مقاله پژوهشی

اثر پتانسیل‌های اسمزی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول و کلرید سدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر سالیکورنیا (*Salicornia sinus-persica* Akhani spec. nov.Akhani)

طیبه عطایی نسب، حمیدرضا بلوچی*، علی مرادی، محسن موحدی دهنوی

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱۱/۱۸، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۱/۱۶)

چکیده

جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه از مراحل حساس و مهم در چرخه زندگی گیاهان هستند که تحت‌تأثیر تنش‌های غیرزنده به‌ویژه تنش‌های خشکی و شوری قرار می‌گیرد. این پژوهش جهت بررسی اثرات پتانسیل اسمزی (ناشی از کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلیکول) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذرهای سالیکورنیا (*Salicornia sinus-persica* Akhani spec. nov.Akhani) در سال ۱۳۹۸ در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار ۵۰ تایی بذر به‌صورت دو آزمایش مجزا انجام شد که آزمایش اول شامل ۱۳ سطح پتانسیل اسمزی (صفر، ۰/۳-، ۰/۶-، ۰/۹-، ۱/۲-، ۱/۵-، ۱/۸-، ۲/۱-، ۲/۴-، ۲/۷-، ۳-، ۳/۳- و ۳/۶- مگاپاسکال) بود که برای ایجاد آن‌ها از پلی‌اتیلن گلیکول استفاده شد و آزمایش دوم نیز شامل ۱۳ سطح تنش شوری با اسمز مشابه آزمایش اول (صفر، ۶۲، ۱۲۲، ۱۸۷، ۲۴۹، ۳۱۱، ۳۶۸، ۴۳۵، ۴۹۸، ۵۶۰، ۶۲۲، ۶۸۴ و ۷۴۶ میلی‌مولار) بود که برای ایجاد آن‌ها از کلرید سدیم استفاده شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که روند شاخص‌های جوانه‌زنی بذر سالیکورنیا در تنش‌های شوری و خشکی به‌ترتیب تا سطح حدود ۱/۲- (۲۴۹ میلی‌مولار) و ۰/۶- مگاپاسکال روند ثابت داشت و پس از آن با کاهش پتانسیل اسمزی درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه شد روند کاهشی نشان دادند که شیب این روند کاهشی در تنش خشکی نسبت به تنش شوری بیشتر بود. شاخص‌های بیوشیمیایی بذر نظیر محتوای پرولین، محتوای مالون دی‌آلدهید و عنصر سدیم از پتانسیل اسمزی ۱/۲- مگاپاسکال به بعد در تنش شوری روند افزایشی و عنصر پتاسیم روند کاهشی داشت و در تنش خشکی محتوای پرولین و مالون دی‌آلدهید روند افزایشی نشان داد. به‌طورکلی بذر سالیکورنیا به تنش خشکی نسبت به تنش شوری حساسیت بیشتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تنش خشکی، تنش شوری، جوانه‌زنی، سالیکورنیا

مقدمه

سالیکورنیا (*Salicornia sinus-persica* Akhani spec. nov.Akhani) گیاهی است هالوفیت یا نمک‌دوست یکساله از خانواده اسفناجیان (Chenopodiaceae) با کاربردهای مختلفی ازجمله تولید غذا، علوفه، روغن، حذف فلزات سنگین از خاک و سوخت زیستی گزینه مناسبی برای زراعت با آب‌های شور و نیمه‌شور است (خوش‌خلق سیما، ۱۳۹۹). به‌دلیل داشتن مزه شور و بافت ترد این گیاه در بعضی کشورها غذایی لذیذ بوده

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: balouchi@yu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

و به‌عنوان سالاد سبز استفاده می‌شود (Shin and lee, 2013) و توانایی جایگزینی با برخی از علوفه‌های رایج را دارد؛ به‌طوریکه تا ۲۵ درصد در ترکیب با یونجه برای تعلیف گوسفند استفاده می‌شود و می‌تواند گزینه مناسبی برای تأمین غذا و انرژی احشام سبک باشد (Abdal, 2009). همچنین کنجالـه بـذر این گیاه به‌عنوان مکمـل پروتئینی در جیره غذایی اسـتفاده می‌شود (Anwar *et al*., 2002). میـزان روغـن در جمعیت‌های بومی مختلف سالیکورنیا بیـن ۲۰ تـا ۳۸ درصـد متغیر است (Reiahisamani *et al*., 2018). با تحلیل روغن به‌دست‌آمده مشخص‌شده که ۷۸ درصد آن از اسـیدهای چرب غیراشـباع تشکیل شده اسـت که حاوی ۵۸/۵ درصـد اولئیـک اسـید، ۱۷/۴ درصـد لینولئیـک اسـید و ۳/۹۸ درصـد لینولنیک اسـید است (Elsebaie *et al*., 2013). کاربرد سالیکورنیا به‌عنوان منبع سوخت زیستی نیز مطرح است به‌طوری‌که که این گیاه می‌تواند ۲۲۵ تـا ۲۵۰ گالـن بیودیـزل در هر هکتار تولید کند (Hendricks *et al*., 2011).

جوانه‌زنی اولین و مهم‌ترین مرحله نموی در گیاه بوده و از مراحل بحرانی و مهم در چرخه زندگی گیاهان است (Meyer and Pendleton, 2000). به‌طورکلی جوانه‌زنی بذر یعنی توانایی بذر برای ایجاد گیاه جدید است که به‌عنوان یک عامل کلیدی در کشاورزی نوین محسوب می‌شود (قادری‌فر و سلطانی، ۱۳۹۲).

به‌دلیل اینکه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران شوری آب و خاک تهدیدی جدی برای کشاورزی محسوب می‌شود (رنجبر و پیرسته انوشه، ۱۳۹۴)، استفاده از آب و خاک شور و نیمه‌شور در جهت تولید محصولات کشاورزی از جمله غذا، علوفه و ایجاد فضای سبز راه‌حلی مناسب برای حل بحران پیش‌رو است (Ventura *et al*., 2011). مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و توسعه محصولات زراعی تنش‌های خشکی و شوری هستند که عملکرد محصولات زراعی را کاهش داده و تهدید بزرگی برای امنیت غذایی جهان محسوب می‌شوند. کاهش استقرار گیاه، سبزشدن یکنواخت، سرعت جوانه‌زنی و عملکرد گیاهان از اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و عملکرد آن است (Springer, 2005). خشکی رویدادی است که به‌علت عدم وقوع بارندگی در یک دوره زمانی اتفاق می‌افتد. تنش خشکی، آب قابل‌دسترس گیاه را کاهش داد و باعث افزایش تلفات آب از طریق تبخیر و تعرق می‌شود (Jaleel *et al*., 2009). شوری یکی از جدی‌ترین و قدیمی‌ترین مشکلات زیست‌محیطی جهان است که کاهش تولیدات کشاورزی در نواحی وسیعی از سطح زمین را به‌دنبال دارد و خسارت‌های جبران‌ناپذیری در طول صدها سال گذشته وارد کرده است (Rajpar *et al*., 2006). تنش شوری به‌علت کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک (تنش آب)، عدم تعادل عناصر غذایی، تأثیر ویژه یون‌ها (تنش شوری) و تأثیر تلفیقی این عوامل بر گیاهان تأثیر منفی دارد (Ashraf and Harris, 2004). گیاهانی که به‌طور طبیعی صفات موردنیاز برای رشد و تولیدمثل در خاک‌های شور با غلظت نمک حداقل ۲۰۰ میلی‌مولار را دارند براساس نظر Flowers و Colmer (۲۰۰۸) به‌عنوان هالوفیت شناخته می‌شوند.

محتوای پروتئین محلول، قند و پرولین و همچنین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله ترکیباتی هستند که در شرایط تنش تغییر می‌کنند. این ترکیبات در مقادیر زیاد برای سلول‌ها غیرسمی بوده و به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی بین سیتوپلاسم و واکوئل عمل کرده و از اتلاف آب از سلول جلوگیری می‌کنند (Liang *et al*., 2013). نتایج حاصل از بررسی تأثیر تنش خشکی و شوری بر جوانه‌زنی بذر سه رقم (Bolero, Utrillo, Sprinter) نخود (*Cicer arietinum*) نشان داد کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلیکول هر دو جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را در همه ارقام مهار کردند که تأثیر کلرید سدیم کمتر از پلی‌اتیلن گلیکول بود و همه ارقام قادر به جوانه‌زنی در تمام سطوح کلرید سدیم بودند (Okcu *et al*., 2005). در بررسی اثر تنش شوری و خشکی بر گیاه سالیکورنیا (*Salicornia brachiata*) نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری و خشکی میزان پرولین و مالون دی‌آلدهید روند افزایشی داشت که این افزایش در تنش خشکی بیشتر از تنش شوری بود (Jacob *et*

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

al., 2020). نتایج حاصل از بررسی تنش شوری و خشکی بر بذر گیاه آتریپلکس (*Atriplax halimus*) نشان داد که با افزایش تنش شوری و خشکی کلیه صفات جوانه‌زنی روند کاهشی داشت و میزان پرولین روند افزایشی داشت (دیلم و همکاران، ۱۳۹۸). نتایج حاصل از آزمایش اثر پتانسیل اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر چهار توده کنار (*Ziziphus spina-christi* L.) نشان داد که شاخص‌های جوانه‌زنی هر چهار توده شامل طول و وزن گیاهچه و بنیه گیاهچه، مقادیر ترکیبات بیوشیمیایی نظیر پروتئین و پراکسید هیدروژن و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت با کاهش پتانسیل اسمزی روند کاهشی داشتند و محتوای پرولین و مالون دی‌آلدهید روند افزایشی داشت (منصوری، ۱۳۹۸). به‌منظور ارزیابی تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر سویا مشخص شد که تنش خشکی باعث کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه شد (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۷). آب‌شناس و همکاران (۱۳۹۸) گزارش دادند که افزایش تنش شوری بالاتر از ۳۰۰ میلی‌مولار باعث کندی و توقف صفات مربوط به جوانه‌زنی و رشدی سالیکورنیا شد.

