اثر زمان و نحوه کاربرد سالیسیلیک‌اسید بر روند رشد، عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط تنش شوری

سیده الهه هاشمی[۱]، یحیی امام*[۲] و هادی پیرسته‌انوشه[۳]

۱) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۲) استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۳) هیات علمی مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد، ایران.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

* **نویسنده مسئول:** Yaemam@shirazu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۰۶ **تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۰۸**

چکیده

برای ارزیابی اثر زمان و نحوه کاربرد سالیسیلیک‌اسید بر روند رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه جو رقم ریحان، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در محیط کنترل شده در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح کاربرد سالیسیلیک‌اسید (شاهد، پرایمینگ، محلول‌پاشی در مراحل شروع پنجه‌زنی، برجستگی دوگانه و گل‌دهی) با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار و سطوح تنش شوری (شاهد، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر) بود. نتایج نشان داد که تنش شوری موجب کاهش تعداد دانه در سنبله (۵۲/۲ درصد)، وزن هزاردانه (۷/۰ درصد)، عملکرد دانه (۳۰/۰ درصد)، عملکرد بیولوژیک (۱۳/۰ درصد) و شاخص برداشت (۱۹/۷ درصد) گردید و کاربرد سالیسیلیک‌اسید در همه سطوح، ویژگی‌های فوق را در بوته‌های جو بهبود بخشید. هم‌چنین روند تغییر ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک بوته‌های جو نیز تحت اثر مثبت و معنی‌دار کاربرد سالیسیلیک‌اسید در هر دو نحوه کاربرد به‌صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی قرار گرفت. بیش‌ترین اثرات مثبت سالیسیلیک‌اسید بر رشد و عملکرد در کاربرد غلظت ۱/۵ میلی‌مولار این محلول، به‌صورت پرایمینگ و محلول پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی مشاهده شد، به‌صورتی‌که پرایمینگ بذر در شرایط بدون تنش، شوری متوسط و شدید به‌ترتیب باعث افزایش ۷/۷، ۲۱/۱ و ۶۰/۶ درصدی عملکرد دانه شد. این مقادیر برای محلول پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی به‌ترتیب برابر ۳۰/۵، ۲۹/۱ و ۶۱/۶ درصد بودند. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد سالیسیلیک‌اسید، به‌ویژه در حالت زودهنگام می‌تواند موجب تعدیل اثرات سوء تنش شوری در گیاه جو شود.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، شاخص برداشت، محلول‌پاشی، وزن هزاردانه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است و پیشینه کشت آن به ۵ تا ۷ هزار سال پیش از میلاد می‌رسد (Gallagher, 1984). این گیاه چهارمین غله‌ی مهم دانه‌ای مهم دنیاست، و پس از گندم، برنج و ذرت مهم‌ترین تأمین‌کننده‌ی ماده غذایی است. گیاهی است کم توقع و متحمل نسبت به تنش شوری، که دامنه سازگاری و پراکنش آن از سایر گیاهان زراعی گسترده‌تر است (امام، ۱۳۹۰). شور شدن خاک‌ها مدت مدیدی است که به یک مشکل جهانی در کشت غلات تبدیل شده و هیچ قاره و اقلیمی عاری از خاک‌های متأثر از شوری نیست (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). ایران با ۲۷ میلیون هکتار اراضی شور در مقام اول کشورهای منطقه قرار دارد و پس از آن هند و پاکستان به‌ترتیب با ۲۳/۸ و ۱۰/۵ میلیون هکتار مقام دوم و سوم را دارند (Ashraf and Harris, 2005). در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک غلظت دو عنصر Na^+ و Cl^- بسیار بیش‌تر از نیاز گیاهان بوده و این امر مشکلات فراوانی برای آن‌ها ایجاد می‌کند. واکنش معمول اکثر گیاهان به شوری، به‌صورت تنش اسمزی، سمیت یونی و عدم تعادل عناصر غذایی می‌باشد (Munns, 2002). به‌طورکلی، عملکرد گیاهان زراعی هنگامی تحت تأثیر قرار می‌گیرد که میزان شوری به یک حد آستانه برسد. این آستانه تحمل، در گیاهان زراعی مختلف متفاوت است، اما کاهش عملکرد به میزان زیادی به پتانسیل آب خاک و در درجه دوم به اثر یون‌ها بستگی دارد (Kim *et al.*, 2005; Munns and Tester, 2008). شوری، عملکرد و همه‌ی اجزای عملکرد بوته‌های جو، از جمله تعداد پنجه بارور، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را کاهش می‌دهد (Naseer, 2001). افزایش عملکرد گیاهان زراعی در سال‌های اخیر به‌طور عمده به دلیل افزایش استفاده از کودها، استفاده از ارقام با عملکرد زیادتر، اعمال روش‌های بهتر کنترل علف‌های هرز و بیماری‌ها می‌باشد. یکی از دلایل افزایش عملکرد در ارقام جدید غلات، تسهیم بیش‌تر ماده خشک به دانه (شاخص برداشت) بوده است (امام، ۱۳۹۰). دلیل دیگر ممکن است سازگاری بهتر گیاهان به شرایط محیطی باشد. اثر مشابهی هم ممکن است به‌وسیله استفاده برخی از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی به‌دست آید (Harper and Balke, 1981). بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند سالیسیلیک‌اسید، چه به‌صورت پیش تیمار بذر و چه به‌صورت کاربرد برگساره‌ای آن باعث افزایش تحمل گیاه در زمان بروز تنش‌های غیر زنده به‌ویژه تنش شوری می‌شود (پیرسته‌انوشه و امام، ۱۳۹۱؛ پاکار و همکاران، ۱۳۹۳؛ Shakirova *et al.*, 2003; El-Tayeb, 2005; Shakirova, 2007). سالیسیلیک‌اسید یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی و از جمله هورمون‌های گیاهی و یک تنظیم‌کننده‌ی رشد بیرونی است (Hayat and Ahmad, 2007). سالیسیلیک‌اسید بر فرایندهای متفاوتی از جمله جوانه‌زنی بذر، هدایت روزنه‌ای، جذب و انتقال یون‌ها، فتوسنتز، رشد ریشه و شاخساره و افزایش عملکرد تأثیرگذار است. علاوه بر این، سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش تحمل گیاه در برابر انواع

