پژوهش‌های بذر ایران/ سال نهم/ شماره دوم/ ۱۴۰۱/ صفحات: ۶۲-۵۱

مقاله پژوهشی

اثر اسید هیومیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بالنگو (*Lallemantia royleana*) و گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) تحت تنش شوری

بهمن فاضلی نسب[1*]، حمیده خواجه[2]، رامین پیری[3]، زهرا مرادیان[4]

چکیده مبسوط

مقدمه: بالنگو با نام علمی (*Lallemantia royleana* L.) گیاهی علفی و یکساله از خانواده نعناع در مناطق مختلف کشورهای اروپایی، خاورمیانه و به ویژه ایران است. گوار با نام علمی *Cyamopsis tetragonoloba* L. گیاهی از خانواده بقولات است. ویژگی مشترکی بین این دو گیاه صمغ‌های هیدروکلوئیدی است که با جذب آب و افزایش گرانروی و یا تشکیل ژل در فاز آبی باعث پایداری برخی امولسیون‌های غذایی می‌شوند. ایران به دلیل دارا بودن پوشش گیاهی متنوع و غنی، قابلیت تولید انواع بی‌شماری از صمغ‌های گیاهی را دارا می‌باشد و بسیاری از دانه‌ها همچون بالنگو و گوار حاوی صمغ‌های با ارزشی هستند. با توجه به کاربردهای مهم درمانی و صنعتی دو گیاه گوار و بالنگو و نیاز به اطلاعات و گزارش‌های بیشتر در مورد تعیین بهترین سطح اسید هیومیک و تحمل به تنش شوری این گیاهان، هدف از انجام این پژوهش بررسی تحمل دو گیاه بالنگو و گوار به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و مراحل ابتدایی رشد دو گیاه و کاربرد اسید هیومیک بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال ۱۴۰۰ انجام گردید. در این آزمایش تنش شوری با استفاده از کلرید سدیم در سطوح شاهد (عدم شوری)، ۷۰، ۱۴۰، ۲۱۰ میلی‌مولار و اسید هیومیک با سطوح (۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) مورد بررسی قرار گرفت. به هر پتری که حاوی ۲۵ بذر بود، محلول اسیدهیومیک در سطوح مختلف شوری اضافه شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه گوار شد. در این گیاه، با افزایش سطح تنش شوری به ۲۱۰ میلی‌مولار، ۳۵/۳۴ درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد کاهش یافت و با افزایش شدت تنش از سطح ۱۴۰ میلی‌مولار، کاهش معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. بیش‌ترین طول ساقه‌چه بالنگو در تیمارهای شوری ۷۰ میلی‌مولار و سطح کودی ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و بیش‌ترین طول ریشه‌چه در گیاه بالنگو از تیمار ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در سطح تنش شوری ۷۰ میلی‌مولار بدست آمد. هم‌چنین نتایج نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه-چه (۱/۴۶ سانتی‌متر) در گیاه گوار به ترتیب مربوط به پیش‌تیمار اسید هیومیک در شرایط شوری ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار در سطوح کودی ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر بود.

نتیجه‌گیری: به طور کلی می‌توان اظهار داشت شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش محسوسی در شرایط تنش داشتند و این امر مبین آن است که اسید هیومیک به‌عنوان یک پیش‌تیمار مناسب می‌تواند شاخص‌های رشدی گیاهچه گیاهان بالنگو و گوار را در شرایط تنش و بدون تنش بهبود دهد. با کاربرد اسید هیومیک در همه سطوح شوری به جز ۲۱۰ میلی‌مولار شاخص‌های جوانه‌زنی در دو گیاه مذکور در وضعیت مطلوبی قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، کلرید سدیم، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، رشد رویشی

جنبه‌های نوآوری:

۱- آستانه تحمل به تنش شوری در دو گیاه گوار و بالنگو بررسی شد.

۲- کود اسید هیومیک در این تحقیق باعث تعدیل اثرات مخرب تنش شوری در دو گیاه گوار و بالنگو شد.

[1] گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل

[2] پژوهشکده زیست فناوری کشاورزی، دانشگاه زابل

[3] گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

[4] کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه شاهد تهران

[*] رایانامه نویسنده مسئول: bfazeli@uoz.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1401.9.2.2.5

DOI: 10.61186/yujs.9.2.51

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۲)

مقدمه

شوری، یکی از تنش‌های مهم و عوامل محدودکننده، در جوانه‌زنی بذرها و رشد و نمو گیاه محسوب می‌شود. وجود شرایط نامساعد از جمله عدم بارندگی کافی و وجود زمین‌ها و آب‌های شور (تنش شوری) در سطح وسیعی از اراضی جهان، محدودیت‌ها و کاستی‌هایی را برای گسترش فعالیت‌های زراعی ایجاد می‌نماید (کشاورز افشار[1] و همکاران، ۲۰۱۳). شوری بر جنبه‌های مختلف رشد اثر می‌گذارد و موجب کاهش و به تأخیر افتادن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌شود و گیاهان در جذب آب کافی با اشکال روبرو می‌شوند (مرادی[2] و همکاران، ۲۰۱۸).

تنش‌های محیطی مانند شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای گیاهان تأثیر بسزایی دارند. با توجه به این که اولین مرحله‌ی جوانه‌زنی جذب آب می‌باشد، کمبود آب در این مرحله بر حسب طول مدت و شدت تنش موجب نبود جوانه‌زنی یا کاهش درصد و سرعت جوانه-زنی می‌گردد (حسینی و رضوانی‌مقدم[3]، ۲۰۰۶). به طور کلی تنش شوری و خشکی در مناطق خشک و نیمه خشک باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود.

نتایج تحقیقات خماری[4] و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که در تنش شوری (غلظت ۲۰۰ میلی مولار) جوانه-زنی گیاه چای ترش، سنا هندی، ریحان و زوفا صورت نگرفت. درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه‌های ریحان و گل گندم تحت شرایط شوری کاهش چشمگیری داشتند. نتوندو [5] همکاران (۲۰۰۴) بیان نمودند که رسوب نمک در ریشه در حال رشد دلیل اصلی خشکی فیزیولوژیکی، کاهش تقسیم سلولی و در نهایت کاهش رشد ریشه و بنیه بذر است. نتایج پژوهشی در مورد گیاه سالیکورنیا حاکی از آن بود که سطوح مختلف شوری، شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه‌ای سالیکورنیا را کاهش داد (اورلوفسکی[6] و همکاران، ۲۰۱۶).

