

مقاله پژوهشی

اثر توأم کم آبیاری و شوری بر میزان عناصر غذایی و ماده خشک کلزا و پروفیل شوری خاک تحت شرایط گلخانه‌ای

سمیه سلطانی^۱، سید فرهاد موسوی^{۲*} و بهروز مصطفی‌زاده فرد^۳

چکیده

کمبود آب و شوری خاک در مناطق خشک دو عامل مهم محدودکننده تولیدات کشاورزی هستند. گیاه کلزا به سبب تطابق با شرایط اقلیمی مناطق مختلف ایران، توانایی بالقوه بالایی برای تأمین قسمت عمده روغن مورد نیاز کشور را داراست. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر توأم شوری و کم آبیاری بر مقدار عناصر غذایی و درصد ماده خشک کلزا و پروفیل شوری خاک تحت شرایط گلخانه‌ای روی کلزای پاییزه (رقم زرقام) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد در سال ۱۳۸۵ انجام شد. آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار که شامل دو فاکتور شوری و آب آبیاری است، اعمال شد. چهار سطح شوری آب آبیاری شامل $S_1 = 3-4$ ، $S_2 = 6-7$ ، $S_3 = 9-10$ و $S_4 = 12-13$ دسی زمینس بر متر و سه سطح آب آبیاری شامل آبیاری بعد از $W_1 = 30$ ، $W_2 = 50$ و $W_3 = 80$ درصد تخلیه مجاز بود که در یک خاک لوم شنی انجام گرفت. نتایج نشان داد که شوری و کم آبیاری در سطح ۱٪ بر درصد ماده خشک معنی‌دار شد. در اثر اعمال توأم تیمارهای شوری و کم آبیاری بر کلزا، با افزایش شوری تا تیمار S_3 ، درصد ماده خشک ۱۴/۶ درصد افزایش و سپس در تیمار S_4 به میزان ۱۰/۹ درصد کاهش یافت. درصد ماده خشک گیاه در تیمار W_3 نسبت به تیمار W_1 حدود ۶/۵ درصد کاهش یافت ولی این کاهش معنی‌دار نبود. کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر میزان هیچکدام از عناصر (فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم) معنی‌دار نشد. شوری در سطح ۱٪ بر غلظت سدیم، کلر و روی معنی‌دار شد. تیمار شوری S_3 و تیمار تنش رطوبتی W_2 دارای بیشترین مقدار مس، روی و آهن بودند. پس از اتمام آزمایش‌ها، بررسی شوری لایه‌های ۰-۵، ۵-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متر نشان داد که عمق صفر تا ۵ سانتی‌متر خاک بیشترین شوری را داراست، شوری لایه میانی (عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر) از دو عمق دیگر کمتر بوده و شوری عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر از ناحیه میانی بیشتر ولی از لایه سطحی خاک کمتر است.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، کلزا، پروفیل شوری، یزد.

ارجاع: سلطانی س.، موسوی س. ف. و مصطفی‌زاده فرد ب. ۱۳۸۷. اثر توأم کم آبیاری و شوری بر میزان عناصر غذایی و ماده خشک کلزا و پروفیل شوری خاک تحت شرایط گلخانه‌ای. مجله پژوهش آب ایران. ۲(۳): ۶۵-۷۶.

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* نویسنده مسئول mousavi@cc.iut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۲۲

مقدمه

رشد جمعیت و نیاز جهانی به توسعه، ضرورت استفاده بهینه از منابع مختلف را در راستای تأمین نیازهای اولیه بشر تشدید کرده است. چگونگی بهره‌برداری از منابع آب و خاک در وضعیت فعلی جهان و ادامه آن، دورنمای نگران‌کننده‌ای را برای قرن بیست و یکم مطرح می‌کند (همایی، ۱۳۸۱). کمبود آب و شوری خاک در مناطق خشک دو عامل مهم محدودکننده تولیدات کشاورزی هستند. شوری و تنش آبی، جذب آب و مواد غذایی را کاهش می‌دهند. تحت شرایط هر دو تنش به طور همزمان، گیاه باید انرژی بیشتری مصرف کند تا آب را جذب کند در حالی که این مقدار انرژی برای هر تنش به طور جداگانه کمتر است. در مناطق خشک و نیمه خشک، گیاهان با شدت‌های مختلف در معرض شوری و تنش آبی قرار می‌گیرند (همایی، ۱۳۸۱ و شانی و دودلی، ۲۰۰۱). عبدالجواد و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی در سوریه، تأثیر دو روش آبیاری (شیاری و قطره‌ای) و دو روش مدیریتی آبیاری پیوسته و متناوب را در شرایط شور بر عملکرد گوجه‌فرنگی بررسی کردند. در این مطالعه هرچند شوری در آبیاری قطره‌ای ۵۰ درصد و در آبیاری شیاری ۵۴ درصد عملکرد را کاهش داد، ولی مواد جامد حل‌شده ۱۳ درصد و قند گوجه فرنگی به میزان ۲۱ درصد افزایش یافت. از طرفی، آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری شیاری عملکرد بیشتری را باعث شده بود ولی مدیریت‌های اعمال شده تأثیری بر عملکرد نداشتند.

آستانه‌های متفاوت تحمل شوری خاک و آب و نرخ متفاوت کاهش عملکرد و رای آستانه تحمل نشان می‌دهد که گیاهان مکانیزم‌های متفاوتی برای تحمل شوری دارند. نوع خاک و شرایط محیطی نظیر کمبود فشار بخار، تشعشع و دما نیز ممکن است تحمل به شوری را تغییر دهد. آثار مخرب شوری بر رشد گیاهان ممکن است به دلیل سمیت یونی (عمدتاً Na^+ ، Cl^- و SO_4^{2-}) و تنش اسمزی باشد (چینوسامی و همکاران، ۲۰۰۵).

شهبازی و کیانی (۱۳۷۷) آزمایش‌هایی را برای تعیین اثر چهار سطح شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کلزا در مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان

انجام دادند. نتایج نشان داد که شوری بر وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح کمتر از ۱٪ معنی‌دار بوده است. به طور کلی، هر سه رقم با داشتن آستانه تقریبی کاهش عملکرد در شوری خاک حدود ۶ دسی‌زیمنس بر متر، در گروه گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری قرار گرفتند. اما فرانسوا (۱۹۹۴) حد شوری کلزا رقم Westar را ۱۱ و رقم Tobin را ۹/۷ دسی‌زیمنس بر متر اعلام کرد.