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

تنش‌های غیرزیستی (خشکی، شوری، دمای زیاد و کم) و تنش‌های ناشی از جمله حشرات و بیماری‌ها می‌گردد (Hayat and Ahmad, 2007). نتایج امام و پیرسته‌انوشه (۱۳۹۳الف) نشان داد که کاربرد سالیسیلیک‌اسید به‌صورت پرایمینگ بذر جو باعث بهبود سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش شوری شد. پیرسته‌انوشه و امام (۱۳۹۱) نیز نشان دادند که کاربرد برگساره‌ای سالیسیلیک‌اسید موجب افزایش ارتفاع بوته، طول دم گل آذین، تعداد سنبلک در هر سنبله، تعداد دانه در هر سنبلک، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌شود. با نگاهی به تحقیقات انجام شده، اثر مثبت کاربرد سالیسیلیک‌اسید در بسیاری از گیاهان در شرایط شوری نشان داده شده است، اما اتفاق نظری در مورد بهترین زمان و یا بهترین نوع کاربرد این تنظیم‌کننده رشد وجود ندارد. لذا، این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد سالیسیلیک‌اسید به‌صورت پرایمنگ و یا محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد جو و هم‌چنین روند تغییرات رشد در طول فصل در شرایط تنش شوری طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل تیمار کاربرد سالیسیلیک‌اسید در پنج سطح بدون کاربرد (به‌عنوان شاهد)، پرایمینگ بذر، محلول پاشی در مراحل شروع پنجه‌زنی بوته‌ها، برجستگی دوگانه و گل‌دهی در گیاه جو رقم ریحان، و تیمار تنش شوری در سه سطح شاهد، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. کاربرد سالیسیلیک‌اسید در هر دو نحوه کاربرد پرایمینگ و محلول‌پاشی در همه مراحل با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار صورت گرفت.

گلدان‌های پنج لیتری با خاک مزرعه، شن شسته شده و کودبرگ با نسبت ۱:۱:۲ پر شدند. زهکشی ته گلدان‌ها با سنگ‌ریزه تأمین شد. در هر گلدان ۱۰ بذر کاشته شد و پس از سبزشدن به ۸ بوته در هر گلدان رسید. تیمار شوری نیز به‌صورت آبیاری با آب شور با هدایت الکتریکی مورد نظر از مرحله سه برگی تا پایان فصل رشد با کاربرد نمک‌های NaCl و $CaCl_2$ به نسبت ۱:۲ اعمال شد (امام و پیرسته‌انوشه، ۱۳۹۳ب). برای اطمینان از درستی روش اعمال تنش، هدایت الکتریکی زه‌آب گلدان‌ها نیز اندازه‌گیری شد. مقدار هدایت الکتریکی با استفاده از EC-meter پورتابل مدل 2052 digital *USA* کنترل گردید. به‌منظور جلوگیری از وارد آمدن تنش ناگهانی، غلظت‌های شوری در سه مرحله متوالی اعمال شد. پرایمینگ بذر با سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱/۵ میلی مولار به مدت ۱۲ ساعت و هم‌چنین محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۱/۵ میلی مولار در مراحل مورد نظر با اسپری با فشار ثابت و به‌صورت کاملاً یکنواخت انجام شد. میزان پاشش محلول به اندازه‌ای بود که قطرات محلول بر برگ‌های جو قابل مشاهده باشد. این کار در اولین ساعات صبح، به دور از تابش مستقیم آفتاب صورت گرفت. برای جلوگیری از نفوذ سالیسیلیک‌اسید به درون خاک، سطح خاک گلدان‌ها با پلاستیک پوشانده شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

طول دوره آزمایش از زمان کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک به‌طور میانگین ۲۱۹۶ درجه روز رشد بود. در طول فصل رشد صفت ارتفاع بوته در پنج نوبت ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ روز پس از کشت اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته‌ها نیز از طوقه تا زبانک برگ آخر پیش از ظهور سنبله و سپس از سطح خاک (طوقه) تا زیر سنبله پس از پیدایش آن با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری صفات سطح برگ و وزن خشک در چهار نوبت ۲۲، ۴۴، ۶۶ و ۸۸ روز پس از کشت صورت گرفت. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل Delta T MK_2, England استفاده شد. در برداشت نهایی پس از رسیدگی فیزیولوژیک، تمام بوته‌های هر گلدان کف‌بر شده و به مدت ۲۴ ساعت در آون تهویه‌دار در دمای ۲±۷۰ خشک شد و پس از آن تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، وزن خشک، عملکرد بیولوژیک تعیین گردید. میانگین بوته‌های هر گلدان به‌عنوان داده آن واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. شاخص برداشت نیز از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد. برای انجام محاسبه‌های آماری، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد یا خطای استاندارد[1] انجام شد (سلطانی، ۱۳۸۶).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول ۱ نشان داد که اثر سالیسیلیک‌اسید و برهمکنش آن با شوری در سطح احتمال یک درصد و اثر شوری در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار شد. به‌طورکلی، تنش شوری موجب کاهش تعداد دانه در سنبله شد. به‌طوری‌که تنش‌های ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب موجب کاهش ۲۸/۸ و ۵۲/۲ درصدی تعداد دانه در سنبله نسبت به تیمار شاهد شد (شکل ۱).

