



Evaluation of different reproduction methods of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) medicinal plant under different levels of salinity stress

Rostam Yazdani-Biouki¹, Hossein Beyrami² and Amir Parnian¹

1- Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

2- Associate Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

Email: yazdani.agroecology@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research Article</p> <p>Article history:</p> <p>Received: July 14, 2025</p> <p>Revised: July 22, 2025</p> <p>Accepted: July 23, 2025</p> <p>Published: Summer, 2025</p> <p>Keywords:</p> <p>Direct seeding, Transplanting, Vegetative propagation, Rhizome propagation.</p>	<p>This study aimed to evaluate different propagation methods of the medicinal plant licorice (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) under varying salinity levels at the Sadough Salinity Research Farm, Yazd province, over three growing seasons (2019–2023). The experiment was conducted as a split-plot arrangement in a randomized complete block design with three replications. The main plots consisted of four irrigation water salinity levels (2, 4, 8, and 12 dS/m), and the subplots included three propagation methods (seed, seedling, and rhizome). Measured parameters included plant height, establishment percentage, dry biomass of aerial parts and roots, leaf area, and ion leakage. Results demonstrated that salinity significantly affected all traits studied, while propagation method influenced plant height and establishment percentage. Regardless of propagation method, the highest plants were observed at 2 dS/m salinity. At 4 dS/m, seed propagation resulted in the greatest plant height, averaging 44.66 cm. Under 8 dS/m salinity, rhizome propagation produced the shortest plants, with a reduction of 31% and 36% in height compared to seedling transplant and seed methods, respectively. At 12 dS/m, the shortest plant heights were recorded across all propagation methods. Regarding establishment percentage, seed propagation achieved the highest rates at 2 and 4 dS/m (77% and 66%, respectively), whereas root cutting showed the highest establishment at 8 and 12 dS/m salinity levels (63% and 60%, respectively). Increasing salinity from 2 to 12 dS/m reduced dry aerial biomass by 158 g/m². Root dry weight and leaf area decreased by 75% and 83%, respectively, over the same salinity range. Additionally, ion leakage increased by 28% with rising salinity. Overall, the findings indicate that root cutting propagation is most suitable for cultivation under high irrigation water salinity (12 dS/m), while seed propagation is preferable at low salinity levels (2 dS/m) for licorice propagation and production.</p>
<p>Cite this article: Yazdani-Biouki, R., Beyrami, H. and Parnian, A., (2025), Evaluation of different reproduction methods of licorice (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) medicinal plant under different levels of salinity stress. <i>Soil and Sustainable Development</i>, 1 (1), 74-89.</p>	
<p>DOI: https://doi.org/10.22034/ssd.2025.534446.1031 © The Author(s). Publisher: The University of Jiroft Press</p>	

ارزیابی روش های مختلف تکثیر گیاه دارویی شیرین بیان تحت سطوح مختلف تنش شوری

رستم یزدانی بیوکی^۱، حسین بیرامی^۲ و امیر پرنیان^۱

۱- استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران، ایمیل: yazdani.agroecology@gmail.com

۲- دانشیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>این پژوهش با هدف ارزیابی روش‌های مختلف تکثیر گیاه دارویی شیرین بیان (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) در سطوح مختلف شوری در مزرعه تحقیقات شوری صدوق استان یزد، طی سه سال زراعی (۱۴۰۲-۱۳۹۹) انجام شد. آزمایش به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری (۲، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و کرت‌های فرعی شامل سه روش تکثیر (بذری، نشایی و ریشه‌ای) بود. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، درصد استقرار، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ و نشت یونی بود. نتایج نشان داد که شوری بر تمامی صفات مورد بررسی تأثیر معنی‌داری داشت، و روش تکثیر بر ارتفاع بوته و درصد استقرار تأثیرگذار بود. بدون توجه به روش تکثیر، بیشترین ارتفاع بوته در شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر، روش تکثیر بذری باعث رشد بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۴۴/۶۶ سانتی‌متر گردید. در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر، روش تکثیر ریشه‌ای با کاهش ارتفاع به میزان ۳۱ و ۳۶ درصد نسبت به روش‌های نشایی و بذری، کمترین ارتفاع را نشان داد. همچنین، در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، ارتفاع بوته در هر سه روش تکثیر کمترین مقادیر را داشتند. از نظر درصد استقرار، روش تکثیر بذری در سطوح شوری ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر بالاترین درصد استقرار را داشت (به ترتیب ۷۷ و ۶۶ درصد)، در حالی که در سطوح شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین درصد استقرار مربوط به روش تکثیر ریشه‌ای بود (به ترتیب ۶۳ و ۶۰ درصد). با افزایش شوری از ۲ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر وزن خشک اندام هوایی ۱۵۸ گرم در متر مربع کاهش یافت. با افزایش شوری از ۲ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مقادیر وزن خشک ریشه و سطح برگ به ترتیب ۷۵ و ۸۳ درصد کاهش یافت. نشت یونی با افزایش شوری از ۲ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، ۲۸ درصد افزایش یافت. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که روش تکثیر ریشه‌ای در سطوح بالای شوری آب آبیاری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و روش تکثیر بذری در سطوح پایین شوری آب آبیاری (۳ دسی‌زیمنس بر متر)، مناسب‌ترین روش‌ها برای کشت و تکثیر شیرین بیان هستند.</p>	<p>نوع مقاله: پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۲۳ تیر ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ بازنگری: ۳۱ تیر ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ پذیرش: ۰۱ مرداد ۱۴۰۴</p> <p>تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۴</p> <p>واژه‌های کلیدی:</p> <p>کاشت بذری، کاشت نشاء، تکثیر غیرجنسی، تکثیر ریشه..</p>
<p>ارجاع به مقاله: یزدانی بیوکی، رستم، بیرامی، حسین و پرنیان، امیر، (۱۴۰۴)، ارزیابی روش های مختلف تکثیر گیاه دارویی شیرین بیان تحت سطوح مختلف تنش شوری، خاک و توسعه پایدار، ۱ (۱)، ۷۴-۸۹.</p> <p>© نویسندگان ، ناشر: انتشارات دانشگاه جیرفت</p>	

مقدمه

با شور شدن منابع آب و خاک کشاورزی، تولید محصولات رایج کاهش یافته و منجر به کاهش سود اقتصادی در این اراضی شده است. در این راستا توسعه کاشت گیاهانی که سطح تحمل آن‌ها به تنش‌های محیطی زیاد بوده و از بهره‌وری و کارایی مصرف آب بالا برخوردار باشند، امری ضروری است. برخی از گونه‌های دارویی از مقاومت به شوری خوبی برخوردار بوده و توانایی مقابله با تنش شوری را با فعال کردن مکانیسم‌های سازگاری دارند.

شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) به عنوان یکی از گونه‌های دارویی بسیار مهم و با سابقه فرآوری و صادرات در کشور مطرح بوده و به عنوان یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی جهان در بسیاری از کشورها مورد توجه است (Harikrishnan, 2021). یزدانی بیوکی (۱۴۰۲) با برآورد آستانه تحمل به شوری گیاه مرتعی-دارویی شیرین بیان نشان داد که میزان شوری آب آبیاری که سبب کاهش عملکرد ۵۰ درصدی و عملکرد صفر در این گیاه شد به ترتیب برابر با ۱۰/۹۸ و ۲۱/۰۶ دسی زیمنس بر متر بود. خوشبختانه به دلیل وجود زیرساخت‌های گسترده در کشور برای فرآوری و تولید محصول صادراتی (بالغ بر ۱۵ کارخانه عصاره‌گیری)، محدودیتی در خرید تضمینی آن وجود نداشته، چرا که به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه و عدم توجه به غنی‌سازی رویشگاه‌ها در سالیان اخیر، بخش عمده‌ایی از نیاز کارخانه‌های عصاره‌گیری از خارج از کشور وارد می‌شود که چندان از ثبات و پشتوانه خوبی برخوردار نمی‌باشند. با توجه به شرایط مناسب، سطح وسیعی از اراضی کشور و همچنین سطح تحمل شیرین بیان به تنش‌های غیرزیستی شامل خشکی و شوری (قاسمی دهکردی، ۱۳۸۱) امکان توسعه کاشت آن به خوبی فراهم می‌باشد که با خلق دانش فنی، بهره‌گیری از پتانسیل‌های آن، می‌توان از توان گیاه بهره اقتصادی برد. این گیاه می‌تواند با توسعه ریشه (به عنوان بخش کارآمد و موثر در عملکرد)، از منابع آب در دسترس به نحو مطلوبی استفاده نماید. علی‌رغم مقاومت به شوری این گیاه، مدیریت کاشت آن در شرایط شور باید مورد توجه قرار گرفته تا با حداقل مصرف آب و هزینه‌های جاری، امکان برداشت حداکثری و اقتصادی شدن کشت و کار آن، میسر شود. یکی از مهم‌ترین مراحل رشد و نمو گیاه در شرایط شور، مرحله استقرار آن است (یزدانی بیوکی، ۱۴۰۲).

مطالعات Mousavi و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که شوری به‌طور معنی‌داری زیست‌توده تر و خشک گیاه شیرین بیان را کاهش داد. یزدانی بیوکی (۱۴۰۲) و حمیدیان و همکاران (۱۴۰۲) نیز با مطالعه تاثیر شوری بر گیاه شیرین بیان گزارش

کردند که افزایش شوری سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه شد که علت آن را کاهش جذب آب به دلیل سمیت یونی اشاره کردند. بهنام نیا و شنوایی زارع (۱۳۹۲) با مطالعه چهار سطح تنش شوری صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم در شرایط آزمایشگاهی بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه شیرین بیان، گزارش کردند که شوری موجب کاهش ماده خشک گیاه می‌شود، لیکن این کاهش عملکرد با مصرف اسید سالیسیلیک تا حدودی جبران می‌شود. آن‌ها همچنین نشان دادند که با افزایش سطوح شوری، پارامترهای بیوشیمیایی نظیر آنتوسیانین، پرولین، H_2O_2 ، MDA، قندهای احیایی و فعالیت آنزیم گایکول پراکسیداز افزایش پیدا کرد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد مقدار ترکیبات فنلی در برگ با افزایش غلظت کلرید سدیم کاهش و در ریشه افزایش پیدا کرد.

در ارتباط با مقایسه و تاثیر روش‌های مختلف کاشت (بذر، نشا و ریشه) بر عملکرد شیرین بیان مطالعاتی صورت گرفته است. به هر حال مطالعات حاکی از آن است که گیاهان نشا شده از ارتفاع بیشتر، رسیدگی زودتر، تعداد شاخه بیشتر و بزرگتری در مقایسه با گیاهان رشد یافته از کاشت مستقیم بذر در مزرعه برخوردار هستند (Sahai, 2003). Dong و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه کاشت نشایی پنبه گزارش کردند که تعداد گلدهی اوایل فصل و تعداد غوزه‌ها در واحد سطح در کاشت نشایی به طور معنی‌داری نسبت به کاشت معمول بیشتر بود. همچنین Kamel و همکاران (۲۰۰۴) افزایش عملکرد گیاه پنبه را با کاشت نشایی گزارش کردند.

مهرآبادی (۱۳۹۶) با هدف مطالعه روش‌های مختلف کاشت بر صفات کمی و کیفی پنبه نشان داد که روش کاشت نشایی سبب افزایش ۹ درصدی اما غیرمعنی‌دار الیاف پنبه در مقایسه با کاشت بذر شد و همچنین نشان دادند کاشت نشایی سبب بهبود صفات کیفی الیاف پنبه شد.

تحقیقات در خصوص کاشت نشایی پنبه در شرایط شور حاکی از آن است که کشت نشایی در این اراضی از موفقیت بیشتری نسبت به کشت مستقیم بذر برخوردار بوده، زیرا پنبه در مرحله جوانه‌زنی و سبز کردن از گیاهان حساس به شوری بوده و شدیداً تحت تاثیر خسارت آن قرار می‌گیرد که در مراحل بعدی رشد به شوری مقاوم می‌باشد (مالی، ۱۳۸۸).

