علوم و تحقیقات بذر ایران
سال دهم/ شماره سوم/ ۱۴۰۲ (۴۷ - ۳۳)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2023.7673

اثر پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه پروانش (*Catharanthus roseus* L.) در شرایط تنش شوری

آزاده موسوی بزاز*[۱]، هاجر نعمتی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۱۰

چکیده

شوری یکی از تنش‌های غیر زیستی است که نقش زیادی در ایجاد محدودیت جهت توسعه و پرورش گیاهان در فضای سبز دارد. یکی از حساس‌ترین دوران زندگی گیاهان، مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاه در خاک است. کاربرد پرایمینگ در بهبود جوانه‌زنی گیاهان بسیاری موثر بوده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر گیاه پروانش در شرایط تنش شوری انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل چهار سطح شوری با استفاده از کلرید سدیم (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و پنج سطح پرایمینگ بذر (نیترات پتاسیم ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و آسکوربیک اسید ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و آب مقطر) بودند. نتایج نشان داد که شوری کلیه صفات مورد بررسی را کاهش داد، اما پرایمینگ بذر در تمام سطوح شوری برای تعدیل اثر تنش موثر بود. پرایمینگ نیترات پتاسیم از آسکوربیک اسید موثرتر بود. در تیمار بدون تنش شوری نیز با کاربرد پرایمینگ در بعضی از سطوح، مولفه‌هایی نظیر طول گیاهچه، وزن‌تر و خشک گیاهچه، محتوای آب بافت در مقایسه با سطح شاهد افزایش یافت. با توجه به‌نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، پیشنهاد می‌گردد که تحقیقات بیشتری جهت رسیدن به‌سطح مناسب کاربرد پرایمینگ نیترات پتاسیم برای جوانه‌زنی گیاه پروانش تحت تنش شوری، صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: آسکوربیک اسید، پروانش، شوری، نیترات پتاسیم

۱- استادیار گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. mousaviba@um.ac.ir
۲- کارشناس گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. hajarnemati@um.ac.ir
*نویسنده مسئول: mousaviba@um.ac.ir

مقدمه

تنش شوری یکی از تنش‌های غیر زیستی است که توسعه و پرورش گیاهان در فضای سبز را به‌شدت محدود می‌کند (Ahmadvand *et al*., 2012). این تنش تاثیر منفی بر رشد و عملکرد محصول دارد و موجب تاخیر در جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌شود (Paravar and Farahani, 2017). شوری موجب کاهش جذب آب توسط گیاه شده و از این طریق علائم خشکی در گیاهان ظاهر می‌شود (Marković *et al*., 2022). تجمع نمک‌ها و به‌طور خاص تجمع سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی موجب بروز تنش اسمزی و یونی در گیاهان می‌گردد (Ravindran *et al*., 2007). حدود ۶/۵ درصد از اراضی موجود در جهان تحت تاثیر تنش شوری قرار دارند و از این جهت یکی از مشکلات عمده در محصولات باغبانی و فضای سبز نیز محسوب می‌شود (de Cássia Alves *et al*., 2018). افزایش جمعیت و کاهش دسترسی به آب با کیفیت، سبب افزایش آبیاری فضاهای سبز با آب‌های شور شده است که استقرار گیاهان در این فضاها را با مشکلات جدی روبرو می‌کند (Mousavi Bazaz *et al*., 2015). یکی از حساس‌ترین دوران زندگی گیاهان، مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاه در خاک است (Ahmadvand et al., 2012). شوری با اثر بر کیفیت جوانه‌زنی، رشد و استقرار گیاهان را محدود می‌سازد (Ebrahimi *et al*., 2023). پرایمینگ بذر راهکاری مفید در تعدیل اثرات تنش شوری در بسیاری از گیاهان گزارش شده است (Abbasi Bideli *et al*., 2017). طی پرایمینگ، بذرها آب جذب کرده به‌طوری‌که مراحل اولیه جوانه‌زنی طی می‌شود و بذر از لحاظ فیزیولوژیک و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آورد، اما ریشه‌چه خارج نمی‌شود (Bagheri *et al*., 2022). در جریان پرایمینگ، بذر تا شروع تقسیم سلولی تحریک شده و پس از خشک شدن و آبگیری مجدد از همان نقطه‌ای که خشک شده بود به فعالیت خود ادامه می‌دهد (Yuan-Yuan *et al*., 2010). پرایمینگ بر جوانه‌زنی ، استقرار اولیه گیاهچه، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول اثر مثبت دارد (Souri *et al*., 2017). کاربرد پرایمینگ در بهبود جوانه‌زنی محصولاتی نظیر گیاه همیشه بهار (*Calendula officinallis*) (Bagheri *et al*., 2022)، آهار (*Zinnia spp.*)، کوکب (*Dahlia spp.*)، گل حنا (*Impatiens spp.*)، مریم گلی(*Salvia officinallis*) و میمون(*majusAntirrhinum*) (Ozden *et al*., 2017)، بادام زمینی(*Arachis hypogaea*) (Murata *et* al., 2008) گزارش شده است. جوانه‌زنی سریع گیاهان حاشیه‌ای از جمله گل‌های آهار (*Zinnia spp.*)، میخک (*Dianthus caryophyllus*)، مینای چمنی (*Bellis prennis*)، گازانیا (*Gazania spp.*)، همیشه بهار (*Calendula officinallis.*) و کوکب کوهی (*Rudbeckia spp.*) باعث تسریع در ایجاد فضای سبز می‌شود (Ghanbari *et al*., 2022). پرایمینگ بذر می‌تواند منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و بالا رفتن سطح تحمل به تنش‌های غیرزیستی مانند شوری و خشکی شود (Saed-Moocheshi *et al*., 2014). در گندم، هالوپرایم بذر با نمک‌های KCl و $CaCL_2$ سبب افزایش جوانه‌زنی ، کاهش میزان پرولین و Na^+ و تحریک فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در تنش شوری شد و مقاومت گیاه به تنش را افزایش داد (Abbasi Bideli *et al*., 2017). اسید آسکوربیک به‌عنوان ماده‌ای در جهت بهبود سیستم دفاعی گیاهان در برابر تنش شوری شناخته می‌شود(Alves *et al*., 2021) . این ماده یک مولکول کوچک قابل حل در آب است که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی بوده و به‌عنوان سوبسترای اولیه برای سمیت‌زدایی و خنثی کردن رادیکال‌های سوپراکسید و اکسیژن منفرد نقش دارد (Narimani *et al*., 2019). پرایمینگ با آسکوربیک اسید، شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیمی بذور تربچه تحت تنش خشکی را بهبود داد (Razaji *et al*., 2014) . تاثیر مثبت پرایم با نیترات پتاسیم نیز در گیاهان کلم پیچ (*Brassica oleracea* (var. *capitata*) (Batool *et al*., 2015)، شاهدانه (*Cannabis sativa*) (Golizadeh *et al*., 2015) و (*Capparis spinosa*) (Khan *et al*., 1999) شده است. در رازیانه، هالوپرایمینگ با نیترات پتاسیم موجب کاهش طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه شد (Moradi *et al*., 2010). این ترکیب سبب بیوسنتز اکسین شده و شروع رویش جنین را تحریک می‌کند (Seyedi, 2020). از سویی دیگر، این ترکیب ، احتمالا در به‌تعادل رسیدن نسبت هورمون‌ها در بذر و کاهش مواد بازدارنده از جمله آبسیزیک اسید (ABA) نقش دارد (Seyedi, 2020). گیاه پروانش با نام علمی *Catharanthus roseus* L. از

