# نقش اسیدهیومیک بر بهبود خصوصیات بیوشیمیایی، میزان رنگدانه‌های آنتوسیانین و کلروفیل در ارقام تربچه تحت شرایط تنش شوری

نرجس سادات روحانی[1]، سید حسین نعمتی[1*]، محمد مقدم[1] و وحید اردکانیان[2]

[1]گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، [2]دانش آموخته دانشگاه فردوسی مشهد و مدیر عامل شرکت بازرگانی آذرنگ

(تاریخ دریافت: ١٣٩٤/٠٩/٢٠، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٥/٠٣/٢٤)

**چکیده:**

**در این تحقیق اثر کاربرد اسیدهیومیک در کاهش اثرات تنش شوری در ارقام مختلف تربچه مورد بررسی قرار گرفت. به همین منظور آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل، بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. تیمارها شامل سه رقم تربچه (چریبل، اسپاکلر و اسکارلت سین سیناتی) به عنوان فاکتور اول و اسیدهیومیک در دو سطح ٠ و ١/٥ گرم در لیتر به عنوان فاکتور دوم و تنش شوری در چهار سطح ٠، ٣٣، ٦٦ و ٩٩ میلی‌مولار نمک طعام محلول در آب آبیاری به عنوان فاکتور سوم بودند. نتایج نشان داد که برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی از قبیل قند محلول برگ و نسبت پتاسیم به سدیم ریشه بر اثر تنش شوری کاهش یافت. اسیدهیومیک بسیاری از اثرات مضر شوری را کاهش داد به خصوص باعث کاهش چشمگیر میزان سدیم در ارقام مختلف تربچه گردید. اسیدهیومیک باعث افزایش نشت الکترولیت، کلروفیل کل، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی و ریشه گردید. بیشترین نشت الکترولیت در شوری ٩٩ میلی‌مولار بدون کاربرد اسیدهیومیک و کمترین آن در سطح شوری ٣٣ میلی‌مولار بدون کاربرد اسیدهیومیک حاصل شد. بیشترین مقدار کلروفیل کل (١٢ میلی‌گرم بر گرم) و کمترین آن (٨ میلی‌گرم بر گرم) به ترتیب در سطح شوری ٣٣ میلی‌مولار و ٩٩ میلی‌مولار بدون کاربرد اسیدهیومیک بدست آمد. بیشترین (١١٠ میکروگرم) و کمترین (٥٠ میکروگرم) قند محلول به ترتیب در تیمارهای شوری ٣٣ میلی‌مولار بدون کاربرد اسیدهیومیک و شوری ٩٩ میلی‌مولار با کاربرد اسید هیومیک مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان آنتوسیانین ریشه در سطح شوری ٦٦ میلی‌مولار بدون کاربرد اسیدهیومیک و کمترین آن در همین سطح شوری با کاربرد اسیدهیومیک به ترتیب به میزان ٥/٣ و ١/٨ میلی‌مول بر وزن‌تر اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان پتاسیم اندام هوایی و ریشه در سطح شوری شاهد به ترتیب ٢٤٠ و ٢٦٠ میلی‌مول بر کیلوگرم مشاهده شد. از بین ارقام مختلف تربچه، بیشترین تأثیر شوری و اسیدهیومیک بر رقم اسکارلت سین‌سیناتی مشاهده شد که در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد.**

**کلمات کلیدی: ارقام تربچه، اسیدهیومیک، تنش شوری، صفات فیزیولوژیکی**

**مقدمه:**

شوری خاک یا آب از جمله عوامل تنش‌زای محیطی برای گیاهان به شمار می‌آید. حدود ٧ درصد از اراضی دنیا را خاک های شور و ٣ در صد را شوره‌زار تشکیل می‌دهد (جلیلی مرندی، ١٣٨٩). مکانیسم اثر سمیت یون را می‌توان بهم خوردن سیستم تنظیم کننده گیاه دانست. تجمع کلرید سدیم در برگ باعث ایجاد اختلال در باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌گردد. از دیگر اثرات منفی تنش شوری در گیاه می‌توان به تأثیر بر

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: nemati@um.ac.ir

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

نفوذپذیری غشاء، فعالیت آنزیم‌ها، متابولیسم داخلی و نهایتاً کاهش رشد اشاره نمود (Ehret *et al.*, 1990). در پژوهشی دیده شد که اثرات تنش شوری صفر تا ۲۰۰ میلی‌مولار روی رشد، محتوی رنگدانه‌های فتوسنتزی و فتوسنتز گیاه تربچه رقم Cometo تأثیر داشت و کلروفیل کل و کارتنوئید در غلظت ۵۰ میلی‌مولار کاهش یافت (Bacarin *et al.*, 2007).

استفاده از کودهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی کاربرد فراوانی پیدا کرده است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸٤). نظریه‌های مختلفی برای تأثیر تحریکی مواد هیومیکی در غلظت‌های کم بر رشد گیاهان وجود دارد که مهمترین آن‌ها تأثیر مشابه هورمون‌ها و تأثیر غیرمستقیم بر متابولیسم میکروارگانیسم‌های خاک، پویایی مواد مغذی در خاک و اثر بر شرایط فیزیکی خاک می‌باشد (Muscolo *et al.*, 1997). در آزمایشی دیده شد کاربرد اسیدهیومیک به همراه گوگرد عملکرد کل گیاه اسفناج را افزایش داده اما بر اجزای عملکرد تأثیر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان داد که اسید هیومیک و گوگرد، مقادیر نیتروژن و فسفر را در گیاه افزایش داده اما روی مقادیر کلسیم، منیزیم و پتاسیم تأثیر معنی‌داری نداشت (Hati and Gulser, 2005).

در شرایط تنش خشکی و شوری، مقاومت روزنه‌ای افزایش و هدایت روزنه‌ای کاهش پیدا می‌کند. نور، پایین بودن غلظت گاز کربنیک، اسید آبسیزیک و آب کافی از جمله عواملی هستند که ورود یون پتاسیم را به داخل سلول‌های روزنه تحریک می‌کنند. در گیاهان حساس به شوری جذب و انتقال سدیم به برگ‌ها موجب بسته شدن روزنه‌ها می‌گردد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳٦٦). به موجب تحقیقات متعددی افزایش یا کاهش در مقدار کلروفیل در گونه‌های مختلف گیاهی بر اثر شوری گزارش شده است. افزایش کلروفیل در محیط شور در گوجه‌فرنگی، پنبه و دیگر گیاهان غیر نمک دوست مشاهده شد. البته با افزایش شوری در گیاهان کرچک، آفتابگردان و کتان مقدار رنگدانه برگ و در نتیجه فعالیت کل فتوسنتزی کاهش می‌یابد (بابائیان جلودار و ضیاء تبار احمدی، ۱۳۸۱).

در آزمایشی کاربرد اسید هیومیک بر گوجه‌فرنگی باعث افزایش قند کل، ویتامین، اسید آسکوربیک، وزن خشک گیاه و کلروفیل a وb گردید (Habashy *et al.*, 2008). در آزمایشی اثر شوری بر روی دو رقم تربچه باعث کاهش وزن خشک و تر ساقه و محتوی کلروفیل، کلروفیل a، کلروفیل b و نسبت کلروفیل a به b گردید (Sajjad *et al.*, 2013).

سیستم دفاعی غیرآنزیمی در گیاهان شامل ترکیبات آنتی-اکسیدان مانند آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها، توکوفرول‌ها، آسکوربیک اسید و ترکیبات فنلی می‌باشد. آنتوسیانین‌ها به احتمال زیاد باعث تسهیل ورود نمک به واکوئل سلول‌ها و درنتیجه جمع‌آوری آن‌ها از سایر بخش‌ها می‌شوند. آنتوسیانین‌ها می‌توانند در هماهنگی با مولکول‌های حفاظتی در یاخته‌های گیاهی عمل خود را انجام دهند و برای جبران نقص در غلظت مولکول‌ها در طی دوره تنش وارد عمل شوند (سعادتمند و انتشاری، ۱۳۹۱). در مطالعاتی بر روی تأثیر غلظت‌های ۱۰۰ گرم بر لیتر اسیدهیومیک با منشاء مواد آلی بر مقدار آنتوسیانین گزارش گردید که اسیدهیومیک موجب کاهش نشت آنتوسیانین از غشاء سلولی و در نتیجه حفظ آن می‌گردد. آنتوسیانین در گیاه گل گاوزبان ایرانی در حضور اسیدهیومیک افزایش یافت (نیکبخت و همکاران، ۱۳۸٦؛ نصیری، ۱۳۹۲).

