

Assessment of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaf Extract as a Biostimulant for Enhancing Salt Tolerance in African Daisy (*Dimorphotheca ecklonis*) under Soilless Culture Conditions

Mehrdad Babarabie^{1*}, Ahmad Reza Roosta², Atoosa Danyaei³, and Morteza Mohsenzadeh⁴

1- Department of Agriculture, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

2- Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3- National University of Skills (NUS), Tehran, Iran

4- Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

* Corresponding author, Email: mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Salinity is one of the most important abiotic stresses in arid and semi-arid regions and can have adverse effects on the growth and performance of ornamental plants. This stress is associated with reduced water uptake, ionic imbalance, and increased production of reactive oxygen species. In recent years, the use of plant extracts and bioactive compounds as biostimulants to enhance plant resistance against environmental stresses has gained considerable attention. This study was conducted to evaluate the effects of Moringa leaf extract on improving the morphological and physiological responses of African daisy (*Dimorphotheca ecklonis*) under salinity stress.

Methods: The experiment was carried out as a factorial arrangement in a completely randomized design with two factors: salinity levels (0, 150, and 300 mM sodium chloride) and foliar application of Moringa leaf extract (0, 15, and 20 mL L⁻¹), with three replications. Morphological traits including flowering time, number of flowers, flower diameter, plant height, root length, and fresh weight of shoots and roots were measured. After data collection, analysis of variance was performed to determine the main and interaction effects of the treatments.

Findings: The results showed that salinity caused a significant reduction in most growth traits; however, foliar application of Moringa leaf extract had a remarkable positive effect on improving plant traits under salinity conditions. The interaction between salinity and Moringa extract was significant for all measured traits, and treatments T3S2 and T2S2 (higher concentrations of Moringa extract under moderate salinity) exhibited the best performance, enhancing flowering time, flower number, flower diameter, root length, and fresh weight.

Conclusion: Overall, the findings indicated that Moringa leaf extract can substantially mitigate the negative effects of salinity stress in African daisy and can be recommended as an effective biostimulant for improving the growth of ornamental plants under saline conditions.

Keywords: Environmental stresses, Hydroponics, Plant extracts, Seasonal flowers.

ارزیابی تحمل به شوری گیاه مینای آفریقایی (*Dimorphotheca ecklonis*) تحت تاثیر عصاره برگ مورینگا (*Moringa oleifera*) به عنوان یک زیست محرک در محیط کشت بدون خاک

مهرداد باباریع^{۱*}، احمد رضا روستا^۲، آتوسا دانیانی^۳ و مرتضی محسن زاده^۴

^۱- گروه کشاورزی، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

^۲- گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

^۳- دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران

^۴- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: mehrdad.babarabi@hormozgan.ac.ir

چکیده

پیشینه پژوهش و هدف: شوری یکی از مهم ترین تنش های غیرزیستی در مناطق خشک و نیمه خشک است و می تواند اثرات نامطلوبی بر رشد و عملکرد گیاهان زیتنی برجای گذارد. این تنش با کاهش جذب آب، ایجاد عدم تعادل یونی و افزایش تولید رادیکال های آزاد همراه است. در سال های اخیر، استفاده از عصاره ها و ترکیبات گیاهی به عنوان محرک های زیستی برای افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش های محیطی مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف بررسی اثر عصاره برگ مورینگا (*Moringa oleifera*) بر بهبود پاسخ های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه مینای آفریقایی (*Dimorphotheca ecklonis*) تحت تنش شوری انجام شد.

روش ها: این مطالعه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل شوری با استفاده از کلرید سدیم در سطوح صفر (S1)، ۱۵۰ (S2) و ۳۰۰ (S3) میلی مولار و محلول پاشی عصاره برگ مورینگا در سطوح صفر (T1)، ۱۵ (T2) و ۲۰ (T3) میلی لیتر در لیتر در سه تکرار اجرا شد. صفات مورفولوژیکی شامل زمان ظهور گل، تعداد گل، قطر گل، ارتفاع بوته، طول ریشه و وزن تر اندام های هوایی و ریشه اندازه گیری شد. پس از جمع آوری داده ها، تجزیه و تحلیل واریانس برای تعیین اثرات ساده و متقابل تیمارها انجام گرفت.

نتایج: نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش معنی دار در اکثر صفات رشدی شد؛ با این حال، محلول پاشی عصاره برگ مورینگا اثر مثبت قابل توجهی در بهبود صفات گیاه تحت شرایط شوری داشت. اثر متقابل شوری و عصاره مورینگا بر تمامی صفات اندازه گیری شده معنی دار شد و تیمارهای T2S2 و T3S2 بهترین عملکرد را از خود نشان دادند و موجب افزایش زمان ظهور گل، تعداد گل، قطر گل، طول ریشه و وزن تر گیاه شدند.

نتیجه گیری کلی: به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که عصاره برگ مورینگا قادر است تا حد زیادی اثرات منفی تنش شوری را در گیاه مینای آفریقایی کاهش دهد و می تواند به عنوان یک محرک زیستی مؤثر برای بهبود رشد گیاهان زیتنی تحت تنش شوری توصیه شود.

واژه های کلیدی: تنش های محیطی، عصاره های گیاهی، گل های فصلی، هیدروپونیک.

مقدمه

مینیای آفریقایی (*Dimorphotheca ecklonis*) یک گیاه زیستی چند ساله بومی آفریقای جنوبی و متعلق به خانواده Asteraceae می باشد و با نام *Osteospermum* نیز شناخته می شود. این گیاه دارای تعداد زیادی گل در رنگ های مختلف می باشد (Dole, 1999) و به طور گسترده در طراحی باغ ها به استفاده می شود. گیاه مینیای آفریقایی به تنش خشکی حساسیت متوسطی دارد و به عنوان گونه ای سازگار با شرایط مختلف خاک و اقلیم مورد توجه محققین و طراحان فضای سبز قرار گرفته است (Treder and Nowak, 2013., Babarabie et al., 2025). شهری به عنوان یکی از ارکان اصلی طراحی محیط های پایدار، نقش بسزایی در بهبود کیفیت زندگی انسان ها ایفا می کند. گیاهان زیستی، به ویژه گونه هایی که توانایی تحمل شرایط محیطی سخت را دارند، در زیباسازی این فضاها و ارتقای کیفیت زیست محیطی مؤثر هستند. با این حال، تنش های غیرزیستی مانند شوری خاک و آب، تهدیدی جدی برای رشد و توسعه این گیاهان محسوب می شود.

