فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۲، شماره ۵۷، آذر و دی‌ماه ۱۴۰۲ صفحه: ۲۸۵-۲۹۸
https://doi.org/10.22034/12.57.285

مقاله پژوهشی

بررسی اثر اسید هیومیک بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) تحت تنش شوری

بهاره حقیقی، مهناز کریمی* و حسین مرادی

گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷)

چکیده

رزماری کاربرد فراوانی به عنوان گیاه زینتی و دارویی دارد. شوری یکی از مهمترین موانع تولید گیاهان در جهان است که عملکرد گیاه را به روش‌های مختلف تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین تحقیق و بررسی روش‌هایی که منجر به کنترل و کاهش اثرات شوری در گیاهان می‌گردد، حائز اهمیت است. آزمایش حاضر به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار روی گیاهان سه ماهه رزماری انجام گرفت. فاکتور اول تیمار اسید هیومیک (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و فاکتور دوم تیمار کلرید سدیم (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) بود. براساس نتایج به‌دست آمده کمترین طول شاخه اصلی (۲۴/۴۱ سانتی‌متر) و فرعی (۷/۶۸ سانتی‌متر) به ترتیب در تیمار شوری ۷۵ و ۵۰ میلی‌مولار بدون اسید هیومیک به‌دست آمد. بیشترین وزن تر شاخه در تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر + شوری ۲۵ میلی‌مولار بود که با اسید هیومیک ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تیمار شوری اختلاف معنی‌داری نداشت. وزن خشک شاخه‌ها تحت‌تأثیر اثر ساده تیمارها قرار داشت به‌طوری‌که اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر افزایش وزن خشک شاخه مؤثر بود و در شوری صفر بیشترین وزن خشک شاخه و در شوری ۷۵ میلی‌مولار کمترین وزن خشک شاخه مشاهده شد. بیشترین محتوای کلروفیل کل و میزان پتاسیم در اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین آن مربوط به شوری ۷۵ میلی‌مولار بود. بیشترین پرولین، نشت یونی و درصد سدیم، در شوری ۷۵ میلی‌مولار بدون تیمار اسید هیومیک بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده تیمار اسید هیومیک ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با تیمارهای بدون اسید هیومیک در تعدیل اثر شوری مؤثر واقع شدند.

کلمات کلیدی: تعدیل شوری، پرولین، کلروفیل، گیاه زینتی، نشت یونی

مقدمه

رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)، گیاهی چندساله از خانواده نعنائیان، همیشه سبز و خوش عطر که کاربرد فراوانی در فضای سبز دارد و به عنوان گیاه دارویی با ارزش نیز مطرح است. دارای خاصیت دارویی، ضدمیکروبی و منبعی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است (Moreno *et al.*, 2006). یکی از مهمترین عوامل در کشت گیاهان، بستر کشت مناسب است. از آنجایی که ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است، بنابراین با مشکلاتی از قبیل کمبود منابع آب و اراضی شور واجه است. با افزایش جمعیت انسانی اراضی زراعی مطلوب کشور هم به تدریج کاهش پیدا می‌کند و مدیریت کشت در

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: karimi@sanru.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

زمین‌هایی با خاک‌های شور جز مواردی است که باید به آن توجه ویژه‌ای شود (خراسانی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵).

شوری یک تنش غیرزیستی مهم است که به طور جدی تولید محصولات کشاورزی را محدود می‌کند. اثرات مخرب شوری بر رشد گیاه شامل عدم تعادل تغذیه‌ای، پتانسیل اسمزی پایین در محلول خاک یا ترکیبی از این عوامل است. نمک‌های محلول در غلظت‌های بالا به‌علت عدم تعادل تغذیه‌ای، تأثیر نامطلوبی بر رشد گیاه دارند. تحت تنش شوری، تجمع بالای یون‌های سمی از قبیل کلر و سدیم در کلروپلاست رخ می‌دهد (خراسانی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). غلظت بالای نمک در گیاه روی شکل ظاهری (مورفولوژی)، فیزیولوژی و آناتومی قسمت های مختلف گیاه و به ویژه برگ‌ها تأثیر می‌گذارد (Demiral, 2017; Zoorman and Karimi, 2020).

اسید هیومیک یک ماده آلی است که از باقیمانده حیوانات و گیاهان حاصل می‌شود. مواد هیومیکی تأثیر مثبتی در کاهش تنش‌های غیرزنده دارند و با افزایش جذب عناصر غذایی و کاهش سمیت برخی از عناصر، نقش مؤثری در بهبود رشد گیاهان دارند (Li *et al.*, 2019). در پژوهشی استفاده از هیومیک اسید در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت تنش شوری، باعث بهبود ویژگی‌های رویشی گردید و با افزایش غلظت هیومیک اسید درصد اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با گیاه تیمار نشده، افزایش معنی‌داری را نشان داد (گوهری و همکاران، ۱۳۹۶).

کاربرد هیومیک اسید و جاسمونیک اسید روی گیاه سورگوم دو رنگ (*Sorghum bicolor*) تحت تنش شوری، باعث افزایش تحمل این گیاه به تنش شوری و سبب بهبود جوانه‌زنی شد (Ali *et al.*, 2019). در پژوهشی روی گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) بیش‌ترین میزان حجم ریشه مربوط به تیمار ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید در شرایط بدون تنش و ۱۰۰ میلی‌مولار نمک بود (حیدری و همکاران، ۱۴۰۱). در مطالعه‌ای تنش شوری در رزماری منجر به کاهش ارتفاع و تعداد شاخه در گیاه شده و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را در پی داشت (Morsi *et al.*, 2018; Mohamadi and Karimi, 2020).

به منظور اصلاح اثرات مضر تنش شوری خاک در گیاه مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید صورت گرفت. سطوح شوری بستر کاشت به طور معنی‌داری باعث کاهش اجزای عملکرد، عملکرد روغن‌های فرار، درصد کربوهیدرات کل و محتوای کلروفیل کل در مقایسه با شاهد شد. محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید به بهبود اجزای عملکرد، شاخص مقاومت به نمک، محتوای کلروفیل کل و تولید اسانس در گیاهان کمک کرد (Heba *et al.*, 2021).

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر اسید هیومیک بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی رزماری تحت تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو نمونه در هر تکرار در گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. فاکتور اول تیمار اسید هیومیک (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و فاکتور دوم تیمار کلرید سدیم (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) در نظر گرفته شد.

