اثر پرایمینگ اسیدهیومیک و اسیدسالسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی و پارامترهای رشدی برخی ارقام چغندرقند تحت تنش شوری

مهرداد مرادی[۱]، علیرضا دادخواه[۲*] و رضا رضوانی[۳]

۱، ۲ و ۳) گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

نویسنده مسئول*: dadkhah@um.ac.ir

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی ارقام چغندرقند تحت تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در دو محیط مجزا شامل آزمایشگاه و گلخانه در دانشکده کشاورزی شیروان - دانشگاه بجنورد در سال ۱۴۰۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: پرایمینگ در پنج سطح (شاهد (بدون پرایمینگ)، هیدروپرایمینگ، اسید هیومیک، اسید سالیسیلیک و ترکیب اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک)، شوری در سه سطح (صفر (شاهد)، ۵۰ میلی‌مولار و ۱۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و ارقام در چهار سطح (جلگه، مهشاد، جام و توربانا) بودند. نتایج آزمایش‌های انجام‌شده در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که کاربرد تیمارهای پرایمینگ موجب بهبود معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی شد. در میان تیمارها، پرایمینگ ترکیبی اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک بیشترین تأثیر را بر سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه داشت. در بررسی اثر متقابل پرایمینگ، شوری و رقم، بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۲/۴ درصد) در رقم توربانا، سطح شوری شاهد و تیمار ترکیبی اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک مشاهده شد، درحالی‌که کمترین مقدار (۵۹/۹۷ درصد) در رقم مهشاد، سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و تیمار بدون پرایمینگ ثبت گردید. بررسی نتایج گلخانه نشان داد که بیشترین سطح برگ در تیمار اسید هیومیک به‌دست آمد؛ با این‌حال، تیمار ترکیبی اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک سبب افزایش معنی‌دار تعداد برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک ریشه نسبت به سایر تیمارها شد. همچنین افزایش شوری منجر به کاهش تمامی صفات رشدی گردید. به‌طور کلی، نتایج بیانگر آن است که استفاده از پرایمینگ ترکیبی اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک به‌ویژه در رقم توربانا می‌تواند نقش مؤثری در بهبود جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه در شرایط تنش شوری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ بذر، تنش شوری، چغندرقند، سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

مقدمه

تنش شوری از جمله تنش‌های محیطی است که در دو حالت شوری آب آبیاری و شوری خاک، می‌تواند بر کاهش تبخیر - تعرق گیاه و عملکرد محصولات گیاهی، نقش بسزایی داشته باشد. به‌طوری که املاح موجود در آب وخاک سبب کاهش پتانسیل آب قابل دسترس خاک و کاهش جذب آب توسط گیاه، افزایش مقاومت روزنه‌ای برگ‌ها و کاهش تبخیر - تعرق گیاه می‌گردد. همچنین اثر سمّی یون‌هایی مانند کلر و سدیم، موجب کاهش رشد اندام‌های گیاهی و عملکرد گیاه می‌گردند (سعیدی و همکاران، ۱۴۰۲). یکی از گیاهان حساس به شوری، چغندرقند است. چغندرقند با نام علمی *Beta vulgaris* L. از خانواده Chenopodiaceae پس از نیشکر، دومین محصول مهم تولیدکننده قند است و از این نظر اهمیت زیادی دارد. طول دوره رشد (۶ تا ۷ ماه) و همچنین دارای ساکارز بیشتری (۱۴-۲۰ درصد) نسبت به نیشکر (۱۰-۱۲درصد) خلوص بالاتری (۸۵-۹۰ درصد) داشته و همچنین نیاز به آبیاری کمتری دارد (Subrahmanyeswari *et al.*, 2022). سطح زیرکشت چغندرقند در کشور تقریبا ۵۶ هزار هکتار است و عملکرد ریشه آن به طور متوسط نزدیک به ۳۴ تن در هکتار می‌باشد (Heydarzadeh *et al.*, 2023). تنش شوری زمانی ایجاد می‌گردد که غلظت نمک‌ها در قسمت سطحی و فوقانی زمین (خاکی که اکثر فعالیت زیستی را شامل می‌شود) تا اندازه‌ای افزایش یابد که در رشد گیاه محدودیت ایجاد کند. در بین نمک‌ها، کلرید سدیم نقش اساسی در ایجاد خسارت و سمیت در گیاه دارد (Dadkhah, 2011). مرحله‌ی جوانه‌زنی، یکی از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه به تنش شوری و خشکی است (Manchanda & Grag, 2008). خسارت شوری در گیاهان از طریق اثر اسمزی، اثر سمیت یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی نمایان می‌گردد (Safarnejad and Hamidi, 2007). به‌نظر می‌رسد در شرایط شور، املاح موجود در خاک موجب کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه شده و جذب آب توسط ریشه را محدود می‌کند؛ در نتیجه ،گیاه دچار نوعی خشکی فیزیولوژیک می‌شود (Rezvani *et al.*, 2025). یکی از راهکارهای کاهش اثرات زیان‌آور تنش شوری در گیاهان، استفاده از ترکیباتی است که تحمل گیاهان را به تنش شوری افزایش می‌دهند. از این ترکیبات می‌توان اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک را نام برد. پیش تیمار کردن بذرها و محلول‌پاشی با استفاده از محلول‌های اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک شیوه‌ای آسان، کم‌هزینه و کم خطر می‌باشد که به‌عنوان یک راهکار متداول برای افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، سبز شدن بذرها و بهبود کمی و کیفی محصول تحت شرایط نامساعد محیطی می‌باشد که می‌تواند مقاومت در برابر تنش شوری در گیاهان را افزایش دهد (Larcher, 2003). اسید هیومیک یک منبع طبیعی ناهمگن است که با وزن مولکولی بالایی که دارد به تجزیه مقاوم بوده و شامل ۵۸-۴۴ درصد کربن، ۴۶-۴۲ درصد اکسیژن، ۸-۶ درصد هیدروژن و ۵-۴ درصد نیتروژن و تعدادی عناصر دیگر می‌باشد (Ghabbour and Davies, 2001). اسید

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

هیومیک سبب بهبود ساختار خاک، کمک به ریشه‌زایی بهتر، نگهداری بیشتر آب در خاک، کمک به رشد سریع باکتری‌های مفید در خاک و انحلال و آزادسازی عناصر ماکرو و میکرو و در نتیجه سبب کاهش نیاز به کودهای شیمیایی و افزایش مقاومت به شوری و کم‌آبی و نیز کاهش سمیّت کودها می‌شود (Nakhyeinejad & Moosavi, 2015). این ترکیب با افزایش نفوذپذیری سلول‌های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و رشد و نمو بیشتر گیاه کمک می‌کند. بعلاوه ثابت شده‌است که اسید هومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه به‌ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد و عملکرد را بهبود می‌بخشد (Eisa-Salwa, 2011). همچنین اسید سالیسیلیک به‌عنوان یکی از ترکیبات تنظیم‌کننده رشد در گیاهان، به دلیل عملکردهای چندگانه در فرآیندهای فیزیولوژیکی و پاسخ‌های دفاعی، به‌عنوان یک هورمون گیاهی مهم شناخته می‌شود. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که اسید سالیسیلیک در شرایط تنش، با فعال‌سازی سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاه، نقش مؤثری در افزایش مقاومت فیزیولوژیکی ایفا می‌کند. این ترکیب همچنین پس از رفع تنش قادر است عملکرد طبیعی گیاه را تا حدودی بازیابی کند (Ahmad *et al.,* 2020; Chen *et al.*, 2023). در مطالعه‌ای گزارش شد که کاربرد اسید سالیسیلیک در مرحله گیاهچه‌ای سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) در شرایط کم‌آبی، به کاهش آسیب‌های ناشی از پراکسیداسیون لیپیدها کمک کرده و محتوای رطوبت نسبی گیاهچه‌ها را حفظ می‌نماید (Kabiri *et al.,* 2014). ازآنجاکه مطالعه دقیقی در رابطه با تنش شوری ایجادشده در مزارع چغندرقند و بررسی صفاتی کمی این محصول تحت تأثیر سطوح مختلف اسیدهیومیک و اسیدسالیسیلیک در استان خراسان شمالی انجام نشده است، این پژوهش به دنبال یافتن مناسب‌ترین سطح اسیدهیومیک و اسیدسالسیلیک جهت افزایش مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشدی چغندرقند و در عین حال کاهش هزینه‌های تولید در این محصول و حداکثر بهره‌وری از محیط می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی ارقام چغندرقند تحت تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کرت‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در دو محیط مجزا شامل آزمایشگاه و گلخانه در دانشکده کشاورزی شیروان - دانشگاه بجنورد با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۰۶۷ متری از سطح دریا در سال ۱۴۰۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: پرایمینگ در پنج سطح (شاهد (بدون پرایمینگ)، هیدروپرایمینگ، اسید هیومیک (جهت اعمال تیمار اسید هیومیک از پودر اسید هیومیکس حاوی ۸۰٪(اسید هیومیک و ۲۰٪ اسیدفولیک محصول شرکت ارگانیکسا کشور ترکیه بر اساس توصیه شرکت سازنده استفاده گردید، اسید سالیسیلیک (ازاسید سالسیلیک با وزن مولکولی ۱۳۸/۱۲

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

محصول شرکت شیمی استور استفاده گردید)، و ترکیب اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک)، شوری در سه سطح (صفر(شاهد)، ۵۰ میلی‌مولار و ۱۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم و ارقام در چهار سطح (جلگه، مهشاد، جام و توریاتا) بودند.

