تاثیر هیومیک اسید بر پاسخ بیوشیمیایی گیاه فراسیون سفید *Marrubium vulgare* در تنش شوری

سپیده مجرب
دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
علیرضا پیرزاد
استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

چکیده
به منظور بررسی و مطالعه تاثیر هیومیک اسید بر پاسخ‌های فیزیولوژیک گیاه فراسیون (*Marrubium vulgare*) تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۴۰۰ در دانشگاه ارومیه انجام شد. تیمارهای آزمایش در دو سطح هیومیک اسید ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به صورت محلول در آب و تیمار بدون هیومیک اسید به عنوان شاهد بودند. نتایج نشان داد که شوری تاثیر معنی داری بر روی قند محلول، پرولین، کارتنوئید و کلروفیل (a، b و کل) داشت. تاثیر هیومیک اسید بر روی قند محلول و پرولین معنی دار بود. بیشترین مقادیر قند محلول و پرولین مربوط یه گیاهان شاهد بدون مصرف هیومیک اسید بود. بیشترین مقادیر قند محلول و پرولین، و کمترین مقادیر کارتنوئید، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل نیز مربوط به گیاهان تحت تنش شوری ۱۰۰ میلی مولار بود. به طورکلی، تنش شوری باعث کاهش عملکرد گیاه فراسیون شد ولی اعمال هیومیک اسید توانست تا حدودی اثرات منفی شوری را تعدیل و رشد گیاه را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، رنگیزه های فتوسنتزی، شوری، فراسیون، کلروفیل، هیومیک اسید.

مقدمه

تاکنون مطالعات انجام شده در زمینه ترکیبات شیمیایی گونه‌های مختلف جنس *Marrubium* منجر به شناسایی ترکیبات شیمیایی با اثرات فارماکولوژیک متفاوتی از این گیاه شده است. فراسیون مقادیر کمی اسانس تولید می‌کند که معمولاً بین ۰.۰۳٪ و ۰.۰۶٪ است. (Belsare et al., ۲۰۲٤). شوری خاک عامل مهم در تخریب زمین می‌باشد که از دیرباز باعث کاهش تولیدات اقتصادی کشاورزی شده است (Shereen et al., ۲۰۲۲; Bouabdallah et al., ۲۰۲۲). در حال حاضر تنش شوری بر ۲۰ درصد از زمین‌های قابل کشت جهانی تأثیر گذاشته است و به دلیل تغییر اقلیم و فعالیت‌های انسانی همواره در حال افزایش است. شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان تأثیرات منفی می‌گذارد و باعث کاهش عملکرد شده همین طور منجر به عدم تعادل یونی، خشکی فیزیولوژیکی و تنش اسمزی شده می‌شود (Ali et al., ۲۰۲۳). شوری در خاک باعث مختل شدن رشد گیاهان از طریق جلوگیری از جذب آب توسط گیاه، کاهش محتوای آب سلول‌ها، مهار کردن فعالیت فتوسنتزی در گیاه و موجب افزایش گونه‌های اکسیژن فعال می‌شود (Hussain et al., ۲۰۲۳). در شرایط تنش، گیاه مقادیر بسیاری از مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید ترکیبات تنظیم کننده اسمزی مانند پرولین، گلایسین، بتائین و ترکیبات قندی همانند ساکاروز، فروکتوز و فروکتان می‌کند تا شرایط تنش را تعدیل سازد. ساخت این ترکیبات اسمزی برای گیاهان هزینه بر بوده و برای جبران آن گیاه نیاز به کاهش تولید متابولیت‌های ثانویه مانند اسانس دارد (Sangwan et al., ۲۰۰۱). مواد محرک رشد گیاهی باعث بهبود و افزایش پایداری تولید محصول شده و همزمان باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های غیرزیستی و افزایش کیفیت محصول می‌شود (Ghaffari Nejad et al., ۲۰۲۰). هیومیک اسید، یک ترکیب پلیمری است که درنتیجه پوسیدگی مواد آلی، خاک، پیت، لیگنین، هوموس و زغال سنگ به وجود می‌آید و می‌تواند به عنوان یک ترکیب شبه هورمونی عمل کرده و همچنین، با افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات کنندگی و احیاکنندگی و حفظ نفوذ پذیری غشاء، موجب افزایش متابولیسم ریزجانداران در خاک شده و بهبود وضع فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه شود. هیومیک می‌تواند با افزایش جذب نیتروژن، سبب افزایش انواع پروتئین‌ها، به ویژه آنزیم‌ها و پروتئین‌های چرخه فتوسنتز مانند سیتوکروم‌ها، فردوکسین‌ها، پلاستوسیانین و آنزیم روبیسکو شده و از این طریق باعث بهبود رشد رویشی گیاهان شود (Ennab et al., ۲۰۱۹). □□ □□□ □□ □□ ۲۰۲۳□. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر هیومیک اسید در شرایط تنش شوری بر روی پاسخ بیوشیمیایی فراسیون سفید انجام شد.