بالنگو (*Lallemantia royleana* L.) گیاهی از تیره نعناعیان است که به طور گسترده‌ای در ایران، ترکیه، هند و شمال اروپا رشد می‌کند. از جمله خواص دارویی دانه بالنگو برای رفع سرفه، سرماخوردگی، تقویت معده، اختلالات عصبی و کلیوی کاربرد دارد (احمدی و ملکی فراهانی[7]، ۲۰۲۱). گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) جزء لگوم‌های یکساله طبقه بندی می‌شود. اهمیت کشت این گیاه بیشتر به دلیل غلظت بالای گالاکتامانان موجود در دانه آن می‌باشد که پس از استخراج این ماده صمغی، کنجاله آن به علت درصد بالای پروتئین آن برای مصرف دام مناسب است (پاتاک و روی[8]، ۲۰۱۵). گیاهان با روش‌های گوناگون در برابر تنش‌های غیرزیستی مقاومت می‌کنند. از جمله مزایای استفاده از اسید هیومیک، افزایش تولید محصولات کشاورزی، تحریک رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه و افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های غیر زنده و زنده می‌باشد. با این وجود اثر آن بر ریشه برجسته‌تر است و باعث افزایش حجم ریشه و افزایش جذب عناصر و در نتیجه سبب بهبود کلروز گیاهان نیز می‌گردد. مواد هیومیک به صورت مستقیم (اثرات مثبت آن بر جوانه-زنی، رشد گیاه، ریشه و ساقه و فعالیت هورمون‌ها) (اونی[9] و همکاران، ۲۰۱۴) و غیر مستقیم (بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک) بر تنش شوری تأثیرگذار هستند. مواد هیومیک با افزایش رشد ریشه، تغییر جذب مواد معدنی و کاهش آسیب به غشاء اثرات مخرب ناشی از تنش شوری را کاهش می‌دهند. اثرات مثبت کاربرد اسید هیومیک بر شاخص‌های عملکرد گیاه در شرایط تنش شوری نیز به اثبات رسیده است (ترکمن[10] و همکاران، ۲۰۰۴). خدایی جوقان[11] و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی اثر زمان و غلظت پرایمینگ اسید هیومیک بر جوانه‌زنی بذر گوار در شرایط تنش شوری به این نتیجه رسیدند که کاربرد اسید هیومیک به میزان ۷۵۰ میلی گرم در لیتر باعث افزایش درصد جوانه‌زنی در تمام سطوح شوری نسبت به شاهد شد.

[1] Keshavarz Afshar
[2] Moradi
[3] Hoseyni and Rezvani Moghadam
[4] Khammari
[5] Netondo
[6] Orlovsky
[7] Ahmadi and Maleki Farahani
[8] Pathak and Roy
[9] Ouni
[10] Turkmen
[11] Khodai Joqan

در یک بررسی ابراهیمی و میری کرباسک[1] (۲۰۱۶) (۲۰۱۶) گزارش دادند که کاربرد اسید هیومیک توانست شاخص‌های جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای گیاه دارویی اسفرزه را افزایش دهد. امروزه شاهد افزایش روزافزون زمین‌های شور به علت روش‌های نامناسب مدیریتی و سایر عوامل مرتبط هستیم. برای بهبود رشد گیاهان مختلف در شرایط تنش‌های محیطی به‌خصوص شوری خاک یا آب آبیاری، استفاده از اسید هیومیک می‌تواند یک راهکار مدیریتی مناسب و راه گشا باشد. لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه-زنی دو گیاه بالنگو و گوار تحت تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان اجرای پژوهش

این تحقیق در قالب دو آزمایش جداگانه برای دو گیاه بالنگو و گوار که هر آزمایش بصورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال ۱۴۰۰ انجام گردید.

تیمارهای آزمایش

تیمار تنش شوری با سه تکرار در چهار سطح (صفر، ۷۰، ۱۴۰، ۲۱۰ میلی‌مولار) با استفاده از نمک کلرید سدیم مورد بررسی قرار گرفت. تیمار دوم اسید هیومیک در چهار غلظت (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود.

آزمون جوانه‌زنی

بذرها در پتری ۹ سانتی‌متری حاوی کاغذ صافی سترون در سه تکرار ۲۵ تایی قرار داده شد. به هر پتری حدود ۱۵ میلی‌لیتر از محلول اسید هیومیک که طبق غلظت‌های تهیه شده اضافه گردید. سپس پتری‌ها پس از توزین و یادداشت وزن آن‌ها، به مدت ۲هفته در داخل ژرمیناتور با دمای۲۰ درجه سلسیوس (با ۱۶/۸ ساعت تاریکی/روشنایی با شدت نور۵۰۰ لوکس) قرار داده شدند. در طول دوره آزمایش به منظور جلوگیری از تغییر پتانسیل در اثر تبخیر آب، پتری‌ها هر روز وزن شده و به میزان اختلاف با وزن اولیه آب مقطر به آن‌ها اضافه گردید. در طول مدت آزمایش تعداد بذرهای جوانه‌زده به طور روزانه ثبت شدند. معیار جوانه‌زنی بذر، خروج ریشه‌چه به مقدار حداقل ۲ میلی‌متر بود. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از رابطه (۱) استفاده شد.

تعیین درصد جوانه‌زنی

رابطه ۱: $\text{درصد جوانه‌زنی} = (n/N) \times 100$

در این رابطه n بذرها جوانه‌زده و N تعداد کل بذرها می‌باشد (علیزاده و عیسوند[2]، ۲۰۰۴).