با توجه به اینکه ایران دارای اقلیم‌های خشک و شور فراوانی است بنابراین این مسئله حائز اهمیت است که بدانیم تنش‌های شوری و خشکی چه تأثیری بر جوانه‌زنی و رشد گیاه سالیکورنیا دارد، لذا هدف از این پژوهش بررسی اثر پتانسیل‌های اسمزی (شرایط ایزو اسمزی) ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول و کلرید سدیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر سالیکورنیا از جمله سرعت و درصد جوانه‌زنی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیه طولی و وزنی گیاهچه، محتوای پرولین و مالون دی‌آلدهید و میزان عناصر سدیم و پتاسیم است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور تعیین اثرات شرایط ایزواسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر سالیکورنیا به‌صورت دو آزمایش مجزا در آزمایشگاه تکنولوژی بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار ۵۰ بذری از گیاه سالیکورنیا (*Salicornia sinus-persica* Akhani spec. nov.Akhani) اجرا شد. بذرهای سالیکورنیا از مرکز ملی تحقیقات شوری یزد تهیه شدند. تیمارهای آزمایش اول شامل ۱۳ سطح پتانسیل اسمزی (صفر، ۰/۳-، ۰/۶-، ۰/۹-، ۱/۲-، ۱/۵-، ۱/۸-، ۲/۱-، ۲/۴-، ۲/۷-، ۳-، ۳/۳- و ۳/۶- مگاپاسکال) برای آزمایش تنش خشکی که برای ایجاد آنها از پلی‌اتیلن گلیکول استفاده شد و تیمارهای آزمایش دوم شامل ۱۳ سطح غلظت کلرید سدیم (صفر، ۶۲، ۱۲۲، ۱۸۷، ۲۴۹، ۳۱۱، ۳۶۸، ۴۳۵، ۴۹۸، ۵۶۰، ۶۲۲، ۶۸۴ و ۷۴۶ میلی‌مولار) برای آزمایش تنش شوری با اسمز مشابه آزمایش اول بودند. با توجه به عدم جوانه‌زنی در تیمار ۳/۶- مگاپاسکال این سطح در مقایسات میانگین آورده نشد.

آزمون جوانه‌زنی: پس از تهیه غلظت‌های مختلف محلول پلی‌اتیلن گلیکول و کلرید سدیم کشت انجام شد. به این صورت که ابتدا بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد به‌مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی شدند و سپس با آب‌مقطر شسته و به پتری‌های ۱۲۰ میلی‌متری که با یک عدد کاغذ صافی در ته ظرف جهت حفظ رطوبت تا پایان دوره کشت بود و از قبل اتوکلاو شده بودند منتقل شدند. (هر تیمار شامل سه تکرار ۵۰ تایی بذر درون هر پتری بود). جهت تأمین رطوبت موردنیاز بذرها تقریباً ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه‌شده به محیط هر پتری اضافه شد. پس از بسته‌شدن ظروف به‌وسیله سلفون درون دستگاه با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. اولین شمارش بذر جوانه‌زده ۱۲ ساعت پس از کشت انجام شد و به‌مدت ۱۴ روز به‌صورت روزانه و هر ۸ ساعت یک‌بار شمارش ادامه داشت (دیلم و همکاران، ۱۳۹۸).

پس از آزمون جوانه‌زنی وقتی بذرها جوانه زدند صفات طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه اندازه‌گیری شدند. که برای این کار، از هر پتری ۱۰ گیاهچه به‌صورت تصادفی برای اندازه‌گیری طول

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

ریشه‌چه و ساقه‌چه انتخاب شدند که قسمت‌های مختلف گیاهچه اعم از ریشه‌چه، ساقه‌چه و برگ جدا شده و با استفاده از خط‌کش طول هر کدام از اجزا اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری شاخص‌های وزنی، نمونه‌های مربوط به هر پتانسیل به‌صورت جداگانه درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و به آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت منتقل شدند. سپس وزن خشک اندام‌های گیاه اندازه‌گیری و به‌صورت میانگین محاسبه شدند.

سرعت جوانه‌زنی (Maguir, 1962)

$$GR = \sum \frac{ni}{ti} \quad \text{(رابطه-۱)}$$

ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در ساعت و ti: تعداد ساعت پس از آزمایش است.

درصد جوانه‌زنی (Maguir, 1962)

$$GP = \frac{n}{N} \times 100 \quad \text{(رابطه-۲)}$$

N: تعداد کل بذرها و n: تعداد بذرهای جوانه‌زده است.

شاخص وزنی بنیه گیاهچه (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

$$WSV = \frac{(GP \times SW)}{100} \quad \text{(رابطه-۳)}$$

GP: درصد جوانه‌زنی و SW: وزن گیاهچه (گرم) است.

شاخص طولی بنیه گیاهچه (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

$$LSW = \frac{(GP \times SS)}{100} \quad \text{(رابطه-۴)}$$

GP: درصد جوانه‌زنی و SS: طول گیاهچه (میلی‌متر) است.

شاخص‌های بیوشیمیایی مطالعه‌شده در این آزمایش شامل پرولین، مالون دی‌آلدهید و عناصر سدیم و پتاسیم در تنش شوری و پرولین، مالون دی‌آلدهید در تنش خشکی در پتانسیل‌های اسمزی مختلف بود. پتانسیل‌های اسمزی شامل شش سطح (صفر، ۰/۶-، ۱/۲-، ۱/۸-، ۲/۴- و ۳- مگاپاسکال) برای تنش خشکی و شش سطح (صفر، ۱۲۲، ۲۴۹، ۳۶۸، ۴۹۸ و ۶۲۲ میلی‌مولار) برای تنش شوری است. برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها، ابتدا بذرها درون پتری حاوی محلول‌های مختلف قرار گرفتند. بذرها براساس زمان شروع جوانه‌زنی در شرایط پتانسیل‌های اسمزی که طی آزمون مدت‌زمان آبنوشی مشخص شد، در مرحله دوم و قبل از خروج ریشه‌چه از ژرمیناتور خارج شده و با آب‌مقطر استریل‌شده شستشو شدند. سپس بذرها درون ورقه آلومینیومی بسته‌بندی شدند و تا زمان اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی در فریزر با دمای ۴۰- درجه سلسیوس قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی از روش‌های زیر استفاده شد.

برای اندازه‌گیری محتوای پرولین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. به این صورت که ۰/۰۵ گرم از بافت تر در ۵ میلی‌لیتر محلول ۳ درصد اسید سولفوسالیسیلیک با استفاده از هاون چینی ساییده شد سپس با استفاده از سانتریفیوژ به‌مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد. درون لوله‌ها ۲ میلی‌لیتر از مایع رویی با ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص مخلوط و یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس، حمام آب گرم قرار گرفتند. بعد از آن لوله‌های محتوی محلول جهت قطع کلیه واکنش‌ها، در حمام یخ سرد قرار گرفتند. سپس ۴ میلی‌لیتر تولوئن به مخلوط اضافه و لوله‌ها به‌خوبی تکان داده شدند. با ثابت نگه‌داشتن لوله‌ها به‌مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه دو لایه کاملاً مجزا در آن تشکیل شد. از لایه رنگی فوقانی که حاوی تولوئن و پرولین است برای اندازه‌گیری غلظت پرولین استفاده شد. جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر و با دستگاه اسپکتروفوتومتر Model AE-UV 1606 ساخت کشور انگلستان خوانده شد و مقدار پرولین هر نمونه با استفاده از منحنی استاندارد پرولین و برحسب میکرو مول بر گرم وزن تر محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری مالون دی‌آلدهید که فراورده نهایی پراکسیداسیون غشا است از روش Heath و Packer (۱۹۶۸) استفاده شد. ابتدا ۰/۲ گرم از نمونه‌های بذری فریزشده وزن شد و در ۳ میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید (TCA) ۰/۱ درصد و پس از ساییده‌شدن با استفاده از هاون چینی به لوله‌های آزمایشی دربدار با حجم ۱۰ میلی‌لیتر منتقل شد. سپس به‌مدت ۳۰ دقیقه در سانتریفیوژ یخچال‌دار با دور ۱۳۰۰۰ در دقیقه و دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. پس از خارج‌کردن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

نمونه‌ها از دستگاه یک میلی‌لیتر تیوباربی‌توریک اسید (TBA) ۰/۵ درصد که در TCA ۲۰ درصد حل شده بود، به یک میلی‌لیتر از محلول صاف‌شده، اضافه شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. پس از گذشت مدت‌زمان معین لوله‌ها از حمام آب گرم خارج شدند و بلافاصله در حمام آب یخ، جهت سردشدن قرار گرفتند. پس از به‌دست آمدن محلول کاملاً شفاف، میزان مالون دی‌آلدئید با اندازه‌گیری جذب نمونه‌ها در دو طول‌موج ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر و با دستگاه اسپکتروفتومتر و با استفاده از ضریب خاموشی ۱۵۵ بر میلی‌مول بر سانتی‌متر محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم از روش Isaac و Kerber (۱۹۷۱) استفاده شد. به این منظور ابتدا نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند تا رطوبت آن‌ها گرفته شود. یک گرم از نمونه خشک‌شده توسط آون وزن شده و در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۶ ساعت به خاکستر تبدیل شد. به خاکستر موردنظر ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک دو نرمال اضافه شد، سپس روی هیتر قرار گرفت. وقتی محلول به جوش آمد، از کاغذ صافی عبور داده شد و حجم نمونه‌ها توسط آب دو بار تقطیرشده به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. مقادیر سدیم و پتاسیم به روش نشر شعله‌ای با دستگاه فیلم‌فتومتر Model PFP7 ساخت کشور انگلستان برحسب میلی‌گرم بر گرم بذر خشک، اندازه‌گیری شد. بعد از تهیه استانداردهای سدیم و پتاسیم و خواندن جذب نمونه‌ها و استانداردها با دستگاه فیلم‌فتومتر میزان غلظت عناصر سدیم و پتاسیم محاسبه شد.

