اثر روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک برکاهش اثرات تنش شوری در اراضی گندم فاقد سیستم زهکش

حمد دریس[۱] و سید کیوان مرعشی[۲*]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲) استادیار گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

*** نویسنده مسئول: marashi_47@yahoo.com**

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۳ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱**

چکیده

براساس اطلاعات استخراج شده از نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران، حدود ۴۴/۵ میلیون هکتار از مساحت ایران را اراضی شور تشکیل می‌دهند. سالیسیلیک اسید یک تنظیم کننده رشد گیاهی است که تحمل گیاهان را به تنش‌های محیطی افزایش داده و موجب بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاه می‌شود. براین اساس این آزمایش به منظور بررسی اثر تنش شوری در اراضی فاقد سیستم زهکش و نقش اسید سالیسیلیک در تعدیل اثر آن اجرا شد. این آزمایش به‌صورت تجزیه مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در اراضی کشاورزی شهرستان شادگان اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل اراضی زیر کشت گندم در دو محیط: ۱- کشت در اراضی نرمال (دارای سیستم زهکش) (آزمایش اول) ۲- کشت در اراضی شور (فاقد سیستم زهکش) (آزمایش دوم) و عامل دوم شش روش کاربرد اسید سالیسیلیک شامل عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد)، تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک، محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی، تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی، محلول‌پاشی در مرحله انتهای پنجه‌دهی و تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله انتهای پنجه‌دهی بود. نتایج نشان داد که اثر نوع اراضی مورد کشت بر ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول وسرعت فتوسنتز خالص در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر اسید سالیسیلیک در تمامی صفات اندازه‌گیری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. برهم‌کنش محیط و روش کاربرد سالیسیلیک بر سرعت رشد محصول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار و در مورد سایر صفات اختلاف معنی‌دار نداشت. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار در صفات مورد بررسی به ترتیب در اراضی نرمال و شور مشاهده شد و از میان روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار در صفات در روش تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی و بدون کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد) حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: صفات فیزیولوژیکی، صفات مرفولوژیکی و زهکش.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