شوری یکی از مهم ترین تنش های غیرزیستی است که می تواند تأثیرات منفی بر رشد و توسعه گیاهان زیستی داشته باشد. این تنش با کاهش جذب آب، تغییر در تعادل یونی، افزایش تولید رادیکال های آزاد و کاهش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی همراه است (Azeem et al., 2023). در پژوهشی بر روی گیاه ژربرا (*Gerbera jamesonii*)، شوری (کلرید سدیم ۱۰۰ میلی مولار) باعث کاهش جذب آب توسط ریشه ها، کاهش سطح کلروفیل، افزایش تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) و کاهش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گلوکاتایون ردوکتاز (GR) و آسپاراتات پراکسیداز (APX) شد (Uzma et al., 2022). در تحقیق دیگری بر روی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*)، شوری (کلرید سدیم ۱۰۰ میلی مولار) منجر به کاهش وزن تر و خشک ریشه و ساقه، کاهش سطح کلروفیل و افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند پراکسیداز شد (Chaparzadeh et al., 2023).

Bayomy (2004) و همکاران (2023) گزارش کردند که شوری (کلرید سدیم ۷۵ میلی مولار) می تواند منجر به کاهش صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ و سطح برگ شود و همچنین عملکرد فتوسنتزی گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد.

پاسخ گیاهان زیستی به تنش شوری به طور قابل توجهی به گونه و شرایط محیطی بستگی دارد. برخی از گیاهان زیستی قادر به تحمل سطوح بالای شوری هستند، در حالی که برخی دیگر حساسیت بیشتری نشان می دهند. این تفاوت ها ناشی از تفاوت های ژنتیکی در مکانیسم های تحمل شوری مانند جداسازی یون ها، تنظیم اسمزی و سازگاری های ساختاری است (Wang et al., 2025). در سال های اخیر، استفاده از عصاره ها و اسانس های گیاهی به عنوان محرک های زیستی برای مقابله با تنش های محیطی، به ویژه شوری، مورد توجه قرار گرفته است. این متابولیت های ثانویه گیاهی با دارا بودن ترکیبات فعال زیستی مانند فلاونوئیدها، آنتی اکسیدان ها و فیتوهورمون ها، می توانند به بهبود تحمل گیاهان به شرایط تنش زای محیطی کمک کنند (Khan et al., 2025).

گیاه مورینگا (*Moringa oleifera*) که به نام درخت معجزه آسا نیز شناخته می شود، گیاهی است که در مناطق مختلف جهان رشد می کند و دارای خواص دارویی و تغذیه ای متعددی است. عصاره برگ این گیاه به دلیل دارا بودن ترکیبات فعال زیستی، می تواند به عنوان یک محرک زیستی در بهبود تحمل گیاهان زیستی به تنش شوری مورد استفاده قرار گیرد (Abdelhameed et al., 2025). در این راستا Azeem و همکاران (2023) گزارش کردند عصاره برگ گیاه *Moringa oleifera* باعث افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی، کاهش تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) و بهبود ویژگی های رشدی در گیاه گوجه فرنگی در شرایط تنش شوری (۵۰ میلی مولار سدیم کلرید) می شود. محققین دیگری گزارش کردند کاربرد عصاره برگ مورینگا در گیاه ژربرا (*Gerbera jamesonii*) تحت تنش شوری، باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی، کاهش تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) و بهبود ویژگی های

رشدی شد (Abdelhameed et al., 2025). این نتایج نشان‌دهنده پتانسیل بالای عصاره برگ مورینگا در مقابله با تنش شوری در گیاهان زینتی است.

هدف از این پژوهش، بررسی اثر عصاره برگ مورینگا بر ویژگی‌های رشدی، عملکرد فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه زینتی مینای آفریقایی (*Ostespermum ecklonis*) تحت تنش شوری است.

مواد و روش

این آزمایش در گلخانه دانشگاه هرمزگان به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط کشت بدون خاک (*Soilles culture*) اجرا شد. فاکتور اول شامل سطوح مختلف تنش شوری و فاکتور دوم شامل استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره برگ گیاه مورینگا بود. تنش شوری با کاربرد کلرید سدیم (NaCl) در غلظت‌های صفر (S1)، ۱۵۰ (S2) و ۳۰۰ (S3) میلی‌مولار به ترتیب ۰/۵، ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر بر اساس بررسی نتایج تحقیقات مختلف اعمال شد. محلول‌پاشی با عصاره برگ مورینگا روی برگ گیاهان به حجم ۵۰ میلی‌لیتر برای هر گیاه در هر مرتبه در غلظت‌های صفر (T1)، ۱۵ (T2) و ۲۰ (T3) میلی‌لیتر در لیتر در هر گلدان روی گیاه مینای آفریقایی مورد استفاده قرار گرفت.

عصاره گیری: ابتدا برگ‌های گیاه مورینگا از یک باغ تجاری در رودان استان هرمزگان تهیه شدند و سپس جهت تهیه عصاره خام، از روش خیساندن در متانول ۸۰ درصد، استفاده شد. مقدار ۵۰ گرم از پودر برگ خشک شده در ۵۰۰ میلی‌لیتر حلال آب (نسبت ۲۰:۸۰، (v/v)) مخلوط شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط روی شیکر (۱۲۰ دور در دقیقه) نگهداری شد. سپس محلول حاضر با سرعت ۴۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و محلول رویی برداشته شد. با رقیق کردن این محلول توسط آب مقطر می‌توان به غلظت‌های مورد نظر برای عنوان عصاره نهایی گیاهی دست یافت (Abubakar and Haque, 2020).

برای شناسایی ترکیبات عصاره تهیه‌شده از دستگاه

کرماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) استفاده شد که نتایج آن در جدول ۱ گزارش شده است.

محیط کشت در گلدان‌ها با مخلوط کردن پرلیت و کوکوپیت با نسبت حجمی ۱:۱ آماده شد و سپس نشاهای ۶ برگی گیاه مینای آفریقایی که از شرکت شکوفه اصفهان تهیه شده بودند در گلدان‌هایی با قطر ۱۴ و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر در گلخانه کشت شدند. در طول دوره رشد دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، شدت نور ۲۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه، رطوبت نسبی تقریباً ۸۰٪ و دمای روز/شب به ترتیب ۲۳/۱۹ درجه سانتی‌گراد، فراهم شد. در طول دوره آزمایش برای تغذیه گیاهان از محلول غذایی هوگلند که در کشت بدون خاک مرسوم است، استفاده گردید.

