مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران) جلد ۳۸، شماره ۱، ۱۴۰۴
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278 مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹

اثر تنظیم‌کننده‌های رشد و شوری بر ریزازدیادی جمعیت‌های سالیکورنیا (*Salicornia iranica* Akhani) در شرایط درون شیشه‌ای

شیوا قیطران‌پور سهریق، سعید اهری‌زاد* و بهرام باغبان کهنه‌روز

ایران، تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸

چکیده

بخش زیادی از زمین‌های ایران در وضعیت شور و نیمه‌شور قرار دارد. در چنین مناطقی بهترین راهکار استفاده از گیاهانی است که قادر به تحمل شوری باشند. سالیکورنیا گیاهی هالوفیت با کاربردهای چندگانه بوده و ریزازدیادی گیاه سالیکورنیا نقش شایانی در مدیریت زمین‌های شور دارد. در پژوهش حاضر بذور سه جمعیت سالیکورنیا از اطراف دریاچه ارومیه جمع‌آوری و پس از تهیه گیاهچه در گلخانه، برای شاخه‌زایی با سطوح مختلف تنظیم‌کننده‌های رشدی (بنزیل آمینوپورین و نفتالین استیک اسید) و کلرید سدیم و همچنین برای ریشه‌زایی، محیط‌های کشت مختلف به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین سطوح مختلف BAP، NAA، NaCl و جمعیت‌های سالیکورنیا از نظر طول شاخه و تعداد گره اختلاف معنی‌داری وجود دارد. براساس مقایسات میانگین‌ها، جمعیت دیزج دول در ترکیب با ۴۰۰ میلی‌مولار کلرید-سدیم و همچنین ترکیب ۴۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم با هر یک ازسه سطح BAP بیشترین طول شاخه را موجب شدند. همین جمعیت در ترکیب با ۴۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و ۳ میلی‌گرم در لیتر BAP و ترکیبات تیماری حاوی ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۳ میلی‌گرم در لیتر BAP بیشترین تعداد گره را داشت. برای صفات ریشه‌زایی نیز بین محیط‌های مختلف القا ریشه اختلاف معنی داری وجود داشت. جمعیت دیزج‌دول نیز در ترکیب با محیط M5 (M5P3) بیشترین تعداد ریشه را داشت. به‌عبارتی جمعیت دیزج‌دول از نظر کلیه صفات مورد مطالعه به‌عنوان بهترین جمعیت معرفی شد.

واژه های کلیدی: تنش شوری، تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، ریزازدیادی، ریشه‌زایی، سالیکورنیا

* نویسنده مسئول، تلفن: ۳۳۳۹۲۰۵۵-۰۴۱، پست الکترونیکی: s. aharizad @tabrizu.ac.ir

مقدمه

کره زمین در حال حاضر با بحران کمبود منابع آب شیرین و شور شدن خاک مواجه است. انتظار می‌رود کمبود آب در آینده به دلیل رشد جمعیت جهان افزایش یابد (۱۳). کمبود آب و افزایش شوری خاک موجب از بین رفتن تعادل یونی، تنش فوق‌اسمتیک و به‌دنبال آن ایجاد تنش‌های ثانویه می-شود (۱۷). به همین دلیل ضروری است محصولات جدیدی تولید شود که نسبت به محصولات کشاورزی متداول نمک بیشتری را تحمل کنند. بهترین راه حل ارائه شده تاکنون، مطالعه بر روی گیاهان نمک‌دوستی است که هم قادر به استفاده از منابع آب غیرشیرین بوده وهم ازلحاظ اقتصادی بتوانند جایگزین محصولات کشاورزی که تنها با آب شیرین قابل آبیاری هستند، گردند. در این میان با توجه به تحقیقات انجام شده، استفاده از هالوفیت‌ها برای تولید گیاهان تجاری می‌تواند بسیار مفید باشد (۳۷). هالوفیت‌ها به‌طور طبیعی گیاهان متحمل به نمک هستند که برای رشد در محیط‌های شور سازگار شده‌اند. در برخی از موارد هالوفیت‌ها برای زنده ماندن می‌بایست در معرض شوری قرار گیرند (۲۶ و ۳۱).

DOI: 10.22034/jpr.2025.2278

سالیکورنیا (*Salicornia iranica*) گیاهی شورزی، آبدار از خانواده اسفناجیان (Chenopodiaceae) می‌باشد که به‌طور گسترده در اروپا، آسیا، شمال آمریکا و جنوب آفریقا پراکنده است (۳۱). تنوع این گیاه در ایران به گونه‌های یکساله محدود می‌باشد و شامل گونه‌های فوق هالوفیتی هستند که در شوره‌زارهای داخلی و ساحلی به‌طور گسترده یافت می-شوند (۷). رویشگاه‌های این گیاه در ایران شامل استان‌های فارس، سمنان، گرگان، خوزستان، بوشهر، هرمزگان، یزد، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، اصفهان، قم و تهران می-باشد (۳). این گیاه گوشتی در لبه‌های تالاب‌ها، لجن‌زارها، سواحل دریا، باتلاق‌ها و بیشتر در مکان‌های قلیایی یافت می‌شود (۳۲) و از جنبه‌های مختلف خوراکی، دارویی، علوفه‌ای و صنعتی حائز اهمیت می‌باشد (۱۴ و ۱۸). برخی از گونه‌های این گیاه همچون *Salicornia europaea* دارای ویژگی‌های مفید قابل توجه از جمله خواص ضددیابتی، آنتی‌اکسیدانی، کاهش کلسترول خون و ضدپیری می‌باشد (۱۶). در طب شرقی به‌عنوان منبع طبیعی مواد معدنی و فیبر های غذایی، در درمان چاقی، دیابت، آسم، آرتریت، یبوست و سرطان استفاده می‌شود (۱۰). همچنین گزارش شده است که عصاره گیاه دارای فعالیت ضدسل است (۲۸) این گیاه از نظر کمیت مقدار تولید روغن، مانند آفتابگردان و از لحاظ پروتئین مانند سویا می‌باشد. بذور سالیکورنیا دارای ۳۰ درصد روغن و ۳۵ درصد پروتئین و کمتر از سه درصد نمک می‌باشد، به‌طوری‌که روغن سالیکورنیا دارای ۷۵ درصد اسید-های چرب غیراشباع لینولئیک و لینولنیک می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهند که برخی از گونه‌های سالیکورنیا مانند *S. europaea* نسبت به شوری تا ۵۰۰ میلی‌مولار NaCl متحمل هستند (۳۸).

تکنیک کشت بافت قبلا بیشتر به‌عنوان یک ابزار در تحقیقات مربوط به رشدونمو بافت‌ها و سلول‌های ایزوله شده از گیاهان استفاده می‌شد. از اواسط قرن بیستم امکان استفاده از آن در باززایی، تکثیر گیاهان از کالوس و سایر اندام‌ها و بافت‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته و تلاش‌های زیادی در این زمینه آغاز شده است (۴). همچنین از کشت بافت به‌طور وسیع در تولید انبوه، حفظ و نگهداری ذخایر ژنتیکی گیاهان، مطالعه ترکیبات تولیدی و بهبود ژنتیکی استفاده شده است (۲۳ و ۳۵). در ضمن روش‌های کشت درون شیشه‌ای، محیط‌های یکنواخت و کنترل شده‌ای را برای بررسی پاسخ به تنش شوری در گیاهچه‌ها و کالوس‌ها فراهم می‌کنند (۱۹ و ۲۴). در چنین شرایطی امکان تولید گیاهان یکنواخت از نظر ژنتیکی و مورفولوژیکی نیز امکان‌پذیر می‌باشد (۳۳). علاوه‌بر مطالب گفته شده مشاهده شده است که بین رفتار گیاهان در رابطه با تحمل به شوری در شرایط درون شیشه‌ای و برون شیشه‌ای همبستگی وجود دارد (۵). در نتیجه این امکان فراهم می‌شود تا از روش کشت بافت برای انتخاب گیاهان متحمل به شوری استفاده نمود (۱۱).