نتایج مطالعات واکنش محصولات مختلف به تنش‌های شوری و کم‌آبی در مقایسه با وجود هر یک از تنش‌ها به طور مجزا متغیر است. به همین منظور مطالعه‌ای روی چند گیاه تحت سطوح مختلف شوری و کم‌آبی توسط سپاسخواه و همکاران (۲۰۰۶) انجام شد. اثر متقابل شوری و کم‌آبیاری در این آزمایش مشاهده نشد و در سطوح آبیاری کم (۷۰٪ تبخیر و تعرق) عملکرد محصول تحت شرایط شوری قرار نگرفت. در مقادیر آبیاری بیشتر، سطوح شوری به طور مشخص روی عملکرد محصول اثر گذاشت.

در پژوهشی که توسط کیانی و همکاران (۱۳۸۵) برای ارزیابی توابع کاهش عملکرد گندم در شرایط توأم شوری و کم‌آبی انجام شد، پنج تابع شامل توابع جمع‌پذیر و ضرب‌پذیر و گنوختن، دیرکسن و همکاران، و اندم و همکاران و همایی و همکاران که عملکرد نسبی گیاه را در شرایط شوری و کم‌آبی پیش‌بینی می‌کنند، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد گرچه کاهش عملکرد به واسطه وجود توأم شوری و کم‌آبی در محیط جمع‌پذیر است، ولی اثر کمی هر کدام از این تنش‌ها بر عملکرد یکسان نبوده و اثر توأم شوری و کم‌آبی کمتر از مجموع اثرات هر یک از تنش‌های فوق است. ارزیابی مدل‌های مورد بررسی نشان داد که مدل پیشنهادی همایی و همکاران و مدل ضرب‌پذیر و گنوختن بهتر از مدل‌های دیگر کاهش عملکرد نسبی را پیش‌بینی می‌کنند.

تحت شرایط تنش شوری و کم‌آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش یافته و در نتیجه وزن خشک گیاه نیز کم می‌شود (فروتا و توکر، ۱۹۷۸؛ گریو و همکاران، ۱۹۹۹ و ییلدیریم و همکاران، ۲۰۰۶). با افزایش شوری یا خشکی خاک، جذب همه عناصر در گیاه کاهش می‌یابد.

اثر توأم شوری و کم‌آبیاری بر میزان عناصر غذایی و درصد ماده خشک کلزا و پروفیل شوری خاک در منطقه یزد تحت شرایط گلخانه‌ای است.

مواد و روش‌ها

محل انجام مطالعه یکی از گلخانه‌های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد بود. یزد با متوسط بارندگی سالانه ۱۰۶ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۹/۲ سانتی‌گراد، میانگین رطوبت نسبی ۲۷ درصد و مجموع ساعات آفتابی ۳۴۸۳ ساعت، با اقلیمی خشک در فلات مرکزی ایران واقع شده است. محل تحقیق در طول جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی قرار گرفته است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۳۰ متر است. این مطالعه در سال ۱۳۸۵ و تحت شرایط گلخانه‌ای روی کلزای پاییزه (رقم زرفام) انجام شد.

آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار که شامل دو فاکتور شوری و آب آبیاری است، اعمال گردید. چهار سطح شوری آب آبیاری شامل ۴- $S_4 = 3$ ، $S_1 = 3$ ، $S_2 = 6-7$ ، $S_3 = 9-10$ و $S_4 = 12-13$ دسی‌زیمنس بر متر و سه سطح آب آبیاری شامل آبیاری پس از $W_1 = 30$ ، $W_2 = 50$ و $W_3 = 80$ درصد تخلیه مجاز بود که در یک خاک با بافت لوم شنی (بافت خاک غالب در استان یزد) اعمال شد. سطوح شوری آب آبیاری متناسب با شوری حد آستانه کلزا (۶ دسی‌زیمنس بر متر) تعیین شد.

تعداد ۴۰ گلدان از جنس پولیکا با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر که دارای زهکش انتهایی بودند، تهیه گردید. برای اینکه زهکشی با سهولت بیشتری انجام شود در کف تمامی گلدان‌ها یک لایه شن ریز به عنوان فیلتر قرار داده شد. گلدان‌ها با خاکی که از الک یک سانتی‌متر عبور داده شده بود، پر شدند. خاک هر گلدان آنقدر متراکم گردید تا به جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب برسد. بعد از پر شدن همه گلدان‌ها، به منظور رفع شوری خاک، گلدان‌ها دو دفعه با آب شهری اشباع شدند و اجازه داده شد تا زهکشی انجام شود. پنج

همزمانی تنش شوری و خشکی ماندگاری گیاه را تا ۷۱ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌دهد (براون و همکاران، ۲۰۰۶). وقتی رطوبت خاک خیلی کم می‌شود، غلظت نمک در ناحیه بین ریشه و خاک به طور شگرفی افزایش می‌یابد. وقتی این دو تنش همزمان اتفاق می‌افتد شاید اثر تنش شوری روی گیاه تشدید می‌شود (براون و همکاران، ۲۰۰۶). طبق تحقیقات انجام شده در مورد جو (۱۶) و ذرت (۱۷ و ۱۸) با افزایش شوری، جذب فسفر کاهش یافت. کاهش جذب پتاسیم تحت تنش شوری در ذرت (حسن و همکاران، ۱۹۷۰a و جن و همکاران، ۱۹۸۵)، جو (حسن و همکاران، ۱۹۷۰b)، کلزا (اشرف و همکاران، ۲۰۰۱)، گندم (تورس و بیگهام، ۱۹۷۳) و پنبه (کرامر و همکاران، ۱۹۸۷) گزارش شده است. در شرایط شوری‌های زیاد و تنش خشکی، کاهش جذب کلسیم توسط گیاه مشاهده شده است (براون و همکاران، ۲۰۰۶؛ گریو و همکاران، ۱۹۹۹؛ لینچ و لوچلی، ۱۹۸۸ و رنجل، ۱۹۹۲). به دلیل کاهش جذب کلسیم در شرایط شور و کاهش pH خاک، افزایش غلظت منیزیم در گیاه ذرت (حسن و همکاران، ۱۹۷۰b و جن و همکاران، ۱۹۸۵) و جو (حسن و همکاران، ۱۹۷۰a) مشاهده شده است. غلظت روی با افزایش شوری در جو افزایش یافت که دلیل آن را کاهش pH خاک در شرایط شور و افزایش حلالیت روی ذکر کرده‌اند. آهن در شرایط شور به صورت سولفات آهن رسوب کرده و قابلیت انتقال و حرکت آن در خاک کاهش می‌یابد. کاهش جذب آهن در شرایط شور در ذرت (حسن و همکاران، ۱۹۷۰b) نیز گزارش شده است.