یک هفته بعد از کشت گیاهان در گلدان‌ها، محلول‌پاشی عصاره گیاهی انجام گرفت و پس از گذشت یک هفته، سطوح مختلف تنش شوری با استفاده از کلرید سدیم به مدت یک هفته اعمال شد. بدین صورت که با هر بار آبیاری این تنش اعمال گردید. با توجه به شرایط محیطی محل آزمایش، عمل آبیاری هر دو رویکار انجام شد. برای هر گیاه، ۱۰۰ میلی‌لیتر آب استفاده شد که بر اساس سطح تنش شوری، مقادیر کلرید سدیم در این حجم وجود داشت. سپس مجدد محلول‌پاشی دو مرحله بعد از اعمال تنش شوری نیز به فاصله یک هفته انجام گرفت. برای سطوح صفر تنش شوری فقط از آب مقطر استفاده شد. اگرچه به‌طور کلی آب مورد استفاده برای تهیه عصاره‌ها و اعمال تیمارهای تنش شوری، آب مقطر بود.

در نهایت پس از گلدهی همه گیاهان (۹۵ روز از زمان کاشت) صفاتی شامل: ارتفاع بوته، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، طول بلندترین ریشه، قطر ساقه، قطر گل، زمان ظهور گل، تعداد گل، نشت یونی گلبرگ و کلروفیل برگ اندازه‌گیری شدند. **نشت یونی گلبرگ:** جهت تعیین میزان نشت یونی، ۲ گرم از نمونه‌های گلبرگ هر تیمار توسط آب مقطر شستشو شده و به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم قرار داده شدند. پس از خنک شدن

جدول ۱. ترکیبات شناسایی شده موجود در عصاره گیاه مورینگا (آزمایشگاه مرکزی دانشگاه هرمزگان، ۱۴۰۴).

Table 1. Identified compounds present in the Moringa plant extract (Central Laboratory, University of Hormozgan, 2025).

No.	Percent	Compound Name	No.	Percent	Compound Name
1	15.5	Caryophyllene	37	0.75	α -Guaiene
2	6.57	Aromandendrene	38	0.73	1,6,10-Dodecatriene, 7,11-dimethyl-3-methylene-
3	4.9	Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4Z,9S*)]-	39	0.73	5,9-Undecadien-1-yne, 6,10-dimethyl-
4	4.71	Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-	40	0.73	Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene-2,8,8-trimethyl-2-vinyl-
5	3.7	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-, [2R-(2	41	0.73	Di-epi- α -cedrene
6	3.12	1,4-Methano-1H-indene, octahydro-4-methyl-8-methylene-7-(1-methylethyl)-, [1S-(1	42	0.7	1S,2S,5R-1,4,4-Trimethyltricyclo[6.3.1.0(2,5)]dodec-8(9)-ene
7	2.88	Alloaromadendrene	43	0.67	Azulene, 1,2,3,3a,4,5,6,7-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1R-(1 α ,3a β
8	2.88	cis-(-)-2,4a,5,6,9a-Hexahydro-3,5,5,9-tetramethyl(1H)benzocycloheptene	44	0.64	trans-Sesquisabinene hydrate
9	2.26	Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene-4,8,8-trimethyl-4-vinyl-	45	0.62	Bicyclo[7.2.0]undecane, 10,10-dimethyl-2,6-bis(methylene)-, [1S-(1R*,9S*)]-
10	2.0	cis- β -Farnesene	46	0.62	1,2,4-Methenoazulene, decahydro-1,5,5,8a-tetramethyl-, [1S-(1 α ,2 α ,3a β ,4 α ,8a β ,9R*)]-
11	2.0	Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1R-(1	47	0.59	1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3 α ,3a β
12	1.77	1R,3Z,9s-4,11,11-Trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-3-ene	48	0.57	Cycloheptane, 4-methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1-vinyl-
13	1.63	β -Bisabolene	49	0.55	Patchoulene
14	1.63	Cedrene	50	0.53	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-
15	1.57	Longifolene	51	0.53	2H-Pyran, 2-(7-heptadecynyloxy)tetrahydro-
16	1.5	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-	52	0.49	Cyclopropa[d]naphthalen-2(4aH)-one, 1,1a,5,6,7,8-hexahydro-4a,8,8-trimethyl-, [1aR-(1a
17	1.45	1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-, (4aS-cis)-	53	0.49	Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-
18	1.39	Isocaryophyllene	54	0.49	1,3a-Ethano-3aH-indene, 1,2,3,6,7,7a-hexahydro-2,2,4,7a-tetramethyl-, [1R-(1 α ,3a α
19	1.39	Longifolene-(V4)	55	0.47	(E)- β -Farnesene
20	1.34	Spiro[5.5]undec-2-ene, 3,7,7-trimethyl-11-methylene-, (-)-	56	0.47	Bicyclo[5.3.0]decane, 2-methylene-5-(1-methylvinyl)-8-methyl-
21	1.34	cis- α -Bisabolene	57	0.45	Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]cyclohepten-3(3aH)-one, 1,2,3b,6,7,8-hexahydro-6,6-dimethyl-
22	1.23	(-)-Tricyclo[6.2.1.0(4,11)]undec-5-ene, 1,5,9,9-tetramethyl- (isocaryophyllene-II)	58	0.43	Guaia-1(10),11-diene

ادامه جدول ۱.

Table 1. (Continued)

No.	Percent	Compound Name	No.	Percent	Compound Name
23	1.23	Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1α	59	0.43	Cyclohexane, 1,2-diethenyl-4-(1-methylethylidene)-, cis-
24	1.18	α-ylangene	60	0.41	γ-Murolene
25	1.18	Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (1R,2S,7R,8R)-	61	0.41	Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4αα,7α
26	1.14	2,6,10,10-Tetramethylbicyclo[7.2.0]undeca-2,6-diene	62	0.41	β-curcumene
27	1.14	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1α,2β,4β)]-	63	0.41	β-copaene
28	1.09	γ-Elemene	64	0.4	1H-Cycloprop[e]azulen-4-ol, decahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1αα,4β,4aβ,7α,7a
29	1.05	1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-	65	0.4	Methyl 6,9,12,15-hexadecatetraenoate
30	1.05	α-Bulnesene	66	0.4	1,1,4a-Trimethyl-5,6-dimethylenedecahydronaphthalene
31	1.05	Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1α,7α,8a	67	0.4	1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,5,6,7,7a,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1a
32	1.05	cis-Thujopsene	68	0.38	trans-α-Bergamotene
33	1.01	4,5-di-epi-aristolochene	69	0.38	1,4-Methanocycloocta[d]pyridazine, 1,4,4a,5,6,9,10,10a-octahydro-11,11-dimethyl-, (1
34	0.93	β-ylangene	70	0.38	1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z, E)-
35	0.93	2H-2,4a-Methanonaphthalene, 1,3,4,5,6,7-hexahydro-1,1,5,5-tetramethyl-, (2S)-	71	0.35	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, (1α,2β,4β)-
36	0.79	Bicyclo[4.3.0]nonane, 7-methylene-2,4,4-trimethyl-2-vinyl-			