رشد گیاه سالیکورنیا در حالت عادی با استفاده از بذر محدود به فصل و جوانه‌زنی آن می‌باشد و به دلیل عدم رسیدگی همزمان بذور، تکثیر و تولید آن کاهش می‌یابد. علاوه‌براین به دلیل دگرگشن بودن این گیاه، نسل‌های بعدی که از طریق بذر گیاه اولیه تکثیر می‌شوند با نسل‌های قبلی خود متفاوت خواهد بود. برای غلبه بر این مشکلات و به منظور تکثیر این گیاه در مقیاس کلان و با حفظ خصوصیات گیاهچه مادری، استفاده از ریزازدیادی پیشنهاد شده است (۱۱). کشت بافت هالوفیت‌ها به‌دلیل هتروزیگوتی و سخت کشت بودن (۳۶) و همچنین اندازه کوچک جنین و مشکلات دسترسی به ریز-نمونه‌ها در طول سال‌های اخیر کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است (۱۱)، به همین دلیل اکثر مطالعات انجام شده بر روی سالیکورنیا بیش‌تر به اکولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمیایی پرداخته است. تاکنون مطالعات اندکی بر روی باززایی و ریزازدیادی سالیکورنیا صورت گرفته است (۱۱، ۲۹، ۳۰ و ۳۱) و مطالعه حاضر اولین تحقیق در ارتباط با کشت بافت *S. iranica* Akhani می‌باشد. هدف از این مطالعه، تعیین بهترین ترکیب تنظیم‌کننده رشد و شوری بر شاخه‌زایی و بهترین محیط بر ریشه‌زایی سالیکورنیا و بررسی سازگاری گیاهچه‌های حاصل از کشت درون شیشه‌ای است.

DOI: 10.22034/jpr.2025.2278 مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹

مواد و روشها

مواد گیاهی: بذور جمعیت‌های *S. iranica* در فصل پائیز از اطراف دریاچه ارومیه جمع‌آوری شدند، سپس در گلدان-هایی با بستر کشت ماسه بادی و خاک با نسبت ۲:۱ در گلخانه کشت گردید (شکل ۱۰). مشخصات سه جمعیت مورد مطالعه سالیکورنیا در جدول ۱ آمده است. مطالعات کشت بافت در آزمایشگاه کشت بافت و مهندسی ژنتیک دانشگاه تبریز انجام شد.

شاخه‌زایی: پس از تولید گیاهچه‌های حاصل از بذرهای کشت شده در گلخانه، جهت ریزازدیادی، سرشاخه و گره-های جمعیت‌های سالیکورنیا به عنوان ریزنمونه به‌مدت ۱۵ دقیقه با هیپوکلریت‌سدیم دو درصد ضدعفونی و سپس ۵-۴ بار با آب مقطر استریل شستشو شدند.

جدول ۱- مشخصات جمعیت‌های مورد مطالعه سالیکورنیا

جمعیت‌ها	کد	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
چی‌چست	P1	45°15'32.59"E	37°35'15.63"N
تالاب سولدوز	P2	45°35'10.94"E	37° 2'39.24"N
دیزج دول	P3	45°19'32.19"E	37°15'3.44"N

برای کشت ریزنمونه‌ها از محیط کشت پایه MS (موراشیک و اسکوگ) حاوی ۰/۸ درصد آگار و ۳ درصد ساکارز استفاده و همچنین اثرات تنظیم کننده‌های رشد بنزیل‌آمینو-پورین (BAP) (۱، ۲و ۳ میلی‌گرم در لیتر)، نفتالین‌استیک‌اسید (NAA) (۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌گرم در لیتر) و غلظت‌های مختلف کلریدسدیم (۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ میلی‌مولار) به‌تنهایی و در ترکیب با یکدیگر ارزیابی شدند. پس از دو ماه صفات طول شاخه و تعداد گره اندازه‌گیری و شمارش گردید. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل چهار عاملی با سه تکرار انجام و در داخل هر شیشه ۱۰ نمونه قرار داده شد.

ریشه‌زایی: ریزازدیادی کارآمد به ریشه‌دهی خوب برای سازگاری و زنده ماندن نیاز دارد. برای ریشه‌زایی، ساقه‌های ۱-۲ سانتی‌متری تولید شده به محیط کشت MS حاوی غلظت‌های مختلف تنظیم کننده‌های رشد و $MgCl_2$ (جدول ۲) منتقل شدند. پس از ریشه‌زایی، صفات درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه اندازه‌گیری شد. تمامی کشت‌ها در اتاقک رشد با دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد، ۱۶ ساعت روشنایی با نور ۲۰۰۰ لوکس نگهداری شدند.

سازگاری: سازگاری فرآیندی الزامی است که بوسیله آن گیاه با محیط برون شیشه‌ای سازگار می‌شود. در این مرحله گیاهچه‌های دارای ریشه‌های قوی از محیط کشت جدا گردید و برای زدودن آگار از گیاهچه‌ها و همچنین جلوگیری از رشد میکروبی از آب استریل استفاده شد. جهت بررسی سازگاری به گلدان‌های حاوی پرلیت و ورمیکولیت منتقل و رطوبت گلدان‌ها با استفاده از پلاستیک به مدت ۲۰ روز در اتاق کشت با دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت نور حفظ شد ودر طی این مدت با محلول MS ۱/۲ هر چهار روز یکبار مرطوب شدند. پس از برداشتن پلاستیک گیاهچه-ها به گلخانه منتقل و پس از دو ماه درصد بقای گیاهچه‌ها ثبت گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: پس از بررسی برقراری مفروضات تجزیه واریانس شامل نرمال و یکنواخت بودن خطاهای آزمایشی، تجزیه داده‌ها براساس مدل آماری طرح کاملا تصادفی انجام و میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

DOI: 10.22034/jpr.2025.2278 مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹

جدول ۲- محیط‌های کشت مورد استفاده در ریشه‌زایی

محیط‌ها	ترکیبات
M1	NAA 1 mg/L+IBA 1 mg/L
M2	NAA 1.5 mg/L+IBA 0.5 mg/L
M3	IBA 0.5 mg/L + Kin 0.1 mg/L
M4	IBA 1 mg/L + Kin 0.1 mg/L
M5	NAA 0.5 mg/L+ $MgCl_2$ 20 g/L

تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزارهای 16 SPSS، SAS و Excel صورت گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشـــان داد که از لحاظ طول شـــاخه در ســـطح احتمال یک درصـــد بین غلظـت‌هـای مختلف BAP ، NAA، NaCl وجمعیـت‌هـا اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اثرات متقابل دو جانبه BS (شوری × BAP)، BP (جمعیت × BAP) و SP (جمعیت × شـــوری) در ســـطح احتمال یک درصـــد معنی‌داری بودند. معنی‌دار بودن اثر جمعیت نشـــان از وجود اختلاف ژنتیکی بالا بین جمعیت‌های مورد ارزیابی داشت. همچنین براساس نتایج به‌دســـت آمده، مشـــخص گردید که بین غلظت‌های مختلف BAP، NAA، NaCl و جمعیت‌ها برای صفت تعداد گره در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اثرات متقابل دو جانبه NAA × BAP، BAP × جمعیت، کلریدسدیم × جمعیت و همچنین اثر متقابل سه جانبه BAP × کلریدسدیم × جمعیت در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل دو جانبه کلرید سدیم × BAP در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند.