تیره Apocynaceae است که به‌عنوان گیاه زینتی مهم در بوستان‌ها و فضای سبز است که به‌صورت گلدانی، حاشیه‌ای و پوششی پرورش داده می‌شود. این گیاه به‌برخی تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری و خشکی حساس است و از نظر رشد و نمو و زیبایی گیاه تحت شرایط تنش دچار افت قابل توجه‌ای می‌شود (Jaleel *et al.*, 2008, Idrees *et al.*, 2011). در پژوهشی مشخص شد که گیاه پروانش تا شوری ۳ دسی‌زیمنس تفاوت معنی‌داری از نظر صفات رشدی و عملکردی با تیمار شاهد ندارد اما در شوری‌های بالاتر، این صفات کاهش می‌یابد (Marković *et al.*, 2022). با توجه به ارزش زینتی گیاه پروانش در فضای سبز و تکثیر عمده این گیاه از طریق بذر، استفاده از آب‌های شور در آبیاری فضاهای سبز به‌دلیل کمبود آب با کیفیت و عدم اطلاعات موجود در زمینه تاثیر پرایمینگ بر روی جوانه‌زنی بذر این گیاه تحت تنش شوری، پژوهش مذکور با هدف بررسی تاثیر پرایمینگ بر روی جوانه‌زنی بذر گیاه در شرایط تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۲ با هدف بررسی تاثیر پرایمینگ بر جوانه‌زنی گیاه پروانش (*Catharanthus roseus*) در شرایط تنش شوری در آزمایشگاه فیزیولوژی علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. بذور F1 گیاه پروانش رقم Sunstorm red از شرکت سینجنتا (Syngenta) تهیه گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل چهار سطح شوری (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و پنج سطح پرایمینگ بذر (نیترات پتاسیم ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و آسکوربیک اسید ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و آب مقطر) بودند. ابتدا بذرها با هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد ضدعفونی شده و سپس چهار بار با آب مقطر استریل شسته شدند. پس از ضدعفونی، بذور به‌مدت ۱۲ ساعت در انواع مختلف پرایمینگ قرار داده شدند، سپس بذرها خارج و در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت برای رسیدن به رطوبت اولیه خشک شدند. پس از این مرحله تعداد ۲۵ عدد بذر داخل هر پتری دیش با قطر ۹ سانتی‌متر و بر روی دو عدد کاغذ صافی واتمن قرار گرفتند و چهار سطح شوری مختلف به‌میزان ۷/۵ میلی لیتر برای هر پتری بر روی انواع آن‌ها اعمال گردید. پتری‌ها پس از اعمال تنش‌های مختلف شوری توسط پارافیلم بسته شده و در داخل ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و دوره نوری و تاریکی ۱۲ ساعت قرار گرفتند. بذور جوانه‌زده به صورت روزانه شمارش شد. معیار برای جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه از بذر به میزان ۲ میلی‌متر بود. در انتهای آزمایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن‌تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه‌چه پس از این که وزن‌تر آن‌ها اندازه‌گیری شدند، داخل آون با دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ روز خشک شدند و سپس وزن‌خشک آن‌ها اندازه‌گیری گردید.

صفات مورد ارزیابی در این آزمایش عبارتند از: درصد جوانه‌زنی (رابطه ۱)، سرعت جوانه‌زنی (رابطه ۲)، متوسط مدت زمان جوانه‌زنی (رابطه ۳)، طول ساقه‌چه ، طول ریشه‌چه (طول گیاهچه)، وزن‌تر ریشه‌چه ، وزن‌تر ساقه‌چه، وزن‌خشک ریشه‌چه ، وزن‌خشک ساقه‌چه، شاخص طولی گیاهچه (رابطه ۴)، محتوای آب بافت گیاهچه (رابطه ۵)، ضریب آلومتری (رابطه ۶)

روابط این صفات عبارتند از:

$$GP=(n/N) \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه GP درصد جوانه‌زنی، n تعداد بذر جوانه‌زده، N تعداد کل بذور (Kalsa *et al.*, 2012).

$$GS = \Sigma (ni / Ti) \quad \text{(رابطه ۲)}$$

GS سرعت جوانه‌زنی، n_i تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش و Ti تعداد روز تا شمارشiام (Rostami *et al.*, 2018).

$$MDT=GP/T \quad \text{(رابطه ۳)}$$

MDT متوسط جوانه‌زنی روزانه،GP درصد جوانه‌زنی، T طول دوره جوانه زنی (روز)، (Hunter *et al.*, 1984).

$$SVl= GP\% \times SL\ (mm)/100 \quad \text{(رابطه ۴)}$$

SVI شاخص طولی گیاهچه،GP درصد جوانه‌زنی و SL برابر است با میانگین طول گیاهچه (Hunter *et al.*, 1984)

$$TWC = (FW-DW)\ /FW) \times 100 \quad \text{(رابطه ۵)}$$

TWC محتوای آب بافت گیاهچه، FW وDW به‌ترتیب

$$AC=Wr/W \quad \text{(رابطه ۶)}$$

AC ضریب آلومتری، Wr وزنخشک ریشه‌چه، Wp وزن خشک ساقه‌چه (Aghaeipour *et al.*, 2013).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

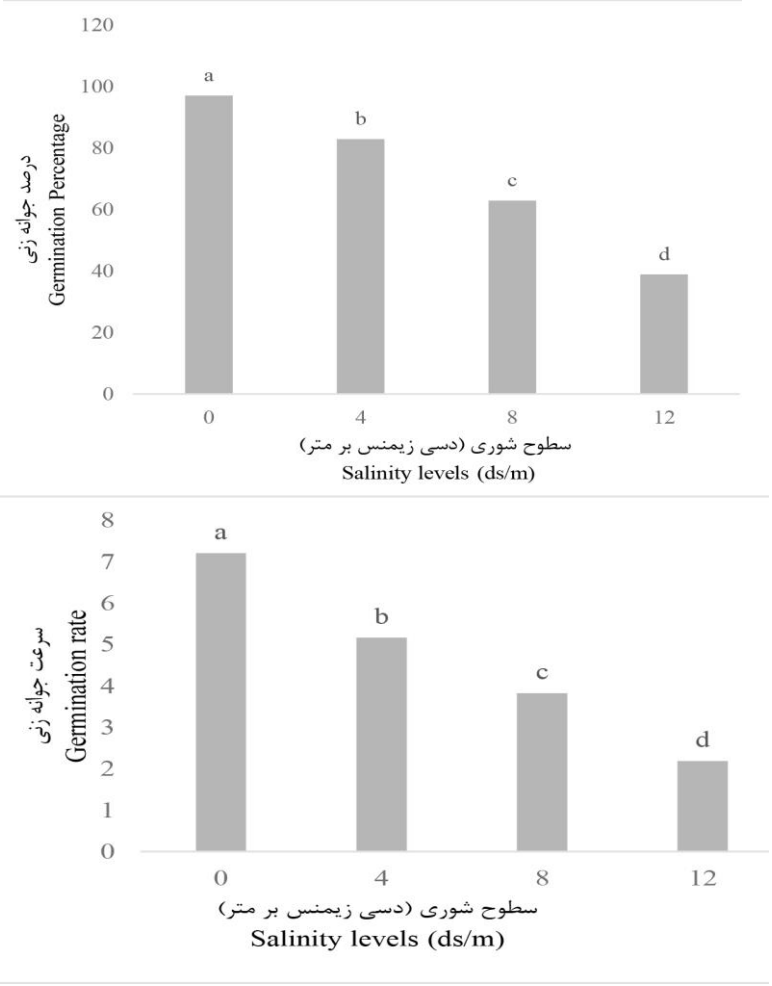
جهت انجام تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا از نرمال بودن توزیع داده‌های خام اطمینان حاصل شد و سپس داده‌ها توسط نرم افزار SAS نسخه ۹,۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری بر روی کلیه صفات مورد بررسی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، شاخص طولی گیاهچه، محتوای آب بافت گیاهچه، طول گیاهچه، ضریب آلومتری، وزن‌تر و وزن‌خشک تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). همچنین مشاهده گردید که اثر متقابل شوری و پرایمینگ برای صفات شاخص طولی گیاهچه، محتوای آب بافت گیاهچه، طول گیاهچه، ضریب آلومتری، وزن‌تر و وزن‌خشک گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