DMSO به مدت ۳ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. بعد از آن نمونه‌ها به کمک کاغذ صافی، صاف شدند، سپس یک میلی لیتر از عصاره صاف شده برداشته و ۲ سی سی DMSO به آن‌ها اضافه شد و جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر قرائت شد. در نهایت بر اساس رابطه زیر مقدار کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن تر گیاه) محاسبه شد (Arnon, 1949).

$$\text{Chlo total (mg/g.F.w)} = 20.2(A_{645}) +$$

$$8.02(A_{663}) \times V/1000 \times W \quad (2)$$

W: وزن نمونه V: حجم ماده

نمونه‌ها مقدار نشت یونی (EC1) توسط دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شد. بعد از آن نمونه‌ها در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. بعد از بیرون آوردن از حمام آب گرم و خنک شدن، نشت یونی (EC2) دوباره اندازه‌گیری شد. میزان نشت یونی بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (Chakrabarty, 2009).

$$(1) \quad \text{نشت یونی} = (EC1/EC2) \times 100$$

کلروفیل برگ: برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ، ۲۵ گرم از بافت برگ تازه هر تیمار خرد شد و در لوله‌های آزمایش ریخته شد. سپس به هر لوله ۵ میلی لیتر DMSO خالص (دی‌متیل سولفوکسید اسید) اضافه شد و لوله‌های حاوی مخلوط عصاره و

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر تنش شوری و عصاره مورینگا بر صفات طولی و شمارشی گیاه مینای آفریقایی.

Table 2. Analysis of variance of the effects of salinity stress and Moringa extract on longitudinal and counting traits of *Dimorphotheca*.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ظهور گل	تعداد گل	قطر گل	قطر ساقه	ارتفاع بوته	طول ریشه
S.O.V	df	Days to flowering	Number of flowers	Flower diameter	Stem diameter	Plant height	Root length
تیمار	2	24.1**	1.9*	542.4**	0.24 ^{ns}	0.15 ^{ns}	32.7**
Treatment							
تنش	2	145.3**	39.8**	524.3**	0.00 ^{ns}	11.2**	10.5**
Stress							
اثر متقابل	4	10.6**	2.4**	28.5**	0.04 ^{ns}	2.28*	10.5**
تیمار×تنش							
Treatment × Stress							
خطا	18	1.07	0.33	1.22	0.14	0.60	0.53
Error							
ضریب	—	1.65	4.53	1.58	12.47	16.18	5.24
تغییرات٪							
CV%							

***, * و ns به ترتیب بیانگر اثر معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و اثر غیر معنی داری است.

***, * and ns: Significant at the 1% and 5% probability levels, respectively; ns: Not significant.

تنش شوری و عصاره برگ مورینگا بر صفت وزن تر ساقه در سطح ۱ درصد معنی دار شد. در صفت وزن تر ریشه اثرات ساده عصاره مورینگا و تنش شوری در سطح ۱ درصد معنی دار بود درحالی که اثرات متقابل معنی دار نشد. اثر ساده و اثر متقابل شوری و عصاره برگ مورینگا نیز بر سایر صفات مانند قطر ساقه، نشت یونی گلبرگ و میزان کلروفیل برگ معنی دار نشد (جدول ۳).

ارتفاع بوته و طول ریشه: نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میزان ارتفاع بوته مربوط به تیمار T3-S2 بود که با تیمار T2-S2 اختلاف معنی دار نداشت؛ به طوری که این تیمار در مقایسه با شاهد (T1-S1)، ارتفاع بوته را به میزان ۱۸/۹ درصد، افزایش داد. کمترین میزان این صفت نیز مربوط به تیمار T3-S3 بود (جدول ۴). همچنین بیشترین طول ریشه در تیمار T2-S2 مشاهده شد، به گونه ای که این تیمار نسبت به شاهد، طول ریشه را ۱۷ درصد، افزایش داد، درحالی که کمترین طول ریشه در تیمار

آنالیزهای آماری داده ها: داده های حاصل از این تحقیق با نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۱٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده و اثر متقابل تنش شوری و عصاره برگ مورینگا بر صفات زمان ظهور گل، قطر گل و طول ریشه در سطح ۱ درصد معنی دار شد. در صفت تعداد گل اثر ساده عصاره مورینگا در سطح ۵ درصد و اثر ساده تنش و اثر متقابل تنش شوری و عصاره مورینگا در سطح ۱ درصد معنی دار شد. در صفت ارتفاع بوته اثر ساده تنش شوری و اثر متقابل تنش شوری و عصاره مورینگا به ترتیب در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار شدند (جدول ۲).

نتایج جدول تجزیه واریانس تنش شوری و عصاره مورینگا بر صفات وزنی و فیزیولوژیکی نشان داد اثر ساده و اثر متقابل

جدول ۳. تجزیه واریانس تنش شوری و عصاره مورینگا بر صفات وزنی و فیزیولوژیکی گیاه مینای آفریقایی.

Table 3. Analysis of variance for the effects of salinity stress and Moringa extract on the weight and physiological traits of *Dimorphotheca*.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن تر ساقه Shoot fresh weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	نشت یونی Ion leakage	کلروفیل کل Total chlorophyll
تیمار Treatment	2	20.6**	31.9**	1.08 ^{ns}	28.2 ^{ns}
تنش Stress	2	104.9**	17.2**	0.22 ^{ns}	15.9 ^{ns}
اثر متقابل تیمار×تنش Treatment × Stress	4	19.9**	0.8 ^{ns}	0.70 ^{ns}	2.7 ^{ns}
خطا Error	18	0.79	0.43	0.74	29.1
ضریب تغییرات % CV%		5.29	6.06	10.62	9.17