گیاهک‌های سه ماهه یکنواخت و سالم رزماری از شرکت زرگیاه شیراز تهیه و در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر حاوی خاک (۶۰ درصد شن، ۲۸ درصد سیلت و ۱۲ درصد رس) کاشته شد. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. گیاهان در طی آزمایش در گلخانه‌ای با میانگین دمای شب و روز به ترتیب ۲± ۱۷ و ۲± ۲۲ درجه سانتی‌گراد و با میانگین رطوبت ۶۵ تا ۷۵ درصد نگهداری شدند. یک ماه قبل از اعمال تنش شوری، اسید هیومیک با غلظت‌های مورد نظر هر ۱۰ روز یکبار اعمال شد. یک هفته پس از اتمام تیمار هیومیک اسید، تیمار شوری هر چهار روز

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی نمونه خاک استفاده‌شده در آزمایش

شن	سیلت	رس	کربن آلی	ماده آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	پتاسیم قابل جذب	سدیم قابل جذب
(درصد)							(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	
۶۰	۲۸	۱۲	۳/۱۴	۵/۴۱	۷/۶۶	۱/۶۹	۴۳۸	۱۶۰

یکبار با کلرید سدیم با غلظت‌های مورد نظر انجام شد. آبیاری با آب شور به‌حدی انجام گردید که محلول نمک از پای بوته خارج شد تا مانع تجمع نمک در گلدان گردد.

بعد از گذشت دو ماه از اعمال تنش شوری برخی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه مانند طول شاخه اصلی و فرعی، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، طول و عرض برگ، طول ریشه، وزن تر و خشک برگ، شاخه و ریشه، کلروفیل و کاروتنوئید (Carter and Knapp, 2001)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (Ebrahimzade *et al.*, 2008)، میزان پرولین (Bates, 1973)، نشت یونی و درصد عناصر سدیم و پتاسیم بررسی شد.

برای اندازه‌گیری وزن تر، ریشه را با آب شستشو داده تا باقیمانده خاک جدا شده و تمیز گردد. سپس آب اضافی خارج شد و به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ وزن ریشه اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای محاسبه وزن خشک ریشه بعد از توزین وزن تر، ریشه در داخل پاکت کاغذی قرار گرفت و در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شد.

برای بررسی نشت یونی ابتدا نیم گرم برگ با آب‌مقطر شسته شد. نمونه با آب‌مقطر مخلوط شده و درون فالکون روی شیکر قرار داده شد و EC_1 اندازه‌گیری گردید. فالکون در دستگاه حمام آب گرم در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰ دقیقه قرار داده شد. پس از سردشدن نمونه، EC_2 اندازه‌گیری شد (Rayan, 2001).

برای اندازه‌گیری پرولین نیم گرم بافت گیاهی با ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳ درصد سولفوسالیسیلیک اسید در هاون با هم مخلوط و کاملاً خرد شد. ۲ میلی‌لیتر از مایع برداشته شد و ۲ میلی‌لیتر اسید نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر استیک اسید به مایع اضافه و مخلوط گردید. این مخلوط در حمام آب گرم قرار داده شد و سپس در حمام آب سرد و با اضافه‌کردن ۴ میلی‌لیتر تولوئن به مخلوط و پس از سردشدن و رسیدن به دمای اتاق با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر میزان جذب نور در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد (Bates, 1973).

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر، نمونه‌های برگ در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده و به‌صورت پودر درآمدند. پس از تهیه عصاره، پتاسیم و سدیم با استفاده از دستگاه فلایم‌فتومتر محاسبه گردید (Wahing *et al.*, 1989).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بسیاری از شاخص‌های کمی و کیفی اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمارهای مختلف اسید هیومیک و شوری قرار گرفتند.

طول شاخه اصلی و فرعی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) برهمکنش اسید هیومیک و شوری در سطح احتمال یک درصد بر طول شاخه اصلی و در سطح احتمال پنج درصد بر طول شاخه فرعی معنی‌دار بود. کمترین طول شاخه اصلی (۲۴/۴۱ سانتی‌متر) و فرعی (۷/۶۸ سانتی‌متر) به ترتیب در تیمار شوری ۷۵ و ۵۰ میلی‌مولار بدون اسید هیومیک به‌دست آمد (جدول ۳). بیشترین طول شاخه اصلی (۳۶/۶۳ سانتی‌متر) در تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون شوری مشاهده شد و بیشترین طول شاخه فرعی در تیمار اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تیمار شوری بود که با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرکاربرد اسید هیومیک و شوری بر برخی صفات مورفولوژیکی رزماری

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول شاخه اصلی	طول شاخه فرعی	تعداد برگ	طول برگ	عرض برگ	طول ریشه
اسید هیومیک (A)	۲	۴۲/۲۸**	۹/۴۲**	۲۰۸/۸۶**	۰/۹۸**	۳/۸۹**	۶۰/۴۴**
شوری (B)	۳	۸۷/۴۹**	۰/۹۲ ns	۱۵۷/۲۱**	۰/۲۷**	۱/۹۵**	۷۴/۲۹**
A×B	۶	۳/۸۸**	۴/۲۴*	۲۵/۸۲*	۰/۰۱**	۰/۱۷**	۱۴/۶۹**
خطا	۲۴	۰/۶۹	۱/۲۷	۸/۴۴	۰/۰۰۲۲	۰/۰۱	۳/۹۸
ضریب تغییرات (٪)		۲/۸۱	۱۱/۷۰	۵/۹۹	۱/۴۷	۳/۲۱	۷/۷۰

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

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر کاربرد اسید هیومیک و شوری بر برخی صفات مورفولوژیکی رزماری

اسید هیومیک (میلی‌گرم در لیتر)	شوری (میلی‌مولار)	طول شاخه اصلی (سانتی‌متر)	طول شاخه فرعی (سانتی‌متر)	تعداد برگ	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (میلی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)
صفر	صفر	۲۹/۸۰ d	۱۰/۳۰ ab	۴۵/۶۶de	۲/۹۸ ef	۳/۱۷ ef	۲۵/۶۱cd
	۲۵	۲۹/۷۵ d	۸/۲۳cd	۴۸ bcde	۲/۹۰ gf	۳/۰۵ gf	۲۴/۰۳de
	۵۰	۲۶/۹۰ ef	۷/۶۸ d	۴۳/۳۳e	۲/۸۷g	۲/۹۱ g	۲۱/۳۳e
	۷۵	۲۴/۴۱g	۷/۹۵ cd	۳۸/۳۳f	۲/۷۵h	۲/۶۱ h	۲۳/۰۸ de
۲۵۰	صفر	۳۲/۲۵ bc	۱۱/۷۲ a	۵۲/۶۶ b	۳/۴۶ b	۴/۳۶ b	۲۸/۶۶bc
	۲۵	۳۱/۳۳c	۱۰/۳۰ ab	۵۰ bcd	۳/۳۳ c	۴/۱۱ c	۲۶/۲۵bcd
	۵۰	۲۸/۱۶ e	۱۰/۲۷ ab	۵۲/۳۳ b	۳/۰۵ e	۳/۷۴ d	۲۵/۲۵d
	۷۵	۲۶/۵۸f	۱۰/۳۶ ab	۴۳/۶۶e	۳ e	۳/۱۳f	۲۴/۸۳ d
۵۰۰	صفر	۳۶/۶۳ a	۱۰/۴۱ ab	۶۰/۳۳ a	۳/۷۱ a	۴/۸۳ a	۳۵/۰۳ a
	۲۵	۳۲/۸۳ b	۹/۱۰ bcd	۵۱/۳۳bc	۳/۵۰ b	۴/۱۷ bc	۲۹ b
	۵۰	۲۹/۶۶ d	۹/۷۷ bc	۴۹/۳۳ bcd	۳/۳۵ c	۳/۶۱ d	۲۴/۷۵ d
	۷۵	۲۶/۷۵f	۹/۶۴ bc	۴۶/۶۶cde	۳/۲۱ d	۳/۳۶ e	۲۳/۰۸ de