مقدمه

تولید محصولات کشاورزی با انواع مختلف تنش‌های زنده و غیرزنده مواجه است. امروزه از شوری به عنوان تنش غیرزیستی مهم یاد می‌شود که اثر نامطلوبی بر کمیت و کیفیت محصول دارد (Hassine and Lutts, 2010). بر اساس تعریف Shannon and Grieve (۱۹۹۹) شوری عبارت است از حضور بیش از اندازه نمک‌های قابل حل و عناصر معدنی در محلول خاک که منجر به تجمع نمک در ناحیه ریشه شده و گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک با اشکال روبرو می‌شود. براساس اطلاعات استخراج شده از نقشه منابع و استعداد خاک های ایران، حدود ۴۴/۵ میلیون هکتار از مساحت ایران را اراضی شور تشکیل می‌دهند که غالبا در فلات مرکزی، استان خوزستان و دشت‌های جنوبی واقع شده‌اند (بنایی و همکاران، ۱۳۸۴). در استان خوزستان با حرکت از شمال به طرف جنوب، به دلیل شیب کم اراضی، سنگین بودن بافت خاک و بالا بودن آب زیرزمینی، شوری اراضی بیش‌تر می‌شود. برآوردها نشان داده است حداقل ۴۰۰ هزار هکتار از اراضی جنوب استان شور و نیاز به زهکش دارند (بخشنده، ۱۳۸۸). تنش شوری موجب تغییرات شیمیایی، فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی متعددی در گیاهان می‌شود. این تنش رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم لیپیدها، تنفس و تولید انرژی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Parida and Das, 2005). همچنین، شوری موجب اختلال در جذب مواد معدنی می شود (Parida and Das, 2005). تنش شوری باعث تولید گونه های فعال اکسیژن و افزایش نشت‌پذیری غشای سلول‌ها شده که علاوه بر آسیب اکسیداتیو وارد شده توسط گونه‌های فعال اکسیژن، باعث افزایش برخی پروتئین‌ها مانند پروتئین‌های شوک گرمایی، چپرون‌ها و سایر پروتئین‌های سم‌زدا می‌شود (Sudhakar *et al.*, 2001). گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای تحمل در برابر تنش شوری دارند که شامل یون سدیم ورودی به اندام هوایی، ترشح و دفع نمک در سطح برگ، تغییر در هورمون‌های گیاهی و القای سنتز برخی پروتئین‌ها است (Munns 2002; Mahajan and Tuteja, 2005). در حال حاضر، از ترکیباتی استفاده می‌شود که تحمل گیاهان را به تنش‌های محیطی افزایش داده و موجب بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاه می‌شوند. اسید سالیسیلیک یکی از این ترکیباتی که در این زمینه شناسایی شده است. اسید سالیسیلیک یک تنظیم کننده رشد گیاهی است که در گیاهان در مقادیر کم وجود دارد (Raskin, 1992). این ترکیب هم به فرم آزاد و هم به فرم گلیکوزیل می باشد (Lee *et al.*, 1995). این ترکیب در تنش‌های محیطی اثر محافظتی داشته، موجب بهبود روند رشد در گیاه می‌شود (دلاوری پاریزی و همکاران، ۱۳۹۰). Khodary (۲۰۰۴) گزارش کرد که استفاده از استیل سالیسیلیک اسید با غلظت های ۱- ۰/۱ میلی مولار به صورت خیساندن بذری و اسپری برگی روی ذرت، میزان وزن تر شاخساره و ریشه، وزن خشک شاخساره و ریشه، قطر ساقه و تعداد برگ را تحت تنش شوری نسبت به شاهد افزایش داد. طاهری و فتحی (۱۳۹۴) گزارش دادند اسید سالیسیلیک اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول بلال، قطر بلال،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت داشت. با مصرف یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک عملکرد دانه به مقدار ۸۳۱۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که ۲۴ درصد بیش‌تر از تیمار عدم مصرف بود. Hamid و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که پیش تیمار (پرایم کردن) بذور گندم با اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری، باعث تولیدگیاهچه‌های قوی و بزرگ‌تر شده و میزان کلروفیل، محتوای قندهای محلول و پروتئین‌ها را در گیاه افزایش می‌دهد. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که بیش‌ترین اثر مثبت اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد گیاه جو در شرایط تنش شوری در کاربرد به‌صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی مشاهده شد. همچنین روند تغییر ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک بوته‌های جو نیز تحت اثر مثبت و معنی دار کاربرد اسید اسید سالیسیلیک در هر دو نحوه کاربرد به صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی قرار گرفت. لذا این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه اثر روش‌های مختلف کاربرد هورمون اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی گندم در زمین‌های نرمال و شور طراحی و اجرا شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، در اراضی کشاورزی شهرستان شادگان اجرا گردید. مزرعه آزمایشی در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی با ارتفاع ده متر از سطح دریا واقع شده است. با توجه به اهمیت وضعیت خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در اراضی نرمال و شور نمونه‌گیری شد که نتایج آن در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی نرمال

عمق خاک (سانتی‌متر)	عناصر			درصد اجزاء خاک			بافت خاک	اسیدیته	شوری (دسی زیمنس بر متر)
	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رس (درصد)	لای (درصد)	شن (درصد)			
۳۰-۰	۱۴۵	۴	۵/۰۴	۳۹/۵	۴۷	۱۳/۵	لومی رسی	۷/۱	۱/۷۸

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی شور

عمق خاک (سانتی‌متر)	عناصر			درصد اجزاء خاک			بافت خاک	اسیدیته	شوری (دسی زیمنس)
	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رس (درصد)	لای (درصد)	شن (درصد)			
۳۰-۰	۱۴۵	۴	۶/۱	۴۱	۴۸	۱۱	لومی رسی	۷/۸	۷/۹۴