جهت ارزیابی شاخص‌های رشد اولیه و بیوشیمیایی بذر سالیکورنیا تحت‌تأثیر پتانسیل‌های اسمزی مختلف از نرم‌افزار SAS (ver. 9. 2)، جهت تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها از رویه Proc glm و برای مقایسه میانگین اثرات اصلی داده‌ها در سطح احتمال پنج درصد از آزمون LSD و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر پتانسیل‌های اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی سالیکورنیا: نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه نشان داد که اثر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی در تیمارهای کلرید سدیم (NaCl) و پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) بر بذر سالیکورنیا در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱ و ۲).

درصد و سرعت جوانه‌زنی: نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی درصد جوانه‌زنی نشان داد که در NaCl درصد جوانه‌زنی تا سطح ۱/۵- مگاپاسکال ۱۰۰ درصد بوده و هیچ اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند و پس از آن روند کاهشی مشاهده شد به‌طوری‌که در سطح ۳/۲- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی حدوداً ۸۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. در تیمار PEG تا سطح ۱/۲- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی تقریباً ۱۰۰ درصد بوده و پس از آن روند کاهشی مشاهده شد و در سطح ۳/۳- مگاپاسکال ۹۰ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. با افزایش سطح پتانسیل اسمزی هم در تیمار PEG و هم در تیمار NaCl سرعت جوانه‌زنی روند کاهشی داشت. در NaCl بیشترین و کمترین میزان سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب مربوط به سطح صفر و ۳/۳- مگاپاسکال بود و به‌ترتیب ۳/۲۲ و ۰/۱ جوانه در ساعت و در تیمار PEG بیشترین و کمترین میزان سرعت جوانه‌زنی به‌ترتیب مربوط به سطح صفر و ۳/۳- مگاپاسکال بود و به‌ترتیب ۲/۱۱ و ۰/۰۵ جوانه در ساعت مشاهده شد (شکل ۱).

تنش خشکی جذب آب توسط بذر را محدود کرده و با کاهش حرکت و انتقال ذخایر بذر و یا با تأثیر مستقیم بر ساختمان و سنتز پروتئین در جنین جوانه‌زنی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Dodd and Danovan, 1999). شوری فشار اسمزی محلول را افزایش داده و باعث کاهش جذب آب از طریق بذر می‌شود. از طرفی دیگر شوری زیاد باعث ایجاد سمیت و به‌هم‌خوردن تعادل یونی می‌شود و با تأثیر روی فعل و انفعالات حیاتی بذر جوانه‌زنی بذر را کاهش می‌دهد (مصلح آرانی و همکاران، ۱۳۹۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر پتانسیل اسمزی (NaCl) بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر سالیکورنیا

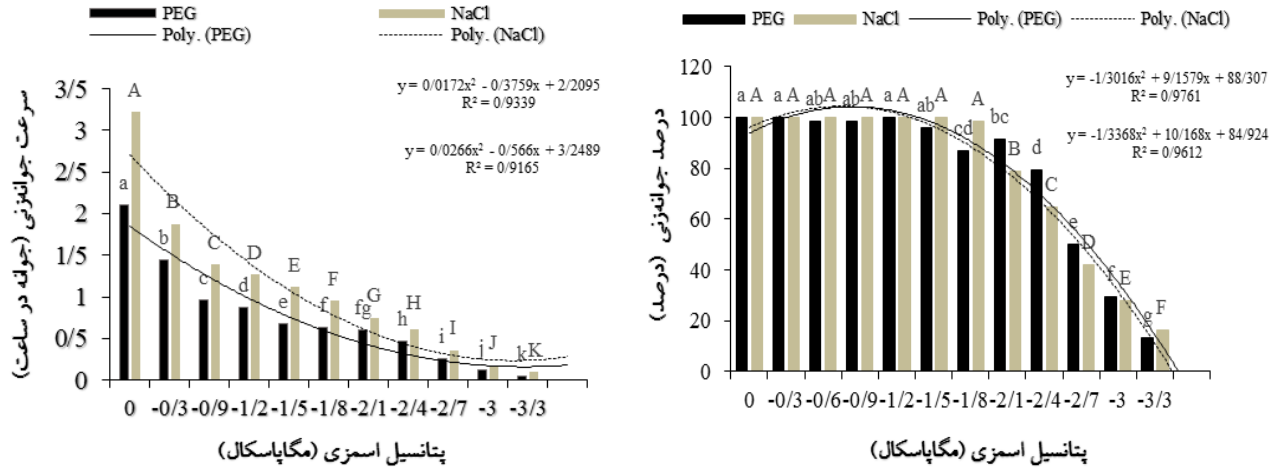
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	شاخص طولی بنیه	شاخص وزنی بنیه
تیمار	۱۲	۴۱۴۲/۴۱**	۱/۴۹**	۸۹/۵۵۴**	۴۸/۵۶۲**	۰/۰۰۲**	۰/۵۱۲**	۰/۰۶۵۷**	۰/۳۶۴**
خطای آزمایش	۲۶	۱۸/۵۶۴	۰/۰۰۳۳	۴/۱۰	۰/۷۶۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۲۷
ضریب تغییرات		۶/۰۳۱	۶	۱۷/۱۶۳	۷/۸۸	۱۲/۶۸	۸/۴۹	۱۱/۰۵۵	۱۶/۸۶۱

** نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد است.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر پتانسیل اسمزی (PEG) بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر سالیکورنیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	شاخص طولی بنیه	شاخص وزنی بنیه
تیمار	۱۲	۳۹۷۹/۷۴۳**	۱/۱۰۲**	۲۲۸/۰۹**	۰/۰۱۹**	۵۹/۹۲۳**	۰/۰۱۸**	۰/۰۹۳**	۱/۹۴۹**
خطای آزمایش	۲۶	۲۱/۳۳۳	۰/۰۰۱۸	۲/۰۹۸	۰/۸۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۷	۰/۰۳۹
ضریب تغییرات		۶/۳۹۵	۵/۹۳۴	۱۰/۰۸۹	۹/۶۶۸	۸/۱۰۷	۱۱/۳۹	۱۱/۰۴۴	۱۳/۸۳۵

** نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد است.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر پتانسیل‌های اسمزی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر سالیکورنیا براساس آزمون LSD. در هر تنش حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد است.

سطوح تنش شوری و خشکی بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر بذر ماریتیغال (*Salybum marianum*) اثر معنی‌دار دارد. همچنین بذور گیاه ماریتیغال قادرند تا ۳۰۰ میلی‌مولار پتانسیل شوری و ۲۰- بار پتانسیل اسمزی جوانه‌زنی داشته باشند (یزدانی بیوکی و همکاران، ۱۳۸۹). بذرهای سالیکورنیا (*Salicornia brachiate*) در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار و سطح خشکی ۱۰ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند که نشان‌دهنده توانایی ذاتی سالیکورنیا برای تحمل تنش‌های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

غیرزنده مخصوصاً شوری است (Jacob *et al.*, 2020). همچنین در مطالعه‌ای Amiri و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که سالیکورنیا قادر است در شوری‌های ۲۰ تا ۳۰ دسی‌زیمنس حدود ۶۰ درصد جوانه‌زنی داشته باشد.