درصد و سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش میزان شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد و این سطوح اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند، به‌طوریکه کمترین میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۱ A,B).



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی (A) و سرعت جوانه‌زنی (B) گیاه پروانش. حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 1. Mean comparison of germination percentage (A) and germination rate (B) in Madagascar periwinkle, similar l
etters have no significant difference at 5% probability.

جدول ۱-تجزیه واریانس مولفه‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه پروانش تحت تاثیر پرایمینگ و تنش شوری

Table 1. Analysis of variance for germination and seedling growth characteristics of Madagascar periwinkle under priming and salinity stress

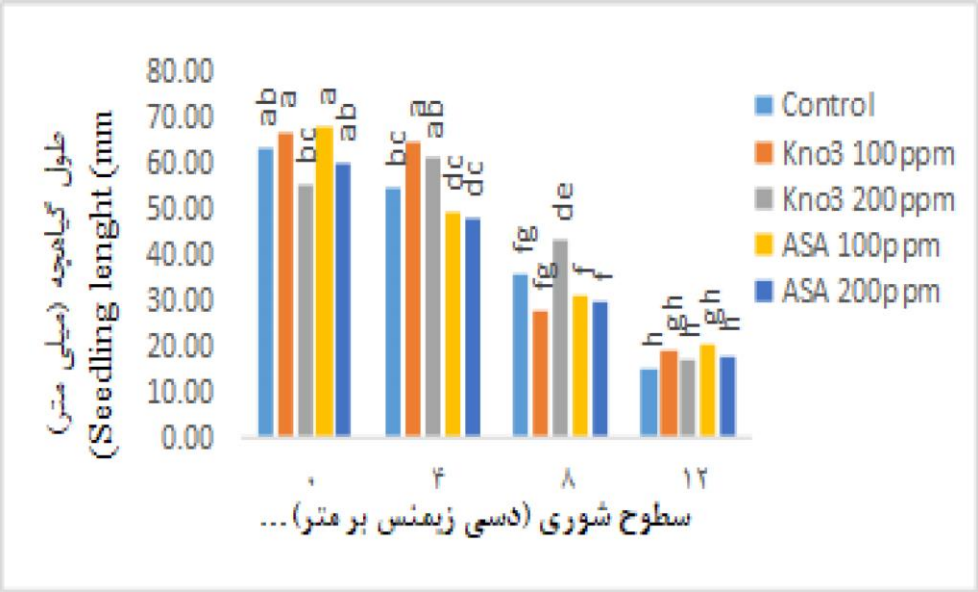
		میانگین مربعات Mean square								
منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول گیاهچه Seedling length	شاخص طولی گیاهچه Seedling vigor	ضریب آلومتری Allometric coefficient	محتوای آب بافت گیاهچه Seedling tissue water content	وزن‌تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن‌خشک گیاهچه Seedling dry weight	متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination
تنش شوری (A) Salinity stress	3	9570.40^{**}	67.78^{**}	6294.73^{**}	8722.81^{**}	0.16^{**}	16.99^{**}	0.00026^{**}	$3.99^{-8\,**}$	176.48^{**}
پرایمینگ (B) Priming	4	115.73^{ns}	0.19^{ns}	57.81^{**}	98.96^{**}	0.02^{**}	5.26^{**}	0.000009^{**}	$1.67^{-7\,**}$	2.92^{ns}
اثر متقابل AB Interaction AB	12	112.18^{ns}	0.45^{ns}	101.57^{**}	134.37^{**}	0.01^{**}	4.53^{**}	0.000006^{**}	$9.84^{-8\,**}$	3.95^{ns}
خطا Error	40	6026.67	23.49	1862.67	2109.19	0.12	16.41	0.000084	1.73^{-7}	171.95
ضریب تغییرات(%) CV		17.42	16.67	16.04	18.98	21.91	0.56	8.59	4.83	20.11

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار

*, ** and ns are statistically significant at the probability levels of 5, 1% and not significant, respectively.

طول گیاهچه

بر اساس نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس مشاهده شد که تنش شوری، پرایمینگ و اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر روی صفت طول گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). با افزایش سطح شوری صفت طول گیاهچه کاهش یافت ولی با کاربرد انواع پرایمینگ در سطوح مختلف شوری، برای صفت طول گیاهچه نسبت به سطح شاهد (پرایمینگ با آب مقطر)، اختلاف مشاهده شد، به‌طوریکه در سطح ۴ دسی‌زیمنس شوری، سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ پی پی ام نیترات پتاسیم نسبت به سطح شاهد، طول گیاهچه بیشتری داشتند و همچنین در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نیز پرایم ۲۰۰ پی پی ام نیترات پتاسیم نسبت به سطح شاهد بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (شکل ۲). بین تیمارهای مختلف بیشترین میزان طول گیاهچه در تیمار پرایمینگ آسکوربیک اسید ۱۰۰ پی پی ام و در سطح شوری صفر و کمترین میزان در سطح سطح شاهد در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید.



