورمونی ارسال می‌نماید که این سیگنال‌ها موجب تشدید جذب فعال فسفر و انتقال آن از بخش تحت تنش خشکی می‌شوند. البته اثبات این فرضیه نیاز به بررسی بیش‌تر دارد.

تغییرات عناصر در ریشه: جدول ۱ نتایج می‌دهد که فسفر تنها عنصری است که غلظت آن در ریشه تحت‌تأثیر هیچ‌یک از فاکتورهای مورد بررسی قرار نگرفت. احتمالاً انتقال فسفر از ریشه به‌سمت ساقه و برگ‌ها صورت گرفته است. در مرحله گلدهی فسفر مورد نیاز بلال و دانه هم از برگ و هم از ساقه تأمین می‌شود و پس از مرحله گلدهی روند نزولی تجمع فسفر در اندام‌های رویشی مشاهده می‌گردد (٦). مقدار نیتروژن تحت‌تأثیر اثر متقابل نوع تنش و سطح پتانسیل در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. شکل ۳ (الف) نشان می‌دهد که تحت تنش شوری کم‌ترین مقدار غلظت نیتروژن ریشه با مقدار ۱/٤٦ درصد در پتانسیل ۰/٤٦- بار وجود دارد. با کاهش سطح پتانسیل از ۱/۱۲- تا ۳/٦۳- بار این مقدار روندی نزولی را طی می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نوع و سطح پتانسیل بر عناصر N نیتروژن، P فسفر، K پتاسیم، Ca کلسیم و Mg منیزیم ریشه.

Table 1. Analysis of variance the effect of type and level of potential on N, P, sum of Ca and Mg of the root.

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات						
		N	P	K	Ca+Mg	K/N	K/Ca	K/Mg
سطح پتانسیل Level of potential	3	$2.14*10^{5}$	$7.2*10^{4}$	$8*10^{7}$	$1.1*10^{5**}$	$4*10^{7}$	$9*10^{10**}$	$1.2*10^{12*}$
نوع پتانسیل Type of potential	2	$2*10^{5}$	$6.45*10^{4}$	$7*10^{8**}$	$2*10^{5**}$	$3*10^{8**}$	$3.1*10^{10}$	$2.33*10^{12**}$
سطح * نوع پتانسیل Type * Level of potential	6	$1.03*10^{6**}$	$1.12*10^{4}$	$2*10^{8}$	$35/6*10^{4**}$	$8*10^{7**}$	$6.4*10^{10**}$	$4.4*10^{11}$
خطا Error		$2.4*10^{5}$	$5*10^{4}$	$3.3*10^{7}$	$1/1*10^{4}$	$1.4*10^{7}$	$1.14*10^{10}$	$4*10^{11}$

* معنی‌داری درسطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد را نشان می‌دهد.

* Significance at 5% probability level and ** Significance at 1% probability level.

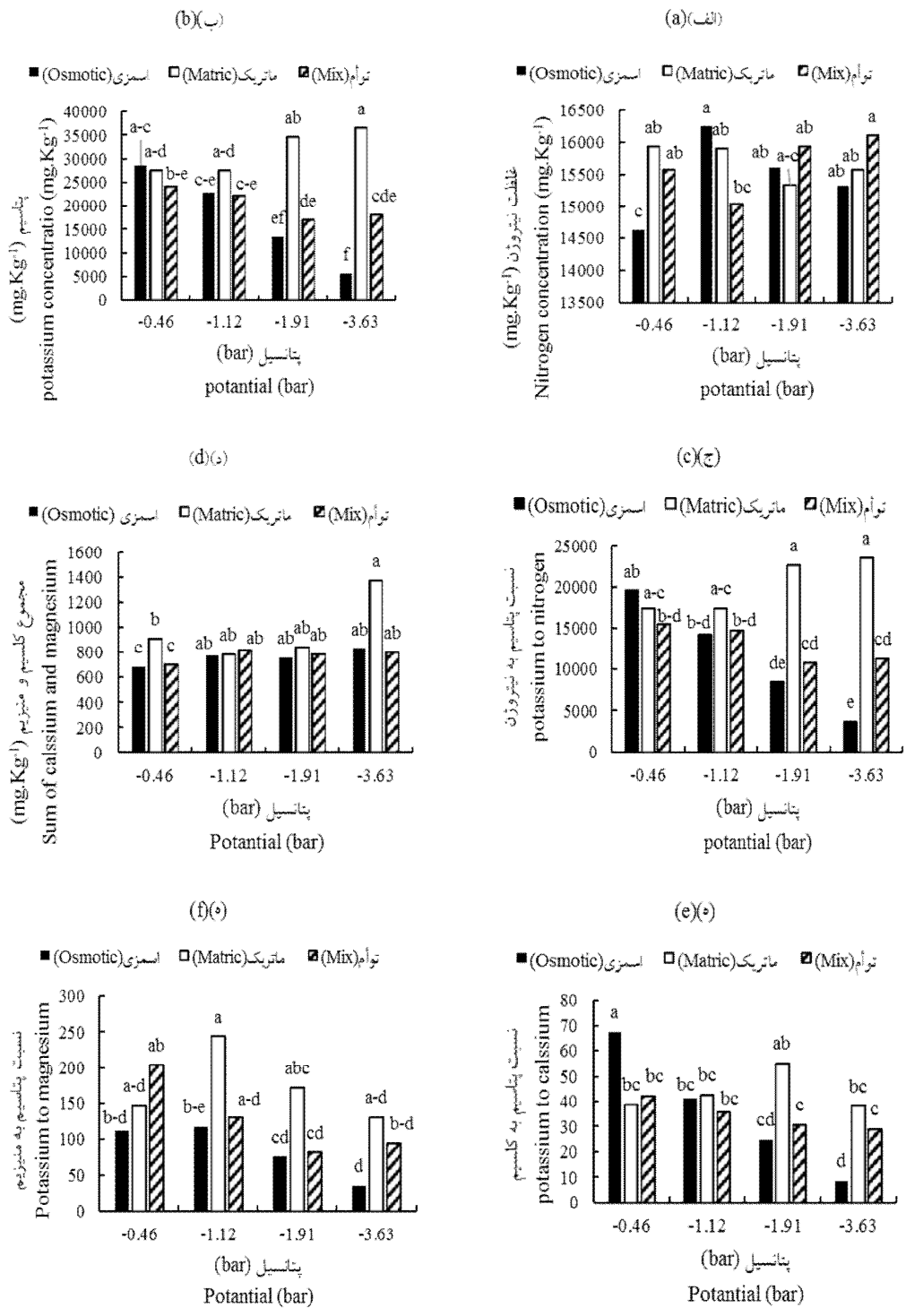
در سطح ۳/٦۳- بار، مقدار پتاسیم در تیمار تنش خشکی ۵۱ درصد بیش از تنش توأم و ۸۵ درصد بیش از تنش شوری می‌باشد. به‌عبارت دیگر تنش ملایم شوری سبب افزایش ۱۰ درصدی (از ۰/٤٦- تا ۱/۱۲- بار) و تنش شدید (از ۱/۱۲- تا ۳/٦۳- بار) سبب کاهش ۱/۸ درصدی غلظت نیتروژن ریشه شده است. کاهش مقدار نیتروژن ریشه با افزایش تنش شوری توسط لوپسکی و همکاران (۲۰۰٤) نیز گزارش شده است (۲۹).