روش تحقیق

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نشاهای یکساله فراسیون (تهیه شده از شرکت زرین گیاه ارومیه) به صورت یک بوته در هر گلدان کشت شدند. میانگین رطوبت نسبی و دمای گلخانه در طول آزمایش به ترتیب ۷۲ درصد و ۱۸ درجه سانتیگراد بود. تیمارها شامل دو سطح هیومیک اسید (هیومیک اسید به صورت محلول در آب و تیمار بدون هیومیک اسید به عنوان شاهد)، و سه سطح شوری (غیر شور (شاهد)، شوری متوسط ۵۰ میلی‌مولار و شوری شدید ۱۰۰ میلی‌مولار) بود. مقدار تیمار هیومیک اسید (با ترکیب مشخص و تهیه شده از شرکت خرم بهار آتیس) موردنیاز ۳۰ الی ۳۵ لیتر در هر هکتار بوده است و ۴۵ روز پس از کاشت، گلدان‌ها با تیمار هیومیک اسید محلول در آب هر ۱۰ روز یکبار آبیاری شدند. برای اندازه‌گیری صفات موردنظر نمونه‌ها ۱۱ هفته پس از کاشت انجام شد.

برای اندازه‌گیری قند محلول ۰/۰۵ گرم از برگ گیاه را توزین کرده و همراه با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر در هاون چینی ساییده شد و پس از آن با کاغذ صافی صاف گردید. ۱ میلی‌لیتر از عصاره بدست آمده به فالکون منتقل شده و روی آن ۱/۵ میلی‌لیتر آب مقطر همراه با یک میلی‌لیتر محلول فنل ۵٪ به محلول درون فالکون اضافه و سپس ۳ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ به محلول اضافه شد و در نهایت پس از ۱ ساعت، میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (Schlegel, ۱۹٥٦).

برای اندازه‌گیری پرولین ابتدا ۰/۰۲۵ گرم از برگ گیاه همراه با ۲/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ در هاون ساییده شد سپس با کاغذ صافی صاف گردید. ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره الکلی بدست آمده را با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق نموده و با ۲/۵ میلی‌لیتر معرف نین هیدرین (حاصل از

افزودن ۰/۰۶۲۵ گرم نین هیدرین به ۱ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار و ۱/۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال) و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال درون لوله آزمایش ریخته و به مدت ۴۵ دقیقه در حرارت ۱۰۰ درجه درحمام آب گرم (بن ماری) قرار داده شد و پس از خنک شدن ۵ میلی‌لیتر بنزن به هر کدام از نمونه‌ها اضافه کرده و لوله‌ها به مدت ۳۰ ثانیه به وسیله ورتکس مخلوط شد تا دو فاز جدا گردد. نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه به حالت سکون رها گردید تا دو فاز ایجاده شده از هم جدا گردد. نمونه بلنک نیز شامل ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به اضافه ۲/۵ میلی‌لیتر معرف نین هیدرین به اضافه ۲/۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال که درحمام آب گرم در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۵ دقیقه قرارداده و پس از سرد شدن ۵ میلی‌لیتر بنزن به آن اضافه شد. پس از ورتکس و ثابت نگه داشتن به مدت ۳۰ دقیقه دو فاز جدا گردید. ابتدا نمونه بلنک در طول موج ۵۱۵ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر صفر و سپس جذب نوری لایه رنگی فوقانی نمونه‌ها در در طول موج ۵۱۵ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (Bates et al., ۱۹۷۳).