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

در این تحقیق جهت تجزیه آماری داده‌ها از آزمایش مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده شد. عامل اول شامل اراضی زیر کشت گندم در دو محیط: ۱- کشت در اراضی نرمال(دارای سیستم زهکش) (آزمایش اول) ۲- کشت در اراضی شور (فاقد سیستم زهکش) (آزمایش دوم) و عامل دوم شامل شش روش مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک شامل: عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد) (S0)، تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک (S1)، محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی (S2)، تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی (S3)، محلول‌پاشی در مرحله انتهای پنجه‌دهی (S4) و تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک به‌علاوه محلول‌پاشی در مرحله انتهای پنجه‌دهی (S5) بود. عمق آب زیرزمینی در اراضی نرمال با توجه به عمق قرارگیری لوله‌های زهکش بین ۱/۸- ۱/۵ متر و در اراضی زهکشی نشده یک متر بود. در این آزمایش، محلول اسید سالیسیلیک با غلظت یک میلی‌مولار تهیه و با توجه به نوع تیمار مورد استفاده قرار گرفت. خیساندن بذر در محلول سالسیلیک اسید به مدت شش ساعت انجام و سپس با آب مقطر شسته و خشک گردید. همچنین در تیمارهای محلول‌پاشی با توجه به نوع تیمار در مراحل مختلف رشدی محلول‌پاشی توسط سم‌پاش موتوری انجام شد. هر کرت فرعی دارای هشت خط کاشت به طول پنج متر و فاصله بین خط‌ها ۰/۲ متر بود. فاصله دو تکرار از هم دو متر و فاصله بین دو کرت در هر آزمایش یک متر و فاصله بین دو مزرعه آزمایشی نرمال و بدون زهکش ۳۰۰ متر بود. کود نیتروژن به میزان ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره (۴۶ درصد) به صورت ۵۰ درصد قبل از کاشت و ۵۰ درصد در مرحله انتهای پنجه دهی و کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (۴۸ درصد) به عنوان پایه استفاده گردید. گندم مورد کشت در این تحقیق رقم چمران بود. در ۲۵ آبان ماه بذور گندم به صورت کرتی و در تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت انجام گردید. آبیاری‌های بعدی بر اساس وضعیت ظاهری گیاه به‌طور معمول انجام شد. آفت و یا بیماری قابل ملاحظه ای در طول دوره رشد مشاهده نشد وکنترل علف های هرز به روش دستی و بدون مصرف هرگونه علف کش انجام شد. ارتفاع گیاه در هر کرت در ده ساقه به‌طور تصادفی تا انتهای سنبله اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری شاخص‌های رشد از قبیل شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک در سه مرحله آبستنی، گرده افشانی و دانه بستن نمونه‌برداری از سه بوته در هر کرت انجام گرفت. برای اندازه‌گیری ماده خشک گیاه، نمونه‌ها در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک و وزن خشک آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ تعیین شد. سرعت رشد محصول و سرعت فتوسنتز خالص به ترتیب بر حسب گرم بر مترمربع در روز و گرم بر مترمربع سطح برگ در روز با استفاده از رابطه-های ۱و ۲ بین دو مرحله آبستنی و گرده افشانی محاسبه گردید (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۹۲).

رابطه ۱: $CGR = (W2 - W1)/ GA(T2 - T1)$

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

رابطه ۲: $NAR = CGR/ LAI$

W_2-W_1: وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی

t_2-t_1: فاصله زمانی بین دو برداشت متوالی

GA: سطح زمین اشغال شده توسط گیاه در زمان نمونه گیری

LAI: شاخص سطح برگ

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزارآماری Minitab و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج آزمایش نشان داد اثر محیط و اسید سالیسیلیک بر ارتفاع گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار، ولی برهم‌کنش محیط و اسید سالیسیلیک از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بیش‌ترین ارتفاع در شرایط نرمال با ۶۹/۹۴ سانتی‌متر و کم‌ترین آن مربوط به محیط شور با ۶۰/۸۳ سانتی‌متر بود (جدول ۴). نتایج این آزمایش با یافته‌های برزوئی و همکاران (۱۳۹۰) که با افزایش تنش شوری از ارتفاع گندم کاسته شد، نیز مطابقت داشت. می‌توان بیان داشت که تنش شوری در اراضی زهکشی نشده، از طریق کاهش تکثیر سلولی و کاهش مدت تجمع ماده خشک باعث کوتاه شدن میان‌گره‌ها شده و ارتفاع بوته و در نتیجه اندام هوایی را کاهش داده است. علت این موضوع مربوط به اثر سمی یون‌های کلر و سدیم در متابولیسم گیاهی و عدم توازن عناصر و یا کاهش دسترسی به آب برای رشد متعادل (به علت اثر اسمزی شوری) می‌باشد (Naseer, 2001). تیمار خیساندن بذر به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه زنی با ۷۳/۳۳ سانتی‌متر بیش‌ترین ارتفاع گیاه و کم‌ترین ارتفاع ساقه معادل ۵۸/۳۳ سانتی‌متر در تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید (شاهد) مشاهده شد (جدول ۴). طبق نتایج هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) بیش‌ترین ارتفاع بوته در جو مربوط به تیمارهای اسید سالیسیلیک در محلول پاشی در زمان پنجه‌زنی بود که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. پیرسته انوشه و امام (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که محلول پاشی اسید سالیسیلیک روی برگ‌ها موجب افزایش ارتفاع بوته در گیاه جو می‌شود. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را درون مریستم گیاهچه گندم افزایش داد و رشد گیاه را بهبود بخشید (Shakirova *et al.*, 2003). همچنین اسید سالیسیلیک سبب افزایش ارتفاع گیاه سویا در شرایط گلخانه و مزرعه گردید (Gutierrez-Coronado *et al.*, 1998).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