در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

تیمارهای شاهد، اسید هیومیک ۲۵۰ + شوری ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار و اسید هیومیک ۵۰۰ بدون شوری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

طی پژوهشی استفاده از کلرید سدیم با غلظت ۱۲۰ میلی‌مولار بر روی گیاه لوبیا در شرایط بدون تیمار اسید هیومیک، موجب از بین رفتن گیاه شد. درست نقطه مقابل آن زمانی که تیمار اسید هیومیک بر روی گیاه اعمال شد، گیاه از بین نرفت و تأثیر مثبت برروی صفات فیزیولوژیکی آن مشاهده شد (Aydin *et al.*, 2012). یکی از دلایل کاهش ارتفاع بوته در شرایط شور می‌تواند به‌دلیل سمیت کلر باشد که از جذب نیترات جلوگیری می‌کند، زیرا هر دو یون به وسیله یک نوع حمل‌کننده از عرض غشا پلاسمایی انتقال می‌یابند و نیترات در رشد رویشی گیاهان نقش مهمی دارد (Jouyban, 2012).

تعداد برگ: برهمکنش شوری و اسید هیومیک در سطح احتمال پنج درصد روی تعداد برگ معنی‌دار بود (جدول ۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر کاربرد اسید هیومیک و شوری بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه رزماری

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر شاخه	وزن خشک شاخه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
اسید هیومیک (A)	۲	۵/۳۹**	۰/۴۸**	۱/۷۴**	۰/۳۶**	۲۴/۷۱**	۱/۶۰**
شوری (B)	۳	۹/۴۸**	۰/۶۹**	۱/۸۴**	۰/۴۳**	۸/۱۱**	۲/۱۵**
A×B	۶	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۳۰*	۰/۰۲ ^{ns}	۲/۳۰**	۰/۵۱**
خطا	۲۴	۰/۲۶	۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۵۹	۰/۰۹
ضریب تغییرات (٪)		۴/۵۱	۷/۳۷	۱۲/۸۶	۱۰/۴۰	۱۸/۶۴	۲۴/۰۲

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تیمار شوری با ۶۰/۳۳ عدد برگ بیشترین بود که در مقایسه با شاهد ۳۲/۱۲ درصد برگ بیشتری داشت. در شوری ۷۵ میلی‌مولار اسید هیومیک تعداد برگ در حداقل خود قرار داشت (جدول ۳).

طول و عرض برگ: طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) طول و عرض برگ تحت‌تأثیر برهمکنش شوری و اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. بیشترین طول و عرض برگ در تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تیمار شوری مشاهده شد. کمترین طول و عرض برگ در شوری ۷۵ میلی‌مولار بدون استفاده از اسید هیومیک به‌دست آمد (جدول ۳).

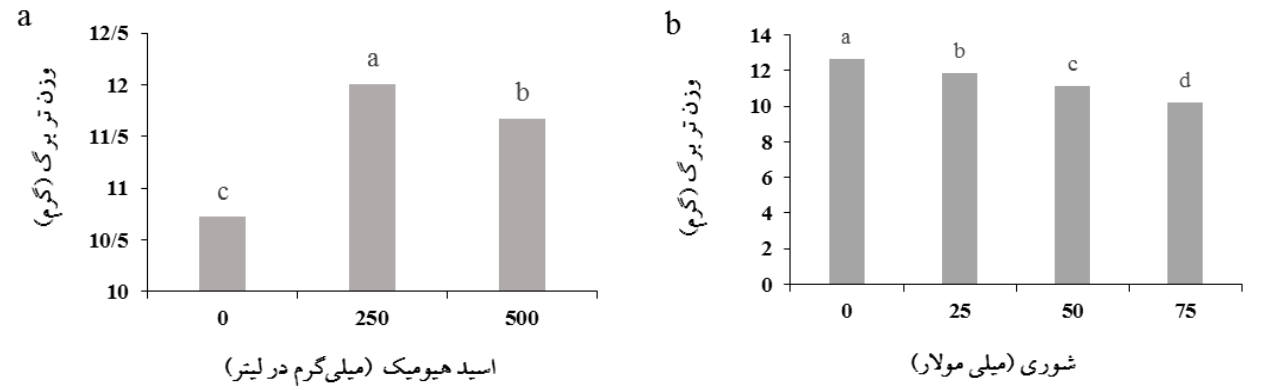
طول ریشه: برهمکنش شوری و اسید هیومیک بر طول ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین طول ریشه در شوری ۵۰ میلی‌مولار بدون استفاده از اسید هیومیک ثبت شد و بیشترین طول ریشه مربوط به اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون شوری بود (جدول ۲).

وزن تر و خشک برگ، شاخه و ریشه: اثر ساده شوری و اسید هیومیک بر وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن تر و خشک برگ در تیمار اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. در اثر ساده شوری، بیشترین وزن تر و خشک برگ رزماری در شوری صفر و کمترین آن در شوری ۷۵ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۱ و ۲). وزن تر شاخه تحت‌تأثیر برهمکنش شوری و اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین وزن تر شاخه در تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر + شوری ۲۵ میلی‌مولار به‌دست آمد که با تیمارهای ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تیمار شوری اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین وزن تر شاخه در شوری ۷۵ میلی‌مولار بدون اسید هیومیک بود (جدول ۵). وزن خشک شاخه‌ها تحت‌تأثیر اثر ساده تیمارها قرار داشت به‌طوری‌که اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر افزایش وزن خشک شاخه مؤثر بود و در شوری صفر بیشترین وزن خشک شاخه و در شوری ۷۵ میلی‌مولار کمترین وزن خشک شاخه مشاهده شد (شکل ۳). وزن تر و خشک ریشه هر دو تحت‌تأثیر بر همکنش شوری و اسید هیومیک قرار گرفتند (جدول ۴). بیشترین وزن تر ریشه در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تیمار شوری و بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بدون شوری اندازه‌گیری شد (جدول ۵).

