مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۴ صفحه‌های ۴۲۹ تا ۴۳۸ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

اثر هیومیک اسید بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زیست‌شیمیایی و غلظت عنصرهای غذایی آلوئه ورا در تنش شوری[1]

Effect of Humic Acid on Some Morphological and Biochemical Properties and Nutrients Concentration of *Aloe vera* under Salinity Stress

صدیقه صفرزاده شیرازی*، صبا کاویان، حسین غلامی[2]

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر هیومیک اسید و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و برخی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی گیاه آلوئه ورا انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی و در سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. تیمارها شامل سه سطح شوری (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار) از منبع کلرید سدیم و سه سطح هیومیک اسید (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. برخی ویژگی‌های گیاه مانند ارتفاع، طول ریشه، وزن خشک برگ و ریشه، مقدار کلروفیل کل، قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد و غلظت برخی عنصرها اندازه‌گیری شد. نتیجه‌ها نشان داد که کاربرد ۱۲۰ میلی‌مولار شوری سبب کاهش معنی‌دار میانگین ارتفاع گیاه (۷٪)، طول ریشه (۴۷٪)، وزن خشک برگ و ریشه (۲۶، ۵۰ ٪)، کلروفیل کل (۴۵٪)، غلظت فسفر و پتاسیم در برگ (۱۵ و ۲۳٪) و سبب افزایش معنی‌دار قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (۲۰٪) و سدیم برگ (۱۱۳٪) شد. کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید سبب افزایش معنی‌دار ۵، ۱۸، ۲۰، ۱۷ و ۲۹ درصدی میانگین ارتفاع، وزن خشک و طول ریشه، قدرت مهار رادیکال‌های آزاد و کلروفیل کل شد. برهمکنش شوری و هیومیک اسید بر کل ویژگی‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: هیومیک اسید، شوری، قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (DPPH)، کلروفیل کل، غلظت عنصرها.

مقدمه

شوری خاک یکی از اصلی‌ترین تنش‌های محیطی تأثیرگذار بر رشد گیاه و تولید محصول‌های کشاورزی است (۱). رشد گیاهان در شرایط شور ممکن است به‌دلیل تنش اسمزی و بر اثر پایین رفتن پتانسیل آب در محیط رشد ریشه، یا به‌دلیل اثرهای ویژه یون‌ها در فرآیندهای سوخت و سازی کاهش یابد (۲۳). گزارش شده است که تنش شوری سبب کاهش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک ساقه و برگ و رنگدانه‌های فتوسنتزی و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) می‌شود (۴۰). گیاهان برای مقابله با تنش اکسیداتیو از سیستم دفاعی مؤثری که شامل افزایش فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز، ترکیب‌های فنولی و شمار دیگری از ماده‌های آنتی‌اکسیدان است، استفاده می‌کنند (۵۶). غلظت این زیست مولکول‌ها پس از مواجهه گیاه با تنش به سرعت افزایش‌یافته و تنش را در گیاه تعدیل می‌کنند (۲۱). تاکنون راهکارهای مختلفی برای کاهش اثرهای تنش شوری پیشنهاد شده است. به طور مثال، استفاده از هیومیک اسید می‌تواند سبب کاهش اثرهای تنش شوری در گیاهان و افزایش تحمل به تنش و بهبود فعالیت‌های

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۷/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۶

۲- به‌ترتیب استادیار و دانشجوی دکتری بخش علوم و مهندسی خاک و دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز ، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (safarzadeh@shirazu.ac.ir , rsafar2010@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

متابولیکی گیاه شود (۲، ۴۰). هیومیک اسید شامل مخلوطی از ترکیب‌های آلی مختلف است که از باقیمانده گیاهان و حیوانات به‌دست می‌آید و از آن جا که این ماده pH اسیدی (۳/۸ تا ۵) دارد و از هوموس مشتق شده است، به نام هیومیک اسید شناخته می‌شود (۲۹). هیومیک اسید سبب افزایش غلظت کلروفیل برگ، افزایش عملکرد گیاهان (۳۹)، بهبود وضعیت فیزیکی خاک، افزایش کلات‌کنندگی عنصرهای کم‌مصرف، تحریک فعالیت ریزجانداران و توسعه ریشه‌ها می‌شود (۱۵). هیومیک اسید می‌تواند با افزایش محرک‌های رشد گیاهان بر رشد گیاهان اثر معنی‌داری بگذارد (۱۰). با توجه به اثرهای منفی شوری بر رشد گیاهان، مطالعه‌هایی در زمینه اثر هیومیک اسید بر رشد گیاهان و افزایش تحمل گیاهان در برابر شوری انجام شده است. در پژوهشی، افزایش سطح برگ و تولید کلروفیل بیشتر در برگ‌های گیاه لوبیا را با استفاده از تیمار هیومیک اسید گزارش شده است (۲). نریمانی و همکاران (۱۳۹۷) بیان کردند که کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید در سطح‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار شوری سبب افزایش ارتفاع، وزن تر و خشک ساقه و برگ در گیاه دارویی بادرشبو[۱]شد (۴۰).

گیاه صبر زرد با نام علمی آلوئه‌ورا (*Aloe vera*) گیاهی دارویی است که بومی مناطق گرم و خشک بوده که به تیره سوسن‌سانان (Liliaceae) تعلق دارد (۳۶). در پژوهشی، Moghbeli و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که شوری ۵ دسی زیمنس بر متر آب آبیاری سبب کاهش ۴۸ درصدی وزن تر برگ و ژل آلوئه ورا شد (۳۴).هم‌چنین، Nejad و Aghdam (۲۰۱۴) با کاربرد سطح‌های مختلف شوری (صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر) بیان کردند که با افزایش شوری، وزن خشک ژل، تعداد برگ و وزن خشک گیاه آلوئه ورا کاهش یافت (۴۱).

