مطالعه اثر اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) تحت تنش شوری

حمیده آزاد [۱]، بهمن فاضلی‌نسب [۲،*]، علی سبحانی‌زاده [۳]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اصلاح گیاهان باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
[۲] عضو هیات علمی گروه پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه، دانشگاه زابل
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: Bfazeli@uoz.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۳)

چکیده

این پژوهش به‌منظور مطالعه اثر هورمون‌های رشد آلی اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش تحت تنش شوری، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول شامل تنش شوری حاصل از کلرید سدیم در چهار سطح (۰، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌مولار)، عامل دوم شامل اسید جاسمونیک در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) و عامل سوم شامل اسید هیومیک در سه سطح (۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار) بود. نتایج نشان داد که سطوح مختلف شوری بر تمامی صفات موردبررسی به جز نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه اثر معنی‌داری داشت. با افزایش شدت تنش شوری از ۷۰ به ۲۱۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی (۳۹ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۵۵ درصد)، وزن‌تر و خشک گیاهچه (۴۵ درصد)، طول ریشه‌چه (۳۰ درصد) و ساقه‌چه (۴۲ درصدی)، طول گیاهچه (۳۷ درصد) و شاخص طولی (۶۷ درصد) و وزنی بنیه (۶۱ درصد) نسبت به شاهد کاهش یافت، اما شاخص طولی بنیه افزایش یافت. استفاده از اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر میزان صفات موردبررسی تأثیر معنی‌دار داشت. برهم‌کنش شوری و هورمون بر روی صفات وزن‌تر و خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی، شاخص وزنی بنیه و متوسط زمان لازم ۵۰ درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد. با توجه به اینکه بیشترین میزان طول ریشه‌چه، وزن‌تر و وزن خشک گیاهچه متعلق به برهم‌کنش اسید هیومیک و اسید جاسمونیک در عدم حضور شوری بوده و از طرفی نیز در حضور ۸۰ میلی مولار اسید هیومیک، گیاه چای ترش می‌تواند تا ۱۴۰ میلی مولار شوری را تحمل کند و دچار کاهش طول ریشه‌چه نشود و با افزایش اسید جاسمونیک (۲۰۰ میلی مولار) نیز جوانه‌زنی بیشتر شده، لذا می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از برهم‌کنش اسید جاسمونیک و اسید هیومیک می‌تواند هم میزان جوانه‌زنی را بهبود بخشد و هم با افزایش طول ریشه‌چه به گیاه کمک کرده تا بهتر بتواند شرایط کم‌آبی را تحمل کند.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، اسید جاسمونیک، چای ترش، شاخص بنیه بذر، کلرید سدیم

جنبه‌های نوآوری:

۱- اسید جاسمونیک و اسید هیومیک میزان جوانه‌زنی بذر چای ترش را در تنش شوری افزایش داد.
۲- اسید جاسمونیک و اسید هیومیک میزان طول ریشه‌چه چای ترش را در تنش اسمزی افزایش داد.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

مقدمه

چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) از خانواده پنیرکیان (Malvaceae)، گیاهی یک‌ساله، شاخه‌دار، با ارتفاعی حدود ۴۲ تا ۶۴ سانتی‌متر، رنگ آن سبز تیره متمایل به قرمز، دارای پایه کروموزومی (n=۱۸) و به‌صورت تتراپلوئید (۴n=۷۲) وجود دارد (دیوک[۱]، ۱۹۸۳). در ایران این گیاه و محصول کاسبرگ آن بنام‌های چای مکی یا چای مکه، چای ترش، چای قرمز و چای ترش شناخته می‌شود.

چای ترش از سالیان قبل به‌عنوان دارو استفاده می‌شده و هم‌اکنون نیز به‌عنوان گیاه دارویی موردتوجه است (عزیز[۲] و همکاران، ۲۰۰۷). گل و میوه آن در صنعت داروسازی برای تسکین علائم برونشیت و سرفه استفاده می‌شود. برای درمان فشارخون بالا، اسهال و بیماری دهان و ضد اسکوربیت (کمبود ویتامین ث) از کاسبرگ‌های آن استفاده می‌شود. همچنین در درمان سوءهاضمه و بیماری کبدی و قلبی کاربرد دارد (فرجی و تارخوانی[۳]، ۱۹۹۹؛ چونارین[۴] و همکاران، ۱۹۹۹).

جوانه‌زنی بذر، یک فرآیند زیستی است که در آن انواع مختلفی از عوامل ژنتیکی و محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (خائف و همکاران، ۱۳۹۰). جوانه‌زنی بذر با جذب رطوبت در بافت‌های جنین آغاز می‌گردد. در مراحل اولیه، انرژی از طریق فرایند گلیکولیز فراهم‌شده و متابولیت‌های لازم برای سنتز مواد جدید را از طریق گریز راه پنتوز فسفات تأمین می‌کند. هورمون جیبرلین با ارسال پیام لازم برای سنتز آنزیم‌های هیدرولیز کننده، موجب تجزیه مواد ذخیره‌ای در آندوسپرم دانه می‌شوند. هورمون‌های تحریک‌کننده مثل سیتوکینین و اکسین با تحریک تقسیم و طویل شدن سلول باعث رشد، افزایش تنفس در میتوکندری، سنتز پروتئین‌ها، رشد و ظهور گیاهچه می‌شود (لارکر[۵]، ۲۰۰۱).

تنش‌های محیطی زیادی بر رشد و نمو و تولید محصول در گیاهان تأثیر می‌گذارند که از این تنش‌ها می‌توان به خشکی، سرما، گرما، عناصر سمی و شوری اشاره کرد (سایرام[۶] و همکاران، ۲۰۰۵). مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی در مراحل مختلف چرخه زندگی متفاوت است و معمولاً در اغلب گیاهان، مرحله ابتدایی رشد به‌عنوان حساس‌ترین مرحله رشدی تلقی می‌شود (اسلامی و همکاران، ۱۳۸۷؛ رادسویچ[۷] و همکاران، ۱۹۹۷).

شوری در خاک، یکی از تنش‌های مهم نواحی خشک و نیمه‌خشک است (جمیل[۸] و همکاران، ۲۰۰۶). در ایران که دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است، تنش شوری یکی از موانع تولید محسوب می‌شود (مقصودی مود و مقصودی[۹]، ۲۰۰۸). اگرچه تنش شوری در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند رخ دهد، اما با توجه به این‌که استقرار اولیه گیاه در عملکرد نهایی تأثیر زیادی دارد تنش شوری در مرحله گیاهچه‌ای برای گیاه می‌تواند بسیار مضر باشد (رئوف[۱۰] و همکاران، ۲۰۰۷). شوری در ابتدا باعث کاهش جذب آب توسط بذرها به دلیل پتانسیل اسمزی منفی محیط شده و در مرحله دوم باعث سمیت و ایجاد تغییر در فعالیت‌های آنزیمی می‌شود. سرعت زیاد تجمع نمک در سلول‌های در حال نمو از دلایل حساسیت گیاه به شوری در این مرحله هست (فرخی و گالشی، ۱۳۸۴). خمری و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که شوری سبب کاهش درصد جوانه‌زنی کنگر وحشی شد و کاهش پتانسیل اسمزی عامل محدودکننده جوانه‌زنی بود؛ اما در غلظت‌های بالا سبب سمیت یونی و در پی آن افزایش جذب یون‌ها به‌خصوص یون‌های نمک NaCl و عدم تعادل بین عناصر غذایی از عوامل مهم ایجاد اختلال و کاهش درصد جوانه‌زنی محسوب می‌شود (مقتولی و چایچی، ۱۳۷۸). همچنین نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که افزایش شوری با اعمال تأثیر منفی بر جوانه‌زنی موجب کاهش آن می‌گردد (ملائی و تقوایی، ۱۳۹۳). گودفری و همکاران (گودفری[۱۱] و همکاران، ۲۰۰۷). بیان نمودند که رسوب نمک در ریشه در حال رشد دلیل اصلی

[1] Duke
[2] Aziz
[3] Faraji and Tarkhani
[4] Chewonarin
[5] Larcher
[6] Sairam
[7] Radosevich
[8] Jamil
[9] Maghsoudi Moud and Maghsoudi
[10] Rauf
[11] Godfery

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

خشکی فیزیولوژیکی و سپس کاهش تقسیم سلولی و درنهایت کاهش رشد ریشه و بنیه بذر است. نتایج محققان در مورد گیاهان کوشیا (جامی الاحمدی و کافی[1]، ۲۰۰۶)، اسفرزه (حسینی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۵)، مرزه، کاسنی و کنگر وحشی (ثقه‌الاسلامی، ۱۳۸۹) نشان می‌دهد که سطوح مختلف شوری می‌تواند سرعت جوانه‌زنی را کاهش دهد.