شکل ۲- اثر متقابل پرایمینگ و تنش شوری بر طول گیاهچه پروانش. حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

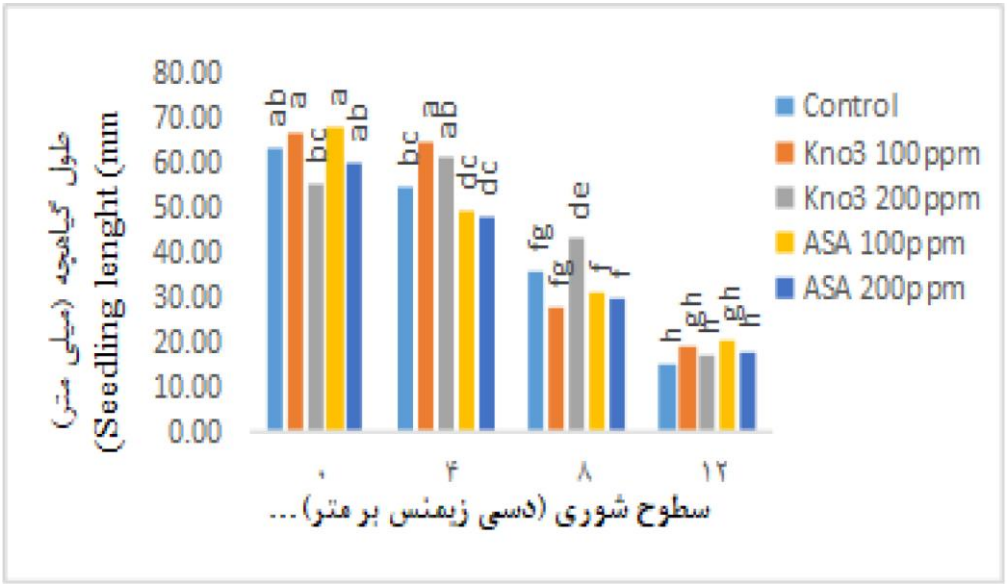
Figure 2. Interaction effect of seed priming and salinity stress on Madagascar periwinkle seedling length. Similar letters have no significant difference at 5% probability.

شاخص طولی گیاهچه

اثر متقابل تنش شوری و پرایمینگ در سطح احتمال ۵ درصد برای صفت شاخص طولی گیاهچه معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش سطح شوری شاخص طولی گیاهچه کاهش یافت. در هر سطح شوری بین سطوح مختلف پرایمینگ، تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (شکل ۳). بیشترین میزان برای این صفت در سطح بدون تنش شوری برای سطح ۱۰۰ پی پی ام آسکوربیک اسید و پس از آن سطح ۱۰۰ پی پی ام نیترات پتاسیم مشاهده گردید. در سطوح ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر میزان شاخص طولی گیاهچه در سطح سطح شاهد نسبت به سطوح پرایم شده با نیترات پتاسیم و آسکوربیک اسید کمتر بود. در سطح ۴ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین مقدار برای شاخص طولی گیاهچه در سطح نیترات پتاسیم ۱۰۰ پی پی ام مشاهده شد که با سطح شاهد تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۳). در سطوح شوری ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز سطح ۲۰۰ و سپس ۱۰۰ پی پی ام نیترات پتاسیم نسبت به‌سایر سطوح بیشترین میزان برای شاخص طولی گیاهچه را داشتند (شکل ۳).

وزن‌تر گیاهچه

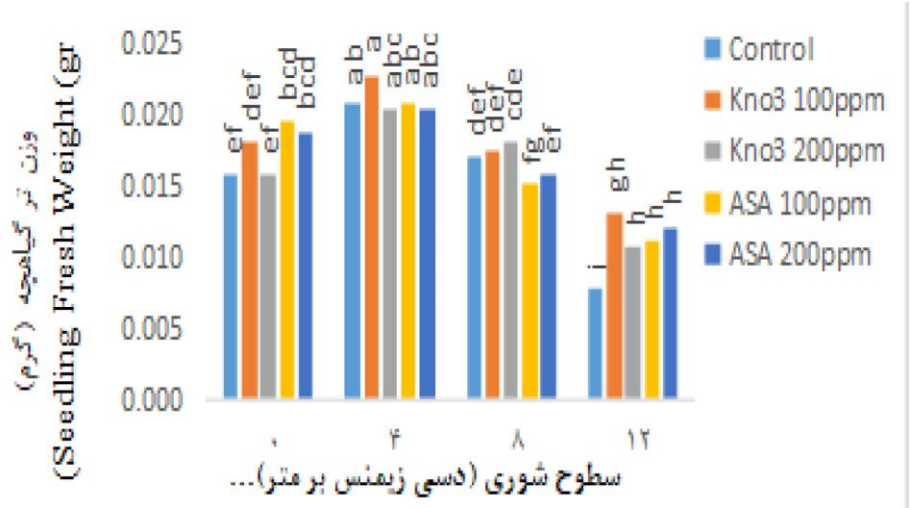
اثر متقابل تنش شوری و پرایمینگ بر این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). کمترین مقدار برای صفت وزن‌تر گیاهچه در سطح شاهد و شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده گردید که اختلاف معنی-داری با سطوح مختلف پرایم با نیترات پتاسیم و آسکوربیک اسید در این سطح شوری مشاهده گردید



شکل ۳- اثر متقابل پرایمینگ و تنش شوری بر شاخص طولی گیاهچه پروانش. حروف مشابه در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 3. Interaction effect of seed priming and salinity stress on Madagascar periwinkle seedling vigor Similar letters have no significant difference at 5% probability..index

(شکل ۴). در سطوح شوری مختلف با کاربرد سطوح مختلف پرایم نیترات پتاسیم و آسکوربیک اسید، وزن‌تر نسبت به سطح شاهد بهبود یافت و بیشترین میزان برای این صفت در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و پرایمینگ ۱۰۰ پی پی ام نیترات پتاسیم حاصل شد (شکل ۴). همچنین در سطح صفر شوری کمترین میزان وزن‌تر گیاهچه مربوط به سطح شاهد بود که با ۴ سطح پرایم شده تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۴)

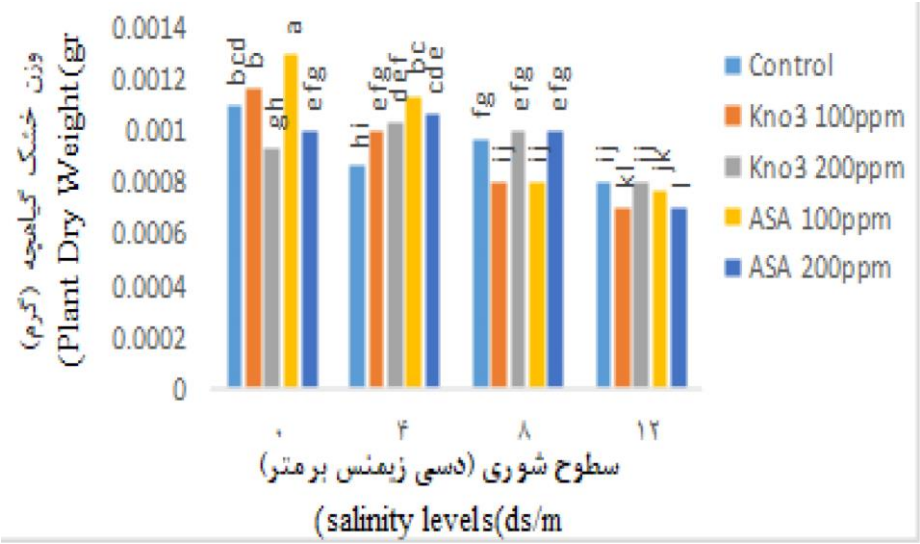


شکل ۴- اثر متقابل پرایمینگ و تنش شوری بر وزن تر گیاهچه پروانش. حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 4. Interaction effect of seed priming and salinity stress on Madagascar periwinkle seedling fresh weight. Similar letters have no significant difference at 5% probability.