کلزا به سبب دارا بودن میزان روغن زیاد (۴۰ تا ۴۵ درصد روغن خالص در دانه)، استفاده در صنعت زنبورداری، امکان استفاده از فرآورده‌های جانبی آن، تحمل در برابر شوری خاک، توقع اندک نسبت به مواد غذایی موجود در خاک، مقاومت به سرما و تطابق با شرایط اقلیمی مناطق مختلف ایران، توانایی بالقوه بالایی برای تأمین قسمت عمده روغن مورد نیاز کشور را داراست (شهبازی و کیانی، ۱۳۷۷).

به دلیل کمبود منابع آب با کیفیت مناسب و شوری خاک و آب در منطقه یزد، هدف تحقیق حاضر، بررسی

مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک مورد آزمایش و مراجعه به توصیه کودی، نیاز کودی خاک برای کشت کلزا تعیین شد. توصیه کودی برای نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و برای فسفر و پتاسیم به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (ملکوتی و سپهر، ۱۳۸۲). با توجه به آزمون خاک، مقدار یک کیلوگرم کود نیتروژنه و پتاسه قبل از کشت با خاک به خوبی مخلوط شد تا توزیع کودی یکنواختی حاصل شود.

وقتی بوته‌ها سه برگ داشتند تنک شدند. اعمال تنش‌ها زمانی آغاز شد که گیاهان پنج برگی بوده و برگ‌ها کاملاً توسعه یافته بودند.

چون پیش‌بینی می‌شد در شوری‌های زیاد (تیمارهای S₃ و S₄) همراه با کم آبیاری شدید، عملکرد دانه قابل اندازه گیری به دست نیاید، لذا مقایسه عملکردها در شرایط شوری و کم آبیاری انجام نگرفت و اهداف دیگری نظیر زنده ماندن گیاه، درصد ماده خشک تولیدی و جذب عناصر غذایی از خاک مد نظر قرار گرفت. پس از ۱۸۹ روز که از کاشت بذرها کلزا سپری شد، همه گیاهان برداشت شده و درصد ماده خشک و غلظت عناصر در گیاه و پروفیل شوری خاک که تحت تأثیر توأم شوری و کم آبیاری قرار گرفته بود اندازه‌گیری شد.

در اوایل گلدهی، از برگ‌های جوان نمونه تهیه شد و غلظت عناصر غذایی در آنها تعیین شد. ابتدا نمونه‌ها وزن شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و دوباره توزین شدند. درصد ماده خشک گیاه از تقسیم وزن خشک بر وزن تر محاسبه شد. بعد از آسیاب کردن نمونه‌ها و تهیه عصاره با غلظت مشخص، مقدار فسفر با دستگاه Spektorant، عناصر میکرو به وسیله دستگاه جذب اتمی، کلر با روش تیتراسیون و سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم‌فوتومتر اندازه‌گیری شد (میلر، ۱۹۹۸).

پس از برداشت همه گیاهان، آثار شوری آب آبیاری و میزان آب آبیاری بر پروفیل شوری خاک برای عمق‌های ۵-۰، ۱۰-۵ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر مورد بررسی قرار گرفت.

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تحلیل شدند و میانگین‌ها با آزمون LSD مقایسه شدند.

سانتی‌متر بالای گلدان‌ها برای اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته شد و بقیه پر از خاک شد.

برای تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک، از مزرعه‌ای که قرار بود خاک آن داخل گلدان‌ها ریخته شود، به طور تصادفی چند نمونه برداشته شد و پس از مخلوط کردن به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. از آنجا که آب مورد نیاز در این طرح شامل چهار شوری ۴-۳، ۶-۷، ۱۰-۹ و ۱۳-۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود، لذا این کیفیت‌ها از طریق اختلاط آب شرب شهری با مقدار مساوی NaCl و CaCl₂ و اندازه‌گیری مداوم شوری مخلوط دو آب، تهیه شد. برای تجزیه کامل آب، از هر کدام از سطوح شوری نمونه آب برداشت شد و مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری در جدول ۲ ارائه شده است.

برای تعیین مقدار آب مورد نیاز در هر بار آبیاری، وزن گلدان‌ها در رطوبت ظرفیت زراعی تعیین شد. با توجه به اینکه میزان تخلیه مجاز یکی از فاکتورهای آزمایش بود (۳۰، ۵۰ و ۸۰ درصد)، لذا در هر آبیاری، ابتدا گلدان وزن شد و با توجه به اختلاف وزن آن با وزن در ظرفیت زراعی، و در نظر گرفتن ضریب تخلیه، میزان آب لازم برای هر گلدان به دست آمد. اینکار در واقع نوعی کم آبیاری است که به جای تأمین کامل آب مورد نیاز گیاهان، درصدی از آن توسط هر بار آبیاری تأمین می‌شود (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

طبق توصیه کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، رقم زرفام کلزا به دلیل عملکرد بهتر در این منطقه انتخاب شد. بذریاشی در تاریخ ۲۴ مهر ۱۳۸۵ انجام گرفت. از آنجا که قرار بود بوته‌ها در نهایت به چهار بوته در هر گلدان تنک شوند، تراکم کاشت در ابتدا امر مهمی نبود. اما با این حال، طبق تراکم کاشت توصیه شده برای کلزای یابیزه (۶۰ تا ۸۰ بوته در هر متر مربع)، در هر گلدان ۲۵ تا ۳۰ عدد بذر در عمق ۱/۵ سانتی‌متری کاشته شد. پس از کاشت بذرها روی آنها یک لایه نازک ماسه بادی ریخته شد تا از تبخیر سریع رطوبت کاسته شود. همچنین گلدان‌ها تا چند روز تحت آب‌پاشی اندک قرار گرفتند. با داشتن

نتایج و بحث

الف) درصد ماده خشک

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که شوری، کم‌آبیری و اثر متقابل شوری و کم‌آبیری بر درصد ماده خشک گیاه اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشته است. همانطور که شکل ۱ نشان می‌دهد درصد ماده خشک کلزا تا شوری S_3 افزایش معنی‌دار داشته (۱۴/۶ درصد) و سپس در تیمار S_4 به میزان ۱۰/۹ درصد (نسبت به تیمار S_3) کاهش یافته است. با ایجاد تنش خشکی، همان‌طور که شکل ۲ نشان می‌دهد، درصد ماده خشک گیاه در تیمار W_3 نسبت به تیمار W_1 حدود ۶/۵ درصد کاهش یافته است ولی این کاهش معنی‌دار نبود.