طول گیاهچه

پس از شمارش نهایی تعداد بذرهای جوانه‌زده، از هر پتری ۱۰ نمونه گیاهچه به طور تصادفی انتخاب گردید و سپس طول ساقه‌چه و ریشه‌چه با استفاده از خط‌کش برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

وزن خشک گیاهچه

گیاهچه‌های حاصل نیز در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شده و پس از ۴۸ ساعت نمونه‌ها از آون خارج و وزن خشک با استفاده از ترازوی دیجیتال به طور جداگانه با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند.

تجزیه‌های آماری

تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون HSD در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel انجام شد.

نتایج و بحث

طبق نتایج آنالیز واریانس برهم‌کنش دو گانه، سطوح تنش شوری و اسید هیومیک برای هر گیاه بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱ و ۲).

[1] Ebrahimi and Miri Karbasak

[2] Alizadeh and Isavand

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی در گیاه گوار با کاربرد هیومیک اسید تحت تنش شوری

Table 1- Analysis of variance for germination indices of *Cyamopsis tetragonoloba* plant by humic acid application under salinity stress

		میانگین مربعات (Mean Squares)				
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	درصدجوانه‌زنی Germination (%)	طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه Radicle length	وزن تر Fresh weight	وزن خشک Dry weight
A (هیومیک اسید)	3	5952.7**	3.411**	1.909**	0.333**	1.933E-05**
B (شوری)	3	100.08**	1.290**	0.083**	0.012**	5.659E-07**
A * B	9	387.35**	0.627**	0.352**	0.022**	1.889E-06**
Error (خطا)	32	6.77	0.0073	0.005	0.0003*	1.310E-07**
C.V (ضریب تغییرات)	-	3.71	5.79	8.7	5.74	13.83

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at p≤0.05 and p≤0.01 levels, respectively

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی در گیاه بالنگو با کاربرد هیومیک اسید تحت تنش شوری

Table 2- Analysis of variance for germination indices of *Cyamopsis tetragonoloba* plant by humic acid application under salinity stress

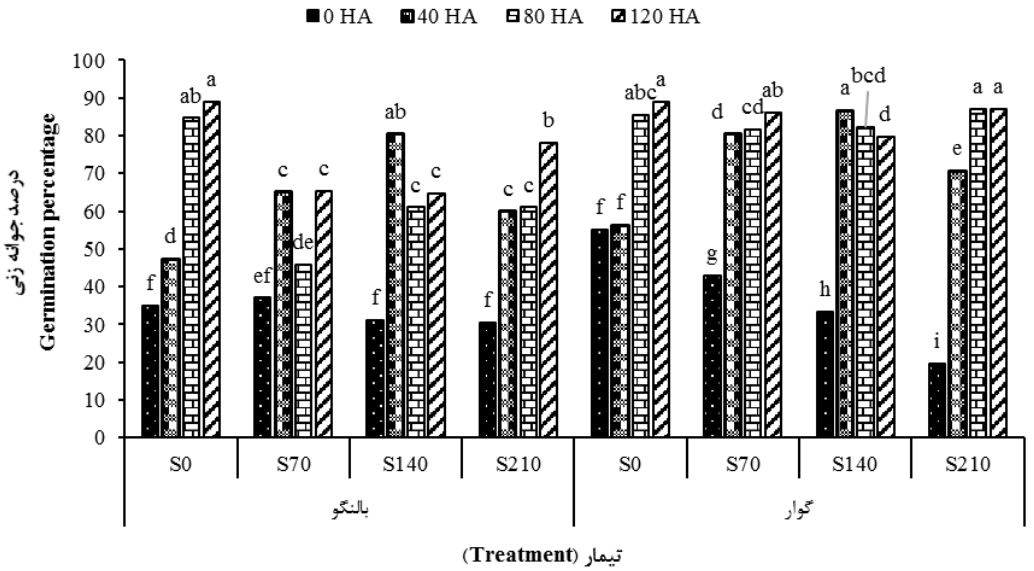
		میانگین مربعات (Mean Squares)				
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	درصدجوانه‌زنی Germination (%)	طول ساقه‌چه Plumule length	طول ریشه‌چه Radicle length	وزن تر Fresh weight	وزن خشک Dry weight
A (هیومیک اسید)	3	3696.81**	1.718**	0.606**	0.116**	4.824E-05**
B (شوری)	3	238.92**	0.702**	0.055**	0.026**	2.454E-06**
A *B	9	510.45**	0.265**	0.160**	0.036**	9.357E-07**
Error (خطا)	64	27.27	0.14	0.004	0.00027*	8.464E-08**
C.V (ضریب تغییرات)	-	8.93	11.94	10.14	8.84	7.00

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at p≤0.05 and p≤0.01 levels, respectively

درصد جوانه‌زنی

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد جوانه‌زنی در هر دو گیاه تا سطح ۲۱۰ میلی‌مولار تنش خشکی همچنان در سطح بالا باقی ماند و زمانی شروع به کاهش کرد که اسید هیومیک در سطح صفر قرار داشت و کودی مصرف نشد. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۹ درصد) در گیاه گوار و در شرایط بدون تنش و کاربرد اسیدهیومیک به میزان ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد و کمترین (۱۹/۶۶ درصد) نیز مربوط به گیاه گوار در سطح تنش ۲۱۰ میلی‌مولار و عدم کاربرد اسید هیومیک بود (شکل ۱). در سطوح بالای شوری، در شرایط عدم کاربرد مصرف اسید هیومیک درصد جوانه-زنی کاهش محسوسی را داشت. محققان در رابطه با تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی زیره‌ی سبز با کاربرد کودهای زیستی اظهار نظر داشتند که افزایش شوری شاخص‌های جوانه‌زنی رو تحت تأثیر قرار داد و باعث



شکل ۱. اثر متقابل تنش شوری و اسید هیومیک بر درصد جوانه‌زنی دو گیاه بالنگو و گوار. حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون HSD عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