شکل ۱ نمودار مقایسه میانگین ترکیبات تیماری مربوط به شوری و سطوح مختلف BAP را از نظر طول شاخه نشان می‌دهد. ترکیبات تیماری B3S2 (BAP 3 mg/L + 400 mM NaCl)، B2S2 (BAP 2 mg/L + 400 mM NaCl) و B1S2 (BAP 1 mg/L + 400 mM NaCl) به‌ترتیب با میانگین‌های ۴۱/۹۴، ۴۱/۰۹ و ۴۰/۸۸ میلی‌متر بیشترین و ترکیب B1S1 (BAP 1 mg/L + 200mM NaCl) با ۳۶ میلی‌متر کمترین طول شاخه را موجب شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان چنین استنباط کرد که سطوح مورد مطالعه BAP تاثیری در افزایش طول شاخه نداشتند و غلظت ۴۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم نقش مهمی در شاخه‌زایی سالیکورنیا داشت. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری جمعیت × BAP از لحاظ طول شاخه شکل (۲) نشان داد که ترکیبات تیماری B3P3، B2P3 و B1P3 به‌ترتیب با میانگین‌های ۴۴/۱۴، ۴۳/۵۸ و ۴۲/۹۶ میلی‌متر بیشترین طول شاخه را داشتند. جمعیت دیزج دول در تمامی سطوح BAP بالاترین رتبه را از نظر طول شاخه دارا بود. به‌عبارتی جمعیت دیزج‌دول از پتانسیل بالایی از نظر ریزازدیادی، برای گیاه سالیکورنیا برخوردار است. جمعیت چی‌چست در ترکیب با ۱ میلی‌گرم در لیتر BAP (B1P1) و ۲ میلی‌گرم در لیتر BAP (B2P1) ، به‌ترتیب با میانگین‌های ۳۴/۳۰ و ۳۵/۴۲ میلی‌متر کمترین طول شاخه را داشت. ترکیبات تیماری S2P3 و S3P3 یعنی جمعیت دیزج دول در سطوح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار NaCl با میانگین ۴۴/۹۲ و ۴۳/۷۳ میلی‌متر بیشترین میزان طول شاخه و جمعیت چی‌چست در ترکیب با ۲۰۰ میلی‌مولار NaCl (S1P1) با میانگین ۳۲/۳۶ میلی‌متر کمترین طول شاخه را به خود اختصاص داده که در شکل ۳ نشان داده شده است.

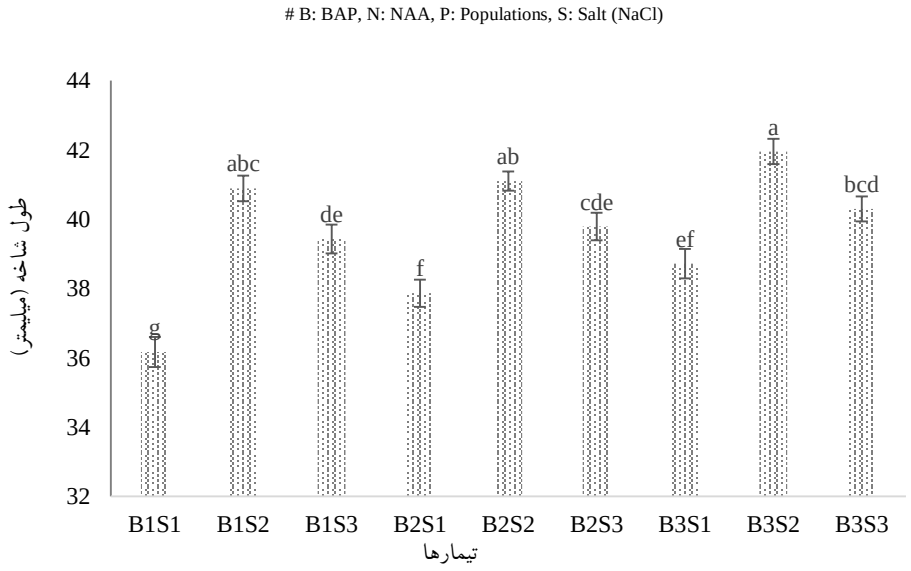
مقایسه میانگین ترکیبات تیماری مربوط به شوری × BAP از نظر تعداد گره نشان داد که تیمار B3S2 (3 mg/L BAP + 400 mM NaCl) با میانگین ۷/۲۰ بهترین تیمار و کمترین تعداد گره با میانگین ۲/۴۰ مربوط به تیمار B1S1 (1 mg/L BAP + 200 mM NaCl) می‌باشد (شکل ۴).

مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278

جدول ۳- تجزیه واریانس طول شاخه و تعداد گره

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		طول شاخه	تعداد گره
B	2	45.103**	42.491**
N	2	4.157**	4.134**
S	2	285.853**	225.498**
P	2	1339.164**	60.306**
B × N	4	0.103^{ns}	0.207**
B × S	4	7.013**	0.129*
B × P	4	3.032**	0.197**
N × S	4	0.520^{ns}	0.025^{ns}
N × P	4	0.658^{ns}	0.029^{ns}
S × P	4	18.858**	1.802**
B × N × S	8	0.765^{ns}	0.053^{ns}
B × N × P	8	0.343^{ns}	0.018^{ns}
B × S × P	8	0.737^{ns}	0.690**
N × S × P	8	0.183^{ns}	0.084^{ns}
B × N × S × P	16	0.239^{ns}	0.008^{ns}
خطا	162	0.644	0.048
ضریب تغییرات (٪)		2.02	4.43

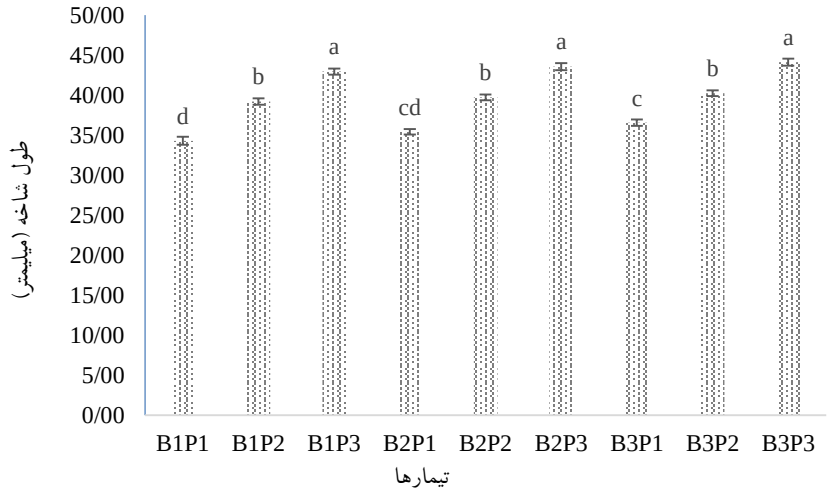
^{ns} ، * ، ** بترتیب نشان‌دهنده عدم‌معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.



شکل ۱- تاثیر بنزیل آمینوپورین و شوری بر طول شاخه در گیاه سالیکورنیا

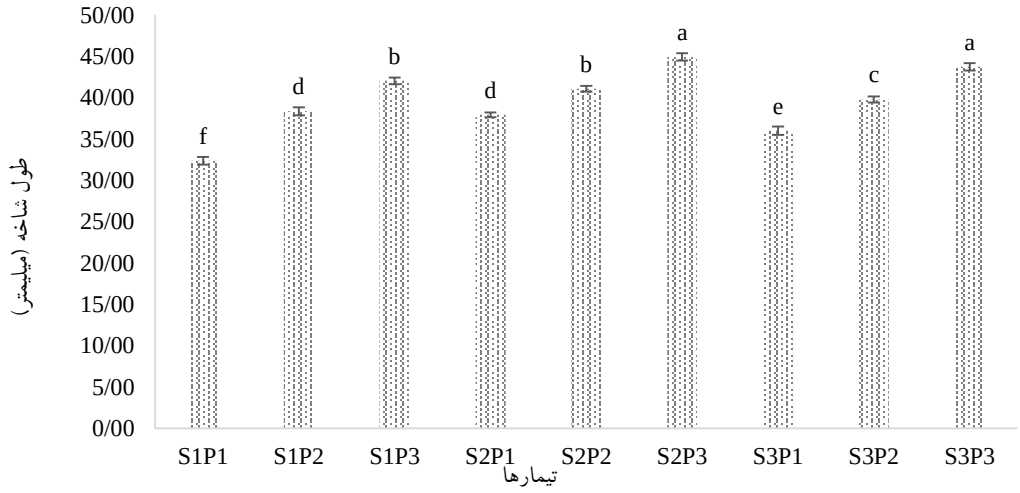
حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.

مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278



شکل ۲- تاثیر بنزیل‌آمینوپورین و جمعیت بر طول شاخه در گیاه سالیکورنیا

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۱) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.



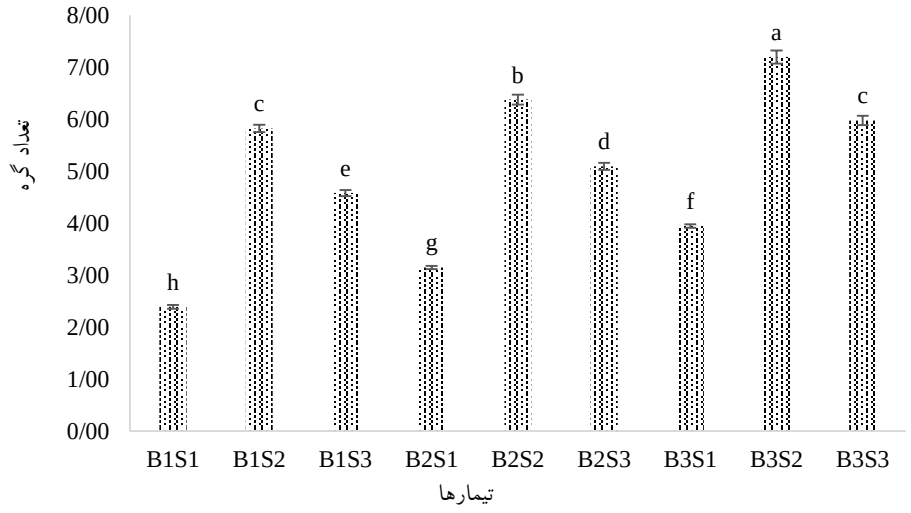
شکل ۳- تاثیر شوری و جمعیت بر طول شاخه در گیاه سالیکورنیا

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۱) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.

ترکیبات تیماری B3N2 (3 mg/L BAP + 1 mg/L NAA) و B3N1 (3 mg/L BAP + 0.5 mg/L NAA) به‌ترتیب با میانگین‌های ۵/۹۰ و ۵/۸۵ بیشترین و B1N3 (1 mg/L BAP + 2 mg/L NAA) با میانگین ۳/۹۶ کمترین تعداد گره را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۵). پس می‌توان چنین استنباط نمود که غلظت‌های کمتر NAA با ثابت ماندن میزان BAP نسبت به غلظت‌های بیشتر، موجب تشکیل تعداد گره بیشتری شده است. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری جمعیت × BAP از نظر تعداد گره در شکل ۶ آورده شده است. ترکیب تیماری جمعیت تالاب سولدوز و ۱ میلی‌گرم بر لیتر BAP (B1P2)

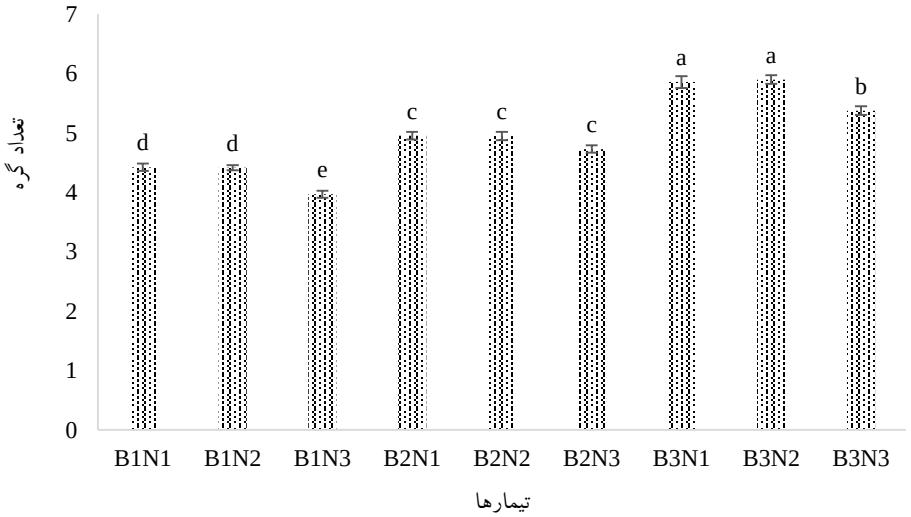
مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278

و جمعیت چی‌چست و ۱ میلی‌گرم بر لیتر BAP (B1P1) با میانگین‌های ۸/۲۰ و ۳/۴۱ به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد گره را موجب شدند. شکل ۷ نمودار مقایسه میانگین ترکیبات تیماری جمعیت‌های سالیکورنیا و شوری را از نظر تعداد گره نشان می‌دهد. ترکیب جمعیت دیزجدول و ۴۰۰ میلی مولار کلرید سدیم (S2P3) با میانگین ۷/۶۴ بیشترین و جمعیت چی‌چست و ۲۰۰ میلی مولار کلریدسدیم (S1P1) با میانگین ۲/۳۹ کمترین تعداد گره را به خود اختصاص دادند.



شکل ۴- تاثیر بنزیل آمینوپورین و شوری بر تعداد گره در گیاه سالیکورنیا

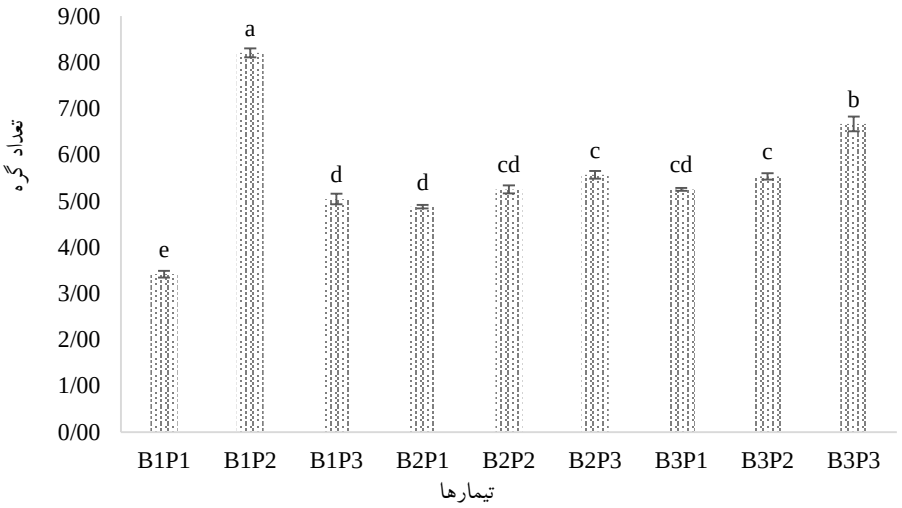
حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.