برای سنجش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل a, b و کارتنوئید، مقدار ۰/۰۵ گرم از برگ تر گیاه توزین و همراه با استون ۸۰٪ در هاون چینی کاملا ساییده شد. پس از سانتریفیوژ در ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه، فاز رویی جدا گردید. سپس میزان جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. از استون ۸۰٪ نیز به عنوان بلنک استفاده شد (Lichtenthaler and Wellburn, ۱۹۸۳). غلظت کروفیل‌های a, b و کارتنوئید با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند:

Chlorophyll a (mg.g-۱) = (۱۹,۳×A٦٦٣-۰,۸٦×A٦٤٥) V/ ۱۰۰W
Chlorophyll b (mg.g-۱) = (۱۹,۳×A٦٤٥-۳,٦×A٦٦٣) V/ ۱۰۰W
Total Chlorophyll (mg.g-۱) = Chlorophyll a + Chlorophyll b
Carotenoids = ۱۰۰(A٤٧٠) – ۳,۲۷(Chlorophyll a mg.g-۱) – ۱۰٤(Chlorophyll b mg.g-۱)/۲۲۷

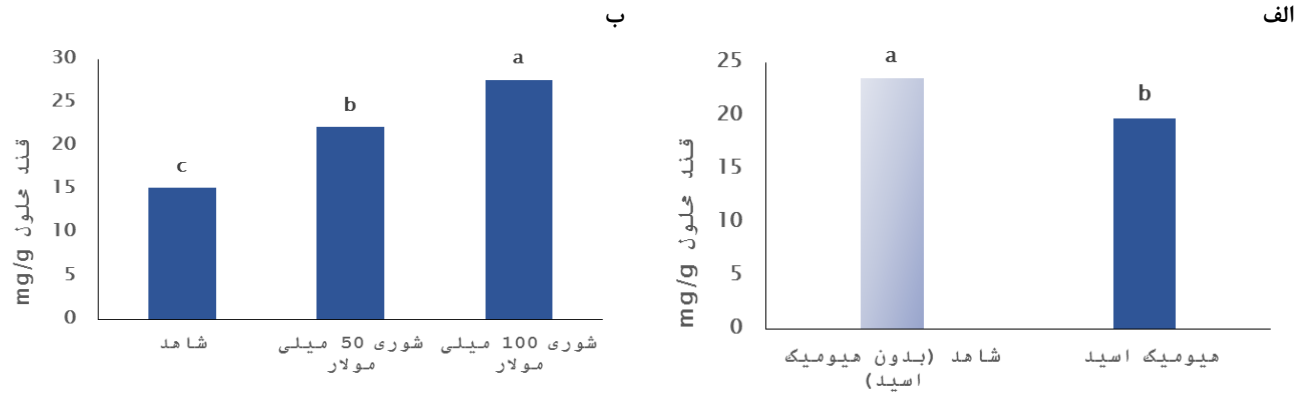
در روابط فوق A جذب نوری نمونه‌ها، V حجم محلول صاف شده و W وزن تر نمونه برحسب گرم می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS ۹,۱ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

یافته ها

قند محلول

بالاترین غلظت قند محلول (۲۳/۵۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در گیاهان شاهد بدون هیومیک اسید مشاهده شد (شکل ۱-الف). در گیاهان تحت تنش شوری ۱۰۰ میلی مولار بیشترین مقدار (۲۷/۶۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر) مشاهده شد. که تفاوت معنی‌داری در قند محلول گیاهان تحت شوری ۵۰ میلی مولار و شوری صفر داشت. کمترین میزان قند محلول (۱۵/۱۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در شرایط غیر شور به دقت آمد (شکل ۱-ب).