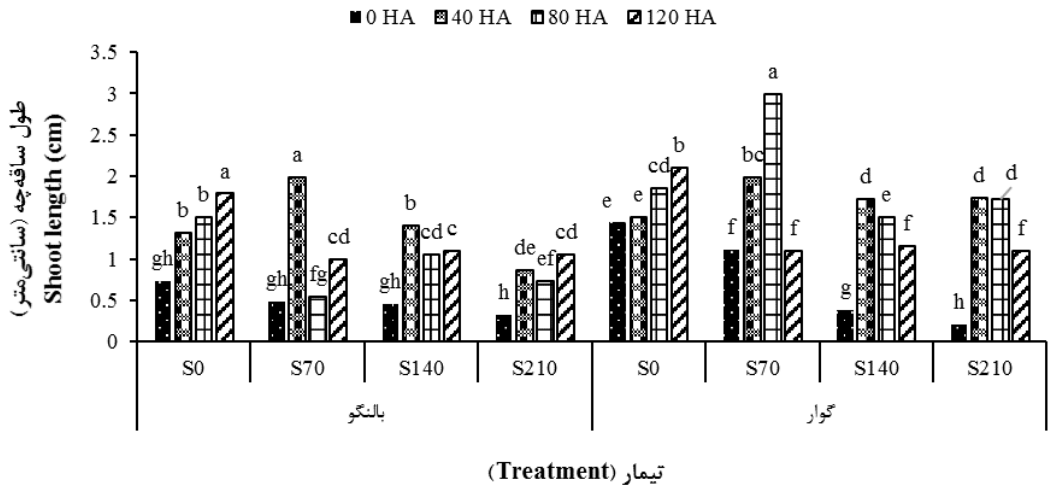
Fig. 1. Interaction of salinity and humic acid stress on germination percentage of *Lallemantia* and *Cyamopsis tetragonoloba* plants. Similar letters in each column show non-significance at the p≤0.05 level based on the HSD test.

کاهش درصد جوانه‌زنی شد (پیری[1] و همکاران، ۲۰۲۰). یافته‌های صوفی[2] و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که استفاده از اسیدهیومیک در شرایط تنش، موجب افزایش درصد جوانه‌زنی در گیاه یونجه زراعی شد. به نظر می‌رسد که تیمار بذر با اسید هیومیک به سبب تغییرات متابولیکی، بیوشیمیایی و افزایش فعالیت کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها باعث افزایش جوانه‌زنی بذر می‌شود (اصغری‌پور و رفیعی[3]، ۲۰۱۱).

طول ساقه‌چه

نتایج مقایسه میانگین در رابطه با اثر تنش شوری بر طول ساقه‌چه در دو گیاه بالنگو و گوار نشان داد که با کاهش پتانسیل شوری طول ساقه‌چه کاهش یافت، به‌طوری که طول ساقه‌چه در گیاه گوار از ۱/۷۲ سانتی‌متر در تیمار شاهد و سطح تنش ۷۰ میلی‌مولار به عنوان بالاترین طول ساقه‌چه به ۱/۱۹ سانتی‌متر در سطح ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌مولار رسید که این دو سطح به لحاظ معنی‌داری تفاوتی نداشتند. کاهش طول ساقه‌چه در گیاه بالنگو سطح ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار معنی‌دار و در سطح ۲۱۰ میلی‌مولار کاهش بیش‌تری از خود نشان داد (شکل۲). طول ساقه‌چه یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی واکنش گیاهان به تنش شوری تلقی می‌گردد (جمیل و رها[4]، ۲۰۰۴). برخی مطالعات نشان می‌دهد که طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بذرهای جوانه‌زده در محیط‌های شور کاهش یافته است (پیری و همکاران، ۲۰۲۰). در مطالعه این صفت طول ساقه‌چه در سطوح شوری ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌مولار از کاهش بیش‌تری برخوردار بودند. گیاه بالنگو در سطح شوری۷۰ میلی‌مولار واکنش بهتری به کود اسید هیومیک نشان داد و طول ساقه‌چه در این سطح ۱/۸۳ سانتی‌متر بود. به نظر می‌رسد گیاه بالنگو تا سطح شوری ۷۰ میلی‌مولار را به خوبی تحمل می‌کند و با توجه به نتایج حاصل شده، پیش‌تیمار بذرها موجب تحریک بسیاری از فرآیندهای متابولیک در مراحل اولیه جوانه‌زنی می‌شود و اشاره شده

[1] Piri
[2] Sofi
[3] Asgharipour and Rafiei
[4] Jamil and Rha



شکل ۲. اثر متقابل تنش شوری و اسید هیومیک بر طول ساقه‌چه دو گیاه بالنگو و گوار. حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون HSD عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Fig. 2. Interaction of salinity and humic acid stress on plumule length of *Lallemantia* and *Cyamopsis tetragonoloba* plants. Similar letters in each column show non-significance at the p≤0.05 level based on the HSD test.

است که گیاه رشد بیش‌تری می‌کند و در شرایط نامساعد بهتر عمل می‌کند. در سطح شوری ۲۱۰ میلی‌مولار کمترین طول ساقه‌چه در عدم کاربرد کود مشاهده شد. شایان ذکر است که گیاه گوار تا سطح شوری ۱۴۰ میلی‌مولار از نظر صفت طول ساقه‌چه در حد بالا قرار داشت و تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. بر اساس نتایج بدست آمده تنش شوری در حد کم سبب تحریک رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود البته این تاثیرات بر هر دو گیاه مورد تحقیق یکسان نبود.

به نظر می‌رسد اسید هیومیک با تأثیر شبه هورمونی، بر حفظ نفوذپذیری غشا، و افزایش رشد ریشه و ساقه است (خان[1]، ۲۰۱۳). مطالعه ترکمن و همکاران (۲۰۰۵) حاکی از آن بود که کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش طول ساقه‌چه و وزن خشک فلفل شد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

طول ریشه‌چه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین طول ریشه‌چه در گیاه گوار به ترتیب مربوط به پیش‌تیمار اسید هیومیک در شرایط شوری ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار با اندازه۱/۴۶ سانتی‌متر در سطوح کودی ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. بیشترین طول ریشه‌چه در گیاه بالنگو از تیمار ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در سطح تنش شوری ۷۰ میلی‌مولار بدست آمد. با افزایش شدت تنش شوری از ۱۴۰ به ۲۱۰ میلی‌مولار در شرایط عدم کاربرد اسید هیومیک طول ریشه‌چه کاهش یافته است و در کم‌ترین مقدار آن (از یک سانتی‌متر کم‌تر) بود (شکل۳). اندازه‌گیری طول ریشه یکی از مهم‌ترین معیارها برای سنجش اثرات مفید کاربرد پیش تیمار بر رشد گیاه می‌باشد.