کاربرد سالیسیلیک‌اسید موجب بهبود تعداد دانه در سنبله شد، به‌طوری‌که تعداد دانه در سنبله، در تیمارهای پرایمینگ و محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی، تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای کاربرد سالیسیلیک‌اسید داشت. در حالی‌که کاربرد دیرهنگام سالیسیلیک‌اسید اثری بر تعداد دانه در سنبله نداشت، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین تیمار عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید و محلول‌پاشی آن در مرحله گل‌دهی مشاهده نشد (شکل ۱). در مطالعات متفاوت مشخص شده که کاربرد بیرونی سالیسیلیک‌اسید، اثر زیان‌آور شوری را کاهش داده و تحمل شوری را در گیاهان زراعی با بهبود رشد افزایش داده است (Hussein *et al.*, 2007). نتایج پژوهش حاضر در مورد اثر مثبت کاربرد برگساره‌ای سالیسیلیک‌اسید بر افزایش تعداد دانه در سنبله با نتایج پیرسته‌انوشه و امام (۱۳۹۱)، پاکار و همکاران (۱۳۹۳)، Hayat و Ahmad (۲۰۰۷) مطابقت دارد.

[1] Standard Error

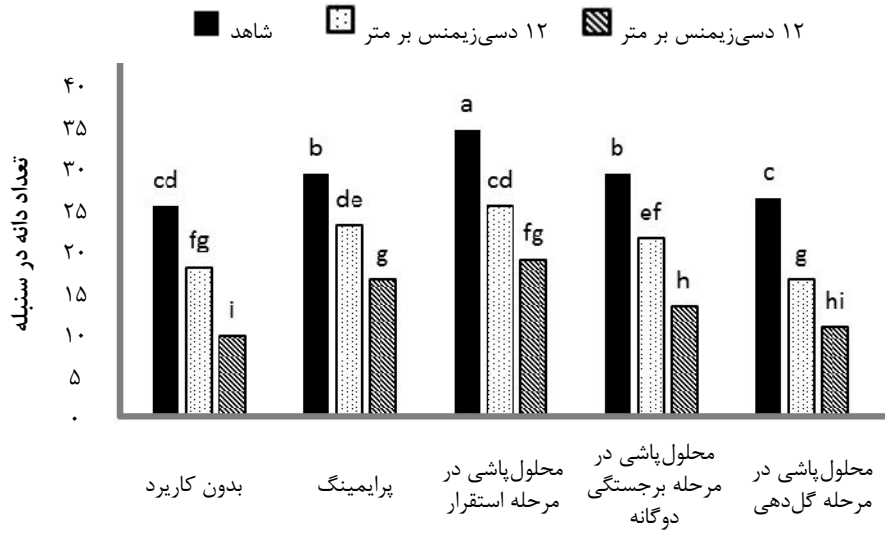
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

جدول ۱: میانگین مربعات اثر شوری، سالیسیلیک‌اسید و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد جو

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزاردانه	تعداد دانه در سنبله	وزن خشک شاخساره	عملکرد دانه	شاخص برداشت
سالیسیلیک‌اسید (SA)	۴	۲۱/۳۲۲*	۷۴/۱۶۵**	۷۳/۳۴۳**	۶/۰۹۳**	۰/۸۲۳*
شوری (SS)	۲	۲/۴۵۳ns	۶۷/۹۲۶*	۶۳/۰۰۹**	۹/۴۶۰**	۰/۰۲۲ns
SA×SS	۸	۶۱/۵۵۰**	۲۴/۹۶۲**	۲۱/۳۲۰*	۷/۷۳۰**	۰/۸۲۲*
خطا	۴۵	۳/۴۰۰	۱/۰۹۲	۱۱/۰۰۱	۰/۴۴۳	۰/۰۳۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۲/۱۰	۱۲/۲۲	۱۳/۶۵	۱۱/۸۸	۷/۵۶

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.



شکل ۱: برهمکنش تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر تعداد دانه در سنبله جو

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سالیسیلیک‌اسید در سطح احتمال پنج درصد و برهمکنش آن با شوری در سطح احتمال یک درصد بر وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول ۱). در تیمارهای بدون کاربرد، پرایمینگ و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در مراحل شروع پنجه‌زنی و برجستگی دوگانه، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شوری از لحاظ وزن هزاردانه مشاهده نشد. محلول‌پاشی دیر هنگام سالیسیلیک‌اسید (در مرحله گل‌دهی)، تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه گردید، به‌طوری‌که تنش‌های ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر به‌ترتیب موجب کاهش ۶/۳ و ۷/۰ درصدی وزن هزاردانه شدند (شکل ۲). به عقیده‌ی Francois و همکاران (۱۹۹۴) شوری، وزن دانه را از راه کوتاه کردن دوره‌ی پر شدن دانه و تسریع در رسیدگی دانه‌ها کاهش می‌دهد. امام و پیرسته‌انوشه (۱۳۹۳ب) علت کاهش وزن هزاردانه در شرایط تنش شوری را تغییر در تسهیم مواد پرورده، به منظور مقابله با اثر تنش شوری عنوان کردند. اثر تنش شوری بر وزن هزاردانه، به زمان اعمال تنش و غلظت نمک در محیط رشد بستگی دارد. در پژوهش حاضر محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در مرحله گل‌دهی، در شرایط بدون تنش اثر مثبتی بر وزن هزاردانه داشت، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری بین شرایط بدون کاربرد، پرایمینگ و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در مرحله شروع پنجه‌زنی و برجستگی دوگانه مشاهده نشد (شکل ۲).

