مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هجدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۰
http://jopp.gau.ac.ir

اثر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های رشد و جذب عناصر غذایی در شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) و گندم رقم چمران (*Triticum aestivum* L. Var *Chamran*)

***مژگان بویراحمدی[۱]، فایز رئیسی[۲] و جهانگرد محمدی[۲]**

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد خاکشناسی (گرایش بیولوژی خاک)، دانشگاه شهرکرد،
[۲]دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۷

چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاه و تولیدات کشاورزی، بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، محسوب می‌گردد. هدف مطالعه حاضر، بررسی اثر سطوح مختلف شوری شامل شاهد (۰/۵)، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر (با ترکیبی از نمک‌های کلرید سدیم، کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم به‌ترتیب به نسبت وزنی ۲:۱:۱:۱) بر برخی شاخص‌های رشد (شامل ارتفاع گیاه، سطح برگ، قطر ساقه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و نسبت وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک ریشه) و غلظت سدیم (Na^+)، فسفر (P)، نیتروژن (N) و نسبت Na^+/K^+ در دو گیاه شبدر ایرانی و گندم رقم چمران بود. آزمایش با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه‌ای به اجرا درآمد. نتایج بدست آمده نشان داد که کلیه‌ی صفات رشد اندازه‌گیری شده در شبدر ایرانی و گندم در پاسخ به افزایش شوری کاهش معنی‌داری ($P<۰/۰۰۱$) نشان دادند. همچنین مشاهده شد که شوری اثر معنی‌دار بر درصد نیتروژن اندام هوایی شبدر ($P<۰/۰۱$)، گندم ($P<۰/۰۰۱$) و درصد نیتروژن ریشه‌ی شبدر و گندم ($P<۰/۰۱$) دارد. همچنین شوری موجب افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) غلظت سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در اندام هوایی گندم و شبدر گردید. اما موجب کاهش

*مسئول مکاتبه: mozhgan_boyrahmadi@yahoo.com

معنی‌دار (P<۰/۰۰۱) غلظت فسفر در اندام هوایی این دو گیاه شد. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که گندم در مقایسه با شبدر ایرانی قادر است تجمع یون سدیم در بافت‌های خود را کنترل کرده و نسبت سدیم به پتاسیم را در حد پایین‌تری نگه دارد. علاوه‌بر این، میزان کاهش غلظت فسفر در مواجهه با تنش شوری در اندام هوایی گندم کمتر از شبدر ایرانی بود. در نتیجه، گندم تحمل بیشتری نیز نسبت به شوری از خود نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: شوری، شبدر ایرانی، گندم رقم چمران، شاخص‌های رشد، غلظت عناصر

مقدمه

شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاه و تولیدات کشاورزی، بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، محسوب می‌گردد که علت آن کاهش پتانسیل اسمزی، فراوانی یون‌های سمی و عدم تعادل تغذیه‌ای در این محیط‌ها می‌باشد (پسرکلی، ۱۹۹۹). رقابت شدید موجود بین K^+ و Na^+ در فرآیندهای مختلف متابولیسمی، موجب می‌شود تا هرگونه تغییر نسبت این دو عنصر، اثر تعیین‌کننده‌ای بر روند رشد گیاه داشته باشد (میرمحمدی میبدی و قربانی، ۲۰۰۱). به‌طورکلی چنین عنوان شده است که نسبت Na^+/K^+ شاخصی برای نشان دادن تحمل گیاهان نسبت به تنش شوری می‌باشد (الیان و همکاران، ۲۰۰۰).

در خاک‌های شور، عدم تعادل تغذیه‌ای، از مهم‌ترین دلایل کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌باشد. به‌طور مثال، بالا بودن قدرت یونی محیط‌های شور، عامل مهمی برای کاهش فعالیت فسفر در خاک است (اواد و همکاران، ۱۹۹۰). پاپادوپولوس و رندیگ (۱۹۸۳) معتقدند که در خاک‌های شور، آنیون‌های Cl^- و $H_2PO_4^-$ برای جذب توسط گیاه با یکدیگر رقابت می‌کنند و در نتیجه، جذب فسفر و تجمع آن در اندام هوایی سیب‌زمینی کاهش می‌یابد.

در شرایط تنش شوری، گونه‌هایی که توانایی بیشتری در محدود کردن تجمع نمک‌ها در اندام‌های هوایی داشته باشند، مقاومت بیشتری نیز نسبت به شوری خواهند داشت (آنتکلیف و همکاران، ۱۹۸۳). تحقیقات انجام شده در زمینه اثر شوری بر گیاه شبدر نشان می‌دهد که با افزایش شوری، جوانه‌زنی بذور، تعداد گره، سطح برگ، وزن خشک کل بوته، درصد نیتروژن، عملکرد نیتروژن، غلظت پتاسیم و نسبت K^+/Na^+ کاهش می‌یابد، اما غلظت سدیم در اندام هوایی افزایش می‌یابد (گالشی و سلطانی،

۲۰۰۲؛ آتس و تکلی، ۲۰۰۷). مطالعات انجام شده بر روی گندم نیز نشان می‌دهد که اعمال شوری موجب کاهش وزن خشک، تعداد پنجه، درصد جوانه‌زنی بذر، تعداد برگ، سطح برگ و عملکرد دانه و کاه در گندم می‌شود (ابوکاظم و همکاران، ۱۹۹۵؛ گریو و همکاران، ۱۹۹۳؛ حیدری و همکاران، ۲۰۰۷؛ صادقی و امام، ۲۰۰٤؛ فرانکوئیس و همکاران، ۱۹۹٤). حیدری و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که افزایش شوری موجب افزایش نیتروژن (N) در دانه و ساقه‌ی گندم رقم چمران شد و بالاترین غلظت این عنصر در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد و غلظت این عنصر در این سطح شوری، نسبت به تیمار شاهد ٤۰/٤ درصد افزایش نشان داد. این محققین همچنین نشان دادند که با افزایش شوری، نسبت Na^{+}/K^{+} در بخش هوایی و دانه‌ی گندم افزایش می‌یابد. صادقی و امام (۲۰۰٤) نیز اثر کلرید سدیم با چهار سطح شوری صفر، ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر را بر گندم نان بررسی و نشان دادند که با افزایش شوری، میزان سدیم اندام هوایی گندم افزایش می‌یابد. لاچلی و اپ‌اشتاین (۱۹۸٤) نیز معتقدند که با افزایش میزان سدیم در بافت‌های گیاهان خانواده‌ی گندمیان، تجمع اسیدآمینه‌ی پرولین در آنها افزایش می‌یابد.