ماده آلی محصول فعالیت زیستی جانوری و گیاهی خاک است و شامل تمامی اجزاء اولیه آلی زنده و مرده، تازه یا تجزیه شده خاک است. باکتری‌ها و قارچ‌ها مانند بقایای گیاهی و جانوری جزئی از بخش آلی خاک محسوب می‌گردند. با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات فراوانی در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴). در مورد اکثر صفات، تأثیر کودهای آلی به‌مراتب بیشتر از کودهای شیمیایی بوده که احتمالاً به تولید بیشتر عناصر غذایی موجود در این تیمارها در طول دوره رویشی و زایشی گیاه مرتبط بوده است (خندان و همکاران، ۱۳۸۴). یکی از کودهای آلی اسید هیومیک است. اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی، بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی جهت بهبود عملکرد به‌ویژه در شرایط متغیر محیطی می‌تواند مؤثر واقع شود (امونجر[2] و همکاران، ۱۹۹۰). همچنین اسید هیومیک یکی دیگر از کودهای مناسب مورداستفاده در نظام کشاورزی آلی است. مهم‌ترین خاصیت اسید هیومیک این است که از یک طرف به انحلال و آزادسازی عناصر تثبیت‌شده بخصوص در خاک‌های قلیایی کمک می‌کند و از طرف دیگر همانند یک مخزن عناصر اضافی موجود در محیط را در خود ذخیره نموده، به‌موقع در اختیار ریشه می‌گذارد و بدین ترتیب گیاه متعادلی را می‌پروراند (داعی و سرداری مهرآباد، ۱۳۸۹). اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴) و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و همچنین بابنیه کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (ناردی[3] و همکاران، ۲۰۰۲). کاربرد اسید هیومیک در غلظت ۵۴ میلی‌گرم بر لیتر سبب افزایش معنی‌داری در رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه گندم از طریق افزایش جذب آب و مواد غذایی شد (مالیک و اعظم[4]، ۱۹۸۵). همچنین آماده‌سازی بذرهای شمعدانی و همیشه‌بهار در محلول اسید هیومیک با غلظت‌های ۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۱۲ تا ۴۸ ساعت وزن‌تر ریشه، طول ریشه و درصد جوانه‌زنی را افزایش داد (جک و ایوانس[5]، ۲۰۰۰).

اسید جاسمونیک و اسید متیل جاسمونیک خانواده جدیدی از هورمون‌های گیاهی هستند که در کل به آن‌ها اسیدهای جاسمونیک گفته می‌شود و نقش مهمی در تنظیم فرآیند رشد و نمو دارد (قائو[6] و همکاران، ۲۰۰۴). اسید جاسمونیک نیز از مهم‌ترین هورمون‌های مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی است. این هورمون بعد از زخم شدن گیاه به‌سرعت در بافت‌های زخمی و غیر زخمی تجمع پیدا می‌کند (موسوی، ۱۳۹۰). استفاده از متیل جاسمونات و ترکیبات مشابه راهکاری مؤثر برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه گیاه و مقاومت در برابر تنش‌های محیطی و پاتوژن‌ها محسوب می‌شود (آوانچی[7] و همکاران، ۲۰۱۰؛ چونگ و چو[8]، ۲۰۰۳). اسید جاسمونیک یک مولکول پیام‌رسان مهم برای میانجی‌گری پاسخ‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است (سناراتا[9] و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین می‌تواند عکس‌العمل گیاه به محدوده وسیعی از تنش‌های اکسیداتیو را تعدیل کند (شیراسو[10] و همکاران، ۱۹۹۷). جاسمونات‌ها ضمن افزایش توان گیاه در برابر تنش‌های محیطی و زیستی، از طریق افزایش سطح برگ و افزایش کربن‌گیری، سبب افزایش وزن

[1] Jami Al-Ahmadi and Kafi
[2] Emongor
[3] Nardi
[4] Malik and Azam
[5] Jack and Evans
[6] Gao
[7] Avanci
[8] Cheong and Choi
[9] Senaratna
[10] Shirasu

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

سوخ در پیاز شده‌اند (ماکسمیس[1]، ۲۰۱۱). گزارش‌شده است که کاربرد اسید جاسمونیک در گوجه‌فرنگی می‌تواند با برطرف کردن تنش خشکی وضعیت گیاه را بهبود بخشد (سناراتا و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین در تحقیقی افزایش رشد لپه‌ها با کاربرد متیل جاسمونات در کدو گزارش‌شده است (استونوا بکالوا[2] و همکاران، ۲۰۰۹). دخالت اسید جاسمونیک و مشتقات آن در جوانه زدن بذر و رشد گیاه یکی از اثرات طولانی‌مدت جاسمونات‌ها است.

تحقیق حاضر با هدف بررسی و مطالعه اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی در گیاه چای ترش و اثر هورمون‌های رشد آلی (جاسمونیک و اسید هیومیک) بر روی آن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه برهم‌کنش هورمون اسید جاسمونیک در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار)، اسید هیومیک در سه سطح (۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار) و تنش شوری (چهار سطح (۰، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌مولار)) بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۴ در پژوهشکده زیست‌فناوری کشاورزی[3] دانشگاه زابل، اجرا گردید. بذرهای گیاه چای ترش از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل تهیه گردید. برای کشت بذر، ابتدا بذور به مدت ۳۰ ثانیه در محلول ۱۰ درصد هیپوکلریت سدیم غوطه‌ور و پس از ۳ بار شستشو با آب مقطر، برای کشت آماده گردید. بعد از جدا کردن بذرهای سالم و هم‌اندازه، تعداد ۲۵ بذر یکنواخت با استفاده از پنس ضدعفونی شده بر روی کاغذ جوانه‌زنی با فاصله مشخص قرار داده شدند و برای هر تیمار تعداد ۳ ظرف پتری به‌عنوان ۳ تکرار در نظر گرفته شد. سپس مقدار ۵ میلی‌لیتر از محلول مربوط به هر یک از تیمارها، به پتری‌ها اضافه گردید و درب پتری‌ها کاملاً بسته شد. شمارش بذور جوانه‌زده از روز دوم کشت شروع شد. در این تحقیق بذری جوانه‌زده محسوب گردید که طول ریشه‌چه آن به‌اندازه تقریباً دو میلی‌متر ظاهرشده بود. پس از کاشت بذرها، ظروف پتری در ژرمیناتور دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در روز آخر آزمایش (ثابت شدن جوانه‌زنی به مدت ۷۲ ساعت) نیز طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در همه گیاهچه‌های جوانه‌زده اندازه‌گیری شده و بر اساس میانگین گزارش شد. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی بذور از برنامه جرمین[4] استفاده شد که این برنامه D10 (مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۱۰ درصد حداکثر خود برسد)، D50 (مدت‌زمان که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد) و D90 (مدت‌زمان که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر خود برسد) را محاسبه می‌کند. این برنامه پارامترهای یادشده را برای هر تکرار و هر تیمار بذری از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند. سرعت جوانه‌زنی از طریق رابطه زیر محاسبه شد. یکنواختی جوانه‌زنی[5] به‌صورت تکمیل زمان برای رسیدن رسیدن از ۱۰ درصد به ۹۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی محاسبه گردید؛ که در این صفت هر چه عدد به‌دست‌آمده کمتر باشد، نشان دهند یکنواختی بیشتر جوانه‌زنی بذرها است (سلطانی[6] و همکاران، ۲۰۰۱).

رابطه (۱) $R50=1/D50$

رابطه (۲)

$$GU = D90 - D10$$

مدت‌زمان رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی نیز بر اساس رابطه ۳ محاسبه شد. در این رابطه N جوانه‌زنی نهایی ni, nj نیز تعداد بذور جوانه‌زده در مدت‌زمان بین ti– tj است (کلبر[7] و همکاران، ۱۹۸۴).

رابطه (۳)

$$D10, 50, 90 = ti + [(N/2-ni) (tj -ti)]/ (nj-ni)$$

شاخص‌های وزنی و طولی بنیه گیاهچه، مطابق رابطه ۴ و ۵ (عبدالباکی و اندرسون[8]، ۱۹۷۳) اندازه‌گیری و محاسبه شد.

رابطه (۴)

[1] Maksymiec
[2] Stoynova-Bakalova
[3] http://cab.uoz.ac.ir
[4] Germin
[5] Germination uniformity (GU)
[6] Soltani
[7] Coolbear
[8] Abdul-Baki and Anderson

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

شاخص وزنی بنیه = وزن خشک گیاهچه × درصد جوانه‌زنی
رابطه (۵)
شاخص طولی بنیه = طول گیاهچه × درصد جوانه‌زنی

بعد از سپری شدن طول دوره آزمایش و در روز چهاردهم از صفات گیاهچه‌ای به شرح زیر یادداشت‌برداری به عمل آمد: طول ریشه‌چه (PRL)[1] و ساقه‌چه (PSL)[2] نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه (PSL/PRL)، وزن‌تر گیاهچه (SFW)[3] و وزن خشک گیاهچه (SDW)[4]. اندازه‌گیری طول‌ها برحسب میلی‌متر میلی‌متر و اندازه‌گیری وزن‌ها برحسب گرم و به‌وسیله ترازوی حساس دیجیتالی به‌دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد.

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

رشد گیاهچه‌ها

وزن‌تر و خشک گیاهچه

اثرات اصلی شوری و اسید هیومیک بر وزن‌تر و خشک گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین در بین برهمکنش شوری و اسید هیومیک در سطح احتمال خطای ۱ درصد بر وزن خشک گیاهچه و در سطح ۵ درصد بر وزن‌تر گیاهچه و برهمکنش شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک در سطح ۱ درصد بر وزن‌تر و خشک گیاهچه معنی‌دار شدند (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین برهمکنش‌ها، بیشترین وزن‌تر گیاهچه (۴/۲۲ گرم) از سطح شاهد شوری، استفاده از ۲۰۰ میلی‌مولار اسید جاسمونیک و ۴۰ میلی‌مولار اسید هیومیک و کمترین مقدار صفت (۰/۸۲ گرم) از ۲۱۰ میلی‌مولار شوری و ۲۰۰ میلی‌مولار اسید جاسمونیک و ۸۰ میلی‌مولار اسید هیومیک مشاهده شد. همچنین بیشترین وزن خشک گیاهچه از سطح شاهد شوری، ۵۰ میلی‌مولار اسید جاسمونیک و ۴۰ میلی‌مولار هیومیک به دست آمد (جدول ۷). در تیمار بذور کاهو و گوجه‌فرنگی در پتری دیش‌های حاوی اسید هیومیک وزن‌تر و خشک گیاهچه‌های کاهو به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این اثر می‌تواند به طویل شدن سلول و کارایی بیشتر در جذب آب مربوط باشد؛ درحالی‌که گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی در وزن خشک و تعداد بذور جوانه‌زده تفاوت معنی‌داری را در پاسخ به تیمار آلی اسید هیومیک نشان ندادند (پیکولو[5] و همکاران، ۲۰۰۵).