نصری و همکاران (۱۳۹۰) با مطالعه ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند پائیزه در دو روش کشت مستقیم و انتقال نشاء گلدانی در اراضی شور اهواز گزارش کردند که از نظر عملکرد ریشه در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت، و کشت گلدانی برتر از کشت مستقیم بود.

استفاده از روش‌های کارآمد به‌زراعی به افزایش محصول و حداکثر رسانیدن بهره‌وری از محیط کمک می‌کند و از آنجایی که این روش تولید به عنوان یک روش شناخته شده در سایر کشورها مثل چین استفاده می‌شود و از مزایای قابل توجه‌ای برخوردار است، لازم است تا در خصوص ارزیابی سایر گیاهان از جمله گیاه ارزشمند شیرین بیان تحقیقات لازم انجام گیرد. هدف از انجام پژوهش حاضر، مشخص نمودن بهترین روش تولید و تکثیر شیرین بیان در شرایط شور و غیر شور و نیز تعیین ویژگی‌های کمی و عملکرد ریشه شیرین بیان تحت تاثیر شوری و تیمارهای مختلف تکثیر بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی روش‌های مختلف تکثیر شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.)، این پژوهش به صورت آزمایش مزرعه‌ای در مزرعه تحقیقاتی صدوق وابسته به مرکز ملی تحقیقات شوری به مدت سه سال انجام شد. آزمایش به صورت اسپلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شوری به عنوان تیمار اصلی در ۴ سطح شوری آب آبیاری (ترکیب دو چاه آب در ایستگاه صدوق، یکی با شوری ۲ دسی زیمنس بر متر و دیگری با شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر) شامل: ۲ (تیمار شاهد)، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر و تیمار روش تکثیر شامل ۱- کاشت بذر، ۲- کاشت نشاء و ۳ کاشت ریشه انجام شد. بذر و ریشه مورد استفاده به ترتیب از شرکت پاکان بذر اصفهان با قوه نامیه ۹۵ درصد و استان فارس (شهرستان مرودشت) تهیه شدند و نشاءها سه ماه قبل از انتقال به زمین اصلی در محیط گلخانه در مرکز ملی تحقیقات شوری کاشته شد.

آبیاری با آب شوری بر اساس تیمار مورد نظر از همان ابتدای کاشت تا پایان فصل برداشت انجام شد. کاشت بذر، نشاء و ریشه در اواخر اسفندماه در یک زمان انجام شد. اندازه کرت‌ها به طول ۷ متر و عرض ۶ متر بود. فواصل بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. فاصله روی ردیف و بین ردیف کاشت ۵۰ سانتی‌متر بود (تراکم در حدود ۴۰ هزار بوته در هکتار). در هر کرت ۴ ردیف برای هر روش کاشت و به تعداد مساوی برای هر روش کاشت، در نظر گرفته شد. کاشت در قسمت

داغاب پشته انجام شد. بذور به عمق سه سانتی‌متر، و ریشه به طور افقی و با عمق ده سانتی‌متر و نشاها با فواصل ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر کاشته شد.

آبیاری با آب شوری بر اساس تیمار مورد نظر از همان ابتدای کاشت تا پایان فصل برداشت انجام شد. کاشت بذر، نشا و ریشه در اواخر اسفندماه در یک زمان انجام شد. اندازه کرت‌ها به طول ۷ متر و عرض ۶ متر بود. فواصل بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد.

تراکم‌ها در تمام سطوح شوری یکسان در نظر گرفته شد. عملکرد نهایی بر اساس یک متر مربع از گیاهانی که در سال اول استقرار یافته‌اند برآورد شد. برای تمام تیمارهای مورد مطالعه حجم آب آبیاری یکسان در نظر گرفته شد (مدت زمان یکسان آبیاری و هر ده روز یکبار). پس از هر نوبت آبیاری، مقدار معینی آب به عنوان آبشویی اضافه گردید تا شوری خاک در حد مطلوب و پایدار باقی بماند و از افزایش تجمع نمک در خاک جلوگیری شود. این کار به منظور حفظ سطح تنش شوری ثابت و دقیق در طی مدت آزمایش و جلوگیری از افزایش تدریجی شوری خاک انجام شده است. هدف نهایی پژوهش حاضر ارزیابی تولید و استقرار گیاه با روش بذر، نشا و ریشه بود. در ابتدای تحقیق درصد استقرار گیاهان در هر تیمار ارزیابی شد.

در پایان آزمایش (شهریور ۱۴۰۲) ریشه‌های سه ساله در یک مرحله برداشت شد (آریایی‌پور و میرزایی ملاحمد، ۱۳۸۹) و برخی ویژگی‌های کمی مانند ارتفاع (برحسب سانتی‌متر و با استفاده از خطکش)، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه (با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱)، سطح برگ (با استفاده از دستگاه Windias 3) و نشت یونی اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 2.9 انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که تاثیر تیمار شوری بر تمامی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود، اما تیمار روش تکثیر تنها بر صفات ارتفاع بوته، قطر تاج پوشش و درصد استقرار اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه شیرین بیان (سه ساله) تحت تأثیر شوری آب آبیاری و روش‌های مختلف تکثیر

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	درصد استقرار	میانگین مربعات	وزن خشک اندام هوایی
تکرار	۲	۷۶۱۲/۰۵ ^{NS}	۹/۰۲ ^{NS}	۲۳۰۹/۵۴ ^{NS}	
تنش شوری (S)	۳	۱۸۴۸۰۸/۰۶**	۹۱۱/۰۰**	۴۷۷۵۵/۸۷**	
خطای a	۶	۱۶/۸۲	۵/۹۱	۱۸۴۷/۵۸	
روش تکثیر (T)	۲	۸۱/۴۶**	۳۰۸۸/۷۷**	۶۱۶/۳۹ ^{NS}	
S×T	۶	۳۵/۳۷*	۷۲۳/۴۴**	۱۳۷۲/۸۲ ^{NS}	
خطا	۱۶	۱۱/۶۵	۸/۱۵	۱۱۳۴/۶۳	
CV	-	۹/۹۱	۶/۴۴	۸/۰۶	

NS، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده‌ی عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و یک درصد می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه شیرین بیان (سه ساله) تحت تأثیر شوری آب آبیاری و روش‌های مختلف تکثیر