بررسی‌های انجام شده نشان داد که گزارش‌های اندکی در مورد آستانه تحمل شوری آلوئه ورا وجود دارد و تا کنون پژوهشی در مورد کاربرد هیومیک‌اسید بر رشد گیاه آلوئه‌ورا در شرایط تنش شوری گزارش نشده است، بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر هیومیک‌اسید و شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی و برخی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی گیاه آلوئه‌ورا در خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، مقدار کافی خاک از افق سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) خاک سری‌کوی اساتید با اسم علمی Loamy-skeletal over fragmental, carbonatic, mesic,Fluventic Xerorthents از ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه استان فارس (۲۹۸۳۵۰N , ۵۲۸۳۵۰E , ۱۸۱۰ m) تهیه و پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک دو میلی‌متری، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله بافت خاک (۱۲)، پی‌اچ خاک در گل اشباع (۵۴)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع به وسیله هدایت‌سنج الکتریکی (۴۴)، کربن آلی (۴۲)، فسفر قابل استفاده به وسیله عصاره‌گیری با بی‌کربنات سدیم (۷) و عنصرهای کم‌مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) به وسیله عصاره‌گیری با دی تی پی ا (DTPA[۲]) (۲۸) و اندازه‌گیری به وسیله دستگاه جذب اتمی، Shimadzu AA-670 تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی.

Table 1. Some physical and chemical properties of the studied soil.

بافت خاک Soil texture	پی‌اچ pH	قابلیت هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dS m^{-1})	فسفر قابل استفاده Available P (mg Kg-1)	کربن آلی Organic carbon (%)	منگنز Mn	مس Cu	آهن Fe	روی Zn
					(mg kg^{-1}) قابل جذب (Available)			
لوم رسی Clay loam	7.8	1.2	25	0.81	3.47	2.21	1.43	1.02

۱- Dracocephalum moldavica ۲- Pentaacetic acid diethylenetriamine

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

تیمارها و طرح آزمایشی

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سه سطح شوری (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ میلی مولار) از منبع کلرید سدیم (معادل شوری ۱/۲، ۵/۱ و ۱۰/۳ دسی زیمنس بر متر در خاک) و سه سطح هیومیک اسید (صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود. به منظور جلوگیری از کمبود احتمالی عنصرهای غذایی، برخی عنصرهای غذایی، پیش از کشت براساس آزمون خاک به گلدان‌های حاوی سه کیلوگرم خاک افزوده شد. سپس پاجوش‌های همسن گیاه آلوئه ورا با ارتفاع حدود ۱۵ سانتی‌متر در گلدان‌ها کشت شد (یک عدد پاجوش در هر گلدان). تیمارهای هیومیک اسید در چهار دوره به فاصله زمانی ۱۵ روز یکبار به صورت مصرف خاکی دو هفته پس از کاشت گیاهان و استقرار آن‌ها در گلدان‌ها، اضافه گردید. تیمارهای شوری پس از دو ماه و نیم از زمان کاشت گیاهان و در سه مرحله به فاصله زمانی دو روز یک بار به گیاه افزوده شد تا از شوک اسمزی جلوگیری شود. در طول فصل رشد گیاه، روزانه رطوبت گلدان‌ها به‌وسیله آب مقطر در حد ظرفیت مزرعه نگهداری شد و خروج آب اضافی و آب ثقلی، به دلیل نگهداری رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی، از ته گلدان‌ها صورت نمی‌گرفت. پس از ۸ ماه از کاشت گیاهان در گلدان‌ها برخی ویژگی‌های گیاه مانند ارتفاع گیاه، طول ریشه، وزن تر و خشک برگ (اندام هوایی) و ریشه اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری عنصرهای غذایی در نمونه‌های گیاهی

پس از برداشت و جداسازی برگ و ریشه گیاه، برای تعیین برخی عنصرهای غذایی در نمونه‌های گیاه، همه نمونه ها با آب مقطر شستشو داده شدند. نمونه‌ها تا رسیدن به وزن ثابت در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس خشک شده و سپس توزین و در آسیاب برقی پودر شدند. سپس برای اندازه‌گیری غلظت عنصرها در گیاه از روش خشک سوزانی استفاده شد، بدین صورت که یک گرم از ماده خشک گیاهی پودر شده در کوره الکتریکی به مدت ۴ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر شد و سپس در اسید کلریدریک دو نرمال حل شده و پس از عبور از کاغذ صافی با آب مقطر به حجم ۵۰ سی‌سی رسانده شد (۷). سپس در این عصاره، غلظت فسفر به روش آمونیوم مولیبدات وانادات (۲۷) و سدیم و پتاسیم به روش شعله‌سنجی اندازه‌گیری شدند (۷).

اندازه‌گیری کلروفیل کل برگ

محتوای کلروفیل کل در برگ‌ها با استفاده از روش دی‌متیل‌سولفوکساید[1] اندازه‌گیری شد (۲۰). سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTek Instruments, Inc., USA) جذب عصاره‌ها در طول‌موج‌های ۶۴۵ نانومتر خوانده شدند. از DMSO به‌عنوان شاهد دستگاه استفاده شد. محتوای کلروفیل نمونه‌ها به صورت میلی‌گرم در هر گرم وزن تازه برگ، با استفاده از فرمول ارائه شده به وسیله Gross (۱۹۹۱) محاسبه (رابطه ۱) و گزارش شد (۱۷).

رابطه (۱):

$$\text{Total Chlorophyll (mg/ g.FW)} = \frac{\mathbf{20.2\ (A_{645})+8.02\ (A_{663})\times Volume\ made}}{\mathbf{Wt.of\ the\ sample}}$$

که در آن Wt، وزن تر نمونه، و Aλ، جذب در طول‌موج مشخص λ (نانومتر) و volume made، مقداری از عصاره که به حجم رسانده شد می‌باشد.