اختلاف معنی‌داری در غلظت نیتروژن ریشه با کاهش سطح پتانسیل در تیمارهای خشکی و توأم مشاهده نگردید. شکل ۳ (ب) نشان می‌دهد که غلظت پتاسیم ریشه تحت تنش شوری کاهش یافته اما اختلاف معنی‌داری تحت تیمار تنش خشکی و توأم ایجاد نشده است. احتمالاً شوری با برهم‌زدن فعالیت کانال‌های یونی اختصاصی K ریشه و ایجاد رقابت بین Na و K سبب کاهش جذب پتاسیم توسط ریشه می‌گردد (۳۲). دامنه تغییرات غلظت پتاسیم با افزایش سطح تنش در تنش شوری از ۰/٥٦ تا ۲/۹ درصد و در تنش خشکی از ۲/۸ تا ۳/۷ درصد افزایش یافت. به‌عبارت دیگر مقدار غلظت پتاسیم به‌طور معنی‌داری وابسته به نوع تنش می‌باشد.

گیاه تحت تنش خشکی به جهت افزایش فتوسنتز و جذب آب، غلظت پتاسیم را در ریشه و اندام هوایی خود افزایش می‌دهد (۱). احتمالاً این افزایش پتاسیم نوعی سازگاری با خشکی می‌باشد (۲۷). کاهش مقدار پتاسیم تحت تنش شوری توسط نجفی و سرهنگ‌زاده (۲۰۱۳) نیز گزارش شده است (۳۱). مجموع غلظت کلسیم و منیزیم ریشه (شکل ۳ شکل (و)) تحت تیمارهای شوری، خشکی و توأم با کاهش سطح پتانسیل افزایش یافته است. غلظت پتاسیم در دو سطح پتانسیل ماتریک ۱/۹۱- و ۳/٦۳- بار، غلظت کلسیم در دو سطح پتانسیل ماتریک ۰/٤٦- و ۳/٦۳- بار و غلظت منیزیم در سطح پتانسیل ماتریک ۳/٦۳- بار نسبت به پتانسیل اسمزی افزایش معنی‌داری داشته است. این افزایش مقدار پتاسیم، کلسیم و منیزیم تحت تیمار کم‌آبی با نتایج سردانز و پنولاز (۲۰۰۸) مطابقت دارد (۳٤). این نتایج نشان می‌دهد که در دو تنش شوری و خشکی، عموماً با افزایش سطح تنش غلظت برخی کاتیون‌های غذایی در تنش های خشکی بیش از تنش‌های شوری است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه میانگین غلظت نیتروژن (الف) و پتاسیم (ب) نسبت پتاسیم به نیتروژن (ج) مجموع کلسیم و منیزیم (د) نسبت پتاسیم به کلسیم (ه) نسبت پتاسیم به منیزیم (و) در تیمارهای شوری، خشکی و توأم در ریشه.