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه

طول ریشه‌چه تحت تأثیر اثرات اصلی شوری، جاسمونیک اسید، هیومیک و برهم‌کنش‌ها (به‌جز اسید جاسمونیک و هیومیک) در سطح احتمال خطای ۱ درصد قرار گرفت طول ساقه‌چه نیز تحت تأثیر اثر شوری، اسید هیومیک و برهم‌کنش شوری و اسید جاسمونیک و اسید جاسمونیک و هیومیک در سطح احتمال خطای ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۱). همچنین طول گیاهچه نیز تحت تأثیر شوری و اسید هیومیک (احتمال ۱ درصد)، اسید جاسمونیک (سطح احتمال ۵ درصد) و برهمکنش آنها در سطح احتمال خطای ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۱). با توجه مقایسه میانگین، اثرات شوری در اسید جاسمونیک برای بیشترین مقدار صفات طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه از سطح اول شوری (شاهد) و سطح چهارم (۲۰۰ میلی‌مولار) اسید جاسمونیک حاصل شد (جدول ۴). بیشترین مقدار صفات ساقه‌چه و گیاهچه از سطح اول شوری (شاهد) و سطح دوم (۴۰ میلی‌مولار) اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۵).

[1] Primary root length (PRL)
[2] Priming stem length (PSL)
[3] Seedling Fresh waight (SfW)
[4] Seedling dry waight (SDW)

[5] Piccolo

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش تحت تنش شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن‌تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	درصد جوانه‌زنی	طول گیاهچه	شاخص طولی بنیه	شاخص وزنی بنیه
شوری	۳	۱/۸۷۱**	۰/۱۹۹۱**	۳/۷۵۰**	۱۱/۵۰۳**	۲۲/۳۴۷**	۱۴/۵۰۶**	۴۹/۱۲**	۰/۳۲۲۷**
اسید جاسمونیک	۳	۰/۰۷۸^{ns}	۰/۰۰۱۶^{ns}	۱/۱۹۹**	۰/۵۱۸^{ns}	۱/۱۱۲**	۱/۲۶۸*	۱/۱۴^{ns}	۰/۰۰۷۲^{ns}
اسید هیومیک	۲	۰/۷۸۰**	۰/۰۶۲۴**	۱/۴۶۲**	۱/۸۵۵**	۴/۵۹۷**	۴/۱۴۴**	۱۰/۵۷**	۰/۰۷۲۳**
شوری×جاسمونیک	۹	۰/۱۰۴^{ns}	۰/۰۰۹۵^{ns}	۰/۸۰۵**	۰/۹۰۰**	۰/۸۲۳*	۱/۵۶۰**	۱/۳۱۶^{ns}	۰/۰۱۳۳*
شوری×هیومیک	۶	۰/۱۹۳*	۰/۰۲۹۴**	۰/۲۹۱*	۰/۳۴۸^{ns}	۲/۲۶۴**	۱/۲۱۱*	۴/۰۹*	۰/۰۳۲۲**
جاسمونیک×هیومیک	۶	۰/۱۳۶^{ns}	۰/۰۱۰۶^{ns}	۰/۱۸۹^{ns}	۰/۷۵۰*	۱/۲۸۴*	۰/۹۱۸*	۱/۴۰^{ns}	۰/۰۱۴۹*
شوری×جاسمونیک× هیومیک	۱۸	۰/۱۶۲**	۰/۰۱۷۹**	۰/۲۷۱**	۰/۴۴۰^{ns}	۰/۹۱۲*	۰/۵۶۱^{ns}	۱/۵۴^{ns}	۰/۰۱۶۷**
خطا	۹۶	۰/۰۶۵	۰/۰۰۵۶	۰/۱۲۱	۰/۲۸۵	۰/۴۱۴	۰/۴۰۷	۱/۵۸۴	۰/۰۰۵۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۲۲	۱۵/۳۹	۸/۲۳	۱۱/۷۰	۷/۸۵	۱۰/۳۴	۱۴/۸۹	۱۸/۳۵

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns، غیر معنی‌دار

با توجه به برهمکنش سه‌جانبه؛ بالاترین (۲۶/۳۴ میلی‌متر) طول ریشه‌چه نیز از شوری صفر، اسید هیومیک ۴۰ میلی‌مولار بر لیتر و اسید جاسمونیک ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۷).

تحقیقات نشان داده است که درصد ریشه‌زایی، حداکثر و متوسط طول ریشه‌چه با افزایش غلظت کلرید سدیم در نعناع کاهش می‌یابد (طبائی عقدایی و همکاران، ۱۳۸۴). اسید هیومیک اثرات مثبت بر توسعه ریشه دارد. به‌طوری‌که نسبت ریشه به شاخه را افزایش و باعث تولید ریشه‌های نازک جانبی در برخی گیاهان می‌گردد (تاتینی[1] و همکاران، ۱۹۹۱). در پژوهشی محلول‌پاشی اسید هیومیک روی چای ترش سبب بهبود رشد ریشه و منجر به جذب بالاتر مواد غذایی توسط ریشه گردید (گوونس[2] و همکاران، ۱۹۹۹؛ سلامی[3] و همکاران، ۱۳۸۵). اثر سطوح شوری شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز و سنبل‌الطیب را موردمطالعه قراردادند. نتایج نشان داد که اثر شوری باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. تحقیقات همچنین نشان داد که ترکیبات نیتروژنی اسید هیومیک عامل اصلی افزایش رشد ریشه‌چه در گیاهچه‌های کاهو است (یانگ و چن[4]، ۱۹۹۷).

جاسمونات‌ها در رشد و نمو و واکنش به تنش‌های محیطی نقش تنظیم‌کننده‌ای را ایفا می‌کنند. در همین رابطه اسید جاسمونیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده کلیدی شناخته‌شده است، به‌این‌علت که در واکنش گیاهان نسبت به تنش، این ترکیب‌ها به‌عنوان کد کننده‌ی ژن‌های بازدارنده نظیر پروتئین‌های تئونین، اسموتین، هیدروکسی پرولین و پرولین و همچنین آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز فلاونوئید در نظر گرفته می‌شود (کرلمان و مولت[5]، ۱۹۹۷). اکبری[6] و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی خود نشان دادند که شوری می‌تواند سبب کاهش طول ریشه‌چه یا ساقه‌چه و در نهایت کاهش طول گیاهچه شود. به نظر می‌رسد آماده‌سازی بذر با اسید هیومیک به علت تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی که اتفاق می‌افتد و افزایش فعالیت پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و آنزیم‌ها منجر به جوانه‌زنی سریع و افزایش ظهور گیاهچه شده و با افزایش متابولیسم و نفوذپذیری سلول‌ها نسبت به آب و مواد

[1] Tattini
[2] Guvence
[3] Salami
[4] young and Chen
[5] Creelman and Mullet
[6] Akbari

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

جدول ۲- ادامه تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش تحت تنش شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول ساقه‌چه به ریشه‌چه	سرعت جوانه‌زنی	یکنواختی جوانه‌زنی	متوسط زمان لازم ۱۰ درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان لازم ۵۰ درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان لازم ۹۰ درصد جوانه‌زنی
شوری	۳	۰/۳۴۹^{ns}	۰/۰۳۷۳**	۲۹/۸۷**	۱۹/۶۹**	۳۲/۷۲**	۴۲/۹۹**
اسید جاسمونیک	۳	۰/۰۶۱^{ns}	۰/۰۰۴۹**	۱/۲۸^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۳/۶۶**	۱/۲۴^{ns}
اسید هیومیک	۲	۰/۱۰۸۵^{ns}	۰/۰۰۹۶**	۱/۴۹^{ns}	۶/۳۵**	۷/۹۲**	۴/۲۸^{ns}
شوری×جاسمونیک	۹	۰/۱۳۸۱^{ns}	۰/۰۰۱۵^{ns}	۲/۹۳^{ns}	۱/۲۰^{ns}	۱/۳۳*	۳/۶۱^{ns}
شوری×هیومیک	۶	۰/۲۶۲^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۱/۶۸^{ns}	۲/۹۶**	۱/۶۹*	۲/۲۲^{ns}
جاسمونیک×هیومیک	۶	۰/۲۱۲^{ns}	۰/۰۰۱۲*	۱/۸۳^{ns}	۲/۲۳*	۱/۸۹**	۲/۰۶^{ns}
شوری×جاسمونیک×هیومیک	۱۸	۰/۱۳۷^{ns}	۰/۰۰۱۲^{ns}	۲/۶۵^{ns}	۱/۰۷^{ns}	۱/۰۸*	۲/۴۴^{ns}
خطا	۹۶	۰/۱۴۵	۰/۰۰۰۷	۲/۸۳	۰/۶۹	۰/۶۱	۲/۴۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۴/۵۲	۱۴/۵۱	۱۹/۸۴	۱۳/۰۴	۱۳/۸۸	۱۷/۴۷

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns، غیر معنی‌دار

غذایی سبب تحریک ریشه‌زایی می‌شود (اصغری‌پور و رفیعی[1]، ۲۰۱۱). در آزمایشی با بررسی اثر سطوح مختلف شوری ۰، ۵۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم روی گیاهان دارویی مریم‌گلی، سنای هندی، مارتیغال، خاکشیر تلخ، شاهدانه، بابونه آلمانی و بابونه رومی ملاحظه شد که با افزایش غلظت شوری، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه وزن خشک، بنیه بذر و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه کاهش یافت (مهدی‌خانی، ۱۳۸۶). برخی محققان اعلام کردند که در شرایط تنش، رشد ساقه‌چه بیشتر از رشد ریشه‌چه و همچنین وزن بیشتر از طول کاهش می‌یابد، اما برخی معتقدند که تنش، طول ریشه‌چه را بیشتر کم می‌کند، ولی وزن آن را تغییر نمی‌دهد (ون ده ونتر[2]، ۲۰۰۱). آزمایش بورنت[3] و همکاران (۲۰۰۵) روی گیاه مریم‌گلی، بیانگر کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش شدت تنش اسمزی بود. کلین و ویلسون[4] (۱۹۹۴) نشان دادند که غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش طول ساقه گندم از ۲۰/۹ به ۵۱/۵ سانتی‌متر می‌شود.

نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه

در مورد این صفت، تفاوت‌های معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت (جدول ۲)؛ یعنی هورمون‌ها در اثر تنش القایی وضعیت‌های مشابهی ازنظر این صفت داشتند. همین امر در مورد برهم‌کنش سطح تنش، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک نیز صادق بود (جدول ۲).

شاخص‌های جوانه‌زنی

سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تنش شوری، اسید هیومیک و اسید جاسمونیک و همچنین برهمکنش اسید جاسمونیک و اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۱ درصد بر سرعت جوانه‌زنی در گیاه چای ترش داشت (جدول ۲). درصد جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر اثرات شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک و برهمکنش شوری و اسید هیومیک در سطح احتمال خطای ۱ درصد قرار گرفت. همچنین برهم‌کنش شوری و اسید جاسمونیک، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک و برهم‌کنش سه‌جانبه آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد بر درصد جوانه‌زنی در گیاه چای ترش داشت و برهمکنش تنش شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک در سطح احتمال خطای ۵ در صد معنی‌دار بود (جدول ۱).

[1] Asgharipour and Rafiei
[2] Van de Venter
[3] Burnett
[4] Kline and Wilson

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی نشان داد، در تیمار تنش شوری، بیشترین سرعت جوانه‌زنی، در شرایط عدم تنش (شاهد) و کمترین آن‌ها از تنش شدید (۲۱۰ میلی‌مولار) به دست آمد. افزایش تنش شوری از ۷۰ به ۲۱۰ میلی‌مولار باعث کاهش ۳۹ درصدی سرعت جوانه‌زنی گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین برهمکنش شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک نشان داد، بیشترین درصد جوانه‌زنی چای ترش از سطح شاهد شوری و اسید جاسمونیک و ۴۰ میلی‌مولار اسید هیومیک حاصل گردید (جدول ۷) می‌توان نتیجه گرفت برهم‌کنش اسید جاسمونیک و اسید هیومیک نمی‌تواند اثر شوری را از بین ببرد.

جوانه‌زنی بذرها بخش حساسی از مراحل نمو گیاهی است. تنش اسمزی از سرعت جوانه‌زنی کاسته و در تنش‌هایی که شدت آن‌ها زیاد است هم میزان جوانه‌زنی و هم سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. دیده‌شده که دانه‌های گیاهان هالوفیت نسبت به گلیکوفیت‌ها مقاومت بیشتری به شوری دارند. در شوری بالا برخی دانه‌های هالوفیت در خواب می‌مانند تا سوبسترای شوری بعد از بارندگی کافی کاهش‌یافته و شرایط جوانه‌زنی فراهم گردد (پرازاد[1]، ۱۹۹۷). در آزمایشی روی چهار گونه گیاهی (سیاه‌دانه، شاهدانه، شنبلیله و کنگرفرنگی)، افزایش شوری تا ۴ دسی زیمنس بر متر اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت، ولی با بیشتر شدن شوری درصد جوانه‌زنی کاهش یافت؛ به‌طوری‌که در تیمار شوری بالا (۲۰ دسی زیمنس بر متر) جوانه‌زنی متوقف شد (جوادی و همکاران، ۱۳۹۳). گزارش‌هایی از افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی با متیل جاسمونات در بذرهای هندوانه وجود دارد (کورکماز[2] و همکاران، ۲۰۰۵). بنا به گزارش محققین روی گیاه ریحان، متیل جاسمونات با افزایش درصد جوانه‌زنی موجب بهبود شرایط گیاه در تنش شوری می‌شود (انتشاری و جعفری[3]، ۲۰۱۳). چوهان[4] و همکاران (۲۰۰۶) نیز در تحقیقی روی بذور شیر تیغک در استرالیای جنوبی دریافتند که محلول کلرید سدیم با غلظت حدود ۹۰ میلی‌مولار، جوانه‌زنی بذور این گیاه را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. نتایج خائف و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی استبرق در تیمار شاهد بدون نمک به دست آمد، با افزایش غلظت نمک، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. در آزمایشی گزارش کردند که با افزایش سطح تنش اسمزی، درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی اسفرزه کاهش یافت (حسینی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۵). در آزمایشی افزایش شوری تا ۴ دسی زیمنس بر متر اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت ولی با بیشتر شدن شوری درصد جوانه‌زنی کاهش یافت به‌طوری‌که در تیمار شوری بالا (۲۰ دسی زیمنس بر متر) جوانه‌زنی متوقف شد (جوادی و همکاران، ۱۳۹۳). از طرفی نتایج نشان داده که کاربرد اسید جاسمونیک سبب افزایش فاکتورهای رشدی نعناع فلفلی شده و می تواند در افزایش مقاومت نسبت به تنش شوری نقش داشته باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳). اسید هیومیک تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته و در تیمارهای تنش سبب افزایش جوانه‌زنی شده است. در بین سطوح اسید هیومیک، پیش تیمار ۳۰۰ میلی گرم در لیتر در سطوح تنش بالا نسبت به سایر تیمارها در اکثر صفات موردمطالعه برتری داشت. در مجموع نتایج حاصل نشان داد که پیش تیمار توسط اسید هیومیک می تواند باعث مقاومت بذر در مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه همیشه‌بهار نسبت به تنش شوری شود (موسی‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). در تحقیق حاضر نیز اسید هیومیک نسبت به اسید جاسمونیک بر جوانه‌زنی مؤثرتر بوده اما در کل مؤثرترین سطح هیومیک اسید، سطح ۴۰ میلی‌مولار و سطح اسید جاسمونیک، سطح ۲۰۰ میلی‌مولار بوده است اما در برخی تحقیقات (موسی‌پور و همکاران، ۱۳۹۳) سطح ۳۰۰ میلی‌گرم هیومیک مؤثرترین بوده که با تحقیق حاضر متفاوت بوده و می‌توان مهم‌ترین نقش را نوع گیاه موردنظر دانست.

یکنواختی جوانه‌زنی

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تنش شوری بر صفت یکنواختی جوانه‌زنی در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار شد؛ و بقیه اثرات معنی‌دار نبودند. بررسی صفت یکنواختی جوانه‌زنی در

[1] Prasad
[2] Korkmaz
[3] Enteshari and Jafary
[4] Chauhan

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری از میزان یکنواختی جوانه‌زنی کاسته شد (در شوری صفر بیشترین میزان و در شوری ۲۱۰ میلی‌مولار کمترین میزان به دست آمد) (جدول ۳). در یکنواختی جوانه‌زنی هرچقدر مطلق عدد به‌دست‌آمده کمتر باشد نشان‌دهنده این است که یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر است (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱). سید شریفی[1] (۱۳۸۶) در آزمایشی با بررسی چهار سطح شوری (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) کلرید سدیم بر جوانه‌زنی مارتیغال نشان داد که تنش شوری اثر معنی‌داری بر یکنواختی جوانه‌زنی داشت.

متوسط زمان‌های لازم برای جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد، اثر اسید جاسمونیک تنها بر زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد. اثر اسید هیومیک بر زمان لازم برای ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی و اثر شوری بر هر سه صفت معنی‌دار شد. برهم‌کنش شوری و اسید جاسمونیک تنها بر زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی، برهم‌کنش شوری، اسید هیومیک و اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر زمان لازم بر ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی و برهمکنش سه‌جانبه تنها بر زمان لازم بر ۵۰ درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین مربوط به متوسط زمان لازم برای درصد جوانه‌زنی نشان داد، سطح صفر تنش یا شاهد کمترین و تنش شوری شدید (۲۱۰ میلی‌مولار) بیشترین زمان لازم ۹۰ درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). سطح صفر هیومیک و سطح صفر جاسمونیک در سطح ۲۱۰ میلی‌مولار شوری، بیشترین زمان لازم ۵۰ درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (جدول ۸). سطح ۱۵۰ میلی‌مولار اسید جاسمونیک و ۸۰ میلی‌مولار اسید هیومیک با میانگین ۱۴/۷۴ روز بیشترین زمان لازم ۱۰ درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (جدول ۶).