پژوهش‌ها نشان داده که تحت تنش شوری در گیاه جو، تا شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، وزن خشک روند افزایشی داشت و با افزایش بیشتر شوری، وزن خشک کاهش یافت (حسن و همکاران، ۱۹۷۰a). در تحقیقی که پسرکلی و توکر (۱۹۸۵) در مورد پنبه در شرایط شور انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با افزایش شوری، سرعت جذب آب کاهش یافته و در نتیجه رشد گیاه و تولید ماده خشک کاهش می‌یابد. براون و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که اثر متقابل شوری و خشکی خاک بر جذب عناصر و تولید بیومس جمع‌پذیر نیست ولی به طور مشخصی بر وزن خشک ساقه و ریشه اثر دارد. حسن و همکاران (۱۹۷۰a) رابطه تولید ماده خشک و مقدار عناصر غذایی در برگ‌ها و ساقه ذرت را با شوری‌های مختلف به صورت یک معادله چند جمله‌ای بیان کردند. ضرایب این چند جمله‌ای برای هر کدام از عناصر بسیار متفاوت از سایرین بود و این نشان می‌داد که درصد ماده خشک و عناصر غذایی در شوری‌های مختلف کاملاً متفاوت است.

ب) غلظت عناصر در گیاه

۱) فسفر

نتایج به دست آمده از آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که شوری، کم‌آبیری و اثر متقابل شوری و کم‌آبیری بر میزان فسفر گیاه اثر معنی‌داری نداشته است. بیشترین مقدار فسفر (۰/۲۵۶ درصد) در تیمار S_1 و

کمترین مقدار فسفر (۰/۲۲۵ درصد) در تیمار S_4 به دست آمد (جدول ۴). تورس و بینگهام (۱۹۷۳) نشان دادند که با افزایش شوری در گندم، جذب فسفر افزایش می‌یابد. حسن و همکاران (۱۹۷۰a و ۱۹۷۰b) افزایش مختصری را در مقدار فسفر جو و ذرت در اثر تنش شوری گزارش کردند.

تأثیر کم‌آبیری بر جذب فسفر معنی‌دار نبود (جدول ۵) اما با افزایش تنش خشکی، میزان فسفر جذب شده افزایش مختصری یافت. طبق گزارش پالومو و همکاران (۱۹۹۹) میزان جذب فسفر در کلزا تحت تنش خشکی کاهش می‌یابد. با کاهش رشد و نفوذپذیری ریشه، جذب فسفر کاهش می‌یابد. میزان فسفر گیاه کلزا در مراحل اولیه رشد بسیار بالا (حدود ۰/۵ درصد وزن خشک) است. بذرهاي کلزا که در شرایط میزان فسفر مناسب رشد کرده باشند، حاوی یک درصد فسفر هستند.

۲) پتاسیم

نتایج به دست آمده از آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که شوری، کم‌آبیری و اثر متقابل شوری و کم‌آبیری بر میزان پتاسیم گیاه اثر معنی‌داری نداشته است. همانطور که شکل ۳ نشان می‌دهد، با افزایش شوری، جذب پتاسیم تا شوری S_3 کاهش یافته است (از ۳/۲۳ به ۲/۸۷ درصد رسیده) ولی این تفاوت معنی‌دار نیست. سپس، در تیمار S_4 بیشتر از سایر تیمارها شده است (۳/۴۳ درصد). با افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه تحت تنش شوری، با به هم خوردن تعادل و انتقال پتاسیم، مقدار جذب پتاسیم در بافت‌های گیاه کاهش می‌یابد (کرامر و همکاران، ۱۹۸۷؛ گریو و همکاران، ۱۹۹۹، حسن و همکاران، ۱۹۷۰). در گوجه فرنگی، افزایش جذب پتاسیم در شرایط شور گزارش شده است (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۲).

تأثیر کم‌آبیری بر جذب پتاسیم معنی‌دار نبود (جدول ۵)، اما با افزایش تنش خشکی، میزان پتاسیم جذب شده افزایش مختصری یافت. در پتانسیل‌های آب کم کاهش جذب پتاسیم به وسیله ریشه و انتقال آن به ساقه‌های کلزا مشاهده شده است (مرادشاهی و همکاران، ۲۰۰۴؛ پالومو و همکاران، ۱۹۹۹؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۰۱). بر خلاف فسفر که نقش ساختمانی در گیاه دارد، پتاسیم

همکاران، ۲۰۰۲)، ذرت (حسن و همکاران، ۱۹۷۰b)، گندم (تورس و بیگهام، ۱۹۷۳) و جو (حسن و همکاران، ۱۹۷۰a) افزایش داشته است. تنش کم آبی سبب کاهش مقدار سدیم در کلزا شده است (جدول ۵) ولی تفاوتها معنی دار نیست.

۶) کلر

نتایج به دست آمده از آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان می دهد که شوری اثر معنی دار در سطح ۱٪ بر میزان کلر گیاه کلزا داشته است ولی کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر میزان کلر معنی دار نبوده است. همانطور که شکل ۷ نشان می دهد، تنش شوری جذب کلر را افزایش داده است و از ۲/۷۵ درصد در تیمار S₁ به ۴/۸۲ درصد در تیمار S₄ رسیده است (جدول ۴). افزایش میزان کلر در آفتابگردان (فرانسوا، ۱۹۹۶)، گندم (تورس و بیگهام، ۱۹۷۳) و گوجه فرنگی (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۲) با افزایش شوری آب آبیاری گزارش شده است. تنش رطوبتی تغییر خاصی در میزان کلر کلزا ایجاد نکرده است (جدول ۵).

۷) مس

حرکت مس در خاک بسیار کم است و با افزایش شوری و کاهش رشد ریشه، میزان جذب این عنصر در گیاه کاهش می یابد. طبق جدول ۴، کلزا توانسته در تیمار S₃ بیشترین مقدار مس را از خاک جذب کند (۱۷/۷ میلی گرم بر کیلوگرم) ولی پس از آن به شدت کاهش یافته است (۵/۳ میلی گرم بر کیلوگرم). کاهش جذب مس تحت شوری های زیاد در جو (حسن و همکاران، ۱۹۷۰a) و ذرت (حسن و همکاران، ۱۹۷۰b) نیز گزارش شده است. بیشترین مقدار مس در تیمارهای تنش رطوبتی مربوط به W₂ می شود.

۸) روی

همانطور که شکل ۸ نشان می دهد، با افزایش شوری، جذب روی در گیاه تا تیمار شوری S₃ افزایش یافته و به حد ۴۲ میلی گرم بر کیلوگرم رسیده است. ولی در شوری های زیادتر، کاهش جذب روی مشاهده شد (۱۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم). در تیمارهای تنش رطوبتی، بیشترین مقدار روی (۲۹/۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم) در تیمار W₂ اندازه گیری شد. روی یکی از عناصر ضروری

این نقش را نداشته ولی با نقش های آنزیمی و کوآنزیمی که دارد عنصر مهمی در گیاه است. پتاسیم با تنظیم فشار اسمزی سلول های روزنه برگ، گیاه را در برابر خشکی مقاوم می سازد.