هدف از اجرای این آزمایش بررسی پاسخ ارقام مختلف تربچه به تنش شوری و کاربرد اسیدهیومیک در این شرایط و ارائه راهکاری برای کاهش اثرات مضر شوری بر رشد گیاهان و خصوصیات خاک بود.

## مواد و روش‌ها:

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل، بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام پذیرفت. تیمارها شامل سه رقم تربچه چریبل، اسپاکلر و اسکارلت سین سیناتی (Cherry bell، Sparkler و Scarlett cincinnati) به

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

**جدول ۱- خصوصیات بافت خاک مورد آزمایش**

| pH | EC (dS/m) | P (mg/kg) | K (mg/Kg) | N (mg/Kg) | Clay (%) | Sand (%) | Silt (%) | C (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۷/٤۸ | ٥/٤۷ | ١٦/۸٠ | ٥٠۸/۸ | ٥۳۲ | ١٦ | ۳۸ | ٤٦ | ٠/۲۳٤ |

عنوان فاکتور اول و اسید هیومیک (با نام تجاری هیومستر و درصد خلوص ۸۵٪ اسیدهیومیک) در دو سطح شاهد و ۱/۵ گرم در لیتر به عنوان فاکتور دوم و تنش شوری در چهار سطح شاهد، ۳۳، ٦٦ و ۹۹ میلی‌مولار نمک طعام به عنوان فاکتور سوم بودند. قبل از کاشت بذور، خصوصیات خاک مورد استفاده در آزمایشگاه گروه خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تجزیه گردید (جدول ۱) و بعد از تعیین خصوصیات بافت خاک از جمله میزان هدایت الکتریکی، عملیات آبشویی انجام پذیرفت. بذور ارقام مورد بررسی در گلدان‌هایی به ابعاد ۲۵× ۱۸ که به ترتیب نمایانگر قطر دهانه و ارتفاع گلدان می‌باشد، کشت شدند و در مرحله چهار برگی تنک کردن گیاهان انجام شد تا تعداد بوته‌ها در هر گلدان به ۱۲ بوته برسد. شوری (کلرید سدیم) به همراه آبیاری از مرحله چهار برگی به گیاهان داده شد. اسیدهیومیک مورد استفاده در این تحقیق با خلوص ۷۵ درصد از شرکت کشاورزی آذرنگ در مشهد تهیه شد. تیمار اسیدهیومیک همراه با آب آبیاری در سه مرحله رشدی گیاه (چهار، شش و هشت برگی) به گیاهان داده شد. تمام پارامترها در مرحله برداشت اقتصادی (مرحله‌ای که ریشه‌ها اندازه طبیعی خود رسیده و مناسب برای مصارف بازار بودند) اندازه‌گیری شد.

جهت تعیین پایداری غشای سلول‌های برگی از شاخص نشت الکترولیت استفاده گردید (Marcum, 1998). میزان هدایت روزنه‌ای توسط دستگاه پرومتر مدل sc-1 بر حسب $m^2s/mol$ انجام گرفت. جهت اندازه‌گیری میزان سبزینگی گیاه از روش دری و همکاران (Dere *et al.*, 1998)و میزان کلروفیل کل از طریق معادلات زیر محاسبه گردید:

$Chl_a = 15.65\ A_{666} - 7.340\ A_{653}$ [معادله ۱]

$Chl_b = 27.05A_{653}\ 11.21\ A_{666}$ [معادله ۲]

$Chl_t = Chl_a + Chl_b$ [معادله ۳]

$A_{٦٦٦}$: میزان جذب نوری در طول موج ٦٦٦ نانومتر، $A_{٦٥٣}$ : میزان جذب نوری در طول موج ٦٥٣ نانومتر، $Chl_t$ میزان کلروفیل کل را نشان می‌دهد. برای تعیین میزان قندهای محلول از روش Iriguvin (۱۹۹۲) و از روش Wagner (۱۹۷۹) برای اندازه‌گیری آنتوسیانین با فرمول زیر استفاده شد:

$A=\varepsilon\ bc$ [معادله ٤]

عدد b اندازه سلول برابر با یک سانتی‌متر، c مقدار آنتوسیانین برحسب مول بر گرم وزن‌تر گیاه و A مقدار جذب عصاره، mM $cm^{-1}$معادل خاموشی ضریب ε ۳۳۰۰ می‌باشد. میزان عناصر غذایی سدیم و پتاسیم نیز با روش Qupta و Tandom (۱۹۹۵) با استفاده از دستگاه فلایم فوتومتر ۳۱۰ digital مدل JENWAY قرائت گردید.

تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار JMP8 و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد. همچنین مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

## نتایج و بحث:

**نشت الکترولیت:** نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات شوری و اسیدهیومیک و همچنین اثرات متقابل رقم و شوری، شوری و اسیدهیومیک بر نشت الکترولیت گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲).

هر چه سطوح شوری افزایش یافت، میزان نشت الکترولیت در برگ گیاهان نیز افزایش یافت. با افزودن اسیدهیومیک به گیاه نیز میزان نشت الکترولیت در گیاه افزایش یافت که این افزایش نسبت به شاهد معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۳). در اثرات متقابل رقم و شوری بیشترین میزان نشت الکترولیت مربوط به رقم اسکارلت سین‌سیناتی و کمترین میزان مربوط به رقم چریبل در تیمار شوری شاهد بود (جدول ٤). در اثرات

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

**جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات شوری و اسیدهیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام مختلف تربچه**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | نشت الکترولیت | هدایت روزنه‌ای | کلروفیل کل | آنتوسیانین ریشه | قند محلول | نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی | نسبت پتاسیم به سدیم ریشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رقم | ۲ | ۲۲/۸۹$^{ns}$ | ٤/۳۸$^{ns}$ | ۱۳/۹۷$^{**}$ | ٦/٦۳$^{**}$ | ۱٦٦۹۸/۹۳$^{**}$ | ۰/۳۸٤$^{**}$ | ۰/۸٤۱$^{**}$ |
| شوری | ۳ | ۱۹٥/۹۱$^{**}$ | ٦٦۷/۹۸$^{**}$ | ۱٤/٦٦$^{**}$ | ٥/٥۲$^{**}$ | ٤٦۲٥/۰۷$^{**}$ | ۰/۰۰٥$^{ns}$ | ۳/۳۹٥$^{**}$ |
| اسید هیومیک | ۱ | ۸۰/۳۹$^{*}$ | ۰/۷۸$^{ns}$ | ۳۹/۱٥$^{**}$ | ٤۷/۹۰$^{**}$ | ۳۹۲۸/٦۷$^{**}$ | ۱/۱۸٥$^{**}$ | ۰/۰۷٦$^{**}$ |
| رقم* شوری | ٦ | ٦٤/٥۸$^{**}$ | ۱۲۲/۹۸$^{**}$ | ۷/٦۷$^{**}$ | ۱۱/۲۹$^{**}$ | ٤۱۹٥/۷۱$^{**}$ | ۰/۱٤۲$^{**}$ | ۰/٤۷۹$^{**}$ |
| رقم* اسید هیومیک | ۲ | ۳/۳۸$^{ns}$ | ۱٥/٥۱$^{*}$ | ۱۰/۳۰$^{**}$ | ۳/۸٦$^{**}$ | ۲۳٦/٦٥$^{ns}$ | ۰/۱۲٦$^{**}$ | ۰/۲٤۷$^{**}$ |
| شوری* اسید هیومیک | ۳ | ۸۷/۹۹$^{**}$ | ۱۰۸/۷٤$^{**}$ | ۱٥/۲۱$^{**}$ | ٦/۹٤$^{**}$ | ۷۲۷/۳۹$^{**}$ | ۰/۰۷٦$^{**}$ | ۱/۱٤۳$^{**}$ |
| رقم* شوری* اسید هیومیک | ٦ | ۳/۹۷$^{ns}$ | ۱٤۰/۳۹$^{**}$ | ۷/٤٤$^{**}$ | ٦/٥۲$^{**}$ | ۱٥٥۲/۸۱$^{**}$ | ۰/۰۹۱$^{**}$ | ۰/۰٤۹$^{**}$ |
| خطای آزمایش | ٤۸ | ۱٤/۲۲ | ٤/۷۳ | ۱/۷۲ | ۰/۳۸ | ۱۲۰/٥٦ | ۰/۰۰٥ | ۰/۰۰۰۷ |

$^{ns}$ عدم معنی‌داری، $^{*}$ و $^{**}$ به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ۱ درصد.