طی گزارشی مشابه خیساندن بذر فلفل در محلول متیل جاسمونات با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و بهبود استقرار دانهال‌ها تحت تنش شوری شد (رضایی[2] و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین گزارش‌شده آماده‌سازی با متیل جاسمونات تولید پلی‌آمین آزاد را در بافت‌های گیاهی تحریک می‌کند؛ بنابراین متیل جاسمونات و پلی‌آمین به‌صورت هم‌افزایی عمل می‌کنند و آماده‌سازی بذر با متیل جاسمونات درصد و سرعت جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه را افزایش می‌دهد (کورکماز[3] و همکاران، ۲۰۰۴).

گزارش‌هایی از اثر افزایشی درصد و سرعت جوانه‌زنی با متیل جاسمونات نیز در بذرهای هندوانه وجود دارد (کورکماز و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین به نظر می‌رسد آماده‌سازی بذر با اسید هیومیک به علت تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی که اتفاق می‌افتد و افزایش فعالیت پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و آنزیم‌ها منجر به جوانه‌زنی سریع و افزایش ظهور گیاهچه شده و با افزایش متابولیسم و نفوذپذیری سلول‌ها نسبت به آب و مواد غذایی سبب تحریک ریشه‌زایی می‌شود (مقبلی و آروین، ۱۳۹۳).

در تحقیقی اثر آماده‌سازی بذر با تنظیم‌کننده‌های رشد (اسید هیومیک، اسید جاسمونیک و اسید سالیسیلیک) بر خصوصیات جوانه‌زنی، رشد و عملکرد میوه طالبی مورد ارزیابی قرارگرفته که بیشترین میزان درصد و سرعت جوانه‌زنی در آماده‌سازی با اسید هیومیک به ترتیب ۹۷ و ۴۰ درصد بوده است (مقبلی و آروین، ۱۳۹۳).

شاخص‌های بنیه بذر

شاخص طولی و وزنی بنیه

شاخص طولی و وزنی بنیه تحت تأثیر اثرات شوری و اسید هیومیک در سطح احتمال خطای ۱ درصد قرار گرفتند. برهم‌کنش شوری و اسید جاسمونیک، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک تنها بر شاخص وزنی بنیه (در سطح احتمال خطای ۵ درصد) و برهم‌کنش شوری و اسید هیومیک بر هر دو صفت معنی‌دار شد. همچنین برهمکنش شوری و اسید جاسمونیک و اسید هیومیک تنها بر شاخص وزنی بنیه در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

[1] Sayed Sharifi

[2] Rezaei
[3] Korkmaz

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک برای شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش

تیمار	واحد (میلی‌مولار)	شاخص طولی بنیه	سرعت جوانه‌زنی (بر روز)	یکنواختی جوانه‌زنی (روز)	زمان لازم برای ۹۰ درصد جوانه‌زنی (روز)
شوری	۰	۴۷/۶۹a	۰/۰۵۲a	۵۴/۱۲c	۶۰/۲۵c
	۷۰	۳۱/۶۶b	۰/۰۳۸b	۷۴/۰۷b	۷۹/۹۱b
	۱۴۰	۲۶/۹۸b	۰/۰۳۰c	۸۰/۶۲ab	۹۰/۹۳b
	۲۱۰	۱۵/۶۹c	۰/۰۲۳d	۹۱/۵۹a	۱۰۷/۵۷a
اسید جاسمونیک	۰	۳۱/۹۹a	۰/۰۴۰a	۸۰/۷۶a	۸۹/۴۳a
	۵۰	۳۱/۱۵a	۰/۰۴۰a	۷۵/۳۲a	۸۵/۷۰a
	۱۵۰	۳۰/۵۶a	۰/۰۳۳b	۷۳/۱۱a	۸۴/۰۶a
	۲۰۰	۲۸/۳۲a	۰/۰۳۰b	۷۱/۲۱a	۷۹/۶۴a
اسید هیومیک	۰	۲۵/۴۶b	۰/۰۲۹b	۷۸/۳۵a	۹۰/۸۹a
	۴۰	۳۶/۴۲a	۰/۰۳۹a	۷۲/۳۷a	۷۹/۹۹a
	۸۰	۲۹/۶۳ab	۰/۰۴۰a	۷۴/۵۷a	۸۱/۱۶a

در هر ستون و هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات دوگانه شوری در اسید جاسمونیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش

تیمار		طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)
شوری (میلی‌مولار)	جاسمونیک اسید (میلی‌مولار)		
۰	۰	۲۵/۷۵a-c	۴۸/۸۱ab
	۵۰	۲۴/۲۴b-d	۳۹/۱۷e-g
	۱۵۰	۲۶/۴۷a-c	۴۲/۹۴b-e
	۲۰۰	۲۹/۶۳a	۵۳/۶۱a
۷۰	۰	۲۷/۳۹ab	۴۸/۰۸a-c
	۵۰	۲۴/۴۳bc	۴۱/۴۴c-f
	۱۵۰	۱۹/۴۷e-g	۳۳/۵۳g-j
	۲۰۰	۲۴/۸۳bc	۴۶/۴۹b-d
۱۴۰	۰	۱۹/۰۵e-g	۳۸/۰۸e-h
	۵۰	۱۹/۸۵e-g	۳۵/۵۷f-i
	۱۵۰	۱۹/۴۷e-g	۴۰/۶۳d-f
	۲۰۰	۲۲/۵۳c-e	۴۱/۷۴c-f
۲۱۰	۰	۱۱/۲۴h	۲۴/۸۱k
	۵۰	۱۶/۳۶fg	۳۱/۲۵h-k
	۱۵۰	۱۷/۷۳fg	۳۱/۰۲i-k
	۲۰۰	۱۵/۴۳gh	۲۷/۷۳jk

در هر ستون، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد است.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات دوگانه شوری و اسید هیومیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش

تیمار		طول گیاهچه (میلی‌متر)	شاخص طولی بنیه	زمان لازم برای ۱۰ درصد جوانه‌زنی (روز)
شوری (میلی‌مولار)	اسید هیومیک (میلی‌مولار)			
	۰	۴۵/۴۶ab	۳۷/۸۶b	۴/۸۹d-f
۰	۴۰	۴۶/۵۲a	۶۷/۷۰a	۴/۵۹ef
	۸۰	۴۵/۸۱ab	۳۷/۵۲b	۹/۷۳b-e
	۰	۴۰/۲۱bc	۲۹/۴۱b-d	۶/۲۴c-f
۷۰	۴۰	۴۱/۶۱ab	۲۹/۵۵b-d	۴/۵۹ef
	۸۰	۴۵/۳۳ab	۳۶/۰۳bc	۴/۰۲d-f
	۰	۳۳/۸۴d	۲۶/۲۰b-d	۱۱/۵۲bc
۱۴۰	۴۰	۴۱/۹۹ab	۲۸/۱۴b-d	۸/۱۷b-f
	۸۰	۴۱/۱۹ab	۲۶/۶۰b-d	۹/۵۴b-e
	۰	۲۰/۷۵e	۸/۳۶e	۲۵/۸۲a
۲۱۰	۴۰	۳۱/۱۵d	۲۰/۳۲c-e	۱۲/۲۶b
	۸۰	۳۴/۲۱cd	۱۸/۳۸de	۱۰/۳۹b-d

در هر ستون، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در بر اساس آزمون LSD سطح احتمال خطای پنج درصد است.

جدول ۶- مقایسه میانگین برهمکنش اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش

تیمار		طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	سرعت جوانه‌زنی (بر روز)	متوسط زمان لازم تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی (روز)
اسید جاسمونیک (میلی‌مولار)	اسید هیومیک (میلی‌مولار)				
	۰	۱۹/۱۰cd	۳۷/۰۱b-e	۰/۰۲۸c	۱۱/۹۸a-c
۰	۴۰	۲۲/۴۹bc	۴۱/۸۸b	۰/۰۳۵bc	۷/۹۵cd
	۸۰	۲۰/۹۷b-d	۴۰/۹۳bc	۰/۰۲۸c	۹/۵۲a-d
	۰	۱۸/۵۶d	۳۲/۲۲e	۰/۰۳۰c	۱۳/۲۶a-c
۵۰	۴۰	۲۳/۴۳b	۳۹/۵۲b-d	۰/۰۴۴a	۵/۹۶d
	۸۰	۲۱/۶۷bd	۳۸/۸۳b-d	۰/۰۴۷a	۵/۱۳d
	۰	۲۱/۳۵b-d	۳۷/۳۸b-e	۰/۰۳۰c	۸/۷۸b-d
۱۵۰	۴۰	۲۰/۵۸b-d	۳۵/۵۷c-e	۰/۰۳۵bc	۹/۳۴a-d
	۸۰	۲۰/۱۷b-d	۳۸/۱۴b-e	۰/۰۳۵bc	۱۴/۷۴a
	۰	۱۸/۹۸cd	۳۴/۶۴de	۰/۰۳۰c	۱۴/۴۶ab
۲۰۰	۴۰	۲۲/۵۵bc	۴۲/۹۰b	۰/۰۴۲ab	۵/۵۳d
	۸۰	۲۷/۷۸a	۴۹/۶۳a	۰/۰۴۹a	۵/۲۹d