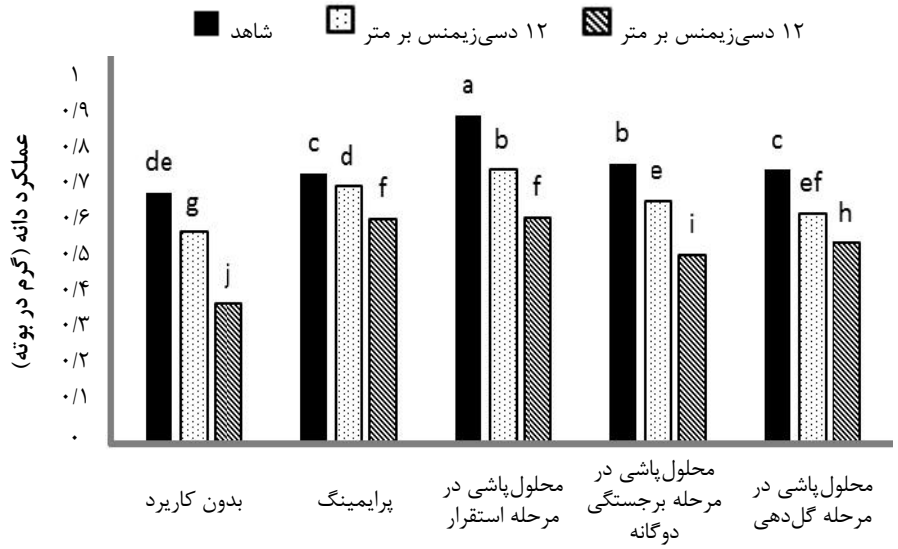
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

عملکرد دانه تحت اثر معنی‌دار شوری و سالیسیلیک‌اسید و برهمکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). شوری در همه شرایط کاربرد و عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید، موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد (شکل ۳). بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و کاربرد سالیسیلیک‌اسید در مرحله شروع پنجه‌زنی به‌دست آمد؛ ولی کم‌ترین درصد کاهش عملکرد دانه ناشی از شوری در تیمار پرایمینگ سالیسیلیک‌اسید حاصل شد (شکل ۳).

شکل ۲: برهمکنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر وزن هزاردانه جو

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۳: برهمکنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر عملکرد دانه جو

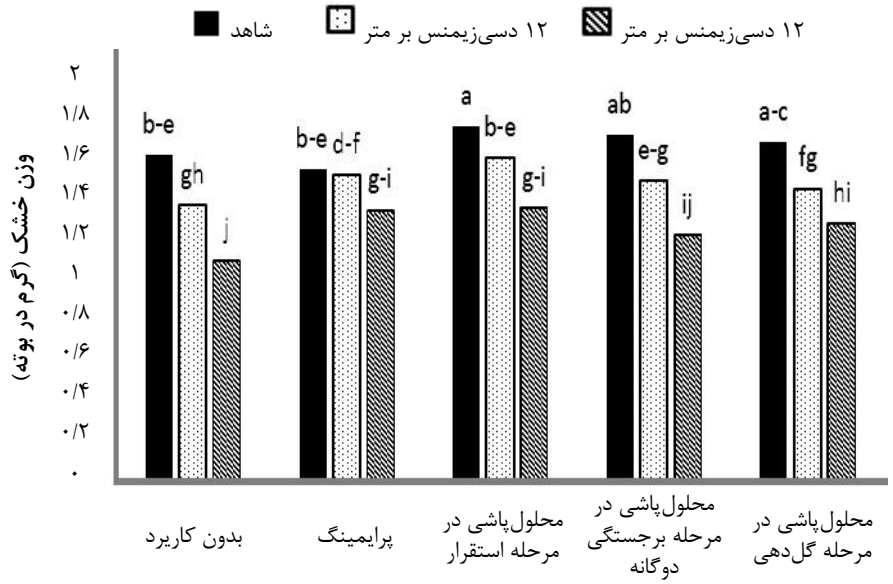
ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بیش‌ترین اثر مثبت سالیسیلیک‌اسید در حالت کاربرد در مرحله شروع پنجه‌زنی بود. در بالاترین سطح تنش شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) افت عملکرد دانه به‌ترتیب معادل ۴۴/۲، ۱۶/۸، ۳۰/۹، ۳۲/۳ و ۲۶/۵ درصد در تیمارهای بدون

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

کاربرد، پرایمینگ، محلول‌پاشی در شروع پنجه‌زنی، برجستگی دوگانه و گل‌دهی بود (شکل۳). افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید می‌تواند به دلیل اثر افزاینده و مثبت آن بر اجزای عملکرد دانه باشد. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران از جمله پاکار و همکاران (۱۳۹۳) و Shakirova و همکاران (۲۰۰۳) درمورد کاربرد سالیسیلیک‌اسید در گیاه جو و گندم در شرایط تنش شوری گزارش شده است. هم‌چنین Shakirova (۲۰۰۷) نشان داد که جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذرهایی از گندم که در سالیسیلیک‌اسید خیسانده شده بودند افزایش یافت. مطالعات نشان می‌دهد که تعداد برگ، وزن تر و خشک تک گیاه گیاهچه‌های گندم که بذر آن‌ها با سالیسیک‌اسید پیش‌تیمار شده بود، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Hayat *et al.* 2005).

وزن خشک بوته تحت اثر معنی‌دار شوری و سالیسیلیک‌اسید در سطح یک درصد و برهمکنش آن‌ها در سطح پنج درصد قرار گرفت (جدول ۱). شوری در همه تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید، وزن خشک را کاهش داد. کم‌ترین تغییرات کاهش وزن خشک در اثر شوری، در تیمار پرایمینگ سالیسیلیک‌اسید مشاهده شد، به نحوی که در شدت تنش ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، به‌ترتیب ۱/۸۵ و ۱۳ درصد کاهش وزن خشک مشاهده شد (شکل ۴). بیش‌ترین وزن خشک بوته در شرایط محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در مراحل شروع پنجه‌زنی و برجستگی دوگانه به‌دست آمد. Metwally و همکاران (۲۰۰۳) و Sakhabudinova و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که کاربرد سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش وزن خشک بوته‌های گندم می‌گردد. نتایج پژوهش پاکار و همکاران (۱۳۹۳) و El-Tayeb (۲۰۰۵) نیز نشان داد که سالیسیلیک‌اسید موجب ازدیاد وزن خشک بوته‌های جو در شرایط تنش شوری می‌شود.