**جدول۳- مقایسه میانگین اثرات ساده رقم، شوری و اسیدهیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی تربچه**

| اثرات ساده رقم، شوری و اسید هیومیک | نشت الکترولیت (درصد میکروزیمنس) | هدایت روزنه ای (مترمربع در ثانیه بر مول) | کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم) | آنتوسیانین ریشه (میلی مول بر گرم) | قند محلول (میکروگرم) | نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی | نسبت پتاسیم به سدیم ریشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رقم چریبل | ۸۹/٥۳$^{a}$ | ۲۳/۳٦$^{a}$ | ۸/۷۹$^{b}$ | ۲/۱٤$^{b}$ | ۷۳/٥۱$^{b}$ | ۰/٤۱$^{a}$ | ۱/۳٦$^{a}$ |
| رقم اسپاکلر | ۸۹/۹۷$^{a}$ | ۲۲/٥۲$^{a}$ | ۹/۷٤$^{a}$ | ۲/۸۳$^{a}$ | ٦۳/٦٥$^{c}$ | ۰/٤٤$^{a}$ | ۱/۰۲$^{b}$ |
| رقم اسکارلت سین سیناتی | ۹۱/٤۰$^{a}$ | ۲۳/۰۹$^{a}$ | ۱۰/۳۰$^{a}$ | ۳/۱۷$^{a}$ | ۱۱۳/٤٦$^{a}$ | ۰/۲۱ $^{b}$ | ۱/۳٤$^{a}$ |
| سطوح شوری (شاهد) | ۸۷/۳۲$^{c}$ | ۱٦/٤۷$^{c}$ | ۹/٤۰$^{b}$ | ۲/۳۸$^{b}$ | ۸٥/۸۸$^{b}$ | ۰/۳۲$^{a}$ | ۱/۸۰$^{a}$ |
| ۳۳ میلی‌مولار | ۸۸/۰۱$^{c}$ | ۱۹/۱۲$^{b}$ | ۱۰/۹۲$^{a}$ | ۲/٤۲$^{b}$ | ۱۰۱/۸٦$^{a}$ | ۰/۳٦$^{a}$ | ۱/۲۷$^{b}$ |
| ٦٦ میلی‌مولار | ۹۱/٤۲$^{b}$ | ۲۸/۳٦$^{a}$ | ۸/۸٦$^{b}$ | ۳/٥٤$^{a}$ | ۸۳/٦۱$^{b}$ | ۰/۳٦$^{a}$ | ۱/۱٤$^{c}$ |
| ۹۹ میلی‌مولار | ۹٤/٤٦$^{a}$ | ۲۸/۰۰$^{a}$ | ۹/۲۷$^{b}$ | ۲/٥۲$^{b}$ | ٦۲/۸۱$^{c}$ | ۰/۳٦$^{a}$ | ۰/۷٥$^{d}$ |
| اسید هیومیک(شاهد) | ۸۹/۲٥$^{b}$ | ۲۳/۰۹$^{a}$ | ۸/۸۸$^{b}$ | ۳/٥۳$^{a}$ | ۹۰/۹۳$^{a}$ | ۰/۲۲ $^{b}$ | ۱/۲۷$^{a}$ |
| ۱/٥ گرم بر لیتر | ۹۱/۳٦$^{a}$ | ۲۲/۸۸$^{a}$ | ۱۰/۳٥$^{a}$ | ۱/۹۰$^{b}$ | ۷٦/۱٥$^{b}$ | ۰/٤۸$^{a}$ | ۱/۲۱$^{b}$ |

**حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ٥ درصد می‌باشد.**

متقابل شوری و اسیدهیومیک مشاهده شد که با کاربرد اسیدهیومیک در سطوح مختلف شوری میزان نشت الکترولیت افزایش یافت. بیشترین میزان نشت الکترولیت در هر دو تیمار شاهد و ۱/٥ گرم بر لیتر اسیدهیومیک در سطح شوری ۹۹ میلی‌مولار مشاهده گردید (جدول ٥).

در این آزمایش اسیدهیومیک نتوانست روی تربچه در شرایط تنش در سطوح پایین تنش و شرایط غیرتنش بر غشای سلولی تأثیر داشته باشد. در آزمایشی با کاربرد اسیدهیومیک، نشت الکترولیت در گیاه لوبیا کاهش یافت (Aydin *et al.*, 2012). در آزمایش دیگر، نتایج بر روی چهار رقم برنج نشان داد که میزان درصد نشت الکترولیت با افزایش شوری افزایش یافت (Maribel *et al.*, 1998). در گیاه گوجه‌فرنگی در اثر اضافه کردن اسیدهیومیک، نشت الکترولیت اختلاف معنی‌داری با شاهد از خود نشان نداد (David *et al.*, 1994). با توجه به نتایج این آزمایش و آزمایشات سایر محققین بر روی نشت الکترولیت می توانیم به این نتیجه برسیم که اسیدهیومیک بر روی صفت نشت

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

**جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات دوگانه رقم و سطوح شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی تربچه**