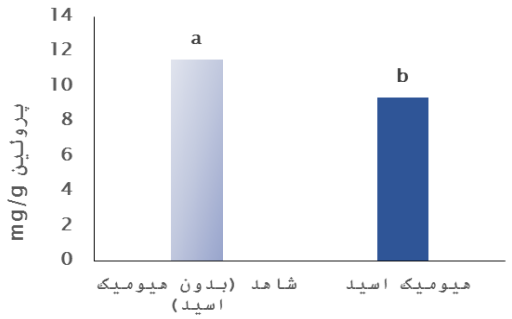


شکل ۱- مقایسه میانگینهای قند محلول تحت تاثیر هیومیک اسید (الف) و قند محلول تحت تاثیر شوری (ب) گیاه فراسیون. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

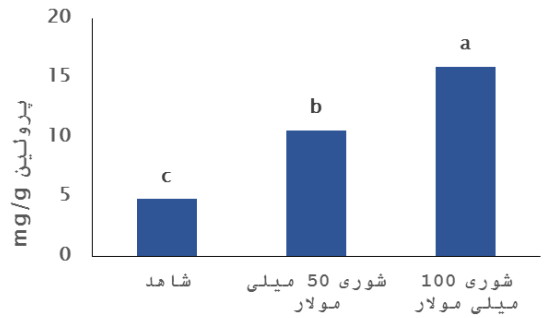
پرولین

آنچه از نتایج مشخص می‌شود این است که بطور کلی شوری باعث افزایش غلظت پرولین و قند محلول در گیاه نسبت به شرایط غیر تنش شد. در حالی که برعکس گیاهان تیمار شده با هیومیک اسید باعث کاهش پرولین و قند محلول شدند. بیشترین غلظت پرولین (۱۱/۵۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) مربوط به گیاه شاهد بدون کاربرد هیومیک اسید بود (شکل ۲-الف). بیشترین مقدار در شرایط شوری نیز در شوری ۱۰۰ میلی مولار (۱۵/۹۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود که تفاوت معنی‌داری با پرولین در گیاهان سطح شوری ۵۰ میلی مولار داشت. کمترین غلظت نیز مربوط به شرایط غیر شور (۴/۸۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) بود (شکل ۲-ب).

الف



ب

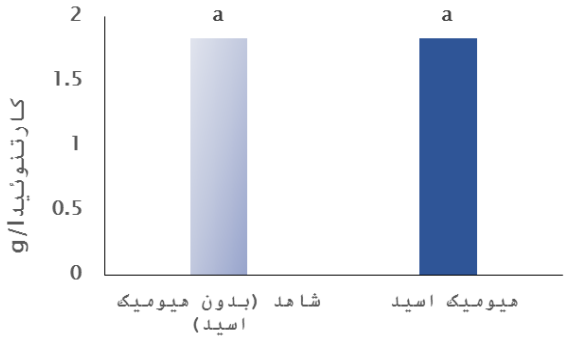


شکل ۲- مقایسه میانگینهای پرولین تحت تاثیر هیومیک اسید (الف) و پرولین تحت تاثیر شوری (ب) گیاه فراسیون. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