اما نکته‌ای که باید به آن توجه داشت این است که گرچه مطالعات متعددی در زمینه‌ی اثرات شوری بر فیزیولوژی، رشد و نمو و تغذیه‌ی گیاهان مختلف بویژه انواع زراعی انجام شده است، اما در اغلب این مطالعات، تنها از نمک کلرید سدیم استفاده شده است، در حالی که در شرایط طبیعی در خاک، مخلوطی از نمک‌های مختلف وجود دارد (پسرکلی، ۱۹۹۹). برخی محققین بر این باورند که در مطالعات مربوط به شوری- عناصر غذایی که بر روی گیاهان غیر شورپسند (مانند گیاهان زراعی و علوفه‌ای) انجام می‌شود، بهتر است که از ترکیبی از نمک‌ها به عنوان عامل شوری استفاده شود. در حالی که در درصد بالایی از مطالعاتی که در این زمینه انجام می‌گیرد، از نمک کلریدسدیم به‌عنوان تنها عامل شوری استفاده می‌شود که باعث محدود شدن گستره تعمیم‌پذیری نتایج و ارتباط آنها به شرایط مزرعه می‌گردد (پسرکلی، ۱۹۹۹).

شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) یکی از گیاهان خانواده‌ی لگومینوز است که پتانسیل نسبتاً خوبی برای تثبیت نیتروژن اتمسفر و بنابراین افزایش ذخیره‌ی نیتروژن خاک دارد. علاوه بر این، از لحاظ غذای دام، کود سبز و پوشش گیاهی نیز بسیار حائز اهمیت است (کریمی، ۲۰۰۷). با این وجود، در مورد تأثیر شوری بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در گیاه شبدر ایرانی مطالعات محدودی در کشور انجام شده است. گندم نیز از محصولات زراعی استراتژیک ایران به حساب می‌آید و بخش

قابل توجهی از اراضی شور ایران به کشت این گیاه اختصاص دارد. با توجه به این که موفقیت در فعالیت‌های زراعی پیرامون تولید در اراضی شور بستگی به شناسایی صدماتی که از شوری محیط بر گیاه وارد می‌گردد دارد (جانز، ۱۹۸۸)، پژوهش حاضر که طی یک آزمایش گلخانه‌ای انجام شد، با هدف بررسی اثر سطوح مختلف شوری ناشی از ترکیبی از نمک‌ها (کلرید سدیم، کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم و کلرید منیزیم به ترتیب به نسبت وزنی ۲:۱:۱:۱) بر شاخص‌های رشد و غلظت سدیم، فسفر، نیتروژن و نسبت Na^+/K^+ در گیاه شبدر ایرانی، به‌عنوان یک گیاه لگوم و حساس به شوری و گندم (رقم چمران)، به‌عنوان یک گیاه غیرلگوم و نیمه‌مقاوم نسبت به شوری، به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با تیمارهای شوری در پنج سطح شامل شاهد (۰/۵)، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر و سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط کنترل شده (گلخانه‌ای) در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد به اجرا درآمد. لازم به ذکر است که حد آستانه تحمل به شوری برای گندم حدود ٦ و برای شبدر ایرانی حدود ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (پسرکلی، ۱۹۹۹). خاک مورد نیاز برای پر کردن گلدان‌ها، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری یک مزرعه‌ی شبدر در جنوب شهرکرد تأمین و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از خشک شدن خاک‌ها در هوا و عبور از غربال دو میلیمتری، یک نمونه برای تجزیه‌ی شیمیایی و فیزیکی برداشته و مابقی آن به داخل گلدان‌های سه کیلویی منتقل شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک در جدول ۱ ارایه شده است.

بذرهای جوانه‌زده ۲ روزه شبدر ایرانی و گندم رقم چمران به تعداد ٦ عدد در هر گلدان در عمق ۲ سانتی‌متری خاک کاشته شد. در طول دو هفته اول رشد گیاهان، به منظور اطمینان از استقرار کامل جوانه‌ها و رشد آنها، تیمارهای شوری اعمال نگردید و آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر انجام گرفت. در طول این مدت برای تعیین زمان آبیاری، گلدان‌ها توزین و مقدار آب مقطر کافی جهت رساندن رطوبت به حد ظرفیت مزرعه (٣٤ درصد) به آنها اضافه شد (علیزاده، ۲۰۰۲).

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی اولیه خاک

ویژگی	واحد	مقدار
شن	درصد	۵۱
سیلت	درصد	٦
رس	درصد	٤۳
بافت	–	رس شنی
کربنات کلسیم معادل	درصد	۳۰
pH	–	۷/۸
قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع	دسی‌زیمنس بر متر	۰/۵
کربن آلی	درصد	۰/۸٤
نیتروژن کل	درصد	۰/۰۷۸
فسفر قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۲۰
ظرفیت تبادل کاتیونی	سانتی‌مول بار مثبت در هر کیلوگرم	۲۰
سدیم محلول	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۸/۱
سدیم تبادلی	سانتی مول بر کیلوگرم	٤/٤۲
پتاسیم قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۲۰۵
نسبت C/N	–	۱۰/۸
ظرفیت رطوبت مزرعه (F.C)	درصد	۳٤
ESP	درصد	۱/۱
SAR	$(cmol\ kg^{-1})^{-1/2}$	۱/٦۳

فواصل آبیاری به‌طور متوسط ٦-۳ روز بود. قبل از اعمال تیمارهای شوری، جوانه‌هایی که ضعیف بودند و رشد مناسبی نداشتند، حذف گردیدند. در نهایت، در هر گلدان سه بوته‌چه نگه داشته شد. دمای گلخانه در طول روز، در حدود ۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰-٤۵ درصد بود و از نور طبیعی استفاده گردید. تیمارهای شوری، از ابتدای هفته سوم کاشت گیاهان (پس از استقرار کامل جوانه‌ها در خاک) اعمال گردید، زیرا مواجهه گیاهچه‌ها با تنش اسمزی بالا (به‌ویژه در سطوح بالای شوری) موجب آسیب به گیاهچه‌ها و عدم رشد احتمالی آنها می‌شد. آبیاری گلدان‌ها با آب شور، که از مخلوط نمک‌های کلرید سدیم، کلرید کلسیم، کلرید منیزیم و کلرید پتاسیم به‌ترتیب به نسبت وزنی ۲:۱:۱:۱ تهیه شده بود، صورت گرفت. تعیین زمان آبیاری، از طریق توزین گلدان‌ها و بر اساس حفظ

رطوبت در حد ٦٠ درصد رطوبت قابل استفاده (حداکثر تخلیه مجاز رطوبت برای شبدر و گندم) صورت گرفت. مقادیر هدایت‌الکتریکی مختلف جهت آبیاری گلدان‌ها و اعمال تیمارهای شوری شامل شاهد (آب مقطر)، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر، با استفاده از رابطه‌ی رگرسیونی تجربی زیر تهیه و به‌طور دقیق با EC متر کنترل گردید.