شرایط آزمایشگاهی

ابتدا بذرهای ارقام مختلف چغندرقند که از مرکز تحقیقات کشاورزی استان خراسان شمالی تهیه شدند بطور جداگانه با آب ژاول یک درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و سپس سریعاً سه مرتبه با آب دیونیزه شسته شدند (Ahn and Chang, 2000). نحوه اعمال پرایمینگ بذور بدین صورت بود جهت انجام هیدروپرایمینگ، بذور را به مدت چهار ساعت در آب و در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند و سپس بذور از آب خارج‌شده و خشک شدند، جهت اعمال پرایمینگ اسیدسالیسیلیک ، بذور به مدت چهار ساعت و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تحت شرایط هوادهی دائم در محلول یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک قرار داده شدند و سپس بذور خشک شدند و به منظور اعمال پرایمینگ اسیدهیومیک نیز بذور در محلول یک در هزار اسید هیومیک به مدت چهار ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد تحت هوادهی دائم قرار داده شد و سپس بذور خشک شدند. به منظور پرایمینگ ترکیبی هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید به ترتیب از محلولهای یک در هزار و یک میلی‌مولار اسیدهای مذکور استفاده گردید و بذور به مدت چهار ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در آن قرار داده شدند. پس از اعمال تیمارهای پرایمینگ، تعداد ۲۵ بذر درون پتری‌های شیشه‌ای به قطر ۱۰۰ میلی‌متر روی کاغذ صافی قرار داده شدند و سپس پنج میلی‌لیتر از تیمارهای شوری کلرید سدیم به آنها اضافه شد (Ahn and Chang, 2000). برای پتری‌های شاهد فقط پنج میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد. بعد از انجام تیمارها، درب پتری‌ها به‌وسیله پارافیلم بسته شد و در ژرمیناتور (مدل 1CH‘RH) با دمای روزانه ۲۵ و شبانه ۱۵ درجه سلسیوس و شرایط نوری ۱۲/۱۲ (روز و شب) قرار گرفتند (Bayat *et al.*, 2020). این عمل تا ۲۱ روز ادامه داشت و سپس درصد جوانه‌زنی از طریق رابطه ۱برای هر پتری محاسبه گردید (Ghasemi-Arian, *et al*., 2016). همچنین اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذرها از طریق رابطه ۲ از روش Ikic و همکاران(۲۰۱۲) انجام گرفت. ملاک جوانه‌زنی، خروج ریشه‌چه دو میلی‌متری از پوسته بذر بود (Melier & Chapman, 1978)

رابطه ۱:

$$GP = \frac{N'}{N} \times 100$$

GP : درصد جوانه زنی نهایی، N' : تعداد بذور جوانه زده تا روز آخر، N: تعداد کل بذر

رابطه ۲:

$$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$

GR: سرعت جوانه‌زنی، Si: تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش، Di: تعداد روزهای سپری شده تا شمارش nام.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

در انتهای تحقیق، تعداد ۱۰ گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه بوسیله خط‌کش میلی‌متری به‌ترتیب از محل طوقه تا انتهای ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری گردید. در کلیه تیمارهای پرایمینگ بعد از اعمال تیمار در محلول‌های مذکور و بعد از خروج بذور از محلول‌های پرایمینگ به وسیله آب مقطر شستشو داده شد و در محیط آزمایشگاهی برای برگشت به رطوبت اولیه خشک شدند.

شرایط گلخانه

جهت اجرای این آزمایش، بذور دو رقم مهشاد و توروباتا که به‌ترتیب به عنوان ارقام حساس و متحمل در شرایط آزمایشگاه مشخص شده بودند استفاده شد. در این آزمایش از خاک مزرعه تحقیقاتی الک شده استفاده گردید (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصات خاک مورد بررسی در آزمایش گلخانه

بافت	واکنش خاک (pH)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اشباع خاک (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)
لومی رسی	۷/۸۷	۱/۲۶	۳۰/۱۹	۰/۷۵۷	۰/۰۵۶	۳/۶۰	۲۲۵

برای هر دو رقم مهشاد و توروباتا؛ تیمارهای پرایم بذور همانند آزمایش اولیه انجام شد و سپس بذور در گلدان کاشته شدند (برای انجام آزمایش از گلدان‌های با طول ۱۰۰ سانتی‌متر، عرض ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر استفاده شد). تیمارهای اسید سالیسیلیک اندام‌های هوایی دو بار (یک ماه و دو ماه پس از کاشت) با افشانه دستی بر روی بوته ها اسپری شدند و تیمار اسید هیومیک دو بار (یک ماه و دو ماه پس از کاشت) همراه با آب آبیاری اعمال گردید. جهت اعمال تنش شوری نیز در سه سطح شاهد (شوری صفر)، شوری ۵۰ میلی‌مولار و شوری ۱۵۰ میلی‌مولار از نمک کلریدسدیم استفاده شد. نحوه اعمال تنش شوری بدین صورت بود که پس از کاشت بذور و استقرار گیاهچه در گلدان، تیمار شوری مورد نظر با استفاده از آب آبیاری اعمال شد. جهت جلوگیری از تجمع نمک در گلدان در هر بار آبیاری میزان آبیاری بیشتر تا نمکهای اضافی شسته و از انتهای گلدان همرا آب مازاد خارج گردد. تراکم بذر در گلدان برابر ۱۰ عدد در نظر گرفته شد. نمونه برداری ۷۵ روز پس از کاشت انجام و صفات سطح برگ، تعداد برگ، وزن خشک ریشه و وزن خشک برگ محاسبه و ثبت گردید. به منظور تعیین سطح برگ ابتدا نمونه‌های برگی سالم تهیه شد و با کمک دستگاه Leaf Area Meter (مدل AM350 ساخت کشور انگلستان) سطح برگ بوته‌ها اندازه‌گیری شدند و سپس بعد از جدا کردن برگ‌های هر بوته و ریشه گیاه، جداگانه درون پاکت‌های مخصوص گذاشته و با استفاده از دستگاه آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و با ترازوی دقیق دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ وزن خشک برگ و ریشه محاسبه شد. قبل از انجام آنالیز داده‌های آزمایش، نرمال بودن توزیع داده‌ها بوسیله نرم افزار Minitab 21.4 ارزیابی شد. تجزیه واریانس داده‌ها

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

توسط نرم افزار SAS 9.4 انجام گرفت و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excell ترسیم گردید. مقایسه میانگین تیمارها، به‌روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح معنی‌داری پنج درصد محاسبه شدند.

نتایج و بحث

نتایج آزمایشگاهی

سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر اصلی تیمارهای پرایمینگ، شوری و ارقام و همچنین اثر متقابل پرایمینگ و شوری بر صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود، اما سایر اثرات متقابل بر این صفت، تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ و شوری نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار ترکیبی پرایمینگ اسید هیومیک و سالیسیلیک در سطح شاهد (شوری صفر) با متوسط سرعت ۰/۵۱۱۷ جوانه در روز بود و کمترین مقدار آن نیز مربوط به تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) و شوری ۱۵۰ میلی‌مولار بود که متوسط عددی آن ۰/۲۵۴ جوانه‌زنی در روز بود اختلاف بین کمترین و بیشترین سرعت جوانه‌زنی حدود ۵۰ درصد بود (شکل ۱). با اعمال تنش شوری، جذب آب و فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی بذر کاهش و وفور مواد قابل دسترس برای ادامه حیات گیاه با اختلال مواجه و در نهایت میزان جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Ashraf *et al,* 1990). شواهد علمی نشان می‌دهد که پیش‌تیمار بذر با اسید سالیسیلیک می‌تواند با شکستن خواب فیزیولوژیک بذرهای تازه، موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی گردد (Jini and Joseph, 2017). در تنش شوری به علت کاهش پتانسیل آب محیط اطراف بذر، مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا بذر بتواند آب مورد نیاز خود را به اندازه کافی بدست آورد، بنابراین زمان جوانه‌زنی را طولانی‌تر می‌سازد (Amiri *et al*., 2010). برخی محققان در مطالعه‌ای با بررسی تأثیر تسریع‌کننده‌ها بر بنیه بذر و ویژگی‌های جوانه‌زنی گیاه دارویی سیاه دانه تحت تنش شوری اعلام کردند ترکیب شاهد شوری (بدون تنش) همراه با هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم کمترین زمان جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند (فتحی امیرخیز و همکاران، ۱۳۹۱).