Figure 3. Compare means of N (a), K (B), K/N (C), sum of Ca and Mg (d) N/Ca (e) K/Mg(f) in salinity, drought and mixed treatment in root.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به این‌که سطح پتانسیلی ۳/٦۳- بار گیاه ذرت را در محدوده تنش شدید شوری و کم‌آبی قرار می‌دهد، شاید بتوان گفت که در سطوح پایین پتانسیلی، نرخ سرعت تغییرات عناصر غذایی در تنش ماتریک بیش‌تر از تنش اسمزی می‌باشد. شکل ۳ (ج) نشان می‌دهد با کاهش شدت تنش شوری از پتانسیل ۰/٤٦- بار تا ۳/٦۳- بار، نسبت K/N همواره کاهش می‌یابد. این روند زمانی که بخشی از ریشه تحت تنش شوری و بخشی دیگر تحت تنش خشکی قرار دارد، کماکان مشاهده می‌گردد. اما در تیمارهای تحت تنش خشکی نسبت K/N تا حدودی ثابت است (اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نمی‌شود) و تحت‌تأثیر تنش خشکی قرار نمی‌گیرد. با کاهش سطح پتانسیل (در دو سطح ۱/۹۱- و ۳/٦۳- بار) نسبت K/N در تیمار پتانسیل ماتریک نسبت به تیمار توأم و اسمزی در سطوح متناظر پتانسیل، افزایش داشته است. شکل ۳ (ج) نشان می‌دهد بیش‌ترین مقدار نسبت K/N با محدوده ۲-۱/۷٤ در تیمار تنش خشکی مشاهده می‌گردد. این نسبت بیش‌ترین اختلاف را نسبت به تنش شوری با محدوده ۱/۹-۰/٤ نشان می‌دهد. اما زمانی که بخشی از ریشه تحت تنش شوری و بخش دیگر تحت تنش خشکی قرار می‌گیرد اختلاف نسبت K/N با تیمار تنش خشکی کم‌تر می‌شود. به‌عبارت دیگر آبیاری بخشی سبب کاهش شدت تغییرات عناصر غذایی گردیده است. مقایسه قسمت‌های (ب) و (ج) از شکل ۳ نشان می‌دهد که روند تغییرات نسبت K/N ریشه بسیار مشابه روند تغییرات غلظت پتاسیم ریشه می‌باشد. احتمالاً مقدار بالای غلظت پتاسیم تأثیر بیش‌تری در افزایش نسبت K/N در تیمار پتانسیل ماتریک داشته است با وجود شدت تغییرات بیش‌تر (محدوده ۱/۹-۰/٤) غلظت پتاسیم در تیمار پتانسیل اسمزی نسبت به تیمار پتانسیل ماتریک و توأم، شاید بتوان گفت با کاهش سطح پتانسیل، پتاسیم نقش بارزتری را نسبت به نیتروژن در تنش شوری ایفا کند.