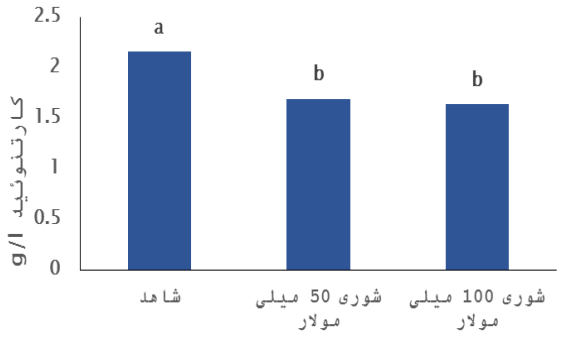
کارتنوئید

با توجه به شکل مقایسه میانگین تیمارها (شکل ۳-الف) تفاوت معنی‌داری از نظر کارتنوئید در کاربرد هیومیک اسید و شاهد بدون هیومیک اسید وجود نداشت. بالاترین غلظت کارتنوئید (۱/۸۳ گرم بر لیتر) مربوط به گیاهان با مصرف هیومیک اسید بود (شکل ۳-ب). بیشترین کاهش نیز (۱/۶۴ گرم بر لیتر) مربوط به شوری ۱۰۰ میلی مولار بود و تفاوت معنی‌داری با کارتنوئید در گیاهان تحت تنش شوری ۵۰ میلی مولار نداشت. بیشترین کارتنوئید نیز (۲/۱۶ گرم بر لیتر) مربوط به شرایط غیرشور بود (شکل ۳-ب).

الف



ب



شکل ۳- مقایسه میانگینهای کارتنوئید تحت تاثیر هیومیک اسید (الف) و کارتنوئید تحت تاثیر شوری (ب) گیاه فراسیون. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

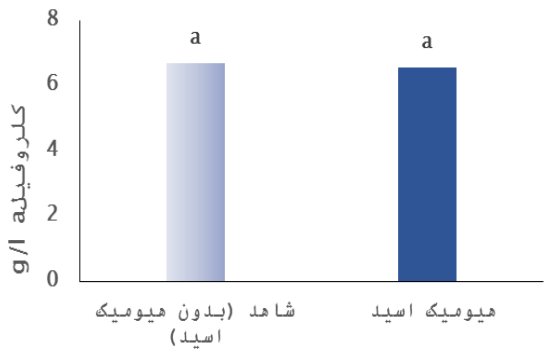
کلروفیل

کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در تیمار هیومیک اسید تفاوت معنی‌داری با شرایط بدون مصرف هیومیک اسید نداشتند و با افزایش سطح تنش شوری مقدار این صفات کاهش یافت. بیشترین غلظت کلروفیل a (۶/۵۵ گرم بر لیتر) مربوط به گیاهان تحت تاثیر هیومیک اسید بود (شکل ۴-الف). بیشترین کاهش کلروفیل a مربوط به گیاه با تیمار هیومیک اسید با شوری ۱۰۰ میلی مولار (۴/۶۱ گرم بر لیتر) نشان داد که تفاوت معنی‌داری با کلروفیل a در گیاهان سطح شوری ۵۰ میلی مولار نداشت (شکل ۴-ب). بیشترین مقدار کلروفیل b (۲/۴۵ گرم بر لیتر) مربوط به گیاهان در با کاربرد هیومیک اسید بود و ۱۳ درصد افزایش نسبت به شاهد داشت (شکل ۴-ج). کمترین مقدار آن (۱/۳۷ گرم بر لیتر) از گیاهان با شوری ۱۰۰ میلی مولار بدست آمد و تفاوت معنی‌داری با مقدار کلروفیل b در گیاهان تحت شوری ۵۰ میلی مولار نداشت (شکل ۴-د). تفاوت معنی‌داری در میزان کلروفیل کل بین گیاهان تیمار شده با هیومیک اسید و شاهد بدون هیومیک اسید وجود نداشت. بیشترین مقدار کلروفیل کل (۹/۱ گرم بر لیتر) مربوط به گیاهان با کاربرد هیومیک اسید بود (شکل ۴-ه). تنش شوری موجب کاهش کلروفیل کل نسبت به شرایط غیر شور شد. کمترین مقدار (۶/۰۶ گرم بر لیتر) مربوط به گیاهان تحت تنش شوری ۱۰۰ میلی مولار می‌باشد که تفاوت معنی‌داری با مقدار کلروفیل کل در گیاهان تحت شوری ۵۰ میلی مولار نداشت (شکل ۴-و).