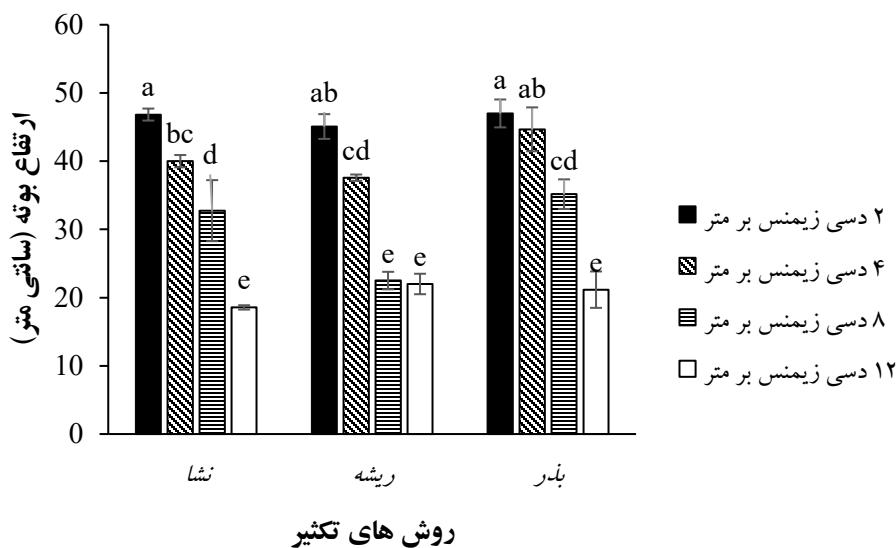
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	سطح برگ	میانگین مربعات	نشت یونی
تکرار	۲	۳۵۴۹۰/۱۷ ^{NS}	۲۳۷۱۵۸/۷۲ ^{NS}	۱/۹۰ ^{NS}	
تنش شوری (S)	۳	۱۸۲۶۰۵/۲۷**	۱۲۲۷۲۱۲۵/۲۷**	۱۲۹/۸۴**	
خطای a	۶	۹۳۹۳/۳۴	۷۰۱۱۲۲/۹۸	۰/۹۱	
روش تکثیر (T)	۲	۲۲۸۶۷/۳۹ ^{NS}	۴۷۲۶۲۴/۱۳ ^{NS}	۲/۲۸ ^{NS}	
S×T	۶	۶۸۱۵/۷۳ ^{NS}	۵۱۹۷۰۴/۸۴ ^{NS}	۰/۳۳ ^{NS}	
خطا	۱۶	۸۷۲۴/۹۳	۵۴۴۷۲۸/۲۳	۰/۷۹	
CV	-	۹/۷۳	۱۰/۱۲	۱۵/۹۰	

NS، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده‌ی عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و یک درصد می‌باشد.

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین نتایج نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته در شرایط کم‌ترین سطح تنش شوری (۲ دسی زیمنس بر متر) اتفاق افتاد و در این سطح شوری تیمارهای مختلف روش تکثیر تفاوتی با یکدیگر نشان ندادند (شکل ۱). با افزایش شوری تا سطح ۴ دسی زیمنس بر متر روش تکثیر بذر از بالاترین مقدار ارتفاع (۴۴/۶۶ سانتی متر) برخوردار بود، هرچند که اختلاف معنی‌داری با روش تکثیر نشا نشان نداد. در این شوری روش تکثیر ریشه با اختلاف معنی‌داری نسبت به روش تکثیر بذر پایین‌ترین مقدار ارتفاع را داشت. در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر روش تکثیر ریشه با اختلاف معنی‌داری نسبت به دو روش دیگر پایین‌ترین میزان ارتفاع را داشت، به طوری که میزان کاهش ارتفاع این روش تکثیر نسبت به دو

روش نشا و بذر به ترتیب برابر با ۳۱/۲۹ و ۳۶/۰۰ درصد بود. نتایج شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر نشان داد که در هر سه روش کاشت بدون داشتن اختلاف معنی‌دار پایین‌ترین ارتفاع بوته را در میان سایر تیمارهای شوری داشتند (شکل ۱).



شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین ارتفاع بوته شیرین بیان سه ساله تحت تأثیر اثر متقابل سطوح شوری و تیمارهای روش‌های مختلف تکثیر (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند)

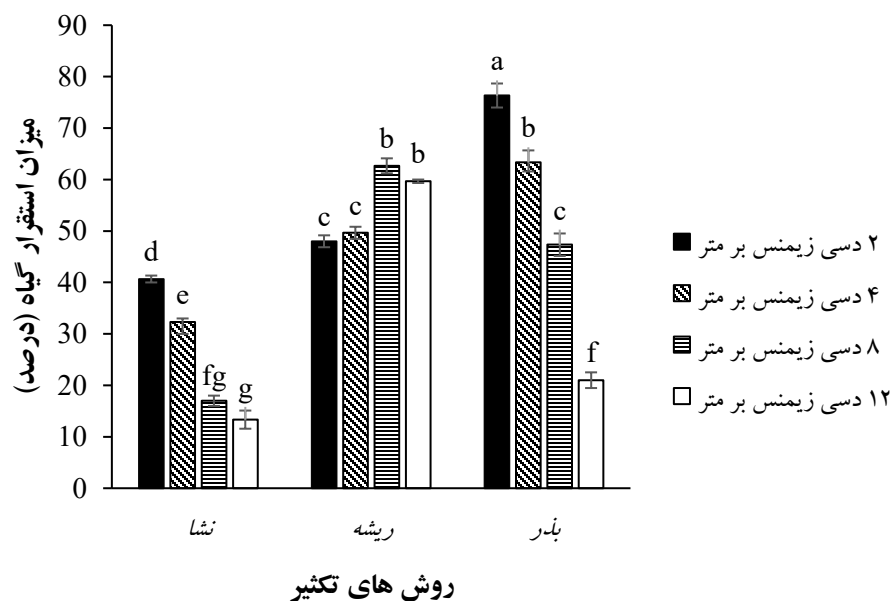
تنش شوری با اختلال در جذب آب و مواد غذایی و سمیت یون‌های سدیم و کلر، اثرات مخربی بر رشد و عملکرد گیاه شیرین بیان دارد. کاهش ارتفاع بوته با افزایش شوری احتمالاً ناشی از آسیب یون سدیم به کانال‌های پتاسیمی و اختلال در جذب نیترات است که برای رشد رویشی ضروری است (شهبانی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین، شوری با کاهش انتقال مواد از ریشه به برگ، رشد و ارتفاع گیاه را محدود می‌کند (صفری محمدیه و همکاران، ۱۳۹۴). یزدانی بیوکی (۱۴۰۲) و حمیدیان و همکاران (۱۴۰۲) نیز با مطالعه تأثیر شوری بر گیاه شیرین بیان گزارش کرد که افزایش شوری سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه شد که علت آن را کاهش جذب آب به دلیل سمیت یونی گزارش کردند. به نظر می‌رسد در آزمایش حاضر نیز افزایش شوری با تأثیر بر جذب آب توانسته مقدار آب مورد نیاز برای رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد.