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده تیمارهای پرایمینگ، شوری و ارقام و همچنین اثرات متقابل دو گانه تیمارهای پرایمینگ و شوری و اثر متقابل سه گانه پرایمینگ، شوری و رقم بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ و شوری نیز نشان می‌دهد که کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) و شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با متوسط ۶۴/۱۲ درصد بود و

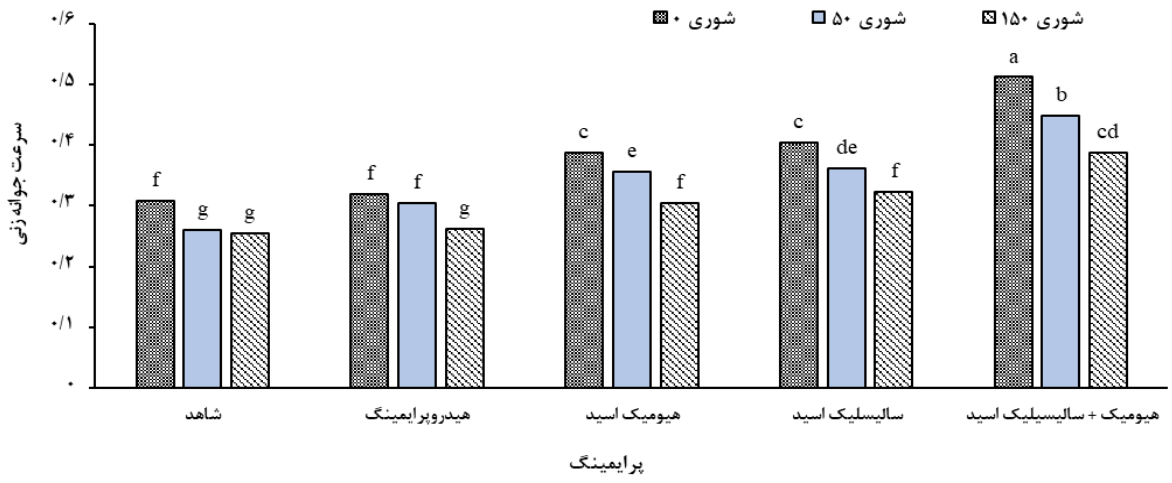
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

بیشترین درصد جوانه‌زنی نیز در تیمار ترکیب پرایمینگ اسید هیومیک و سالیسیلیک و در سطح شاهد شوری (صفر) با متوسط ۷۸/۸۲ درصد حاصل شد که اختلاف بین آن‌ها برابر ۱۸/۶۵ درصد بود (شکل ۲). همچنین اثرات متقابل سه گانه آزمایش نیز نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار ترکیب پرایمینگ هیومیک و سالیسیلیک اسید و شوری صفر (شاهد) و رقم توربانا با متوسط ۸۲/۴ درصد بود و کمترین آن نیز مربوط به تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) و شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و رقم مهشاد بود که متوسط عددی آن برابر ۵۹/۹۷ درصد به دست آمد بطوریکه اختلاف کمترین و بیشترین درصد جوانه‌زنی برابر ۲۷ درصد بود. محققان در پژوهشی با ارزیابی اثر اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های چغندرقند تحت تنش شوری نشان دادند که با افزایش سطح شوری، هر سه رقم درصد جوانه‌زنی کمتری داشتند و اسموپرایمینگ با نیترات پتاسیم یک‌درصد در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار و هیدروپرایمینگ در سطح شوری بالاتر (۲۰۰ میلی‌مولار) نسبت به شاهد و دیگر تیمارهای پرایمینگ بیشترین سرعت و درصد جوانه‌زنی را نشان دادند (علوی و همکاران، ۱۳۹۱) که با یافته‌های این پژوهش همسو بود.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی چغندرقند در شرایط آزمایشگاه

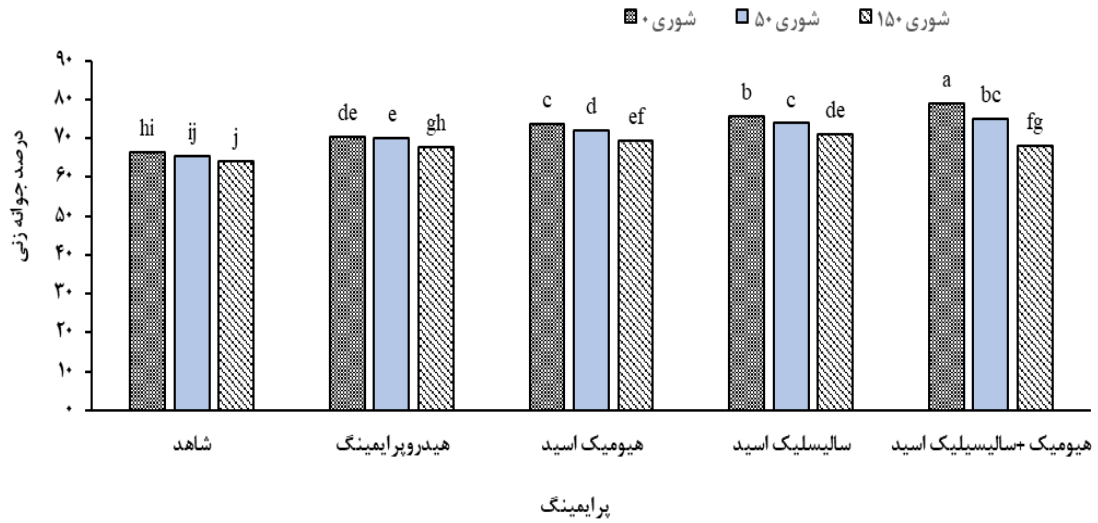
منابع تغییرات	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه
پرایمینگ	۴	۰/۱۶۷ **	۴۵۶/۸۰۶ **	۳۵/۵۱۴ **	۳۴/۵۶۸ **
شوری	۲	۰/۰۹۶ **	۳۶۷/۹۷۶ **	۱۱/۵۶ **	۳۵/۳۵۳ **
پرایمینگ × شوری	۸	۰/۰۰۳ **	۳۶/۸۲۲ **	۰/۲۵۶ ns	۱/۹۲۵ **
ارقام	۳	۰/۰۵۵ **	۱۸۴/۲۰۲ **	۴۲/۲۸۶ **	۳۳/۸۷۴ **
پرایمینگ ×ارقام	۱۲	۰/۰۰۱ ns	۷/۵۶۶ ns	۰/۵۲۳ **	۰/۰۹۵ ns
شوری × ارقام	۶	۰/۰۰۱ ns	۳/۴۹۳ ns	۰/۱۶۴ ns	۰/۶۱۹ **
پرایمینگ × شوری × ارقام	۲۴	۰/۰۰۲ ns	۸/۴۶۲ **	۰/۱۴ ns	۰/۲۸۷ *
خطای آزمایش	۱۲۰	۰/۰۰۱	۴/۲۹۲	۰/۱۴۶	۰/۱۶۸
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۲۸	۲/۹۳	۷/۱۱	۵/۲۹

ns، * و** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد.



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار پرایمینگ و شوری بر طول ریشه‌چه چغندرقند در شرایط آزمایشگاه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

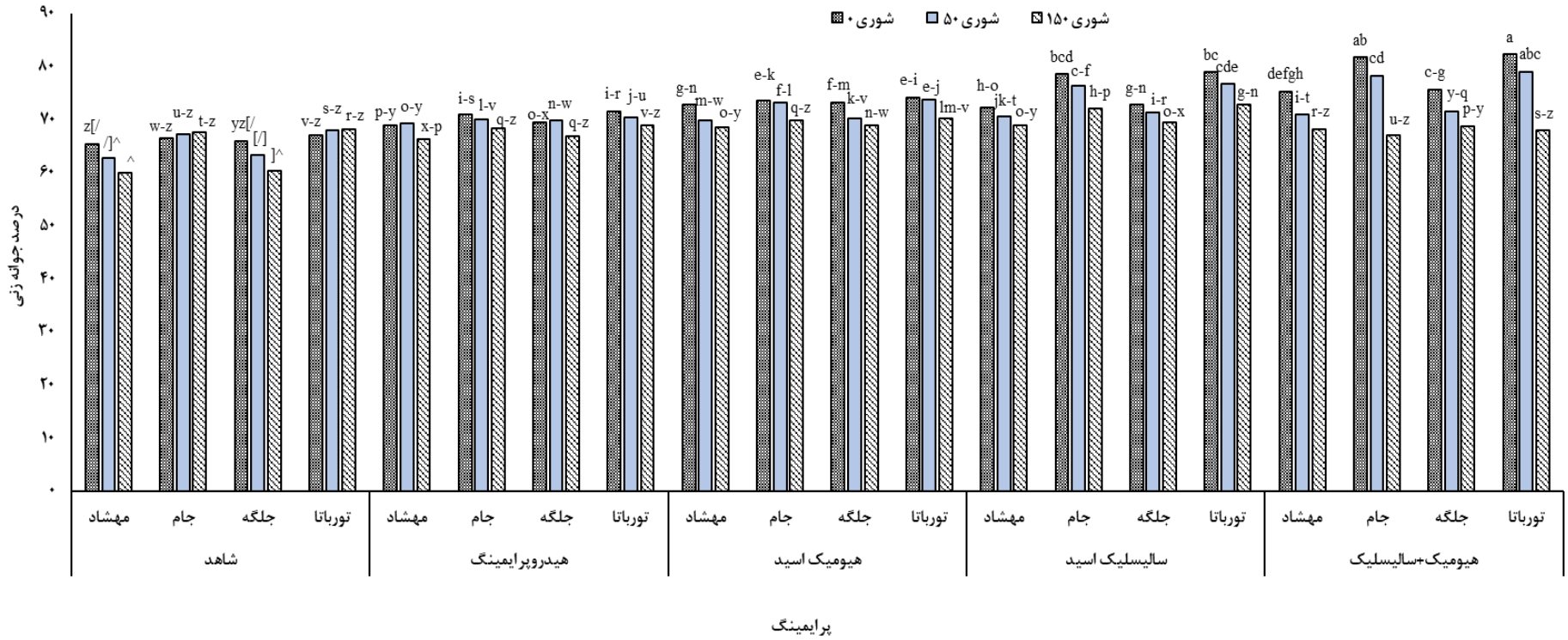


شکل ۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایمینگ و شوری بر درصد جوانه‌زنی چغندر قند در شرایط آزمایشگاه