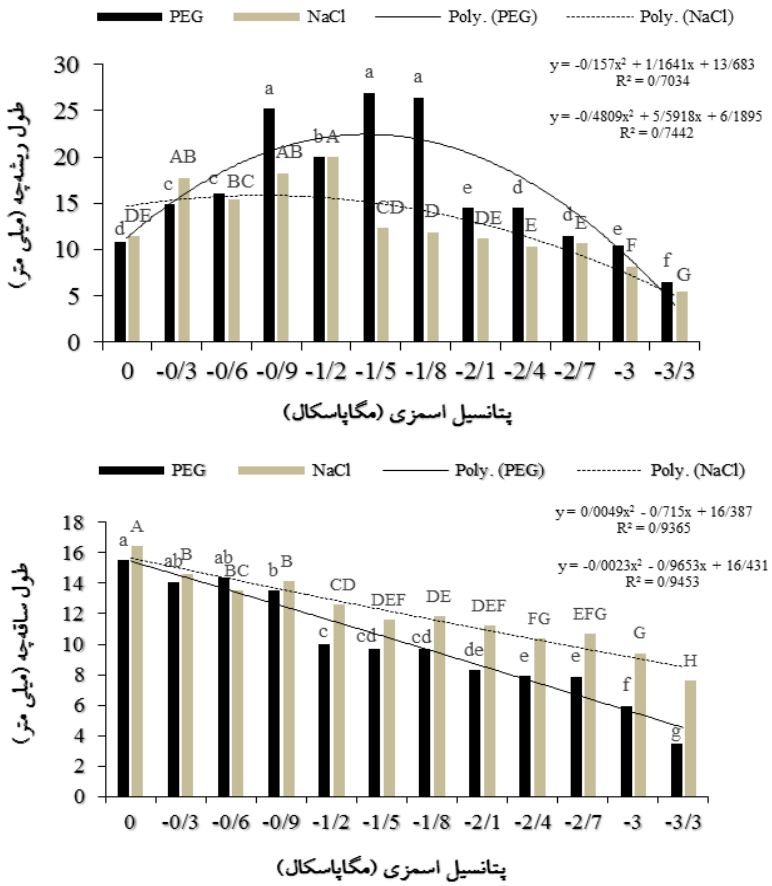
طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نشان داد که در تیمار PEG سطح ۱/۲-، ۱/۵- و ۱/۸- مگاپاسکال دارای بیشترین مقدار طول ریشه‌چه بودند که حدود ۵۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت پس از آن روند کاهشی در طول ریشه‌چه مشاهده شد. در تیمارهای حاوی NaCl با افزایش سطح پتانسیل اسمزی تا ۱/۲- مگاپاسکال روند افزایشی داشت و بیشترین مقدار آن در سطح ۱/۲- مگاپاسکال بود که حدود ۴۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت پس از آن روند کاهشی مشاهده شد. با افزایش سطح پتانسیل اسمزی هم در تیمارهای PEG و هم در تیمارهای NaCl طول ساقه‌چه روند کاهشی داشت و بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه در تیمار NaCl، ۱۷ و ۱۰ میلی‌متر و در تیمار PEG، ۱۵ و ۵ میلی‌متر به‌ترتیب در سطح صفر و ۳/۳- مگاپاسکال مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده طول ساقه‌چه بیشتر از طول ریشه‌چه تحت‌تأثیر پتانسیل‌های اسمزی قرار گرفت و شیب روند هر دو صفت در تنش خشکی بیشتر از تنش شوری بود (شکل ۲).

افزایش شدت تنش خشکی، میزان آب قابل‌دسترس بذرها برای جوانه‌زنی را کاهش داده و درنتیجه باعث کاهش سرعت فرایندها و کاهش در مقدار اکثر صفات از جمله طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد. ریشه‌ها قبل از اندام‌های دیگر گیاه از بذر بیرون می‌آیند، درنتیجه زودتر از اندام‌های دیگر در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند. به همین دلیل صفت طول ریشه‌چه معیار مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی است (فخری و همکاران، ۱۳۸۳). در تنش شوری هیدرولیز مواد غذایی ذخیره‌شده از بافت‌های ذخیره‌ای و نیز انتقال آن‌ها به محور جنینی در حال رشد کاهش می‌یابد که کاهش رشد گیاهچه‌ها را به‌دنبال دارد و همچنین در اثر شوری با افزایش تولید گونه‌های اکسیژن فعال، آسیب به غشای سلول‌های گیاهچه افزایش و سبب کاهش رشد گیاهچه‌ها می‌شود (De Lacerda *et al.*, 2003). Parks و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند سرعت رشد ساقه‌چه سالیکورنیا (*S. europaea*) در ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم زیاد شد و پس از آن کاهش یافت و دلیل آن را اثرات بیش از حد یون‌های پتاسیم، منیزیم و کلسیم توسط ساقه‌ها برای جبران کمبود سدیم اعلام کردند. با افزایش تنش‌های شوری و خشکی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ماریتیغال (*Silybum marianum*) کاهش یافت که درصد کاهش طول ساقه‌چه، نسبت به ریشه‌چه با افزایش شدت تنش خشکی بیشتر بود (یزدانی بیوکی و همکاران، ۱۳۸۹). با افزایش سطح شوری طول گیاهچه سالیکورنیا (*Salicornia persica*) کاهش معنی‌داری از خود نشان دادند. البته طول گیاهچه‌ها در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری با شوری صفر نداشتند، اما از شوری ۴۵۰ و بیشتر، کاهش قابل‌توجهی نشان دادند (آب‌شناس و همکاران، ۱۳۹۸). تنش خشکی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه سه گیاه *Zygophyllum* fabago و *Salsola kali* L.، *Atriplex canescens* را کاهش داد (Yousefi *et al.*, 2020).

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه: نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر پتانسیل‌های اسمزی بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه سالیکورنیا نشان داد که که در تیمارهای PEG با افزایش سطح پتانسیل اسمزی تا ۰/۶- مگاپاسکال وزن خشک ریشه‌چه حدود دو برابر شاهد افزایش یافت پس از آن روند رو به کاهش گذاشت و به ۰/۰۲ میلی‌گرم در سطح ۳/۳- مگاپاسکال رسید. وزن خشک ساقه‌چه نیز با افزایش سطح پتانسیل اسمزی تا ۰/۶- مگاپاسکال حدود ۶۱ درصد افزایش یافت و مقدار آن به ۰/۲۹ میلی‌گرم رسید و پس از آن روند کاهشی در وزن خشک ساقه‌چه مشاهده شد به‌طوری‌که در سطح ۳/۳- مگاپاسکال حدود ۸۳ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. در تیمارهای NaCl با افزایش سطح پتانسیل اسمزی تا سطح ۱/۵- مگاپاسکال وزن خشک ریشه‌چه روند افزایشی داشت و به ۰/۲۷ میلی‌گرم رسید که حدود ۱/۷ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت پس از آن روند کاهشی مشاهده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

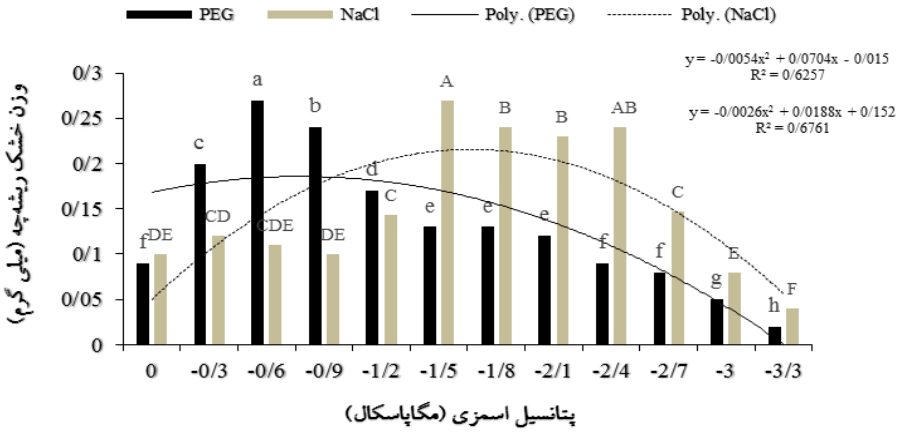


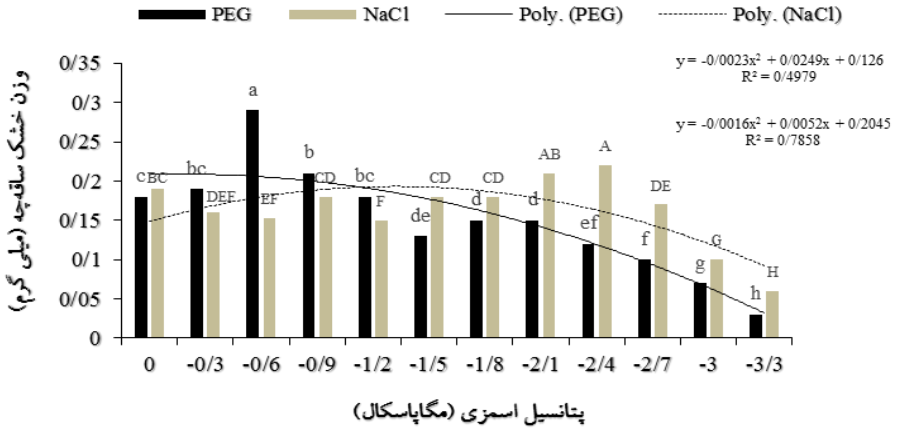
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر پتانسیل‌های اسمزی بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه سالیکورنیا براساس آزمون LSD. در هر تنش حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد می‌باشد.

شد که در سطح ۳/۳- مگاپاسکال حدود ۶۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت روند وزن خشک ساقه‌چه ابتدا افزایشی و پس از آن کاهشی بود و بیشترین مقدار آن در سطح ۲/۴- مگاپاسکال بود که حدود ۱۵ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد و به ۰/۲۳ میلی‌گرم رسید و کمترین میزان آن در سطح ۳/۳- مگاپاسکال بود که حدود ۷۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۳).