در هر ستون، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد است.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بالاترین شاخص طولی بنیه (۶۷/۷۰) از شوری صفر و اسید هیومیک ۴۰ میلی‌مولار مشاهده شد. کمترین شاخص طولی بنیه (۸/۳۶) از شوری ۲۱۰ میلی‌مولار و اسید هیومیک صفر به‌دست آمد (جدول ۵). بالاترین و پایین‌ترین شاخص وزنی به ترتیب از برهم‌کنش شوری (صفر میلی‌مولار)، اسید جاسمونیک (صفر میلی‌مولار) و هیومیک (۴۰ میلی‌مولار) و برهم‌کنش شوری (۲۱۰ میلی‌مولار)، جاسمونیک (صفر میلی‌مولار) و اسید هیومیک (صفر میلی‌مولار) به دست آمد (جدول ۸).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

جدول ۷- مقایسه میانگین برهمکنش تنش شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش

تیمار		وزن‌تر گیاهچه (گرم)			وزن خشک گیاهچه (گرم)			طول ریشه‌چه (میلی‌متر)			جوانه‌زنی (درصد)		
		اسید هیومیک (میلی‌مولار)			اسید هیومیک (میلی‌مولار)			اسید هیومیک (میلی‌مولار)			اسید هیومیک (میلی‌مولار)		
شوری (میلی‌مولار)	اسید جاسمونیک (میلی‌مولار)	۰	۴۰	۸۰	۰	۴۰	۸۰	۰	۴۰	۸۰	۰	۴۰	۸۰
۰	۰	۲/۳۹d-o	۳/۲۷a-f	۳/۶۱a-c	۰/۲۹b-k	۰/۴۰ab	۰/۳۵a-e	۲۱/۱۳b-g	۲۲/۸۲a-d	۲۵/۲۰ab	۸۲/۶۶a-d	۹۲/۰۰a	۸۲/۶۶a-d
	۵۰	۲/۶۷b-k	۲/۵۳b-m	۲/۵۰c-n	۰/۳۳a-g	۰/۳۰a-j	۰/۲۳g-n	۱۴/۱۷l-p	۲۰/۱۰c-i	۱۷/۷۱e-m	۸۰/۰۰a-f	۸۱/۳۳a-e	۷۷/۳۳a-g
	۱۵۰	۳/۲۶a-f	۳/۵۳a-d	۲/۳۴d-p	۰/۲۹b-k	۰/۴۱a	۰/۲۴f-n	۲۲/۵۶a-d	۱۷/۲۸e-m	۱۶/۹۰f-n	۷۸/۶۶a-g	۸۵/۳۳a-c	۶۴/۰۰f-m
	۲۰۰	۱/۹۷g-s	۴/۲۲a	۳/۷۱ab	۰/۲۳g-o	۰/۳۷a-d	۰/۳۵a-f	۲۲/۹۶a-d	۲۶/۳۴a	۲۲/۶۳a-d	۸۵/۳۳a-c	۸۵/۰۰a-c	۹۰/۶۶ab
۷۰	۰	۳/۵۱a-d	۳/۴۱a-e	۳/۱۷a-g	۰/۳۶a-e	۰/۳۰a-c	۰/۲۷c-m	۲۳/۶۶a-c	۱۶/۹۵e-n	۲۱/۴۵b-f	۷۸/۶۶a-g	۷۰/۶۶c-k	۸۲/۶۶a-d
	۵۰	۲/۳۵d-p	۱/۹۲h-s	۳/۳۵a-e	۰/۳۴a-g	۰/۳۱a-i	۰/۲۶e-m	۱۲/۲۷d-q	۱۸/۷۹d-l	۱۹/۹۷c-g	۸۰/۰۰a-f	۶۵/۳۳e-l	۸۱/۳۳a-e
	۱۵۰	۲/۲۸e-p	۲/۵۰c-n	۲/۱۳f-q	۰/۲۷c-l	۰/۲۶d-m	۰/۳۲a-h	۱۳/۸۰m-p	۱۳/۲۳m-q	۱۵/۱۵j-p	۶۵/۳۳e-l	۷۳/۳۳c-i	۷۰/۶۶c-k
	۲۰۰	۲/۸۲b-j	۲/۴۹c-n	۳/۰۹a-h	۰/۳۰a-j	۰/۲۳g-o	۰/۲۸c-k	۲۰/۷۱b-h	۲۰/۶۵b-h	۲۳/۶۰a-c	۶۸/۰۰d-l	۷۳/۳۳c-i	۸۰/۰۰a-f
۱۴۰	۰	۱/۲۶o-t	۱/۳۴m-t	۳/۰۰b-i	۰/۱۸k-p	۰/۱۳n-r	۰/۲۶d-m	۱۶/۳۵h-o	۲۰/۰۶c-i	۱۹/۰۰c-k	۴۵/۳۳no	۵۸/۶۶h-o	۶۴/۰۰f-m
	۵۰	۱/۴۴l-t	۳/۱۳a-g	۱/۳۲n-t	۰/۱۷l-q	۰/۱۷l-q	۰/۱۳n-r	۱۶/۱۳h-p	۱۷/۲۶e-m	۱۴/۴۴k-p	۵۶/۰۰j-o	۵۴/۶۶k-o	۶۲/۶۶g-m
	۱۵۰	۱/۸۹h-s	۱/۸۱i-t	۱/۷۳j-t	۰/۲۶d-m	۰/۲۷c-l	۰/۳۲a-h	۱۹/۵۶c-j	۲۱/۷۰a-e	۲۳/۲۳a-d	۶۸/۰۰d-l	۷۰/۶۶c-k	۶۴/۰۰f-m
	۲۰۰	۱/۵۵k-t	۳/۲۳a-f	۲/۶۳b-l	۰/۲۱h-p	۰/۳۳a-g	۰/۲۶e-m	۱۶/۶۹f-o	۲۰/۸۱b-h	۲۳/۴۷a-d	۶۰/۰۰h-n	۸۲/۶۶a-d	۷۲/۰۰c-j
۲۱۰	۰	۰/۶۲t	۳/۱۳a-g	۱/۷۹j-t	۰/۰۳r	۰/۲۸c-l	۰/۲۱i-p	۱۲/۱۶o-q	۱۷/۷۱e-m	۱۴/۱۶l-p	۲۲/۶۶p	۷۴/۶۶b-h	۶۰/۰۰h-n
	۵۰	۱/۰۵q-t	۱/۸۱i-t	۲/۲۶e-p	۰/۱۴n-r	۰/۲۱h-o	۰/۲۰i-p	۱۳/۳۹m-q	۱۵/۴۰i-p	۱۷/۲۰e-m	۴۸/۰۰m-o	۵۸/۶۶h-o	۵۷/۳۳i-o
	۱۵۰	۱/۱۶p-t	۱/۶۵j-t	۲/۰۳g-r	۰/۱۲o-r	۰/۱۹j-p	۰/۲۰i-p	۱۱/۵۳pq	۱۵/۰۸j-p	۱۶/۵۸h-o	۴۲/۶۶o	۵۳/۳۳l-o	۵۷/۳۳i-o
	۲۰۰	۰/۸۷r-t	۲/۵۴b-l	۰/۸۲st	۰/۱۰p-r	۰/۳۱a-i	۰/۰۶qr	۸/۹۳q	۱۳/۶۱m-q	۱۷/۷۰e-m	۵۲/۰۰l-o	۷۴/۶۶b-h	۴۵/۳۳o

در هر ستون، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد است.

جدول ۸- مقایسه میانگین برهمکنش تنش شوری، اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی چای ترش

شوری (میلی‌مولار)	اسید جاسمونیک (میلی‌مولار)	شاخص وزنی بنیه			متوسط زمان لازم ۵۰ درصد جوانه‌زنی		
		اسید هیومیک (میلی‌مولار)			اسید هیومیک (میلی‌مولار)		
		۰	۴۰	۸۰	۰	۴۰	۸۰
۰	۰	۰/۲۴c-i	۰/۳۷a	۰/۲۹a-e	۲۰/۰۰n-q	۲۶/۴۴k-q	۲۶/۰۰k-q
	۵۰	۰/۲۷a-g	۰/۲۴c-i	۰/۱۸d-l	۱۹/۰۲o-q	۱۵/۶۰q	۱۵/۲۱q
	۱۵۰	۰/۲۳d-j	۰/۳۵ab	۰/۱۶i-p	۲۰/۹۳m-q	۱۷/۰۵pq	۴۲/۰۶d-j
	۲۰۰	۰/۲۰e-m	۰/۳۴a-c	۰/۳۲a-d	۲۸/۶۳h-q	۱۴/۹۰q	۱۶/۸۹q
۷۰	۰	۰/۲۹a-f	۰/۲۶b-h	۰/۲۲d-k	۳۸/۹۵d-l	۲۲/۸۷m-q	۳۲/۲۰g-p
	۵۰	۰/۲۷b-h	۰/۱۵i-q	۰/۲۱e-l	۳۴/۶۶e-n	۲۸/۷۰h-q	۲۳/۹۶l-q
	۱۵۰	۰/۱۷h-o	۰/۲۰e-m	۰/۲۲d-k	۲۸/۰۰i-q	۲۸/۴۰h-q	۲۷/۵۴i-q
	۲۰۰	۰/۲۰e-l	۰/۱۶i-p	۰/۲۳d-j	۲۶/۹۲j-q	۲۰/۶۶m-q	۲۱/۸۶m-q
۱۴۰	۰	۰/۰۸o-s	۰/۰۸o-s	۰/۱۶i-p	۴۵/۳۳b-g	۴۲/۰۵d-j	۴۵/۸۳b-g
	۵۰	۰/۰۹n-s	۰/۱۶i-p	۰/۰۸o-s	۴۹/۷۳a-e	۲۲/۶۶m-q	۱۹/۸۲n-q
	۱۵۰	۰/۱۸g-n	۰/۱۹f-n	۰/۱۰m-s	۳۹/۰۰d-l	۴۸/۵۵a-f	۴۷/۲۰b-g
	۲۰۰	۰/۱۳j-q	۰/۲۷b-h	۰/۱۸g-n	۴۵/۴۳b-g	۳۵/۲۰e-m	۲۰/۸۷m-q
۲۱۰	۰	۰/۰۰۶s	۰/۲۲d-k	۰/۱۲l-q	۶۳/۳۳a	۴۳/۳۱b-h	۵۰/۹۶a-d
	۵۰	۰/۰۷p-s	۰/۱۲k-r	۰/۱۳k-q	۵۷/۵۰a-c	۴۷/۳۳b-g	۴۰/۶۰d-k
	۱۵۰	۰/۰۵q-s	۰/۱۰m-s	۰/۱۲l-r	۴۹/۲۸a-e	۴۶/۳۳b-g	۲۴/۰۵l-q
	۲۰۰	۰/۰۵q-s	۰/۲۳d-i	۰/۰۲rs	۵۸/۱۶ab	۴۲/۷۱c-i	۳۳/۸۱f-o