در شوری‌های پایین (۴ و ۷ دسی زیمنس بر متر شوری خاک)، بذر و نشا به دلیل رشد طولی سریع‌تر در مراحل اولیه، ارتفاع بیشتری نسبت به گیاهان حاصل از ریشه دارند. در شوری ۴ دسی زیمنس بر متر، برتری بذر احتمالاً به دلیل

استقرار اولیه بهتر و سیستم ریشه‌ای قوی‌تر است. اما در شوری‌های بالاتر (۸ دسی زیمنس بر متر)، گیاهان حاصل از ریشه به دلیل سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته‌تر و احتمالاً سازوکارهای مقاومتری بیشتر، ارتفاع کمتری نشان می‌دهند و هر سه روش تکثیر تحت تأثیر شدید شوری (۱۲ دسی زیمنس بر متر)، کاهش ارتفاع را تجربه می‌کنند. در این شرایط، تأثیر شوری بر تفاوت‌های ناشی از روش تکثیر غالب می‌شود (Acosta-Motos et al., 2017; Taiz et al., 2015).

درصد استقرار گیاه

نتایج نشان داد که میانگین استقرار گیاهان در تیمارهای ۲، ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب در روش تکثیر بذر ۶۰، ۶۳، ۴۸، ۴۸ درصد، برای روش تکثیر نشا ۲۰ و ۵۰، ۶۶، ۷۷ درصد، برای روش تکثیر شوری ۱۴ و ۱۸، ۳۷، ۴۲ درصد و برای روش ریشه ۴۸، ۴۸، ۶۳ و ۶۰ درصد بود. بالاترین درصد استقرار گیاه در سطوح شوری ۲ و ۴ دسی زیمنس بر متر و در روش تکثیر بذر مشاهده شد. با افزایش شوری تا سطوح شوری ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر، روش تکثیر ریشه دارای بالاترین میزان استقرار گیاه بود (شکل ۲).



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین استقرار گیاه تحت تأثیر روش‌های مختلف تکثیر (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند)

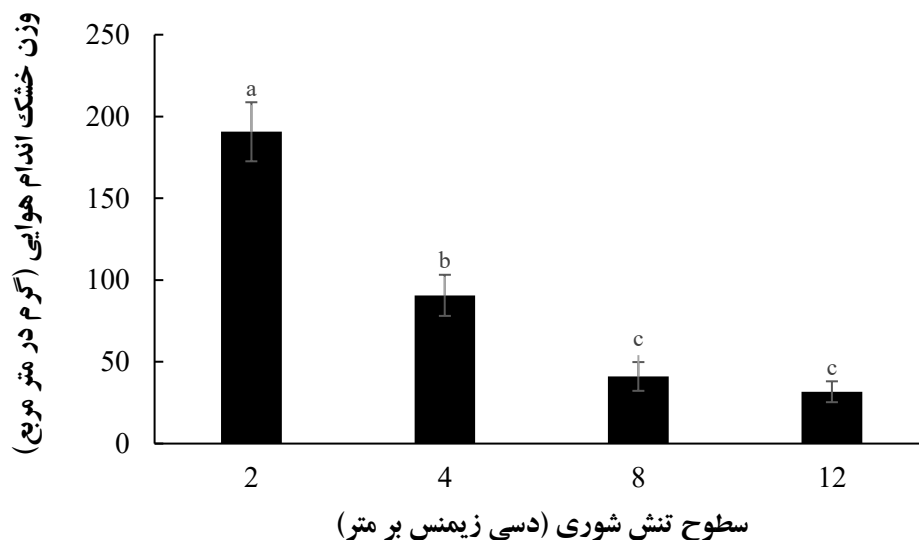
تأثیر متقابل شوری و روش تکثیر بر استقرار گیاه قابل توجه است. در شوری‌های پایین (۲ و ۴ دسی زیمنس بر متر)، روش تکثیر بذر و در شوری‌های بالا (۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر)، روش تکثیر ریشه، بالاترین میزان استقرار را نشان

دادند. در واقع در روش تکثیر با بذر با افزایش مقدار سطح شوری، درصد استقرار گیاه کاهش نشان داد این موضوع در مورد روش تکثیر با نشا نیز با مقادیر پایین‌تری مشابه بود، اما نتیجه جذاب این بود که در روش تکثیر با ریشه، موضوع متفاوت و به نوعی افزایش سطح شوری در این روش تکثیر، تا حدی موجب افزایش درصد استقرار گیاه شده بود. در شوری کم، مزایای بذر مانند ذخیره غذایی بیشتر و توسعه سیستم ریشه‌ای مستقیم، باعث برتری آن‌ها می‌شود. با افزایش شوری، مزایای گیاهان حاصل از ریشه مانند سیستم ریشه‌ای توسعه یافته و مقاومت بیشتر به تنش، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و باعث برتری آن‌ها در استقرار می‌شود (Acosta-Motos et al., 2017). به نظر می‌رسد دلیل استقرار پایین نشا نسبت به کاشت مستقیم می‌تواند به عدم پاسخ مناسب برخی گیاهان به نشاکاری و رشد کند نشا پس از انتقال مرتبط باشد.