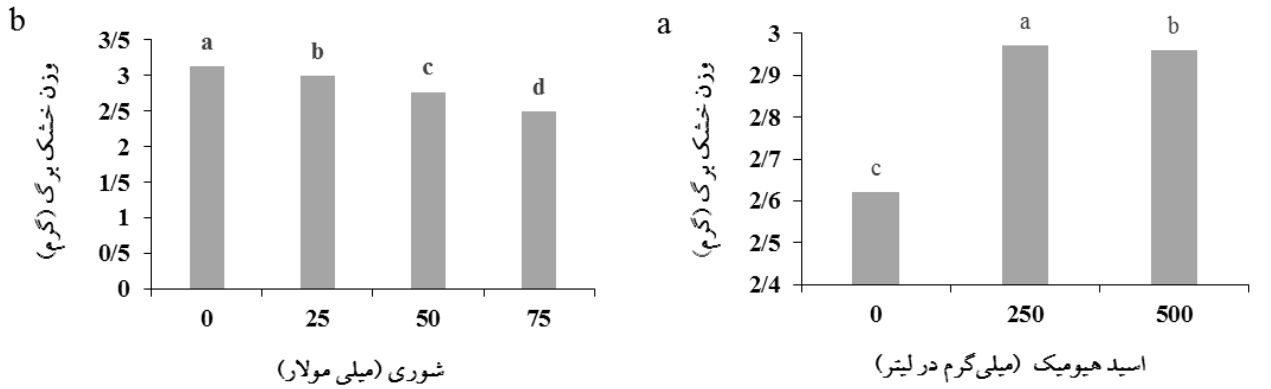
کاربرد اسید هیومیک منجر به بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه شده و استفاده از آن در گیاه مرزه موجب رشد رویشی بهتر و افزایش وزن خشک ریشه و در نتیجه منجر به کاهش مصرف کودهای شیمیایی و دامی گردید (فراهانی و مدنی، ۱۳۹۵). با افزایش غلظت شوری از یک دسی‌زیمنس بر متر، زیست‌توده ریشه و بخش هوایی گیاه زنیان کاهش یافت (Abdoli *et al.*, 2020).

کلروفیل و کاروتنوئید: برهمکنش شوری و اسید هیومیک بر کلروفیل a، b و کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار

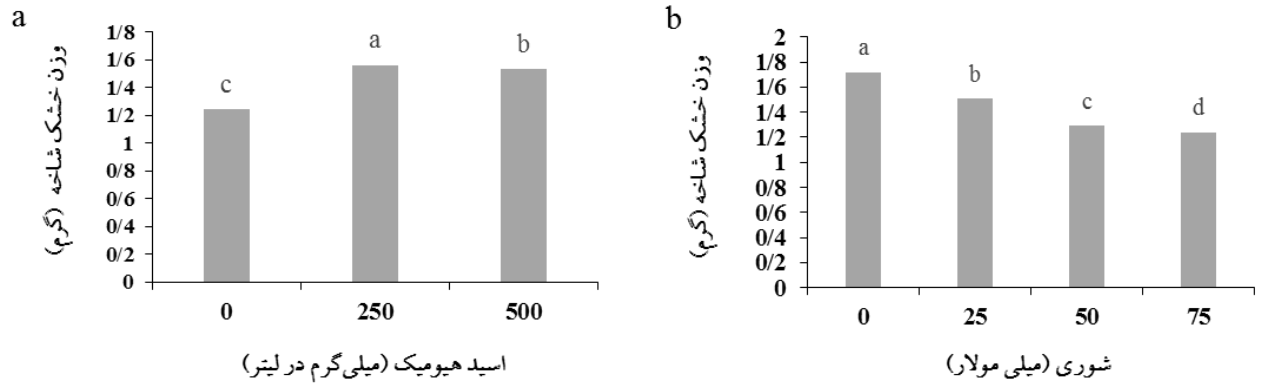
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]



شکل ۱- اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (a) و شوری (b) بر وزن تر برگ



شکل ۲- اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (a) و شوری (b) بر وزن خشک برگ



شکل ۳- اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (a) و شوری (b) بر وزن خشک شاخه

بود (جدول ۶). بیشترین مقدار آن‌ها در تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در تیمار بدون شوری بود و کمترین مقدار در تیمار شوری ۷۵ میلی‌مولار بدون استفاده از اسید هیومیک به‌دست آمد (جدول ۷). رنگیزه کاروتنوئید در سطح احتمال یک درصد تحت‌تأثیر برهمکنش تیمار اسید هیومیک و شوری قرار گرفت (جدول ۶) و بیشترین میزان این رنگیزه در تیمار اسید هیومیک ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر در شوری

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر کاربرد اسید هیومیک و شوری بر برخی صفات مورد بررسی در رزماری

اسید هیومیک (میلی‌گرم در لیتر)	شوری (میلی‌مولار)	وزن تر شاخه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
صفر	صفر	۲/۴۷ cde	۳/۰۳def	۱/۰۲ cde
	۲۵	۳/۰۵ bcd	۳/۷۸cd	۰/۹۹ cde
	۵۰	۲/۴۲de	۲/۱۹ef	۰/۵۶e
	۷۵	۲/۲۲e	۱/۷۹f	۰/۷۸de
۲۵۰	صفر	۳/۶۵ ab	۵/۳۶b	۲/۸۶ a
	۲۵	۳/۱۰bc	۳/۱۸de	۱/۲۶ cd
	۵۰	۲/۸۷cd	۴/۸۳ bc	۱/۱۹ cd
	۷۵	۲/۵۰ cde	۲/۹۷ def	۰/۸۰de
۵۰۰	صفر	۳/۶۳ ab	۷/۵۶ a	۱/۹۶ b
	۲۵	۴/۰۵ a	۴/۹۲ bc	۱/۴۳c
	۵۰	۲/۹۰cd	۵/۵۲b	۱/۲۷ cd
	۷۵	۲/۵۷cde	۴/۲۶ bcd	۰/۹۳ cde

در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر کاربرد اسید هیومیک و شوری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رزماری

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
اسید هیومیک (A)	۲	۰/۲۹**	۰/۱۱**	۰/۷۹**	۰/۰۱۶**	۱۸۲/۳۵**
شوری (B)	۳	۰/۱۴**	۰/۰۴**	۰/۳۴**	۰/۰۰۱۷**	۷۲/۱۰**
A×B	۶	۰/۰۲**	۰/۰۰۶۹**	۰/۰۵**	۰/۰۰۱۶**	۲۳/۹۰**
خطا	۲۴	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۵۱	۶۲۲/۱۱	۰/۶۹
ضریب تغییرات (٪)		۳/۴۹	۶/۷۸	۳/۸۳	۴/۹۴	۱/۰۷

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

۵۰ میلی‌مولار و کمترین مقدار آن در شوری ۷۵ میلی‌مولار بدون اسید هیومیک دیده شد (جدول ۷).