| ارقام | سطوح شوری (میلی‌مولار) | نشت الکترولیت (درصد میکروزیمنس) | هدایت روزنه‌ای (مترمربع در ثانیه بر مول) | کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم) | آنتوسیانین ریشه (میلی مول بر گرم) | قند محلول (میکروگرم) | نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی | نسبت پتاسیم به سدیم ریشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| چربیل | ۰ | ٨٤/٥٧$^{f}$ | ٩٠/٢٣$^{cd}$ | ٨/٥٦$^{cd}$ | ٣/٢٣$^{c}$ | ٩٧/٣٨$^{cd}$ | ٠/٢٢$^{fg}$ | ١/٧٠$^{b}$ |
| | ٣٣ | ٨٨/٩٤$^{c-e}$ | ١٧/٩٣$^{e}$ | ٨/٦٠$^{cd}$ | ٢/٠٣$^{d}$ | ٨٩/٥٣$^{i}$ | ٠/٥٧$^{a}$ | ١/٤٨$^{c}$ |
| | ٦٦ | ٩٠/٥٠$^{b-e}$ | ٢٧/١١$^{b}$ | ٨/٣٠$^{d}$ | ١/٥٤$^{d}$ | ٧٥/٤٩$^{ef}$ | ٠/٤٤$^{ab-e}$ | ١/٤٣$^{cd}$ |
| | ٩٩ | ٩٤/١٣$^{b}$ | ٢٤/٥٠$^{c}$ | ٩/٧٢$^{b-e}$ | ١/٧٧$^{d}$ | ٦٧/٢٩$^{f-e}$ | ٠/٤١$^{ab-e}$ | ٠/٨١$^{h}$ |
| اسپاکلر | ۰ | ٩١/١٣$^{b-e}$ | ١٣/٠٦$^{f}$ | ٩/٧٩$^{b-e}$ | ١/٦٦$^{d}$ | ٦١/٢١$^{g-e}$ | ٠/٥٢$^{ab-e}$ | ١/٣٣$^{de}$ |
| | ٣٣ | ٨٧/٥٣$^{d-e}$ | ٢١/٦٥$^{d}$ | ١١/٠٥$^{b}$ | ١/٦٦$^{d}$ | ٨٥/٤٤$^{de}$ | ٠/٤٠$^{b-e}$ | ١/١٢$^{f}$ |
| | ٦٦ | ٩١/٤٠$^{b-e}$ | ٢٧/٢٠$^{b}$ | ٩/٣٨$^{cd}$ | ٣/٩٥$^{bc}$ | ٥٧/٨٣$^{hi}$ | ٠/٥٤$^{ab}$ | ٠/٩٩$^{g}$ |
| | ٩٩ | ٨٩/٨٣$^{b-e}$ | ٢٨/١٨$^{b}$ | ٨/٧٤$^{cd}$ | ٤/٠٤$^{b}$ | ٥٠/١٣$^{i}$ | ٠/٣٠$^{d-e}$ | ٠/٦٦$^{i}$ |
| اسکارلت سین سیناتی | ۰ | ٨٦/٢٧$^{ef}$ | ١٢/٤٦$^{f}$ | ٩/٨٤$^{bc}$ | ٢/٦٢$^{d}$ | ٩٩/٠٤$^{c}$ | ٠/٢٤$^{ef-e}$ | ٢/٣٧$^{a}$ |
| | ٣٣ | ٨٧/٥٦$^{d-e}$ | ١٧/٨٠$^{e}$ | ١٣/١٢$^{a}$ | ٣/٥٦$^{bc}$ | ١٦٦/٢٧$^{a}$ | ٠/١٢$^{g}$ | ١/٢٢$^{ef}$ |
| | ٦٦ | ٩١/٤٠$^{bc}$ | ٣٠/٧٦$^{a}$ | ٨/٩١$^{cd}$ | ٥/١٣$^{a}$ | ١١٧/٥٢$^{b}$ | ٠/١١$^{g}$ | ١$^{g}$ |
| | ٩٩ | ٩٩/٤١$^{a}$ | ٣١/٣٣$^{a}$ | ٩/٣٥$^{cd}$ | ١/٧٤$^{d}$ | ٧١/٠٣$^{fg}$ | ٠/٣٧$^{c-e}$ | ٠/٧٨$^{h}$ |

**حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشد.**

**جدول۵- مقایسه میانگین اثرات دوگانه شوری و اسیدهیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی تربچه**

| سطوح شوری (میلی مولار) | اسیدهیومیک (گرم بر لیتر) | نشت الکترولیت (درصد میکروزیمنس) | هدایت روزنه‌ای (مترمربع در ثانیه برمول) | کلروفیل کل (میلی‌گرم برگرم) | آنتوسیانین ریشه (میلی‌مول برگرم) | قند محلول (میکروگرم) | نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی | نسبت پتاسیم به سدیم ریشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ٨٥/٣٥$^{c}$ | ١٩/٩٧$^{c}$ | ٩/٩٣$^{bc}$ | ٢/٩٥$^{b}$ | ٨٣/٧٦$^{cd}$ | ٠/٢٤$^{de}$ | ٢/١٦$^{a}$ |
| | ١/٥ | ٨٩/٣٠$^{b}$ | ١٢/٩٧$^{e}$ | ٨/٨٦$^{cd}$ | ١/٨١$^{c}$ | ٨٧/٩٩$^{bc}$ | ٠/٤١$^{bc}$ | ١/٤٤$^{b}$ |
| ٣٣ | ۰ | ٨٤/٣٠$^{c}$ | ١٧$^{d}$ | ٩/٦٤$^{bc}$ | ٢/٨٨$^{b}$ | ١١١/٧٤$^{a}$ | ٠/٢٢$^{de}$ | ١/١٢$^{d}$ |
| | ١/٥ | ٩١/٧١$^{ab}$ | ٢١/٢٥$^{c}$ | ١٢/٢١$^{a}$ | ١/٩٦$^{c}$ | ٩١/٩٩$^{bc}$ | ٠/٥٠$^{ab}$ | ١/٤٣$^{b}$ |
| ٦٦ | ۰ | ٩٢/٦٣$^{ab}$ | ٢٧/٢٠$^{b}$ | ٨/١٨$^{d}$ | ٥/٢٨$^{a}$ | ٩٤/٧٢$^{b}$ | ٠/١٤$^{e}$ | ١/٢٤$^{c}$ |
| | ١/٥ | ٩٠/٢١$^{b}$ | ٢٩/٥٢$^{a}$ | ٩/٥٥$^{bc}$ | ١/٨٠$^{c}$ | ٧٢/٥٠$^{e}$ | ٠/٥٨$^{a}$ | ١/٠٤$^{d}$ |
| ٩٩ | ۰ | ٩٤/٧٠$^{a}$ | ٢٨/٢١$^{ab}$ | ٧/٧٥$^{d}$ | ٣$^{b}$ | ٧٣/٤٩$^{de}$ | ٠/٢٨$^{cd}$ | ٠/٥٧$^{f}$ |
| | ١/٥ | ٩٤/٢٢$^{a}$ | ٢٧/٨٠$^{ab}$ | ١٠/٧٩$^{b}$ | ٢/٠٣$^{c}$ | ٥٢/١٤$^{f}$ | ٠/٤٣$^{b}$ | ٠/٩٢$^{e}$ |

**حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشد.**

الکترولیت گیاهان مختلف اثر معنی‌داری ندارد.

**هدایت روزنه‌ای:** جدول تجزیه واریانس نشان داد که میزان هدایت روزنه‌ای در تمامی اثرات ساده و متقابل تیمارها معنی‌دار شد (جدول ۲). کاربرد اسیدهیومیک در سطوح شوری مختلف باعث افزایش میزان هدایت روزنه‌ای گردید؛ ولی در سطح شوری شاهد، کاربرد اسیدهیومیک باعث کاهش هدایت روزنه‌ای شد. هدایت روزنه‌ای در گیاه تربچه با افزایش شوری کاهش نیافت که این می‌تواند به دلیل سازگاری این گیاه با

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

**جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات دوگانه رقم و اسید هیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی تربچه**

| ارقام | اسیدهیومیک (گرم بر لیتر) | هدایت روزنه‌ای (مترمربع در ثانیه بر مول) | کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم) | آنتوسیانین ریشه (میلی‌مول بر گرم) | نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی | نسبت پتاسیم به سدیم ریشه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| چریبل | ۰ | ۲۲/٦۳$^{ab}$ | ۷/۵٤$^{c}$ | ۲/۵۱$^{b}$ | ۰/۲۹$^{b}$ | ۱/۳۱$^{b}$ |
| | ۱/۵ | ۲٤/۰۹$^{a}$ | ۱۰/۰۵$^{b}$ | ۱/۷۸$^{cd}$ | ۰/۵۳$^{a}$ | ۱/٤۰$^{a}$ |
| اسپاکلر | ۰ | ۲۳/٤۰$^{ab}$ | ۹/۷٤$^{b}$ | ۳/۹٦$^{a}$ | ۰/۲۳$^{bc}$ | ۱/۱۷$^{c}$ |
| | ۱/۵ | ۲۱/٦۵$^{b}$ | ۹/۷٤$^{b}$ | ۱/٦۹$^{d}$ | ۰/٦٤$^{a}$ | ۰/۸۸$^{d}$ |
| اسکارلت سین- | ۰ | ۲۳/۲۵$^{ab}$ | ۹/۳۵$^{b}$ | ٤/۱۲$^{a}$ | ۰/۱٤$^{c}$ | ۱/۳٤$^{ab}$ |
| سیناتی | ۱/۵ | ۲۲/۹۲$^{ab}$ | ۱۱/۲٦$^{a}$ | ۲/۲۳$^{bc}$ | ۰/۲۷$^{b}$ | ۱/۳٤$^{ab}$ |

*-**حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشد.**

شرایط تنش در سطوح مختلف شوری باشد (جدول ۵). نتیجه اثرات متقابل، شوری و اسیدهیومیک نشان داد که بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای در رقم اسپاکلر، شوری ۹۹ میلی مولار بدون استفاده از اسیدهیومیک و کمترین میزان در رقم اسکارلت، شوری شاهد و با کاربرد اسیدهیومیک دیده شد. افزایش هدایت روزنه‌ای شاید به دلیل مقاومت ارقام تربچه در برابر شوری بوده و همچنین سلول‌های روزنه‌ای به علت افزایش یون پتاسیم باز می‌شوند و اسیدهیومیک به افزایش پتاسیم در اندام فتوسنتزی کمک می‌کند (جدول ۷).