۳) کلسیم

نتایج به دست آمده از آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان می دهد که اثر شوری، کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر میزان کلسیم گیاه معنی دار نبوده است. همانطور که شکل ۴ نشان می دهد، با افزایش شوری، جذب کلسیم افزایش یافته است (از ۱/۱۳ به ۱/۵۷ درصد). با افزایش شوری، جذب کلسیم در گندم بیشتر شد (تورس و بیگهام، ۱۹۷۳). اما کاهش جذب کلسیم در شرایط تنش خشکی در کلزا توسط پالومو و همکاران (۱۹۹۹) گزارش شده است. کلسیم نقش مهمی در حفاظت از غشای سلول دارد و به همین دلیل توانایی مقاومت در برابر شوری در گیاه را ایجاد می کند (لینچ و همکاران، ۱۹۸۷). تنش رطوبتی سبب کاهش غیر معنی دار جذب کلسیم توسط کلزا شده است (جدول ۵).

۴) منیزیم

نتایج به دست آمده از آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان می دهد که اثر شوری، کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر میزان منیزیم گیاه معنی دار نبوده است. تنش شوری (شکل ۵ و جدول ۴) اثر افزایشی بر جذب منیزیم در گیاه داشته است (از ۰/۱۰۶ درصد در تیمار S₁ به ۰/۱۳۳ درصد در تیمار S₄). تنش رطوبتی نیز باعث افزایش غیر معنی دار منیزیم از ۰/۱۱ درصد در تیمار S₁ به ۰/۱۱۸ درصد در تیمار S₄ شده است (جدول ۵).

۵) سدیم

نتایج به دست آمده از آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان می دهد که شوری اثر معنی دار در سطح ۱٪ بر میزان سدیم گیاه کلزا داشته است ولی کم آبیاری و اثر متقابل شوری و کم آبیاری بر میزان سدیم معنی دار نبوده است. همانطور که شکل ۶ نشان می دهد، تنش شوری جذب سدیم را به میزان زیادی افزایش داده است و از ۰/۴۸ به ۴/۴۷ میلی گرم بر کیلوگرم رسیده است (جدول ۴). با افزایش شوری، غلظت سدیم در گوجه فرنگی (فرناندز و

میانی (یعنی عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر) از دو عمق دیگر کمتر است. دلیل آن شسته شدن نمک‌ها از ناحیه ریشه توسط آبیاری و بالا آمدن نمک توسط تبخیر است. شوری عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر از ناحیه میانی بیشتر است (به دلیل آب‌شویی نمک‌ها از دو عمق بالایی) ولی از لایه سطحی خاک کمتر است. بنابراین نتایج، شستن خاک با آب با کیفیت مناسب و خارج کردن نمک‌ها از ناحیه ریشه از الزامات چنین استفاده‌ای از آب شور است و گرنه در شرایط گرمای منطقه و تبخیر زیاد، خاک پس از مدت کوتاهی از حیز ارتفاع خواهد افتاد.

نتیجه‌گیری

در آزمایش اثر توأم شوری و کم‌آبیاری بر کلزا، با افزایش شوری تا حد ۱۰-۹ دسی‌زیمنس بر متر، ماده خشک ۱۴/۶ درصد نسبت به تیمار شوری ۴-۳ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت ولی با افزایش شوری به ۱۳-۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، ماده خشک گیاه ۱۰/۹ درصد کاهش یافت. مقایسه تیمارهای آبیاری پس از ۳۰ و ۸۰ درصد تخلیه مجاز نشان داد که ماده خشک به میزان ۶/۵ درصد کاهش می‌یابد. کم‌آبیاری و اثر متقابل شوری و کم‌آبیاری بر غلظت هیچکدام از عناصر (فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم) معنی‌دار نشد. شوری در سطح ۱٪ بر غلظت سدیم، کلر و روی معنی‌دار شد. تیمار شوری S₃ و تیمار تنش رطوبتی W₂ دارای بیشترین مقدار مس، روی و آهن بودند. میزان فسفر، پتاسیم و منیزیم تحت کم‌آبیاری افزایش یافت و مقدار کلسیم و سدیم در کلزا کم شد (ولی اختلافات معنی‌دار نبود). پروفیل شوری خاک پس از برداشت گیاهان کلزا در آزمایش اثر توأم شوری و کم‌آبیاری، نشان داد که شوری در عمق ۵-۰ سانتی‌متر خاک بیشتر از لایه‌های ۵ تا ۲۰ سانتی‌متر است. شوری در عمق ۱۰-۵ سانتی‌متری خاک (عمق ناحیه ریشه) کمترین میزان شوری را دارا بود و شوری عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری، از ناحیه میانی خاک بیشتر و از لایه اول کمتر بود.

گیاه است. جذب روی در کلزا سبب افزایش عملکرد، افزایش غلظت روی در دانه‌ها، ریشه و کاه و کلس می‌شود. نقش اساسی روی در فعال‌سازی تعداد زیادی از آنزیم‌های گیاه است که یا مستقیماً در ساختمان آنها شرکت دارد و یا اینکه برای فعال‌سازی آنزیم‌ها لازم است (ملکوئی و سپهر، ۱۳۸۲).

۹) آهن

همانطور که جدول ۴ نشان می‌دهد، با افزایش شوری، جذب آهن نیز افزایش یافته و به حد ۵۶/۶۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در S₃ تیمار رسیده است ولی اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار نیست. در تیمارهای تنش رطوبتی هم اختلافات در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست (جدول ۵) ولی با این وجود تیمار W₂ بیشترین مقدار آهن (۵۵/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را دارد. آهن یکی از عناصر ضروری برای رشد تمامی گیاهان است. در صورت کمبود آهن کلروفیل به مقدار کافی در سلول‌های برگ تولید نمی‌شود و بنابراین از میزان فتوسنتز کاسته شده و سرعت تثبیت دی‌اکسیدکربن در واحد سطح برگ کاهش می‌یابد و ذخیره نشاسته و قند در برگ‌ها کم می‌شود. تحت شرایط هر دو تنش شوری و کم‌آبی کاهش جذب آهن توسط گیاه گزارش شده است (براون و همکاران، ۲۰۰۶) ولی طبق گزارش پالومو و همکاران (۱۹۹۹) در شرایط تنش خشکی در کلزا جذب آهن افزایش داشته است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

ج) پروفیل شوری در خاک

شکل ۹ پروفیل شوری خاک پس از اتمام آزمایش‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که از شکل مشخص است با افزایش شوری آب آبیاری، شوری عصاره اشباع خاک نیز افزایش داشته است. عمق صفر تا ۵ سانتی‌متر خاک بیشترین شوری را داراست، که دلیل آن تبخیر از سطح خاک، عدم کفایت میزان آب آبیاری برای آب‌شویی و باقیماندن نمک در لایه سطحی خاک است. این مسئله از تیمار شوری S₂ به بعد کاملاً آشکار است. شوری لایه