***, ** و ns به ترتیب بیانگر اثر معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و اثر غیر معنی داری است.

***, ** and ns: Significant at the 1% and 5% probability levels, respectively; ns: Not significant

T3-S3 مشاهده شد (جدول ۴). بر اساس نتایج، تنش شوری در غلظت کم (۱۵۰ میلی مولار) به همراه عصاره برگ مورینگا باعث افزایش ارتفاع و طول ریشه گیاهان نسبت به شاهد شد، اما کاربرد بیشترین غلظت NaCl (۳۰۰ میلی مولار) باعث کاهش ارتفاع و طول ریشه گیاهان نسبت به شاهد شد. به احتمال زیاد شوری بالا باعث افزایش یونهای سدیم و کلرید در خاک می شود که در نتیجه پتانسیل و جذب آب کاهش می یابد (Suarez and Medina, 2008). در این شرایط، با توجه به مقادیر بیش از حد نمک، میزان آب گیاه، جذب آب و پیرو آن جذب مواد مغذی ضروری، به خاطر پتانسیل منفی تر محلول خاک، کاهش پیدا می کند که این اختلال در روابط آبی گیاه می تواند باعث کاهش فعالیت مریستمی، کاهش طولی شدن و تقسیم سلولی و در نهایت کاهش رشد گیاه شود (Pourghasemi et al., 2016; Khodashenas et al., 2020). عصاره مورینگا همراه با تنش کم شوری باعث افزایش دو صفت ارتفاع و طول ریشه شد که به نظر می رسد عصاره برگ مورینگا با فعال کردن سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی و کاهش تجمع Na⁺ و Cl⁻ در شرایط شوری کم (۱۵۰ میلی مولار) اثرات نامطلوب ناشی از شوری را کاهش داده و توانسته بر افزایش رشد و عملکرد گیاه اثر مثبت بگذارد (Lorenzo et al., 2013; Yasmeeen et al., 2013). و همکاران (2019) گزارش کردند که عصاره پوست درخت آکاسیا به طور قابل توجهی ارتفاع گیاهان را در خاک های آبیاری شده با محلول NaCl افزایش داد. نتایج بررسی دیگری نشان داد ارتفاع گیاهان برنجی که با عصاره های برگ سویا و پیاز تیمار شدند، در شرایط تنش نسبت به گیاهان کنترل بیشتر بود (Hwa Park et al., 2024; Saeedi). Pooya و همکاران (2017) نیز گزارش کردند سطوح بالاتر شوری، باعث کاهش قابل توجهی در رشد گیاه نسبت به سطوح پایین تر شد که مطابق با نتایج ما می باشد.

ظهور گل و تعداد گل: نتایج جدول مقایسه میانگین داده ها نشان داد کمترین زمان ظهور اولین گل مربوط به تیمار T3-S2 بود؛ به طوری که این تیمار در مقایسه با شاهد (T1-S1)، زمان ظهور اولین گل را ۵/۱۳ درصد، کاهش داد، در حالی که بیشترین زمان تا ظهور اولین گل مربوط به تیمار T1-S3 بود (جدول ۴). بیشترین تعداد گل نیز در تیمار T3-S2 ثبت شد؛ به گونه ای که این تیمار نسبت به شاهد، تعداد گل را ۶۹/۲۸ درصد، افزایش داد، در حالی که کمترین تعداد گل در تیمار T3-S1 مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش شوری و عصاره برگ مورینگا بر صفات رشدی گیاه مینای آفریقایی.

Table 4. Mean comparison of the simple and interaction effects of salinity stress and Moringa leaf extract on the growth traits of *Dimorphotheca*.

تیمار× تنش Treatment×Stress	ظهور گل Days to flowering	تعداد گل Number of flowers	قطر گل (سانتی متر) Flower diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	طول ریشه (سانتی متر) Root length (cm)	وزن تر اندام هوایی (گرم) Shoot fresh weight (g)
T1-S1	78.00 ± 0.58d	4.33± 0.33 ^c	33.3± 1.03 ^d	14.3± 0.20 ^b	21.2± 0.33 ^c	30.5± 0.56 ^b
T1-S2	78.00 ± 1.00c	6.33± 0.33 ^b	29.7± 0.36 ^e	15.1± 0.20 ^b	22.0± 0.15 ^b	31.1± 0.62 ^b
T1-S3	86.33 ± 0.33a	3.00± 0.00 ^d	18.2± 0.40 ^f	14.2± 0.32 ^b	19.8± 0.15 ^d	25.30± 0.1 ^e
T2-S1	82.33 ± 0.67b	3.00± 0.00 ^d	39.9± 0.29 ^b	14.1± 0.30 ^b	19.5± 0.46 ^d	31.8± 0.25 ^b
T2-S2	78.00 ± 1.00d	5.67± 0.67 ^b	32.1± 0.63 ^d	15.7± 0.58 ^a	24.8± 0.21 ^a	34.5± 0.30 ^a
T2-S3	85.67 ± 0.33a	2.33± 0.33 ^d	19.1± 0.48 ^f	14.5± 0.71 ^b	22.8± 0.15 ^b	28.8± 0.58 ^c
T3-S1	80.00 ± 0.58c	2.00± 0.00 ^e	45.3± 0.85 ^a	14.1± 0.30 ^b	19.9± 0.15 ^d	25.3± 0.1 ^d
T3-S2	74.00 ± 0.58e	7.33± 0.33 ^a	43.6± 0.31 ^a	17.0± 0.46 ^a	18.8± 0.21 ^d	35.5± 0.69 ^a
T3-S3	82.33 ± 0.67b	2.33± 0.33 ^d	36.7± 0.88 ^c	13.0± 0.23 ^c	17.1± 0.18 ^e	26.8± 0.53 ^d

T1-T3: عصاره برگ مورینگا به ترتیب در غلظت‌های صفر، ۱۵ و ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر. S1-S3: تنش شوری (NaCl) به ترتیب در غلظت‌های صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار

را نشان می‌دهند. در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

T1-T3: Moringa leaf extract at concentrations of 0, 15, and 20 mL·L⁻¹, respectively. S1-S3: Salinity stress (NaCl) at concentrations of 0, 150, and 300 mM , respectively. In each column, means followed by the same letters are not significantly different based on LSD test at the 5% probability level

طبق نتایج بیشترین غلظت عصاره برگ مورینگا به همراه غلظت ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم باعث تسریع در گلدهی و افزایش تعداد گل شد. برگ‌های گیاه مورینگا سرشار از کاروتنوئیدها، ویتامین‌ها و عناصر غذایی خصوصاً پتاسیم هستند (Adedapo et al., 2015) و از آنجایی که عنصر پتاسیم بر میزان و زمان گلدهی اثر دارد به نظر می‌رسد با کاربرد بیشترین غلظت عصاره، جذب این عنصر در گیاه افزایش یافته و باعث تاثیر مثبت بر زمان و میزان گلدهی شده است. Swedan و همکاران (2023) افزایش گلدهی در کوکب را با کاربرد عصاره مورینگا گزارش کردند.