آزمون مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (DPPH)

به منظور عصاره‌گیری از نمونه‌ها جهت سنجش برخی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی، از متانول ۷۰ ٪ به نسبت ۵ به ۱ (حجمی-وزنی) استفاده شد. مقدار ۱ گرم نمونه پودرشده برگ خشک توزین شد و به لوله فالکون انتقال یافت. سپس ۵ میلی‌لیتر حلال به آن اضافه و به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه (rpm) تکان داده شد. در مرحله بعد، نمونه به مدت ۱۵ دقیقه در داخل سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. رونشین صاف شده به‌عنوان عصاره جهت انجام آزمایش‌های بعدی در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد (۵۷). جهت تعیین درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد از آزمون (DPPH: Diphenylpicrylhydrazyl) و روش Oke و همکاران (۲۰۰۹) استفاده شد (۴۴). ابتدا یک میلی‌لیتر از محلول متانولی نمونه مورد نظر در یک لوله آزمایش ریخته شد. سپس به آن ۱ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۰۴ درصد متانولی DPPH اضافه

۱- Dimethyl sulfoxide (DMSO)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

شد. محتویات هر لوله به‌طورکامل مخلوط شد و پس از گذشت ۳۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق و در تاریکی، جذب آن‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر و به روش اسپکتروفتومتری با دستگاه اپوچ (شرکت BioTek آمریکا) اندازه‌گیری شد. درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (I٪) با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد:

رابطه(۲):

$$\text{درصد مهارکنندگی رادیکال های آزاد} = \frac{(\text{عدد خوانده شده در نمونه} - \text{عدد خوانده شده در نمونه شاهد})}{\text{عدد خوانده شده در نمونه شاهد}} \times ۱۰۰$$

که در آن عدد خوانده شده نمونه شاهد در حقیقت جذب شاهد است (نمونه‌ای که حاوی تمام اجزای واکنشگر بدون نمونه باشد). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Excel (2016) و SPSS نسخه شماره ۲۲ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

براساس نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها، اثر شوری و هیومیک اسید در سطح احتمال ۵ ٪ بر ارتفاع گیاه آلوئه ورا معنی‌دار بود، اما برهمکنش این عوامل معنی‌دار نشد. از این رو،تنها میانگین‌های اثرهای اصلی در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به داده‌های جدول ۲، با افزایش سطح شوری میانگین ارتفاع گیاه آلوئه ورا روند کاهشی داشت. میانگین ارتفاع گیاه آلوئه ورا در سطح‌های ۶۰ و۱۲۰ میلی مولار شوری نسبت به شاهد به ترتیب کاهش ۳ و ۷ درصدی داشت. یزدی (۱۳۸۳) گزارش نمود که ارتفاع گیاه یکی از ویژگی‌های ریخت‌شناسی است که به شدت زیر تأثیر شوری قرار می‌گیرد. در گیاهان زیر تنش شوری، عدم آماس مناسب یاخته‌ها و اختصاص بیشتر ماده‌های ساخته شده جهت مقابله با تنش، کوتاه شدن دوره رشد گیاه و نیز سازوکارهای فرار از تنش و کاهش فتوسنتز، همگی می‌توانند مانع از رشد عادی یاخته‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه شوند (۵۸). در پژوهشی، Fuentes و همکاران (۱۹۸۸) نشان دادند که طول برگ و ارتفاع رقم‌های مختلف گیاه آلوئه ورا با افزایش شوری کاهش یافت (۱۱). با افزایش سطح‌های هیومیک اسید میانگین ارتفاع گیاه افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. به طوری‌که کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید باعث افزایش معنی‌دار ۵ درصدی ارتفاع آلوئه ورا نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲). اسید هیومیک با تأثیر بر سوخت و ساز یاخته‌های گیاهی و افزایش جذب عنصرهای غذایی، سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود. (۳۹).

جدول ۲- اثر سطح‌های مختلف شوری و هیومیک اسید بر میانگین ارتفاع (سانتی‌متر)، طول ریشه (سانتی‌متر) و وزن خشک برگ و ریشه (گرم در گلدان) آلوئه ورا.

Table 2. Effect of different salinity and humic acid levels on the average of height (cm), root length (cm) and shoot and root dry weight (g pot^{-1}) of *Aloe vera.*

تیمار Treatment		ارتفاع Height	وزن خشک برگ Leaf dry weight	طول ریشه Root length	وزن خشک ریشه Root dry weight
سطح شوری (میلی‌مولار) Salinity levels (mM)	0	28.13^{a}*	18.31^{a}	25.92^{a}	4.12^{a}
	60	27.09^{ab}	15.86^{ab}	16.07^{b}	2.95^{b}
	120	26.07^{b}	13.59^{c}	13.67^{b}	2.06^{c}
سطح هیومیک اسید (میلی‌گرم در لیتر) Humic acid levels (mgl^{-1})	0	26.63^{b}	15.02^{a}	16.87^{b}	2.86^{b}
	150	26.66^{b}	16.28^{a}	18.44^{ab}	2.88^{b}
	300	28^{a}	16.46^{a}	20.35^{a}	3.38^{a}

* Within each measured properties, means of salinity or humic acid levels in each column followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan Multiple Range Test.

*در هر ویژگی اندازه‌گیری شده، میانگین‌های سطح‌های شوری یا هیومیک اسید که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن خشک اندام هوایی

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر شوری در سطح احتمال ۱ ٪ بر وزن خشک برگ گیاه آلوئه ورا معنی‌دار بود، اما اثر هیومیک اسید و بر همکنش این عوامل معنی‌دار نشد. بنابراین، تنها میانگین‌های اثرهای اصلی در جدول ۲ نشان

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

داده شده است. مقایسه میانگین اثر عامل‌های اصلی (جدول ۲) نشان داد که بیشترین میانگین وزن خشک برگ گیاه آلوئه ورا در تیمار بدون تنش شوری بود. با کاربرد ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم میانگین وزن خشک برگ نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار ۲۶ درصدی داشت. بین سطح‌های مختلف تیمار هیومیک اسید و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کاهش رشد در اثر شوری به احتمال به دلیل افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش جذب آب توسط گیاه (۵)، کاهش فعالیت آنزیم‌ها (۲۶)، کاهش رشد ریشه و انتقال عنصرهای غذایی از ریشه به برگ (۴۹) می‌باشد. در یک بررسی، Nejad و Aghdam (۲۰۱۴) با کاربرد سطح‌های مختلف شوری (صفر، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر) بیان کردند که با افزایش شوری، وزن خشک ژل، تعداد برگ و وزن خشک گیاه آلوئه ورا کاهش یافت (۴۱). همانگونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، هیومیک اسید اثر معنی‌داری بر وزن خشک برگ نداشته است که شاید بتوان گفت مقدار هیومیک اسید به کار رفته (۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) جهت تأثیر بر رشد گیاه آلوئه ورا در پژوهش حاضر کافی نبوده است، لذا پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های بعدی از مقادیر بیشتری از هیومیک اسید استفاده شود.