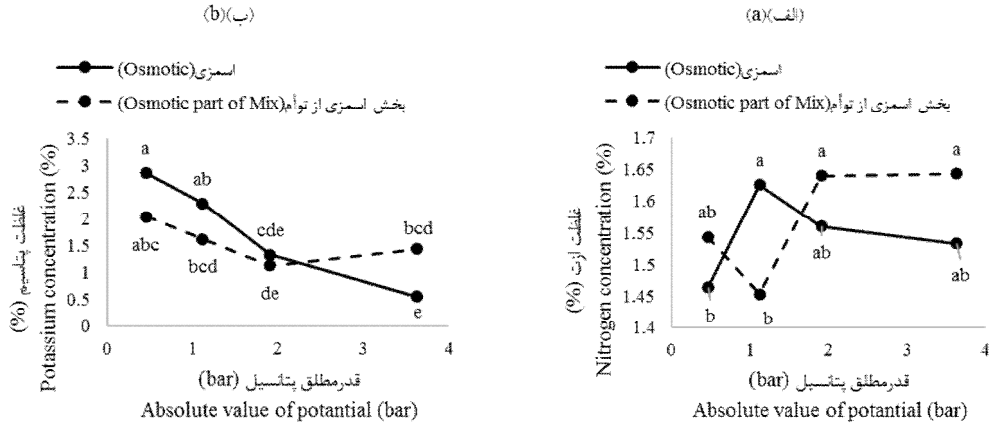
شکل ۳ (د) نشان می‌دهد که با افزایش سطح تنش مقدار مجموع کلسیم و منیزیم در تیمارهای شوری و توأم تا حدودی افزایش یافته است. با کاهش پتانسیل غلظت این دو عنصر در محلول پیرامون ریشه افزایش می‌یابد و احتمالاً این افزایش غلظت، کسری ناشی از کاهش جذب آب (و به تبع آن جذب توده‌ای این دو عنصر) را جبران می‌نماید. تنها در سطح ۰/٤٦- بار بین سه نوع تنش تفاوت معنی‌داری در مجموع غلظت کلسیم و منیزیم دیده شد. اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای نیز بین سایر سطوح قابل مشاهده نیست. شکل ۳ (ه) نشان می‌دهد که نسبت پتاسیم به کلسیم در تیمار پتانسیل اسمزی با کاهش سطح پتانسیلی تا ۱/۹۱- بار به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. زمانی که گیاه تحت تنش شوری قرار می‌گیرد. کاهش غلظت پتاسیم و افزایش مجموع کلسیم و منیزیم با کاهش سطح پتانسیل مشاهده می‌گردد. با وجود اثرات هم‌ستیزی پتاسیم و کلسیم (۸) می‌توان گفت که کاهش معنی‌دار نسبت K/Ca بیش‌تر تحت‌تأثیر تغییرات غلظت پتاسیم ریشه قرار دارد. تنش شوری و تنش توأم اختلاف معنی‌داری را در نسبت K/Ca ریشه ایجاد نکرد. با وجود عدم تغییرات معنی‌دار این نسبت در تیمار تنش خشکی و توأم و تأثیر بیش‌تر غلظت پتاسیم در تغییرات نسبت K/Ca احتمالاً بخش شوری نقش بارزتری را در تغییرات نسبت K/Ca ایفا می‌کند. البته نتایج شکل ٤ نیز بیانگر این نکته می‌باشد. شکل ۳ (و) نیز نشان می‌دهد که نسبت K/Mg فقط تحت‌تأثیر تنش هم‌زمان شوری و خشکی قرار گرفت و با کاهش سطح پتانسیل این مقدار افزایش یافت. کاهش غلظت پتاسیم با تفاوت معنی‌دار در سطح ۲۱ درصد در شکل ۳ (ب) و افزایشی غلظت کلسیم و منیزیم تحت تیمار توأم در شکل ۳ (د) بیانگر وجود رابطه هم‌ستیزی پتاسیم با منیزیم و کلسیم (٤) در این مطالعه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تحت سیستم آبیاری کامل ریشه در تنش شوری و خشکی، اختلاف معنی‌داری در هیچ‌یک از عناصر مورد مطالعه دیده نشد. در حالی‌که غلظت نیتروژن، مجموع کلسیم و منیزیم و پتاسیم ریشه در سطوح مختلف تحت‌تأثیر نوع و سطح پتانسیل قرار گرفتند، احتمالاً در بررسی تغییرات عناصر غذایی، ریشه نقش مهم‌تری نسبت به اندام هوایی دارد و تغییرات عناصر را بهتر نشان می‌دهد. هم‌چنین مقایسه میانگین عناصر غذایی برگ و ریشه در سیستم آبیاری بخشی ریشه نشان داد که نوع و سطح پتانسیل بر تغییرات عناصر غذایی در برگ و ریشه تأثیرات متفاوتی ایجاد می‌کند. در اندام هوایی تحت سیستم آبیاری بخشی تنها عنصر نیتروژن و در ریشه عناصر بیش‌تری تحت‌تأثیر قرار گرفتند. سطح تنش نیز در تغییرات عناصر غذایی مؤثر است. با وجودی که نیتروژن عنصری است که هم در اندام هوایی و هم ریشه تغییر کرده است اما این تغییرات در سطوح متفاوتی ایجاد شده است. بازه تغییرات افزایشی و کاهشی عناصر غذایی با کاهش سطوح پتانسیلی بسیار متفاوت است زمانی که گیاه تحت‌تأثیر هم‌زمان دو تنش قرار می‌گیرد، با کاهش سطح پتانسیلی نمی‌تواند روند منظمی از کاهش یا افزایش غلظت را نشان دهد.

مقایسه تغییرات عناصر در دو سمت ریشه تیمارهای توأم با تیمارهای شوری و خشکی: شکل ٤ نشان می‌دهد، زمانی که بخشی از ریشه تحت تنش شوری قرار می‌گیرد، با افزایش سطح تنش، غلظت پتاسیم (ب)، نسبت K/N (ج) و نسبت K/Ca (د) همواره کاهش می‌یابد. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری در مقدار نیتروژن (الف) در بخش پتانسیل اسمزی از تیمار توأم نیز مشاهده می‌شود. این در حالی است که در سیستم آبیاری کامل ریشه در تیمارهای پتانسیل اسمزی علاوه بر این تغییرات، مجموع کلسیم و منیزیم نیز تحت‌تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد. شکل ٤ (ه) نشان می‌دهد که با کاهش سطح پتانسیل غلظت Ca+Mg افزایش یافته است اما زمانی که فقط نیمی از ریشه گیاه تحت تنش خشکی قرار می‌گیرد غلظت Ca+Mg اختلاف معنی‌داری را با افزایش سطح پتانسیل در این بخش از ریشه نشان نمی‌دهد.