از اثرات قابل توجه در گیاهانی که تحت تنش شوری قرار دارند، تغییر در ساختار رنگدانه‌های فتوسنتزی است. شوری منجر به کاهش قابل توجهی در میزان کارآیی فتوسیستم، زنجیره انتقال الکترون و سرعت جذب CO_2 می‌شود. افزایش تراکم یون‌های سدیم و کلر در کلروپلاست مانع از تثبیت کربن و فتوفسفوریلاسیون می‌گردد (Pioter, 2005). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر استفاده از اسید هیومیک منجر به افزایش میزان کلروفیل در گل رز (طالبی و همکاران، ۱۳۹۵)، شب بو (Shahsavan Markadeh and Chamani, 2014) و ژربرا (Ghorbanalizade *et al.*, 2020) شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: برهمکنش تیمارها بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین درصد آنتی‌اکسیدان در تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تیمار شوری بدست آمد. کمترین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و شوری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رزماری

اسید هیومیک (میلی‌گرم در لیتر)	شوری (میلی‌مولار)	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)
		(میلی‌گرم بر گرم وزن تر)				
۰	شاهد	۱/۲۴^{f}	۰/۶۱ ^{c}	۱/۸۶ ^{d}	۰/۲۳^{efg}	۷۹/۹۴ ^{b}
	۲۵	۱/۰۸ ^{gh}	۰/۴۵ ^{gf}	۱/۵۴^{f}	۰/۲۱ ^{ghi}	۷۴/۴۹ ^{f}
	۵۰	۱/۰۵^{h}	۰/۵۲ ^{ef}	۱/۵۸ ^{ef}	۰/۱۹^{i}	۶۹/۹۷ ^{g}
	۷۵	۰/۹۵^{i}	۰/۴۵ ^{g}	۱/۴۰ ^{g}	۰/۱۷ ^{j}	۶۵/۷۸ ^{h}
۲۵۰	۰	۱/۴۴ ^{b}	۰/۷۴ ^{ab}	۲/۱۹ ^{b}	۰/۲۵^{cd}	۸۰/۱۹ ^{ab}
	۲۵	۱/۴۲ ^{bc}	۰/۶۹ ^{b}	۲/۱۱ ^{bc}	۰/۲۷ ^{b}	۷۹/۳۶ ^{bcd}
	۵۰	۱/۳۶^{cd}	۰/۷۰ ^{b}	۲/۰۶^{c}	۰/۳۱ ^{a}	۷۸/۴۷ ^{cde}
	۷۵	۱/۳۲ ^{de}	۰/۶۸ ^{b}	۲/۰۱^{c}	۰/۲۶ ^{bc}	۷۷/۶۹^{e}
۵۰۰	۰	۱/۶۱ ^{a}	۰/۸۰ ^{a}	۲/۴۱ ^{a}	۰/۲۴ ^{cde}	۸۱/۴۴ ^{a}
	۲۵	۱/۲۸ ^{ef}	۰/۶۰ ^{cd}	۱/۸۸ ^{d}	۰/۲۳ ^{def}	۷۹/۷۴ ^{bc}
	۵۰	۱/۲۱ ^{f}	۰/۶۰ ^{cd}	۱/۸۱^{d}	۰/۲۲ ^{fgh}	۷۸/۹۴ ^{bcde}
	۷۵	۱/۱۳^{g}	۰/۵۳ ^{de}	۱/۶۷^{e}	۰/۲ ^{hi}	۷۸/۳۳ ^{de}

در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهانی بود که تحت‌تأثیر شوری ۷۵ میلی‌مولار و بدون تیمار اسید هیومیک بودند.

تولید گونه‌های فعال اکسیژنی در طی فرایندهای طبیعی گیاهان (فتوسنتز و تنفس نوری) و بروز انواع تنش‌ها رخ می‌دهد. سیستم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی و سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در گیاهان برای مقابله با تنش و افزایش بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژنی توسعه می‌یابند (Kim *et al*., 2017). گزارش شده است مواد هیومیکی سبب تحمل به تنش‌های مختلف شده و باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان می‌گردند (Zhang and Schmidt, 2000).

پرولین: میزان پرولین تحت‌تأثیر برهمکنش اسید هیومیک و شوری در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۸). بیشترین میزان پرولین با ۴/۲۸ میکروگرم بر میلی‌گرم پروتئین در تیمار شوری ۷۵ میلی‌مولار ثبت شد و کمترین آن متعلق به تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تیمار شوری بود (جدول ۹).

پرولین یک اسمولیت سازگار است که حلالیت بالایی در آب دارد و در غلظت بالا، بدون اثر منفی روی ماکرومولکول‌ها، موجب حفظ پتانسیل اسمزی سلول و استمرار جذب آب تحت تنش شوری می‌شود. علاوه بر این تجمع پرولین تحت تنش شوری نقش مهمی در تنظیم فرایندهای سلولی و خنثی کردن رادیکال‌های آزاد دارد (Hayat *et al*., 2012). پرولین با حذف رادیکال‌های هیدروکسیل سبب پایداری غشاء، حفظ پروتئین‌ها و اندامک‌های درون سلول شده و پس از رفع تنش نیز به‌عنوان منبع کربن، انرژی و نیتروژن به‌کار می‌رود. در اغلب گیاهان تجمع پرولین تحت شرایط تنش شوری منجر به افزایش تحمل گیاهان به تنش شده و افزایش مقدار پرولین در این شرایط به عنوان یکی از فاکتورهای تحمل به تنش در نظر گرفته می‌شود (Hakim *et al*., 2014). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر با افزایش غلظت نمک در گیاه زنیان میزان پرولین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی SOD و APX افزایش یافت (Amooaghaie *et al*., 2021). همچنین گزارش شده است استفاده از اسید هیومیک با غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

جدول ۸- تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک و شوری بر میزان پرولین، نشت یونی و درصد عناصر سدیم و پتاسیم رزماری

منابع تغییرات	درجه آزادی	پرولین	نشت یونی	درصد سدیم	درصد پتاسیم
اسید هیومیک (A)	۲	۱۸/۵۹**	۱۱۳۵/۶۴**	۰/۰۰۳۵**	۰/۰۴۱**
شوری (B)	۳	۵/۶۸**	۹۳۴/۶۴**	۰/۰۰۸۶**	۰/۰۱۱**
A×B	۶	۲/۰۹**	۸۵/۷۱**	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۲۶ ns
خطا	۲۴	۰/۰۷	۷/۳۸	۰/۰۰۰۰۱۹	۰/۰۰۰۱۴
ضریب تغییرات (٪)		۲۳/۶۰	۷/۰۱	۱/۴۲	۰/۸۸

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

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک و شوری بر میزان پرولین، نشت یونی و درصد عنصر سدیم رزماری