وزن خشک ریشه

از آنجایی که مطابق با نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها اثر شوری و هیومیک اسید بر وزن خشک ریشه گیاه آلوئه ورا معنی دار بود، اما برهمکنش این عوامل معنی دار نشد، تنها میانگین‌های اثرهای اصلی در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه میانگین اثر عامل‌های اصلی نشان داد که با کاربرد سطح‌های ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک ریشه گیاه آلوئه ورا نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۲). کمترین وزن خشک ریشه در تیمار ۱۲۰ میلی‌مولار شوری مشاهده شد که نسبت به سطح صفر شوری، کاهش ۵۰ درصدی داشت. هم‌چنین، Babaie و همکاران (۱۳۸۹) کاهش ارتفاع بوته، شمار شاخه جانبی، وزن خشک برگ و ریشه گیاه آویشن باغی[1]را در شوری‌های ۳۰ تا ۱۵۰ میلی‌مولار گزارش نموده‌اند (۳).

با قرار گرفتن گیاه در محیط شور، کاهش شدت فتوسنتز گیاه منجر به کاهش وزن ریشه می‌شود (۳۷). در یک بررسی دریافتند با افزایش کاربرد کلرید سدیم از ۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌مولار، وزن خشک ریشه و بخش هوایی گیاه جو کاهش یافت که این کاهش در ریشه قابل ملاحظه بود (۲۵). هم‌چنین، کاهش وزن خشک ریشه گیاه ریحان در نتیجه کاربرد شوری در خاک گزارش شده است (۴). کاربرد ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید اثر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه آلوئه ورا نسبت به شاهد نداشت، اما کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید سبب افزایش معنی‌دار ۱۸ درصدی میانگین وزن خشک ریشه نسبت به شاهد شد (جدول ۲). قاسمی و همکاران (۱۳۹۱) نیز بیان نمودند که افزایش وزن خشک ریشه در ژوخه‌های کوچک سیب‌زمینی در اثر کاربرد هیومیک اسید به دلیل اثرهای شبه هورمونی هیومیک اسید است (هیومیک اسید سبب افزایش زیست‌ساخت هورمون‌های سیتوکینین، جیبرلین و اکسین در گیاه می‌شود) که موجب افزایش رشد ریشه و افزایش وزن خشک آن می‌شود (۱۳).

طول ریشه

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر شوری و هیومیک اسید بر طول ریشه گیاه آلوئه ورا در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار بوده است، اما برهمکنش این عوامل معنی دار نشده است، بنابراین تنها میانگین‌های اثرهای اصلی در جدول ۲ نشان داده شده است. مقایسه میانگین اثر عامل‌های اصلی نشان داد که میانگین طول ریشه گیاه آلوئه ورا در سطح ۶۰ و۱۲۰ میلی مولار شوری به ترتیب نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار ۳۸ و ۴۷ درصدی داشت (جدول ۲). طول ریشه و ساقه شاخص‌های مهمی جهت ارزیابی واکنش گیاهان به تنش شوری می‌باشد (۲۲). سفرنژاد و همکاران (۱۳۸۶) نیز بیان کردند که مؤلفه‌های رشد شامل طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه و زیست توده کل در گیاه سیاهدانه[2] با افزایش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند (۴۷). مقایسه میانگین اثرهای عامل‌های اصلی نشان داد که افزودن سطح‌های هیومیک اسید بر طول ریشه گیاه اثر معنی‌داری داشت به طوری‌که که در سطح‌های ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید، به ترتیب میانگین طول ریشه گیاه آلوئه ورا نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار ۹ و ۲۰ درصدی داشت (جدول ۲). هم‌چنین در پژوهشی در گیاه

۱- *Thymus vulgaris* ۲- *Nigella sativa*

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

دارویی خاکشیر[۲]دریافتند که اگر چه افزایش شوری باعث کاهش شدید طول ریشه می‌گردد، اما مصرف هیومیک اسید در سطح ۵۰ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند اثرهای شوری را کاهش دهد که نتیجه‌های پژوهش حاضر با این یافته‌ها همخوانی دارد که شاید این اثر ناشی از ویژگی ضد تنشی ماده‌های هیومیکی باشد. کاربرد ماده‌های هیومیکی می‌تواند در شوری کم موجب بهبود رشد گیاه شود (۳۸).

فعالیت و قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (DPPH) گیاه آلوئه ورا

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرهای اصلی شوری و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ و ۵ ٪ بر مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH برگ معنی‌دار بود، اما برهمکنش آن‌ها معنی‌داری نشد. بنابراین، تنها میانگین‌های اثرهای اصلی در جدول ۳ نشان داده شده است. با افزایش شوری، قدرت مهار رادیکال‌های آزاد DPPH افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته است. بیشترین قدرت مهارکنندگی در سطح تنش شوری ۱۲۰ میلی مولار مشاهده شد که افزایش معنی‌دار ۲۰ درصدی نسبت به شاهد داشت (جدول۳). کاهش محتوای آب برگ و افزایش پتانسیل اسمزی، به همراه افزایش غلظت یون سدیم، پراکسیداسیون چربی‌ها و اختلال در کارکرد و ساختار غشاهای یاخته (۱)، سبب افزایش تولید رادیکال‌های فعال اکسیژن در یاخته‌ها شد و به دنبال آن میزان ظرفیت مهار رادیکال‌های آزاد افزوده می‌شود (۱۹). افزایش قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد در اثر تنش شوری در گیاهانی مانند بادرشبو (۴۰) و گیاه مریم گلی[۲] (۵۵) گزارش شده است. با افزودن ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک‌اسید، مقدار فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد (مقدار حذف رادیکال‌های آزاد) نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار ۱۷ درصدی داشت. هر چند که بین سطح‌ها ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). در پژوهشی با بررسی اثر هیومیک اسید و سلنیوم بر گیاه سیر[۳] نشان داده شد که هیومیک اسید سبب افزایش قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد شد (۱۴).

جدول ۳- اثر سطح‌های مختلف شوری و هیومیک اسید بر فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (DPPH) (درصد)، میزان کلروفیل کل (میلی‌گرم در هر گرم وزن تازه) و غلظت سدیم، پتاسیم و فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) در برگ گیاه آلوئه‌ورا.