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیقی با افزایش تنش شوری در گیاه مرزه، محتوای پرولین و قند محلول افزایش یافت. دلیل افزایش این دو صفت را به سازوکارهای انطباقی گیاه در تحمل تنش شوری گزارش دادند (Najafi et al., ۲۰۱۰). در گزارشی دیگر افزایش غلظت قندهای محلول در تنش شوری مشاهده شد. افزایش قندهای محلول در شرایط شور بیانگر تنظیم اسمزی در سلول می‌باشد. تیمار هیومیک اسید در شرایط بدون تنش شوری اثری بر غلظت پرولین نداشت. در گزارشی میزان پرولین در تنش شوری به طور معنی‌داری افزایش یافت (آذرپیرا و همکاران، ۱۳۹۸). در شرایط تنش گیاه با کمک پرولین پتانسیل اسمزی خود را نسبت به پتانسیل اسمزی محیط ریشه افزایش می‌دهد تا از این طریق آب و املاح مورد نیاز را جذب کند. افزایش قندهای محلول در شرایط تنش شوری بیانگر اختلال در انتقال کربوهیدرات‌های محلول از اندام‌های هوایی به ریشه است. افزایش قندها در شرایط شور ناشی از افزایش آنزیم‌های هیدرولیتیکی و تجزیه نشاسته می‌باشد (Rahdari et al., ۲۰۱۲; Nouri et al., ۲۰۱۳). هیومیک اسید از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی مانند افزایش متابولیسم در درون سلول‌ها و بالا بردن میزان کلروفیل سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها شده و درنتیجه بر میزان عملکرد و زیست توده تولیدی گیاهان افزوده می‌شود. در پژوهش دیگری، نشان داده شد که ترکیبات آلی نقش مهمی در فراهم کردن آهن گیاه بر عهده دارند مواد هیومیکی با تشکیل کمپلکس های آلی محلول، از رسوب اکسیدهای آهن جلوگیری کرده و انتشار آهن به سمت ریشه گیاه را افزایش می‌دهند (De Santiago and Delgado, ۲۰۰۷).