جدول ۳: تجزیه واریانس مرکب اثر روش‌های مختلف اعمال اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گندم در اراضی نرمال و شور

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	شاخص سطح برگ				ماده خشک کل			سرعت رشد محصول	سرعت فتوسنتز خالص
			مرحله آبستنی	مرحله گرده افشانی	مرحله دانه بستن	مرحله آبستنی	مرحله گرده افشانی	مرحله دانه بستن			
محیط	۱	۷۴۷/۱۱**	۰/۷۵۱۱*	۰/۷۸۰۲**	۰/۶۶۶۹**	۳۱۶۵۷۹**	۲۸۷۴۰۰**	۱۹۴۹۳۳**		۴۴/۸۶۷۷**	۱/۱۳۷۷۸**
اشتباه الف	۴	۸/۸۶	۰/۰۴۲۲۷	۰/۰۰۶۱۱	۰/۰۰۴۴	۴۹۷۶	۵۵۰۸	۶۴۷۶		۱/۸۰۵۳	۰/۰۴۶۹۴
اسید سالیسیلیک	۵	۱۸۷/۵۸**	۰/۱۴۸۴**	۰/۲۲۶۲**	۰/۲۲۲۹**	۶۹۹۹۸**	۶۴۳۷۳**	۴۰۸۵۳**		۱۴/۱۴۷۷**	۰/۴۴۹۷۸**
محیط × اسید سالیسیلیک	۵	۳/۱۱ ns	۰/۰۰۰۴۴ns	۰/۰۰۲۲ns	۰/۰۰۴۲ns	۳۲۱ns	۱۴۹۸ns	۱۲۶۷ns		۰/۲۹۱۹*	۰/۰۰۹۱۱ns
اشتباه ب	۲۰	۱/۸۳	۰/۰۰۱۱۱	۰/۰۰۲۷۸	۰/۰۰۳۱۱	۹۹۴	۲۳۱۶	۲۳۳۴		۰/۰۷۵۳	۰/۰۰۳۶۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۰۶	۰/۹۵	۱/۳	۲/۴	۳/۹	۵/۹	۷/۳		۲/۴	۲/۵

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر اصلی روش‌های مختلف اعمال اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گندم در اراضی نرمال و شور