در سطوح بالای خشکی، احتمالاً علت کاهش وزن ساقه‌چه، کاهش انتقال مواد غذایی و انتقال آن از لپه‌ها به محور جنین است (Bagheri *et al.*, 2011). در شرایط تنش اسمزی به دلیل اینکه دسترسی بذر به رطوبت کاهش می‌یابد، عمل هیدرولیز مواد ذخیره‌ای برای تولید بافت‌های گیاهچه‌ای دچار مشکل می‌شود و باعث کاهش وزن خشک گیاهچه می‌شود (Soltani *et al.*, 2006). در تنش شوری به‌نظر می‌رسد با افزایش شوری، کاهش پتانسیل اسمزی و اثرات سمیت یونی فرایند رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دچار اختلال می‌شوند و باعث کاهش وزن خشک گیاهچه می‌شود (بالندری و همکاران، ۱۳۸۹). در رابطه با افزایش ریشه‌چه در مراحل اولیه طبق نظریه بلوچی و همکاران (۱۳۹۰) پلی‌اتیلن گلیکول، تحت‌تأثیر پیش‌تیمار، آب را به‌صورت کنترل‌شده در اختیار بذر قرار می‌دهد که منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی و وزن گیاهچه می‌شود، اما با افزایش زمان و غلظت پلی‌اتیلن گلیکول، تأثیر تنش اسمزی بیشتر شده و درنتیجه صفات جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد. تنش‌های شوری و خشکی افزایش تا سطح ۴- بار مقدار وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه آتریپلکس (*Atriplex halimus*) را افزایش داده و پس از آن روند کاهشی مشاهده شد (دیلم و همکاران، ۱۳۹۸). با افزایش تنش شوری و خشکی وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شاهی (*Lepidium sativum* L.)

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]



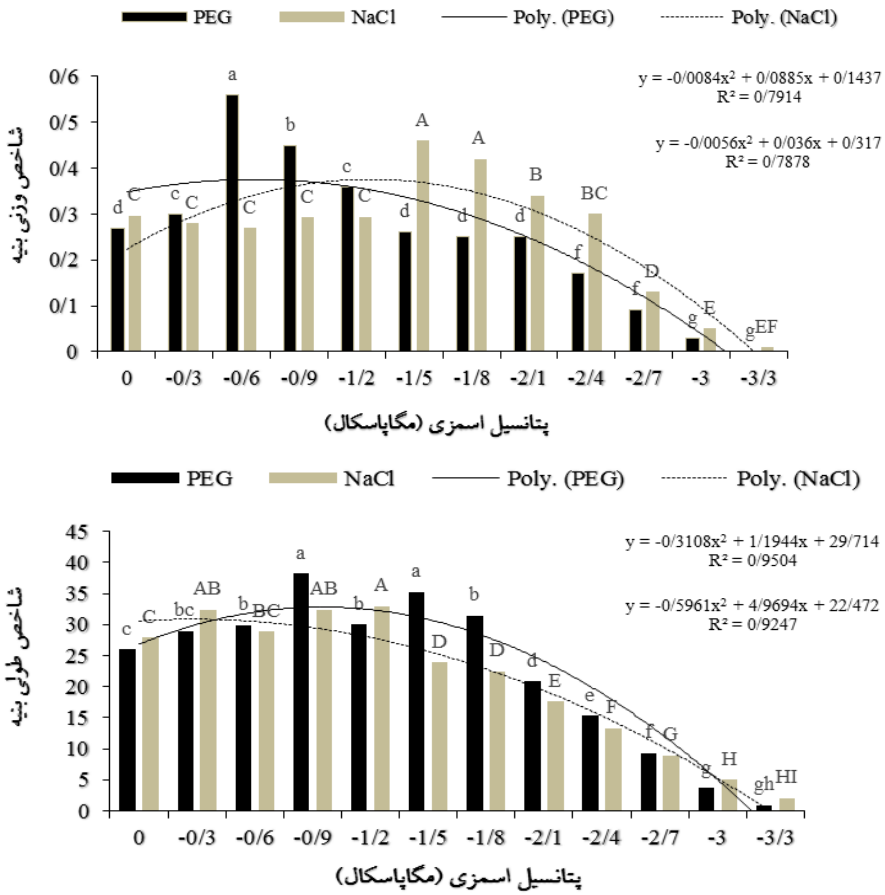


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر پتانسیل اسمزی بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه سالیکورنیا براساس آزمون LSD. در هر تنش حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد می‌باشد.

کاهش یافت (امینی‌فر و بیات، ۱۳۹۶). سطوح پایین نمک، وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه ماش سبز (*Vigna radiate* L.) را افزایش داد، اما سطوح بالاتر شوری کاهش معنی‌داری در وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه ایجاد کرد (Karimi Roozbehani *et al.*, 2010). در بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو گیاه هوفاریقون (*Hypericum perforatom* L.) و قدومه شیرازی (*Alyssum homolocarpum*) تحت تنش شوری نتایج نشان داد که در گیاه هوفاریقون وزن خشک ریشه‌چه حتی در سطوح پایین شوری کاهش معنی‌داری نشان داد ولی در قدومه در سطوح پایین شوری نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری در وزن خشک ریشه‌چه مشاهده نشد (اکبری و رضوان بیدختی، ۱۳۹۵). فرهادی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش دادند که با افزایش تنش خشکی روند وزن خشک ساقه‌چه گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum*-graecum L.) ابتدا افزایشی و پس از آن کاهشی بود.

شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه: نتایج حاصل از مقایسه میانگین بنیه طولی و وزنی گیاهچه سالیکورنیا نشان داد که هم در تیمارهای PEG و هم تیمارهای NaCl شاخص بنیه طولی و وزنی گیاهچه با افزایش پتانسیل اسمزی روندی افزایشی داشتند پس از آن روند کاهشی مشاهده شد. در تنش خشکی شاخص بنیه وزنی گیاهچه در سطح ۰/۶- مگاپاسکال حدود ۶۶ درصد افزایش یافت و پس از آن روند رو به کاهش نشان داد به‌طوریکه در سطح ۳/۳- مگاپاسکال به صفر رسید. شاخص بنیه طولی گیاهچه ابتدا روند ثابت بوده سپس در سطح ۰/۹- مگاپاسکال حدود ۴۶ درصد نسبت به سطح صفر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر پتانسیل اسمزی بر شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه سالیکورنیا براساس آزمون LSD. در هر تنش حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد می‌باشد.

افزایش یافت پس از آن روند کاهشی نشان داد و در سطح ۳/۳- مگاپاسکال حدود ۹۶ درصد نسبت به سطح صفر کاهش نشان داد. در تنش شوری ابتدا روند شاخص وزنی بنیه گیاهچه ثابت بوده سپس در سطح ۱/۵- حدود ۵۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت پس از آن روند کاهشی نشان داد به‌طوری که در سطح ۳/۳- مگاپاسکال به صفر رسید و شاخص بنیه طولی گیاهچه ابتدا ثابت بوده سپس در سطح ۱/۲- حدود ۳۳ درصد افزایش پیدا کرد و پس از آن روند رو به کاهش گذاشت که در سطح ۳/۳- مگاپاسکال حدود ۹۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۴).

شاخص بنیه بذر یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده کیفیت بذر است که از طریق درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه (بنیه طولی) و وزن گیاهچه (بنیه وزنی) بر کیفیت بذر اثرگذار است. با افزایش شدت تنش میزان جوانه‌زنی و شاخص بنیه کاهش می‌یابد؛ زیرا با افزایش شدت تنش جذب آب توسط بذر کاهش یافته که اثر بازدارندگی بر جوانه‌زنی دارد. شاخص بنیه همچنین به طول و وزن گیاهچه نیز وابسته است و گیاهانی که دارای مقاومت بیشتری نسبت به تنش شوری و خشکی هستند قادر به تولید گیاهچه طویل‌تر و با وزن بیشتر هستند. قوام و آذرنیوند (۱۳۹۵) گزارش دادند که با افزایش شدت تنش شوری میزان شاخص بنیه بذر سه گیاه افسنطین (*Artemisia absinthium* L.)، باباآدم (*Arcitum lappa* L.) و کاسنی (*Cichorium intybus* L.) کاهش یافت. با افزایش تنش خشکی میزان شاخص بنیه بذر چهار گونه اسپرس (Onobrichis sp) کاهش یافت (فرح‌دوست و جعفری، ۱۳۹۸). در ارزیابی اثر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی سه گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*)، سس (*Cuscuta*) و بزرک (*linum usitatissimum*) نتایج نشان داد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر پتانسیل اسمزی (NaCl) بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی بذر سالیکورنیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		محتوای مالون دی‌آلدهید بذر	محتوای پرولین بذر	عنصر سدیم	عنصر پتاسیم
تیمار	۵	۰/۰۰۰۲۵**	۲۳۰/۱۳۵**	۴۰/۵۳۵**	۶۶/۷۲۷**
خطای آزمایش	۱۲	۰/۰۰۰۰۰۰۳	۶/۰۷۶	۰/۳۸۱	۰/۵۳۴
ضریب تغییرات		۵/۲۹	۱۱/۰۵	۷/۰۴۹	۵/۶۷۶

** نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد می‌باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر پتانسیل اسمزی (PEG) بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی بذر سالیکورنیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		محتوای مالون دی-آلدهید بذر	محتوای پرولین بذر
تیمار	۵	۰/۰۰۰۲۴**	۱۰۵/۷۲۲**
خطای آزمایش	۱۲	۰/۰۰۰۰۰۰۲۹	۲/۷۲۸
ضریب تغییرات		۳/۳۷۷	۸/۳۴۳

** نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد می‌باشد.

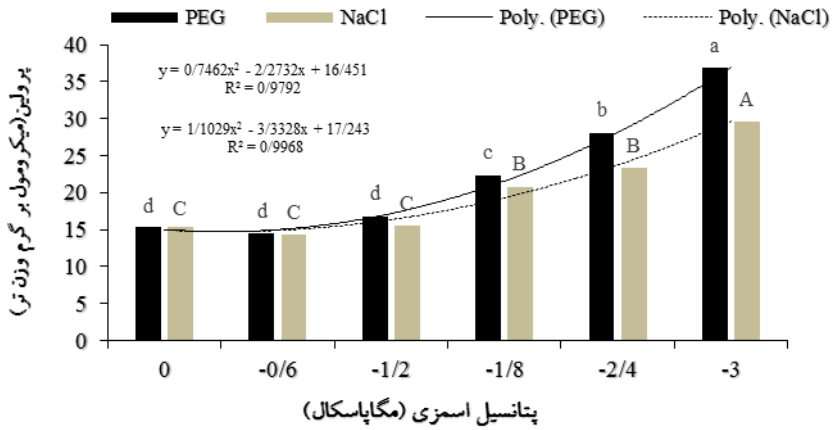
که در گیاه همیشه‌بهار بیشترین شاخص بنیه مربوط به تیمار شاهد بوده و با افزایش تنش از میزان آن کاسته شد و در گیاهان سس و بزرک بیشترین شاخص بنیه مربوط به سطح ۲ دسی‌زیمنس بر متر بوده و پس از آن از میزان شاخص بنیه بذر کاسته شد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶).