Table 3. Effect of different salinity levels and humic acid on the average of the ability of reactive oxygen species scavenging (DPPH) (%), total chlorophyll content (mgg^{-1} FW), and the Na, K, and P concentrations ($mg\ kg^{-1}$) in *Aloe vera* leaf.

تیمار Treatment		مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (DPPH scavenging)	کلروفیل کل Total chlorophyll	سدیم Na	پتاسیم K	فسفر P
سطح شوری Salinity levels (mM)	0	68^{B*}	0.42^{A}	8682^{B}	24371^{A}	1215^{A}
	60	71^{AB}	0.29^{B}	15960^{A}	19804^{B}	1106^{B}
	120	82^{A}	0.23^{C}	18494^{A}	19318^{B}	1029^{B}
سطح هیومیک اسید Humic acid levels (mgl^{-1})	0	68^{B}	0.27^{B}	16333^{A}	21347^{A}	1097^{A}
	150	73^{AB}	0.31^{AB}	13735^{B}	21087^{A}	1147^{A}
	300	80^{A}	0.35^{A}	13068^{B}	21059^{A}	1105^{A}

* Within each measured properties, means of salinity or humic acid levels in each column followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on Duncan Multiple Range Test.

*در هر ویژگی اندازه‌گیری شده، میانگین‌های سطح‌های شوری یا هیومیک اسید که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

مقدار کلروفیل کل در گیاه آلوئه‌ورا

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرهای اصلی شوری و هیومیک اسید بر مقدار کلروفیل کل در برگ گیاه آلوئه ورا معنی‌دار شد، اما برهمکنش آن‌ها بر کلروفیل کل گیاه از نظر آماری اثر معنی‌داری نداشت. از این رو، تنها میانگین‌های

۲- *Descurainia sophia* ۲- *Salvia officinalis* ۳- *Allium sativum*

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

اثرهای اصلی در جدول ۳ نشان داده شده است. با افزایش سطح‌های مختلف شوری، کلروفیل کل نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۳). کمترین مقدار کلروفیل کل در سطح تنش شوری ۱۲۰ میلی‌مولار مشاهده شد که نسبت به شاهد کاهش ۴۵ درصدی داشت. می‌توان کاهش کلروفیل و به طور کلی فتوسنتز را به کمبود یون پتاسیم در یاخته‌های برگ فتوسنتزکننده (۱۸) و یا فعالیت بیشتر آنزیم کلروفیلاز نسبت داد (۹). گزارش شده است که اثر سطح‌های مختلف شوری بر گیاه آلوئه ورا باعث کاهش کلروفیل کل گیاه نسبت به شاهد شد که نتیجه‌های پژوهش حاضر با این نتیجه‌ها همسو می‌باشد (۵۰). کاربرد سطح‌های ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید، سبب افزایش محتوای کلروفیل برگ‌ها شد که تنها در سطح ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش معنی‌دار ۲۹ درصدی نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۳). هیومیک اسید به دلیل افزایش نفوذپذیری غشای یاخته، جذب اکسیژن، تنفس، فتوسنتز و طول ریشه بر کلروفیل گیاه اثر مثبت دارد (۴۶) و با افزایش غلظت یا محتوای کلروفیل برگ، سبب افزایش عملکرد گیاه می‌شود (۳۹). شاید دلیل دیگر افزایش غلظت کلروفیل، ویژگی‌های شبه سایتوکینینی ماده‌های هیومیکی باشد که موجب تأخیر در پیری و کاهش تخریب کلروپلاست‌ها می‌شود (۳۹). در بررسی اثر ماده‌های هیومیکی بر محتوای کلروفیل برگ‌های گیاه گوجه‌فرنگی دریافتند که هیومیک اسید سبب افزایش ۶۳ درصدی غلظت کلروفیل برگ شد (۵۲).

غلظت سدیم در برگ گیاه آلوئه‌ورا

نتیجه‌های تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری و هیومیک اسید بر غلظت سدیم برگ گیاه آلوئه ورا به ترتیب در سطح ۱ و ۵ ٪ معنی‌دار بوده است، اما برهمکنش شوری و هیومیک اسید اثر معنی‌داری نداشت. بنابراین، تنها میانگین‌های اثرهای اصلی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتیجه‌های مقایسه میانگین عوامل اصلی نشان داد که با افزایش سطح‌های شوری، غلظت سدیم در برگ گیاه آلوئه ورا افزایش یافت به طوری که در غلظت‌های ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار، غلظت سدیم در برگ به ترتیب نسبت به شاهد افزایش ۸۳ و ۱۱۳ درصدی معنی‌داری داشت (جدول ۳). رونقی (۱۳۹۱) گزارش کرد که با کاربرد ۱، ۲ و ۳ گرم کلرید سدیم در مقایسه با سطح بدون تنش، غلظت سدیم در برگ اسفناج به ترتیب ۱۱۴، ۲۳۵ و ۴۳۰ درصد افزایش یافت (۴۵). غلظت زیاد سدیم در اندام هوایی منجر به بروز دامنه‌ای از مشکل‌های اسمزی و سوخت و سازیدر گیاه می‌شود که سمیت احتمالی ناشی از انباشت بیش از حد این یون در اندام گیاهی و کاهش تولید ماده خشک گیاه را به دنبال خواهد داشت (۵۳). یکی از ویژگی‌های تحمل به شوری در گیاهان، توانایی در حفظ نسبت ثابتی از پتاسیم و سدیم در درون یاخته می‌باشد. در مقادیر بالای شوری مقدار یون‌های پتاسیم کاهش یافته و با سدیم جایگزین می‌شود که این عمل افزون بر به همزدن تعادل یونی باعث اختلال در سوخت و ساز یاخته‌ای نیز می‌شود (۶). سمیت یون‌ها و جذب بیش از حد سدیم در شرایط شور می‌تواند سبب کاهش رشد شود و افزایش غلظت سدیم و کلر بر جذب رقابتی بسیاری از عنصرهای ضروری و انتخاب‌پذیری یونی در غشا اثر دارد (۵۱). کاربرد ۱۵۰ و۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید به ترتیب سبب کاهش معنی‌دار ۱۵ و ۱۹ درصدی میانگین غلظت سدیم گیاه آلوئه ورا نسبت به شاهد شد، اما تفاوت معنی‌داری بین دو سطح هیومیک اسید مشاهده نشد (جدول ۳). هیومیک اسید به واسطه ویژگی کلات‌کنندگی قوی که دارد یون‌های سدیم را روی خود نگه داشته و مانع جذب آن ها به‌وسیله گیاه می‌شود. این که چگونه ماده‌های هیومیکی بر جذب یون‌ها توسط گیاه اثر دارند به غلظت ماده‌های هیومیکی، پی‌اچ محیط کشت و گونه‌های گیاهی بستگی دارد (۳۹).