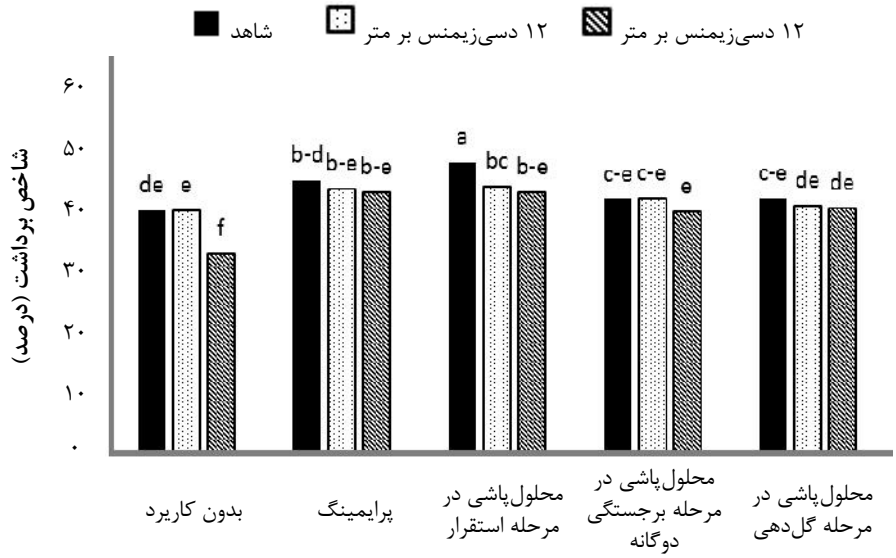
شکل ۴: برهمکنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر وزن خشک شاخساره جو

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

شوری در تیمارهای بدون کاربرد و محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید در مرحله شروع پنجه‌زنی موجب کاهش معنی‌دار شاخص برداشت شد (شکل ۵). بیش‌ترین شاخص برداشت در تیمار محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی و بدون تنش شوری به‌دست آمد. به‌طورکلی، بیش‌ترین شاخص برداشت در تیمارهای پرایمینگ و محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی به‌دست آمد که به‌ترتیب ۱۶/۶ و ۱۹/۷ درصد بیش‌تر از تیمار بدون کاربرد سالیسیلیک‌اسید بود (شکل ۵). از آن‌جا که شوری، تسهیم مواد پرورده را در گیاه به زیان عملکرد دانه تغییر می‌دهد، لذا در شرایط تنش شوری شاخص برداشت کاهش می‌یابد (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰؛ Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2012). سالیسیلیک‌اسید، طویل شدن و تقسیم سلولی را همراه با هورمون‌هایی مانند اکسین تنظیم می‌کند که منجر به افزایش ماده خشک در شرایط تنش شوری می‌گردد (Hayat and Ahmad, 2007).



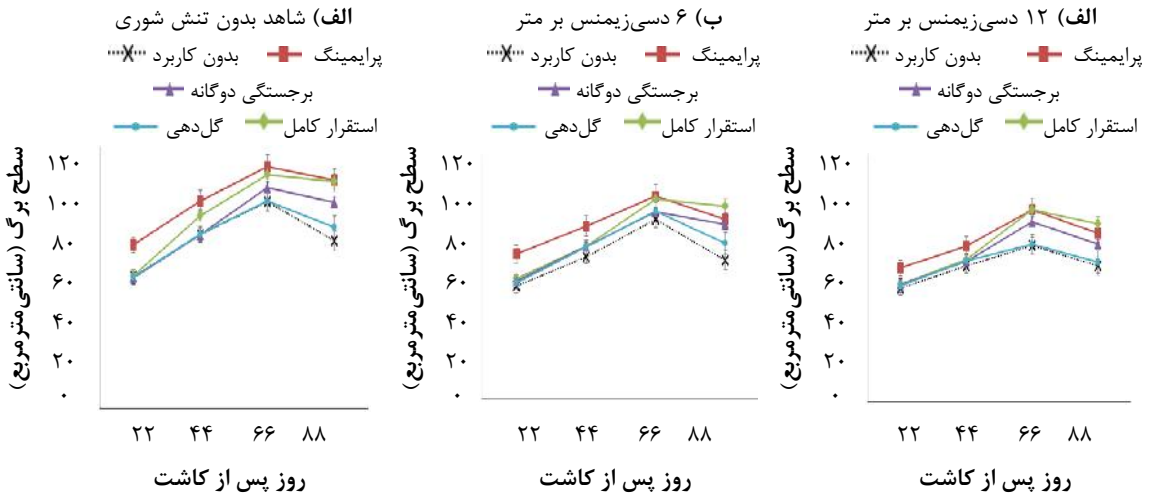
شکل ۵ : برهمکنش شوری و سالیسیلیک‌اسید بر شاخص برداشت جو

ستون‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

روند تغییرات سطح برگ جو در بوته در طول فصل رشد نشان داد که در همه‌ی تیمارهای شوری و کاربرد سالیسیلیک‌اسید، سطح برگ تا ۶۶ روز پس از کاشت افزایش یافت و پس از آن رو به کاهش نهاد (شکل ۶). بیشینه سطح برگ نیز در تمام تیمارها در ۶۶ روز پس از کاشت به‌دست آمد. در شرایط بدون تنش شوری، در ۲۲ روز پس از کاشت بیش‌ترین سطح برگ در تیمار پرایمینگ به‌دست آمد اما بین سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در ۴۴روز پس از کاشت، بیش‌ترین درصد افزایش سطح برگ مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی بود و این روند تا ۶۶ روز پس از کاشت به همین ترتیب ادامه داشت؛ اما در روز ۶۶ام تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ و محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی مشهود نبود (شکل ۶ الف). هشتاد و هشت روز پس از کاشت، سطح برگ تیمارهای پرایمینگ و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی هم‌چنان بیش‌تر از سایر تیمارها بود. در شرایط تنش ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تا ۶۶ روز پس از کاشت، سطح برگ در تیمار پرایمینگ به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود (شکل ۶ ب و ۶ ج). در تنش شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر، بیش‌ترین درصد افزایش سطح برگ تا ۴۴ روز پس از کاشت مربوط به تیمار پرایمینگ بود و از روز ۴۴ تا روز ۶۶، بیش‌ترین سطح برگ در تیمار محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی مشاهده شد. این موضوع نشان‌دهنده مؤثرتر بودن کاربرد زودهنگام سالیسیلیک‌اسید می‌باشد.