اثر پتانسیل‌های اسمزی بر شاخص‌های بیوشیمیایی بذر سالیکورنیا: نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص‌های بیوشیمیایی شامل محتوای مالون دی‌آلدهید، پرولین و عناصر سدیم و پتاسیم نشان داد که اثر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی هم در تیمار PEG و هم در تیمار NaCl بر روی شاخص‌های بیوشیمیایی بذرهای سالیکورنیا در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳ و ۴).

پرولین: نتایج حاصل از مقایسه میانگین محتوای پرولین صفر نشان داد که در تیمار کلرید سدیم (NaCl) با افزایش سطح پتانسیل اسمزی، محتوای پرولین در بذور سالیکورنیا افزایش یافت. اختلاف معنی‌داری در محتوای پرولین بین تیمار شاهد و سطح ۰/۶- و ۱/۲- مگاپاسکال مشاهده نشد و سطح ۳- مگاپاسکال بیشترین میزان محتوای پرولین را به خود اختصاص داد که حدود ۱/۵ بابر نسبت به شاهد افزایش یافت. در تیمار پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) نیز با افزایش سطح پتانسیل اسمزی محتوای پرولین در بذور سالیکورنیا افزایش یافت. اختلاف معنی‌داری در محتوای پرولین بین تیمار شاهد و سطح ۰/۶- و ۱/۲- مگاپاسکال مشاهده نشد و سطح ۳- مگاپاسکال بیشترین میزان محتوای پرولین را به خود اختصاص داد که حدود ۹۳ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل ۵).

تنظیم اسمزی سلول و حفظ آماس سلولی یکی از شاخص‌های مؤثر در تحمل به شوری در گیاهان است که با ساخت مواد آلی نظیر بتائین گلایسین، پرولین، سوربیتول و مانیتول انجام می‌شود (Penuelas *et al.*, 1997). افزایش محتوای پرولین در تنش شوری به دلیل تحریک یا فعال‌شدن بیوسنتز پرولین، کاهش در اکسیداسیون آن و کاهش مصرف آن در سنتز پروتئین‌ها انجام می‌شود (Khan *et al.*, 2010). در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر پتانسیل اسمزی بر محتوای پرولین بذر سالیکورنیا براساس آزمون LSD. در هر تنش حروف مشترک نشان‌دهنده عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد می‌باشد.

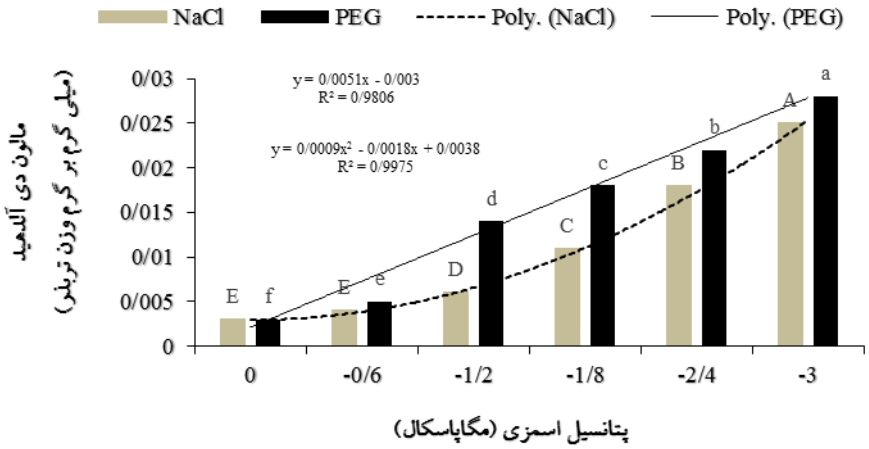
تنش خشکی افزایش میزان پرولین به دلیل نقش آن در تنظیم فشار اسمزی و جلوگیری از اکسیداسیون سلولی ذکرشده است (Sartip and Sirousmhr, 2017). دیلم و همکاران (۱۳۹۸) گزارش دادند که با افزایش تنش شوری و خشکی محتوای پرولین گیاه آتریپلکس (*Atriplex halimus*) افزایش یافت و حداکثر پرولین در تیمار ۱۶- بار مشاهده شد. با افزایش شدت تنش شوری و خشکی میزان پرولین سالیکورنیا (*Salicornia brachiata*) روند افزایشی داشت که این افزایش پرولین در تنش خشکی بیشتر از تنش شوری بود (Jacob *et al.*, 2020). Aghaleh و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که با افزایش شدت تنش شوری محتوای پرولین در دو گونه سالیکورنیا (*S. persica* و *S. europaea*) روند افزایشی نشان داد که محتوای پرولین در گونه *S. persica* بیشتر از *S. europaea* بود.

مالون دی‌آلدهید: نتایج مقایسه میانگین این آزمایش نشان داد که در تیمار PEG و NaCl با افزایش سطح پتانسیل اسمزی محتوای مالون دی‌آلدهید روند افزایشی داشت که در تیمار PEG روند افزایشی بیشتر از NaCl بود و در تیمار NaCl بین سطح ۰/۶- مگاپاسکال با تیمار شاهد اختلافی مشاهده نشد. در هر دو تیمار بیشترین میزان مالون دی‌آلدهید در سطوح ۳- مگاپاسکال به‌دست آمد که نسبت به شاهد حدود ۷ برابر افزایش یافت (شکل ۶).

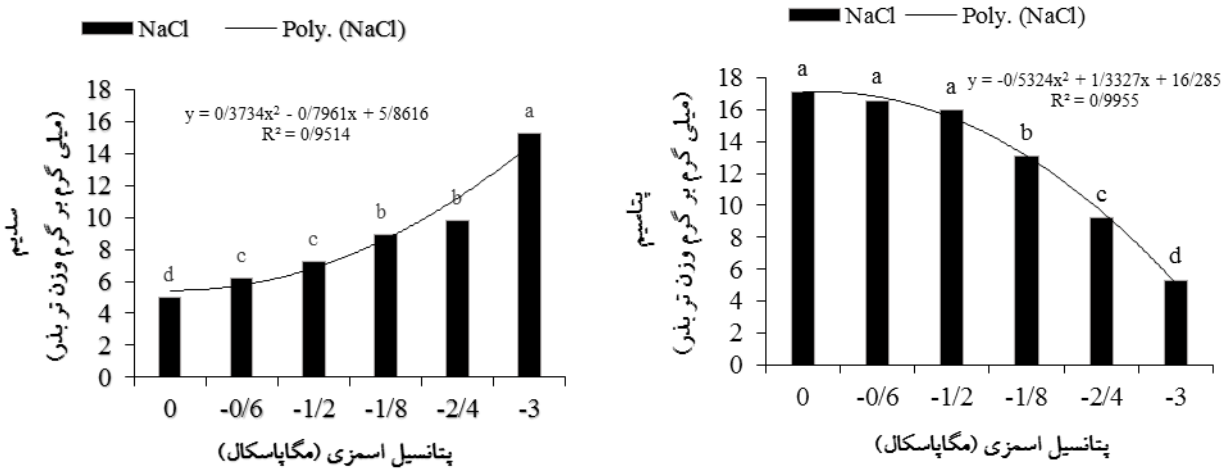
قرارگرفتن گیاهان در معرض تنش‌های محیطی، سبب پراکسیداسیون اسیدهای چرب غشای پلاسمایی شده و مالون دی‌آلدئید تولید می‌شود، این امر به سیستم غشایی خسارت وارد کرده، نفوذپذیری انتخابی مختل می‌شود و نشت الکترولیت‌ها افزایش می‌یابد، بنابراین محتوای مالون دی‌آلدئید می‌تواند شدت پراکسیداسیون غشا را منعکس کند (Sun *et al.*, 2001). تنش کم‌آبی، تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را افزایش می‌دهد که مسئول اکسیداسیون لیپیدهای غشا است (Upadhyaya and Panda, 2004). عباس‌پور و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی تأثیر شوری بر خصوصیات بیوشیمیایی علف شور (*Salsola crassa*) گزارش دادند که تفاوت معنی‌داری بین تیمار صفر و ۶۰۰ میلی‌مولار در محتوای مالون دی‌آلدهید (MDA) مشاهده نشد اما تیمارهای ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار نسبت به تیمار شاهد از محتوای MDA بالایی برخوردار بودند. با افزایش سطح غلظت کلرید سدیم و پلی‌اتیلن گلیکول محتوای مالون دی‌آلدهید سالیکورنیا (*Salicornia brachiata*) روند افزایشی داشت (Jacob *et al.*, 2020).