شکل ۵- تاثیر بنزیل آمینوپورین و نفتالین استیک اسید بر تعداد گره در گیاه سالیکورنیا

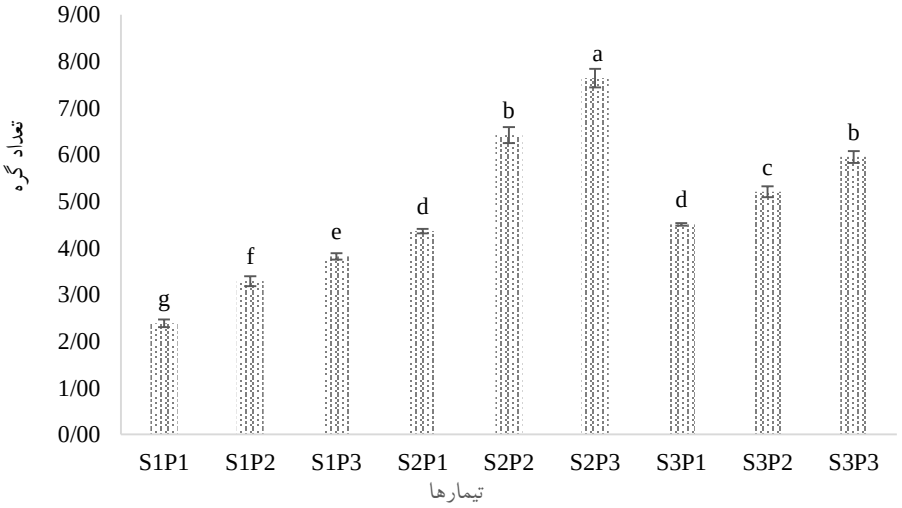
حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (**P**<۰/۰۱) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.

مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278



شکل ۶- تاثیر بنزیل آمینوپورین و جمعیت بر تعداد گره در گیاه سالیکورنیا

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (**P**<۰/۰۱) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.



شکل ۷- تاثیر شوری و جمعیت بر تعداد گره در گیاه سالکورنیا

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (**P**<۰/۰۱) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ریشه‌زایی (جدول ۴) نشان داد که ازنظر تعداد ریشه، اثرات اصلی محیط کشت و جمعیت‌های سالیکورنیا در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری دارند. همچنین اثر متقابل دو جانبه جمعیت و محیط کشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. معنی‌داری اثر متقابل جمعیت × محیط در سطح احتمال یک درصد نشان از واکنش متفاوت جمعیت‌ها در محیط‌های مختلف دارد. از لحاظ درصد ریشه‌زایی تنها اختلاف معنی-دار (P<0.01) بین محیط‌های کشت مشاهده گردید. شکل ۸ مقایسه میانگین ترکیبات تیماری جمعیت × محیط را از نظر تعداد ریشه نشان می‌دهد. جمعیت دیزج دول در ترکیب با M5 (M5P3) با میانگین ۱۱/۰۸ و جمعیت چی‌چست در

مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278

ترکیب با M2 (M2P1) و M1 (M1P1) به‌ترتیب با میانگین ۳/۳۳ و ۳ کمترین تعداد ریشه را موجب شدند. محیط M5 (NAA 0.5 mg/L+ $MgCl_2$ 20 g/L) با ۷۳/۳۳ درصد ریشه‌زایی بهترین تیمار بود و تفاوت معنی‌داری با سایر محیط‌ها داشت. محیط‌های M1 (NAA 1 mg/L+IBA 1 mg/L) و M2 (NAA 1.5 mg/L+IBA 0.5 mg/L) به‌ترتیب با ۳۰ و ۳۶ درصد کمترین میزان ریشه‌زایی را به خود اختصاص دادند (شکل۹). در مطالعه حاضر، در مجموع ۶۰ درصد از گیاهان تولید شده از کشت بافت، در محیط بیرون با موفقیت سازگار گردیدند. مراحل مختلف کشت بافت سالیکورنیا در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

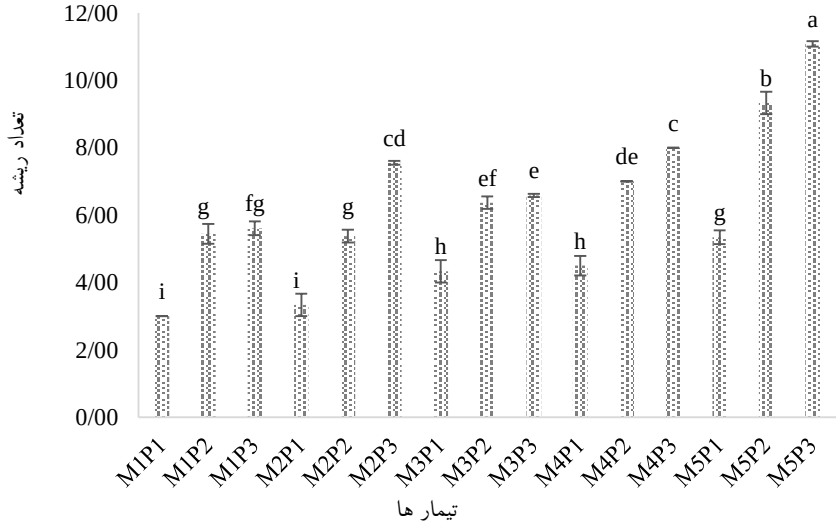
بحث و نتیجه گیری

استفاده از فناوری کشت بافت میتواند از جمله مطلوب‌ترین روش‌های تکثیر سریع گیاهان در زمانی کوتاه و فضایی محدود محسوب شود (۲). علی‌رغم پتانسیل‌های فراوانی که سالیکورنیا در ابعاد متنوع دارد اما تاکنون مطالعات کشت بافتی اندکی انجام شده است و اغلب مطالعات مربوط به اکولوژی و فیزیولوژی این گیاه است.

جدول ۴- تجزیه واریانس تعداد ریشه و درصد ریشه‌زایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		تعداد ریشه	درصد ریشه‌زایی
محیط	4	19.982**	0.259**
جمعیت	2	53.324**	0.010^{ns}
محیط × جمعیت	8	1.697**	0.003^{ns}
خطا	30	0.134	0.003
ضریب تغییرات (٪)		5.91	11.06

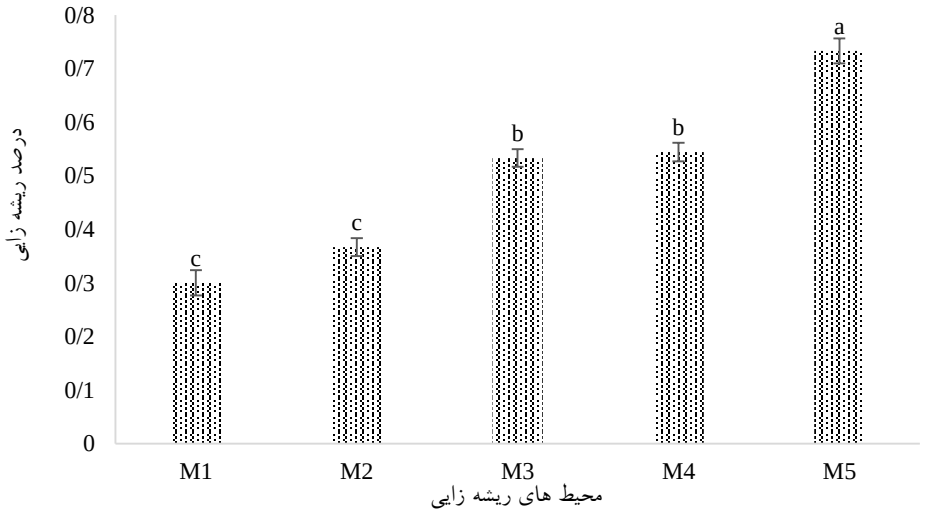
^{ns}،** بترتیب نشان‌دهنده عدم‌معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.