ریشه به دلیل ارتباط مستقیم با خاک و آب بیش‌تر از سایر اندام‌ها در معرض تنش شوری هستند و به عنوان یک فیلتر عبور یون‌ها را کنترل کرده و نسبت مطلوب یون‌های سدیم و پتاسیم را برای فعالیت‌های سلول فراهم می‌سازد (باورسادی[2] و همکاران، ۲۰۱۷). بر اساس گزارش‌های مختلف طول ریشه‌چه در تنش‌های جزئی افزایش می‌یابد، زیرا اولین واکنش گیاه در برابر تنش شوری افزایش رشد ریشه‌چه است که به منظور جذب حداکثر رطوبت انجام می‌گیرد. اسیدهیومیک توانسته با تجزیه ترکیبات آلی که یکی از این مواد آلی،

[1] Khan

[2] Bavarsadi

کلرید سدیم است نمک را به عناصر کلرید و سدیم تجزیه کند و این عناصر جذب اسید هیومیک شدند و به این ترتیب نفوذ نمک به ریشه و اندام‌های دیگر گیاه محدود شده است (آزاد[1] و همکاران، ۲۰۱۷).

در این تحقیق هم بالاترین طول ریشه‌چه در سطوح تنش ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌مولار در دو گیاه مورد مطالعه مشاهده شد که بیانگر این موضوع است. آنالیز داده‌ها در رابطه با صفت طول ریشه‌چه نشان می‌دهد کاربرد کود اسید هیومیک در شرایط شور می‌تواند به طور معنی-داری اثرات مخرب تنش شوری را تعدیل کند. سازوکار عمل مواد هیومیکی بر افزایش رشد طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نیز درصد جوانه‌زنی گیاهان کاملاً مشخص نیست اما برخی منابع بر دو اثر مستقیم (تولید و عمل هورمون‌های گیاهی به خصوص جیبرلیک اسید) رشد گیاه اشاره شده است (قربانی[2] و همکاران، ۲۰۱۳). به نظر می‌رسد که اسید هیومیک با افزایش تولید نوکلئیک اسید و آمینواسید، تکثیر سلولی در گیاهچه (ریشه‌چه) را افزایش می‌دهد (دورسان[3] و همکاران، ۲۰۰۲).

وزن خشک گیاهچه

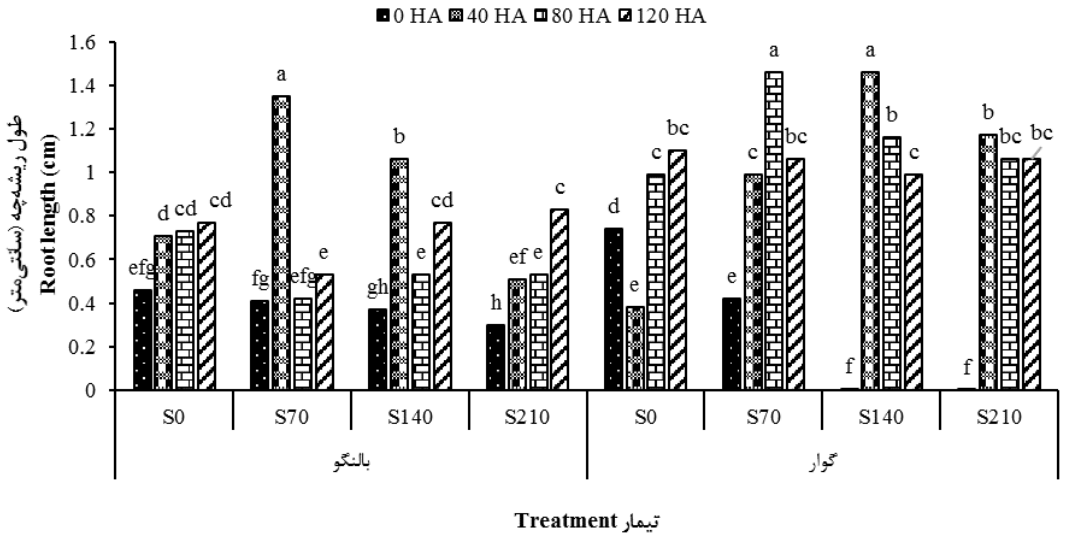
نتایج مقایسه میانگین این پژوهش، نشان داد که گیاه بالنگو در مقایسه با گیاه گوار از وزن تر گیاهچه بالاتری برخوردار بودند. در هر دو گیاه و در تمام سطوح تنش، کاربرد اسیدهیومیک ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر توانست بیشترین تأثیر را بر وزن تر گیاهچه بگذارد. در بین دو گیاه، بیشترین وزن تر گیاهچه (۶/۷۷ گرم) از تیمارهای سطح تنش ۲۱۰ میلی‌مولار و اسید هیومیک ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر در گیاه بالنگو مشاهده شد و کمترین وزن تر گیاهچه (۱/۳۰ گرم) نیز در گیاه بالنگو با تیمارهای سطح شوری ۷۰ میلی‌مولار و عدم کاربرد اسیدهیومیک بدست آمد (شکل ۴). در تحقیقی مشخص شد که اسید هیومیک موجب افزایش وزن تر گیاهچه در ذرت شد (کوردیرو[4] و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج بررسی اثر متقابل تنش شوری و اسید هیومیک بر طول گیاهچه فلفل نشان داد که اسید هیومیک توانست تا حدودی اثرات مخرب تنش شوری را بهبود بخشد (سیمرین[5] و همکاران، ۲۰۱۲).