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

خصوصیات فیزیکی							
چگالی ظاهری (g/cm ³)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	گچ (mg/100g soil)	آهک (درصد)	بافت	ظرفیت زراعی
۱/۴۳	۷۷	۹	۱۴	۱۱/۱۵	۲۴/۲	لوم شنی	۲۲/۵
							۵

خصوصیات شیمیایی

Zn	Cu	Mn	Fe	Na	Mg	Ca	Cl	HCO ₃	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	ازت کل (%)	کربن آلی (%)	pH	EC (dS/m)
(ppm)				(meq/lit)					(ppm)		(ppm)			
۶۶	۰/۴۳	۲/۳۳	۱۲	۲۸	۱۵/۳	۳۹/۹	۲۴/۵	۳/۰	۱۷۶	۶۰	۰/۰۰۵	۰/۰۵۸۵	۷/۱۷	۷/۵
۰/۲			۷/۶											

جدول ۲- مشخصات شیمیایی آب آبیاری

Mg ²⁺ (meq/lit)	Ca ²⁺ (meq/lit)	Na ⁺ (meq/lit)	HCO ₃ ⁻ (meq/lit)	Cl ⁻ (meq/lit)	pH	EC (dS/m)
۰/۵	۱۵	۲۵	۱/۹	۳۴/۵	۷/۷۵	۳/۷۸
۱	۲۵/۳	۴۵	۱/۱۵	۶۲	۷/۶۸	۶/۵۶
۱۰/۵	۳۵/۵	۵۲/۵	۱/۳۵	۸۳/۲	۷/۵۹	۹/۰۱
۱۰/۶	۴۲/۱	۹۰	۱/۳۵	۱۲۶/۵	۷/۵۷	۱۲/۱۲

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس پارامترهای اندازه گیری شده در آزمایش توأم شوری و کم آبیاری برای کلزا

میانگین مربعات								منابع تغییرات
مس	کلر	سدیم	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	درصد ماده خشک	درجه آزادی
۲۸/۰۴۴	۰/۰۳۷۸	۱۸۰/۸۷۸	۰/۰۰۰۹۳	۰/۲۹۰۳	۰/۳۹۹۶	۰/۰۰۲۵	۰/۱۲۰۵	۲
۰/۶۵۶ ^{NS}	**	۲۳/۰۶۵**	۰/۰۰۱۵۵ ^{NS}	۰/۳۰۸ ^{NS}	۰/۵۸۷ ^{NS}	۰/۰۰۱۸۷ ^{NS}	۱۸/۸۰۵**	۳
۵/۳۱۲ ^{NS}	۰/۲۴۲ ^{NS}	۰/۶۰۴ ^{NS}	۰/۰۰۰۱۷ ^{NS}	۰/۰۳۳۶ ^{NS}	۰/۰۰۳۹۳ ^{NS}	۰/۰۰۱۳۶ ^{NS}	۶/۶۰۶**	۲
۳/۶۴۹ ^{NS}	۰/۴۳۹ ^{NS}	۰/۰۱۴۶ ^{NS}	۰/۰۰۰۷۲ ^{NS}	۰/۲۶۹ ^{NS}	۰/۰۸۷۴ ^{NS}	۰/۰۰۱۳۶ ^{NS}	۴/۱۳۶**	۶
۸/۸۸۰	۰/۱۵۲	۱/۵۶۲	۰/۰۰۰۵	۰/۱۶۱	۰/۳۰۹	۰/۰۰۰۶۱	۰/۷۱۳	۲۲

** به ترتیب معنی دار در سطوح ۵٪ و ۱٪ و NS بدون تأثیر معنی دار می باشد.

ادامه جدول ۳

میانگین مربعات			آهن	روی	درجه آزادی	منابع تغییر
شوری در ۱۰ تا ۲۰ سانتی متری خاک	شوری در ۵ تا ۱۰ سانتی متری خاک	شوری در صفر تا ۵ سانتی متری خاک				
۵/۶	۲۸/۱	۱۲۹/۱	۳۷۸/۵	۸۲/۳	۲	بلوک
۲۲۳/۲**	۴۴۵/۳**	۸۸۹۰/۴**	۱۴۳/۳ ^{NS}	۲۰۶۵/۷**	۳	شوری
۵/۰ ^{NS}	۶/۷۷ ^{NS}	۳۰۷/۳*	۱۰۹/۵ ^{NS}	۴۵/۲ ^{NS}	۲	کم آبیاری
۸/۵ ^{NS}	۵/۲۵ ^{NS}	۱۳۱/۳ ^{NS}	۱۵۸/۵ ^{NS}	۵۹/۷ ^{NS}	۶	شوری × کم آبیاری
۵/۳۴	۷/۳۵	۹۳/۷۸	۱۸۰/۳۳	۳۷۹/۸۷	۲۲	خطا

** به ترتیب معنی دار در سطوح ۵٪ و ۱٪ و NS بدون تأثیر معنی دار می باشد.

جدول ۴- اثر شوری بر میزان عناصر اندازه گیری شده در کلزا

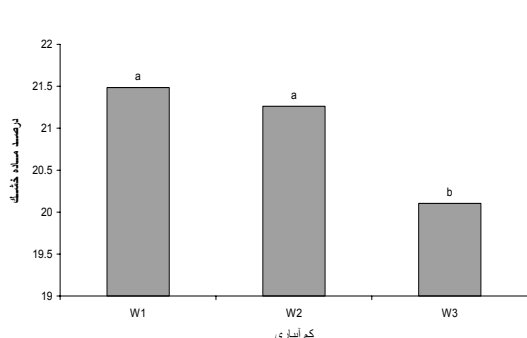
تیمار	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)	منیزیم (%)	کلر (%)	سدیم (mg/kg)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)
S ₁	۰/۲۵۶ ^a	۳/۲۳ ^{ab}	۱/۱۳ ^b	۰/۱۰۶ ^b	۲/۷۵ ^b	۰/۴۸ ^b	۷/۵ ^a	۱۰/۸۳ ^b	۵۵/۷۲ ^a
S ₂	۰/۲۴۲ ^a	۲/۹۶ ^{ab}	۱/۳ ^{ab}	۰/۱۰۵ ^b	۳/۲۷ ^b	۰/۶۸ ^b	۱۴/۶۱ ^a	۲۴/۲۸ ^b	۵۵/۱ ^a
S ₃	۰/۲۲۷ ^a	۲/۸۷ ^b	۱/۲۶ ^{ab}	۰/۱۱۲ ^{ab}	۳/۲۶ ^b	۰/۷۶ ^b	۱۷/۷ ^a	۴۲ ^a	۵۶/۶۷ ^a
S ₄	۰/۲۲۵ ^a	۳/۴۳ ^a	۱/۵۷ ^a	۰/۱۳۳ ^a	۴/۸۲ ^a	۴/۴۷ ^a	۵/۳ ^a	۱۰/۵ ^b	۵۶/۲۷ ^a

* میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ ندارند.