وزن خشک گیاهچه

بیشترین وزن‌خشک گیاهچه در سطح شوری صفر و در پرایم آسکوربیک اسید ۱۰۰ پی پی ام مشاهده شد که با سطح شاهد در این سطح شوری، اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۵). همچنین در سطح شوری ۴ دسی-زیمنس بر متر، سطوح مختلف پرایمینگ آسکوربیک اسید و نیترات پتاسیم توانستند بر صفت وزن خشک گیاهچه تاثیرگذار باشند و وزن‌خشک گیاهچه را نسبت به شاهد در این سطح شوری، افزایش دهند که با ۴ سطح پرایم اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۵). کمترین میزان برای



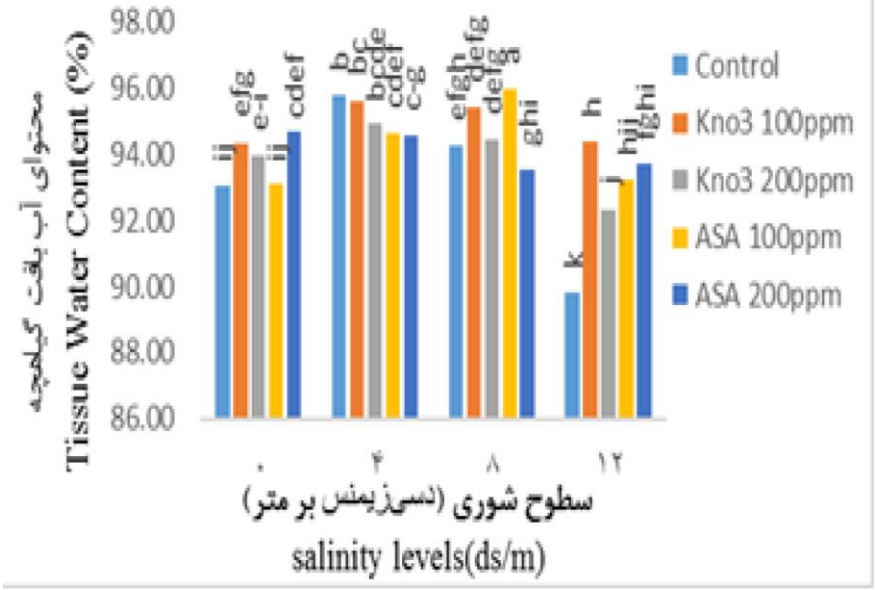
شکل ۵- اثر متقابل پرایمینگ و تنش شوری بر وزن خشک گیاهچه پروانش. حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 5. Interaction effect of seed priming and salinity stress on Madagascar periwinkle seedling dry weight. Similar letters have no significant difference at 5% probability.

این صفت نیز در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و در پرایم نیترات پتاسیم ۱۰۰ پی پی ام مشاهده گردید(شکل ۵).

محتوای آب بافت گیاهچه

در سطوح ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر، محتوای آب بافت گیاهچه در مقایسه با سطح صفر شوری بیشتر بود که به‌نظر می‌رسد در جهت تحمل تنش شوری در گیاهچه مکانیزمی جهت حفظ آب بافت شکل گرفته باشد (شکل ۶). در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کمترین میزان محتوای آب بافت در سطح شاهد مشاهده شد که با سایر سطوح پرایمینگ اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۶).

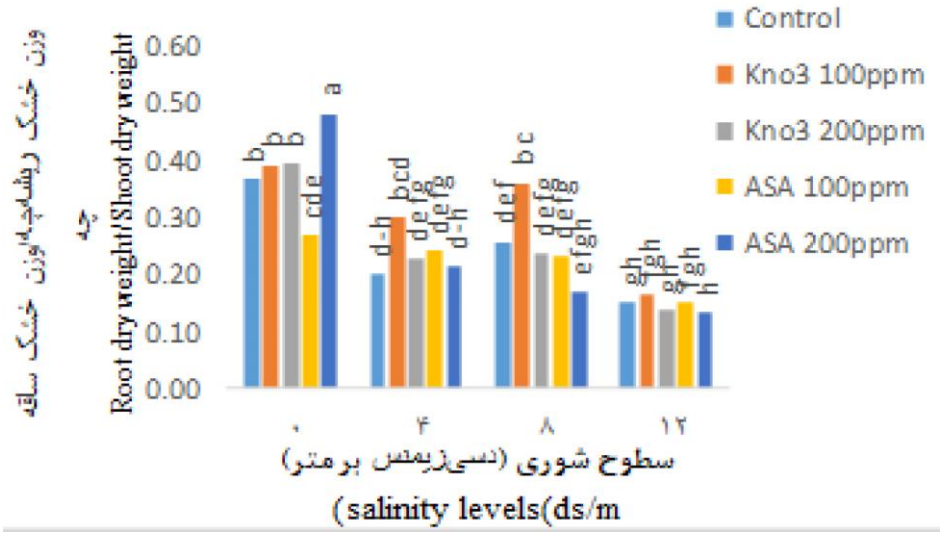


شکل ۶- اثر متقابل پرایمینگ و تنش شوری بر محتوای آب بافت گیاهچه پروانش. حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 6. Interaction effect of seed priming and salinity stress on Madagascar periwinkle seedling tissue water content. Similar letters have no significant difference at 5% probability

ضریب آلومتری

اثر متقابل تنش شوری و پرایمینگ برای صفت ضریب آلومتریک معنی‌دار شد (جدول ۱). میزان این صفت در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، کمترین مقدار را برای همه سطوح پرایم شده داشت (شکل ۷). بیشترین میزان برای این صفت در سطوح شوری ۴، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در سطح پرایم ۱۰۰ پی پی ام نیترات پتاسیم مشاهده گردید (شکل ۷).

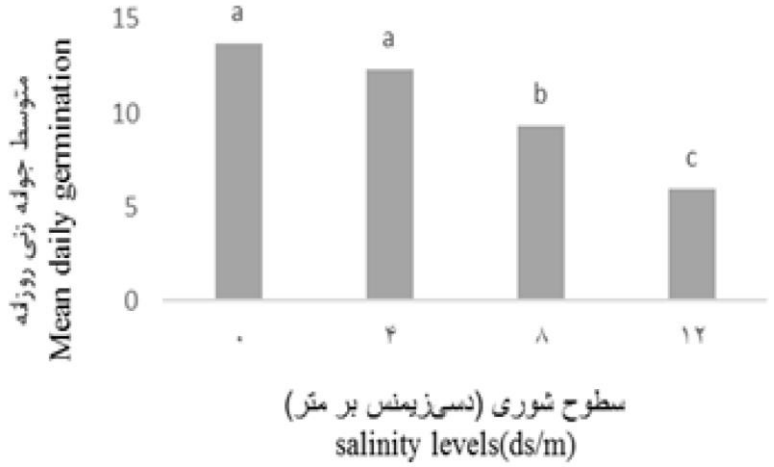


شکل ۷- اثر متقابل پرایمینگ و تنش شوری بر ضریب آلومتری گیاهچه پروانش. حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 7. Interaction effect of seed priming and salinity stress on Madagascar periwinkle Allometric index. Similar letters have no significant difference at 5% probability

متوسط جوانه‌زنی روزانه

اثر سطوح مختلف شوری بر روی متوسط جوانه‌زنی روزانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش سطح شوری متوسط جوانه‌زنی روزانه کاهش یافت و کمترین میزان برای این صفت در سطح شوری ۱۲ دسی-زیمنس بر متر مشاهده گردید که با سایر سطوح تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۸).