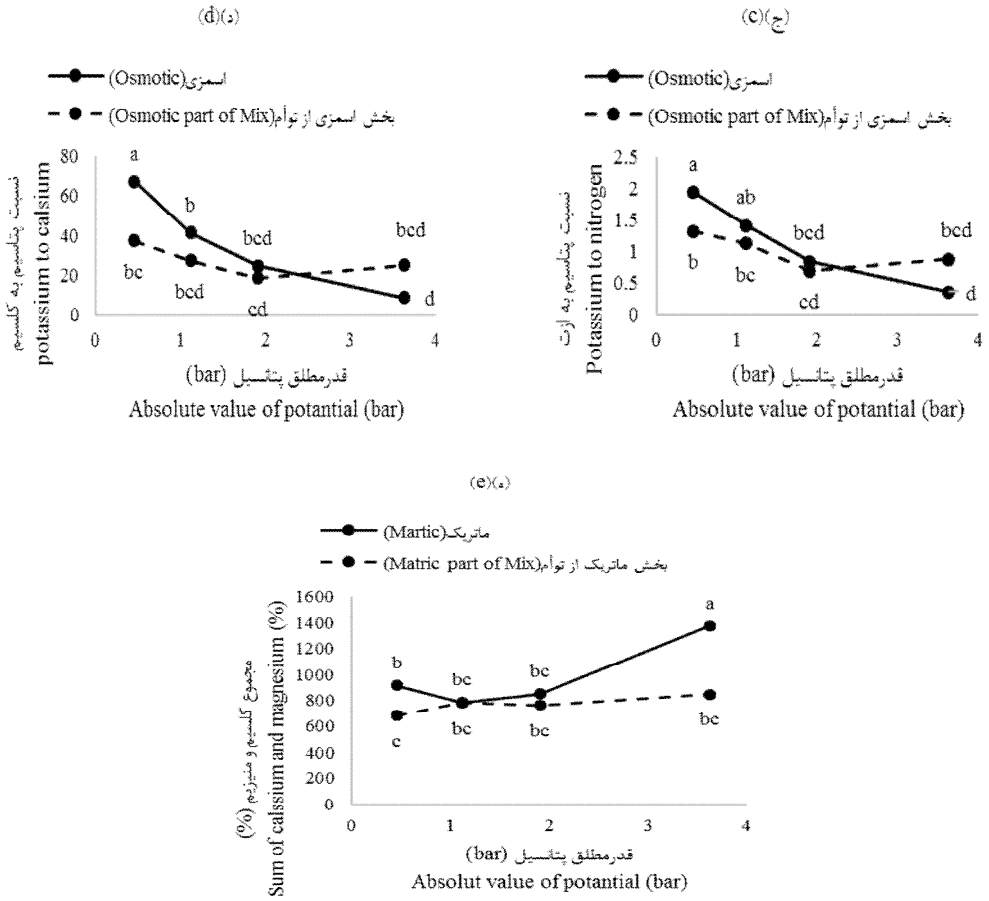


شکل ٤- مقایسه میانگین نیتروژن (الف)، پتاسیم (ب)، پتاسیم به نیتروژن (ج)، پتاسیم به کلسیم (د) در تیمارهای شوری با بخش شوری از تیمار توأم و مجموع کلسیم و منیزیم (ه) در تیمارخشکی با بخش خشکی از تیمار توأم.

Figure 4. Compare means of N (a), K (b), K/N (c), K/Ca (d) in salinity portion from mixed treatment and sum of Ca and Mg (e) in drought portion from mixed treatment.

www.SID.ir

Archive of SID



ادامه شکل ٤-

Continue Figure 4.

این نتایج به‌طورکلی کاهش مقدار و شدت تغییرات عناصر مورد مطالعه را در هر بخش از ریشه در تیمار توأم نشان می‌دهند. با وجودی که میانگین دو بخش اسمزی و ماتریک در تیمار توأم هم‌چنان تغییرات معنی‌داری در برخی از عناصر نشان می‌دهد اما تعداد، مقدار و شدت تغییرات عناصر کاهش یافته است. بنابراین شاید بتوان گفت زمانی که گیاه تحت‌تأثیر هم‌زمان دو تنش قرار می‌گیرد، نسبت به زمانی که فقط تحت‌تأثیر یک نوع تنش است تغییرات غلظت عناصر غذایی متفاوتی را از خود نشان می‌دهد. اما اثرات این دو تنش تا حدودی توسط یکدیگر متعادل می‌شوند.

زمانی که گیاه از یک سمت آب مطلوب دریافت می‌کند و هنوز محدودیت آبی برای گیاه لحاظ نمی‌شود، تغییرات عناصر غذایی بسیار کم است. اما با افزایش سطح پتانسیلی این فرایند تشدید می‌شود و تغییرات عناصر در یک سمت ریشه بر سمت دیگر تأثیرگذار خواهد بود و باعث افزایش و یا کاهش عناصری می‌گردد که ممکن است تحت سیستم آبیاری کامل در سطوح مختلف پتانسیلی تأثیرگذار نباشد. شوری هم از طریق افزایش تجمع عناصری هم‌چون سدیم و کلر سبب رقابت در جذب عناصر دیگری مانند پتاسیم، کلسیم و نیترات می‌شود (۲۳) و هم از طریق کاهش آب قابل‌دسترس، جذب عناصر غذایی را کاهش می‌دهد (۱۱). از سوی دیگر خشکی اکثراً