الف

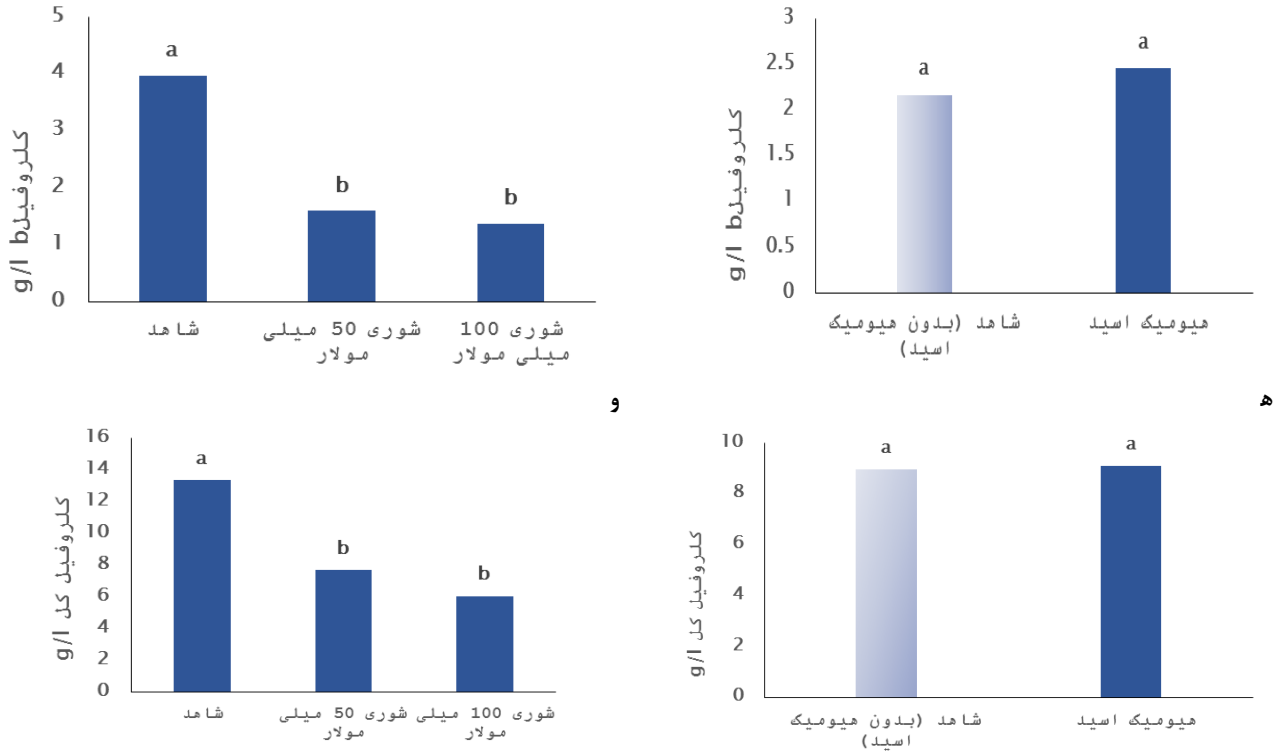


ب

ج

د

ه



شکل ۴- مقایسه میانگینهای کلروفیل a تحت تاثیر هیومیک اسید (الف) و کلروفیل a تحت تاثیر شوری (ب)، کلروفیل b تحت تاثیر هیومیک اسید (ج) و کلروفیل b تحت تاثیر شوری (د)، کلروفیل کل تحت تاثیر هیومیک اسید (ه) و کلروفیل کل تحت تاثیر شوری (و) گیاه فراسیون. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

هیومیک اسید سبب تداوم بافت‌های فتوسنتز کننده شده و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد و از طرفی از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد در گیاهان می‌شود و ممکن است افزایش سنتز کلروفیل و یا تأخیر در تخریب کلروفیل در شرایط تنش را فراهم آورد. و همین طور با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را در کل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (Bronick and Lai, ۲۰۰۵).

منابع

آذرپیرا، ا.، فتحی، ش.، شرفی، ی.، نجفیان، ش. ۱۳۹۸.تأثیر برخی محرک های زیستی بر پایه اسید های آمینه روی گیاه نعناع سبز دارویی (*Mentha spicat* L) تحت تنش شوری. نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی. ۲(۲): ۱۵۴-۱۷۳.

Ali, A.Y.A., Ibrahim, M.E.H., Zhou, G., Nimir, N.E.A., Jiao, X., Zhu, G., Elsiddig, A.M.I., Zhi, W., Chen, X., Lu, H. ۲۰۱۹. Ameliorative effects of jasmonic acid and humic acid on antioxidant enzymes and salt tolerance of forage sorghum under salinity conditions. Agronomy Journal. ۱۱۱(٦): ۳۰۹۹–۳۱۰۸.

Bates L.S, Waldren R.P, Teare I.D. ۱۹۷۳. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil. ۳۹: ۲۰۵-۲۰۷.

Belsare, P., Wankhade, G., Kadu, D., Ganbhoj, N. ۲۰۲٤. The medicinal properties and bioactive components of *Marrubium vulgare* L. World Journal of Pharmaceutical Research.۱۳(۱۱): ۱۸٤۷-۱۸۵۹.

Bouabdallah, M., Mahmoudi, H., Ghnaya, T., Hannachi, H., Taheri, A., Ouerghi, Z., Chaffei-Haouari, C. ۲۰۲۲. Spermidine as an elevator of salinity induced stress on two varieties of Triticum durum Desf. (Karim and Razzek). Pakistan Journal of Botany. ٥٤(۳): ۷۷۱–۷۷۹.

Bronick, E.J., Lai, R. ۲۰۰۵. Soil structure and management. A Review Geoderma. ۱۲٤(۱-۲): ۳-۲۲.

De Santiago, A., Delgado, A. ۲۰۰۷. Effects of humic substances on iron nutrition of lupin. Biology and Fertility of Soils. ٤٣(٦): ٨٢٩–٨٣٦.