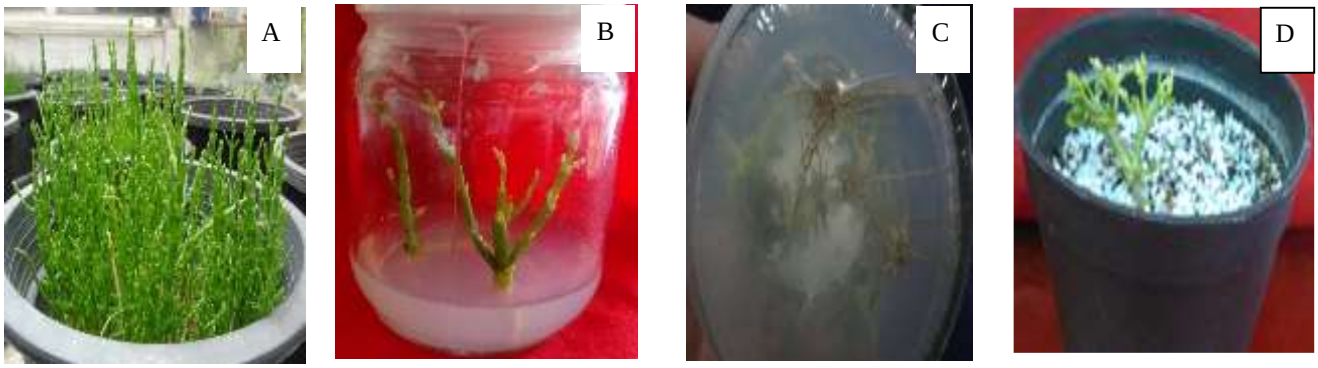
شکل ۸- تاثیر محیط‌های کشت و جمعیت بر تعداد ریشه در گیاه سالکورنیا

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (**P**<۰/۰۱) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.

مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278



شکل ۹-تاثیر محیط‌های کشت بر درصد ریشه‌زایی در گیاه سالکورنیا
حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۱) بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.



شکل ۱۰- مراحل ریزازدیادی سالیکورنیا: گیاهچه‌های سالیکورنیا (**A**)، شاخه‌زایی (**B**)، ریشه‌زایی (**C**) و سازگاری (**D**)

بااین حال در مورد استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشدی محققین مختلف به نتایج متفاوتی دست یافتند، به‌عنوان مثال Onaindia و Amezaga (۱۹۹۹) بیان کردند که *S. ramosissima* مکان‌های غنی از مواد آلی را ترجیح می‌دهد (۲۵). Stefaniak و همکاران (۲۰۰۳) برای دست یافتن به رشد سریع در علف‌شور (*Salsola rigida*) از BAP و IAA استفاده نمودند (۳۴). همچنین Mei و همکاران (۱۹۹۷) نیز از تنظیم‌کننده‌های مذکور برای شکستن خواب بذر آتریپلکس مورد استفاده قرار دادند (۲۰). در مطالعه حاضر، از لحاظ طول شاخه و تعداد گره در سطح احتمال یک درصد بین غلظت‌های مختلف BAP ، NAA، NaCl و همچنین جمعیت‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. معنی‌دار بودن اثر جمعیت در سطح احتمال یک درصد برای صفات مورد ارزیابی نشان از وجود اختلاف ژنتیکی بالا بین جمعیت‌های مورد مطالعه بود. علت این امر می‌تواند ناشی از اختلافات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و حتی ژنتیکی باشد که بین سه جمعیت

مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278

چی‌چست، تالاب سولدوز و دیزج دول در اثر تکامل و در پاسخ به ریز اقلیم‌های منطقه صورت گرفته باشد. در نتیجه همین تغییرات، پاسخ‌های کشت بافتی سه جمعیت مذکور متفاوت است. در پژوهشی که توسط Joshi و همکاران (۲۰۱۲) روی ریزازدیادی *S. brachiate* با استفاده از سر-شاخه‌ها و گره‌ها صورت گرفت، به این نتیجه رسیدند که شاخه‌زایی با استفاده از BAP بهتر از Kin می‌باشد. در این تحقیق همچنین مشاهده شد که در حالت ترکیب BAP + NAA شاخه‌زایی نسبت به BAP + 2,4-D بیشتر بود. مطالعات محققین مذکور نشان داد که طول شاخه به‌طور معنی‌داری با تیمار ۵۰۰ میلی‌مولار NaCl در ترکیب با BAP 2 mg/L + NAA 1 mg/L افزایش می‌یابد. آن‌ها چنین نتیجه گرفتند که NaCl برای ریزازدیادی لازم و ضروری می‌باشد (۱۱). نتایج به‌دست آمده در این پژوهش در مرحله شاخه‌زایی با نتایج Shi و همکاران (۲۰۰۶) و Raposo و Morais (۲۰۱۴) مطابقت داشت. این محققان گزارش نمودند که کلریدسدیم نقش بسیار مهمی در کشت بافت *S. europeae* و *Sarcocornia fruticosa* دارد (۲۷ و ۳۰). با توجه به بررسی انجام شده و نتایج محققان دیگر می‌توان به این نتیجه دست یافت که NaCl برای ریزازدیادی *S. iranica* نیزلازم و ضروری است. مطالعات ریاحی‌نیا و دانایی‌پور (۱۴۰۱) نشان داد که در مرحله جوانه‌زنی با افزایش شوری، سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، ارتفاع گیاهچه، شاخص ویگور و وزن ساقه‌چه در سالیکورنیا کاهش می‌یابد (۱). همچنین در گیاه هالوفیت *Crithmum maritimum* تشکیل شاخه جدید با غلظت نمک کاهش می-یابد اما طول شاخه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۸). مطالعات Yuan و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که گیاهان هالوفیت از مکانیسم‌های مختلفی برای تحمل شوری استفاده می‌کنند که شامل کده‌بندی یون سدیم در واکوئل، استفاده از غده‌های نمک و وجود ژن‌های متحمل به شوری است. در نتیجه در غلظت‌های معینی از نمک، نه‌تنها رشد گیاهان هالوفیت کاهش نمی‌یابد، بلکه با استفاده از مکانیسم‌های مذکور، افزایش می‌یابد (۳۹). Singh و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه خود بر روی نقش NAA به این نتیجه رسیدند که تنظیم‌کننده مذکور همراه با TDZ بر روی صفت طول شاخه *S. brachiata* اثر هم‌افزایی داشتند (۳۱). در حالی‌که Lee و همکاران (۱۹۹۲) و Grigoriadou و Maloupa (۲۰۰۹) به ترتیب در *S. bigelovii* و *C. maritimum* به این نتیجه دست یافتند که ترکیب هورمون NAA و BAP موجب افزایش تکثیر ساقه می‌شود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (۸ و ۱۵). همچنین نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج سایر پژوهشگران در به‌کارگیری از محیط کشت MS برای ریز-ازدیادی سالیکورنیا همسویی دارد (۱۱ و ۳۰). در حالی‌که Singh و همکاران (۲۰۱۴) استفاده از محیط کشت DMS را برای ریزازدیادی *S. brachiata* و Groll و همکاران(۲۰۰۱) برای کاساوا پیشنهاد کردند (۹ و ۳۱). درضمن با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش، مشخص گردید ۴۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم به‌عنوان بهترین غلظت برای ریز-ازدیادی *S. iranica* می‌باشد. بنابراین می‌توان چنین بیان کرد که تقریبا شوری نزدیک به آب دریا برای ریزازدیادی بهینه سالیکورنیا لازم و ضروری است.