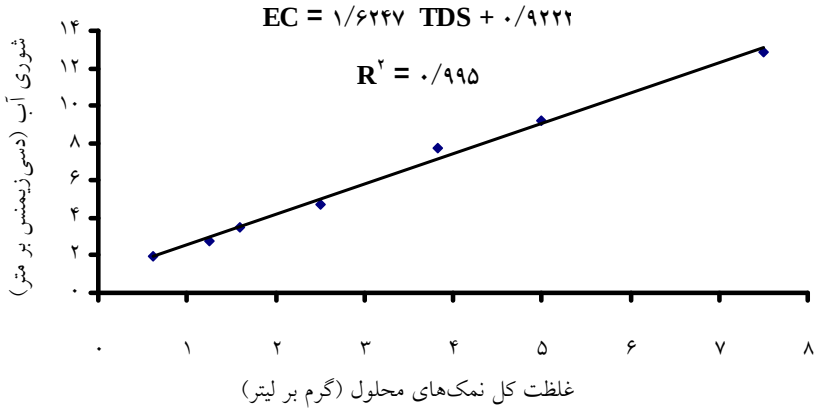
$$EC=١/٦٢٤٧TDS+٠/٩٢٢٢$$

که در آن، TDS مجموع املاح محلول بر حسب گرم در لیتر و EC قابلیت هدایت‌الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر است.

جدول ۲- ECهای حاصل از مخلوط مقادیر (گرم در لیتر) مختلف نمک‌ها

NaCl	$MgCl_2$	$CaCl_2$	KCl	EC(dS m^{-1})
٠/٢٥	٠/١٢٥	٠/١٢٥	٠/١٢٥	١/٩٨
٠/٥٠	٠/٢٥٠	٠/٢٥٠	٠/٢٥٠	٢/٧٣
٠/٦٤	٠/٣٢٠	٠/٣٢٠	٠/٣٢٠	٣/٤٩
١/٠٠	٠/٥٠٠	٠/٥٠٠	٠/٥٠٠	٤/٧٦
١/٥٠	٠/٧٦٨	٠/٧٦٨	٠/٧٦٨	٧/٧٣
٢/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	١/٠٠	٩/١٦
٣/٠٠	١/٥٠	١/٥٠	١/٥٠	١٢/٨

لازم به ذکر است که رابطه رگرسیونی جهت تهیه آب آبیاری با ECهای مورد نظر، از مخلوط نمک‌های جدول بالا و با استفاده از نرم‌افزار Excel تهیه گردید. نمودار زیر این رابطه را نشان می‌دهد.

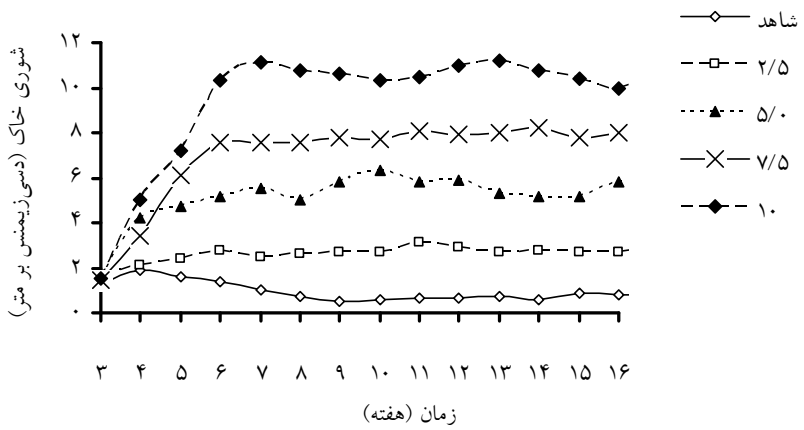


شکل ۱- رابطه بین شوری (EC) و غلظت (TDS) مخلوط نمک‌های مورد استفاده

در طول دوره رشد گیاهان، مراقبت‌های لازم و نیز اندازه‌گیری پارامترهایی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه و سطح برگ به فواصل زمانی هر ١٤ روز انجام شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه و قطر ساقه از کولیس و برای اندازه‌گیری سطح برگ از کاغذ شطرنجی استفاده شد. بدین صورت که حاشیه برگ بر روی کاغذ ترسیم و با شمارش تعداد شبکه‌ها مساحت برگ محاسبه شد.

به‌منظور ثابت نگه داشتن سطح شوری خاک در طول دوره رشد گیاهان، برای هر تیمار دو گلدان اضافه (گلدان‌های تخریبی) نیز در نظر گرفته شد (علت نمونه‌برداری از گلدان‌های تخریبی و غیراصلی این بود که گلدان‌های اصلی دست نخورده باقی بمانند). پس از هر مرحله آبیاری، اقدام به نمونه‌برداری از خاک گلدان‌های تخریبی و تهیه‌ی نسبت ۱:۲ آب به خاک گردید و قابلیت هدایت الکتریکی خاک قرائت و با توجه به درصد اشباع[1] (SP) تبدیل به قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع شد. سپس با استفاده از نسبت قابلیت هدایت الکتریکی هر تیمار شوری به قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع، نیاز آبشویی[2] (LR) محاسبه و به مقدار آب محاسبه شده برای آبیاری اضافه شد. شکل ۲ نشان می‌دهد که سطح شوری خاک در طول دوره‌ی رشد گیاه نسبتاً ثابت نگه‌داشته شد.