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مؤید آن بود که اثرات ساده تیمارهای پرایمینگ، شوری و ارقام و همچنین اثر متقابل دوگانه پرایمینگ و شوری و نیز شوری و ارقام بر صفت طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سه‌گانه پرایمینگ، شوری و ارقام بر صفت طول ساقه‌چه در سطح احتمال آماری پنج درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل دوگانه پرایمینگ و ارقام معنی‌دار نبود. (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که اثر متقابل دوگانه تیمارهای پرایمینگ و ارقام نشان دادکه بیشترین طول ریشه‌چه در تیمار پرایمینگ سالیسیلیک اسید و رقم توروباتا با متوسط عددی ۷/۷۲ سانتی متر بود و کمترین مقدار آن نیز مربوط به تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) و رقم مهشاد با متوسط ۳/۱۱ سانتی متر بدست آمد بطوری که اختلاف بین کمترین و بیشترین مقدار برابر ۵۹ درصد بود (شکل ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه پرایمینگ و شوری نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار پرایمینگ ترکیبی هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید و تیمار شوری صفر (شاهد) با متوسط ۹/۹۳ سانتی‌متر بدست آمد و کمترین مقدار آن نیز مربوط به تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) و شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با متوسط ۶/۳۵ سانتی‌متر حاصل شد اختلاف بین کمترین و بیشترین مقدار برابر ۳۶ درصد بود (شکل ۵). در بررسی مقایسه میانگین اثر دوگانه شوری و ارقام نشان داد که بالاترین مقدار طول ساقه‌چه با متوسط ۹/۷۵ سانتی‌متر مربوط به تیمار شوری صفر (شاهد) و رقم توروباتا بود و کمترین مقدار آن نیز مربوط به تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و رقم مهشاد با متوسط ۶/۱۷ سانتی‌متر بود که اختلاف بین کمترین و بیشترین مقدار ۳۸ درصد حاصل شد (شکل ۶).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]



شکل ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایمینگ، شوری و ارقام بر درصد جوانه‌زنی چغندر قند در شرایط آزمایشگاه

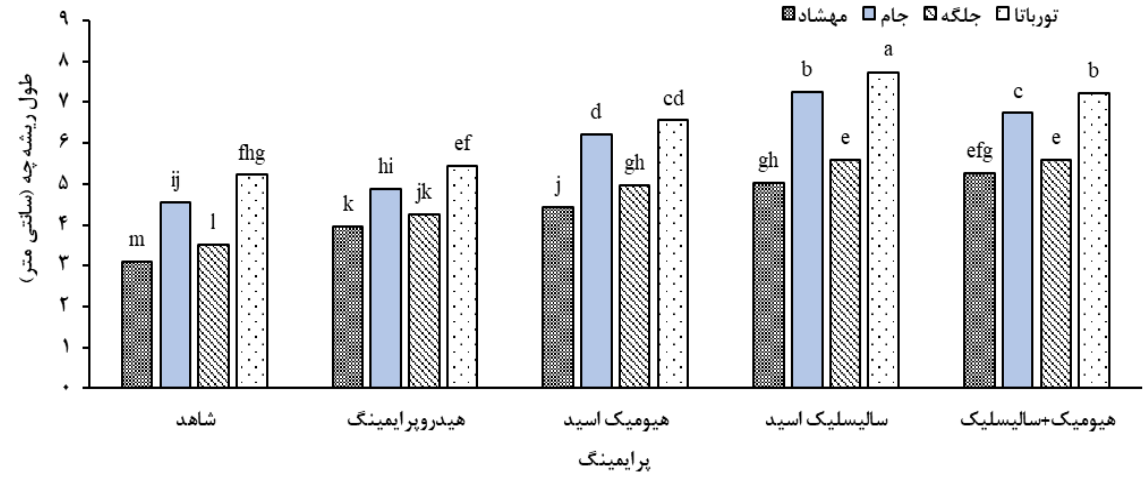
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

همچنین بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه پرایمینگ، شوری و ارقام نشان داد که بالاترین طول ساقه‌چه در تیمار ترکیبی پرایمینگ هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید و شوری صفر (شاهد) و رقم توروباتا با متوسط ۱۱/۱ سانتی‌متر حاصل شد و کمترین آن نیز با مقدار عددی ۴/۹۳ سانتی‌مترمربوط به تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و رقم مهشاد حاصل شد. اختلاف بدست آمده بین کمترین و بیشترین مقدار برابر ۵۵ درصد بود (شکل ۷). با توجه به اینکه افزایش رشد اندام هوایی گیاه به شرایط محیطی که گیاه در آن رشد می‌نماید، وابسته بوده و یکی از این شرایط، فراهم بودن رطوبت کافی برای گیاه است. به‌نظر می‌رسد اگر آب موردنیاز گیاه به حد کافی تأمین نگردد، فشار تورژسانس سلول‌ها کاهش یافته و منجر به کاهش رشد سلولی شده و در نهایت منجر به کاهش طول ساقه‌چه می‌شود. برخی محققان در بررسی اثر تیمارهای مختلف پیش تیمار بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاه سیاه‌دانه اعلام نمودند تیمار بذور با اسید هیومیک نسبت به دیگر تیمارها از طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتری برخوردار بودند که علت آن احتمالاً به دلیل تأثیر هیومیک اسید بر افزایش تقسیم سلولی و رشد طولی است. (اکرمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳).

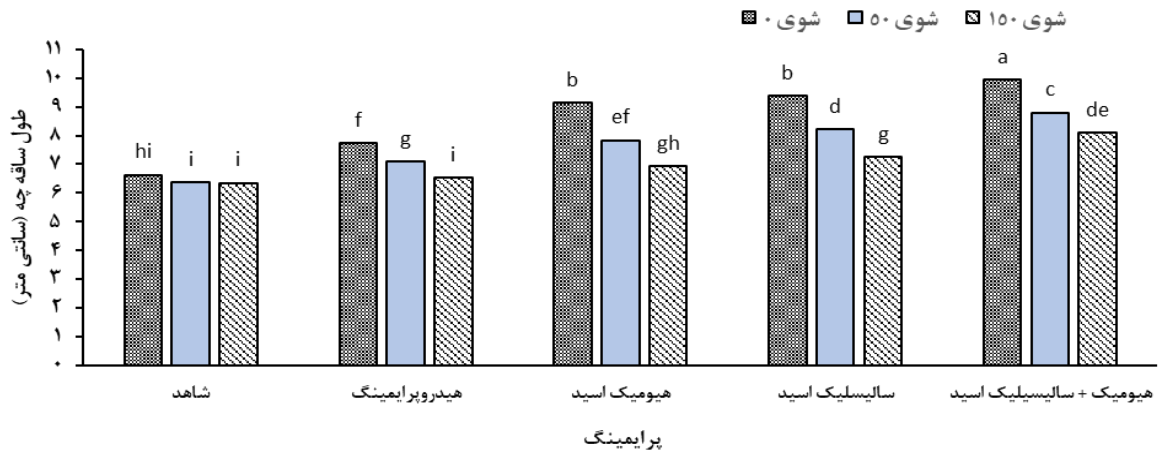
نتایج آزمایش گلدانی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کلیه اثرات ساده تیمارهای پرایمینگ، شوری و ارقام بر صفت سطح برگ در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود، در حالی که هیچ یک از اثرات متقابل بر صفت فوق تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار پرایمینگ بر صفت سطح برگ نشان داد که بیشترین سطح برگ با متوسط عددی ۲۹۲/۲ سانتی‌متر مربع مربوط به پرایمینگ هیومیک اسید بود و کمترین آن نیز مربوط به تیمار شاهد پرایمینگ با متوسط عددی ۲۴۶/۲ سانتی‌متر مربع بود که اختلاف بین آن‌ها حدوداً برابر ۱۶ درصد بود (شکل۸). همچنین در بررسی مقایسه میانگین اثر ساده شوری مشاهده شد که بیشترین مقدار سطح برگ با مقدار ۲۸۸/۲ سانتی‌متر مربع مربوط به شوری صفر (شاهد) بود و کمترین مقدار نیز در شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با متوسط ۲۶۴/۶ سانتی‌متر مربع حاصل شد که اختلاف بین کمترین و بیشترین سطح برگ در این تیمار ۸ درصد محاسبه شد (شکل ۹). در مطالعه‌ای که روی صفات کیفی و کمی چغندرقند انجام شد گزارش شد که طول برگ، عرض برگ و سطح برگ در اثر افزایش میزان تنش شوری کاهش یافت. کاهش در تولید مواد فتوسنتزی به جهت بسته شدن روزنه‌ها و تجمع نمک در برگ‌ها تحت شرایط تنش شوری و همچنین محدودیت در انتقال مواد غذایی موجب کاهش تقسیم و طویل شدن سلول‌ها شد که به همین دلیل سطح برگ در این گیاه کاهش یافت که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد (Khorshid & Rajabi, 2014).