تیمارها	میانگین صفات								
	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	شاخص سطح برگ			ماده خشک کل (گرم در مترمربع)			سرعت رشد محصول (گرم در مترمربع در روز)	سرعت فتوسنتز خالص (گرم در مترمربع در روز)
محیط		مرحله آبستنی	مرحله گرده افشانی	مرحله دانه بستن	مرحله آبستنی	مرحله گرده افشانی	مرحله دانه بستن		
دارای سیستم زهکش (نرمال)	۶۹/۹۴a	۳/۶۸a	۴/۱۸a	۲/۵۰a	۷۲۸/۸۲a	۸۹۹/۸۵a	۸۸۵/۱۸a	۱۰/۷۴a	۲/۹a
فاقد سیستم زهکش(شور)	۶۰/۸۳b	۳/۳۸b	۳/۹۰b	۲/۲۲b	۵۸۱/۶۵b	۷۲۱/۱۵b	۶۹۷/۶۳b	۸/۶۸b	۲/۵۵b
روش کاربرد اسید سالیسیلیک									
عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (شاهد)	۵۸/۳۳d	۳/۲۵c	۳/۸۳c	۲/۰۸c	۵۴۶/۸۲e	۶۷۲/۵۷e	۶۵۸/۴۴e	۷/۶۰f	۲/۳۳d
خیساندن بذر در اسید سالیسیلیک	۶۷/۰۰bc	۳/۶۰abc	۴/۰۸b	۲/۴۱b	۶۷۷/۲۰c	۸۳۹/۰۳c	۸۲۵/۲۵c	۱۰/۲۱c	۲/۸۳b
محلول پاشی در ابتدای پنجه دهی	۶۳/۶۶c	۳/۵۰b	۳/۹۸bc	۲/۳۰bc	۶۰۱/۵۱de	۷۴۹/۸۵d	۷۳۶/۹۵d	۹/۳۰d	۲/۶۵bc
خیساندن بعلاوه محلول پاشی در ابتدای پنجه دهی	۷۳/۳۳a	۳/۷۸a	۴/۲۵a	۲/۶۱a	۷۶۷/۷۶a	۹۵۰/۴۳a	۹۳۶/۵۱a	۱۱/۶۳a	۳/۰۶a
محلول پاشی در مرحله انتهای پنجه دهی	۶۰/۶۶cd	۳/۴۰bc	۳/۹۳bcd	۲/۲۵bcd	۶۱۴/۸۶d	۷۵۴/۵۲d	۷۰۷/۶۶de	۸/۶۳e	۲/۵۳c
خیساندن بعلاوه محلول پاشی در انتهای پنجه‌دهی	۶۹/۳۳b	۳/۶۸ab	۴/۱۸ab	۲/۵۱ab	۷۲۳/۲۶b	۸۹۶/۶۰b	۸۸۳/۳۶b	۱۰/۸۹b	۲/۹۵ab

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

[Downloaded from cj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.8.2]

نتایج نشان داد که احتمالا کاربرد اسید سالیسیلیک در زمان رشد رویشی گیاه اثر بیش‌تری بر ارتفاع بوته دارد و با توجه به اینکه اسید سالیسیلیک به عنوان یک ماده شبه هورمونی شناخته شده است، به‌نظر می‌رسد این ماده همانند اکسین در تنظیم طویل شدن و تقسیم سلول‌ها دخالت داشته باشد (Sinha *et al.*, 1993).

شاخص سطح برگ (LAI)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محیط و روش‌های کاربرد اسید سالیسیلیک بر شاخص سطح برگ معنی‌دار، ولی برهم‌کنش محیط و اسید سالیسیلیک از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیش‌ترین شاخص سطح برگ در محیط نرمال مربوط به مرحله گرده افشانی با ۴/۱۸ و کم‌ترین آن مربوط به مرحله دانه بستن با ۲/۵ بود (جدول ۳). کم‌ترین شاخص سطح برگ در محیط شور مشاهده شد. در مرحله گرده افشانی ۳/۹ و کم‌ترین آن مربوط به مرحله دانه بستن با ۲/۲ بود (جدول ۴). کاهش سطح برگ یکی از اولین واکنش‌های گیاهان در برابر تنش شوری می‌باشد. به این دلیل که تجمع ماده خشک و سطح برگ توسط شوری به طور پیوسته کاهش می‌یابد، ممکن است کاهش سطح برگ یکی از دلایل کاهش رشد در اراضی زهکش نشده باشد. از آن‌جایی که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و به هم خوردن تعادل یونی در گیاه می شود، می‌توان کاهش رشد و توسعه برگ‌ها را در اراضی زهکشی نشده را به کمبود عناصر غذایی و اختلالات تغذیه ای ناشی از شوری نسبت داد. فلاح و همکاران (۱۳۹۴) اعلام نمودند که بیش‌ترین کاهش سطح برگ پس از اعمال تنش شوری در مرحله گل‌دهی مشاهده شد. به نظر می‌رسد که گیاه برنج قادر است پس از رفع تنش شوری خسارات وارد شده به اندام های خود خصوصاً برگ‌های خود را جبران نماید، درحالی‌که این فرصت در مرحله گل‌دهی وجود ندارد. Koji و همکاران (۲۰۰۸) بیان داشتند که تصور می‌رود کاهش سطح برگ، واکنش اولیه گلیکوفیت‌ها نسبت به تنش شوری است که از تلفات زیادی آب از طریق تعرق اجتناب ورزند، ولی کاهش سطح برگ به نوبه خود منجر به کاهش فتوسنتز شده و نهایتاً از سرعت رشد گیاهان کاسته خواهد شد. بیش‌ترین شاخص سطح برگ در روش های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله گرده افشانی مربوط به روش خیساندن به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه دهی با ۴/۲۵ و کم‌ترین آن مربوط به مرحله دانه بستن با ۲/۶۱ بود. همچنین بیش‌ترین شاخص سطح برگ در روش های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله گرده‌افشانی در شاهد (عدم محلول‌پاشی) با ۳/۸۳ و کم‌ترین آن مربوط به مرحله آبستنی با ۲/۰۸ بود (جدول ۴). کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش سطح برگ و کاهش اثر مضر شوری در این آزمایش شد. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) به این نتیجه رسیدن که بیش‌ترین افزایش سطح برگ مربوط به تیمار محلول پاشی اسید سالیسیلیک در مرحله شروع پنجه‌زنی بود که این روند تا ۶۶ روز پس از کاشت به‌همین ترتیب ادامه داشت که با نتایج این آزمایش مطابق است. تنش شوری از طریق کاهش سرعت گسترش برگ و تغییر در شکل برگ‌ها، سطح برگ را کاهش می دهد، که