اسید هیومیک (میلی‌گرم در لیتر)	شوری (میلی‌مولار)	پرولین (میکروگرم بر میلی‌گرم پروتئین)	نشت یونی (درصد)	سدیم (درصد)
۰	صفر	۰/۲۲ efg	۲۹/۸۰ fg	۰/۲۷ h
	۲۵	۲/۳۸ c	۴۷/۷۷ c	۰/۳۳ c
	۵۰	۳/۴۰ b	۵۳/۰۷ b	۰/۳۴ b
	۷۵	۴/۲۸ a	۶۸/۸۲ a	۰/۳۶ a
۲۵۰	صفر	۰/۰۸ g	۲۶/۳۵ gh	۰/۲۶ i
	۲۵	۰/۳۱ efg	۳۲/۶۷ ef	۰/۲۸ g
	۵۰	۰/۵۴ def	۳۴/۱۰ ef	۰/۳۰ f
	۷۵	۰/۹۹ d	۴۳/۹۷ c	۰/۳۲ cd
۵۰۰	صفر	۰/۰۴ g	۲۱/۷۹ h	۰/۲۶ i
	۲۵	۰/۲۷ efg	۳۱/۲۶ f	۰/۲۸ g
	۵۰	۰/۳۹ efg	۳۵/۸۵ de	۰/۳۱ e
	۷۵	۰/۷۰ de	۳۹/۰۸ d	۰/۳۲ d

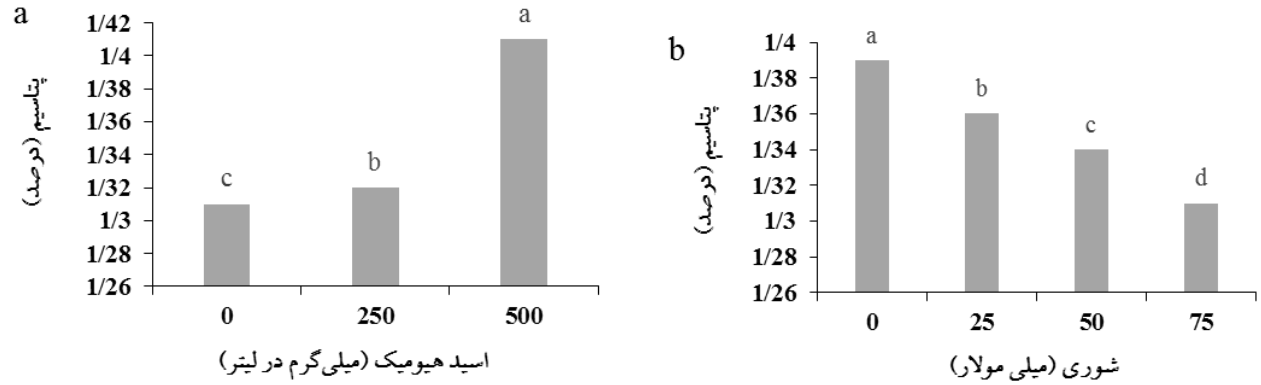
در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

میلی‌گرم در لیتر در چمن آفریقایی (*Cynodon dactylon* L.) در شرایط تحت تنش شوری موجب کاهش میزان پرولین شد درحالی‌که نمونه‌هایی که تحت القاگر اسید هیومیک نبودند، روند افزایشی پرولین را نشان دادند (شریفی‌اصل و همکاران، ۱۳۹۹).

نشت یونی: برهمکنش تیمار اسید هیومیک و شوری بر نشت یونی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸). بیشترین نشت یونی غشای سلولی در تیمار شوری ۷۵ میلی‌مولار بدون اسید هیومیک اتفاق افتاد و کمترین نشت یونی در تیمار اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم بدون تیمار شوری بود (جدول ۹).

در نتایج بدست آمده از این پژوهش با افزایش غلظت نمک، نشت الکترولیت نیز افزایش یافت و با افزایش میزان اسید هیومیک تا ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کمترین میزان نشت ثبت شد (جدول ۹). پژوهش‌ها نشان می‌دهد با افزایش غلظت شوری نفوذپذیری غشا وابسته به آن افزایش پیدا کرده و پایداری غشا کاهش می‌یابد و در نهایت نشت الکترولیت را به همراه دارد. اسید هیومیک به دلیل اثر مستقیم شبه هورمونی یا

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]



شکل ۴- اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (a) و شوری (b) بر درصد پتاسیم

اثر غیرمستقیم بر افزایش جذب عناصر به ویژه کلسیم به افزایش مقاومت مکانیکی دیواره یاخته‌ای و ثبات بیشتر غشای یاخته‌ای کمک می‌کند (Nazari Deljou *et al*., 2012). در گیاه زینتی مورد (*Myrtus communis* L.) کاربرد شوری ۸ دسی‌زیمنس سبب افزایش نشت یونی شد (Acosta-Motos *et al*., 2017).

درصد عناصر سدیم و پتاسیم: درصد سدیم برگ در سطح احتمال یک درصد تحت‌تأثیر برهمکنش شوری و اسید هیومیک قرار داشت (جدول ۸) و بیشترین درصد این عنصر در تیمار شوری ۷۵ میلی‌مولار مشاهده شد و کمترین آن در تیمار اسید هیومیک ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون شوری قرار داشت (جدول ۹). براساس نتایج جدول ۸ درصد عنصر پتاسیم تنها تحت‌تأثیر اثر ساده تیمارها قرار گرفت. بیشترین درصد پتاسیم در اسید هیومیک ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در کمترین درصد پتاسیم متعلق به تیمار شوری ۷۵ میلی‌مولار بود (شکل ۴).

در بررسی نتایج پژوهش حاضر با افزایش غلظت نمک میزان پتاسیم برگ روندی کاهشی داشته است. درحالی‌که میزان سدیم با افزایش میزان شوری افزایش یافته است. همچنین با افزایش شوری نسبت پتاسیم به سدیم در اندام‌های هوایی کاهش یافته است. گزارش شده است در گیاهان رشدیافته تحت تنش نمک، تجمع سدیم در آنها افزایش می‌یابد، که این امر منجر به بهم خوردن تعادل یونی و نقص در جذب یون‌های مفید و اختلال در متابولیسم گیاهی و در نهایت کاهش رشد می‌شود (Sairam *et al*., 2002). با کاربرد اسید هیومیک جذب پتاسیم به دلیل افزایش نفوذپذیری غشاء سلولی، افزایش می‌یابد (Asri *et al*., 2015). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر اسید هیومیک سبب افزایش جذب عنصر پتاسیم و سایر عناصر معدنی گیاه آویشن گردید (Noroozisharaf and Kaviani, 2018).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، سطوح مختلف شوری تأثیر منفی در بیشتر صفات مورد بررسی در گیاه رزماری داشت و سبب کاهش رشد رویشی گردید. کاربرد اسید هیومیک توانست اثرات نامطلوب شوری را کاهش دهد. رشد گیاهان در تنش‌های محیطی با کاهش پتانسیل آب کاهش می‌یابد. ارتباط نزدیکی بین پتانسیل آب و رشد گیاهان وجود دارد. این مطلب اثرات سوء ناشی از تنش‌های اسمزی را بر رشد گیاهان تأیید می‌کند (Sharma *et al*., 2019).