1- Saturation point
2- Leaching requirement



شکل ۲- پایش تغییرات سطح شوری خاک در طول آبیاری گلدان‌ها با آب‌های شور

در انتهای ماه چهارم رشد، اندام‌های هوایی گیاهان از سطح خاک قطع گردید و به قطعات ٤-۳ سانتی‌متری بریده شدند. برای جداسازی ریشه‌های گیاهان، خاک درون گلدان‌ها را به آرامی در داخل تشت پلاستیکی ریخته و ریشه‌های موجود در آنها با دقت زیاد و بطور کامل از خاک جدا گردیدند. بعد از جداسازی ریشه‌ها از خاک، به دقت با استفاده از صاف کن و بالا و پایین بردن در ظرف محتوی آب مقطر، به خوبی شسته و تمیز گردیدند. برای خشک کردن گیاهان، پاکت‌های حاوی قسمت‌های هوایی و ریشه گیاهان به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون قرار گرفتند. پس از خشک شدن اندام‌هوایی و ریشه، وزن خشک آنها اندازه‌گیری و پس از آسیاب شدن به‌منظور تجزیه‌های شیمیایی ذخیره گردیدند. نسبت وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک ریشه، عناصر غذایی جذب شده در اندام هوایی گیاهان (N، P و Na^+) (والینگ و همکاران، ۱۹۸۹) و نسبت Na^+/K^+ اندام هوایی گیاهان نیز محاسبه گردید. اختلاف بین تیمارها به کمک جدول تجزیه واریانس محاسبه و مقایسه‌ی بین میانگین‌ها به کمک آزمون Fisher's LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Statistica 6.0 صورت گرفت. همچنین تغییرات نسبی صفات رشد و غلظت عناصر در گیاهان با افزایش شوری، محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور تعیین میزان تغییرات نسبی شاخص‌های رشد و غلظت عناصر مختلف در گندم و شبدر، در پاسخ به افزایش شوری به طریقه‌ی زیر عمل شد:

$$\text{تغییرات نسبی} = \frac{Vo - V_X}{Vo} \times ۱۰۰$$

V_0 = مقدار شاخص اندازه‌گیری شده در تیمار شاهد

V_X = مقدار شاخص اندازه‌گیری شده در هر یک از تیمارهای شوری

نتایج و بحث

جدول ۳ نشان می‌دهد که pH خاک تحت تأثیر تیمارهای شوری قرار نگرفت و افزایش ESP در انتهای آزمایش در بالاترین سطح شوری (۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) کمتر از ۲ درصد بود. بنابراین سدیمی شدن خاک در اثر مصرف املاح سدیم بسیار ناچیز و قابل اغماض بود. در نتیجه سدیمی بودن برای رشد گیاهان، عامل محدود کننده نبود.

جدول ۳- EC اولیه (Eci)، EC نهایی (EC_f)، pH وESP خاک در انتهای دوره آزمایش

EC_i (dS m^{-1})	EC_f (dS m^{-1})	pH	ESP (%)
۰/۵	۰/٤۰A	۷/۸A	۰/۱۱B
۲/۵	۲/۸۰B	۷/٦A	۰/۲۳B
۵/۰	۵/۳۰C	۷/٦A	۰/۹۸B
۷/۵	۷/٤۰D	۷/۷A	۱/۸۰A
۱۰	۱۰/۷E	۷/۸A	۱/۹۹A
F	۷۳٤۵***	۱/۳۲Ns	۱۰/۱***
$LSD_{0.05}$	۰/۱۲	۱/۱	۰/۷۷

در هر ستون، حروف مختلف نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بر اساس آزمون LSD در بین سطوح مختلف شوری می‌باشد. ***: P<۰/۰۰۱ ؛ ns: غیر معنی‌دار

جدول ٤- درجه آزادی و میانگین مربعات اثر شوری به غلظت عناصر در گندم.

منابع تغییر	درجه آزادی	Na^+	P	Na+/K+	درصدنیتروژن اندام هوایی	درصد نیتروژن ریشه
تیمار	٤	۱۱٦٤/۳***	۳/۰٤۰***	۰/۱۸٤۹***	۰/۲۷٦٦***	۰/۰٦۸۹***
خطا	۱۰	۱۱/۱۳٤	۰/۱۰۳۹	۰/۰۰۳۱۸	۰/۰۰٤۳٦	۰/۰۰٤۱

$P<$۰/۰۰۱:*** ؛ $P<$۰/۰۱ : **

جدول ٥- درجه آزادی و میانگین مربعات اثر شوری به غلظت عناصر در شبدر ایران.

منابع تغییر	درجه آزادی	Na^+	P	Na+/K+	درصدنیتروژن اندام هوایی	درصد نیتروژن ریشه
تیمار	٤	۹۳٤۲/۷***	۲/٤٦۰***	۰/۱٦۱٤***	۰/۷۷۱۹***	۰/٤۰٥**
خطا	۱۰	۲۱/٤۷٤	۰/۰٥۱٤	۰/۰۰٥۳	۰/۰۱٥۷	۰/۰۳۸۹

$P<$۰/۰۰۱:*** ؛ $P<$۰/۰۱ : **

جدول ٦- درجه آزادی و میانگین مربعات اثر شوری بر شاخص‌های رشد گندم رقم چمران.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	ریشه و ساقه	ارتفاع گیاه	سطح برگ	قطر ساقه
تیمار	٤	۳۰/۳٦۲***	۱۲/٥٥٦***	۲/۲۸٥***	۱۳۸/۱۳***	٤۲/٥۲***	۰/٤٥۲***
خطا	۱۰	۰/۱۱٦	۰/۰٥۷۷	۰/۰۰۹۹	۰/٥۲٦	۰/٥۳۹	۰/۰۰٦۷

$P<$۰/۰۰۱:*** ؛ $P<$۰/۰۱ : **

جدول ۷- درجه آزادی و میانگین مربعات اثر شوری بر شاخص‌های رشد شبدر ایرانی.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	ریشه و ساقه	ارتفاع گیاه	سطح برگ	قطر ساقه
تیمار	٤	۱۹٤۰/۷***	٥۸/۹۷۱***	۲٥/۷۳٦***	۱۰۱/۱۱۲***	۱٤/۳۸***	۸/٥٥٦***
خطا	۱۰	۱۱/۸۲۸	۰/۰۷٦	۱/۳٥٥	۰/۳۸۰	۱/۰۲۰	۰/۰۱۰۰

$P<$۰/۰۰۱:*** ؛ $P<$۰/۰۱ : **

جدول ۸- تغییرات نسبی (٪) و مقایسه میانگین غلظت عناصر در اندام‌های مختلف گندم چمران و شبدر ایرانی در سطوح مختلف شوری.