از نظر درصد ریشه‌زایی اثرات اصلی محیط و جمعیت‌های سالیکورنیا و همچنین اثر متقابل جمعیت و محیط در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بودند. معنی‌داری اثر متقابل در سطح احتمال یک درصد نشان از واکنش متفاوت جمعیت‌ها در محیط‌های مختلف داشت. محققین مختلف نیز نشان دادند که پاسخ به کشت بافت تحت تاثیر ژنوتیپ بوده و معمولاً اثر متقابل معنی‌داری بین ژنوتیپ و محیط کشت مشاهده می‌شود و ژنوتیپ‌های مختلف واکنش متفاوتی به شرایط کشت بافت نشان می‌دهند (۶، ۱۲ و ۲۲). در ارتباط با نقش تنظیم کننده‌های مختلف رشدی بر روی صفات ریشه‌زایی سالیکورنیا مطالعات کمی صورت گرفته است. Shi و همکاران (۲۰۰۶) ریشه‌دهی مناسب را در محیط کشت القا ریشه شامل ترکیبات تنظیم‌کننده رشد گیاهی IBA (۲/۴۶ میکرومولار) و Kn (۰/۴۶ میکرومولار) با ۲۵ درصد

مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹
DOI: 10.22034/jpr.2025.2278

ریشه‌زایی گزارش کردند (۳۰). در مطالعه حاضر نیز همین ترکیب با ۵۳/۳۳ درصد در رتبه دوم قرار داشت. در مطالعه Singh و همکاران (۲۰۱۲) بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به محیط حاوی NAA و $MgCl_2$ بود. شاید $MgCl_2$ شرایط کشت طبیعی را برای سالیکورنیا تقلید کرده و موجب افزایش ریشه‌دهی شده است. سالیکورنیا در نواحی ساحلی با آب دریا می‌روید و $MgCl_2$ جز ترکیبات اصلی آب دریا است. این محققان ترکیب تیماری NAA 0.5 mg/L+ $MgCl_2$ 20 g/L را با ۹۰ درصد ریشه‌زایی و ۱۴/۹ تعداد ریشه بهترین محیط برای *S. brachiata* معرفی کردند، که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت (۳۱). در این پژوهش نیزجمعیت دیزج‌دول در ترکیب با همین محیط با میانگین ۱۱/۰۸ بیشترین تعداد ریشه را موجب شد. با توجه به مطالب گفته شده در این پژوهش می‌توان چنین نتیجه گرفت که در بین جمعیت‌های مورد مطالعه جمعیت دیزج‌دول از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی بهترین جمعیت برای ریزازدیای سالیکورنیا بود.

نتایج این پژوهش نشان داد که ریزازدیادی سالیکورنیا می‌تواند منجر به تولید گیاهان یکنواخت با تعداد مطلوب در زمان کوتاهی شود. درضمن مشخص گردید ۴۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم به‌عنوان بهترین غلظت برای ریزازدیادی *S. iranica* می‌باشد. بنابراین می‌توان چنین بیان کرد که تقریبا شوری نزدیک به آب دریا برای ریزازدیادی بهینه سالیکورنیا لازم و ضروری است. استفاده از ۴۰۰ میلی‌مولار NaCl به تنهایی وهمچنین در ترکیب با سطوح مختلف BAP بیشترین طول شاخه را منجر شدند. همچنین ترکیب ۴۰۰ میلی‌مولار NaCl و ۳ میلی‌گرم BAP توانست از نظر تعداد گره بهتر باشد. در مرحله ریشه‌زایی نیز استفاده از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA در ترکیب با ۲۰ گرم در لیتر $MgCl_2$ توانست ریشه‌های مطلوبی را با تعداد مناسب تولید کند. با توجه به اینکه مطالعه حاضر اولین گزارش در ارتباط با ریزازدیادی *S. iranica* می‌باشد. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در گسترش تحقیقات مربوط به کشت بافت و مهندسی ژنتیک سالیکورنیا موثر باشد.

سپاسگزاری

این مطالعه با حمایت دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی صورت گرفته است.

منابع

۱- ریاحی نیا، شهرام. و دانایی پور، زهرا. (۱۴۰۱). بررسی تاثیر تیمار نانو کود آهن و کلات آهن در دو مرحله زیستی گیاه سالیکورنیا تحت تنش شوری، پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۳۵ (۱): ۱۸۸-۱۷۴. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1401.35.1.11.5.

۲- شیرزادیان خرم آباد، رضا. و تقی پور، فرشته. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر تنظیم کننده‌های رشد بر ریزازدیادی درون‌شیشه‌ای بنفشه آفریقایی (Saintpaulia, Pretty Miss Kelly) از ریزقطعات برگ، پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۳۲ (۱): ۱۳۶-۱۲۵. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1398.32.1.15.8.

3- Akhani, H., 2008. Taxonomic revision of the genus *Salicornia* L. (Chenopodiaceae) in Central and Southern Iran. Pakistan Journal of Botany, 40(4): 1635-1655.

4- Akin-Idowu, P.E., Ibitoye, D.O. and Ademoyegun, O.T., 2009. Tissue culture as a plant production technique for horticultural crops. African Journal of Biotechnology, 8: 3782-3788.

5- Carretero, C.L., Cantos, M., García, J.L. and Troncoso, A., 2007. In vitro–ex vitro salt (NaCl) tolerance of cassava (*Manihot esculenta Crantz*) plants. In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant, 43: 364–369. https://doi.org/10.1007/s11627-006-9022-5

6- Devi, R., Dhaliwal, M.S., Kaur, A. and Gosal, S.S., 2008. Effect of growth regulators on in vitro morphogenic response of tomato. Indian Journal of Biotechnology, 7: 526-530. https://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/2359

7- Ghorbanalizadeh, A., Akhani, H. and Bergmeier, E., 2020. Vegetation patterns of a rapidly drying up salt lake ecosystem: Lake Urmia, NW Iran. Phytocoenologia, 50(1): 1–46. https://doi.org/10.1127/phyto/2019/0338

8- Grigoriadou, K. and Maloupa, E., 2008. Micropropagation and salt tolerance of in vitro grown *Crithmum maritimum* L. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 94:209-217. https://doi.org/10.1007/s11240-008-9406-9

DOI: 10.22034/jpr.2025.2278

9- Groll, J., Mycock, D.J., Gray, V.M. and Laminski, S., 2001. Secondary somatic embryogenesis of cassava on picloram supplemented media. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 65: 201–210. https://doi.org/10.1023/A:1010622424627

10- Ha, B.J., Lee, S.H., Kim, H.J. and Lee, J.Y., 2006. The role of *Salicornia herbacea* in ovariectomy-induced oxidative stress. Biological and Pharmaceutical Bulletin, 29: 1305–1309. https://doi.org/10.1248/bpb.29.1305

11- Joshi, M., Mishra, A. and Jha, B., 2012. NaCl plays a key role for in vitro micropropagation of *Salicornia brachiata*, an extreme halophyte. Industrial Crops and Products, 35(1): 313–316. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.06.024

12- Kaur, N., Sharma, R.K., Sharma, M., Singh, V. and Ahuja, P.S., 2007. Molecular evaluation and micropropagation of field selected elites of *Rosa damascena*. General and Applied Plant Physiology, 33: 171-186.

13- Khan, M.A., Ozturk, M., Gul, B. and Ahmed, M.Z., 2016. Halophytes For Food Security in Drylands. Academic Press, Elsevier, New York, USA, 338p.

14- Koyro, H.W., Khan, M.A. and Lieth, H., 2011. Halophytic crops: A resource for the future to reduce the water crisis? Emirates Journal of Food and Agriculture, 23 (1): 1-16. https://doi.org/10.9755/ejfa.v23i1.5308

15- Lee, C.W., Glenn, E.P. and O'Leary, J.W., 1992. In vitro propagation of *Salicornia bigelovii* by shoot-tip cultures. HortScience, 27(5):472-472. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.5.472

16- Lee, J.H., Kim, H.J. and Rhim, J.W., 2012. Vacuum drying characteristics of *Salicornia herbacea* L. Journal of Agricultural Science and Technology, 14: 587–598.