در پژوهش حاضر کاربرد اسید هیومیک رشد رویشی را بهبود داد بطوریکه رشد شاخه اصلی و فرعی، تعداد برگ، طول و عرض برگ در مقایسه با شاهد و تیمارهای شوری بدون کاربرد هیومیک افزایش داشت. مواد هیومیکی به علت داشتن فعالیت شبه‌اکسینی تأثیر مثبت و بسزایی در رشد اندام هوایی گیاه دارند. این ماده در بستر کشت منجر به آزاد شدن مواد مغذی و در اختیار قرار گرفتن این مواد برای گیاه شده که منجر به افزایش رشد گیاه و در نتیجه افزایش وزن تر اندام گیاهی می‌گردد (Ghasemi *et al*., 2012; Mirzaei *et al*., 2019).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

نتایج پژوهش حاضر حاکی از کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه در گیاهان تحت تنش شوری بود. شوری، تنش اسمزی را بر گیاه تحمیل می‌کند که سبب کاهش جذب آب و آسیب به سیستم ریشه‌ای می‌گردد که احتمالاً همین موضوع باعث کاهش وزن تر گیاه می‌شود. همچنین شوری موجب تجمع یون‌های سمی و کمبود عناصر غذایی شده که همین اثر منجر به ایجاد تغییراتی در متابولیسم گیاه و در نهایت باعث کاهش وزن خشک می‌گردد. گزارش شده است رشد ریشه در شرایط شوری به علت ایجاد سمیت از طریق یون سدیم، روند کاهشی دارد (Yang and Guo, 2018).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر حاکی از تأثیر مثبت کاربرد اسید هیومیک در کاهش اثرات منفی شوری بود. بیشترین کاهش رشد رویشی در تیمار شوری ۷۵ میلی مولار بدون تیمار اسید هیومیک اتفاق افتاد اما کاربرد اسید هیومیک توانست اثر منفی تیمار شوری را کاهش دهد. شاخص‌های بیوشیمیایی و رنگیزه‌های فتوسنتزی نیز در اسید هیومیک ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در حداکثر بود. تنش شوری سبب افزایش نشت یونی و صدمه به بافت سلولی گردید که با کاربرد اسید هیومیک کاهش در نشت یونی مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده به منظور کاهش اثرات شوری، استفاده از اسید هیومیک توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

منابع

حیدری رئیسی، نگار، کریمی، مهناز، و پاکدین پاریزی، علی (۱۴۰۱). اثر اسید هیومیک بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمی در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) تحت تنش شوری. پنجمین کنگره ملی و بین‌المللی گل و گیاهان زینتی ایران، شیراز.

خراسانی‌نژاد، سارا، سلطانلو، حسن، هادیان، جواد، و آتشی، صادق (۱۳۹۵). اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات ظاهری، کمی و کیفی اسانس در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*). *مجله علوم باغبانی*، ۳۰(۲)، ۲۰۹-۲۱۶. 10.22067/JHORTS4.V30I2.38451

شریفی اصل، رضا، کافی. محسن، صیدی، مهدی، و کلاته جاری، سپیده (۱۳۹۹). اثر اسید هیومیک بر رشد و برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی چمن آفریقایی (*Cynodon dactylon*) تحت تنش شوری. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۵۱(۲)، ۴۱۵-۴۲۵. 10.22059/IJHS.2018.249383.1375

طالبی، پروین، جبارزاده، زهره، و رسولی صدقیانی، میرحسن (۱۳۹۵). تأثیر نحوه کاربرد و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر عملکرد و میزان جذب عناصر معدنی گل رز مینیاتور رقم هفت رنگ. *مجله به زراعی کشاورزی*، ۱۸(۴)، ۷۸۹- ۸۰۴ https://doi.org/10.22059/jci.2017.56652

گوهری، غلامرضا، رسولی، فرزاد، و زاهدی، سید مرتضی (۱۳۹۶). ارزیابی برخی صفات رشدی و ویژگی‌های کمی اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش شوری و کاربرد اسید هیومیک. *مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۲۷(۷)، ۱۶۰-۱۶۶.

Abdoli, S., Ghasemi-Golezani, K., & Alizadeh -Salteh, S. (2020). Responses of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) to exogenous salicylic acid and iron oxide nanoparticles under salt stress. *Environmental Science and Pollution Research*, *6*(1), 1-15. 10.1007/s11356-020-09453-1

Acosta-Motos, J. R., Ortuno, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernandez, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. *Agronomy*, *7* (1), 18-27. https://doi.org/10.3390/agronomy7010018

Ali, A. Y. A., Ibrahim, M. E. H., Zhou, G., Ahmed, N. E., Jiao, X., Zhu, G., Ibrahim Elsiddig, A. M., Zhi, W., Chen, X., & Lu, H. (2019). Ameliorative effects of jasmonic acid and humic acid on antioxidant enzymes and salt tolerance of forage Sorghum (*Sorghum bicolor*) under salinity conditions. *Crop Ecology and Physiology*, *111*(6), 1-10. https://doi.org/10.2134/agronj2019.05.0347

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

Amooaghaie, R., Majidi, M., & Farhadian, S. (2021). Impact of nano-TiO_2 on salt stress tolerance of *Carum copticum*. *Journal of Plant Process and Function*, *11*(48), 19-33. 20.1001.1.23222727.1401.11.48.2.3

Asri, F., Demirtas, E., & Ari, N. (2015). Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations response to soil humic acid applications in processing tomato. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *21*(3), 585-591. https://www.researchgate.net/publication/282930265

Aydin, A., Kant, C., & Turan, M. (2012). Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *African Journal of Agricultural Research*, *7*(7), 1073-1086. 10.5897/AJAR10.274

Bates, L., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, *39*(2), 205-220.

Carter, G. A. & Knapp, A. K. (2001). Leaf optical properties in highest plants: Linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. *American Journal of Botany*, *88*(4), 677-684. https://doi.org/10.2307/2657068

Demiral, M. A. (2017). Effect of salt stress on concentration of nitrogen and phosphorus in root and leaf of strawberry plant. *Eurasian Journal of Soil Science*, *6*, 357-364. https://doi.org/10.18393/ejss.319198

Ebrahimzade, M. A., Pourmorad, F., & Hafezi, S. (2008). Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of Biology*, 32, 43-49.