غلظت پتاسیم در برگ گیاه آلوئه ورا

نتیجه‌های تجزیه واریانس نشان داد که از بین تیمارها تنها اثر شوری بر غلظت پتاسیم در برگ گیاه آلوئه ورا در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بنابراین، تنها میانگین‌های اثرهای اصلی در جدول ۳ نشان داده شده است. با کاربرد ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار شوری میانگین غلظت پتاسیم نسبت به شاهد به ترتیب کاهش معنی‌دار ۱۸/۷ و ۲۱ درصدی داشت (جدول۳). مظلومی و رونقی (۱۳۹۱) مشاهده کردند که با افزایش سطح‌های شوری، غلظت پتاسیم در یک رقم اسفناج[۳]کاهش و در رقم دیگر افزایش یافت (۳۲). اثر افزایش غلظت کلرید سدیم در محلول غذایی بر جذب برخی آنیون‌ها و کاتیون ها در دو گیاه ذرت و چغندرقند بررسی و مشاهده شده که با افزایش غلظت کلرید سدیم از صفر به ۱۰۰ میلی‌مولار، غلظت پتاسیم در چغندرقند

۳- Spinacia oleracea

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

کاهش و در ذرت افزایش یافت (۳۱). می‌توان بیان کرد که یکی از ویژگی‌های تحمل به شوری در گیاهان، توانایی در حفظ نسبت ثابتی از K و Na در درون یاخته می‌باشد. بنابراین معمولا در مقادیر بالای شوری مقدار پتاسیم کاهش یافته و با سدیم جایگزین شده که این عمل افزون بر به همزدن تعادل یونی، باعث اختلال در متابولیسم نیز می‌شود (۶). نتیجه‌های پژوهش Bhatt و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که با افزایش سطح شوری از ۰/۳ تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر، غلظت پتاسیم برگ‌ها و ساقه گیاه عناب[۴] به طور معنی‌داری افزایش یافت (۳۰).

غلظت فسفر در برگ گیاه آلوئه‌ورا

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر شوری در سطح ۵ ٪ بر غلظت فسفر در برگ گیاه آلوئه ورا معنی‌دار بود و برهمکنش آن‌ها اثر معنی داری بر غلظت فسفر نداشت. بنابراین، تنها میانگین‌های اثرهای اصلی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتیجه‌ها نشان داد که کاربرد ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به ترتیب سبب کاهش معنی‌دار ۸ و ۱۵ درصدی غلظت فسفر در برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۳). در پژوهشی بیان نمودند که شوری، جذب و انباشت فسفات را در گیاهان کشت شده در خاک‌هایی با قابلیت دسترسی فسفات کم، کاهش می‌دهد. مقدار قابل استفاده فسفات در خاک‌های شور به دلایلی از جمله اثرهای مربوط به یون مشترک که باعث کاهش فعالیت فسفات می‌شود (۱۵) و نیز حلالیت پایین کانی‌های فسفات کلسیم که غلظت فسفر محلول خاک را در سطح پایینی نگه می‌دارند، کم می‌باشد. بنابراین، علت کاهش غلظت فسفات در محصول‌های زراعی را باید در بالا بودن شوری خاک دانست. در بیشتر موارد، شوری غلظت فسفر بافت‌های گیاهی را بین ۲۰ تا ۵۰ ٪ کاهش می‌دهد، اما این کاهش دلیلی برای کمبود فسفر در گیاهان نمی‌باشد (۴۸). نتیجه پژوهش حاضر نشان داد که هیومیک اسید (جدول ۳) اثر معنی‌داری بر غلظت فسفر نداشت.

نتیجه گیری

نتیجه‌ها نشان داد که شوری سبب اثرهای منفی بر ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه آلوئه ورا شد به طوری که سبب کاهش ارتفاع، طول ریشه، وزن خشک برگ و ریشه، کلروفیل کل و غلظت فسفر و پتاسیم در برگ و هم‌چنین، افزایش قدرت مهار رادیکال آزاد (DPPH) و غلظت سدیم در برگ شد. البته اثر تیمار شوری ۶۰ میلی‌مولار بر بیشتر ویژگی‌های مورد مطالعه نسبت به شاهد معنی‌دار نبود. در تیمار بالای شوری نیز گیاه شرایط تنش را تحمل نمود، بنابراین شاید بتوان آلوئه ورا را به عنوان گیاهی متحمل تا ۶۰ میلی‌مولار (۵/۱ دسی زیمنس بر متر) در برابر تنش شوری معرفی کرد. هیومیک اسید بسیاری از اثرهای مضر شوری را کاهش داد، به‌ویژه باعث کاهش مقدار سدیم در برگ شد. هم‌چنین، این ترکیب سبب افزایش وزن خشک ریشه، ارتفاع، قدرت مهار رادیکال آزاد و کلروفیل کل در گیاه گردید. البته، از آنجایی که برهمکنش هیومیک اسید و شوری در مورد بیشتر ویژگی‌های مطالعه شده معنی‌دار نبود، به نظر می‌رسد مقادیر بالاتری از هیومیک اسید جهت جبران خسارت وارده به گیاه و افزایش عملکرد آن لازم باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های بیشتری در این زمینه با مقادیر بالاتری از هیومیک اسید صورت گیرد.