وزن خشک اندام هوایی

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری از سطح ۲ دسی زیمنس بر متر تا سطح شوری ۴ و ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر، به ترتیب وزن خشک اندام هوایی ۵۲، ۷۸ و ۸۳ درصد کاهش یافت (شکل ۳). تنش شوری با تأثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی، باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی می‌شود. این کاهش به دلیل اختلال در جذب آب و مواد غذایی، کاهش غلظت کلروفیل و کاهش مواد فتوسنتزی است (باورسادی و همکاران، ۱۳۹۶). کاهش بیوماس اندام هوایی ناشی از چندین مکانیسم است. اولاً، افزایش غلظت نمک‌ها در محیط ریشه، پتانسیل اسمزی خاک را کاهش داده و جذب آب توسط گیاه را دشوار می‌سازد و باعث بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه کاهش جذب CO₂ و فعالیت فتوسنتزی می‌شود (Munns & Tester, 2008). ثانیاً، تجمع یون‌های سمی مانند سدیم (Na⁺) و کلر (Cl⁻) در برگ‌ها، می‌تواند به کلروپلاست‌ها آسیب رسانده، تخریب کلروفیل را تسریع کند و کارایی فتوسنتز را کاهش دهد. این پدیده منجر به کلروز و نکروز بافت‌های برگ شده و در نهایت به کاهش سطح فتوسنتزی و بیوماس اندام هوایی منجر می‌شود (باقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷). ثالثاً، تنش شوری با ایجاد استرس اکسیداتیو، تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را افزایش می‌دهد که به ماکرومولکول‌های سلولی از جمله پروتئین‌ها و لیپیدها آسیب رسانده و عملکرد کلی گیاه و رشد اندام هوایی را مختل می‌سازد (Hasanuzzaman et al., 2019). به نظر می‌رسد این عوامل به صورت ترکیبی عمل کرده و

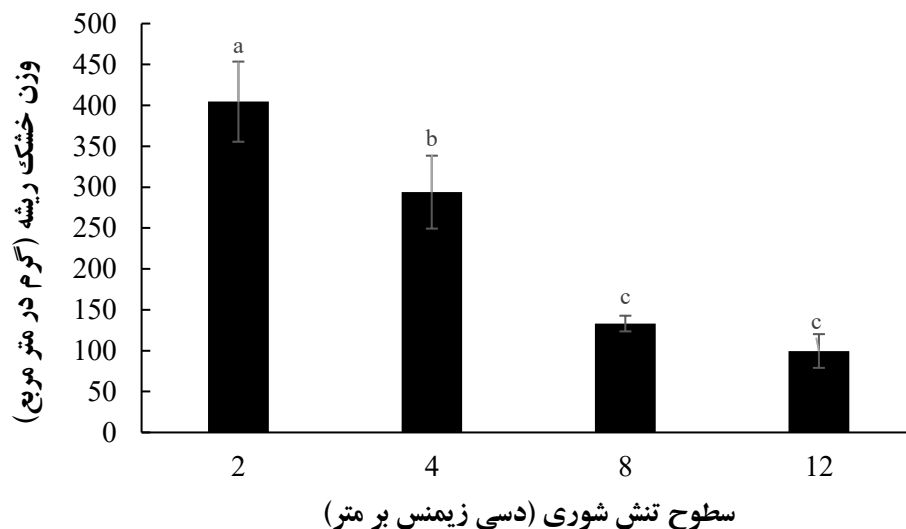
منجر به کاهش رشد کلی گیاه و کاهش وزن خشک اندام هوایی در گیاهان تحت تنش شوری می‌شوند. روش تکثیر و اثر متقابل سطح شوری و روش تکثیر تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی گیاه در این پژوهش نداشت.



شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی گیاه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند)

وزن خشک ریشه

افزایش سطح شوری همچنین مانند تاثیر بر وزن خشک اندام هوایی، سبب کاهش معنی‌داری در وزن خشک ریشه شد، به طوری که افزایش شوری از سطح شوری ۲ دسی زیمنس بر متر تا سطح تنش شوری ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر به ترتیب سبب کاهش ۲۷، ۶۷ و ۷۵ درصد وزن خشک ریشه گیاه شد (شکل ۴).

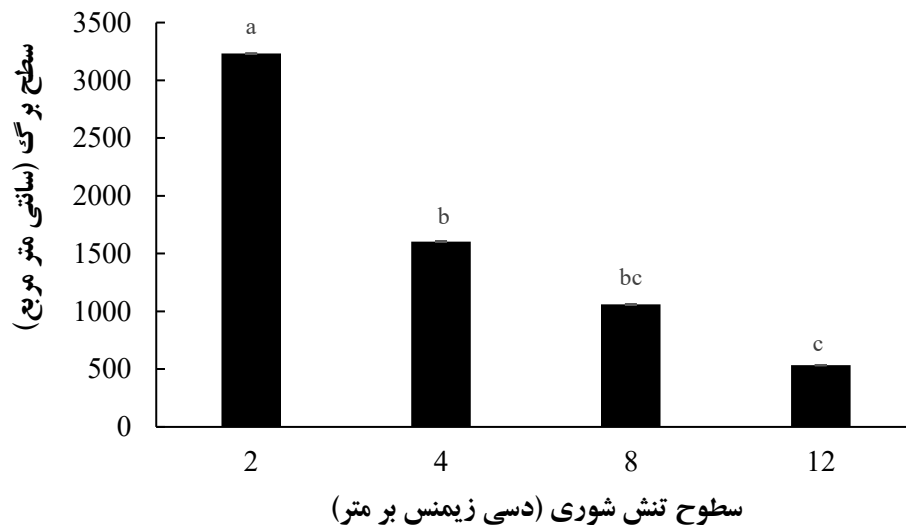


شکل ۴- نتایج مقایسه میانگین وزن خشک ریشه گیاه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند)

مشابه اندام هوایی، تنش شوری با اختلال در جذب آب و مواد غذایی، باعث کاهش وزن خشک ریشه نیز می‌شود (Acosta-Motos et al, 2017). کاهش قابل توجه می‌تواند ناشی از تأثیرات منفی یون‌های سدیم و کلر بر جذب آب و مواد مغذی توسط ریشه باشد که موجب اختلال در فرآیندهای متابولیکی و کاهش رشد ریشه می‌شود. همچنین، افزایش شوری باعث ایجاد استرس اکسیداتیو و آسیب به غشای سلولی ریشه می‌گردد که موجب نشت یون‌ها و تخریب بافت‌های ریشه می‌شود. به نظر می‌رسد سمیت یون‌ها و جذب بیش از حد سدیم نیز در این کاهش نقش دارند (Atta et al., 2023).