بررسی هدایت روزنه‌ای به احتمال زیاد می‌تواند به عنوان شاخص قابل اعتماد برای کاهش فتوسنتز و به دنبال آن سرعت رشد محسوب گردد، از این رو به عنوان شاخص حساس جهت تعیین تنش اسمزی مد نظر قرار می‌گیرد (خاوری، ۱۳۷۵). بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای منجر به کاهش فتوسنتز در گیاه می‌شود که نتیجه این فرآیند مهم کاهش رشد گیاه است (برزویی، ۱۳۸۹). در آزمایشی شوری باعث کاهش هدایت روزنه‌ای در ارقام انار گردید. یکی از علل این کاهش را می‌توان به تحریک سنتز آسید آبسیزیک ربط داد (خیاط، ۱۳۹۲).

**میزان کلروفیل کل:** نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که مقدار کلروفیل‌کل در سطح احتمال یک درصد در تمامی اثرات ساده و متقابل دوگانه و سه‌گانه معنی‌دار شد (جدول ۲). در بررسی اثرات متقابل رقم و شوری میزان کلروفیل کل در سطح شوری ۳۳ میلی‌مولار در رقم اسکارلت بیشترین میزان کلروفیل کل را به خود داشت. در رقم چریبل افزایش میزان کلروفیل کل در شوری ۹۹ میلی‌مولار دیده شد؛ ولی در این رقم در تمام سطوح شوری میزان کلروفیل کل نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٤). در اثرات متقابل رقم و اسیدهیومیک، کاربرد اسیدهیومیک در ارقام چریبل و اسکارلت میزان کلروفیل کل را افزایش داد. در رقم اسپاکلر کاربرد اسیدهیومیک بر میزان کلروفیل کل هیچ تأثیری نداشت (جدول ٦). در اثرات متقابل شوری و اسیدهیومیک نشان داده شد که در کاربرد اسیدهیومیک در سطوح شوری مختلف میزان کلروفیل کل افزایش یافت که نسبت به هنگامی‌که اسیدهیومیک به گیاهان داده نشد، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. بیشترین میزان کلروفیل کل در سطح شوری ۳۳ میلی‌مولار با کاربرد اسیدهیومیک دیده شد (جدول ۵). در بررسی اثرات متقابل رقم، شوری و اسیدهیومیک، بیشترین میزان کلروفیل کل در رقم اسکارلت سین‌سیناتی در سطح شوری ۳۳ میلی‌مولار و کاربرد اسیدهیومیک و کمترین میزان در رقم چریبل، شوری ۹۹ میلی‌مولار و بدون کاربرد اسیدهیومیک دیده شد (جدول ۷).

کلروفیل‌ها پیگمان‌های اولیه جذب نور هستند که حدود ده درصد وزن خشک کلروپلاست‌ها را تشکیل می‌دهند. اگر گیاه تحت تأثیر تنش‌های محیطی مانند شوری قرار بگیرد، روند تغییرات مقدار کلروفیل برگ به دلیل سنتز آنتوسیانین‌های تولید شده بسیار متفاوت از شرایط بدون تنش خواهد بود (خاوری

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

**جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه سطوح شوری و اسیدهیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام مختلف تربچه**

| ارقام | سطوح شوری (میلی‌مولار) | اسیدهیومیک (گرم بر لیتر) | هدایت روزنه‌ای (مترمربع در ثانیه بر مول) | کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم) | آنتوسیانین ریشه (میلی-مول بر گرم) | *قند* محلول (میکروگرم) | نسبت پتاسیم به سدیم هوایی | نسبت پتاسیم به سدیم ریشه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| چریبل | ۰ | ۰ | ۳۲/۰۳$^{ab}$ | ۹/٤٦$^{d-e}$ | ٤/٦٥$^{c}$ | ۸۹/۸٦$^{d-e}$ | ۰/۱۱$^{ij}$ | ۱/۹۳$^{c}$ |
| | | ۱/۵ | ۱۵/۷۷$^{ij}$ | ۷/٦۷$^{h-e}$ | ۱/۸۲$^{d-e}$ | ۱۰٤/۹۱$^{cd}$ | ۰/۳۳$^{ef-e}$ | ۱/٤۹$^{e}$ |
| | ۳۳ | ۰ | ۱٦/۲۳$^{h-e}$ | ۷/۳۱$^{ij}$ | ۲/۱۲$^{d-e}$ | ۷٤/۰۰$^{f}$ | ۰/۳۱$^{ef-e}$ | ۱/۲٦$^{hi}$ |
| | | ۱/۵ | ۱۹/٦۳$^{gh}$ | ۹/۹۱$^{c-e}$ | ۱/۹٦$^{d-e}$ | ۳۳/۷۸$^{h}$ | ۰/۸۳$^{ab}$ | ۱/۷۱$^{d}$ |
| | ٦٦ | ۰ | ۲۲/۳۳$^{ef-e}$ | ۷/٦۲$^{h-e}$ | ۲/۰۱$^{d-e}$ | ۷٤/۳٦$^{f}$ | ۰/۳۰$^{ef-e}$ | ۱/٤۵$^{ef}$ |
| | | ۱/۵ | ۳۱/۹۰$^{ab}$ | ۸/۹۹$^{ef-e}$ | ۱/۰۷$^{h}$ | ۷٦/٦۲$^{f}$ | ۰/٦۰$^{b-e}$ | ۱/٤۲$^{efg}$ |
| | ۹۹ | ۰ | ۱۹/۹۳$^{g}$ | ۵/۷۸$^{j}$ | ۱/۲٦$^{gh}$ | ۷۹/۰۵$^{ef}$ | ۰/٤۸$^{c-e}$ | ۰/٦۲$^{op}$ |
| | | ۱/۵ | ۲۹/۰۷$^{bc}$ | ۱۳/٦٦$^{ab}$ | ۲/۲۸$^{d-e}$ | ۵۵/۵۳$^{g}$ | ۰/۳٦$^{d-e}$ | ۱/۰۰$^{kl}$ |
| اسپاکلر | ۰ | ۰ | ۱٤/۵۳$^{jk}$ | ۱۰/۷۳$^{cde}$ | ۱/۸٦$^{d-e}$ | ۷۹/۱٤$^{ef}$ | ۰/٤۲$^{c-e}$ | ۱/۹٤$^{c}$ |
| | | ۱/۵ | ۱۱/٦۰$^{k}$ | ۸/۸٦$^{ef-e}$ | ۱/٤٦$^{ef-e}$ | ۳۳/۲۸$^{gh}$ | ۰/٦۳$^{bc}$ | ۰/۷۳$^{no}$ |
| | ۳۳ | ۰ | ۱۸/۹۰$^{g-e}$ | ۱۰/۱۹$^{c-e}$ | ۱/۹۰$^{d-e}$ | ۹۵/۱۸$^{de}$ | ۰/۲۸$^{f-e}$ | ۰/۹۸$^{kl}$ |
| | | ۱/۵ | ۲٤/٤۰$^{d-e}$ | ۱۱/۹۲$^{bc}$ | ۱/٤۳$^{f-e}$ | ۷۵/۷۱$^{f}$ | ۰/۵۳$^{c-e}$ | ۱/۲۷$^{g-e}$ |
| | ٦٦ | ۰ | ۲٤/۸۷$^{de}$ | ۹/۰۱$^{ef-e}$ | ٦/۰۵$^{b}$ | ۷۹/۹۵$^{ef}$ | ۰/۱۰$^{ij}$ | ۱/۱۹$^{h-e}$ |
| | | ۱/۵ | ۲۹/۵۳$^{b-e}$ | ۹/۷٦$^{d-e}$ | ۱/۸٦$^{d-e}$ | ۳۵/۷۲$^{h}$ | ۰/۹۸$^{a}$ | ۰/۷۹$^{mn}$ |
| | ۹۹ | ۰ | ۳۵/۳۰$^{a}$ | ۹/۰٤$^{ef-e}$ | ٦/۰۵$^{b}$ | ٤٤/۳۷$^{gh}$ | ۰/۱٤$^{hij}$ | ۰/۵۹$^{op}$ |
| | | ۱/۵ | ۲۱/۰۷$^{f-e}$ | ۸/٤۵$^{f-e}$ | ۲/۰٤$^{d-e}$ | ۵۵/۸۹$^{g}$ | ۰/٤٦$^{c-e}$ | ۰/۷٤$^{no}$ |
| اسکارلت سین سیناتی | ۰ | ۰ | ۱۳/۳۷$^{jk}$ | ۹/٦۲$^{d-e}$ | ۲/۳٦$^{d-e}$ | ۸۲/۲۹$^{ef}$ | ۰/۲۰$^{g-e}$ | ۲/٦٤$^{a}$ |
| | | ۱/۵ | ۱۱/۵۷$^{k}$ | ۱۰/۰۷$^{c-e}$ | ۲/۱۹$^{d-e}$ | ۱۱۵/۸۱$^{bc}$ | ۰/۲۹$^{f-e}$ | ۲/۱۰$^{b}$ |
| | ۳۳ | ۰ | ۱۵/۸۷$^{j-e}$ | ۱۱/٤۳$^{cd}$ | ٤/٦۳$^{c}$ | ۱٦٦/۰٦$^{a}$ | ۰/۱۰$^{ij}$ | ۱/۱۳$^{i-e}$ |
| | | ۱/۵ | ۱۹/۷۳$^{gh}$ | ۱٤/۸۱$^{a}$ | ۲/۵۱$^{d}$ | ۱٦٦/٤۸$^{a}$ | ۰/۱٤$^{h-e}$ | ۱/۳۲$^{f-e}$ |
| | ٦٦ | ۰ | ۳٤/٤۰$^{a}$ | ۷/۹٤$^{g-e}$ | ۷/۸۰$^{a}$ | ۱۲۹/۸٦$^{b}$ | ۰/۰۵$^{j}$ | ۱/۰۸$^{j-e}$ |
| | | ۱/۵ | ۲۷/۱۳$^{cd}$ | ۹/۹۰$^{c-e}$ | ۲/٤۷$^{de}$ | ۱۰۵/۱۸$^{cd}$ | ۰/۱۸$^{h-e}$ | ۰/۹۳$^{lm}$ |
| | ۹۹ | ۰ | ۲۹/٤۰$^{bc}$ | ۸/٤۳$^{f-e}$ | ۱/۷۱$^{d-e}$ | ۹۷/۰۷$^{de}$ | ۰/۲۵$^{f-e}$ | ۰/۵۲$^{p}$ |
| | | ۱/۵ | ۳۳/۲۷$^{a}$ | ۱۰/۲۸$^{c-e}$ | ۱/۷۹$^{d-e}$ | ٤۵/۰۰$^{gh}$ | ۰/٤۹$^{c-e}$ | ۱/۰٤$^{j-e}$ |