Ennab, H.A., Mohamed, A.H., El-Hoseiny, H.M., Omar, A.A., Hassan, I.F., Gaballah, M.S., Khalil, S.E., Mira, A.M., Abd El-Khalek, A.F., Alam-Eldein, S.M. ۲۰۲۳. Humic acid improves the resilience to salinity stress of drip-irrigated mexican lime trees in saline clay soils. Agronomy. ١٣(٧): ١٦٨٠.

Ghaffari Nejad, S.A., Nourgholipour, F., Gheybi, M.N. ۲۰۲۰. Biostimulants and their roles in plant physiology, nutrient absorption, and tolerance to abiotic stresses. Journal of Land Management. ٨(١): ٤٧-٦٧.

Hussain, SS., Rasheed, M., Saleem, M.H., Ahmed, Z.I., Hafeez, A., Jilani, G., Alamris, S., Hashem, M., Ali, S. ۲۰۲۳. Salt tolerance in maize with melatonin priming to achieve sustainability in yield on salt affected soils. Pakistan Journal of Botany. ٥٥(١):١٩–٣٥.

Lichtenthaler, H. K., Wellburn, A. R. ١٩٨٥. Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extract in different solvents. Biochemical Society Transactions. ١١: ٥٩١–٥٩٢.

Najafi, F., Khanvari-Nejad, R. A., Siah Ali., M. ۲۰۱۰. The effect of salt stress on certain physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis*) plant. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. ٦(١): ١٣-٢١.

Nouri, K., Omidi, H., Naghdi badi, H.A., Torabi, H., Fotokian, M.H. ۲۰۱۳. Effects of soil and water salinity on flower yield, soluble compounds, content of saline elements and essential oil quality of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). journal of Water Research in agriculture. ٢٦(٤): ٣٦٧-٣٧٩.

Rahdari, P., Tavakoli, S., Hosseini, S. M. ۲۰۱۲. Studying of salinity stress effect on germination, proline, sugar, protein, lipid and chlorophyll content in Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Leaves. Journal of Stress

Physiology & Biochemistry. ٨(١): ١٨٢- ١٩٣.

Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A., Shabih, F., Sangwan, R.S. ۲۰۰۱. Regulation of essential oil production in plants. Plant Growth Regulation. ٣٤(١): ٣-٢١.

Schlegel, HG. ١٩٥٦. Die verwertung organischer sauren durch chlorella im Licht. Planta. ٤٧: ٥١٠-٥١٥.

Shereen, A., Asma, B.H., Shirazi, M.U., Khan, A., Ali, M., Arif, M. ۲۰۲۲. Physio-biochemical analysis of salinity tolerance in sodium contrasting rice (Oryza sativa L.) genotypes. Pakistan Journal of Botany. ٥٤(٣):٧٨٧–٩٤.

The effect of humic acid on biochemical responses of *Marrubium vulgare* under salinity stress

Sepideh Mojarab
MSc Student, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, URMIA University, URMIA-IRAN

Alireza Pirzad[1]
Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, URMIA University, URMIA-IRAN

Abstract

In order to investigate and study the effect of humic acid on the physiological responses of *Marrubium vulgare* under salinity stress, a factorial experiment based on a completely randomized design with four replications was conducted in Urmia University in ١٤٠٠. The test treatments were at two levels of humic acid ١٠ mg/liter as a solution in water and treatment without humic acid as a control. The results showed that salinity had a significant effect on soluble sugar, proline, carotenoid and chlorophyll (a, b and total). The effect of humic acid on soluble sugar and proline was significant. The highest amounts of soluble sugar and proline were related to control plants without humic acid application. The highest amounts of soluble sugar and proline, and the lowest amounts of carotenoid, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll were related to plants under ١٠٠ mM salinity stress. In general, salinity stress reduced the yield of *Marrubium vulgare*, but the application of humic acid was able to somewhat moderate the negative effects of salinity and improve plant growth.

Keywords: Humic acid, Morphological function, *Marrubium vulgare*, Salinity stress.