گندم چمران					
سطح شوری ($dS\ m^{-1}$)	سدیم	نسبت Na^+/K^+	فسفر	نیتروژن	
	اندام هوایی			ریشه	اندام هوایی
شاهد	۰ C	۰ C	۰ A	۰ C	۰ B
۲/۵	+۳/۵C	+۲/۷۰C	−۰/۳۳A	+۹/۷۰C	−۷/۵۷B
۵/۰	+۳۱ C	+۹/۰۰C	− ۵/۳۰A	−٤/٦۰C	−٤/۹۰B
۷/۵	+۷۵ B	+۵۷/۷B	−۳۷/۰ B	+٤۸/۰B	−۰/۵۹B
۱۰	+۱۳۲A	+۹۳/٦A	−۵۲/۰ C	+۷۳/٤A	+۱۱۲A
$LSD_{0.05}$	۲۸	۱۳/۵	۱۳/٦	۲۲/۸	۲۰/۹
شبدر ایرانی					
سطح شوری ($dS\ m^{-1}$)	سدیم	نسبت Na^+/K^+	فسفر	نیتروژن	
	اندام هوایی			ریشه	اندام هوایی
شاهد	۰ E	۰ D	۰ A	۰ C	۰ AB
۲/۵	+۲۰۱D	+۱۸۰C	−۱٤B	+۵۳AB	+۲/٦۰A
۵/۰	+۲٦۲C	+ ۲۳۰B	−۳۰C	+۳۹B	−۳/۲۰AB
۷/۵	+۲۸۹B	+۲٤۰AB	−۳٦CD	+٤۹AB	−٦/۵۰B
۱۰	+۳۱۷A	+۲۵۵ A	−٤۲D	+٦۵A	−٤۹/۳C
$LSD_{0.05}$	۱۸/٦	۱۸/٤	۳/۷۱	۲۳/٦	٦/٦٦

حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بر اساس آزمون LSD در بین سطوح شوری می‌باشد.

جدول ۹- تغییرات نسبی (٪) و مقایسه میانگین شاخص‌های رشد گندم چمران و شبدر ایرانی در سطوح مختلف شوری

گندم چمران						
سطح شوری ($dS\ m^{-1}$)	وزن خشک اندام هوایی(S)	وزن خشک ریشه (R)	S/R	ارتفاع گیاه	سطح برگ	قطر ساقه
شاهد	۰ A	۰ A	۰ D	۰ A	۰ A	۰ A
۲/۵	−۱/٤A	−۲۵B	+۳۳C	+۰/۷٦A	−۱/۵۷A	+۰/۳۲A
۵/۰	−۱/۹A	−۲۷B	+۳٤C	A +۰/۸۸	−۰/۱۸A	+۱/۳٦A
۷/۵	−۲/۰A	−۳۷C	+ ۵۳B	−۰/۳۰A	−۱/۹۵A	−٤/۹۰B
۱۰	−٦۸B	−۸٦D	+۱۳۹A	−۲٦/۰B	−۵۰/۰B	−۲۷/۵C
$LSD_{0.05}$	۵/٤٦	۵/٤٦	۱۰/۷	۲/۱٦	٦/٤٤	٤/٦۵
شبدر ایرانی						
سطح شوری ($dS\ m^{-1}$)	وزن خشک اندام هوایی (S)	وزن خشک ریشه (R)	S/R	ارتفاع گیاه	سطح برگ	قطر ساقه
شاهد	۰ A	۰ A	۰ C	۰A	۰ A	۰A
۲/۵	−۲/۲۰A	−۱۸B	+۱۹ BC	−۱/٦A	−۹/۸AB	−۱۵B
۵/۰	−۵۰/۹B	−۷٤C	+۹٤BC	−٤٤B	− ۲۷B	−۳٦C
۷/۵	−٦۳/۸C	−۸۸D	+۲۱٤B	−۵۱C	−٦۰C	−٤۵D
۱۰	−۹۱/۹D	−۹۸E	+٦۳۱A	−۷۰D	−۷۰C	−٦٤E
$LSD_{0.05}$	۳/۸۳	۳/۲۵	۱۸۸	۵/۹۰	۲۳/۲	۲/٤٦

حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بر اساس آزمون LSD در بین سطوح شوری می‌باشد.

جدول ۱۰- تجزیه رگرسیون شوری (EC) و غلظت عناصر و شاخص‌های رشد گندم چمران و شبدر ایرانی.

صفات	گندم			شبدر ایرانی		
	R_2	b	a	R_2	b	a
Na^+ (واحد)	۰/۸۵***	+٤/٦٣٦	۲۷/۱۰۲	۰/۸۰	۱۲/٦۷۷	۷٤/٦۸۸
P (واحد)	۰/۷۹***	−۰/۲۳٦	٤/٥۷٤	۰/۹۰	−۰/۲۲۳	٥/۰۷۳
Na+/K+	۰/۸۲***	+۰/۰٥۸	۰/٥۰٦	۰/۷۳	۰/۰٥۰۳	۰/۳۷۰
درصد نیتروژن ساقه	۰/٤۹**	+۰/۰٥٥۱	۰/٤۲۳	۰/٦۰	−۰/۱۰۱	۲/٥۸۱
درصد نیتروژن ریشه	۰/٦٥***	۰/۳۳۱	۰/۳۹۳	۰/۵۲	۰/۰۷٤۹	۱/۷۱٥
ارتفاع	۰/٥۰***	−۱/۲۳۳	٥۹/۷۷	۰/۹۱***	−۱/٤۰۹	۱۹/۳۷۳
قطر ساقه	۰/٥۹***	−۰/۰۷٦۸	۳/۳٦٥	۰/۹۸***	−۰/٤۲٤	٦/٦٤۰
سطح برگ	۰/٤٥**	−۰/٦٤۸	۱۸/۳	۰/۹۱***	−۰/٥٤۲	۷/٤٤۷
وزن خشک ریشه	۰/۸٤***	−۰/٤٦۷	٦/٥٤۹	۰/۹۱***	−۱/۰۷٦	۹/۸۱٤
وزن‌خشک‌اندام‌هوایی	۰/٥۲**	−۰/٥۸۳	۱۲/۰٥۸	۰/۹۳***	−٦/۲٦٥	٦۷/٦٤٦
نسبت S/R	۰/۸۱***	−۰/۱۹۹	۱/٥۳۱	۰/۷۰***	۰/۰٦٥۷	−۰/۰۰۰۱۱۱

الف- اثر شوری بر غلظت عناصر و شاخص‌های رشد گندم (رقم چمران)

سدیم: نتایج بدست آمده از بررسی غلظت عناصر در گندم (رقم چمران) نشان داد که شوری باعث افزایش معنی‌دار (P<۰/۰۰۱) غلظت سدیم اندام‌های هوایی گندم شد (جدول ٤). به‌طوری‌که افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، در مقایسه با تیمار شاهد، غلظت این عنصر را در اندام هوایی گندم به میزان ۱۳۲ درصد افزایش داد. البته تا سطح شوری ٥ دسی‌زیمنس بر متر، تغییر معنی‌دار در غلظت این عنصر مشاهده نشد (P>۰/۰٥) و در سطوح شوری بالاتر، این عنصر در اندام هوایی گندم تجمع نمود (جدول ٦). افزایش میزان سدیم در بافت ممکن است منجر به ایجاد تغییراتی در فشار اسمزی سلول شود. این عامل موجب پلاسمولیز و کاهش جذب انتخابی سلول‌های ریشه می‌گردد (پسرکلی، ۱۹۹۹). همچنین غلظت بالای سدیم در محلول خاک منجر به کاهش جذب دیگر عناصر توسط گیاه می‌شود. چرا که سدیم به طور مستقیم سبب تداخل در جذب و انتقال دیگر عناصر از طریق پلاسمودسماتای سلول ریشه می‌گردد (حیدری و همکاران، ۲۰۰۷). صادقی و امام (۲۰۰٤) نیز اثر کلرید سدیم با چهار سطح شوری صفر، ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر را بر گندم نان بررسی و نشان دادند که با افزایش شوری، میزان سدیم اندام هوایی گندم افزایش می‌یابد.