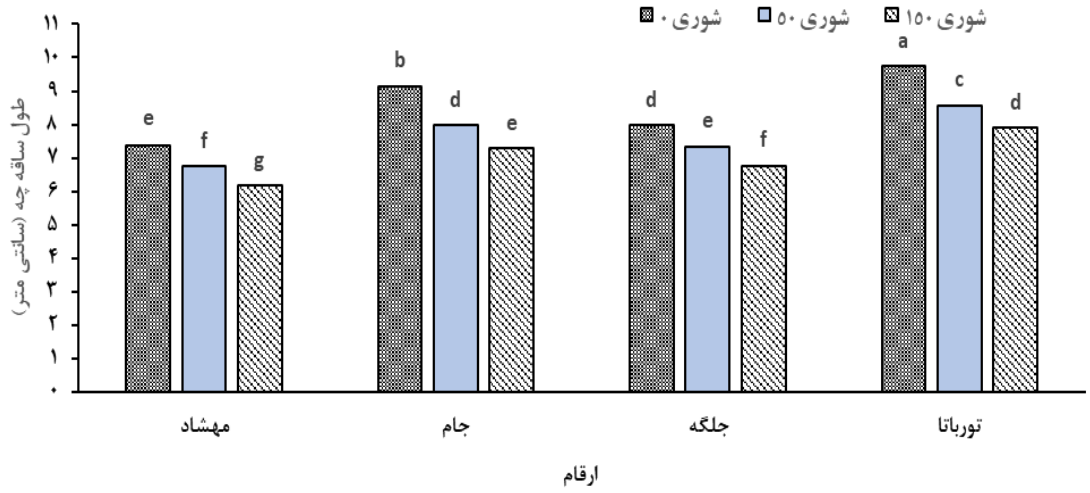
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]



شکل ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ و ارقام بر طول ریشه‌چه چغندرقند در شرایط آزمایشگاه

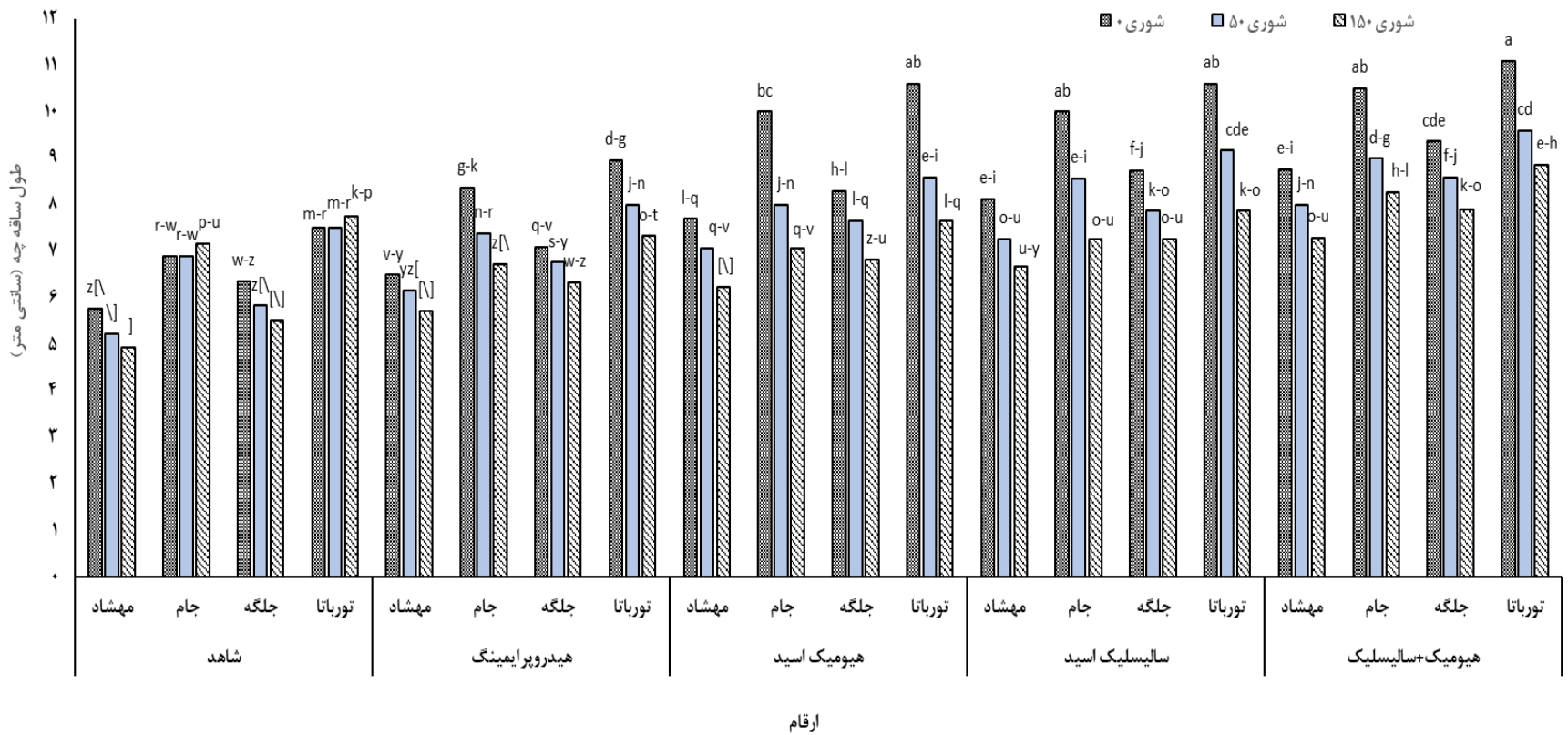


شکل ۵: مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ و شوری بر طول ساقه‌چه چغندرقند در شرایط آزمایشگاه



شکل ۶: مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و ارقام بر طول ساقه‌چه چغندرقند در شرایط آزمایشگاه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]



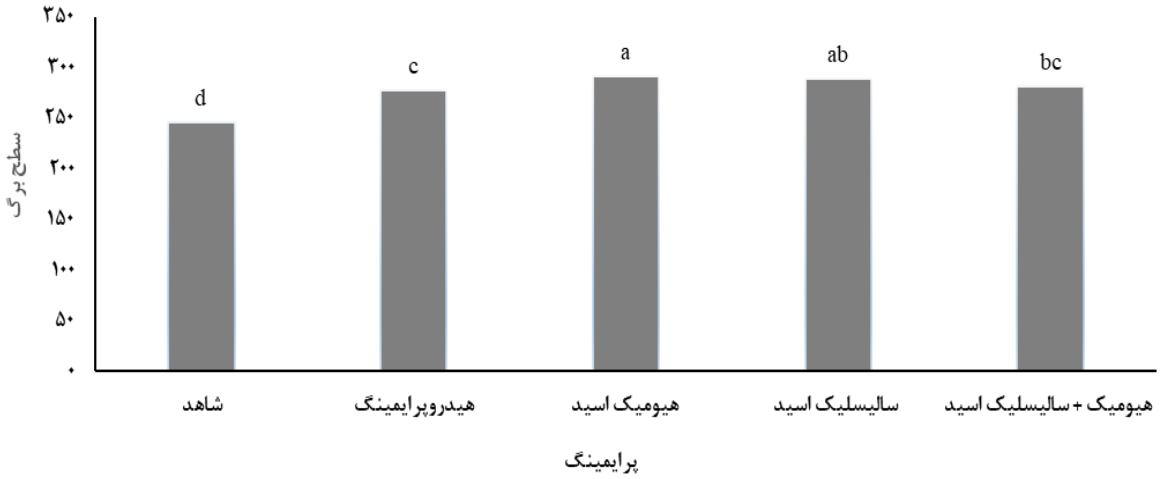
شکل ۷: مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ، شوری و ارقام بر طول ساقه‌چه چغندرقند در شرایط آزمایشگاه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

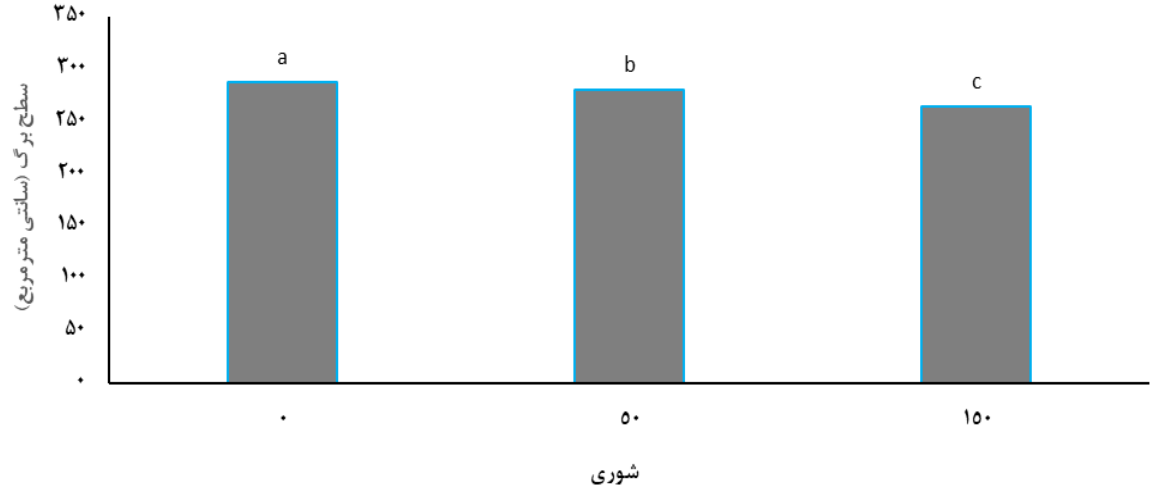
جدول ۳: تجزیه واریانس صفات موردبررسی چغندرقند در شرایط گلخانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	سطح برگ	تعداد برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ریشه
پرایمینگ	۴	۶۱/۳۹۵ **	۰/۹۰۷ **	۰/۰۴۱ **	۰/۱۱۲ **
شوری	۲	۴۳/۳۶۷ **	۳/۱۰۷ **	۰/۱۸۹ **	۰/۱۵۳ **
پرایمینگ × شوری	۸	۰ ns	۰/۱۵ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۱۱ **
ارقام	۱	۸/۴۱۸ **	۳/۴۸۷ **	۰/۱۵۷ **	۰/۱۶۸ **
پرایمینگ × ارقام	۴	۰ ns	۰ ns	۰ ns	۰/۰۰۱ ns
شوری × ارقام	۲	۰/۱۱۷ ns	۰/۰۴ *	۰ ns	۰/۰۲ **
پرایمینگ × شوری × ارقام	۸	۰ ns	۰ ns	۰ ns	۰/۰۰۱ ns
خطای آزمایش	۶۰	۱/۲۱۶	۰/۱۳۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۹۷	۳/۴۷	۷/۱۹	۹/۷۹

ns، * و** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد و یک‌درصد.