شکل ۸- مقایسه میانگین سطوح مختلف شوری بر روی متوسط جوانه‌زنی روزانه گیاه پروانش. حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Figure 8. Mean comparison of different salinity levels on mean daily germination in Madagascar periwinkle. Similar letters have no significant difference at 5% probability.

بحث

با افزایش سطح تنش شوری جوانه‌زنی، رشد و وزن گیاهان کاهش می‌یابد (Alves *et al.*, 2021, Hasani *et al.*, 2021, Bagheri *et al.*, 2022) که با نتایج مشاهده شده در این آزمایش مشابه بود. شوری باعث تاخیر در جذب آب و در نتیجه تاثیر برروی روند جوانه‌زنی می‌شود (Hasani *et al.*, 2021). گیاهان جهت غلبه بر تنش شوری، فعالیت-های بیوشیمیایی و مولکولی را افزایش می‌دهند، در تنش شوری همانند دیگر تنش‌ها، سیگنال‌هایی از درون و بیرون سلول توسط غشاء سلولی دریافت شده و این امر موجب به راه انداختن آبشار پیام‌رسانی داخل سلولی توسط مولکول های ثانویه‌ای از جمله کلسیم و پروتون می‌گردد و دامنه وسیعی از فعالیت‌های سلولی برای پاسخ به تنش شوری شکل می‌گیرد (Kader *et al.*, 2010). بذور در حالت خشک، فعالیت متابولیکی محدودی دارند که موجب می‌شود فعالیت‌های مکانیسمی دفاعی در سطح سلولی به صورت غیرفعال باقی بماند، اما پرایمینگ به‌واسطه تاثیرات محرک مثبت در مراحل ابتدایی جوانه‌زنی، برروی مقاومت به شوری گیاهچه تاثیر مثبت دارد (Ozden *et al.*, 2017).

کاهش طول گیاهچه در اثر شوری در سایر گیاهان نیز مشاهده گردید که از آن جمله می‌توان به گیاهچه ماش (*Vigna radiata*)، سویا (*Glycine max*) (Abbasi Bideli *et al.*, 2017) و فلوس (*Cassia fistula*) (Ebrahimi *et al.*, 2023) اشاره نمود. گیاهان در معرض تنش شوری طی دو مرحله رشدشان کند می‌شود، در مرحله اول جهت مقابله با تنش شوری و املاح نمک، انرژی مصرف می‌کنند و در مرحله دوم در اثر تجمع و سمیت نمک در بخش‌هایی از جمله کلروپلاست و میتوکندری، کاهش رشد و نمو را موجب می‌شود (Hameed *et al.*, 2021). با کاربرد نیترات پتاسیم و آسکوربیک اسید در کلیه سطوح شوری، تاثیر مثبت آن بر روی رشد طولی گیاهچه مشاهده شد و بذرهای پرایم شده با این ترکیبات رشد مطلوب‌تری داشتند و در این بین پرایمینگ با نیترات پتاسیم موثرتر از آسکوربیک اسید بود. کاربرد موثر نیترات پتاسیم بر روی مولفه‌های جوانه‌زنی توسط احمدوند و همکاران (۲۰۲۳) نیز گزارش شده است. تاثیر مثبت نیترات پتاسیم می‌تواند به-دلیل تعادل هورمونی در بذر و کاهش مواد بازدارنده رشد باشد. نیترات پتاسیم نقش مهمی در تشکیل پروتوپلاسم و سلول‌های جدید دارد و موجب افزایش طول گیاهچه می‌شود و از سویی عنصری ضروری برای رشد گیاهچه می‌باشد (Ahmadvand *et al.*, 2023). تاثیر مثبت کاربرد پرایمینگ بر روی طول گیاهچه توسط محققین دیگری نیز گزارش شده است (Abbasi Bideli *et al.*, 2017, Alves *et al.*, 2021, Ebrahimi *et al.*, 2023).

کاهش شاخص طولی گیاهچه در اثر شوری با نتایج محققین دیگر مشابه می‌باشد (Abbasi Bideli *et al.*, 2017, Hasani *et al.*, 2021, Ebrahimi *et al.*, 2023). به‌طورکلی بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش مشخص شد که سطوح مختلف پرایمینگ با نیترات پتاسیم و آسکوربیک اسید بر روی شاخص طولی گیاهچه تاثیر مثبت داشته است و نسبت به سطوح بدون پرایم با این مواد شاخص طولی گیاهچه در سطوح مختلف شوری از افت کمتری برخوردار بوده است. بهبود شاخص طولی گیاهچه با استفاده از تیمارهای پرایمینگ در شرایط تنش شوری توسط محققین دیگری نیز (Saeed *et al.*, 2020, Shah *et al.*, 2021, Tiwari *et al.*, 2021, Ebrahimi *et al.*, 2023) گزارش شده است. اثرات مثبت پرایمینگ می‌تواند به‌علت افزایش فعالیت آنزیم‌ها در محور جنینی باشد که سبب افزایش انتقال ترکیباتی مانند پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه به سمت محور جنینی می‌شود (Ahmadvand *et al.*, 2023).

در این آزمایش مشاهده شد که با کاربرد پرایمینگ وزن-خشک و تر گیاهچه افزایش یافت. علت افزایش وزن گیاهچه می‌تواند بواسطه افزایش فعالیت میتوزی و افزایش تعداد سلول‌ها در ریشه‌چه و ساقه‌چه باشد که منجر به افزایش تجمع ماده خشک سلولی می‌شود (Ahmadvand *et al.*, 2023). پرایمینگ بذر موجب افزایش میزان مواد ذخیره‌ای، پروتئینی و اسیدهای نوکلئیک در بذر شده و از این طریق بنیه، استقرار و عملکرد نهایی گیاه افزایش می‌یابد (Paravar and Farahani, 2017). گزارش‌های متعددی در مورد اثر متقابل شوری و ویتامین بر روی سنتز پروتئین و سرعت رشد در چندین گونه گیاهی موجود است (Yee *et al.*, 2016)، که نشان‌دهنده نقش ویتامین C در افزایش مقاومت

گیاهان در برابر تنش‌های غیر زیستی و کاهش سطح تنش-های اکسیداتیو است (Keshavarz *et al.*, 2017). آسکوربیک اسید از طریق افزایش پتانسیل آب و راندمان مصرف آب، کاهش میزان سدیم، پراکسیداسیون چربی‌ها و میزان پراکسید هیدروژن (H_2O_2) و همچنین افزایش میزان رنگدانه‌ها و آنزیم‌هایی نظیر سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX)، پراکسیداز (POX) موجب رشد و عملکرد بهتر در گیاه می‌شود (Alves *et al.*, 2021).