نسبت سدیم به پتاسیم: الیان و همکاران (۲۰۰۰) معتقدند که نسبت سدیم به پتاسیم، شاخصی برای نشان دادن تحمل گیاهان نسبت به تنش شوری می‌باشد. در پژوهش حاضر، شوری باعث افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) نسبت سدیم به پتاسیم در اندام‌های هوایی گندم شد (جدول ٤). به‌طوری‌که افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، در مقایسه با تیمار شاهد، موجب افزایش این نسبت در اندام هوایی گندم به میزان ٪۹۳/٦ گردید. البته این نسبت تا سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر تغییر معنی‌دار نشان نداد ($P>۰/۰۵$) و فقط در سطوح بالاتر شوری افزایش معنی‌دار آن مشاهده شد (جدول ٦). در حقیقت، گندم تا سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر، قادر است تجمع یون سدیم در بافت‌های خود را کنترل کند. حیدری و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که با افزایش شوری، نسبت Na^+/K^+ در بخش هوایی و دانه گندم افزایش می‌یابد.

فسفر: شوری همچنین موجب کاهش غلظت فسفر اندام‌های هوایی گندم گردید و این کاهش از نظر آماری معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) بود (جدول ٤) و افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد غلظت این عنصر را به میزان ٪۵۲ کاهش داد. با این حال، افزایش شوری تا سطح ۵ دسی‌زیمنس بر متر، اثر معنی‌دار بر غلظت این عنصر نداشت ($P>۰/۰۵$) و کاهش آن فقط در شوری‌های بالاتر مشاهده شد (جدول ٦). از آن‌جایی که انتقال مواد فتوسنتزی در داخل گیاه به فسفر نیازمند است، لذا کاهش میزان جذب فسفر در تنش شوری، می‌تواند منجر به کاهش انتقال این‌گونه مواد به اندام‌های رویشی و در نهایت کاهش رشد عمومی گیاه گردد. با توجه به این که فسفر یک عنصر غیر متحرک است، می‌توان کاهش جذب آن را به کاهش طول ریشه این گیاه در شرایط شوری نسبت داد (جدول ۵ و ۷). دلیل دیگر برای کاهش جذب فسفر، احتمالاً وجود یون‌های کلسیم و منیزیم در محیط است که موجب غیر فعال شدن فسفر در خاک می‌شود. بالا بودن قدرت یونی محیط‌های شور نیز عامل دیگری برای کاهش فعالیت فسفر در خاک می‌باشد (اواد و همکاران، ۱۹۹۰). پاپادوپولوس و رندیگ (۱۹۸۳) معتقدند که در خاک‌های شور، آنیون‌های Cl^- و $H_2PO_4^-$ برای جذب توسط گیاه با یکدیگر رقابت می‌کنند و در نتیجه جذب فسفر و تجمع آن در اندام هوایی سیب‌زمینی کاهش می‌یابد.

نیتروژن: درصد نیتروژن اندام هوایی و ریشه‌ی گندم نیز به‌طور معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) تحت تأثیر شوری قرار گرفت (جدول ٤). به‌طوری‌که افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، در مقایسه با تیمار شاهد، موجب افزایش درصد این عنصر در اندام هوایی گندم به میزان ۱۱۲ درصد و در ریشه ۷۳ درصد گردید. البته افزایش شوری از شاهد تا ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر، اثر معنی‌دار بر درصد این عنصر در اندام هوایی گندم نداشت ($P>۰/۰۵$) و افزایش آن در شوری‌های بالاتر مشاهده گردید. درصد نیتروژن ریشه نیز در سطوح شوری شاهد، ۲/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند ($P>۰/۰۵$) و افزایش معنی‌دار آن در شوری‌های بالاتر مشاهده شد (جدول ٦). نکته مهمی که باید به آن اشاره نمود این است که هر چند هنگام بالا رفتن میزان نمک، بر غلظت نیتروژن در گندم افزوده می‌شود، ولی بالا رفتن بیش از حد سدیم سبب کاهش اثرات مفید این عنصر در گندم می‌گردد. افزایش غلظت نیتروژن در گندم را می‌توان به تجمع اسیدآمینه پرولین نسبت داد. لاچلی و اپ‌اشتاین (۱۹۸٤) نشان دادند که در خانواده گندمیان انباشت اسیدآمینه‌ی پرولین به نسبت شایع است و یک ارتباط عمومی بین کاهش پتانسیل آبی در بافت و مقدار آن وجود دارد. انباشت پرولین تا زمانی که گیاه در معرض تنش متوسط یا شدید قرار نگیرد و قبل از رسیدن به یک آستانه‌ی تجمعی از کاتیون‌های یک ظرفیتی، به ویژه سدیم، صورت نمی‌پذیرد. به طور کلی، سنتز این ترکیبات آلی در گیاهان به جهت صرف انرژی، منجر به کاهش رشد می‌شود. حیدری و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که افزایش شوری موجب افزایش نیتروژن (N) در دانه و ساقه‌ی گندم رقم چمران شد و بالاترین غلظت این عنصر در سطح شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد و غلظت این عنصر در این سطح شوری، نسبت به تیمار شاهد ٤۰/٤ درصد افزایش نشان داد.

شاخص‌های رشد: نتایج بدست آمده از بررسی اثر شوری بر شاخص‌های رشد گندم نشان می‌دهد که افزایش شوری خاک اثر معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) بر صفات رشد گندم داشته است (جدول ۵). به‌طوری‌که افزایش شوری از ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، موجب کاهش وزن خشک اندام هوایی به میزان ٦۸٪ و وزن خشک ریشه به میزان ۸٦ درصد شد. نسبت وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک ریشه (S/R) نیز از ۱/۷ در تیمار شاهد به ٤ در سطح شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر افزایش پیدا نمود و موجب افزایش ۱۳۹ درصدی در این نسبت شد (جدول ۷). این مشاهدات نشان می‌دهد که در گندم شوری موجب کاهش بیشتر رشد ریشه در مقایسه با اندام هوایی می‌شود.