شکل ۸: مقایسه میانگین اثر ساده پرایمینگ بر سطح برگ چغندرقند در شرایط گلخانه

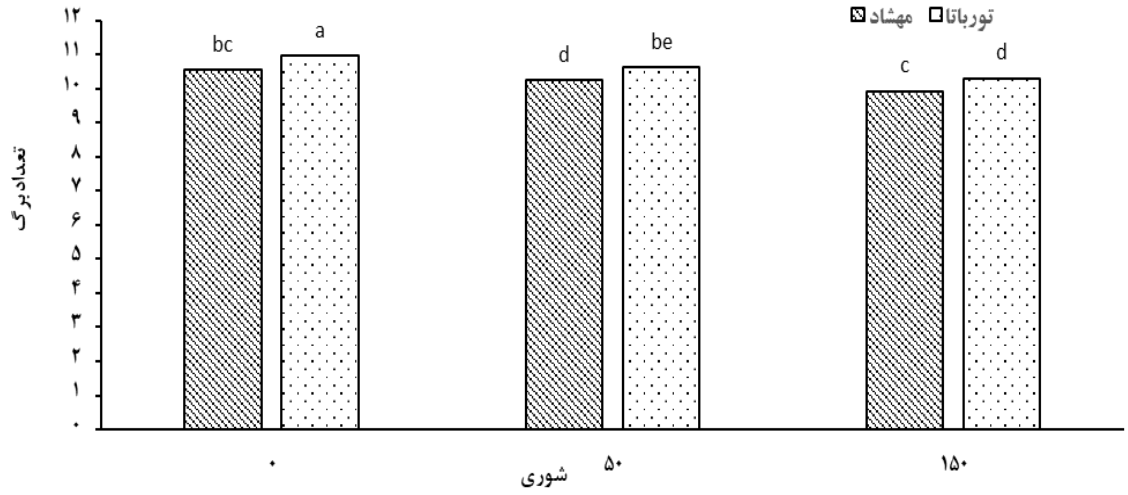


شکل ۹: مقایسه میانگین اثر ساده شوری بر سطح برگ چغندرقند در شرایط گلخانه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

تعداد برگ

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده پرایمینگ، شوری، ارقام در سطح احتمال آماری یک درصد بر صفت تعداد برگ تأثیر معنی‌دار داشت و اثر متقابل شوری و ارقام نیز در سطح احتمال آماری پنج درصد تأثیر معنی‌دار را نشان داد (جدول ۳). نتایج به دست آمد از مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای شوری و ارقام نشان داد که بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمار شوری صفر (شاهد) و رقم توروباتا در کمترین تعداد برگ نیز مربوط به تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و رقم مهشاد بود که بیشترین و کمترین تعداد برگ به ترتیب دارای ۱۰/۹۷ و ۹/۹۳ عدد برگ بود و اختلاف بین آن‌ها برابر ۹ درصد بود (شکل ۱۰). شوری از جمله عواملی محیطی است که می‌تواند تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر فرآیندهای مختلف توسعه و رشد گیاه داشته و موجب تغییراتی در آن می‌شود، به نظر می‌رسد در این آزمایش افزایش غلظت شوری موجب شده که گیاه رطوبت کمتری را جذب کرده و از این طریق بر فرایندهای متابولیکی، تنظیم اسمزی و میزان سرعت فتوسنتز تأثیر منفی گذاشته در نتیجه رشد اندام هوایی و ارتفاع بوته کاسته شده تا در نهایت موجب کاهش تعداد برگ در بوته شود از طرفی استفاده از پرایمینگ اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک تا حدودی تأثیرات منفی را کاهش داده و سبب رشد اندام هوایی و افزایش تعداد برگ در بوته شده است که این نتایج با نتایج آزمایش نصیری و همکاران (۱۴۰۳) مطابقت داشت.



شکل ۱۰: مقایسه میانگین اثر متقابل شوری*رقم بر تعداد برگ چغندرقند در شرایط گلخانه

وزن خشک برگ

بررسی داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمارهای پرایمینگ، شوری و ارقام در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود، در حالی که کلیه اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه از نظر آماری، تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن خشک برگ نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده پرایمینگ حاکی از آن بود که در تیمار پرایمینگ ترکیبی هیومیک و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

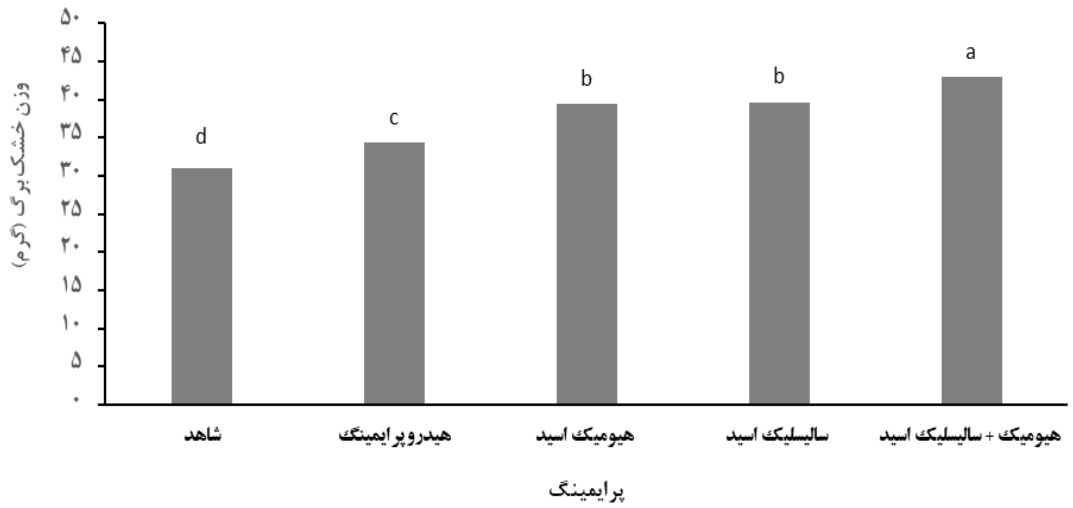
سالیسیلیک اسید با مقدار ۴۳ گرم بیشترین وزن خشک برگ حاصل شد و کمترین مقدار آن نیز مربوط به تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) با متوسط ۳۱ گرم به دست آمد بطوریکه اختلاف آن‌ها برابر ۲۸ درصد بود (شکل ۱۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار شوری مشخص کرد که در شوری صفر (شاهد) با متوسط ۴۵/۳ گرم بیشترین وزن خشک برگ به دست آمد و کمترین آن نیز مربوط به شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با متوسط ۲۹/۵ گرم به دست آمد اختلاف کمترین و بیشترین وزن خشک برگ برابر ۳۵ درصد به دست آمد (شکل ۱۲). پژوهش حاضر از طریق محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک احتمالا جذب عناصر سمی موجود در آب آبیاری (مانند سدیم و ...) بوسیله گیاه را کاهش داد که نتیجه آن افزایش رشد اندام‌های هوایی و برگ های چغندر قند شد، در نتیجه به جهت کاهش جذب آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب خاک (بوسیله گیاه)، عناصر ذکرشده در خاک افزایش یافته و سبب افزایش شوری عصاره اشباع خاک شده‌اند؛ لذا کاربرد اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک هرچند برای تحمل گیاه به تنش شوری و افزایش رشد محصول مطلوب می‌باشد، ولی به جهت افزایش تجمع نمک‌ها در خاک و شور شدن خاک می‌تواند اثرات زیانباری داشته باشد که نتایج آزمایش پیرسته‌انوشه و همکاران (۱۳۹۵) مؤید این مطلب است.

وزن خشک ریشه

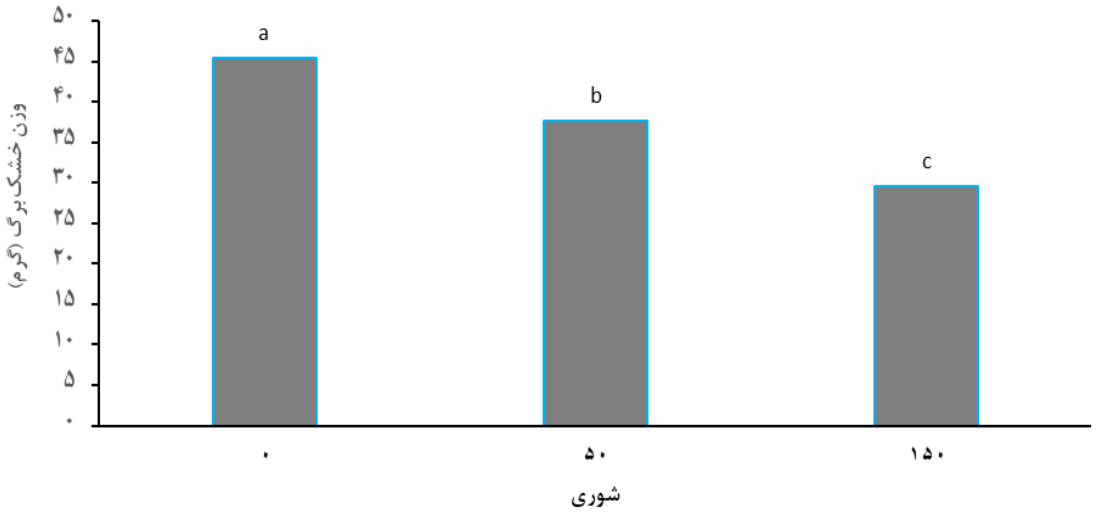
براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده گردید که اثرات ساده تیمارهای پرایمینگ، شوری و ارقام و همچنین اثرات متقابل دو گانه پرایمینگ و شوری و نیز شوری و ارقام در سطح احتمال آماری یک درصد بر صفت وزن خشک ریشه تأثیر معنی‌داری داشت، هرچند سایر اثرات متقابل تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۳). مطابق نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه پرایمینگ و شوری بر وزن خشک ریشه مشخص شد که بیشترین وزن خشک ریشه با متوسط عددی ۷۱/۴ گرم مربوط به تیمار ترکیبی پرایمینگ هیومیک و سالیسیلیک اسید و شوری صفر (شاهد) بود و کمترین مقدار این صفت نیز مربوط به تیمار عدم انجام پرایمینگ (شاهد) و شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با متوسط عددی ۳۶/۴ گرم بدست آمد، بطوری که اختلاف کمترین و بیشترین وزن خشک ریشه برابر ۴۹ درصد محاسبه شد. همچنین مشخص شد که در شرایط عدم پرایمینگ با افزایش تنش شوری از میزان شوری سطح شاهد تا ۱۵۰ میلی‌مولار به ترتیب ۱۲ و ۳۲ درصد نسبت سطح شاهد شوری میزان وزن خشک ریشه کاهش یافت و با استفاده از روش پرایمینگ بر میزان وزن خشک ریشه اضافه گردید و تا حدودی اثر منفی تنش شوری کاهش یافت (شکل ۱۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه شوری و ارقام بر صفت وزن خشک ریشه حاکی از آن بود که بیشترین مقدار وزن خشک ریشه با متوسط ۶۷/۲ گرم مربوط به شوری صفر (شاهد) و رقم توربانا بود و کمترین مقدار وزن خشک ریشه نیز مربوط به تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و رقم مهشاد با متوسط ۴۳/۷ گرم بود که اختلافی برابر ۳۵ درصد بدست آمد. (شکل ۱۴). نتایج آزمایش نشان داد که تنش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