وزن تر گیاهچه

نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن بود که در گیاه بالنگو بیشترین وزن تر گیاهچه (۰/۴۲ گرم) از تیمار سطح تنش صفر (شاهد) و غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک و در گیاه گوار نیز بیشترین وزن تز گیاهچه (۰/۵۲ گرم) از تیمار بدون تنش و و غلظت ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک به‌دست آمد. کمترین وزن تر گیاهچه در هر دو گوار (۰/۰۰۲ میلی‌گرم) و گیاه بالنگو (۰/۰۴۵ گرم) در شرایط سطح تنش ۲۱۰ میلی‌مولار و عدم کاربرد اسید هیومیک اختصاص داشت (شکل ۵). قابل ذکر است که گیاه بالنگو از نظر وزن خشک گیاهچه در مرتبه بعد از گوار در همه سطوح تنش شوری در سطح بالا قرار داشت. به نظر می‌رسد کود هیومیک توانسته است تنش شوری را تا سطح ۲۱۰ میلی‌مولار تعدیل و اثر مثبتی بر وزن تر گیاهچه داشته باشد. زمانی که تنش شوری به ۲۱۰ میلی‌مولار رسید، کود اسید هیومیک نسبت به عدم کاربرد کود و بقیه تیمارها وزن تر بالاتری را به خود اختصاص داد. پژوهش‌های امیری[6] و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که با افزایش شدت تنش وزن خشک گیاهچه آرتیشو و سرخارگل کاهش یافت. در پژوهشی دیگر، با افزایش سطوح شوری، وزن تر و خشک گیاهچه گیاه سورگوم کاهش یافتند (رجبی دهنوی[7] و همکاران، ۲۰۲۰).

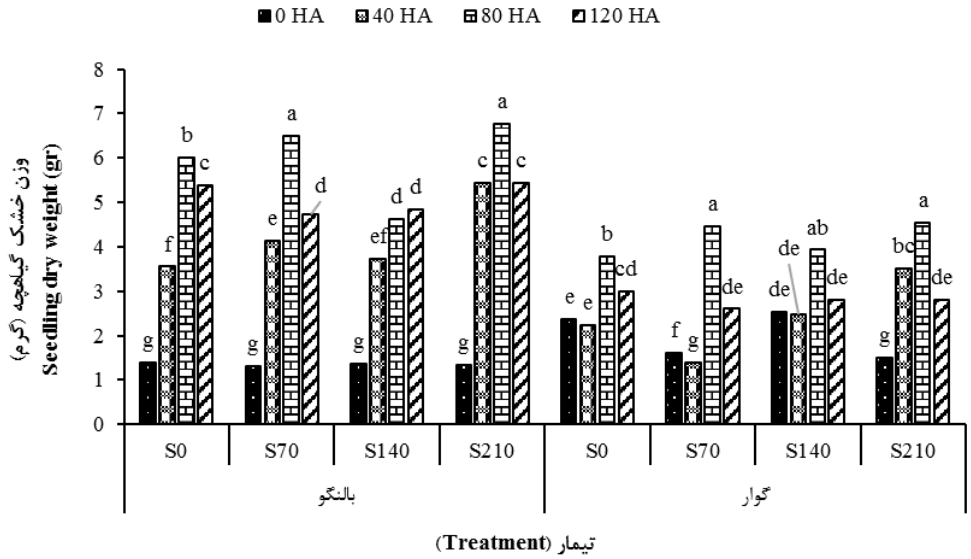
از دلایل کاهش رشد و عملکرد گیاه تحت تنش شوری، بالا رفتن مصرف انرژی در گیاه برای خروج یون‌های سدیم مهاجم و در نتیجه مصرف مقدار زیادی از انرژی سلولی برای سازش و مقابله با تنش شوری است که باعث کاهش رشد گیاهچه می‌شود (خادم الحسینی[8] و همکاران، ۲۰۱۸).

[1] Azad
[2] Ghorbani
[3] Dursun
[4] Cordeiro
[5] Çimrin
[6] Amiri
[7] Rajabi Dehnavi
[8] Khademalhosseini



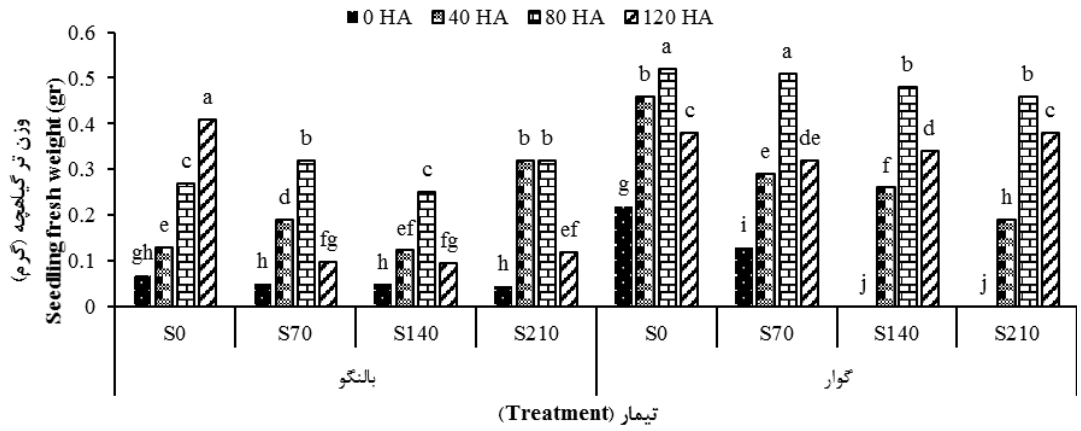
شکل ۳. اثر متقابل تنش شوری و اسید هیومیک بر طول ریشه‌چه دو گیاه بالنگو و گوار. حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون HSD عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Fig. 3. Interaction of salinity and humic acid stress on radicle length of *Lallemantia* and *Cyamopsis tetragonoloba* plants. Similar letters in each column show non-significance at the p≤0.05 level based on the HSD test.



شکل ۴. اثر متقابل تنش شوری و اسید هیومیک بر وزن خشک گیاهچه دو گیاه بالنگو و گوار. حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون HSD عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Fig. 4. Interaction of salinity and humic acid stress on seedling dry weight of *Lallemantia* and *Cyamopsis tetragonoloba* plants. Similar letters in each column show non-significance at the p≤0.05 level based on the HSD test.