سطح برگ

نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری، مساحت برگ گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت. به طوری که میزان کاهش سطح برگ از شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر تا شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش ۵۰، ۶۷ و ۸۳ درصد شد (شکل ۵).

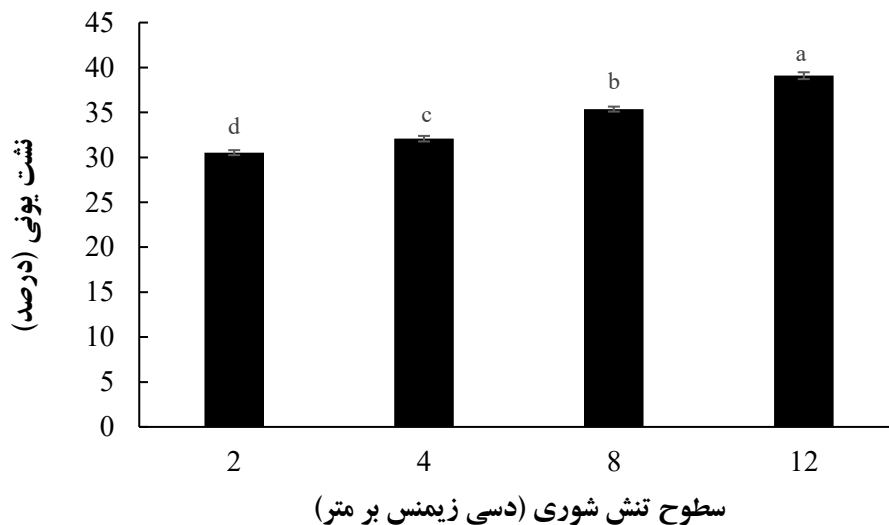


شکل ۵- نتایج مقایسه میانگین سطح برگ گیاه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند)

کاهش سطح برگ با افزایش تنش شوری، ناشی از کاهش سرعت رشد و تقسیم سلولی و همچنین پیری زودرس برگ‌ها است (عالی نژادیان بیدآبادی و همکاران، ۱۳۹۷؛ قربانی و همکاران، ۱۳۹۷). از طرفی کاهش جذب عناصر غذایی، کمبود آب و سمیت عناصر نیز در کاهش سطح برگ مؤثرند.

نشت یونی

نشت یونی، که به افزایش نفوذپذیری و آسیب غشای سلولی به دلیل تجمع یون‌های مضر مانند سدیم و کلر در گیاه تحت تنش شوری گفته می‌شود، یکی از شاخص‌های مهم اندازه‌گیری شدت آسیب شوری در گیاهان است (یزدانی بیوکی، ۱۴۰۲). در پژوهش حاضر، با افزایش شوری، میزان نشت یونی به طور معنی‌داری افزایش یافت که نشان‌دهنده تخریب غشای سلولی و تأثیر منفی بر رشد گیاه است، به طوری‌که با افزایش مقدار شوری از سطح شوری ۲ دسی زیمنس بر متر به شوری‌های ۴، ۸ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر، سبب افزایش ۷، ۱۶ و ۲۸ درصدی در نشت یونی گیاه شد (شکل ۶).



شکل ۶- نتایج مقایسه میانگین نشت یونی گیاه تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند)

افزایش نشت یونی با افزایش تنش شوری، نشان‌دهنده آسیب به غشاهای سلولی و افزایش نفوذپذیری آنهاست. این افزایش ناشی از تجمع یون‌های سمی مانند سدیم و کلر، استرس اکسیداتیو و اختلال در تنظیم اسمزی سلول‌ها است. تنش شوری با افزایش یون سدیم در اندامک‌های سلول و افزایش نشت غشا، باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (سلیمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ حسینی و همکاران، ۱۳۹۸). اختلال در تعادل آب گیاه و ناتوانی در جذب و نگهداری آب نیز از عوامل مؤثر در این کاهش هستند.

نتیجه‌گیری

افزایش شوری منجر به کاهش ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ و افزایش نشت یونی شد که نشان‌دهنده تأثیرات منفی شوری بر جنبه‌های مختلف مرفوفیزیولوژیکی گیاه است. به‌طور کلی تنش شوری، رشد و استقرار گیاه را تحت تأثیر قرار داد، اما این تأثیر بسته به سطح شوری و روش تکثیر، متفاوت بود. در شوریه‌های پایین، بذر و نشا به دلیل استقرار اولیه بهتر، عملکرد بهتری داشتند، در حالی که در شوریه‌های بالا، گیاهان حاصل از ریشه به دلیل سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته‌تر، مقاومت بیشتری نشان دادند. این امر نشان می‌دهد که انتخاب روش تکثیر مناسب، بسته به شرایط محیطی و سطح شوری، می‌تواند در موفقیت کشت شیرین بیان مؤثر باشد. به عبارت دیگر، در شرایط غیر

شور یا شوری کم، استفاده از بذر یا نشا و در شرایط شوری بالا، استفاده از روش تکثیر ریشه از لحاظ اقتصادی توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