قطر گل: طبق نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میزان قطر گل در تیمار T3-S1 مشاهده شد که با تیمار T3-S2 از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نداشت؛ به طوری که قطر گل در این تیمارها به ترتیب ۳۶ درصد و ۳۰/۹ درصد بیشتر از شاهد بود. کمترین میزان قطر گل نیز در تیمار T1-S3 مشاهده شد که با تیمار T2-S3 از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نداشت؛ به گونه‌ای که قطر گل در این تیمارها به ترتیب ۴۵/۳ درصد و ۴۲/۹ درصد نسبت به شاهد کمتر بود (جدول ۴). در تحقیق حاضر، در شرایط عدم شوری و شوری کم، غلظت بالای عصاره برگ مورینگا باعث افزایش معنی‌دار قطر گل نسبت به شاهد شد. با توجه به اینکه برگ‌های گیاه مورینگا حاوی بیشترین میزان کربوهیدرات، ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدآمین‌های ضروری و پروتئین‌ها می‌باشند (de Andrade Luz et al., 2017; Tiloke et al., 2016; Dhakad et al., 2024)، به نظر می‌رسد این مواد موجود در برگ‌های مورینگا باعث جذب و افزایش عناصر غذایی و مواد معدنی و افزایش میزان فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی در گیاه شده که مجموعه این عوامل بر رشد قسمت‌های مختلف گیاهی اثر مثبت می‌گذارد. علاوه بر این عصاره مورینگا به علت اینکه دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (Tragulpakseerojn et al., 2017) می‌توان این احتمال را در نظر گرفت که ترکیب عصاره با نمک یا اثر سوء نمک را کمتر کرده و یا روی عدم جذب نمک توسط گیاه اثر مثبت داشته و از این طریق باعث بهبود صفات مورفولوژی گیاه شده است. گزارش

شده است عصاره مورینگا باعث افزایش صفات رشدی در گیاه خار مریم (*Silybum marianum*) شد (Zahra et al., 2022). نتایج یک مطالعه دیگر نشان داد عصاره مورینگا باعث افزایش میزان قطر گل در گیاه کوکب نسبت به شاهد شد (Swedan et al., 2023).

وزن تر اندام هوایی: بر اساس جدول مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین وزن تر اندام هوایی در تیمار T3-S2 ثبت شد که با تیمار T2-S2 از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نداشت؛ به طوری که این مقدار در مقایسه با شاهد، ۱۶/۴ درصد افزایش نشان داد. کمترین میزان این صفت نیز در تیمار T1-S3 ثبت شد که نسبت به شاهد ۱۷/۱ درصد کاهش داشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر ساده عصاره برگ مورینگا نیز حاکی از آن بود که بیشترین میزان وزن تر ریشه مربوط به تیمار T2 بود که با تیمار T3 و T1 (شاهد) اختلاف معنی‌دار داشت؛ به طوری که نسبت به شاهد ۶۵/۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). در رابطه با اثر ساده تنش نیز بیشترین میزان برای وزن تر ریشه مربوط به S2 (۱۵۰ میلی مولار) بود که با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان مربوط به S3 (۳۰۰ میلی مولار) بود (جدول ۶).

محققین اظهار داشتند که عصاره مورینگا دارای یک سیستم آنتی‌اکسیدانی کارآمد است که با از بین بردن گونه‌های فعال اکسیژن باعث محافظت قابل توجهی در برابر آسیب اکسیداتیو ناشی از نمک می‌شود و به عنوان یک محرک زیستی سبب افزایش صفات رشد ریشی از جمله وزن تر و خشک گیاه می‌شود (Hassan et al., 2020). همچنین به نظر می‌رسد که ترکیبات موجود در عصاره برگ مورینگا ظرفیت نگهداری آب را در اندام‌های گیاهی بهبود بخشیده و از کاهش شدید رشد گیاه جلوگیری می‌کند و باعث می‌شود که اثر تنش در گیاه کاهش یابد (Hwa Park و همکاران (2024) گزارش کردند گیاهان برنج تیمار شده با عصاره برگ مورینگا تحت تنش وزن تر اندام هوایی بیشتری نسبت به شاهد داشتند. نتایج بررسی دیگری نشان داد کاربرد عصاره برگ مورینگا باعث افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی در ریحان شد (Hassanein et al., 2019).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر ساده عصاره برگ مورینگا بر صفت وزن تر ریشه گیاه مینای آفریقایی.

Table 5. Mean comparison of the simple effects of Moringa leaf extract on root fresh weight of *Dimorphothecca*.

عصاره مورینگا (غلظت) Moringa extract (concentration)	وزن تر ریشه (گرم) Root fresh weight (g)
۱۵ میلی لیتر در لیتر	8.88± 0.47 ^a
۲۰ میلی لیتر در لیتر	5.96± 0.51 ^b
صفر میلی لیتر در لیتر	5.36± 0.38 ^b

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different based on LSD test at the 5% probability level.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری بر صفت وزن تر ریشه گیاه مینای آفریقایی.

Table 6. Mean comparison of the simple effects of salinity stress on root fresh weight of *Dimorphothecca*.

تنش شوری (سدیم کلرید) Salinity stress (NaCl)	وزن تر ریشه (گرم) Root fresh weight (g)
۱۵۰ میلی مولار	7.91± 0.68 ^a
۳۰۰ میلی مولار	5.21± 0.62 ^b
صفر میلی مولار	7.08± 0.44 ^a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different based on LSD test at the 5% probability level.

است. کاهش مقادیر صفات در سطح S3 نیز نشان می‌دهد که با افزایش شدت شوری، فشار اسمزی و سمیت یونی از ظرفیت جبرانی عصاره فراتر رفته و اثرات منفی تنش آشکارتر شده است. نتایج آنالیز ترکیبات عصاره برگ مورینگا در پژوهش حاضر (جدول ۱)، وجود ترکیبات مهمی از دسته سسکوئین‌ترپن‌ها مانند کاریوفیلن (Caryophyllene) (۱۵.۵ درصد)، بیسابولن (Bisabolene) و فARNسن (Farnesene) را تایید کرد. بررسی منابع علمی نشان می‌دهد که این ترکیبات نقش مؤثری در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های غیرزیستی ایفا می‌کنند. برای مثال، کاریوفیلن و مشتقات آن به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی عمل کرده و از طریق مهار گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)، از اکسیداسیون لیپیدهای غشا تحت تنش شوری جلوگیری می‌کنند (Arif et al., 2022, Yang et al., 2025). حضور این ترکیبات زیست‌فعال در عصاره مورینگا شاید توجیه‌کننده بهبود صفات

با توجه به اینکه در غلظت ثابت عصاره برگ مورینگا، برخی صفات از جمله ارتفاع گیاه، قطر گل، تعداد گل و وزن تر اندام هوایی در سطح شوری S2 نسبت به S1 افزایش یافتند، به نظر می‌رسد پاسخ گیاه به شوری تابع شدت تنش بوده است. سطح S2 احتمالاً به‌عنوان یک تنش ملایم یا متوسط، پیش از ایجاد بازدارندگی شدید رشد، توانسته است همراه با ترکیبات زیست‌فعال موجود در عصاره مورینگا که در جدول ۱ ذکر گردیده است، برخی پاسخ‌های سازشی گیاه را تحریک کند. این پاسخ‌ها ممکن است شامل بهبود تنظیم اسمزی، افزایش کارایی جذب آب و عناصر غذایی، حفظ تعادل یونی و فعال‌شدن نسبی سامانه‌های دفاعی گیاه باشد. از این‌رو، افزایش صفات در S2 نسبت به S1 نباید به‌عنوان اثر مفید ذاتی شوری تفسیر شود؛ بلکه احتمالاً نتیجه برهم‌کنش تنش ملایم با اثر زیست‌محركی عصاره مورینگا و نوعی سازگاری اولیه یا پیش‌تندگی گیاه در برابر تنش

مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه مینای آفریقایی در سطوح شوری S2 و S3 نسبت به تیمارهای بدون عصاره باشد؛ چرا که این مواد با تقویت سیستم دفاعی گیاه، اثرات سمی کلرید سدیم را تعدیل کرده‌اند.