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشد.

۱۳۷۵). در آزمایشی تنش شوری میزان کلروفیل در کوتیلدون کلم قرمز و گوجه‌فرنگی را کاهش داد؛ ولی در هیپوکوتیل گوجه فرنگی میزان کلروفیل با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و در هیپوکوتیل کلم قرمز کاهش یافت (Eryilmaz, 2006)، در آزمایش دیگری تنش شوری باعث کاهش کلروفیل کل در ارقام انار گردید (خیاط، ۱۳۹۲). در آزمایش دیگر نیز تنش شوری موجب افزایش کلروفیل در ارقام گندم گردید (برزویی، ۱۳۸۹). کاربرد اسیدهیومیک کلروز گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالاً نتیجه‌ای است از توانایی این ماده آلی برای نگهداری آهن خاک به فرمی که قابل جذب باشد. برای انتقال آهن از غشاء سلولی، احیاء آهن سه ظرفیتی ضروری است که توسط آنزیم ردوکتاز بر روی غشاء فعال می‌گردد (تدین و رستگار، ۱۳۷۹). در پژوهشی دیده شد که اسید هیومیک در تقابل با شوری باعث افزایش میزان کلروفیل و کارتنوئید در گیاه بامیه گردید (Kumari and Sekar, 2008).

**آنتوسیانین ریشه:** نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که مقدار آنتوسیانین ریشه در سطح احتمال یک درصد در تمامی اثرات ساده و متقابل دوگانه و سه‌گانه معنی‌دار شد

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

(جدول ۲). در بررسی اثرات ساده نشان داده شد دو رقم اسکارلت سین سیناتی و رقم اسپاکلر دارای میزان آنتوسیانین بیشتری نسبت به رقم چریبل بودند. همچنین کاربرد اسیدهیومیک باعث کاهش آنتوسیانین **ریشه** گردید (جدول ۳). کاربرد اسید هیومیک در سطوح مختلف شوری باعث کاهش میزان آنتوسیانین گردید که نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت و این نشان‌دهنده این است که اسیدهیومیک بر میزان آنتوسیانین تأثیر نداشته است. بیشترین میزان آنتوسیانین در سطح شوری ٦٦ میلی‌مولار بدون اعمال تیمار اسیدهیومیک دیده شد. در شوری ۹۹ میلی‌مولار میزان آنتوسیانین کاهش یافت که نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و دلیل آن دهیدراته‌شدن آنزیم‌های سنتز کننده آنتوسیانین و کاهش قند محلول در این سطح شوری می‌باشد زیرا سنتز آنتوسیانین همبستگی با مقدار کربوهیدرات سلول دارد (جدول ٦). در بررسی اثرات متقابل رقم، شوری و اسیدهیومیک نشان داده شد که بیشترین میزان آنتوسیانین در رقم اسکارلت، شوری ٦٦ میلی‌مولار و بدون کاربرد اسیدهیومیک و کمترین میزان در رقم چریبل، در شوری ٦٦ میلی‌مولار و کاربرد اسیدهیومیک دیده شد (جدول ۷).

در آزمایشی رابطه شوری و آنتوسیانین در ریشه، هیپوکوتیل و کوتیلدون گوجه‌فرنگی و کلم قرمز مورد مطالعه قرار گرفت و مشاهده شد با افزایش شوری، تولید آنتوسیانین تحریک شد و مقدار آن افزایش یافت. به طور کلی تغییرات پیگمان‌ها در گیاهان از مکانیسم‌های دفاعی آن‌ها در برابر افزایش شوری می‌باشد (Eryilmaz, 2006). آنتوسیانین‌ها به احتمال زیاد باعث تسهیل ورود نمک به واکوئل سلول‌ها می شوند. آنتوسیانین‌ها می‌توانند در هماهنگی با مولکول‌های حفاظتی در یاخته‌های گیاهی عمل خود را انجام دهند و برای جبران نقص در غلظت مولکول‌ها در طی دوره تنش وارد عمل شوند (سعادتمند و انتشاری، ۱۳۹۱).