شکل ۶: روند تغییرات سطح برگ جو در طول فصل رشد در شرایط بدون تنش (الف)، تنش ۶ (ب) و ۱۲ (ج) دسی‌زیمنس بر متر در کاربردهای متفاوت سالیسیلیک‌اسید

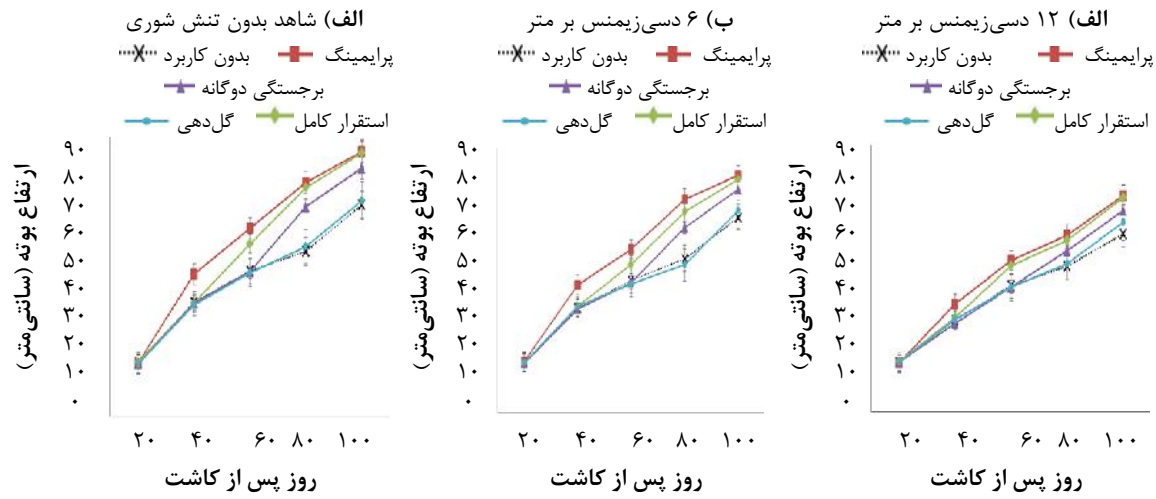
میانگین‌های با همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد (Standard error) تفاوت معنی‌داری ندارند.

در شدیدترین تنش شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) تا ۴۴ روز پس از کاشت بیش‌ترین سطح برگ مربوط به تیمار پرایمینگ بود، که به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود. از ۴۴ تا ۶۶ روز پس از کاشت بیش‌ترین درصد افزایش سطح برگ در تیمارهای محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی و برجستگی دوگانه به‌دست آمد؛ به‌طوری‌که ۶۶ روز پس از کاشت تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد. از این زمان تا روز ۸۸ام نیز سطح برگ در همه‌ی تیمارها کاهش یافت (شکل ۶ ج). تنش شوری از طریق کاهش سرعت گسترش برگ و تغییر در شکل برگ‌ها، سطح برگ را کاهش می‌دهد، که این موضوع به کاهش دریافت تابش منجر می‌شود (Ashraf and Harris, 2005). در آزمایش حاضر کاربرد سالیسیک‌اسید موجب افزایش سطح برگ و کاهش اثر مضر شوری شد. محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید سبب افزایش سطح برگ در جو، گندم و ذرت گردیده است (پاکار و همکاران، ۱۳۹۳؛ Metwally *et al.*, 2003; Kaydan *et al.*, 2007; Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2012; Khan *et al.*, 2003).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

ارتفاع بوته جو در تیمارهای عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید، با افزایش شدت تنش شوری کاهش یافت. کاربرد سالیسیلیک‌اسید توانست بخشی از این کاهش را جبران کند. در همه‌ی شدت‌های تنش شوری، تا روز بیستم در بین تیمار عدم کاربرد و کاربرد سالیسیلیک‌اسید، ارتفاع بوته تغییر معنی‌داری نداشت؛ اما از این زمان به بعد، بوته‌های حاصل از تیمار پرایمینگ در همه‌ی شرایط تنش ارتفاع بیش‌تری داشتند و درصد افزایش ارتفاع نیز در این تیمار بیش از سایر تیمارها بود. در شرایط بدون تنش تا ۴۰ روز پس از کاشت، ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود (شکل ۷ الف). در شرایط بدون تنش و تنش شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر، تا روز ۶۰ام ارتفاع در تیمار پرایمینگ و محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود. اما، تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد. از روز ۶۰ تا روز ۸۰ام بیش‌ترین درصد افزایش ارتفاع مربوط به تیمار محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی بود. از روز ۸۰ام کم‌ترین درصد افزایش ارتفاع در تیمار عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید و کاربرد در مرحله گل‌دهی مشاهده شد که تا پایان دوره رشد کم‌ترین ارتفاع را نسبت به سایر تیمارها داشتند (شکل ۷ الف و ۷ ب).