منابع References

1. Allakhverdiev, S. I., A. Sakamoto, Y. Nishiyama, M. Inaba, and N. Murata. 2000. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. Plant Physiol. 123(3): 1047-1056.
2. Astaraei, A. R. and R. Ivani. 2008. Effect of organic sources as foliar spray and root madia on nutrition in cowpea plant. Am-Eurasia J. Agr. Environ. Sci. 3: 352-356.
3. Babaie, K., M. Amini, A. M. Modarres, and R. Jabbari. 2010. Effect of saline stress on morphological, physiologic and chemical characteristics of Thyme. Agron. J. (Pajouhesh & Sazandegi). 86: 71-79. (In Persian)
4. Banejad, H. G., E. Mokari, M. Esnaashariand, A. M. Liaghat. 2013. Assessment of the interaction of magnetic water and salinity on yield and components of basil plant. Iranian. J. Irrig. Drain. 7 (2): 178-183.
5. Bernstein, L. and H. Hayward. 1958. Physiology of salt tolerance. Annual. Review. Plant Physiol. 9(1): p. 25-46.
6. Blumwald, E. 2000. Sodium transport and salt tolerance in plants. Curr. Opin. Cell. biol. 12(4): 431-434.

۴- Ziziphus jujuba

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

7. Chapman, H. D., and Pratt, D. F. 1961. Methods of Analysis for Soil, Plant, and Water. University. California. Division Agriculture. Soil Sci. Pp: 60-62.
8. Delatorre-Herrera, J., I. Delfino, C. Salinas, H. Silva, and L. Cardemil. 2010. Irrigation restriction effects on water use efficiency and osmotic adjustment in Aloe Vera plants (*Aloe barbadensis Miller*). Agr. Water Manag. 97(10): 1564-1570.
9. Drazkiewicz, M. 1994. Chlorophyllase: occurrence, functions, mechanism of action, effects of external and internal factors (Review). Photosynthetica, 30:321-331.
10. Ertani, A., D. Pizzeghello, A. Baglieri, V. Cadili, F. Tambone, M. Gennari, and S. Nardi. 2013. Humic-like substances from agro-industrial residues affect growth and nitrogen assimilation in maize (*Zea mays* L.) plantlets. J. Geochem. Explor. 129:103-111.
11. Fuentes, V., N. Rodriguez, C. Rodriguez, and R. Ramos. 1988. Salinity tolerance including Aloe arborescens and other species. Agrotecnia de Cuba, 20(1): 1-6.
12. Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle size analysis, hydrometer methods. P 383-411. In: Methods of Soil Analysis. D.L. Sparks et al. (eds.) Part 2. Am. Soc. Agron. Inc: Madison, WI.
13. Ghasemi, E. M., R. Tookalloo, and H. R. Zabihi. 2012. Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition. J. Agron. Plant Breed. 8:39-50. (In Persian)
14. Ghasemi, K. S., Bolandnazar, S. J. Tabatabaei, H. Pirdashti, M. Arzanlou, M. A. Ebrahimzadeh, and H. Fathi. 2015. Antioxidant properties of garlic as affected by selenium and humic acid treatments. NewZealand J. Crop Hort. Sci. 43(3): 173-181.
15. Gihuni, M. 2010. Comprehensive study of humic materials and their application in agriculture. Technical Journal 3. (In Persian)
16. Grattan, S. and C. Grieve. 1998. Salinity–mineral nutrient relations in horticultural crops. Sci. Hort. 78(1): 127-157.
17. Gross, J. 2012. Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids. Springer Science and Business Media.
18. Guo, F. and Z. Tang. 1999. Reduced Na^+ and K^+ permeability of K^+ channel in plasma membrane isolated from roots of salt-tolerant mutant of wheat. Chinese Sci. Bullet. 44(9): 816-821.
19. Hernández, J. A., M. A. Ferrer, A. Jiménez, A. R. Barceló, and F. Sevilla. 2001. Antioxidant systems and O^{2-}/H_2O_2 production in the apoplast of pea leaves. Its relation with salt-induced necrotic lesions in minor veins. Plant Physiol. 127(3): 817-831
20. Hiscox, J. T. and G. A. Israelstam. 1979. Method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canad. J. Bot. 57(12): 1332-1334.
21. Iqbal, M. and M. Ashraf. 2007. Seed preconditioning modulates growth, ionic relations, and photosynthetic capacity in adult plants of hexaploid wheat under salt stress. J. Plant Nutr. 30(3): 381-396.
22. Jamil, M. and E. S. Rha. 2004. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L.). Plant Res. 7(3):226-232.
23. Kashani, S. 2009. Study of the effect of salinity stress on chlorophyll content in sainfoin and alfalfa. J. Plant. Biom. Res.18: 89-77. (In Persian)
24. Khan, M. A., M. U. Shirazi, M. A. Khan, S. M. Mujtaba, E. Islam, S. Mumtaz, and M. Y. Ashraf. 2009. Role of proline, K/Na ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pak. J. Bot. 41(2): 633-638.
25. Khosravinejad, F., R. Heydari, and T. Farboodnia. 2009. Effect of salinity on organic solutes contents in barley. Pakistan J. Biol. Sci. 12(2): 158-165.
26. Krishnamurthy, R., M. Anbazhagan, and K. A. Bhagwat. 1987. Effect of NaCl on the inorganic ions, growth and yield of rice. Oryza, 24:66-69.
27. Kuo, S., B.Huang, and R. Bembenek. 2005. Effects of long-term phosphorus fertilization and winter cover cropping on soil phosphorus transformations in less weathered soil. Biol Fert. Soil. 41(2): 116-123.
28. Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
29. Mackowiak, C., P. Grossl, and B. Bugbee. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Sci. Soc. Am. J. 65(6):1744-1750.
30. Bhatt, M., J. Patel, A. D. Bhatti, P. M. and A. N. Pandey. 2008. Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Ziziphus mauritiana* (Rhamnaceae). J. Fruit. Ornam. Plant Res. 16: 383-401.
31. Marschner, H. 1997. Functions of mineral nutrients, macronutrients. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press.
32. Mazlomi, F., and A. Ronaghi. 2012. Effect of Salinity and P on Growth and Chemical Composition of Two Spinach Cultivars. J. Sci. Technol. Greenhouse Crop. 3 (9): 85-95. (In Persian).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