شکل ۵. اثر متقابل تنش شوری و اسید هیومیک بر وزن تر گیاهچه دو گیاه بالنگو و گوار. حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون HSD عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

Fig. 5. Interaction of salinity and humic acid stress on seedling fresh weight of *Lallemantia* and *Cyamopsis tetragonoloba* plants. Similar letters in each column show non-significance at the p≤0.05 level based on the HSD test.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تنش شوری شاخص‌های جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای را در هر دو گیاه بالنگو و گوار را کاهش داد و اسید هیومیک نقش مؤثری در تعدیل اثرات منفی تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی گیاهان بالنگو و گوار داشت، در عین حال این نقش تعدیل‌کنندگی بر پارامترهای جوانه‌زنی در تنش شوری تا سطح ۲۱۰ میلی‌مولار منعکس شد. می‌توان اظهار داشت زمانی که سطح اسید هیومیک صفر بود که بین شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش محسوسی در شرایط تنش داشتند و این امر مبین آن است که اسید هیومیک به‌عنوان یک پیش‌تیمار مناسب می‌تواند شاخص‌های رشدی گیاهچه گیاهان بالنگو و گوار را در شرایط تنش و بدون تنش را بهبود دهد. براساس نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که تیمار شوری ۲۱۰ میلی‌مولار بیشترین تأثیر منفی در شاخص‌های جوانه‌زنی دو گیاه را داشت و تیمار اسید هیومیک با غلظت ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر با بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای گیاهان بالنگو و گوار بهترین تیمار بود و می‌تواند به‌عنوان راهکاری در مقابله با اثرات مخرب تنش شوری بر مرحله جوانه‌زنی در این گیاهان قابل استفاده باشد.

منابع

Ahmadi, R. and Maleki Farahani, S. 2021. Effects of sowing date and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics, and nitrogen efficiency in *Lallemantia iberica* (M. Bieb.) fisch. & ca mey. and *Lallemantia royleana* (benth.) benth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 37(1): 65-82. [In Persian with English Summary].

Alizadeh, M. and Isavand, H. 2004. Evaluation and the study of germination potential, speed of germination and vigor index of the seeds of two species of medicinal plants (*Eruca sativa* Lam., *Anthemis altissima* L.) under cold room and dry storage condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 20(3): 301-307. [In Persian with English Summary].

Amiri, M.B., Rezvani Moghaddam, P., Ehyai, H.R., Fallahi, J. and Aghhavani Shajari, M. 2011. Effect of osmotic and salinity stresses on germination and seedling growth indices of artichoke (*Cynara scoolymus*) and purple coneflower (*Echinacea purpurea*). Environmental Stresses in Crop Sciences, 3(2): 165-176. [In Persian with English Summary].

Asgharipour, M. and Rafiei, M. 2011. The effect of different concentrations of humic acid on seed germination behavior and vigor of barley. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12): 610-613.

Azad, H., Fazeli-Nasab, B. and Sobhanizade, A. 2017. A study into the effect of jasmonic and humic acids on some germination characteristics of rosselle (*Hibiscus sabdariffa*) seed under salinity stress. Iranian Journal of Seed Research, 4(1): 1-18. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.29252/yujs.4.1.1

Bavarsadi, M., Modhej, A. and Majdam, M. 2017. Investigation the effect of salinity tension on germination, seedling growth and ionic content of alfalfa genotypes (*Medicago sativa* L.). Crop Physiology Journal, 9: 121-136.

Çimrin, K.M., Türkmen, Ö., Turan, M. and Tuncer, B. 2010. Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. African Journal of Biotechnology, 9(36): 5845-5851.

Cordeiro, F.C., Santa-Catarina, C., Silveira, V. and de Souza, S.R. 2011. Humic acid effect on catalase activity and the generation of reactive oxygen species in corn (*Zea mays*). Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 75(1): 70-74. https://doi.org/10.1271/bbb.100553

Dursun, A., Güvenç, I. and Turan, M. 2002. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acta Agrobotanica, 55(2): 81-88. https://doi.org/10.5586/aa.2002.046

Ebrahimi, M. and Miri Karbasak, E. 2016. Investigation effect of humic acid on germination, seedling growth and photosynthesis pigments of medicinal plant isabgol (*Plantago ovata* forssk). Iranian Journal of Seed Sciences and Research, 3(3): 35-46. [In Persian with English Summary].

Ghorbani, S., Khaaje Hoseini, M. and Eishi Rezaei, E. 2013. Effect of pretreatment of humic acid on germination and early seedling growth of maize (*Zea mays* L.). Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding, 9(3): 37-43. [In Persian with English Summary].

Hoseyni, H. and Rezvani Moghadam, P. 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination on isabgol (*Plantago ovata*). Iranian Journal of Field Crops Research, 4(1): 15-22. [In Persian with English Summary].

Jamil, M. and Rha, E.-S. 2004. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L.). Plant Resources, 7(3): 226-232.

Keshavarz Afshar, R., Keykhah, M., Chaeichi, M.R. and Ansari, M. 2013. Effect of different levels of salinity and drought stress on seed germination characteristics and seedling growth of forage turnip (*Brassica rapa* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 43(4): 1-12. [In Persian with English Summary].

Khademalhosseini, Z., Jafarian, Z., Roshan, V. and Ranjbar, G. 2018. Effect of water salinity on quantity and quality of biochemical characteristics of *Mellissa officinallis* L. Journal of Rangeland, 12(3): 370-379. [In Persian with English Summary].

Khammari, I., Sarani, S.A. and Dahmardeh, M. 2007. The effect of salinity on seed germination and growth in six medicinal plants. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 23(3): 331-339. [In Persian with English Summary].

Khodai Joqan, A., Mushtatti, A., Mousavi, S.H., Pakdaman Sardroud, B. and Abdullahi Nowrozi, M. 2018. Investigating the reduction of the effects of drought stress on the growth and yield of wheat by using zeolite and Piriformospora indica fungus. Water Research in Agriculture (Soil and Water Sciences), 33(4): 613-627. [In Persian with English Summary].

Khan, A., Khan, M., Hussain, F., Akhtar, M., Gurmani, A. and Khan, S. 2013. Effect of humic acid on the growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L.). Journal of the Chemical Society of Pakistan, 35: 206-211.