زیرا ریشه اولین اندام گیاه است که در معرض تنش شوری قرار می‌گیرد و نقش مهمی در خارج کردن نمک از گیاه بر عهده دارد. ارتفاع گیاه نیز از تیمار شاهد تا بالاترین سطح شوری ٢٦ درصد، سطح برگ ۵۰ درصد و قطر ساقه ۲۷/۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۷). به‌طورکلی در خاک‌های شور، کاهش شاخص‌های رشد گیاهان به‌دلیل افزایش فشار اسمزی محیط و در نتیجه خشکی فیزیولوژیک، اثر ویژه‌ی یونی و عدم تعادل تغذیه‌ای در این محیط‌ها می‌باشد (پسرکلی، ۱۹۹۹). به‌ویژه این که تیمارهای شور انتخاب شده در این تحقیق حاوی کلرید سدیم و دیگر نمک‌های کلریدی می‌باشند که فراوان‌ترین نمک‌ها به حساب آمده و به دلیل حلالیت بیشتر کلر در آب در مقایسه با دیگر آنیون‌ها سمیت بالاتری ایجاد می‌نماید. با توجه به مشاهدات مربوط به غلظت عناصر، می‌توان بخشی از کاهش صفات رشد در گندم را به تجمع سدیم و افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در اندام‌هوایی و همچنین کاهش غلظت فسفر در واکنش به افزایش شوری به حساب آورد (جدول‌های ٤ و ٦). به‌ویژه این که تجمع یون سدیم و افزایش نسبت سدیم به پتاسیم و همچنین کاهش غلظت فسفر در تیمار شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر به بالا مشاهد شد و کاهش اغلب صفات رشد گندم نیز از حدود همین سطح شوری آغاز گردید. مطالعات انجام شده توسط گریو و همکاران (۱۹۹۳) و فرانکوئیس و همکاران (١٩٩٤) نیز نشان داد که اعمال شوری موجب کاهش وزن خشک، تعداد پنجه، درصد جوانه‌زنی بذر، تعداد برگ، سطح برگ و عملکرد دانه و کاه در گندم می‌شود.

ب- اثر شوری بر غلظت عناصر و شاخص‌های رشد شبدر ایرانی

سدیم: نتایج نشان می‌دهند که شوری اثر معنی‌دار ($P<$۰/۰۰۱) بر غلظت سدیم اندام‌های هوایی شبدر داشت (جدول ٤). به‌طوری‌که افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش غلظت این عنصر در اندام هوایی شبدر به میزان ۳۱۷ درصد گردید و تفاوت معنی‌دار ($P<$۰/۰۵) بین میانگین غلظت این عنصر در بین سطوح مختلف شوری مشاهده شد (جدول ٦).

نسبت سدیم به پتاسیم: با افزایش شوری، نسبت سدیم به پتاسیم اندام‌های هوایی شبدر افزایش معنی‌دار ($P<$۰/۰۰۱) یافت (جدول ٤). به‌طوری‌که افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد، این نسبت را در اندام هوایی شبدر به میزان ۲۵۵ درصد افزایش داد. همچنین تفاوت معنی‌دار ($P<$۰/۰۵) بین میانگین این نسبت در بین سطوح مختلف شوری مشاهده شد (جدول ٦).

مطالعات دیگر محققان نشان می‌دهد که با افزایش شوری، غلظت پتاسیم و نسبت K^+/Na^+ در شبدر کاهش می‌یابد، اما غلظت سدیم در اندام هوایی افزایش می‌یابد (گالشی و سلطانی، ۲۰۰۲؛ آتس و تکلی، ۲۰۰۷).

فسفر: شوری همچنین موجب کاهش غلظت فسفر در اندام هوایی شبدر شد و این کاهش از نظر آماری معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) بود (جدول ٤). افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، در مقایسه با تیمار شاهد، موجب کاهش ٤۲ درصدی غلظت این عنصر در اندام هوایی شبدر گردید. همچنین تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بین میانگین غلظت این عنصر در بین سطوح مختلف شوری مشاهده شد (جدول ٦).

نیتروژن: شوری اثر معنی‌دار بر درصد نیتروژن اندام هوایی ($P<۰/۰۰۱$) و ریشه ($P<۰/۰۱$) شبدر داشت (جدول ٤). به‌طوری‌که افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد، باعث کاهش این عنصر در اندام هوایی شبدر به میزان ٤۹ درصد اما در ریشه موجب افزایش غلظت آن به میزان ٪٦٥ گردید (جدول ٦). افزایش غلظت نیتروژن در ریشه را می‌توان به‌دلیل سنتز پرولین در این اندام دانست که به منظور تنظیم اسمزی صورت می‌گیرد و کاهش آن در اندام هوایی احتمالاً به دلیل اثر شوری بر کاهش انتقال نیتروژن از ریشه به اندام هوایی می‌باشد. گالشی و همکاران (۲۰۰۲) و آتس و تکلی (۲۰۰۷) نشان دادند که با افزایش شوری، درصد نیتروژن و عملکرد نیتروژن در شبدر ایرانی کاهش می‌یابد.

شاخص‌های رشد: نتایج بدست آمده از بررسی صفات رشد شبدر ایرانی نیز حاکی است که افزایش شوری خاک اثر معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) بر صفات رشد این گیاه داشته است (جدول ٥). به طوری که افزایش شوری از ۰/٥ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، موجب کاهش وزن خشک اندام هوایی به میزان ۹۱/۹ درصد و وزن خشک ریشه ۹۸ درصد شد. نسبت وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک ریشه (S/R) از ۱/۲ در تیمار شاهد به ۸/۲٥ در تیمار ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر افزایش پیدا نمود و موجب افزایش ٦۳۱ درصدی این شاخص گردید. ارتفاع گیاه نیز از تیمار شاهد تا بالاترین سطح شوری ۷۰ درصد، سطح برگ ۷۰ درصد و قطر ساقه ٦٤ درصد کاهش نشان داد (جدول ۷). در شبدر ایرانی نیز مانند گندم می‌توان بخشی از کاهش صفات رشد را به تجمع سدیم و افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در اندام هوایی و همچنین کاهش غلظت فسفر در واکنش به افزایش

شوری نسبت داد (جدول‌های ٤ و ٦). تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی اثر شوری بر گیاه شبدر نشان می‌دهد که با افزایش شوری، جوانه‌زنی بذور، تعداد گره، سطح برگ و وزن خشک کل بوته کاهش می‌یابد (گالشی و سلطانی، ۲۰۰۲؛ آتس و تکلی، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