در هر ستون، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد است.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور چای ترش در شرایط تنش شوری متعلق به سطح صفر بوده و با افزایش شدت تنش شوری به‌تناسب میزان صفات یادشده کمتر شده است. می‌توان نتیجه گرفت که چای ترش گیاهی مقاوم به شوری نیست هرچند این مهم نیز گزارش شده است. با افزایش اسید هیومیک صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، درصد و سرعت جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد، اما افزایش تا سطح ۴۰ میلی‌مولار بوده و از این سطح بیشتر اسید هیومیک نتوانسته تغییری ایجاد کند؛ اما اسید جاسمونیک در غلظت‌های پایین تأثیری بر خصوصیات مهم جوانه‌زنی (درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه) نداشت و بیشترین تأثیر اسید جاسمونیک در غلظت ۲۰۰ میلی مول در لیتر بوده است. با توجه به این‌که یکی از شاخص‌های مقاومت به شوری داشتن طول ریشه‌چه بیشتر است، در نتیجه مشاهده شده که در حضور ۸۰ میلی مول در لیتر اسید هیومیک، گیاه چای ترش می‌تواند تا ۱۴۰ میلی مول در لیتر شوری را تحمل کند و دچار کاهش طول ریشه‌چه نشود؛ اما اسید هیومیک تأثیری در جوانه‌زنی نداشته است ولی با افزایش اسید جاسمونیک (۲۰۰ میلی مول در لیتر) جوانه‌زنی نیز بیشتر شده از طرفی چون بیشترین میزان طول ریشه‌چه، وزن‌تر و وزن خشک گیاهچه متعلق به برهم‌کنش اسید هیومیک و اسید جاسمونیک در عدم حضور شوری بوده است.

ضمناً با توجه به نقش طول ریشه‌چه در تحمل گیاه به شرایط شوری می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از برهم‌کنش اسید جاسمونیک و اسید هیومیک می‌تواند هم میزان جوانه‌زنی را بهبود بخشد و هم با افزایش طول ریشه‌چه به گیاه کمک کرده تا بهتر بتواند شرایط کم‌آبی را تحمل کند.

منابع

اسلامی، س. و.، بهدانی، م.ع. و علی، س. ۱۳۸۷. اثر شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه ارقام کلزا. (*Brassica napus* L.). مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، ۱(۱): ۴۶-۳۹

ثقه‌الاسلامی، م.ج. ۱۳۸۹. اثر شوری بر جوانه زنی سه گونه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)، کاسنی (*Cichorium intybus* L.) و کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.). پژوهش‌های زراعی ایران ۸(۵): ۸۲۳-۸۱۸

جوادی، ح.، ثقه‌الاسلامی، م.ح. و موسوی، غ.ر. ۱۳۹۳. بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه چهار گونه گیاه دارویی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۲(۱): ۶۴-۵۳.

حسینی، ا.ا.، افشاری، ح. و اکبرزاده، م. ۱۳۹۳، بررسی اثر اسید جاسمونیک بر برخی صفات فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) در شرایط تنش شوری، دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، همدان.

حسینی، ح. و رضوانی‌مقدم، پ. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه‌زنی اسفرزه (*Plantago ovata*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۴(۱): ۲۲-۱۵.

خائف، ن.، انجوی موسوی، ف. و بدیهی، ر.س. ۱۳۹۲. بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی بذر استبرق (*Calotropi procera* L.). مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۶(۱): ۹۵-۹۱.

خائف، ن.، تقوایی، م.، صادقی، ح. و نیازی، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثرهای برهم‌کنش نور و درجهٔ حرارت بر جوانه‌زنی بذر استبرق (*Calotropis procera* L.) . مجلهٔ علمی پژوهشی مرتع، ۵(۱): ۲۶-۱۹.

خمری، ع.، سارانی، ش.ا. و دهمرده، م. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه در شش گونه گیاه

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

دارویی. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳: ۳۳۹-۳۳۱.

خندان، ا.، آستارایی، ع.، نصیری محلاتی، م. و فتوت، ا. ۱۳۸۴. تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۳: ۲۵۳-۲۴۶.

داعی، م.ع. و سرداری مهرآباد، م. ۱۳۸۹. اسید هیومیک و نقش آن در کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۲۰-۱۹ آبان. صفحه ۲۱۴.

سلامی، م.ر.، صفرنژاد، ع. و حمیدی، ح. ۱۳۸۵. اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز و سنبل‌الطیب. مجله پژوهش و سازندگی، ۷۲: ۸۸-۷۷.

سماوات، س. و ملکوتی، م. ۱۳۸۴. ضرورت استفاده از اسیدهای آلی (هیومیک و فولویک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی، شماره ۴۶۳. انتشارات سنا. تهران. ایران.

سید شریفی، ر. ۱۳۸۶. بررسی اثر شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام مارتیغال. سومین همایش گیاهان دارویی، تهران، دانشگاه شاهد. آبان ماه. صفحه ۲۰۷.

طبائی عقدایی، س.، رضایی، م.ب. و نجفی آشتیانی، ا. ۱۳۸۴. بررسی تنوع در ژنوتیپ‌های سه گونه نعناع در واکنش به شوری. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۹(۴): ۳۶۶-۳۴۹.

فرخی، آ. و گالشی، س. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر شوری، اندازه بذر و اثرات برهم‌کنش آنها بر تندش، کارایی تبدیل ذخایر بذر و رشد گیاهچه سویا (*Glycine max*). مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۶(۵): ۱۲۳۹-۱۲۳۳

مقبلی، ط. و آروین، م. ج. ۱۳۹۳. اثر آماده سازی بذر با تنظیم کننده‌های رشد بر خصوصیات جوانه‌زنی، رشد و عملکرد میوهٔ طالبی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۴(۱۴): ۳۳-۲۳.

مقتولی، م. و چایچی، م.ر. ۱۳۷۸. بررسی اثر شوری و نوع نمک بر جوانه‌زنی و رشد اولیه سورگوم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴: ۴۰-۳۳.

ملائی، ز. و تقوایی، م. ۱۳۹۳. تاثیر شوری بر بنیه اولیه استبرق (*Calotropis procera* L.). سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

موسوی، ر. ۱۳۹۰. اثرات اسید جاسمونیک و سالیسیلیک اسید بر خاصیت فیتوشیمیایی گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد.

موسی‌پور، ح.، دهمرده کمک، ف.، ملک حسنی‌پور، ج. و سیروس‌مهر، ع.ر. ۱۳۹۳، اثر پیش تیمار اسید هیومیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) در شرایط تنش شوری، سیزدهمین همایش علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر ایران، انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران،

مهدی‌خانی، ه. ۱۳۸۶. اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی گیاهان دارویی. سومین همایش گیاهان دارویی. تهران، دانشگاه شاهد. صفحه ۱۴۴.

Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in Soybean by multiple criteria. Crop Science, 10: 31-34. https://doi.org/10.2135/cropsci1970.0011183X001000010012x

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

Akbari, G., Modarres Sanavy, S.A.M., and Yousefzadeh, S. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(15): 2557-2561. https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.2557.2561

Asgharipour, M.R., and Rafiei, M. 2011. The Effect of different concentrations of humic acid on seed germination behavior and vigor of barley. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12): 610-613.

Avanci, N.C., Luche, D.D., Goldman G.H., and Goldman M.H.S. 2010. Jasmonates are phytohormones with multiple functions, including plant defense and reproduction. Genetics and Molecular Research, 9(1): 484- 505. https://doi.org/10.4238/vol9-1gmr754

Aziz, E., Gad, N., and Badran, N.M. 2007. Effect of cobalt and nickel on plant growth, yield and flavonoids content of *Hibiscus sabdariffa* (L.). Australian Journal of Basic Applied Sciences, 1(2): 73-78.

Burnett, S. E., Pennisi, S.V., Thomas, P.A., and van Iersel, M.W. 2005. Controlled drought affects morphology and anatomy of Salvia splendens. Journal of the American Society for Horticultural Science, 130(5): 775-781.