www.SID.ir

Archive of SID

به‌دلیل کاهش آب قابل‌دسترس گیاه و انتقال عناصر به سطح جذب‌کننده ریشه، گیاه را دچار کاهش عناصر غذایی می‌گرداند (۳). حال زمانی که گیاه تحت‌تأثیر هم‌زمان دو تنش قرار می‌گیرد در سطوح پایین و ملایم تنش، به‌دلیل جذب مقدار آب مناسب ممکن است، کمبود عناصر در هر سمت توسط سمت دیگر ریشه تا حدودی جبران شود و این امر دلیلی بر بهبود وضعیت گیاه تحت سیستم آبیاری بخشی باشد. اما در سطوح بالای تنش شوری و کم‌آبی با تشدید کاهش آب قابل‌دسترس، سبب بهم‌خوردن تعادل تغذیه‌ای شده و در نهایت ضعیف شدن گیاه را به همراه دارد. با این‌حال نمی‌توان سایر مکانیزم‌های بیوشیمیایی را که معمولاً به‌صورت هم‌زمان رخ می‌دهند، نیز نادیده گرفت انباشت انتخابی یا حذف یون‌ها، کنترل جذب یون‌ها توسط ریشه‌ها و انتقال به برگ‌ها، جداسازی یون‌ها در سطوح سلولی و کل گیاه، ساخت محلول‌های سازگار، تغییر در مسیر فتوسنتز، تغییر در ساختار غشاء، القاء آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، القاء هورمون گیاهی مجموعه‌ای از مکانیزم‌های بیوشیمیایی که تحت تنش شوری در گیاه عمل کرده و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند (۳۲). تحت سیستم آبیاری بخشی ریشه افزایش یا کاهش عناصر غذایی در جهت بهبود وضعیت فیزیولوژیکی گیاه اتفاق می‌افتد. یوسفی و همکاران (۲۰۱۳) عنوان کردند که در سیستمی که شوری به بخشی از ریشه اعمال می‌شود، ریشه با جذب آب معمولی از سمت دیگر ریشه نسبت به سیستمی که شوری به کل ریشه اعمال می‌شود، اثرات اسمزی ناشی از تنش تعدیل شده و کاهش می‌یابد (٤٣). مطالعات زیادی بهبود وضعیت گیاه در حالت آبیاری بخشی را تأیید کرده‌اند (٢٦، ٢٨ و ٣٥).

نتیجه‌گیری

بررسی عناصر غذایی پرمصرف تحت پتانسیل اسمزی، ماتریک و توأم مشابه، نشان‌دهنده شدت و مقدار متفاوت تغییرات این عناصر در برگ و ریشه بود. بررسی عناصر پرمصرف در این مطالعه نشان داد که با وجودی که تنش شوری تعداد بیش‌تری از عناصر را در ریشه گیاه ذرت، نسبت به تنش خشکی تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در تیمار تنش شوری غلظت پتاسیم، نسبت K/N و K/Ca کاهش و مجموع Ca و Mg افزایش یافت، در حالی‌که در تنش خشکی تنها مقدار نیتروژن (تنها در سطح ۰/٤٦- تا ۱/۱۲- بار) و مجموع Ca و Mg افزایش داشت. با این‌حال شیب تغییرات عناصر غذایی جذب‌شده با کاهش سطح پتانسیل در تنش شوری کم‌تر از تنش خشکی می‌باشد. به‌عبارت دیگر شدت این تغییرات در سطوح بالای پتانسیلی، کم و با کاهش سطح پتانسیل این تغییرات شدیدتر می‌شود. هنگامی که نیمی از ریشه تحت تنش شوری و نیم دیگر تحت تنش کم‌آبی قرار می‌گیرد، در سطوح بالای پتانسیل اسمزی و ماتریک گیاه با دریافت آب تقریباً کافی از یک سمت، با تغییرات کمی از عناصر غذایی در هر دو بخش ریشه روبه‌رو خواهد بود. اما با کاهش سطح پتانسیل اسمزی و ماتریک و قرارگیری گیاه در محدوده تنش شدید کم‌آبی و شوری تغییرات عناصر غذایی افزایش یافته و این تغییرات در بخش شوری بیش‌تر از بخش خشکی خواهد بود. بدین‌ترتیب که در بخش اسمزی از تیمار توأم نسبت K/Ca کاهش و غلظت K جذب شده و نسبت K/N نسبت به تیمار پتانسیل اسمزی افزایش و در بخش ماتریک از تیمار توأم مجموع کلسیم و منیزیم نسبت به تیمار پتانسیل ماتریک کاهش می‌یابد. وجود اثرات هم‌افزایی و هم‌ستیزی و یا رقابتی یک عنصر با سایر عناصر و عدم شناخت صحیح و کامل تمامی مکانیسم‌های گیاهی تحت شرایط تنش هم‌زمان سبب می‌شود، که نتوان با قطعیت عنوان کرد که تغییرات یک عنصر خاص صرفاً به‌دلیل تنش شوری و یا خشکی ایجاد شده باشد. با این‌حال با افزایش سطح

www.SID.ir

Archive of SID

شوری بر بخشی از ریشه، جهت جلوگیری از به‌هم‌خوردگی تعادل تغذیه‌ای، افزایش حجم آب آبیاری در سمت دیگر ریشه توصیه می‌گردد، که البته این تناسب (میزان شوری و حجم آبیاری) نیازمند انجام مطالعات بیش‌تری در این زمینه می‌باشد.