**قند محلول:** جدول تجزیه واریانس نشان داد که تمامی تیمارها غیر از اثرات متقابل رقم و اسیدهیومیک بر میزان قند محلول، اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). در اثرات متقابل رقم و شوری مشاهده شد که بیشترین مقدار قند محلول در شوری ۳۳ میلی‌مولار در رقم اسکارلت دیده شد. در رقم چریبل با افزایش شوری از مقدار قند محلول گیاه کاسته شد. در رقم اسپاکلر قند محلول در شوری ۳۳ میلی‌مولار افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد پیدا کرد و دوباره در سطوح شوری ٦٦ و ۹۹ میلی‌مولار از مقدار آن کاسته شد که در این سطوح شوری اختلاف معنی-داری نسبت به شاهد نداشتند (جدول ٤). در اثرات متقابل شوری و اسیدهیومیک دیده شد که در سطوح مختلف شوری کاربرد اسیدهیومیک موجب کاهش قند محلول گردید. بیشترین مقدار قند محلول در شوری ۳۳ میلی‌مولار در تیماری دیده شد که اسیدهیومیک به گیاه داده نشده بود. به طور کلی با افزایش شوری از سطح ۳۳ میلی‌مولار، در هر دو سطح اسیدهیومیک از مقدار قند محلول کاسته شد (جدول ٦). در بررسی اثرات متقابل رقم، شوری و اسیدهیومیک نشان داده شد که بیشترین میزان قند محلول در رقم اسکارلت، شوری ۳۳ میلی‌مولار و کاربرد اسیدهیومیک و کمترین میزان در رقم چریبل، در شوری ۳۳ میلی‌مولار و کاربرد اسیدهیومیک دیده شد (جدول ۷). مواد محلول سازگار به تنش شوری شامل قندهای محلولی است که می‌توانند در مقادیر بالا بدون صدمه به فعالیت‌های بیوشیمیایی تجمع یابند. املاح سازگار دارای ظرفیتی برای محافظت از فعالیت آنزیم‌ها در شرایط شور و دارای حداقل تأثیر بر تعادل سیتوسول هستند.

از جمله نقش‌های دیگر می‌توان به حفاظت یکپارچگی غشاء پلاسمایی و تیلاکوئید، پایداری پروتئین و به عنوان منبعی برای نیتروژن و حذف رادیکال‌های هیدروکسیل تولیدی در شرایط تنش شوری اشاره کرد (Siram *et al.*, 2002). در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) که گیاه حساسی می‌باشد، میزان ساکارز برگ بیشتر افزایش یافته است ولی در برنج که مقاومت متوسطی دارد، این میزان کمتر بوده و در سویا نیز اندکی کاهش یافته است و در پنبه که مقاوم است، میزان قند محلول بیشتر کاهش یافته است. این موضوع نشان می‌دهد که تأثیر شوری در تغییر کربوهیدرات‌ها به گونه گیاهی و غلظت

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

بستگی دارد (بابائیان جلودار و ضیاء تبار احمدی، ۱۳۸۱).

**نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی:** جدول تجزیه واریانس نشان داد که تمامی اثرات غیر از اثر ساده شوری بر نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). از بین ارقام بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم مربوط به رقم اسپاکلر بود که با رقم چریبل اختلاف معنی‌داری از خود نشان نداد. کمترین میزان نسبت پتاسیم به سدیم مربوط به رقم اسکارلت است. اسیدهیومیک باعث افزایش مقدار نسبت سدیم به پتاسیم شد (جدول ۳). همچنین با افزایش شوری، کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی شد که اختلاف معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) نسبت به شاهد داشت (جدول ۵). در بررسی اثرات متقابل رقم، شوری و اسیدهیومیک نشان داده شد که نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی در رقم چریبل با افزایش میزان شوری افزایش یافت و کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش این میزان گردید. در رقم اسپاکلر افزایش شوری باعث کاهش نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی گردید و افزودن اسید هیومیک باعث افزایش این نسبت شد. در رقم اسکارلت افزایش شوری تا ٦٦ میلی‌مولار باعث کاهش نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی شد و در شوری ۹۹ میلی‌مولار افزایش چشمگیری در این نسبت دیده شد. بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی در رقم اسپاکلر، شوری ٦٦ میلی‌مولار و با کاربرد اسیدهیومیک و کمترین میزان در رقم اسکارلت، شوری ٦٦ میلی‌مولار و بدون کاربرد اسیدهیومیک دیده شد (جدول ۷).

در گیاهان خانواده شب بو، نگه‌داشتن بالای نسبت پتاسیم به سدیم در بافت‌های گیاهی شرایط را برای تحمل شوری در گیاهان فراهم می‌کند (Ashraf and Mc Nielly, 2004). اسید هیومیک در غلظت‌های صفر، ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم به صورت کاربرد در خاک از اثرات شوری بر گیاه خیار کاست و باعث افزایش عملکرد میوه گردید. میزان سدیم در برگ و بافت‌های ساقه افزایش یافته و میزان پتاسیم برگ در اثر شوری افزایش ولی در ساقه گیاه کاهش یافت (Demir *et al.*, 1999). اسیدهیومیک افزوده شده به خاک مانند اسفنج عمل نموده و بسیاری از املاح از جمله کلرید سدیم را به خود جذب می‌کند و از طریق اتصال گروه COOH خود با کاتیون‌های سدیم موجب خنثی شدن اثرات شوری می‌گردد (جیحونی، ۱۳۸۹).

**نسبت پتاسیم به سدیم ریشه:** نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که نسبت پتاسیم به سدیم ریشه در سطح احتمال یک درصد در تمامی اثرات ساده و متقابل دوگانه و سه‌گانه معنی‌دار شد (جدول ۲). رقم چریبل و اسکارلت بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم ریشه را دارا بودند که نسبت به هم اختلاف معنی‌داری نداشتند و رقم اسپاکلر کمترین نسبت پتاسیم به سدیم ریشه را داشت. با افزایش سطوح شوری از نسبت پتاسیم به سدیم ریشه کاسته شد. همچنین کاربرد اسیدهیومیک از میزان نسبت پتاسیم به سدیم ریشه کاست (جدول ۳). کاربرد اسیدهیومیک در سطوح شوری ۳۳ و ۹۹ میلی‌مولار باعث افزایش نسبت پتاسیم به سدیم ریشه گردید و در شوری شاهد و ٦٦ میلی‌مولار با کاربرد اسیدهیومیک از نسبت پتاسیم به سدیم ریشه کاسته شد. بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم ریشه در شوری شاهد و بدون به کار بردن اسیدهیومیک دیده شد و کمترین نسبت پتاسیم به سدیم ریشه در شوری ۹۹ میلی‌مولار بدون کاربرد اسیدهیومیک مشاهده گردید (جدول ۵). در بررسی اثرات متقابل رقم، شوری و اسیدهیومیک نشان داده شد که نسبت پتاسیم به سدیم ریشه با افزایش شوری در تمامی ارقام کاهش یافت و کاربرد اسید هیومیک با افزایش شوری باعث افزایش نسبت پتاسیم به سدیم ریشه شد. کاربرد اسیدهیومیک در رقم اسپاکلر و شوری ٦٦ میلی‌مولار، همچنین در تمامی ارقام در سطح شوری شاهد باعث کاهش میزان نسبت پتاسیم به سدیم ریشه شد. بیشترین میزان نسبت پتاسیم به سدیم ریشه در رقم اسکارلت، شوری شاهد و بدون کاربرد اسیدهیومیک و کمترین نسبت در رقم اسکارلت، شوری ۹۹ میلی‌مولار و بدون کاربرد اسیدهیومیک دیده شد (جدول ۷).

کاهش جذب پتاسیم در محیط شور می‌تواند ناشی از به هم خوردن تعادل هورمونی گیاه به ویژه سایتوکنین در

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

ریشه باشد. کاهش مقدار سایتوکنین ریشه در بسیاری از گیاهان گزارش شده است. در مقایسه بافت‌های زیره سبز تجمع پتاسیم در بافت ریشه کمتر از بافت برگ می‌باشد زیرا پتاسیم مورد نیاز اندام هوایی می‌باشد و در برگ جهت تنظیم اسمزی و در اندام زایشی برای فعالیت‌های متابولیکی استفاده می‌شود (نبی‌زاده مروست، ۱۳۸۱). اسیدهیومیک با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل در انحلال پتاسیم شده و میزان دسترسی به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. افزایش سطح ریشه و ریزوسفر سبب جذب بهتر برخی عناصر نظیر پتاسیم می‌گردد (Sanchez *et al.*, 2002). تجمع پتاسیم در ریشه گیاه گوجه فرنگی در کاربرد اسید هیومیک در غلظت ۱۲۸۰ میلی‌گرم بر لیتر افزایش یافت (David *et al.*, 1999). پتاسیم در ریشه گیاه باقلا بیشتر از سدیم در حضور اسیدهیومیک افزایش یافت و نسبت پتاسیم به سدیم را نیز افزایش داد که باعث تحمل گیاه شد؛ ولی میزان مس، منگنز و روی را کاهش داد و بر میزان کلسیم و آهن در این گیاه اثر معنی‌داری نداشت (Akinci *et al.*, 2009).