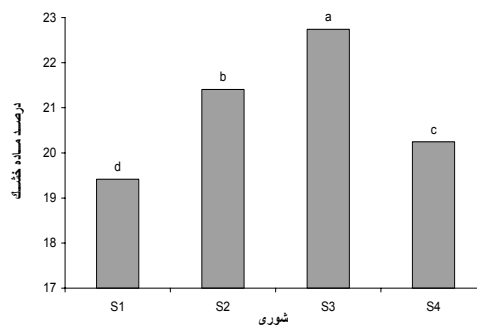
جدول ۵- اثر کم آبیاری بر میانگین میزان عناصر جذب شده در کلزا

تیمار	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)	منیزیم (%)	کلر (%)	سدیم (mg/kg)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)
W ₁	۰/۲۲۵	۳/۱۱	۱/۳۷	۰/۱۱	۳/۶	۲/۰۹	۱۲/۱۴	۱۸/۱۲	۵۱/۲
W ₂	۰/۲۴۵	۳/۱۳	۱/۳	۰/۱۱۴	۳/۳۶	۱/۱۸	۱۵/۲	۲۹/۰۸	۵۵/۲
W ₃	۰/۲۴۲	۳/۱۴	۱/۲۷	۰/۱۱۸	۳/۶۱	۱/۵۳	۴/۵۸	۱۸/۵	۵۴/۲۵

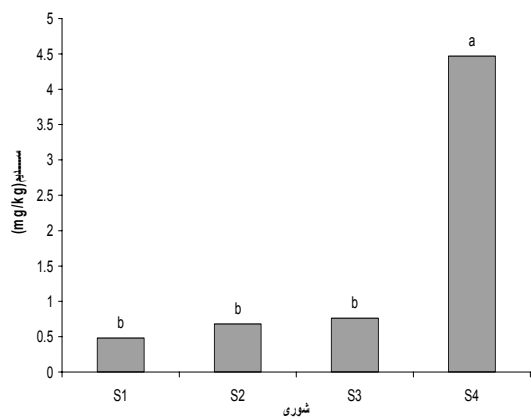
* میانگین ها از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ ندارند.