منابع

1. Abdel-Moez, M.R. 1996. Dry matter yield and nutrient uptake of corn as affected by some organic waste applied to a sandy soil. Annals of Agricultural Science. 34: 1319-1330.
2. Ahmad, R., and Jabeen, R. 2005. Foliar spray of mineral elements antagonistic to sodium-a technique to induce salt tolerance in plants growing under saline conditions. Pak. J. Bot. 37: 4. 913-920.
3. Alam, S.M. 1999. Nutrient uptake by plants under stress conditions. Handbook of plant and crop stress, Second Edition, Revised and Expanded. New York. Pp: 285-313.
4. Ali, S.G., and Rab, A 2017. The influence of salinity and drought stress on sodium, potassium and proline content of *Solanumlycopersicum* L. cv. Rio grande. Pak. J. Bot. 49: 1. 1-9.
5. Anjum, N.A., and Lopez-Lauri, F. 2011. Plant nutrition and abiotic stress tolerance. Global Science Books Pvt. Ltd, Japan, 590p.
6. Asadi, F., and Khademi, P. 2013. Changes in nutrient concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in various organs of corn in different stages of growth. Soil Res. J. (Soil and Water Sciences). 27: 4. 485-498. (In Persian)
7. Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen total. P 595-624. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, WI. USA.
8. Brown, P.H. 1995. Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. P 95-100. In: L. Ferguson (ed.). Pistachio production. University of California, Davis.
9. Brown, C.E., Pezeshki, S.R., and DeLaune, R.D. 2006. The effects of salinity and soil drying on nutrient uptake and growth of Spartina alterniflora in a simulated tidal system. Environmental and Experimental Botany. 58: 3. 140-148.
10. Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. J. Plant Nutr. Soil Sci. 168: 4. 521-530.
11. Cha-Um, S., Pokasombat, Y., and Kirdmanee, C. 2011. Remediation of salt-affected soil by gypsum and farmyard manure-Importance for the production of Jasmine rice. Austr. J. Crop Sci. 5: 4. 458.
12. Cicek, N., and Cakirlar, H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulgari. J. Plant Physiol. 28: 2. 66-74.
13. Fageria, N.K. 2016. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC BY Press Taylor & Francis Group, LLC. 448p.
14. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Sustainable agriculture. 11: 1. 153-188.
15. Feng, S., Gu, S., Zhang, H., and Wang, D. 2017. Root vertical distribution is important to improve water use efficiency and grain yield of wheat. Field Crops Research. 214: 131-141.
16. Giannakoula, A.E., and Ilias, I.F. 2013. The effect of water stress and salinity on growth and physiology of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Archives of Biological Sciences Belgrade. 65: 2. 611-620.
17. Golldack, D., Li, C., Mohan, H., and Probst, N. 2014. Tolerance to drought and salt stress in plants: unraveling the signaling networks. Frontiers in plant science. 5: 151.
18. Grattan, S.R., and Grieve, C.M. 1994. Mineral nutrient acquisition and response by plants grow in saline environments. P 203-226. In: M. Pessarakli (ed.) handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker. New York.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Gupta, B., and Huang, B. 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical and molecular characterization. Inter. J. Genom. 2014: 1-18.
20. Hasana, R., and Miyake, H. 2017. Salinity Stress Alters Nutrient Uptake and Causes the Damage of Root and Leaf Anatomy in Maize. KnE Life Sciences. 3: 4. 219-225.
21. Hu, Y., and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. J. Plant Nutr. Soil Sci. 168: 4. 541-549.
22. Hu, Y., Burucs, Z., von Tucher, S., and Schmidhalter, U. 2007. Short-term effects of drought and salinity on mineral nutrient distribution along growing leaves of maize seedlings. Environmental and Experimental Botany. 60: 2. 268-275.
23. Hu, Y., Fricke, W., and Schmidhalter, U. 2005. Salinity and the growth of nonhalophytic grass leaves: the role of mineral nutrient distribution. Functional Plant Biology. 32: 973-985.
24. Hu, Y., von Tucher, S., and Schmidhalter, U. 2000. Spatial distributions and net deposition rates of Fe, Mn and Zn in the elongating leaves of wheat under saline soil conditions. Austr. J. Plant Physiol. 27: 53-59.
25. Hudson Edwards, K.A., Houghton, S.L., and Osborn, A. 2004. Extraction and analysis of arsenic in soils and sediments. Trends in Analytical Chemistry. 23: 745-752.
26. Leib, B.G., Caspari, H.W., Redulla, C.A., Andrews, P.K., and Jabro, J. 2006. Partial rootzone drying and deficit irrigation of 'Fuji' apples in a semi-arid climate. Irrigation Science. 24: 85-99.
27. Lindhauer, M.G. 2007. Influence of K nutrition and drought on water relations and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.), Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 148: 654-669.
28. Liu, F., Shahnazari, A., Andersen, M.N., Jacobsen, S.E., and Jensen, C.R. 2006. Physiological responses of potato (*Solanumtubersum* L.) to partial root-zone drying: ABA signaling, leaf gas exchange and water use efficiency. J. Exp. Bot. 57: 3727-3735.
29. Loupassaki, M.H., Chartzoulakis, K.S., Digalaki, N.B., and Androulakis, I.I. 2002. Effects of salt stress on concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium in leaves, shoots, and roots of six olive cultivars. J. Plant Nutr. 25: 11. 2457-2482.
30. Meskini-Vishkaee, F., Mohammadi, M.H., Neyshabouri, M.R., and Shekari, F. 2015. Evaluation of canola chlorophyll index and leaf nitrogen under wide range of soil moisture. International Agrophysics. 29: 1. 83-90.
31. Najafi, N., and Sarhangzadeh, E. 2013. Effects of Soil Salinization and Waterlogging on the Concentrations of SomeMacronutrients and Sodium in Corn Shoot. J. Water Soil Sci. 24: 3. 259-275. (In Persian)
32. Parida, A.K., and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety. 60: 3. 324-349.
33. Przywara, G., Stepniewski, W., Stepniewska, Z., Brzezinska, M., and Wlodarczyk, T. 2001. Influence of oxygen conditions on the yield and mineral composition of triticale cv, Jago. International Agrophysics. 15: 273-277.
34. Sardans, J., and Peñuelas, J. 2008. Drought changes nutrient sources, content and stoichiometry in the bryophyte Hypnum cupressiforme Hedw. growing in a Mediterranean forest. J. Bryology. 30: 1. 59-65.
35. Shahnazari, A., Liu, F., Andersen, M.N., Jacobsen, S.E., and Jensen, C.R. 2007. Effects of partial root-zone drying on yield, tuber size and water use efficiency in potato under field conditions. Field Crops Research. 100: 117-124.
36. Singh, T.N., Paleg, I.G., and Aspinall, D. 1973. Stress metabolism I. Nitrogen metabolism and growth in the barley plant during water stress. Austr. J. Biol. Sci. 26: 1. 45-56.