عنصر سدیم و پتاسیم: نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای NaCl بر عناصر سدیم و پتاسیم نشان داد که تغییرات عنصر پتاسیم با افزایش سطح ابتدا ثابت بوده و سپس روند کاهشی نشان داد. مقدار پتاسیم در سطح ۰/۶- و ۱/۲- مگاپاسکال

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر پتانسیل اسمزی بر محتوای مالون دی‌آلدهید بذر سالیکورنیا براساس آزمون LSD. در هر تنش حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد می‌باشد.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر محتوای عناصر سدیم و پتاسیم بذر سالیکورنیا براساس آزمون LSD. در هر پتانسیل حروف مشترک نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد می‌باشد.

تفاوتی با تیمار شاهد نشان ندادند و کمترین مقدار آن در سطح ۳- مگاپاسکال که به‌دست آمد که نسبت به شاهد حدود ۷۰ درصد کاهش یافت. عنصر سدیم با افزایش سطح تیمارهای NaCl روند افزایشی داشت که بیشترین مقدار آن ۱۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بذر بود که در سطح ۳- مگاپاسکال به‌دست آمد و نسبت به شاهد دو برابر افزایش نشان داد (شکل ۷). جذب پتاسیم به‌صورت فعال انجام می‌شود که سدیم کلرید جذب فعال این عنصر را به‌دلیل فراوانی بیشتر سدیم و رقابت سدیم با پتاسیم برای اتصال به محل‌های درون سلول مختل می‌کند (Niu *et al.*, 1995). درحالی‌که سدیم برای گلیکوفیت‌ها مرگ‌آور است، بسیاری از هالوفیت‌ها نسبت به سدیم پاسخ رشدی مثبتی نشان می‌دهند. سدیم اضافی در اکثر هالوفیت‌ها در واکوئل‌ها جمع شده و ضمن ممانعت از سمیت اندامک‌های سیتوپلاسمی باعث تنظیم اسمزی می‌شوند (تبار احمدی و بابائیان جلودار، ۱۳۸۱). گیاهان از طریق سنتز محلول‌های سازگار و یا افزایش یون‌های غیرآلی (سدیم و پتاسیم) در مواجهه با تنش خشکی و شوری تنظیم اسمزی انجام می‌دهند که افزایش جذب یون‌ها از نظر صرف انرژی بهتر است (Shabala *et al.*, 2010). با بررسی اثر شوری بر دو گونه سالیکورنیا نتایج نشان داد با افزایش سطح غلظت کلرید

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

سدیم میزان یون سدیم افزایش و یون پتاسیم کاهش یافت (Aghaleh *et al*., 2009). بررسی اثر تنش شوری بر بذر سیاه شور (*Suaeda maritima*) نشان داد با افزایش غلظت کلرید سدیم میزان یون سدیم افزایش یافت (Seal *et al*., 2018).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که آستانه تحمل به تنش‌های شوری و خشکی در شاخص‌های جوانه‌زنی بذر سالیکورنیا به‌ترتیب حدود ۱/۲- (۲۴۹ میلی‌مولار) و ۰/۶- مگاپاسکال است که با افزایش تنش شوری و خشکی شاخص‌های جوانه‌زنی سالیکورنیا روند کاهشی داشتند که در تنش خشکی روند کاهشی بیشتر از تنش شوری به چشم می‌خورد. در واقع سالیکورنیا گیاهی هالوفیت است که هر چند در شرایط شوری شدید شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش یافتند اما به‌طور کامل مهار نشدند. از نظر شاخص‌های بیوشیمیایی نیز میزان تغییرات در تنش خشکی بیشتر از تنش شوری بود به‌طوری‌که در تنش شوری محتوای پرولین، مالون دی‌آلدهید و عنصر سدیم روند افزایشی و عنصر پتاسیم روند کاهشی و در تنش خشکی محتوای پرولین، مالون دی‌آلدهید روند افزایشی نشان دادند.

منابع

آب‌شناس، م.، اسماعیلی، م. ع. و حیدرزاده، ا. (۱۳۹۸) تأثیر گلایسین بتائین بر افزایش تحمل به شوری گیاه سالیکورنیا (*Salicornia persica*). فرایند و کارکرد گیاهی ۸: ۱۹۴-۱۷۶.

احمدی، خ.، کریمی جلیله‌وندی، ط. و شجاعان، ع. (۱۳۹۶) ارزیابی اثر تنش شوری طبیعی بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهان دارویی همیشه‌بهار، سس و بزرک. نشریه تحقیقات بذر ۸: ۷-۱.

اکبری، ش. و رضوان‌بیدختی، ش. (۱۳۹۵) اثر شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان دارویی هوفاریقون و قدومه شیرازی. نشریه تحقیقات بذر ۶: ۴۴-۳۴.

امینی‌فرد، م. ح. و بیات، ح. (۱۳۹۶) تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه شاهی (*Lepidium sativum* L.). نشریه تحقیقات بذر ۷: ۷۱-۶۲.

بالندری، ا.، رضوانی مقدم، پ.، خزاعی، ح.، قربانی، ر. و آستارایی، ع. (۱۳۸۹) اثرات تنش های شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر ماریتیغال. پژوهش‌های زراعی ایران ۸: ۱۹-۱۲.

بلوچی، ح. م.، یدوی، ع. ر. و موحدی دهنوی، م. (۱۳۹۰) اثر تنش اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور دو گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa*) و ماریتیغال (*Silybum marianum*). مجله علمی- پژوهشی اکو فیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز ۵: ۱۰۸-۹۷.

بهرامی، ف.، لطیفی، ن. و طبسی، ع. (۱۳۹۷) بررسی اثر تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر سویا. نشریه تحقیقات بذر ۸: ۴۷-۳۹.

تباراحمدی، م. خ. ض. و بابائیان جلودار، ن. ع. (۱۳۸۱) رشد گیاه در اراضی شور و بایر. انتشارات دانشگاه مازندران.

دیلم، آ.، روحانی، ح.، صبوری، ح. و پورعامداری، ا. غ. ع. (۱۳۹۸) تأثیر تنش‌های شوری و خشکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی، کربوهیدرات محلول و پرولین گیاه (*Atriplex halimus*). علوم و تحقیقات بذر ایران ۶: ۲۵۵- ۲۴۵.

رنجبر، غ. ح. و پیرسته انوشه، ه. (۱۳۹۴) نگاهی به تحقیقات شوری در ایران با تأکید بر بهبود تولید گیاهان زراعی. نشریه علوم زراعی ایران ۱۷: ۱۶۵-۱۷۸.

خوش‌خلق سیما، ن.، عبادی، ع.، ریاحی سامانی، ن. و درویش روحانی، ب. (۱۳۹۹) سالیکورنیا، کاربردها، توان اقتصادی، کشت و بهره‌برداری. چاپ اول، نشر آموزش کشاورزی.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

عباس‌پور، ن.، مسیبی، م.، محمدخانی، ن. و رحمانی، ف. (۱۳۹۹) تأثیر شوری بر جوانه‌زنی بذر و خصوصیات بیوشیمیایی گیاهچه‌های *Salsola crassa*. مجله زیست‌شناسی ایران (آماده انتشار).

فرهادی، ح.، عزیزی، م. و نعمتی، ح. (۱۳۹۸) بررسی خصوصیات جوانه‌زنی توده‌های گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.). نشریه علوم باغبانی ۳۱: ۶۰-۴۹.

فرح‌دوست، ر. و اشرف جعفری، ع. (۱۳۹۸) اثر تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر در جمعیت‌های ۴ گونه اسپرس بومی ایران (Onobrichis sp). نشریه علمی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران ۲۷: ۳۱۸-۳۰۹.

فخری، آ.، گالشی، س.، زینلی، ا. و عبدل‌زاده، ا. (۱۳۸۳) تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های سویا در مرحله جوانه‌زنی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱: ۱۵۰-۱۳۷.

قادری‌فر، ف. و سلطانی، ا. (۱۳۹۲) کنترل و گواهی بذر، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی.

قوام، م. و آذرنیوند، ح. (۱۳۹۵) بررسی شاخص بنیه بذر سه گیاه افسنطین (*Artemisia absinthium* L.)، بابا آدم (*Arcitum lappa* L.) و کاسنی (*Cichorium intybus* L.) در شرایط تنش شوری. فصل‌نامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران ۷: ۴۹-۳۹.

مصلح آرائی، ا.، بخشی خانیگی، غ. ر. و عرب، ف. (۱۳۹۲) بررسی اثرات تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و محتوای یونی در دو گونه (*Salsola tomentosa* var Spach ex Moq و *Salsola imbricata* var Forssk). نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران ۳۲: ۱۱-۱.

منصوری، م. (۱۳۹۸) مدل‌سازی جوانه‌زنی و بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بذر کنار (*Ziziphus spina-christi* L.) در شرایط پتانسیل‌های آبی مختلف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج.

یزدانی‌بیوکی، ر.، رضوانی‌مقدم، پ.، خزاعی، ح. ر.، قربانی، ر. و آستارایی، ع. ر. (۱۳۸۹) اثرات تنش‌های شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر ماریتیغال (*Silybum marianum*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۸: ۱۹-۱۲.

Abdal, M. S. (2009) Salicornia production in Kuwait. World Applied Sciences Journal 6: 1033-1038.

Abdul-Baki, A. A. and Anderson, J. D. (1973) Vigour determination in soybean seed by multiplication. Crop Science 3: 630-633.