17- Li, Y., Zhang, Y., Feng, F., Liang, D., Cheng, L., Ma, F. and Shi, S., 2010. Overexpression of a Malus vacuolar Na+/H+ antiporter gene (MdNHX1) in apple rootstock M.26 and its influence on salt tolerance. Plant Cell and Tissue Organ Culture, 102: 337–345. https://doi.org/10.1007/s11240-010-9738-0

18- Manikandan, T., Neelakandan, T. and Usha Rani, T.G., 2009. Antibacterial activity of *Salicornia brachiate*, a halophyte. Journal of Phytology, 1: 441-443.

19- McCoy, T.J., 1987. Tissue culture evaluation of NaCl tolerance in *Medicago sativa* species: cellular versus whole plant response. Plant Cell Reports, 6: 31-34. https://doi.org/10.1007/BF00269733

20- Mei, B., No, E.G., McWilliams, E., Gould, J.H. and Newton, R.J., 1997. In vitro regeneration of fourwing salt bush *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Journal of Range Management, 50: 413-418. https://doi.org/10.2307/4003309

21- Murashige, T. and Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 15:473–479. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x

22- Nakano, M., Nagai, M., Tanaka, S., Nakata, M. and Godo, T., 2005. Adventitious shoot regeneration and micropropagation of the Japanese endangered *Hylotelephium sieboldii* (Sweet ex Hook.) *H. Ohba* and *H. sieboldii* var. *ettyuense* (Tomida) *H. Ohba*. Plant Biotechnology, 22: 221–224. https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.22.221

23- Nalwade, S.M. and Tsay, H.S., 2004. In vitro propagation of some important Chinese medicinal plants and their sustainable usage. In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant, 40: 143-154. https://doi.org/10.1079/IVP2003504

24- Niknam, V., Razavi, N., Ebrahimzadeh, H. and Sharifizadeh, B., 2006. Effect of NaCl on biomass, protein and proline contents, and antioxidant enzymes in seedlings and calli of two Trigonella species. Biologia Plantarum, 50: 591-596. https://doi.org/10.1007/s10535-006-0093-2

25- Onaindia, M. and Amezaga, I., 1999. Natural regeneration in salt marshes of northern Spain. Annales Botanici Fennici, 36:59-66.

26- Ramani, B., Reeck, T., Debez, A., Stelzer, R., Huchzermeyer, B., Schmidt, A. and Papenbrock, J., 2006. *Aster tripolium* L. and *Sesuvium portulacastrum* L. two halophytes, two strategies to survive in saline habitats. Plant Physiology and Biochemistry, 44: 395-408. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2006.06.007

27- Raposo, M.F.D.J. and Morais, R.M.S.C.D., 2014. Micropropagation of the halophyte *Sarcocornia fruticosa* (L.) AJ Scott. Journal of Basic & Applied Sciences, 10:53-59. https: //doi.org/10.6000/1927-5129.2014.10.08

28- Rathod, M.R., Shethia, B.D., Pandya, J.B., Ghosh, P.K., Dodia, P.J., Srivastava, B.S., Srivastava, R., Srivastava, A., Chaturvedi, V. and Vairmani, M., 2011. Antitubercular extracts of *Salicornia brachiata*. US patnet 7,989,004 B2 United States Patent and Trademark Office, Washington, 2 Aug.

29- Rathore, M.S., Paliwal, N., Anand, K.G.V. and Agrawal, P.K., 2015. Somatic embryogenesis and in vitro plantlet regeneration in *Salicornia brachiata* Roxb. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 120 (1): 355-360. https://doi.org/10.1007/s11240-014-0571-8

30- Shi, X.L., Han, H.P., Shi, W.L. and Li, Y.X., 2006. NaCl and TDZ are two key factors for the improvement of in vitro regeneration rate of *Salicornia europaea* L. Journal of Integrative Plant Biology, 48(10):1185–1189. https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2006.00342.x

31- Singh, D., Buhmann, A. K., Flowers, T. J., Seal, C. E. and Papenbrock, J., 2014. Salicornia as a crop plant in temperate regions: selection of genetically characterised ecotypes and optimization of their cultivation conditions. AoB PLANTS, 6: plus071. https://doi.org/10.1093/aobpla/plu071

32- Smillie, C., 2015. *Salicornia* spp. as a biomonitor of Cu and Zn in salt marsh sediments. Ecological Indicator, 56:70–78. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.010

مقاله پژوهشی، صفحات ۶۴-۴۹ DOI: 10.22034/jpr.2025.2278

33- Smith, R.H., 2012. Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments, 3nd ed. Elsevier, Academic Press.

34- Stefaniak, B., Wozny, A. and Li, V., 2003. Plant micropropagation and callus induction of some annual *Salsola* species. Biologia Plantarum, 46 (2): 305- 308. https://doi.org/10.1023/A:1022879400747

35- Tripathi, L. and Tripathi, J.N., 2003. Role of biotechnology in medicinal plants. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2: 243-253. https://doi.org/10.4314/tjpr.v2i2.14607

36- Uno, Y., Nakao, S., Yamai, Y., Koyama, R., Kanechi, M. and Inagaki, N., 2009. Callus formation, plant regeneration, and transient expression in the halophyte sea aster (*Aster tripolium* L.). Plant Cell Tissue and Organ Culture, 98: 303–309. https://doi.org/10.1007/s11240-009-9564-4

37- Ventura, Y. and Sagi, M., 2013. Halophyte crop cultivation: The case for *Salicornia* and *Sarcocornia*. Environmental and Experimental Botany, 92: 144-153. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.07.010

38- Yamamoto, K., Oguri, S., Chiba, S. and Momonoki, Y.S., 2009. Molecular cloning of acetylcholinesterase gene from *Salicornia europaea* L. Plant Signaling and Behavior, 4:361–366. https://doi.org/10.4161/psb.4.5.8360

39- Yuan, F., Xu, Y., Leng, B. and Wang, B., 2019. Beneficial effects of salt on halophyte growth: morphology, cells, and genes. Open life sciences, 14(1): 191-200. https://doi.org/10.1515/biol-2019-0021

Evaluation of the effect of Plant Growth Regulators and salinity on *in vitro* micropropagation of *Salicornia iranica* Akhani populations

Gheytaranpour sehrigh Sh., Aharizad S., and Baghban Kohneh rouz B.

Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, University of Tabriz, Tabriz, I.R. of Iran

Abstract

A large part of Iran is in a state of salinity and semi-salinity. In such areas, the best solution is to use plants that can tolerate salinity. Salicornia, a halophyte plant with its multiple uses and Micropropagation of Salicornia plays an important role in the management of saline areas. In the present study, the seeds of three populations of Salicornia were collected from around of Lake Urmia, after preparing the seedlings in the greenhouse, they were used for shooting with different concentrations of growth regulators (6- Benzylaminopurine and 1- Naphthaleneacetic acid) and sodium chloride and also for rooting, different culture mediums were studied in completely randomized factorial design with three replications. The results showed that there is a significant difference between different levels of BAP, NAA, NaCl and Salicornia populations in shoot length trait and number of nodes. Based on the comparison of means, the population of Dizaj-e Dowl in combination with 400 mM chloride-sodium and also the combination of 400 mM chloride-sodium with each of the three levels of BAP caused the highest shoot length. The same population in combination with 400 mM sodium chloride and 3 mg/L BAP and treatment combinations containing 0.5 and 1 mg/L NAA and 3 mg/L BAP had the highest number of nodes. For rooting traits, there was also a significant difference between different rooting media. Dizaj-e Dowl population also had the highest number of roots in combination with M5 medium (M5P3). In other words, Dizaj-e Dowl population was introduced as the best population in all studied traits.

Keywords: Micropropagation, Plant growth regulators, Rooting, Salicornia, Salinity stress.