شوری، رشد رویشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش وزن خشک گیاه می‌شود در مقابل تیمارهای پرایمینگ، سبب افزایش میزان وزن خشک ریشه شدند.



شکل ۱۱: مقایسه میانگین اثر ساده پرایمینگ بر وزن خشک برگ چغندرقند در شرایط گلخانه

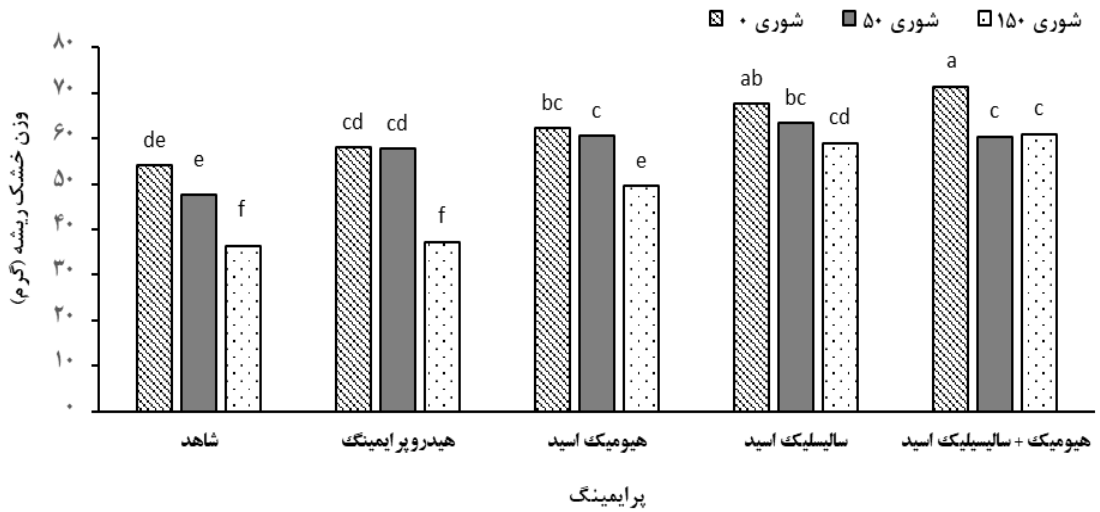


شکل ۱۲: مقایسه میانگین اثر ساده شوری بر وزن خشک برگ چغندرقند در شرایط گلخانه

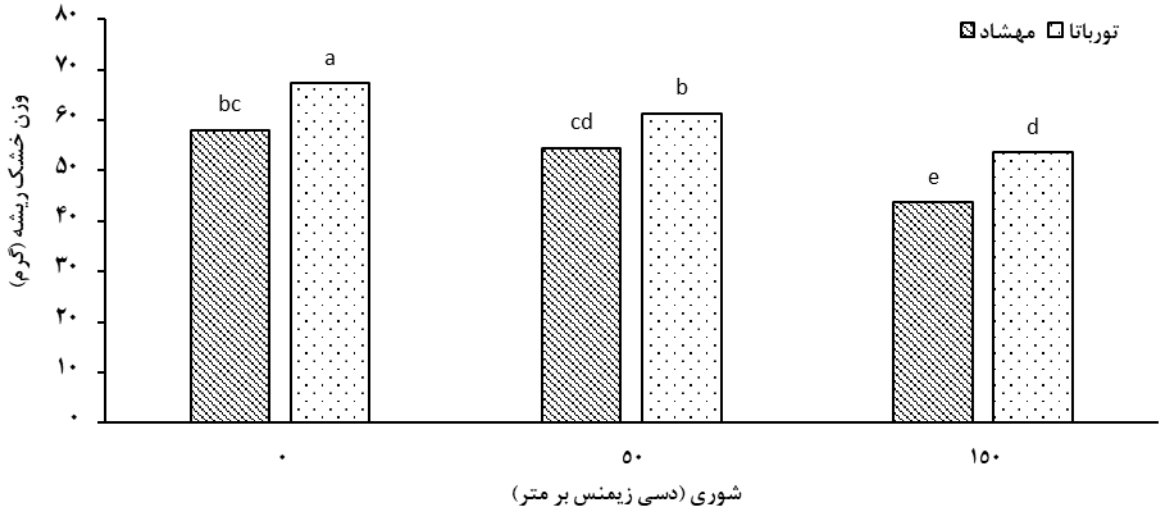
برخی محققان در پژوهشی با بررسی تأثیر غلظت های مختلف اسید هیومیک و زمان‌های پرایمینگ بذر بر رشد گیاهچه گندم گزارش کردندکه پرایمینگ بذور گندم با محلول ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید بیشترین وزن‌تر و خشک ریشه‌چه را به خود اختصاص دادند (نظارت و غلامی، ۱۳۸۹). در آزمایش حاضر تیمار پرایمینگ ترکیبی اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک منجر به افزایش وزن خشک ریشه شد که به‌نظر می‌رسد اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک سبب جذب آب و انتقال مواد ذخیره‌ای در بذرها شده و موجب افزایش رشد ریشه و ساقه می‌گردند در مورد کاربرد اسید سالیسیلیک نیز چنین می‌توان توضیح داد که این هورمون گیاهی سبب افزایش پرولین و ذخیره آبی در سلول‌های گیاهی شده و با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

حفظ فشار اسمزی (در شرایط تنش شوری) سبب افزایش فتوسنتز، رشد گیاه و افزایش وزن خشک چغندرقند می‌شود که با نتایج آزمایش سعیدی و همکاران (۱۴۰۲) مطابقت داشت.



شکل ۱۳: مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ و شوری بر وزن خشک ریشه چغندرقند در شرایط گلخانه



شکل ۱۴: مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و رقم بر وزن خشک ریشه چغندرقند در شرایط گلخانه

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارهای پرایمینگ، به ویژه ترکیبی اسیدهیومیک و اسیدسالیسیلیک ، موجب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی (سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه) شدند. افزایش سطح شوری به‌طور معنی‌داری باعث کاهش این صفات شد، به‌طوری‌که بیشترین آسیب در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار مشاهده گردید. اثر متقابل

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

پرایمینگ × شوری × رقم نشان داد که رقم توربانا تحت تیمار ترکیبی و شرایط بدون شوری بالاترین درصد جوانه‌زنی را داشت، در حالی که رقم مهشاد بدون پرایمینگ و در بالاترین سطح شوری کمترین درصد جوانه‌زنی را نشان داد. کاهش جوانه‌زنی تحت تنش شوری به دلیل محدودیت جذب آب، کاهش فعالیت هورمونی و آنزیمی و اثرات منفی پتانسیل اسمزی بر فرآیندهای بیوشیمیایی است. در شرایط گلخانه، بیشترین سطح برگ با تیمار هیومیک اسید و بیشترین تعداد برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک ریشه با تیمار ترکیبی هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید مشاهده شد، در حالی که افزایش شوری موجب کاهش تمامی صفات رشدی شد. این نتایج حاکی از آن است که پرایمینگ با کاهش اثر ترکیبات مهارکننده جوانه‌زنی موجود در پوسته بذر و افزایش دسترسی به آب و اکسیژن، نقش مؤثری در بهبود جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه دارد. به‌ویژه ترکیب اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک ، که به‌راحتی در دسترس است، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار ساده، مؤثر و اقتصادی برای افزایش عملکرد چغندرقند و بهبود تحمل آن در شرایط تنش شوری مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

اکرمی نژاد، ا.، صفاری، م.، عبدالشاهی، ر. و امیری، ر. ۱۳۹۳. مطالعه اثر تیمارهای مختلف پیش تیمار بر ویژ گی های جوانه‌زنی و رشد گیاه سیاهدانه مجله زراعت و اصلاح نباتات، دوره ۱۰ شماره ۱. ص ۱۱-۱.