33. Mehrabian, S., A. Majid, and A. Khayri. 2011. Comparative study of anti-mutagenic and anticancer effects of leachate extracts and aloe vera gel in Karaj and Dezful provinces. J. Faculty Medicine. Tehran University Med. Sci. 12 (69): 768-774. (In Persian).
34. Moghbeli, E., S. Fathollahi, H. Salari, G. Ahmadi, F. saliqehdar, A. Safari and M. S. Hosseini Grouh. 2012. Effects of salinity stress on growth and yield of *Aloe vera* L. J. Med. Plants Res. 6(16): 3272-3277.
35. Morton, J. F. 1961. Folk uses and commercial exploitation of Aloe leaf pulp. Econ. Bot. 15(4), 311-319.
36. Muhammad, Z. and F. Hussain. 2010. Vegetative growth performance of five medicinal plants under NaCl salt stress. Pak. J. Bot. 42(1): 303-316.
37. Munns, R., J. Guo, J. B. Passioura, and G. R. Cramer. 2000. Leaf water status controls day-time but not daily rates of leaf expansion in salt-treated barley. Func. Plant Biol. 27(10), 949-957.
38. Naderi, R. A. Yazdani, A. Bijan Zadeh, and U. Baathi. 2013. Study of the effect of humic acid on germination and early growth characteristics of Descurainia Sophia in salinity conditions, the second National Congress of Organic and Traditional Agriculture, August 30, Ardabil, Iran, (In Persian).
39. Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo, and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biol. Biochem. 34(11), 1527-1536.
40. Narimani, R., M. Moghaddam, A. Ghasemi Pirbalouti, S. H. Nemati. 2018. Effect of humic acid and ascorbate on growth and biochemical traits of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) under salinity stress. J. Plant Proc. Func. 7: 297-312. (In Persian)
41. Nejad, S. M. H. and A. R. Aghdam. 2014. The study of gel production and morphological parameters of Aloe vera plant under salinity. Int. J. Agric. Crop Sci. 7(10): 737-741.
42. Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. 3rd Ed. P 961-1010. *In*: Sparks, D. L., et al., (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical and microbiological properties. Soil Science of America and American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
43. Oke, F., B. Aslim, S. Ozturk, and S. Altundag. 2009. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of Satureja cuneifolia Ten. Food Chem. 112(4): 874-879.
44. Rhoades, J. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. 3rd Ed. p. 417-435. In: Sparks, D. L., et al., (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical and microbiological properties. Soil Science of America and American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
45. Ronaghi, A., E. Adhamy, and. N. A. Karimian. 2002. Effect of phosphorus and zinc on growth and chemical composition of corn. Sci. Tech. Agric. Nat. Res. 6: 105 -118. (In Persian).
46. Russo, R. O. and G. P. Berlyn. 1991. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. J. Sus. Agr. 1(2): 19-42.
47. Safarnejad, A. S., A. S. Sadr, and H. Hamidi. 2007. Effect of salinity stress on morphological characteristics of black currant. Quarterly journal of genetic research and conservation of Iranian pasture and forest plants. Indusut. Esfahan. 84: 15 (In Persian).
48. Salardini, A. U. 2003. Soil Fertility, Tehran University Press. (In Persian).
49. Shalhevet, J., M. G. Huck, and B. P. Schroeder. 1995. Root and shoot growth responses to salinity in maize and soybean. Agron. J. 87(3):512-516.
50. Shams, J. 2015. Effects of Salinity and Drought on Morphological and Chemical traits of Aloe vera plant. *In* Biological Forum. Research Trend.
51. Shiyab, S. 2011. Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on macro and micro elements and protein content of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Food. Agr. Environ. 9(2):350-356.
52. Sladký, Z. and V. Tichý. 1959. Application of humus substances to over ground organs of plants. Biol. Plant. 1(1): p. 9-15.
53. Tester, M. and R. Davenport. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Ann. Bot. 91(5): 503-527.
54. Thomas, G. 1996. Soil pH and soil acidity. 3rd .Ed. p. 475-490. In: Sparks, D. L., et al., (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical and microbiological properties. Soil Science of America and American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
55. Valifard, M., S. Mohsenzadeh, B. Kholdebarin, and V. Rowshan. 2014. Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of Salvia mirzayanii. South Afr. J. Bot. 93: 92-97.
56. Walker, M. A. and B. D. Mckersie. 1993. Role of the ascorbate-glutathione antioxidant system in chilling resistance of tomato. J. Plant Physiol. 141(2): 234-239.
57. Wojdyło, A., J. Oszmiański, and R. Czemerys. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chem. 105(3): 940-949.
58. Yazdi, M. 2004. Evaluation of Salinity Tolerance of Safflower Cultivars Using Abrasive. Master's degree in Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21 (4): 429 - 438 (2020)
Research article

Effect of Humic Acid on Some Morphological and Biochemical Properties and Nutrients Concentration of *Aloe vera* under Salinity Stress

S. Safarzadeh Shirazi*, S. Kavian and H. Gholami[1]

The objective of this study was to investigate the effects of humic acid and salinity on the growth and chemical composition, and some biochemical properties of *Aloe vera*. The experiment was conducted as a factorial arranged in a completely randomized design with three replications under greenhouse conditions. Treatments consisted of three salinity levels (0, 60, and 120 mM) and three humic acid levels (0, 150, and 300 mgL^{-1}). Some plant properties such as height, root length, leaf and root dry weights, total chlorophyll content, the ability of reactive oxygen species scavenging (DPPH: Diphenylpicrylhydrazyl), and some nutrients concentration were measured. The results showed that application of 120 mM salinity significantly decreased plant height (7%), root length (47%), leaf and root dry weight (26, 50%), total chlorophyll content (45%), leaf P (15%) and K (23%) concentrations, and significantly increased ability of reactive oxygen species scavenging (DPPH) (20%) and Na concentration (113%). Application of 300 mgL^{-1} humic acid significantly increased plant height, root length, root dry weight, total chlorophyll content, and DPPH in *Aloe vera*. Interaction of salinity and humic acid did not have any significant effect on the studied properties.

Keywords: Humic acid, Salinity, DPPH, Total chlorophyll, Nutrients concentration.

1. Assistant Professor and Ph.D. Student, Department of Soil Science and Former M.Sc. Student, Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
*Corresponding author, Email: (safarzadeh@shirazu.ac.ir and rsafar2010@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.4.4]