در همین راستا، (Bello and Ahmed, 2024) نیز در بررسی اثر عصاره برگ مورینگا بر گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش شوری، گزارش کردند که این عصاره به‌طور قابل‌توجهی از شدت آسیب‌های شوری می‌کاهد. آن‌ها این اثرات مثبت را به ترکیب غنی عصاره از فیتوهورمون‌ها (به‌ویژه سیتوکینین‌ها)، فلاونوئیدها، اسیدهای آمینه و عناصر غذایی ضروری نسبت دادند که به‌عنوان یک زیست‌محرك قوی، موجب بهبود جذب عناصر و تقویت فعالیت‌های متابولیکی می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

از آنجایی‌که تنش شوری یکی از مشکلات گسترده در جهان می‌باشد، بررسی روش‌هایی برای افزایش پارامترهای رشدی گیاه جهت مقابله با انواع تنش‌های محیطی خصوصاً تنش شوری ضروری می‌باشد. در شرایط تنش شوری در تمام پارامترهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک مورد بررسی، عصاره برگ مورینگا دارای اثر افزایشی یا بهبود بود. این نتیجه، نشان دهنده توانایی عصاره برگ مورینگا در کاهش اثرات منفی تنش شوری می‌باشد. از بین تیمارهای مورد بررسی، تیمارهای T2S2 و T3S2 بهترین تاثیر را بر افزایش صفات مورد بررسی (ظهور گل، تعداد گل، قطر گل، ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن تر اندام هوایی و وزن تر ریشه) داشتند.

در رابطه با برتری برخی صفات رشدی در سطح شوری ملایم (S2) نسبت به شرایط بدون تنش (S1) در حضور عصاره

مورینگا، می‌توان چنین استنباط کرد که گیاه مینای آفریقایی احتمالاً دارای آستانه تحمل نسبی بالاتری نسبت به برخی گیاهان زینتی حساس‌تر است. نتایج نشان داد که سطح S2 در این آزمایش، به‌جای اعمال یک تنش بازدارنده، به‌عنوان یک محرک فیزیولوژیک ملایم عمل کرده است. این پدیده بیانگر آن است که سطوح پایین یک عامل استرس‌زا می‌تواند منجر به تحریک پاسخ‌های انطباقی و بهبود عملکرد زیستی شود. در واقع، حضور ترکیبات زیست‌فعال در عصاره برگ مورینگا در ترکیب با تنش ملایم، احتمالاً منجر به هم‌افزایی در فعال‌سازی مسیرهای سیگنالینگ دفاعی، بهبود کارایی مصرف آب و تنظیم اسمزی مؤثرتر شده است. این پاسخ‌های جبرانی در سطح تنش ملایم، گیاه را در وضعیت فیزیولوژیک فعال‌تری نسبت به شرایط بدون تنش شوری قرار داده که فاقد این تحریک اولیه بوده است. بنابراین، عصاره مورینگا نه تنها اثرات منفی شوری را تعدیل کرده، بلکه پتانسیل رشد گیاه را در مواجهه با شوری متوسط به حد قابل‌توجهی رسانده است.

بنابراین نتایج این تحقیق نشان داد عصاره برگ گیاه مورینگا قادر به رفع اثرات منفی تنش شوری در گیاه مینای آفریقایی می‌باشد و استفاده از آن جهت رفع عوارض ناشی از تنش در گیاهان توصیه می‌شود.

تشکر و سپاسگزاری

تضاد منافع

References

1. Abdelhameed, R. E., Galilah, D. A., Metwally, R. A., 2025. Multifaceted role of *Moringa oleifera* leaf extract as antimicrobial, growth enhancer and mitigator of salt stress in tomato seedlings. BMC Plant Biol., 25, 1144. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07149-7>
2. Abubakar, A. R., Haque, M., 2020. Preparation of medicinal plants: Basic extraction and fractionation procedures for experimental purposes. J. Pharm. Bioallied Sci., 12(1), 1 10. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_175_19