شکل ۷: روند تغییرات ارتفاع جو در طول فصل رشد در شرایط بدون تنش (الف)، تنش ۶ (ب) و ۱۲ (ج) دسی‌زیمنس بر متر در کاربردهای متفاوت سالیسیلیک‌اسید

میانگین‌های با همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد (Standard error) تفاوت معنی‌داری ندارند.

از آن‌جا که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و به هم خوردن تعادل یونی در گیاه می‌شود، می‌توان کاهش رشد و توسعه برگ‌ها را به کمبود عناصر غذایی و اختلالات تغذیه‌ای ناشی از شوری نسبت داد. یکی دیگر از اثرات منفی شوری تسریع در پیری برگ می‌باشد و فاکتور اصلی که باعث پیری برگ می‌شود کاهش محتوای کلروفیل تحت تنش شوری است (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۰). تنش شوری از راه کاهش رشد سلول (کاهش تقسیم سلول و کاهش اندازه سلول) در مرحله رشد رویشی باعث کاهش رشد و کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد. گزارش شده‌است که سالیسیلیک اسید، تقسیم سلولی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

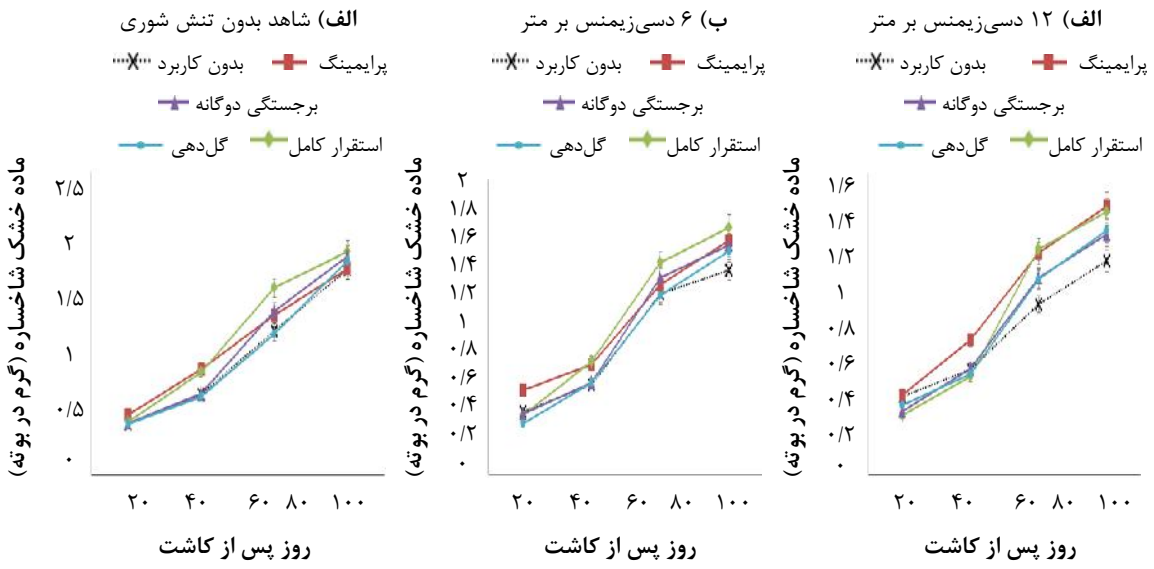
را در مریستم گیاهچه گندم افزایش داده و رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (El-Tayeb, 2005; Kaydan *et al.*, 2007). هم‌چنین گزارش شده که این ماده تعادل هورمونی را در گیاه تغییر و باعث تحریک تولید اکسین و سیتوکنین می‌گردد (Shakirova *et al.,* 2003).

روند تغییرات ماده خشک در طول فصل رشد نشان داد که با افزایش شدت تنش شوری، میزان تولید ماده خشک کاهش یافت و کاربرد سالیسیلیک‌اسید در همه‌ی سطوح تنش شوری باعث افزایش ماده خشک نسبت به تیمار عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید شد. در همه‌ی تیمارهای تنش شوری و سالیسیلیک‌اسید از روز ۵۰ام تجمع ماده خشک با درصد بیش‌تری صورت گرفت. در تیمار بدون تنش شوری از روز ۲۵ تا ۵۰ام تولید ماده خشک در تیمار پرایمینگ و محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در مرحله شروع پنجه‌زنی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود. از روز ۵۰ام تا ۷۵ام، درصد افزایش وزن خشک در تیمار محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی بیش از سایر تیمارها بود. در روز ۱۰۰ام تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (شکل ۸ الف). در شدت شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر در ابتدای فصل رشد در روز ۲۵ام وزن گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پرایم شده به‌طور معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود و تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد. این موضوع نشان‌دهنده آن است که پرایمینگ بذر باعث ایجاد گیاهچه‌های قوی‌تر می‌شود (امام و پیرسته‌انوشه، ۱۳۹۳ب). در روز ۵۰ام وزن خشک در تیمار محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی با درصد بیش‌تری افزایش یافت، به‌طوری‌که در این روز تفاوت معنی‌داری بین وزن خشک گیاهان پرایم شده و محلول‌پاشی شده در مرحله شروع پنجه‌زنی مشاهده نشد. از روز ۵۰ تا روز ۱۰۰ام وزن ماده خشک در تیمار محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی هم‌چنان بیش از سایر تیمارها بود. در انتهای فصل رشد کم‌ترین وزن ماده خشک مربوط به عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید بود (شکل ۸ ب).

در تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، در پنجاهمین روز وزن خشک بوته‌ها در تیمار پرایمینگ بیش از سایر تیمارها بود ولی تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد. تا روز ۷۵م درصد افزایش ماده خشک در تیمار محلول‌پاشی در مرحله‌ی شروع پنجه‌زنی بیش از سایر تیمارها بود. تا روز صدم کم‌ترین وزن ماده خشک در تیمار عدم کاربرد سالیسیلیک‌اسید مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کاربرد سالیسیلیک‌اسید مشاهده نشد (شکل ۸ ج). در همه تیمارهای تنش شوری سالیسیلیک‌اسید توانست بخشی از افت وزن خشک ناشی از تنش را کاهش دهد. نتایج این پژوهش با یافته‌های پیرسته‌انوشه و امام (۱۳۹۱) که بهبود وزن خشک بوته‌های جو تیمار شده با سالیسیلیک‌اسید تحت شرایط تنش شوری را گزارش کردند، مطابقت دارد. در پژوهشی بر روی گیاه ذرت مشخص شد که کاربرد بیرونی سالیسیلیک‌اسید، اثر زیان آور کلرید سدیم را کاهش داده و تحمل به نمک را در این گیاه زراعی با بهبود رشد افزایش داده است (Khodary, 2004).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]



شکل ۸: روند تغییرات وزن خشک جو در طول فصل رشد در شرایط بدون تنش (الف)، تنش ۶ (ب) و ۱۲ (ج) دسی‌زیمنس بر متر در کاربردهای متفاوت سالیسیلیک‌اسید

میانگین‌های با همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد (Standard error) تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که روند رشد، عملکرد دانه و اجزای عملکرد تحت اثر منفی شوری قرار گرفتند، که در این بین تعداد دانه و میانگین وزن هر دانه به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین واکنش را نشان دادند. سالیسیلیک‌اسید در هر دو نحوه کاربرد به‌صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی با افزایش رشد در شرایط شور، توانست بخشی از افت عملکرد را جبران و تحمل به شوری را در بوته‌های جو افزایش دهد. کاربرد زود هنگام سالیسیلیک‌اسید اثر مثبت بیش‌تری داشت؛ که این موضوع می‌تواند با حساسیت بیش‌تر مراحل اولیه رشد جو به تنش شوری در ارتباط باشد. بنابراین، کاربرد سالیسیلیک‌اسید به‌صورت پرایمینگ یا محلول‌پاشی در مراحل اولیه برای بررسی‌های بیش‌تر قابل توصیه می‌باشد.

منابع

امام، ی. ۱۳۹۰. زراعت غلات (چاپ چهارم). انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۰ ص.

امام، ی. و نیک‌نژاد، م. ۱۳۹۰. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (چاپ سوم). انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ص.

امام، ی. و پیرسته‌انوشه، ه. ۱۳۹۳الف. تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک‌اسید بر جذب آب، جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های جو تحت تأثیر تنش شوری.سیزدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ۴ تا ۶ شهریور ماه ۱۳۹۳. کرج.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

امام، ی. و پیرسته‌انوشه، ه. ۱۳۹۳ب. روش‌های مزرعه ای و آزمایشگاهی در علوم زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۰۸ ص.

پاکار، ن.، پیرسته‌انوشه، ه. و امام، ی. ۱۳۹۳. افزایش تحمل به تنش شوری در جو با محلول پاشی سالیسلیک اسید در شرایط تنش شوری. مجله تولید و فرآوری گیاهان زراعی و باغی. ۱۴: ۲۰۱-۱۹۱.

پیرسته‌انوشه، ه. و امام، ی. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم نان و ماکارونی به تنظیم‌کننده‌های رشد در شرایط تنش خشکی. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۵: ۱۷-۱.

سلطانی، ا. ۱۳۸۶. کاربرد نرم افزار SAS در تجزیه‌های آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ص.

Ashraf, M., and Harris, P.J.C. 2005. Abiotic Stresses: Plant Resistance through Breeding and Molecular Approaches. Haworth Press, New York.

El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.

Francois, L.E., Grieve, C.M., Mass, E.V. and Lesch, S.M. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agronomy Journal 86:100-107.

Gallagher, E.J., 1984. Cereal Production. Butterworths. 354 pp.

Harper, J.R. and Balke, N.E. 1981. Characterization of the inhibition of K^+ absorption in oats roots by salicylic acid. Plant Physiology 68: 1349-1353.

Hayat S. and Ahmad, A. 2007. Salicylic Acid - A Plant Hormone. Springer. 410pp.

Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B. and Ahmad, A. 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Acta Agronomica Hungarica 53: 433–437.

Hussein, M.M., Balbaa, L.K. and Gaballah, M.S. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3: 321-328.

Kaydan, D., Yagmur, M. and Okut, N. 2007. Effects of Salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). Tarim Bilimleri Dergisi, 13: 114–119.

Khan, W., Prithivira, B. and Smith, A. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology 160: 485-492.

Kim, S.Y., Lim, J.H., Park, M.R., Kim, Y.J., Park, T.I., Seo, Y.W., Choi, K.G. and Yun, S.J. 2005. Enhanced antioxidant enzymes are associated with reduced hydrogen peroxide in barley roots under saline stress. Journal of Biochemistry and Molecular Biology 38: 218-224.

Khodary, S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology 6: 5-8.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]

Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. and Dietz, K.J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiology 132: 272-281.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment 25: 239-250.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review in Plant Biology 59: 651-681.

Naseer, S. 2001. Response of barley (*Hordeum vulgare* L.) at various growth stages to salt stress. Journal of Biological Science 1: 326-329.

Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y., Ashraf. M. and Foolad, M.R. 2012. Exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. Advanced Studies in Biology 11: 501-520.

Sakhabudinova, A.R., Fakhutdinova, D.R., Bezukova, M.V. and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents damaging action of stress factors on wheat plants. Bulgarian Journal of Plant Physiology 23: 314-319.

Shakirova, F.M. 2007. Role of hormonal system in the manifestation of growth promoting and anti-stress action of salicylic acid. In: Hayat, S. and Ahmad, A. (Eds.), Salicylic Acid, A Plant Hormone. Springer, Dordrecht, Netherlands. pp 69-89.

Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fathutdinova, R.A. and Fathutdinova, D.R. 2003. Changes in hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science 164: 317-322.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1393.6.24.1.7]