ضریب آلومتری در اثر تنش‌های محیطی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Nouriyani, 2019). در این آزمایش مشخص شد که این شاخص تحت تاثیر پرایمینگ و شوری قرار گرفت و در سطح شوری ۴ و ۸ دسی‌زیمنس در پرایم ۱۰۰ پی پی ام نیترات پتاسیم نسبت به سایر سطوح از میزان بالاتری برخوردار است، همچنین در سطح صفر شوری با کاربرد آسکوربیک اسید ۲۰۰ پی پی ام، بیشترین میزان برای این صفت مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که پرایمینگ سبب بهبود برخی از مولفه‌های رشدی گیاهچه از جمله طول گیاهچه، طول ریشه‌چه ، وزن‌تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، محتوای آب بافت گیاهچه نسبت به سطوح بدون کاربرد پرایمینگ در شرایط تنش شوری در گیاه پروانش می‌گردد. کاربرد پرایم در مولفه‌های سرعت و درصد جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه تاثیر نداشته است و به‌نظر می‌رسد کاربرد پرایم بر روی مولفه‌های پس از جوانه‌زنی بذر و بر روی پارامترهای رشدی تاثیرگذار است. از بین پرایم‌های به‌کاررفته با توجه به نتایج به‌دست آمده، به‌نظر می‌رسد که کاربرد نیترات پتاسیم در مقایسه با آسکوربیک اسید موثرتر می‌باشد. در سطح شوری صفر نیز با کاربرد پرایمینگ در بعضی از سطوح، مولفه‌هایی نظیر طول گیاهچه، وزن‌تر و خشک گیاهچه، محتوای آب بافت در مقایسه با سطح بدون پرایمینگ افزایش یافت. پیشنهاد می‌گردد که تحقیقات بیشتری جهت رسیدن به‌سطح مناسب کاربرد پرایمینگ نیترات پتاسیم برای جوانه‌زنی گیاه پروانش تحت تنش شوری، صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئول آزمایشگاه فیزیولوژی علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Abbasi Bideli, M. and Ebdali Mashhadi, A. 2017. The effect of priming on the germination and growth of the Vigna radiata (Shushtar ecotype) seeding under salinity stress. Iranian Journal of Seed Sciences and Research, 4(1): 75-88. (In Persian)**(Journal)**

Aghaeipour, N., Zavareh, M., and Khaledian, M.R. 2013. Effect of pretreatment with indole-3-butyric acid on germination characteristics of pinto bean seed under salt stress. Journal of Crop Production and Processing, 3(8): 83-92. (In Persian)**(Journal)**

Ahmadvand, B., Sharifzadeh, F. and Mirabzadeh Ardakani, M. 2023. The effect of hydro and osmo priming treatments on germination traits enhancement of Sesamum indicum L var. shevin seeds under drought stress. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 11(4): 1-16. (In Persian)**(Journal)**

Ahmadvand, G., Soleymani, F., Saadatian, B. and Pouya, M. 2012. Effects of seed priming on seed germination and seedling emergence of cotton under salinity stress. World Applied Sciences Journal, 20(11): 1453-1458. **(Journal)**

Ahmed, A. 2016. Deposition and analysis of composite coating on aluminum using Ti–B4C powder metallurgy tools in EDM. Materials and Manufacturing Processes, 31(4): 467-474. **(Journal)**

Alves, R.d.C., Rossatto, D.R., da Silva, J.d.S., Checchio, M.V., de Oliveira, K.R., Oliveira, F.d.A., de Queiroz, S.F ,.da Cruz, M.C. and Gratão, P.L. 2021. Seed priming with ascorbic acid enhances salt tolerance in micro-tom tomato plants by modifying the antioxidant defense system components. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 31: 1-15. **(Journal)**

Bagheri, A., Mondani ,F., Geravandi, A. and Amiri, S. 2022. Evaluation of the effect of osmo and hydro priming on germination traits of polymorph seeds of Marigold compact petal variety (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Seed Science and Technology, 11(1): 1-14. (In Persian)**(Journal)**

Batool, A., Ziaf, K. and Amjad, M. 2015. Effect of halo-priming on germination and vigor index of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). Journal of environmental and Agricultural Sciences, 2(7): 1-8. **(Journal)**

de Cássia Alves, R., de Medeiros, A.S., Nicolau, M.C.M., Neto, A.P., Lima, L.W., Tezotto, T. and Gratão, P.L. 2018. The partial root-zone saline irrigation system and antioxidant responses in tomato plants. Plant Physiology and Biochemistry, 127: 366-379. **(Journal)**

Ebrahimi, E., Moosavi, S.A., Siadat, S.A., Moallemi, N. and Sabaeian, M. 2023. Effect of seed priming on salinity tolerance of (*Cassia fistula* L.) at seed germination and seedling growth stages using digital image analysis. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 11(4): 17-34. (In Persian)**(Journal)**

Ghanbari, A. and Saeedipour, S. 2022. Effect of seed priming hormone on germination characteristics and seedling growth of *Zea mays* L. Iranian Journal of Seed Sciences and Research, 9(1): 39-49. (In Persian)**(Journal)**

Golizadeh, S.K., Mahmoodi, T.M. and Khaliliaqdam, N. 2015. Effect of priming of (KNO^ sub 3^, ZnSo^ sub 4^, Distilled water) on rate germination and seedling establishment on cannabis seed (*Cannabis sativa* L.). Biological Forum, 7(1): 190-194. **(Journal)**

Hameed, A., Ahmed, M.Z., Hussain, T., Aziz, I., Ahmad, N., Gul, B. and Nielsen ,B.L. 2021. Effects of salinity stress on chloroplast structure and function. Cells, 10(8): 2023. **(Journal)**

Hasani, Z., Amraie, N., Ahmadi, K. and Omidi, H. 2021. Effect of priming on seed germination and morpho-physiological traits of *Portulacaoleracea* L. under salinity stress. Iranian Journal of Seed Sciences and Research, 8(3): 293-310. (In Persian)**(Journal)**

Hunter, E., Glasbey, C. and Naylor, R. 1984. The analysis of data from germination tests. The Journal of Agricultural Science, 102(1): 207-213. **(Journal)**

Idrees, M., Naeem, M., Aftab, T., Khan, M.M.A. and Moinuddin. 2011. Salicylic acid mitigates salinity stress by improving antioxidant defence system and enhances vincristine and vinblastine alkaloids production in periwinkle (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don). Acta Physiologiae Plantarum, 33: 987-999. **(Journal)**

Jaleel, C.A., Gopi, R., Sankar, B., Gomathinayagam, M. and Panneerselvam, R. 2008. Differential responses in water use efficiency in two varieties of C*atharanthus roseus* under drought stress. Comptes Rendus Biologies, 331(1): 42-47. **(Journal)**

Kader, M.A. and Lindberg, S. 2010. Cytosolic calcium and pH signaling in plants under salinity stress. Plant signaling and behavior, 5(3): 233-238. **(Journal)**

Kalsa, K.K. and Abebie, B. 2012. Influence of seed priming on seed germination and vigor traits of *Vicia villosa* ssp. dasycarpa (Ten.). African Journal of Agricultural Research, 7(21): 3202-3208. **(Journal)**

Keshavarz, H. and Sadegh-Ghol-Moghadam, R. 2017. Seed priming with cobalamin (vitamin B12) provides significant protection against salinity stress in the common bean. Rhizosphere, 3: 143–149. **(Journal)**

Khan, J., Rauf, M., Ali, Z. and Khattack, M. 1999. Different stratification techniques on seed germination of pistachio cv. Wild. Pakistan Journal of Biological Sciences, 2(4): 1412-1414. **(Journal)**

Marković, M., Šoštarić, J., Kojić , A., Popović, B., Bubalo, A., Bošnjak, D. and Stanisavljević, A. 2022. Zinnia (*Zinnia elegans* L.) and periwinkle (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) responses to salinity stress. Water, 14(7): 1066. **(Journal)**