Aghaleh, M., Niknam, M., Ebrahimzadeh, H. and Razavi, K. (2009) Salt stress effects on growth, pigments, proteins and lipid peroxidation in *Salicornia persica* and *S. europaea*. Biologia Plantarum 53: 243-248.

Amiri, B., Asareh, M. H., Jafari, M., Rassoli, B. and Jafari, A. A. (2012) Effect of NaCl and Na_2SO_4 on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* and *Alhagi persarum*. Iranian Journal of Range and Desert Research 19: 233-243.

Anwar, F., Bhanger, M. I., Nasir, M. K. A. and Ismail, S. (2002) Analytical characterization of *Salicornia bigelovii* seed oil cultivated in Pakistan. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 4210-4214.

Ashraf, M. and Harris, P. J. C. (2004) Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166: 3-16.

Bagheri, M., Yeganeh, H., Jabarzare, A. and Yari, R. (2011) Effect of drought stress on germination behavior and morphological characteristics of *Artemisia sieberi* Besser. Watershed Research (Research and Construction) 24: 65-71.

Bates, I. S., Waldern, R. P. and Tear, I. D. (1973) Rapid determination of free praline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

De Lacerda, C. F., Cambraia, J., Oliva, M. A., Ruiz, H. A. and Tarquinio Prisco, J. (2003) Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental Botany 49: 107-120.

Dodd, G. L. and Danovan, L. A. (1999) Water potential and ion effects on germination and seedling growth of two cold deserts shrubs. American Journal of Botany 86: 146-153.

Elsebaie, E. M., Elsanat, S. Y., Gouda, M. S. and Elnemr, K. M. (2013) Oil and fatty acids composition in glasswort (*Salicornia fruticosa*) seeds. Journal of Applied Chemistry 4: 06-09.

Flowers, T. J. and Colmer, T. D. (2008) Salinity tolerance in halophytes. New Phytologist 179: 945-963.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

Heath, R. and Packer, L. (1968) Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 125: 189-198.

Hendricks, R. C., Bomani, B. M., Elbuluk, M., Okon, M., Lee, E. and Gigante, B. (2011) A guide for a self-sustainable renewable energy ecosystem. National Aeronautics and Space Administration.

International Rules for Seed Testing (2010) Published by The International Seed Testing Association.

Isaac, R. A. and Kerber J. D. (1971) Atomic absorption and flame photometry: Techniques and uses in soil, plant, and water analysis. In: Instrumental Methods for Analysis of Soils and Plant Tissue (ed. Walsh, L. M.) Pp. 18-37. Soil Science Society American.

Jacob, P. T., Siddiquia, S. A. and Rathorea, M. S. (2020) Seed germination, seedling growth and seedling development associated physiochemical changes in *Salicornia brachiata* (Roxb.) under salinity and osmotic stress. Aquatic Botany 166.

Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Jasim, H., Somasundaram, R. and Pannerselvam, R. (2009) Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology 11: 100-105.

Karimi Roozbehani, K., Farboodi, M., Moraghebi, F., Khodabandeh, N. and Ekhtiari, R. (2010) The effect of salinity on germination of green gram (*Vigna radiate* L.) in laboratory conditions. Journal of Plant and Ecosystem 6: 53-65.

Khan, M. N., Siddiqui, M. H., Mohammad, F., Naeem, M. and Khan, M. M. A. (2010) Calcium chloride and gibberellic acid protect linseed (*Linum usitatissimum* L.) from NaCl stress by inducing antioxidative defence system and osmoprotectant accumulation. Acta Physiologiae Plantarum 32: 121-132.

Liang, X., Zhang, L., Natarajan, S. K., Becker, D. F. (2013) Proline mechanisms of stress survival. Antioxidants and Redox Signaling 19: 998-1011.

Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor 1. Crop Science 2: 176-177.

Meyer, S. E. and Pendleton, R. L. (2000) Genetic regulation of seed dormancy in *Purshia tridentata* (Rosaceae). Annals of Botany 85: 521-529.

Niu, X., Bressan, R. A., Hasegawa, P. M. and Pardo, G. M. (1995) Ion homeostasis in NaCl stress environment. Plant Physiology 109: 735-742.

Okcu, G., Kaya, M. D. and Atak, M. (2005) Effect of salt and drought stresses on germination and seedling growth of Pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture 29: 237-242.

Parks, G. E., Dietrich, M. A. and Schumaker, K. S. (2002) Increased vacuolar Na^+ /H^+ exchange activity in *Salicornia bigelovii* Torr. In response to NaCl. Journal Experimental Botany 53: 1055-1065.

Penuelas, J., Isla, R., Fillela, I. and Araus, J. L. (1997) Visible and near-infrared reflectance assessment of salinity effects on barley. Crop Science 37: 198-202.

Rajpar, I., Khanif, Y. M., Soomro, F. M. and Sulfar, J. K. (2006) Effect of NaCl salinity on the the growth and yield of Inqlab wheat (*Triticum aestivum* L.) variety. American Journal of Plant Physiology 1: 34-40.

Reiahisamani, N., Esmaeili, M. A., Khoshkholgh Sima, N. A., Zaefarian, F. and Zeinalabedini, M. (2018) Assessment of the oil content of the seed produced by *Salicornia* L. along with its ability to produce forage in saline soils. Genetic Resources Crop Evaluation 65: 1879-1891.

Sartip, H. and Sirousmhr, A. (2017) The effect of titanium nanoparticles and different levels of irrigation on photosynthetic pigments, proline, soluble carbohydrates and growth parameters of pearl. Journal of Plant Ecophysiology 9: 80-95.

Seal, Ch., Barwella, L., Flowersb, T., Wadea, E. L. and Pritcharda, H. (2018) Seed germination niche of the halophyte *Suaeda maritima* to combined salinity and temperature is characterised by a halothermal time model. Environmental and Experimental Botany 155: 177-184.

Shabala, S., Shabala, S., Cuin, T. A., Pang, J., Percey, W., Chen, Z., Conn, S., Eing, C. and Wegner, L. H. (2010) Xylem ionic relations and salinity tolerance in barley. The Plant Journal 61: 839-853.

Shin, M. G. and Lee, G. H. (2013) Spherical granule production from micronized saltwort (*Salicornia herbacea*) powder as salt substitute. Preventive Nutrition and Food Science 18: 60-66.

Soltani, A., Gholipoor, M. and Zeinali, E. (2006) Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany 55: 195-200.

Springer, T. L. (2005) Germination and early seedling growth of chaffy-seeded grasses at negative water potentials. U.S. Department of Agriculture 45: 2075-2080.

Sun, W. Y., Wang, H. and Huang, J. C. (2001) The effect of external betaine on membrane lipid peroxidation of wheat seedling under water stress. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica 21: 487-491.

Upadhyaya, H. and Panda, S. K. (2004) Responses of *Camellia sinensis* to drought and rehydration. Journal of Plant Biology 48: 597-600.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

Ventura, Y., Wuddineh, W. A., Shpigel, M., Samocha, T. M., Klim, B. C., Cohen, S. and Sagi, M. (2011) Effects of day length on flowering and yield production of *Salicornia* and *Sarcocornia* species. Scientia Horticulturae 130: 510-516.

Yousefi, A. R., Rashidi, S., Moradi, P. and Mastinu, A. (2020) Germination and seedling growth responses of *Zygophyllum fabago*, *Salsola kali* L. and *Atriplex canescensto* PEG-induced drought stress. Environments 7: 107.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]

Effect of osmotic potentials caused by polyethylene glycol and sodium chloride on growth and biochemical characteristics of *Salicornia sinus-persica* Akhani spec. nov.Akhani seeds

Tayebeh Ataei Nasab, Hamidreza Balouchi*, Ali Moradi, Mohsen Movahhedi Dehnavi

Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Iran
(Received: 07/02/2022, Accepted: 05/04/2022)

Abstract

Germination and seedling establishment are sensitive and important stages in the life cycle of plants that are affected by abiotic stresses, especially drought and salinity stresses. This study was conducted to investigate the effects of osmotic potential (due to sodium chloride and polyethylene glycol) on germination and biochemical indices of *Salicornia sinus-persica Akhani spec. nov.Akhani* seeds in 2020 in the Agriculture Laboratory of Yasouj University of Agriculture in a completely randomized design with three replications of 50 seeds. A separate experiment was performed in which the first experiment consisted of 13 levels of osmotic potential (zero, -0.3, -0.6, -0.9, -1.2, -1.5, -1.8, -1.2, -2.4, -2.7, -3, -3.3 and -3.6 MPa) which were made of polyethylene glycol and the second experiment included 13 salinity stress levels with osmosis similar to the first experiment (zero, 62, 122, 187, 249, 311, 368, 435, 498, 560, 622, 684 and 746 mM) were used to make sodium chloride. The results showed that the trend of salicornia seed germination indices in salinity and drought stresses had a constant trend up to the level of about -1.2 (249 mM) and -0.6 MPa, respectively, and then with a decrease in the osmotic potential of germination percentage, root and stem length, root and shoot dry weight and seedling vigor length and weight index showed a decreasing trend so that the slope of this decreasing trend was higher in drought stress compared with salinity stress. From osmotic potential of 1.2 MPa onwards, in salinity thirst, seed biochemical parameters such as proline content, malondialdehyde content and sodium element increased whereas potassium element decreased and in drought stress, proline and malondialdehyde content showed an increasing trend. In general, Salicornia seeds were more sensitive to drought stress than salinity stress.

Keywords: Proline, Drought stress, Salinity stress, Germination, Salicornia

Corresponding author, Email: balouchi@yu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.50.2.7]