پیرسته انوشه، ه. پ امام، ی.، روستا، م. و هاشمی، س.ا. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و عملکرد دانه جو رقم نصرت در شرایط تنش شوری .مجله علوم زراعی ایران، دوره ۱۸ شماره ۳. ص ۲۴۴-۲۳۲.

سعیدی، ر.، ضرابی، م.م. و داودنژاد، د. ۱۴۰۲. اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد گیاه موسیر، در شرایط تنش شوری. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. دوره ۳۷ شماره ۳. ص ۲۸۴-۲۶۹.

علوی، ز.، روشنفکر.، ح.ا، حسیب، پ. و مسکر باشی، م ۱۳۹۱. اثر هیدروپرایمینگ واسموپرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ های چغندرقند تحت تنش شوری. دومین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد. مشهد. ایران.

فتحی امیرخیز، ک.، امیدی، ح.، حشمتی، س. وجعفر زاده، ل. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تسریع کننده ها بر بنیه بذر و خصوصیات جوانه زنی گیاه دارویی سیاه دانه تحت تنش شوری نشریه پژوهش های زراعی ایران، دوره ۱۰ شماره ۲. ص ۳۱۰-۲۹۹.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

مرتضایی‌نژاد، ف.، خاوری نژاد، ر. امامی، م. ۱۳۸۵. بررسی برخی پارامترهای عملکرد و میزان پرولین ارقام برنج در شرایط تنش شوری .دانش نوین کشاورزی، دوره ۴ شماره ۲. ص ۷۰-۶۶.

نصیری، م.، عندلیبی، ب.، خمـاری، س.، گلی‌کلانپـا، ا. و نصـیری، س. ۱۴۰۳. تغییـرات برخـی ویژگـی هـای فیزیولوژیک لوبیا با کاربرد بیوچار و اسید سالیسلیک تحت شرا یط تنش شوری خاک. دوره ۱۴ شماره ۲. ص ۱۷-۵۱.

نظارت، س. و غلامی، ا. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و زمان‌های پرایمینـگ بـذر بـر رشـد گیاهچه گندم. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

Ahmad, F., Kamal, A., Singh, A., Ashfaque, F., Alamri, S., and Siddiqui, M. H. 2020. Salicylic acid modulates antioxidant system, defense metabolites, and expression of salt transporter genes in Pisum sativum under salinity stress. Journal of Plant Growth Regulation, 41(4): 1905–1918. https://doi.org/10.1007/s00344-020-10271-5

Ahn, J. and Chung, I. 2000. Allelopathic potential of rice hull on germination and seedling growth of barnyardgrass. journal of Agronomy. 92(6): 1162-1167. https://doi.org/10.2134/agronj2000.9261162x

Amiri, M. B., Rezvani Moghaddam, P., Ehyai, H. R., Fallahi, J. & Aghhavani Shajari, M. 2010. Effect of osmotic and salinity stresses on germination and seedling growth indices of artichoke (Cynaras coolymus) and purple coneflower (Echinacea purpurea). Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences. 3(2), 165-176. https://doi.org/10.22077/escs.2011.92

Ashraf, M., & Waheed, A. 1990. Screening of local exotic of lentil (Lens culinaris Medik) for salt tolerance at two growth stage. Journal of Plant and Soil. 128, 167-176.

Bayat, H., Naseri Moghaddam, A. & Aminifard, M. 2020. Allelopathic effects of narcissus (*Narcissus tazetta* L.) extract on germination, growth and physiological characteristics of couch grass (*Agropyron repens*) and wild oat (*Avena fatua*). Journal of Seed Science Research, 6(4): 457-469. https://doi.org/10.22124/JMS.2020.3925

Chen, S., Zhao, C.B., Ren, R.M., & Jiang, J. H. 2023. Salicylic acid has the potential to enhance tolerance in horticultural crops against abiotic stress. Frontiers in Plant Science, 14: Article 1141918. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1141918

Dadkhah, A. 2011. Effect of Salinity on Growth and Leaf Photosynthesis of Two Sugar Beet (Beta vulgaris L.) Cultivars. Journal of Agricultural Sciences & Technology, 13: 1001-1012.

Eisa Salwa, A.I. 2011. Effect of amendments, humic and amino acids on increases soils fertility, yields and seeds quality of peanut and sesame on sandy soils. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 7(1): 115-125.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

Ghabbour, E.A., & Davies, G. 2001. Humic substances structures, models and functions. Royal Society of Chemistry (Great Britain) Royal Society of Chemistry, 387 p.

Ghasemi Arian, A., Ghorbani, R., Nasripour Yazdi, M. & Mesdaghi, M. 2016. Effect of temperature on seed germination characteristics of Dorema ammoniacum. Journal of Plant Research. (Iranian Journal of Biology), 29(3): 686-693. https://doi.org/20.1001.1.23832592.1395.29.3.20.6

Heydarzadeh, S., Arena C., Vitale, E., Rahimi, A., Mirzapour, M., Nasar, J., Kisaka, O., Sow, S., Ranjan, S., and Gitari, H. 2023. Impact of different fertilizer sources under supplemental irrigation and rainfed conditions on ecophysiological responses and yield characteristics of dragon's head (*Lallemantia iberica*). Journal of Plants, 12(8): 1693. https://doi.org/10.3390/plants12081693

Ikic, I., Maricevic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Sarcevic, Z. & Arcevic, H. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in creation grown winter wheats. Journal of Euphytica, 188, 25-34. https://doi.org/10.1007/s10681-012-0735-8

Jini, D. & Joseph, B. 2017. Physiological mechanism of salicylic acid for alleviation of salt stress in rice. Journal of Rice Science, 24(2): 97-108. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2016.07.007

Kabiri, R., Nasibi, F., & Farahbakhsh, H. 2014. Effect of exogenous salicylic acid on some physiological parameters and alleviation of drought stress in Nigella sativa plant under hydroponic culture. Plant Protection Science, 50(1): 43–51. https://doi.org/10.17221/56/2012- PPS

Khorshid, A. & Rajabi, A. 2014. Investigation on quantity and quality characters of sugar beet advanced breeding populations in drought and salinity stress and non-stress conditions. International Journal of Agriculture and Crop Science, 7 (9): 532 - 536.

Larcher, W. 2003. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups, 4th. Edition, Springer, New York, 514p

Manchanda, G. & Grag. N. 2008. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiologiae plantarum, 30: 595-618. https://doi.org/10.1007/s11738-008-0173-3

Miller, T.R. & Chapman, S.R. 1978. Germination responses of three forage grasses to different concentration of six salts. Journal of Range Management, 31(2): 123-124. https://doi.org/10.2307/3897659

Nakhyeinejad, B. & Moosavi, S.G.R. 2015. Effect of irrigation interval, humic acid and sulfur fertilizer on morphological and yield traits of fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.) Journal of plant ecophysiology, 9(30): 40-51. https://doi.org/20.1001.1.20085958.1396.9.30.4.8

Rezvani, R., Kamkar, B & Jabbari Badkhor, Z. 2025. Investigating the role of priming with humic acid on modulating the effect of salinity stress on the germination and growth indices of

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Saba hybrid) seed. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 14(3): 43-60. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.364534.1511

Subrahmanyeswari, T., & Gantait, S. 2022. Advancements and prospectives of sugar beet (Beta vulgaris L.) biotechnology. Applied Microbiology and Biotechnology, 106(22): 7417-7430.

Safarnejad, A., Salami, M.R. & Hamidi, H. 2007. Morphological characteristics of plants of Plantagopsyllium and Plantagoovata against salt stress. Journal of Construction Research, 75: 152-160.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]

Effect of Seed Priming on Germination and Early Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Cultivars under Salinity Stress

M. Moradi, A. Dadkhah[2*] and R. Rezvani[3]

1, 2 & 3) Department of Plant Production and Genetic, University of Bojnord, Bojnord, Iran.

[*]**Corresponding author: dadkhah@um.ac.ir**

Received date: 2025.04.30 **Accepted date: 2025.07.30**

This article is taken from the master's thesis.

Abstract

In order to study the effects of humic acid and salicylic acid on germination parameters and early growth characteristics of sugar beet cultivars under salinity stress, a factorial experiment consist of three-factors was arranged in a completely randomized design with three replications in two separate environments, including a laboratory and a greenhouse conditions, at the Faculty of Agriculture, Shirvan, University of Bojnord, in 2025. Experimental treatments consisted of seed priming at five levels (non-primed control, hydropriming, humic acid, salicylic acid, and a combination of humic acid and salicylic acid), salinity at three levels (0, 50 mM, and 150 mM NaCl), and four cultivars (Jolge, Mahshad, Jam, and Torbata). Laboratory results demonstrated that seed priming significantly enhanced germination indices. The combined humic acid + salicylic acid treatment produced the highest germination rate, germination percentage, radicle length, and plumule length. In the priming × salinity × cultivar interaction, the highest germination percentage (82.4%) was observed in the Torbata cultivar under non-saline conditions with the combined priming treatment, whereas the lowest value (59.97%) was observed in the Mahshad cultivar under 150 mM salinity without priming. Greenhouse results indicated that plants treated with humic acid had the highest leaf area. However, the application of combined humic acid + salicylic acid significantly increased leaf number, leaf dry weight, and root dry weight compared with the other treatments. Increasing salinity levels led to a marked decline in all measured growth traits. Overall, the findings suggest that application of combined humic acid + salicylic acid, particularly in the Torbata cultivar, can substantially improve germination performance, early seedling vigor, and tolerance to salinity.

Key words: Seed priming, Salinity stress, Sugar beet, Salicylic acid and Humic acid.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-25]