Chauhan, B.S., Gill G., and Preston C. 2006. Factors affecting seed germination of annual sow thistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. Weed Science, 54(5): 854-860. https://doi.org/10.1614/WS-06-047R.1

Cheong, J. J., and Choi, Y. 2003. Methyl jasmonate is a vital substance in plants. Trends in Genetics, 19(7): 409-413. https://doi.org/10.1016/S0168-9525(03)00138-0

Chewonarin, T., Kinouchi, T., Kataoka, K., Arimachi, H., Kuwahara, T., Initkekumnuen, U., and Ohnishi, Y. 1999. Effects of roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.), a Thai medicinal plant, on the mutagenicity of various known mutagens in Salmonella typhimurium and on formation of aberrant crypt foci induced by the colon carcinogens azoxy methane and 2-amino-methyl-6 phenylimidazo (4, 5-b) pyridine in F344 rats. Food and Chemical Toxicology, 37(1): 591-601. https://doi.org/10.1016/S0278-6915(99)00041-1

Coolbear, P., Francis, A., and Grierson, D. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. Journal of Experimental Botany, 35(11): 1609-1617. https://doi.org/10.1093/jxb/35.11.1609

Creelman, R., and Mullet, G.E. 1997. Biosynthesis and action of Jasmonate in plant. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 48(1): 355-381. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.48.1.355

Duke, J.A. 1983. Malvaceae roselle. In: Handbook of energy crops, 345-369.

Emongor, V.E., Chweya, J.A., Keya, S.O., and Munavu, R.M. 1990. Effect of nitrogen and phosphorus on the essential oil yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) flowers. East African Agricultural and Forestry Journal, 55(4): 261-264.

Enteshari, Sh., and Jafari, T. 2013. The effects of methyl jasmonate and salinity on germination and seedling growth in *Ocimum basilicum* L. Iranian Journal of Plant Physiology, 3: 749-756.

Faraji, M., and Tarkhani, A. 1999. The effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa*) on essential hypertension. Journal of Ethnopharmacology, 65: 231-236. https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00157-3

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

Gao, X.P., Wang, X.F., Lu, Y.F., Hang, L.Y., Shen, Y.Y., Liang, Z., and Zhang, D.P. 2004. Jasmonic acid is involved in the water-stress induced betaine accumulation in pear leaves. Plant Cell and Environment, 27(4): 497-507. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2004.01167.x

Godfery, W.N., Onyango J.C., and Beck. E. 2007. Sorghum and salinity: 2. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. Crop Science, 44: 806-811.

Guvence, I., Dursun, A., Turan, M., Tuzel. Y., Burrage, S.W., Bailey, B.J., Gul, A., Smith A.R., and Tuncay, O. 1999. Effect of different foliar fertilizers on growth, yield and nutrient content of lettuce and crisp lettuce. Acta Horticulturae, 491: 247-252. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.491.36

Jack, H., and Evans, M. 2000. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. Horticulture Science, 35(7):1231-1233.

Jami Al-Ahmadi, M., and Kafi, M. 2006. Salinity effects on germination properties of Kochia scoparia. Asian Journal of Plant Sciences, 5(1): 71-75. https://doi.org/10.3923/ajps.2006.71.75

Jamil, M., Lee, D.B., Jung, K.Y., Ashraf, M., Lee, S.C., and Rha, E.S. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. Journal of Central European Agriculture, 7(2), 273-282.

Kline, S.W., and Wilson Jr, C.E. 1994. Proposal for experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs. Preliminary draft. Arkansas Tech University.

Korkmaz, A., Ozbay, N., Tiryaki, I. and Nas, M. N. 2005. Combining priming and plant growth regulators improves muskmelon germination and emergence at low temperatures. European Journal of Horticultural Science, 70(1): 29-34.

Korkmaz, A., Tiryaki I., and Nas, M.N. 2005. Combining priming and plant growth regulators improves muskmelon germination and emergence at low temperatures. European Journal of Horticultural Science, 70(1): 29-34.

Korkmaz, A., Tiryaki, I., Nas, M.N., and Ozbay, N. 2004. Inclusion of plant growth regulators into priming solution improves low-temperature germination and emergence of watermelon seeds. Journal of Plant Science, 1161-1167.

Larcher, W. 2001. Physiological plant ecology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Germany, 505.

Maghsoudi Moud, A., and Maghsoudi, K. 2008. Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World Journal of Agricultural Sciences, 4(3): 351-358.

Maksymiec, W. 2011. Effects of jasmonate and some other signaling factors on bean and onion growth during the initial phase of cadmium action. Biologia Plantarum, 55(1): 112-118. https://doi.org/10.1007/s1053 5-011-0015-9

Malik, K.A., and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat (Triticum aestivum L.) seedling growth. Environmental and Experimental Botany, 25(3): 245-252. https://doi.org/10.1016/0098-8472(85)90008-5

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34(11): 1527-1536. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

Piccolo, R.F., Judge, T.A., Takahashi, K., Watanabe, N., and Locke, E.A. 2005. Core self-evaluations in Japan: relative effects on job satisfaction, life satisfaction, and happiness. Journal of Organizational Behavior, 26: 965-984. https://doi.org/10.1002/job.358

Prasad, M.R.N. 1997. Plant ecophysiology. John Wiley & Sons. New York, 542 p.

Radosevich, S.R., Holt, J.S., and Ghersa, C. 1997. Weed ecology: implications for management. John Wiley & Sons. New York.

Rauf, M., Munir, M, Hassan, M.U., Ahmad M., and Afzal, M. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. African Journal of Biotechnology, 6: 971-975.

Rezaei, S., Orojloo, M., Bidabadi, S.S., and Soleimanzadeh, M. 2013. Possible role of Methyl Jasmonate in protection to NaCl–induced salt stress in pepper CV. Sabz Hashemi. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 6(17): 1235-1238.

Sairam, R.K., Srivasta, G.C., Agarwal, S., and Meena, R.C. 2005. Difference in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes. Biologial Planetarium, 49(1): 85-91. https://doi.org/10.1007/s10535-005-5091-2

Senaratna T., Touchell, D., Bun, E., and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. Plant Growth Regulation, 30(2): 157-161. https://doi.org/10.1023/A:1006386800974

Shirasu, K., Nakajima, A., Rajshekar, K., Dixon, R.A., and Lamb, C. 1997. Salicylic acid potentiates an agonist-dependent gain control that amplifies pathogen signal in the activation of defense mechanism. The Plant Cell, 9: 261-270. https://doi.org/10.2307/3870546

Soltani, A., Galeshi, S. Zainali, E., and Latifi, N. 2001. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science Technology, 30: 51-60.

Stoynova-Bakalova, E., Nikolova, M., and Maksymiec, W. 2009. Effects of Cu2+, cytokinins and jasmonate on content of two flavonols identified in Zucchini cotyledons. Acta Biological Cracoviensia Series Botanica, 51(2): 77-83.

Tattini, M., Bertoni, P., Landi, A., and Traversi, M.L. 1991. Effect of humic acids on growth and biomass partition of container grown olive plant. Acta Horticulturae, 294: 75-80. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.294.7

Van de Venter, A. 2001. Seed vigor testing. Journal of New Seeds, 2(4): 51-58. https://doi.org/10.1300/J153v02n04_06

Young, C.C., and Chen, L.F. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings. Plant and Soil, 195: 143-149. https://doi.org/10.1023/A:1004247302388

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 4(1), 2017

A Study into the Effect of Jasmonic and Humic Acids on Some Germination Characteristics of Rosselle (*Hibiscus sabdariffa*) Seed under Salinity Stress

Hamide Azad[1], Bahman Fazeli-nasab[2,*], Ali Sobhanizadeh[3]

[1] *M.Sc. of Horticulture Plant Breeding, Graduated from University of Zabol, Zabol, Iran.*
[2] *Faculty Scientific Member, Research Dept.of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Research Institute, University of Zabol, Zabol, Iran*
[3] *M.Sc. of Horticultural Plant Breeding, Graduated from University of Zabol, Zabol, Iran*
[*]Corresponding author, E-mail address: Bfazeli@uoz.ac.ir

(Received: 11.06.2016; Accepted: 12.04.2017)

Abstract

An experiment was conducted to investigate the effects of jasmonic and humic acids on some seed germination characteristics of Roselle under the salt stress condition in a factorial experiment, adopting a completely randomized design with three replications. Treatments included four different levels of salinity stresses: 0, 70, 140 and 210 mM; four levels of Jasmonic Acid: 0, 50, 150 and 200 mM and three levels of humic acid: 0, 40 and 80 mM. The results showed that the effect of salinity on all the traits studied was significant except the ratio of the length of root and shoot. With an increase in salinity stress condition from 70 to 210 mM, there were 39% decrease in germination percentage, 55% in germination rate, 45% in fresh and dry weight, 30% in root length, 42% in shoot length, 37% in seedling length, 67% in longitudinal index and 61% in the weighted power, as compared with the control. However, the longitudinal power index increased. In addition, the use of jasmonic acid and humic acids had a significant effect on the traits studied. The interaction of the salt and hormones had a significant impact on plant fresh and dry weight, the length of the root, germination percentage, power weight index and average time needed for 50 percent germination. Given that the highest rate of root length and plant fresh and dry weight belonged to the interaction of humic and jasmonic acid in the absence of salinity, that in the presence of humic acid (with 80 mM concentration), Rosselle can bear salinity up to 140 mM and maintain stamina root length and that the germination rate of Rosselle increases by adding jasmonic acid up to 200 mM, one can conclude that the interaction of jasmonic and humic acids not only improves germination rate, but it also contributes to root length because, with an increase in root length, Rosselle can bear water stress conditions.

Keywords: Hibiscus sabdariffa, Humic acid, Jasmonic acid, NaCl, Seed vigor index

Highlights:

1- Jasmonic acid and humic acid increase the Rosselle germination in salinity condition.
2- Jasmonic acid and humic acid increase Rosselle the root length in salinity condition.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-10]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1396.4.1.5.1]
[DOI: 10.29252/yujs.4.1.1]