Moradi, R. and Rezvani Moghaddam, P. 2010. The effects of seed pre-priming with salicylic acid under salinity stress on germination and growth characteristics of *Foeniculum vulgare* mill (Fennel). Iranian Journal of Field Crops Research, 8(3): 489-500. (In Persian)**(Journal)**

Mousavi Bazaz, A., Tehranifar, A., Kafi, M., Gazanchian , A. and Shoor, M. 2015. Screening of Eleven Festuca arundinacea Native Populations for NaCl Tolerance in Order to Use in Green Space. Journal of Ornamental plants, 5 (3): 131-138. **(Journal)**

Murata, M., Zharare, G. and Hammes, P. 2008. Pelleting or priming seed with calcium improves groundnut seedling survival in acid soils. Journal of Plant Nutrition, 31(10): 1736-1745. **(Journal)**

Narimani, R., Moghaddam, M., Nemati, S. and Ghasemi, P.A. 2019. Evaluation of salinity adjusted by using humic acid and ascorbic acid in medicinal plant of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 31(4): 955-971. (In Persian)**(Journal)**

Negrão, S., Schmöckel, S. and Tester, M. 2017. Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. Annals of botany, 119 (1): 1-11. **(Journal)**

Nouriyani, H. 2019. Effect of seed priming on germination characteristics, biochemical changes and early seedling growth of sesame (*Sesamum indicum*). Iranian Journal of Seed Research, 5(2): 43-58. (In Persian)**(Journal)**

Ozden, E., Ermiş, S. and Demir, I. 2017. Seed priming increases germination and seedling quality in Antirrhinum, Dahlia, Impatiens, Salvia and Zinnia seeds. Journal of Ornamental plants, 7(3): 171-176. **(Journal)**

Paravar, A., and Farahani, S.M. 2017. Effect of time and priming temperature on germination of coneflower (*Echinacea cprupurea*) under salinity stress. Iranian Journal of Seed Science and Research, 4(1): 25-35. (In Persian)**(Journal)**

Ravindran, K.C., Venkatesan, K., Balakrishnan, V., Chellappan, K.P., and Balasubramanian, T. 2007. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. Soil biology and biochemistry, 39(10): 2661-2664. **(Journal)**

Razaji, A., Farzanian, M. and Sayfzadeh, S. 2014. The effects of seed priming by ascorbic acid on some morphological and biochemical aspects of rapeseed (*Brassica napus* L.) under drought stress condition. International Journal of Biosciences, 4(1): 432-442. **(Journal)**

Rostami, G., Moghaddam, M., Narimani, R. and Mehdizadeh, L. 2018. The effect of different priming treatments on germination, morphophysiological, and biochemical indices and salt tolerance of basil (*Ocimum basilicum* L. cv. Keshkeni Levelou). Environmental Stresses in Crop Sciences, 11(4): 1107-1123. **(Journal)**

Saed-Moocheshi, A., Shekoofa, A., Sadeghi, H. and Pessarakli, M. 2014. Drought and salt stress mitigation by seed priming with KNO3 and urea in various maize hybrids: an experimental approach based on enhancing antioxidant responses. Journal of Plant Nutrition, 37 (5): 674-689. **(Journal)**

Saeed, T., Shahzad, A. and Sharma, S. 2020. Studies on single and double layered biocompatible encapsulation of somatic embryos in Albizia lebbeck and genetic homogeneity appraisal among synseed derived lines through ISSR markers. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 140: 431-445. **(Journal)**

Seyedi, S.M. 2020. Effects of Potassium Nitrate on Germination Characteristics and Early Growth of Sunflower under Salinity and Drought Stresses. Iranian Journal of Agronomy & Plant Breeding, 16 (1): 55-64. (In Persian)**(Journal)**

Shah, T., Latif, S., Saeed, F., Ali, I., Ullah, S., Alsahli, A.A., Jan, S. and Ahmad, P. 2021. Seed priming with titanium dioxide nanoparticles enhances seed vigor, leaf water status, and antioxidant enzyme activities in maize (*Zea mays* L.) under salinity stress. Journal of King Saud University-Science, 33(1): 1-8. (Journal)

Souri, M., Arab, M., Tohidloo, G. and Kashi, A. 2017. Effect of some seed priming treatments on germination quality of Artichoke (*Cynara scolymus*) seeds. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 5(2): 85-94. (In Persian)**(Journal)**

Tiwari, T. and Agarwal, D. 2021. The effect of seed priming in chickpea under sodic soil. Journal of Food Legumes, 34(2): 99-104. **(Journal)**

Wang, Y., Diao, P., Kong, L., Yu, R., Zhang, M., Zuo, T., Fan, Y., Niu, Y., Yan, F. and Wuriyanghan, H. 2020. Ethylene enhances seed germination and seedling growth under salinity by reducing oxidative stress and promoting chlorophyll content via ETR2 pathway. Frontiers in plant science, 11: 1-14. **(Journal)**

Yee, W.S., Aziz, S.D.A. and Yusof, Z.N.B. 2016. Osmotic stress upregulates the transcription of thiamine (vitamin B1) biosynthesis genes (THIC and THI4) in oil palm (*Elaies guineensis*). African Journal of Biotechnology, 15(29): 1566-1574. **(Journal)**

Yuan-Yuan, S., Yong-Jian, S., Ming-Tian, W., Xu-Yi, L., Xiang, G., Rong, H. and Jun, M. 2010. Effects of seed priming on germination and seedling growth under water stress in rice. Acta Agronomica Sinica, 36(11): 1931-1940. **(Journal)**

Effect of priming on seed germination and growth of Madagascar periwnkle under salinity stress

Azadeh Mousavi Bazaz[1]*, Hajar Nemati[2]

Received: August 16, 2023 Accepted: November 1, 2023

Abstract

Salinity is one of the abiotic stresses that has a major role in limiting the development and cultivation of plants in the green space. One of the most sensitive periods in life cycle of plants is the stage of germination and establishment of the plant in the soil. The application of priming has been effective in improving the germination of many plants. The present study was conducted with the aim of investigating the effect of priming on the germination of the periwinkle seeds under salt stress. The experiment was conducted based on a factorial in a completely randomized design with three replications. The factors include four salinity levels using sodium chloride (0, 4, 8 and 12 dS/m) and five priming levels (potassium nitrate 100 and 200 mg/l and ascorbic acid 100 and 200 mg/l and distilled water). The results showed that salinity reduced all investigated traits, but seed priming was effective in modulating the effect of stress at all salinity levels. Potassium nitrate priming was more effective than ascorbic acid. In treatment without salt stress, the application of priming in some levels, parameters such as seedling length, seedling fresh and dry weight, tissue water content increased compared to the control. According to the results obtained from this experiment, it is suggested that more research be done to reach the appropriate level of potassium nitrate priming for germination of periwinkle plant under salinity stress.

Keywords: Ascorbic acid; Periwinkle; Potassium nitrate; Salinity

How to cite this article
Mousavi Bazaz, A. and Nemati, H. 2023. Effect of priming on seed germination and growth of Madagascar periwnkle under salinity stress. Iranian Journal of Seed Science and Research, 10(3): 33-47. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2023.7673

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Assistance Professor, Department of Horticultural Science and Green Space engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. mousaviba@um.ac.ir
2. Laboratory Expert, Department of Horticultural Science and Green Space engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. hajarnemati@um.ac.ir
*Corresponding author: mousaviba@um.ac.ir