منابع مورد استفاده

3. Adedapo A, Falayi O, Oyagbemi A., 2015. Evaluation of the analgesic, anti-inflammatory, anti-oxidant, phytochemical and toxicological properties of the methanolic leaf extract of commercially processed *Moringa oleifera* in some laboratory animals. J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol., 26(5):491–9. <https://doi.org/10.1515/jbcp-2014-0105>
4. Arif, Y., Bajguz, A., Hayat, S., 2022. Moringa oleifera extract as a natural plant biostimulant. J. Plant Growth Regul. <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10630-4>
5. Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast. polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol., 24:1–15. <https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1>
6. Azeem M.; Pirjan K.; Qasim M.; Mahmood A.; Javed T.; Muhammad H.; Yang S.; Dong R.; Ali B.; Rahim M., 2023. Salinity stress improves antioxidant potential by modulating physio-biochemical responses in *Moringa oleifera* Lam. Sci. Rep., 13, 2895. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29954-6>
7. Bababrabie, M., Rava, F., Ahmadizadeh Zahrae, A., Danyaei, A., 2025. Pinus eldarica cone cellulosic peat: A new healthy, organic, and eco-friendly substrate for seed germination of some ornamental plants (Report for the first time). J. Chem. Health Risks, 15(4), 759–765. <https://doi.org/10.60829/jchr.2025.1121738>
8. Bayomy HM, Alamri ES, Alharbi BM, Foudah SH, Genaidy EA, Atteya AK., 2023. Response of *Moringa oleifera* trees to salinity stress conditions in Tabuk region, Kingdom of Saudi Arabia. Saudi J. Biol. Sci., 30(3): 103810. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2023.103810>
9. Bello, A. S., Ahmed, T., 2024. Moringa leaf extract alleviates salt stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by activating antioxidant defenses, reducing osmolyte accumulation, improving water status, and enhancing yield. Plant Stress, 14, 100640. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100640>
11. Chakrabarty, D., A.K. Verma, and S.K. Datta., 2009. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in Hemerocallis (day lily) flowers. J. Hortic. For., 1: 113–119.
9. Chaparzadeh, N., D'Amico, M.L., Khavari-Nejad, R.A., Izzo, R. and Navari-Izzo, F., 2004. Antioxidative responses of *Calendula officinalis* under salinity conditions. Plant Physiol. Biochem., 42(9), pp.695-701.
12. De Andrade Luz, L., Rossato, F.A., e Costa, R.A.P., Napoleão, T.H., Paiva, P.M.G. and Coelho, L.C.B.B., 2017. Cytotoxicity of the coagulant *Moringa oleifera* lectin (cMoL) to B16-F10 melanoma cells. Toxicol. In Vitro, 44, pp.94–99.
13. Dhakad AK, Singh K, Oberoi HK, Kumar V, Shah JN., 2024. Proximate composition, mineral profiling and antioxidant potential in *Moringa oleifera* genotypes affected with leaf maturity stage. S. Afr. J. Bot., 168:227–235. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.03.023>
14. Dole, J.M.; Wilkins, H.F., 1999. Floriculture: Principles and Species; Prentice-Hall Inc.: Hoboken, NJ, USA.
15. Hassan, F., Al-Yasi, H., Ali, E., Alamer, K., Hessini, K., Attia, H., El-Shazly, S., 2020. Mitigation of salt-stress effects by moringa leaf extract or salicylic acid through motivating antioxidant machinery in *damask rose*. Can. J. Plant Sci., 101(2), 157–165. <https://doi.org/10.1139/cjps-2020-0127>
16. Hassanein, R. A., Abdelkader, A. F., Paramawy, H. M., 2019. Moringa leaf extracts as biostimulants-inducing salinity tolerance in the sweet basil plant. Egypt. J. Bot., 59, 303–318. <https://doi.org/10.21608/ejbo.2019.5989.1242>
17. Hwa Park, H., Win, P., Kuk, Y., 2024. Effect of Treatment with Selected Plant Extracts on the Physiological and Biochemical Parameters of Rice Plants under Drought and Salt Stress. Korean J. Crop Sci. (Preprints). <https://doi.org/10.20944/preprints202401.0881.v1>
18. Khan, A., Kanwal, F., Ullah, S., Fahad, M., Tariq, L., Altaf, M. T., Riaz, A., Zhang, G., 2025. Plant secondary metabolites—Central regulators against abiotic and biotic stresses. Metabolites, 15(4). <https://doi.org/10.3390/metabo15040276>
19. Khodashenas, M., Nasibi, F., Ashraf Gangooei, F.A., Rahnesan, Z., 2020. Physiological and antioxidative responses of a halophytic grass *Leptochloa fusca* L. kunth (*Kallar grass*) to salinity. J. Plant Process Funct., 8(34), 71–78.
20. Lorenzo, P.; Souza-Alonso, P.; Guisande-Collazob, A.; Freitas, H., 2019. Influence of *Acacia dealbata* Link bark extracts on the growth of *Allium cepa* L. plants under high salinity conditions. J. Sci. Food Agric., 99, 4072–4081. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9637>
21. Saeedi Pooya, E., Tehranifar, A., Sadeqi, M., Vahdati Mashhadian, N. 2017. Can we reduce salinity effects by the application of humic acid on native turfgrasses in order to attain sustainable landscape? J. Ornament. Plants, 8(2), 121–133.
22. Suarez, N., Medina, E., 2008. Salinity effects on leaf ion composition and salt secretion rate in *Avicennia germinans* L. Braz. J. Plant Physiol., 20, 40–131. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202008000200005>
23. Swedan, E., Ahmed, M.A., Jiménez-Ballesta, R. and El-Kinany, R., 2023. Biological substances as stimulants-inducing growth, flowering, and chemical constituents in *Dahlia* plants. Cogent Food Agric., 9: 2282237.1–13. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2282237>
24. Tiloke C, Phulukdaree A, Chuturgoon AA., 2016. The antiproliferative effect of *Moringa oleifera* crude aqueous leaf extract on human esophageal cancer cells. J. Med. Food, 19(4): 398–403. <https://doi.org/10.1089/jmf.2015.0113>
25. Tragulpakseerojn J, Yamaguchi N, Pamonsinlapatham P, Wetwitayaklung P, Yoneyama T, Ishikawa N., Ishibashi, M. and Apirakaramwong, A., 2017. Anti-proliferative effect of *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) leaf extract on

human colon cancer HCT116 cell line. Trop. J. Pharm. Res., 16(2): 371–8. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v16i2.16>

26. Treder, J.; Nowak, J., 2013. The effect of irrigation frequency on growth, flowering and stomatal conductance of *Dimorphotheca* 'Denebola' and New Guinea *impatiens* 'Timor' grown on ebb-and-flow benches. *Acta Agrobot.*, 54(2), 59–68. <https://doi.org/10.5586/aa.2001.023>

27. Uzma, J., Talla, S. K., Madam, E., Mamidala, P., 2022. Salinity driven oxidative stress in *Gerbera jamesonii* cv. Bolus. J. Appl. Hort., 24(2), 1-8. <https://doi.org/10.37855/jah.2022.v24i02.44>

28. Wang, Z., Poudyal, S.H., Kopp, K. Zhang, Y., 2025. Response of Ornamental Plants to Salinity: Impact on Species-Specific Growth, Visual Quality, Photosynthetic Parameters, And Ion Uptake. *Front. Plant Sci.*, 16:1611767. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1611767>

29. Yang, F., Zhu, L., Liu, Z., Zhou, J., 2025. CAS1-synthesized β -Caryophyllene enhances broad-spectrum stress resistance in tomatoes. *Plant Physiol. Biochem.*, 222, 109726. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2025.109726>

30. Yasmeen, A.; Basra, S.M.A.; Farooq, M.; Rehman, H.; Hussain, N.; Athar, H.R., 2013. Exogenous application of *moringa* leaf extract modulates the antioxidant enzyme system to improve wheat performance under saline conditions. *Plant Growth Regul.*, 69, 225–233. <https://doi.org/10.1007/s10725-012-9764-5>

31. Zahra, N., Wahid, A., Hafeez, M. B., Lalarukh, I., Batool, A., Uzair, M., El-Sheikh, M. A., Alansi, S., Kaushik, P., 2022. Effect of salinity and plant growth promoters on secondary metabolism and growth of milk thistle ecotypes. *Life*, 12(10), 1530. <https://doi.org/10.3390/life12101530>