Khodaei Joghan, Aydin and Zare, Ahmad and Mousavi, Sidamir and Parvin, Laleh, 2018. The effect of time and concentration of humic acid priming on germination of guava seeds (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) under salinity stress, 16th National Congress of Agriculture and Plant Breeding Iran, Ahvaz. [In Persian with English Summary].

Orlovsky, N., Japakova, U., Zhang, H. and Volis, S. 2016. Effect of salinity on seed germination, growth and ion content in dimorphic seeds of *Salicornia europaea* L. (Chenopodiaceae). Plant Diversity, 38(4): 183-189. https://doi.org/10.1016/j.pld.2016.06.005

Ouni, Y., Ghnaya, T., Montemurro, F., Abdelly, C. and Lakhdar, A. 2014. The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improve plant productivity. International Journal of Plant Production, 8(3): 353-374.

Moradi, A., Hoseinimoghadam, M., and Piri, R. 2018. Effect of seed inoculation with plant growth promoting rhizobactria (pgpr) on some germination, biochemical indices and element contents of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) under salinity stress. Iranian Journal of Field Crop Science, 49(3): 151-165. [In Persian with English Summary].

Netondo, G.W., Onyango, J.C. and Beck, E. 2004. Sorghum and salinity: Ii. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. Crop Science, 44(3): 806-811. https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0806, https://doi.org/10.2135/cropsci2004.8060, https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0797

Pathak, R. and Roy, M. 2015. Climatic responses, environmental indices and interrelationships between qualitative and quantitative traits in clusterbean *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) taub. Under arid conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 85(1): 147-154. https://doi.org/10.1007/s40011-013-0269-4

Piri, R., Moradi, A. and Balouchi, H. 2020. Improvement of salinity stress in cumin (*Cuminum cyminum*) seedling by inoculation with rhizobacteria. Indian Journal of Agricultural Sciences, 90(2): 371-375. https://doi.org/10.56093/ijas.v90i2.99025

Rajabi Dehnavi, A., Zahedi, M., Ludwiczak, A., Cardenas Perez, S. and Piernik, A. 2020. Effect of salinity on seed germination and seedling development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes. Agronomy, 10(6): 859. https://doi.org/10.3390/agronomy10060859

Sofi, A., Ebrahimi, M. and Shirmohammadi, E. 2018. Effect of humic acid on germination, growth, and photosynthetic pigments of *Medicago sativa* L. Under salt stress. Ecopersia, 6(1): 21-30.

Turkmen, Ö., Dursun, A., Turan, M. and Erdinç, Ç. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science, 54(3): 168-174. https://doi.org/10.1080/09064710310022014

Iranian Journal of Seed Research, 2023, 9(2): 51-62

Research Article

Effect of humic acid on germination characteristics of *Lallemantia royleana* and *Cyamopsis tetragonoloba* under salinity stress

Bahman Fazeli-Nasab[1*], Hamideh Khajeh[2], Ramin Piri[3], Zahra Moradian[4]

Extended Abstract

Introduction: *Lallemantia royleana* is an annual herbaceous plant of Lamiaceae family in different parts of Europe, the Middle East, and especially Iran. *Cyamopsis tetragonoloba* L. is a plant of the legume family. A common feature between these two plants is hydrocolloid gums, which stabilize some food emulsions by absorbing water and increasing the viscosity or forming a gel in the aqueous phase. Due to its diverse and rich vegetation, Iran can produce countless types of plant gums, and many seeds such as *Lallemantia royleana* and *Cyamopsis tetragonoloba* contain valuable gums. Considering the important therapeutic and industrial applications of *C. tetragonoloba* and *L. royleanaplants* and the need for more information and reports on determining the best humic acid level and salt stress tolerance of these plants, the purpose of this research is to investigate the tolerance of two *L. royleana* and *C. tetragonoloba* plants to salinity stress in the germination stage and the initial stages of the growth of two plants under the humic acid application.

Materials and Methods: The experiment was carried out as factorial in a completely randomized design with three replications at the seed laboratory of the Faculty of Agriculture of Zabol University in 1400. In this experiment, salinity stress was investigated using sodium chloride at control (no salinity), 70, 140, 210 mM levels and humic acid at (0, 40, 80, and 120 mg/L) levels. Humic acid solution at different salinity levels was added to each petri dish containing 25 seeds.

Results: The results showed that salinity stress decreased germination percentage, radicle length, plumule length, seedling length and seedling dry weight of *C. tetragonoloba*. In this plant, the germination percentage decreased by 35.34% compared to the control as the salinity stress level increased to 210 mM, and with the increase of the stress to more than 140 mM, a significant decrease in the germination percentage was observed. The maximum plumule length of *L. royleanaplants* was obtained in 70 mM salinity treatment and 40 mg/L fertilizer level. The maximum radicle length in *the L. royleanaplants* plant was obtained in the treatment of 40 mg/L of humic acid at a 70 mM salinity stress level. Also, the results showed that the maximum radicle length (1.46 cm) in *the C. tetragonoloba* plant was related to humic acid pretreatment at 70 and 140 mM salinity and fertilizer levels of 40 and 80 mg/L.

Conclusion: In general, it can be stated that the germination indices significantly decreased under stress conditions, and this indicates that humic acid is a suitable pretreatment that can improve the growth indices of *C. tetragonoloba* and *L. royleanaplants* under stressed and non-stressed conditions. With the application of humic acid at all salinity levels except 210 mM, the germination indices in the two mentioned plants were in a favorable condition.

Keywords: Germination percentage, Plumule length, Radicle length, Sodium chloride, Vegetative growth

Highlight:

1- The salinity stress tolerance threshold was studied in *Cyamopsis tetragonoloba* and *Lallemantia* plants.

2- Humic acid fertilizer in this study mitigated the destructive effects of salinity stress in *Cyamopsis tetragonoloba* and *Lallemantia* plants.

[1] Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture Institute, Research Institute of Zabol, Zabol, Iran

[2] Agricultural Biotechnology Research Institute, University of Zabol, Zabol, Iran

[3] Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran

[4] Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

*Corresponding author, E-mail: bfazeli@uoz.ac.ir

(Received: 12.17.2021; Accepted: 06.12.2022)

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1401.9.2.2.5

DOI: 10.61186/yujs.9.2.51