## نتیجه‌گیری:

برای مدیریت شوری، مؤثرترین راه استفاده از گونه‌ها و ارقام متحمل به شوری در مناطق شور است، لذا لزوم به کارگیری معیارهای مناسب جهت گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری ضروری است. تنش شوری اثرات نامطلوبی بر بسیاری از خصوصیات زیستی گیاهان، مخصوصاً گیاهان شیرین‌رست دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که در مرحله رویشی برخی از خصوصیات فیزیولوژیک از قبیل قند محلول، نسبت پتاسیم به سدیم **ریشه** بر اثر تنش شوری کاهش یافت. اسیدهیومیک بسیاری از اثرات مضر شوری را کاهش داد به خصوص باعث کاهش چشمگیر میزان سدیم در ارقام مختلف تربچه گردید. اسیدهیومیک باعث افزایش نشت الکترولیت، کلروفیل کل، نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی و **ریشه** گردید. در یک دید کلی اسیدهیومیک تأثیر مطلوبی بر رشد گیاه تربچه داشت، مخصوصاً هنگامی که تؤام با تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت. از بین ارقام مختلف تربچه، بیشترین تأثیر شوری و اسیدهیومیک بر رقم اسکارلت سین‌سیناتی می‌باشد که در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است، البته این نتیجه ناشی از تفاوت ژنتیکی بین این رقم و ارقام چریبل و اسپاکلر است که از نظر ظاهری هم با این ارقام تفاوت زیادی دارد.

## منابع:


اردلان، ح. (۱۳۹۰) بررسی تأثیر روش‌های مختلف پیش‌تیمار بذر بر رفتار جوانه‌زنی و خصوصیات مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاهچه‌های نخود تحت شرایط تنش شوری. پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

بابائیان جلودار، ن. و ضیاء تبار احمدی، م (ترجمه). (۱۳۸۱) رشد گیاه در اراضی شور و بایر. ب. ک. گارگ. آی. سی. گوپتا. انتشارات دانشگاه مازندران.

برزوئی، ا. (۱۳۸۹) مطالعات اثرات سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک و راندمان مصرف کود ارقام گندم با استفاده از رادیو ایزوتوپی $N_{15}$. رساله‌ی دوره‌ی دکترا. دانشگاه فردوسی مشهد.

تدین، م.س. و رستگار، ح. (۱۳۷۹) تأثیر محلول پاشی اسید سولفوریک بر کلروز آهن درخت پرتقال در یک خاک آهکی. مجله علوم خاک و آب. ویژه نامه. ٦: ۳۳-٤۸.

جلیلی مرندی، ر. (۱۳۸۹) فیزیولوژی تنش‌های محیطی و مکانیسم‌های مقاومت در گیاهان باغی (درختان. میوه، سبزی‌ها، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی.

جیحونی، م. (۱۳۸۹) بررسی جامع مواد هیومیکی و کاربرد آن‌ها در کشاورزی. نشریه فنی ۳.

خاوری، ز. (۱۳۷۵) فیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه تربیت معلم.


[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]

خیاط، م. (۱۳۹۲) تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام انار شیشه کب و ملس ساوه در شرایط مزرعه و گلخانه. رساله‌ی دوره‌ی دکترا، دانشگاه فردوسی مشهد.

سماوات، س. و ملکوتی، م. (۱۳۸٤) ضرورت استفاده از اسیدهای آلی هیومیک و فولویک برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی شماره . ٤٦۳. انتشارات سنا، تهران، ایران.

سعادتمند، م. و انتشاری، ش. (۱۳۹۲) اثر طول زمان پیش تیمار با سیلیکون بر تحمل شوری در گیاه گاوزبان ایرانی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای،۳: ٤٥-٥٦.

نصیری، س. (۱۳۹۲) مطالعه تأثیر اسیدهیومیک و مخمر بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیتو شیمیایی گل گاو زبان اروپایی تحت دو سطح کود دامی. پایان نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

نیکبخت، ع. کافی، م. بابالار، م. اعتمادی، ن. ابراهیم زاده، ح. و شیا. ی. (۱۳۸٦) اثر اسید هیومیک بر جذب کلسیم و رفتار فیزیولوژیکی پس از برداشت گل ژربرا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۸: ۲۳۷-۲٤۸.

نبی زاده مروست، م. (۱۳۸۱) اثرات شوری بر رشد، عملکرد و تجمع املاح و درصد اسانس زیره سبز. پایان نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

Ashraf, M. and Mc Nielly, T. (2004)Salinity tolerance in Brassica oil seeds. Journal of plant science 166:3-16.

Akinci, S. Buyukkeskin, T. Eroglu, A. and Erdogan, B. E. (2009) The effect of Humic acid on nutrient composition in broad bean (*Vicia faba* L.) roots. Journal of science Biology 1: 81-87.

Aydin, A. Kant, C. and Turan, M. (2012) Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. African Journal of Agricultur Research 7: 1073-1086.

Bacarin, M. A. Falqueto, A. R. Moraes, C. L. Marini, P. and Löwe, T. R. (2007) Plant growth and leaf photosynthesis in radish plants under NaCl stress. Revista Brasileira de Agrociencia 13: 473-479.

David, P. P. Nelson, P. V. and Sanders, D. C. (1994) Humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. Journal of plant Nutrition 17: 173-184.

Demir, K. Günes, A. Inal, A. and Alpaslan, M. (1999) Effects of humic acids on the yield and mineral nutrition of cucumber *(Cucumis sativus L.)* grown with different salinity levels. Acta. Horticulturae 492: 95-103.

Ehret, D. L. Harvey, B. L. and Eipywnyk, A. (1990) Salinity induced calcium deficiencies in Wheat and barley. Journal of Plant and soil 128:143-151.

Eryilmaz, F. (2006) The relationship between salt stress and Anthocyanin content in higher plants. Journal of Biotechnology 26: 100-112.

Habashy, N. R. Zaki, R. N. and Mahmoud, A. A. (2008) Maximizing tomato yield and its quality under salinity stress in a newly reclaimed soil. Journal of Applied Sciences Research 26: 1867-1875.

Hatic, A. and Gulser, F. (2005) The effect of sulphur and Humic acid on yield components and Macro nutrient contents of Spinach. Journal of Biological Science 5: 801-804.

Kumari, P. M. and Sekar, K. (2008) Effect of plant growth regulators on chlorophyll and carotenoid content of salinity stressed okra seedlings. Asian Journal of Horticulture 3: 54-55.

Maribel, L. Dionisio, S. and Satoshi, T. (1998) Antioxidant resposes of rice seedling to salinity stress. Journal of Plant Science 135: 1-9.

Muscolo, A. Cutrupi, S. and Nardi, S. (1997) IAA detection in Humic Substances. Journal of Soil Biology Biochemistry 30: 1199-1201.

Sairam, R. K. Veerabhadra, K. and Srivastava G. C. (2002) Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Journal of Plant Science 163: 1037-1046.

Sajjad, M. Siddiqi, E. H. Bhatti, K. H. Nawaz, K. Hussain, K. Talat, A. Anwar, S. Munir, M. and Afzal, A. (2013) Foliar application of salicylic acid as potent inducer of salt tolerance in radish (*Raphanus sativus* L.). Middle East Journal of Scientific Research 14:1098-1102.

Sanchez, A. Juares, M. Jorda, J. and Bermudes, D. (2002) Humic substances and Amino acid improve effectiveness of chelate Fe EDTHA in Lemons trees. Journal of plant Nutrition 29: 259-272.

[ Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.4.6 ]