آنتکلیف و همکاران (۱۹۸۳) معتقدند که در شرایط تنش شوری، گونه‌هایی که توانایی بیشتری در محدود کردن تجمع نمک‌ها در اندام‌های هوایی داشته باشند، مقاومت بیشتری نیز نسبت به شوری خواهند داشت. در پژوهش حاضر مشاهده شد که در شبدر ایرانی که در مقایسه با گندم حساسیت بیشتری نسبت به شوری دارد، تجمع سدیم، افزایش نسبت سدیم به پتاسیم و همچنین میزان کاهش غلظت فسفر، در پاسخ به تنش شوری، بیشتر از گندم می‌باشد. در نتیجه میزان کاهش صفات رشد در این گیاه نیز بیشتر از گندم بود. به طور کلی مشاهده شد که گیاهی که قادر است تجمع یون سدیم در بافت‌های خود را کنترل کرده و نسبت سدیم به پتاسیم را در حد پایین‌تری نگه دارد، مقاومت بیشتری نیز نسبت به شوری نشان می‌دهد. زیرا کنترل تجمع سدیم و پایین نگه داشتن نسبت سدیم به پتاسیم در بافت یک فرآیند فیزیولوژی مهم مرتبط با مقاومت به شوری در گیاهان به شمار می‌آید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه شهرکرد تقدیر به عمل می‌آید.

منابع

1.Abu-Kassem, E., Sharaf-El-Din, A., Rosema, B., and Foda, E.A. 1995. Synergistic effects of cadmium and NaCl on the growth, photosynthesis and iron content in wheat plants. Biol Plant. 37: 241-249.
2.Alian, A., Altman, A., and Heuer, B. 2000. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. Plant Sci. 152: 59-65.
3.Antcliff, A.J., Newman, H.P., and Barret, H.C. 1983. Variation in chloride accumulation in some American species of grapevine. Vitis. 22: 357-362.
4.Ates, E., and Tekeli, A.S. 2007. Salinity tolerance of Persian clover (*Trifolium resupinatum* Var. *Majus* Boiss.) lines at germination and seedling stage. World J. Agri. Scie. 3:71-79.

5.Awad, A.S., Edward, D.G., and Campbell, L.C. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Sci. 30: 123-128.
6.Francois, L.E., Grieve, C.M., Mass, E.V., and Scott, M.L. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agron. J. 86: 100-107.
7.Galeshi, S.A., Soltani, A. 2002. Evaluation of growth, biological nitrogen fixation and salinity tolerance in five subterranean clover cultivars (*Trifolium Subterraneum* L.). J. Agric. Sci. and Natu. Reso. 3: 71-83. (In Persian)
8.Grieve, C.M., Lesch, M., Mass, E.V., and Francois, L.E. 1993. Leaf and spikelet rimordial initiation in salt-stressed wheat. Crop Sci. 33: 1287-1294.
9.Heydari, M., Nadian, H., Bakhshandeh, A., Alami Saeid, Kh., and Fathi, GH. 2007. Effect of salinity and nitrogen rates on osmotic adjustment and accumulation of mineral nutrients in wheat. J. Sci. and Tech. of Agric. and Natu. Reso. 4: 193-210 (In Persian)
10.Janez, H.H. 1988. Comparison of barley growth in naturally and artificially salinized soils. Can. J. Soil. Sci. 68: 795-798.
11.Karimi, H. 2007. Planting and regeneration of forage crops. Tehran Univ. Press. 414p.
12.Lauchli, A., and Epstein, E. 1984. How Plants Adapt to Salinity. California Agriculture, 18-20.
13.Mirmohammadi Meybodi, S. A., and Ghareyazi, B. 2001. Physiological aspects and breeding for salinity stress in plants. Isfahan University of Technology Press. 288p. (In Persian)
14.Papadopoulos, L., and Rendig, V.V. 1983. Interactive effects of salinity and nitrogen on growth and yield of tomato plants. Plant Soil. 73:47-57.
15.Pessarakli, M. 1999. Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker Incorporation. New York. 1254p.
16.Sadeghi, H., and Emam, Y. 2004. Effect of different sodium chloride levels on morphological characteristics, chemical composition and yield components of two bread wheat cultivars. Desert. 2: 267-278. (In Persian)
17. Waling, I., Van Vark, W., Houba, V.J.G., and Van der Lee, J.J. 1989. Soil and Plant Analysis, a Series of Syllabi, Part 7: Plant analysis procedures; Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Plant Production, Vol. 18(4), 2012
http://jopp.gau.ac.ir

Effects of different levels of soil salinization on growth indices and nutrient uptake by Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) and wheat *(Triticum aestivum* L. Var *Chamran)*

***M. Boyrahmadi[1], F. Raiesi[2] and J. Mohammadi[2]**
[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Biology of Shahrekord University,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil, College of Agriculture, Shahrekord University
Received: 2009-8-3; Accepted: 2011-11-28

Abstract

Salinity stress is regarded as one of the most important abiotic factors limiting plant growth and agricultural products, particularly in arid and semi-arid regions. This study was conducted to determine the effect of different salinity levels including 0.5 (control), 2.5, 5, 7.5 and 10 dS m^{-1} (a mixture of NaCl, KCl, $CaCl_2$ and $MgCl_2$ with weight proportional, respectively 2:1:1:1) in three replicates using a completely randomized design on growth indices (including plants height, stem diameter, leaf area, soot and root dry mass and shoot to root ratio), sodium, phosphorous and nitrogen concentrations and Na^+/K^+ ratio in Persian clover and wheat under greenhouse conditions. Results indicated that all the growth indices of clover and wheat decreased significantly (P<0.001) in response to salinity. Results also showed that salinity had a significant effect on nitrogen percentage in clover shoot (P<0.01), wheat shoot (P<0.001) and clover and wheat root (P<0.01). Salinity also induced significant increases (P<0.001) in sodium concentration and Na^+/ K^+ ratios in clover and wheat shoot. However, phosphorus concentrations in both plants were significantly (P<0.01) reduced by soil salinization. The results of the current study illustrated that wheat is capable of controlling the accumulation of sodium in its tissues, and can therefore decrease the sodium to potassium ratio when compared with Persian clover. Furthermore, the amount of decreases in phosphorus concentrations in wheat shoot in response to salinity was less than that in Persian clover. As a result, wheat is more tolerant to salinity than clover is.

Keywords: Salinity; Persian Clover; Wheat; Growth indices; Nutrient Concentrations

*Corresponding author; Email: mozhgan_boyrahmadi@yahoo.com