Ghasemi, A., Tavakalo, M. R., & Zabihi, H. R. (2012). Effect of nitrogen, potassium and humic acid on vegetative growth, nitrogen and potassium uptake of potato minituber in greenhouse condition. *Journal of Agriculture and Plants Breeding*, *8* (1), 39-56. 10.22034/JPPB.2020.12526

Ghorbanalizade, F., Karimi, M., Ghasemi, K., & Hatami, M. (2020). Evaluation the effect of water hyacinth and humic acid compost on some morphophysiological and biochemical properties of Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus. cv. Artist). *Iranian Journal of Horticultural Science*, *34*(2), 335-347. 10.22067/JHORTS4.V34I2.87001

Hakim, M. A., Juraimi, A. S., Hanafi, M. M., Ismail, M. R., Selamat, A., Rafii, M., & Lati, M. A. (2014). Biochemical and anatomical changes and yield reduction in rice (*Oryza sativa* L.) under varied salinity regimes. *Biomedical Research International*, *20*, 1-11. https://doi.org/10.1155/2014/208584

Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role proline under changing environments: A review. *Plant Signaling and Behavior*, *7*, 1456-1466. https://doi.org/10.4161/psb.21949

Heba, A. A., Hegazy, A., Awad, A. E., & Abd-el-Kader, M. A. I. (2021). Using salicylic acid and humic acid as foliar application in amending the harmful influence of soil salinity stress in common sage (*Salvia officinalis* L.). *Plant Archives*, *21*(1), 1882-1891. https://doi.org/10.51470

Jouyban, Z. (2012). The effects of salt stress on plant growth. *Technical Journal of Engineering & Applied Science*, *2*(1), 7-1.

Kim, Y. H., Khan, A. L., Waqas, M., & Lee, I. J. (2017). Silicon regulates antioxidant activities of crop plants under abiotic-induced oxidative stress: A review. *Frontiers in Plant Science*, 8, 510. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00510

Li, J., Liu, J., Zhu, T., Zhao, C., Li, L., & Chen, M. (2019). The role of melatonin in salt stress responses. *International Journal of Molecular Sciences*, *20* (7), 1735-1744. https://doi.org/10.3390/ijms20071735

Mirzaei, N., Jabbarzadeh, Z., & Rasouli Sadaghiani, M. (2019). Investigation of some morphological and biochemical characteristics and vase life of *Gerbera jamesonii* cv. Dune cut flower using humic acid and nano calcium chelate. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, *20*(2), 157-170. http://journal-irshs.ir/article-1-316-en.html

Mohamadi, M. & Karimi, M. (2020). Effect of exogenous melatonin on growth, electrolyte leakage and antioxidant enzyme activity in rosemary under salinity stress. *Journal of Plant Process and Function*, *9*(37), 59-66. http://jispp.iut.ac.ir/article-1-1372-fa.html

Moreno, S., Scheyer, T., Cata Lina, S., & Romano, Y. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free Radical Research*, *40*(2), 223-231. https://doi.org/10.1080/10715760500473834

Morsi, M. M., Abdelmigid, H. M., & Aljoudi, N. G. S. (2018). Exogenous salicylic acid ameliorates the adverse effects of salt stress on antioxidant system in *Rosmarinus officinalis* L. *Egyptian Journal of Botany*, *58*(2), 249-263. 10.21608/ejbo.2018.1772.1124

Nazari Deljou, M., Pour Youssef Karamian, M., & Jaberian Hamedani, H. (2012). Effect of cultivar on water relations and postharvest quality of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) cut flower. *World Applied Sciences Journal*, *18*(5), 698-703. 10.5829/idosi.wasj.2012.18.05.1007

Noroozisharaf, A. & Kaviani, M. (2018). Effect of soil application of humic acid on nutrients uptake, essential oil and chemical compositions of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.) under greenhouse conditions. *Physiology Molecular Biology Plant*, *24*(3), 423-431. https://doi.org/10.1007/s12298-018-0510-y

Pioter, P. (2005). Antioxidant defense in leaves of C3-C4 plant under salinity stress. *Physiology Plantarum*, *125*, 31-40.

Rayan, J. R., Estefan, G., & Rashid, A. (2001). Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. 2nd Ed. ICARDA, Syria.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

Sairam, R. K., Verabhadra, K., & Srivastava, G. C. (2002). Differential response of wheat genotypes to long-term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science*, *163*, 1037-1046. https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00278-9

Shahsavan Markadeh, M. & Chamani, E. (2014). Effects of various concentrations and time of humic acid application on quantitative and qualitative characteristics of cut stock flower (*Matthiola incana* 'Hanza'). *Journal of Science and Technology of Greenhouse culture*, *5*(3), 157-171. 20.1001.1.20089082.1393.5.3.13.9

Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Ramakrishnan, M., Sidhu, G. P. S., Bali, A. S., & Zheng, B. (2019). Photosynthetic response of plants under different abiotic stresses: A review. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39, 509-531. 10.1007/s00344-019-10018-x

Wahing, I. W., Van, V. J. G., Houba, J. J., &Van der, L. (1989). Soil and Plant Analysis, a Series of Syllabi. part 7, Plant Analysis Procedure. Wageningen Agriculture University.

Yang, Y. & Guo, Y. (2018). Elucidating the molecular mechanisms mediating plant salt -stress responses. *New Phycologist*, *217*, 523-539. 10.1371/journal.pone.0133386

Zhang, X. & Schmidt, R. E. (2000). Hormone-containing products impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bent grass subjected to drought. *Crop Science*, *40*, 1344-1349. https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4051344x

Zoorman, H. & Karimi, M. (2020). Morphological and physiological responses of euonymus (*Euonymus japonicus*) to exogenous paclobutrazol under salinity stress. *Journal of Ornamental Plants*, *10*(3), 179-189. 20.1001.1.22516433.2020.10.3.5.9

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

Investigating the effect of humic acid on the morphological and physiological characteristics of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) under salt stress

Bahare Haghighi, Mahnaz Karimi*, Hossein Moradi

Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: 2023/04/29, Accepted: 2023/08/08)

Abstract

Rosemary is widely used as an ornamental and medicinal plant. Salinity is one of the most important problems for plant production in the world. Knowing the methods that lead to controlling and reducing the effects of salinity in plants is important. The present experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design with three replications on three-month-old rosemary plants. The first factor was humic acid treatment (0, 250 and 500 mgL^{-1}) and the second factor was sodium chloride treatment (0, 25, 50 and 75 mM). Based on the obtained results, the minimum length of the main branch (24.41 cm) and the secondary branch (7.68 cm) were obtained in 75 and 50 mM salinity treatments without humic acid, respectively. The highest fresh weight of shoot was in humic acid treatment of 500 mg L^{-1} + 25 mM salinity, which was not significantly different from humic acid treatment of 250 and 500 mg L^{-1} without salinity treatment. The dry weight of the branches was influenced by the simple effect of the treatments, so that humic acid 250 $mgL^{-1}$was effective in increasing the dry weight of the branch, and the highest dry weight of the branch was observed at zero salinity and the lowest dry weight of the branch was observed at 75 mM salinity. The highest content of total chlorophyll and the amount of potassium were obtained in humic acid 500 mg L^{-1} and the lowest was related to salinity of 75 mM. The amount of proline, ion leakage and sodium percentage were at the maximum in 75 mM salinity without humic acid treatment. According to the obtained results, the use of humic acid 250 and 500 mg L^{-1} was effective in reducing the negative effect of salinity.

Keywords: Salinity adjustment, Proline, Chlorophyll, Ornamental plant, Ion leakage

Corresponding author, Email: karimi@sanru.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]