www.SID.ir

Archive of SID

37. Smika, D., Haas, H., and Power, W. 1965. Effects of moisture and nitrogen fertilizer on growth and water use by native grass. Agron. J. 57: 5. 483-486.
38. Sonneveld, C., and Voogt, W. 1990. Response of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) to an unequal distribution of nutrients in the root environment. In Plant Nutrition-Physiology and Applications. Pp: 509-514.
39. Tabatabaie, S.J., Gregory, P.J., and Hadley, P. 2004. Uneven distribution of nutrients in the root zone affects the incidence of blossom end rot and concentration of calcium and potassium in fruits of tomato. Plant and soil. 258: 1. 169-178.
40. Tanji, K., and Kielen, N.C. 2002. Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-arid Areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 631p.
41. Tiwari, J.K., Munshi, A.D., Kumar, R., Pandey, R.N., Arora, A., Bhat J.S., and Sureja, A.K. 2010. Effect of salt stress on cucumber: Na^+/K^+ ratio, osmolyte concentration, phenols and chlorophyll content. Acta Physilogiae Plantarum. 32: 103-114.
42. Vasantha, S., Gomathi, R., and Brindha, C. 2017. Growth and Nutrient Composition of Sugarcane Genotypes Subjected to Salinity and Drought Stresses. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 48: 9. 989-998.
43. Yousefi, M., Tabatabaei, S.J., Hajilo, J., and Mahana, N. 2013. The effect of non-uniform salinity in part of roots on photosynthesis intensity and nutrient concentrations of Strawberry cultivar Camarosa. J. Hort. Sci. (Agriculture Sciences and Technology). 27: 2. 178-184. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 9(2), 2019
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2019.15449.1831

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Investigating the variations of macro nutrient in same osmotic and matric potential of full and partial irrigation systems corn root

S. Marzvan[1], *M.H. Mohammadi[2] and F. Shekari[3]
[1]Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, University of Zanjan,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, University of Tehran,
[3]Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Zanjan
Received: 08.02.2018; Accepted: 01.13.2019

Abstract

Background and Objectives: With increasing global warming, drought stress and salinity are considered as one of the most important problems in agriculture and soil management. These stresses will change the uptake of nutrients by the plant. In the nature, the plant is under salinity and drought in same time. However, few studies have been carried out on the contribution of each stresses to nutrient variation under mixed treatment. Therefore, this study examines the effects of same amounts of matric and osmotic potentials on variation in some nutrients and their ratios under full and partial irrigation systems in corn leaves and roots.

Materials and Methods: Experiments with two factors consist of potential-type (osmotic, matric and combined) and potential levels at four levels (-0.46, -1.12, -1.91, -3.63) performed on the basis of completely randomized design in greenhouse conditions. In order to apply salinity and drought stress to two parts of the root of a plant, a separator structure was used to separate the root into two parts in the pot. To fix the suction of the matric and pots drainage, a handmade tensiometer was used.

Results: The study of variations in nutrient concentration in leaves showed that the partial root irrigation system in the mixed treatment reduced by 11 and 7% concentration of N at levels of -1.12 and -1.91 bar, respectively, compared with the matric potential treatment. Also, P concentration of leaf in mixed treatment compared to the osmotic and matric potentials treatment respectively at level -1.91 bar was increased by 87% and 83%, respectively and at level -3.63 bar 91% and 95%, respectively. However, the concentration of all nutrients studied in the root was influenced by type, potential level and interaction of these two factors except for phosphorus. In partial irrigation system, the significant variations of N, K, K / N and K / Ca in the section were affected by osmotic potential and total Ca and Mg in the section of matric potential compared with to full irrigation root.

Conclusion: This study showed that in high levels of osmotic and matrix potential in mixed treatments, due to the presence of sufficient water in half of the root, the changes in the nutritional elements are low compared to the isolated osmotic and matric treatments and increase with the potential reduction of these changes. In this case, the most variations in the elements are related to the salinity part the mixed treatment. Therefore, the reduction of the osmotic potential level in the root portion should be accompanied by increased matric potential in the other part of the root, so that it can reduce the nutritional balance of the plant.

Keywords: Drought stress, Macro nutrient, Root, Salinity stress

* Corresponding Author; Email: mhmohmad@ut.ac.ir

www.SID.ir

www.SID.ir