- آریایی‌پور، ع. و ر. میرزایی ملاحمد. ۱۳۸۹. گیاهان دارویی، معطر و صنعتی جنگل و مراتع. انتشارات موسسه آموزشی عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، ۲۱۶ صفحه.
- باقی‌زاده، ا.، س. میرزایی و ا. استخری. ۱۳۹۷. مکانیزم‌های تحمل تنش شوری در گیاهان از دیدگاه فیزیولوژیکی و مولکولی. فصلنامه گیاه و زیست‌فناوری ایران، جلد ۱۳، شماره ۳، صفحات ۴۵-۶۱.
- باورسادی، م.، ع. مدح و م. مجد. ۱۳۹۶. بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و محتوای یونی ژنوتیپ‌های یونجه (*Medicago sativa L.*). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۹، شماره ۳۵، صفحه ۱۲۱-۱۳۶.
- بهنام نیا، م. و ا. شنوایی زارع. ۱۳۹۲. اثرسالیسیک اسید بر گیاهچه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*) در شرایط تنش شوری. فرآیند و کارکرد گیاهی انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران، جلد ۲، شماره ۳، صفحه ۷۳-۸۴.
- حسینی، م.ا.، د. صمصام پور، م. ابراهیمی و م. خان احمدی. ۱۳۹۸. بررسی تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شیرین بیان ایران (*Glycyrrhiza glabra*). پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، دوره ۱۱، شماره ۹، صفحه ۱۹۳-۲۰۱.
- حمیدیان، ه.، ح. سودائی زاده، ر. یزدانی بیوکی، م.ع.، حکیم زاده اردکانی، م. سلطانی گردفرامری و س. خواجه حسینی. ۱۴۰۲. اثر تنش شوری و روش کاشت بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شیرین بیان در گلخانه. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۳۷، شماره ۱، صفحه ۳۵-۴۸.
- سلیمی، ف.، ف. شکاری، و ج. حمزه ئی. ۱۳۹۴. کلروفیل، قندمحلول و وزن خشک گل بابونه آلمانی در واکنش به متیل جاسمونات در شرایط تنش شوری. نشریه علوم باغبانی، جلد ۲۹، شماره ۱، صفحه ۸۷-۹۴.
- شهبانی، ز.، م. خوشخوی، ح. صالحی، م. کاف، ع.ا. کامگار حقیقی و س. عشقی. ۱۳۹۷. اثرهای تنش شوری بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی ورد مینیاتوری (*Rosa chinensis Jacq. var. minima Rehd.*). مجله علوم و فنون باغبانی ایران، جلد ۱۹، شماره ۱، صفحه ۴۱-۵۲.
- صفری محمدیه، ز.، م. مقدم، ب. عابدی، و ل. سمیعی. ۱۳۹۴. تأثیر تنش شوری بر برخی پارامترهای عملکردی و خصوصیات مورفولوژیکی گیاه نعنای سبز (*Mentha spicata L.*) در شرایط هیدروپونیک. علوم و فنون کشت های گلخانه ای، دوره ۶، شماره ۲۶، صفحه ۹۷-۱۰۶.
- عالی نژادیان بیدآبادی، ا.، م. حسنی و ع. ملکی. ۱۳۹۷. تأثیر مقدار و شوری آب بر شوری خاک و رشد و غلظت عناصر غذایی اسفناج در گلدان. مجله تحقیقات خاک و آب ایران، دوره ۴۹، شماره ۳، صفحه ۶۴۱-۶۵۱.
- قاسمی دهکردی، ن. ۱۳۸۱. فارماکوپه گیاهی ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت غذا و دارو. ۷۹۵ صفحه.
- قربانی، م.، ز. موحدی، ع.ا. خیری و م. رستمی. ۱۳۹۷. تأثیر تنش شوری بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیکی و کمیت و کیفیت اسانس نعنای فلفلی (*Mentha piperita L.*). مجله تنش های محیطی در علوم زراعی، جلد ۱۱، شماره ۲، صفحه ۴۱۳-۴۲۰.
- مالی، م. ۱۳۸۸. بررسی امکان کشت نشایی پنبه به عنوان زراعت دوم موسسه تحقیقات پنبه کشور.
- مهرآبادی، ح.ر. ۱۳۹۶. تأثیر تاریخ و روش‌های مختلف کاشت بر صفات کمی و کیفی پنبه رقم ورامین. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۷، شماره ۲، صفحه ۶۱-۷۲.
- نصری، ر.، ع. کاشانی، س.ی. صادقیان مطهر و د. حبیبی، ۱۳۹۰. خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند پائیزه در دو روش کشت مستقیم و انتقال نشاء گلدانی در اراضی شور اهواز. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۷، شماره ۴، صفحه ۴۰-۲۵.

- یزدانی بیوکی، ر. ۱۴۰۲. برآورد آستانه تحمل به شوری گیاه مرتعی-دارویی شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L). نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دوره ۳۰، شماره ۳، صفحه ۳۴۹-۳۶۱.
- Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernandez, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7(1), 18.
- Atta, K., Mondal, S., Gorai, S., Singh, A. P., Kumari, A., Ghosh, T., Roy, A., Hembram, S., Gaikwad, D. J., Mondal, S., Bhattacharya, S., Jha, U. C., & Jespersen, D. (2023). Impacts of salinity stress on crop plants: improving salt tolerance through genetic and molecular dissection. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1241736.
- Dong, H.Z., Li, W.J.; Tang, W., Li, Z.H. & Zhang, D.M. (2005). Increased Yield and Revenue with a Seedling Transplanting System for Hybrid Seed Production in Bt Cotton. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191: 116-124.
- Harikrishnan, R. (2021). Study on antioxidant potential, immunological response, and inflammatory cytokines induction of glycyrrhizic acid (GA) in silver carp against vibriosis. *Fish Shellfish Immunol.* 119, 193–208.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., Fujita, M., & Fotopoulos, V. (2019). Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: revisiting the crucial role of a universal defense regulator. *Plant Physiology and Biochemistry*, 141, 23-43
- Kamel. A. S., A. Sahar. and T. Ibrahim. (2004). New agro-techniques in intensive crop rotations under marginal conditions of Upper Egypt. New directions for a diverse planet: In: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia. pp. 922-932.
- Mousavi, S. S., Karami, A., Saharkhiz, M. J., Etemadi, M., & Zarshenas, M. M. (2022). Evaluation of metabolites in Iranian Licorice accessions under salinity stress and *Azotobacter* sp. Inoculation. *Scientific Reports*. 12:15837
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
- Sahai, S. (2003). High yield of rainfed cotton through transplanting. *Current Science* 84: 974-975.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development* (6th ed.). Sinauer Associates.