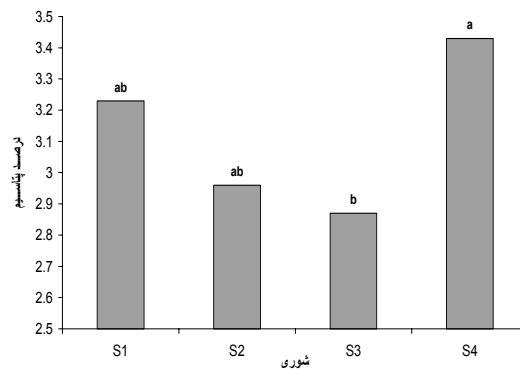
شکل ۲- اثر کم آبیاری بر درصد ماده خشک



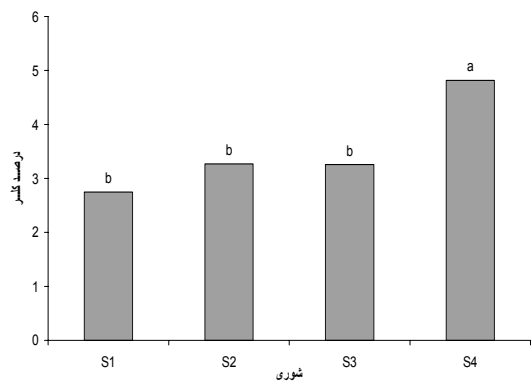
شکل ۱- اثر شوری بر درصد ماده خشک



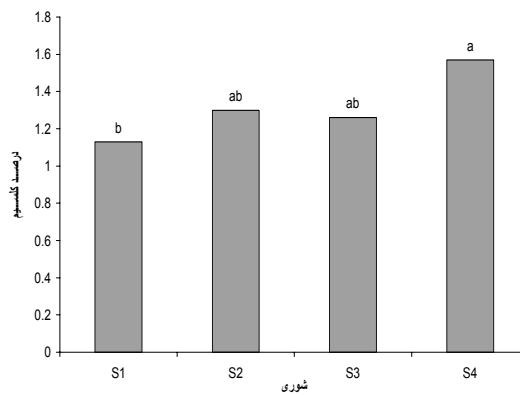
شکل ۶- اثر شوری بر میزان سدیم در گیاه



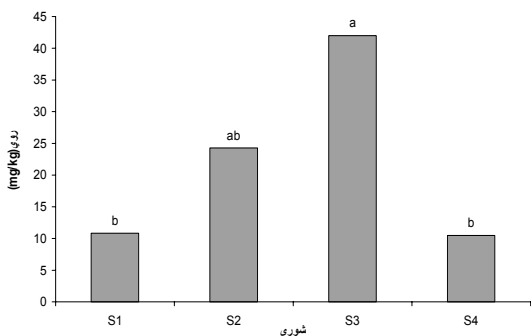
شکل ۳- اثر شوری بر میزان پتاسیم در گیاه



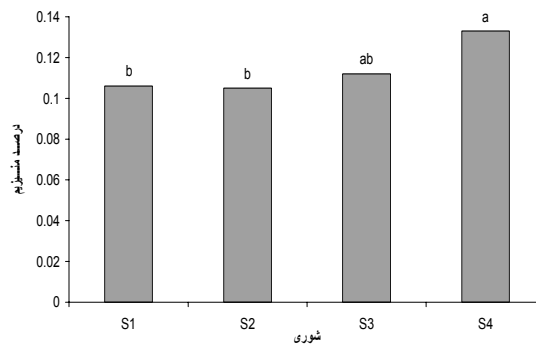
شکل ۷- اثر شوری بر میزان کلسیم در گیاه



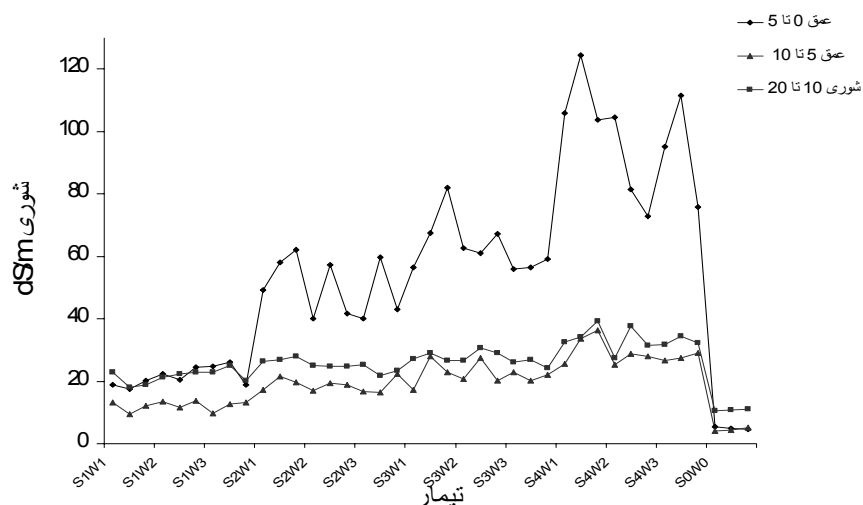
شکل ۴- اثر شوری بر میزان منیزیم در گیاه



شکل ۸- اثر شوری بر میزان آهن در گیاه



شکل ۵- اثر شوری بر میزان روی در گیاه



شکل ۹- پروفیل شوری خاک گلدان‌ها تحت تیمارهای مختلف شوری و کم آبیاری پس از اتمام آزمایش‌ها

- on nutrient uptake and growth of *Spartina alterniflora* in a simulated tidal system. *Environmental and Experimental Botany* 58: 140-148.
- 9- Chinnusamy V. Jagendorf A. and Zhu J. K. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Sci.* 45: 437-448.
- 10-Cramer G. R. Lynch J. Lauchli A. and Epstein E. 1987. Influx of Na^+ , K^+ and Ca^{2+} into roots of salt-stressed cotton seedlings. *Plant Physiol.* 83: 510-516.
- 11-Fernandez N. Martinez V. Cerda A. and Carvajal M. 2002. Water and nutrient uptake of grafted tomato plants grown under saline conditions. *Plant Physiol.* 159:899- 905.
- 12-Francois L. E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline condition. *Agron. J.* 86: 233-237.
- 13-Francois L. E. 1996. Salinity effects on four sunflower hybrids. *Agron. J.* 88(2):215-219.
- 14-Frota J. N. E. and Tucker T. C. 1978. Absorption rates of ammonium and nitrate by red kidney beans under salt and water stress. *SSSAJ.* 42:753-756.
- 15-Grieve C. M. Shannon M. C. and Dierig D. A. 1999. Salinity effects on growth, shoot-ion relations, and seed production of *Lesquerella fendleri*. Reprinted from: *Perspectives on New Crops and New Uses*, J. Janick (Ed.), ASHS Press, Alexandria, VA.
- 16-Hassan N. A. K. Drew J. V. Knudsen D. and Olson R. A. 1970a. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn: I. Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Agron. J.* 62: 43-45.

منابع

- ۱- سپاسخواه ع. توکلی ع. و موسوی س. ف. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۱۰۰، ص. ۲۸۸.
- ۲- شهبازی م. و کیانی ع. ۱۳۷۷. ارزیابی تحمل به شوری گیاه روغنی کلزا. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.
- ۳- کیانی ع. همایی م. و میرلطیفی م. ۱۳۸۵. ارزیابی توابع کاهش عملکرد گندم در شرایط توأم شوری و کم آبی. علوم خاک و آب ۲۰(۱): ۷۳- ۸۰.
- ۴- ملکوتی م. ج. و سپهر ا. ۱۳۸۲. تغذیه بهینه دانه‌های روغنی (گامی مؤثر در نیل به خودکفایی روغن در کشور). انتشارات خانیران، تهران.
- ۵- همایی م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵۸.
- 6- Abdel Gawad G. Arslan A. Gaihbe A. and Kadouri F. 2005. The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria (1999-2002). *Agric. Water Manage.* 78: 39-53.
- 7- Ashraf M. Nazir N. and McNeilly T. 2001. Comparative salt tolerance of amphidiploid and diploid Brassica species. *Plant Sci.* 160: 683-689.
- 8- Brown C. E. Pezeshki S. R. and DeLaune R. D. 2006. The effects of salinity and soil drying

- 24-Pessaraki M. and Tucker T. C. 1985. Uptake of nitrogen-15 by cotton under salt stress. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 149-152.
- 25-Rengel Z. 1992. The role of calcium in salt toxicity. Plant, Cell and Environment 15: 625-632.
- 26-Sepaskhah A. R. Bazrafshan-Jahromi A. R. and Shirmohammadi-Aliakbarkhani Z. 2006. Development and evaluation of a model for yield production of wheat, maize and sugarbeet under water and salt stresses. Biosystems Eng. 93(2):139-152.
- 27-Shani U. and Dudley L. M. 2001. Field studies of crop response to water and salt stress. SSSAJ 65: 1522-1528.
- 28-Torres C. and Bingham F. T. 1973. Salt tolerance of Mexican wheat: I. effect of NO₃ and NaCl on mineral nutrition, growth, and grain production of four wheats. SSSAP 37: 711-715.
- 29-Yildirim E. Taylor A. G. and Spittler T. D. 2006. Ameliorative effects of biological treatments on growth of squash plants under salt stress. Scientia Horticulturae 111: 1-6.
- 30-Zhang H. X. Hodson J. N. Williams J. P. and Blumwald E. 2001. Engineering salt-tolerant *Brassica* plants: Characterization of yield and seed oil quality in transgenic plants with increased vacuolar sodium accumulation. PNAS, USA.
- 17-Hassan N. A. K. Drew J. V. Knudsen D. and Olson R. A. 1970b. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn: II. Corn (*Zea mays* L.). Agron. J. 62: 46-48.
- 18-Jenne E. A. Rhoades H. F. Yien C. H. and Howe O. W. 1985. Change in nutrient element accumulation by corn with depletion of soil moisture. Agron. J. 50: 71-74.
- 19-Lynch J. and Lauchli A. 1988. Salinity affects intracellular calcium in corn root protoplasts. Plant Physiol. 87: 351-356.
- 20-Lynch J. Cramer G. R. and Lauchli A. 1987. Salinity reduces membrane-associated Calcium in corn root protoplasts. Plant Physiol. 83: 390-394.
- 21-Miller R. O. 1998. High-temperature oxidation: dry ashing. In: Y. P. Kalra (Ed.), Handbook and Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, N. Y.
- 22-Moradshahi A. Salehi Eskandari B. and Kholdebarin B. 2004. Some physiological responses of canola (*Brassica Napus* L.) to water deficit stress under laboratory condition. Iranian J. Sci. Tech., Trans. A, 28(1): 43-50
- 23-Palomo I. R. Baioni S. S. Fioretti M. N. and Bredan R. E. 1999. Canola under water deficiency in Southern Argentina. 10th International Rapeseed Congress, Canberra, Australia.