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

این موضوع به کاهش دریافت تابش منجر می شود (Ashraf and Harris, 2005). هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود بیان کردند که در شدیدترین تنش شوری (۱۲ دسی زیمنس بر متر) تا ۴۴ روز پس از کاشت بیش‌ترین سطح برگ مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با محلول اسید سالیسیلیک 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 به دست آمد، به‌طوری‌که ۶۶ روز پس از کاشت تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد. از این زمان تا ۸۸ روز پس از کاشت نیز سطح برگ در همه تیمارها کاهش یافت.

ماده خشک کل (TDW)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محیط و روش های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک بر ماده خشک کل در مراحل مختلف رشد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار، ولی برهم‌کنش محیط و اسید سالیسیلیک از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۳). بیش‌ترین ماده خشک کل در محیط نرمال مربوط به مرحله گرده افشانی با ۸۹۹ گرم در متر مربع و کم‌ترین آن مربوط به مرحله آبستنی با ۷۲۸ گرم در متر مربع بود. کم‌ترین ماده خشک کل در محیط شور مشاهده شد که در مرحله گرده افشانی ۷۲۱ گرم در متر مربع و کم‌ترین آن مربوط به مرحله آبستنی با ۵۸۱ گرم در متر مربع بود (جدول ۴). نتایج این آزمایش با یافته‌های هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) که اظهار داشتند شوری در همه تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک، وزن خشک جو را کاهش داد و کم‌ترین تغییرات کاهش وزن خشک در اثر شوری مشاهده شد، مطابقت داشت، به نحوی که در شدت تنش ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، به ترتیب ۱/۸۵ و ۱۳ درصد کاهش وزن خشک مشاهده شد. همچنین فلاح و همکاران (۱۳۹۴) گزارش دادند که تنش شوری بر وزن کل خشک برنج اثر گذاشت و وزن آن را کاهش داد به گونه ای که میزان کاهش در شوری ۱۲ دسی زیمنس بر متر نسبت به شاهد ۱۵ درصد بود. با اعمال شوری در مرحله رویشی میزان کاهش معادل ۱۹/۴ درصد، در مرحله ساقه‌دهی ۱۶/۲ درصد و در مرحله گل‌دهی معادل ۲۰/۳ درصد بود. moradi (۲۰۰۲) بیان داشت که تسهیم ماده خشک در اندام های مختلف گیاه زراعی در شرایط تنش شوری تغییر می‌یابد. همچنین بیان شده است که کاهش ارتفاع و ماده خشک کل ناشی از تنش اسمزی و یا به‌دلیل بازدارندگی فتوسنتز بواسطه اثرات مستقیم تنش شوری می‌باشد. بیش‌ترین ماده خشک کل در روش‌های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله گرده‌افشانی مربوط به روش خیساندن به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی با ۹۵۰ گرم در مترمربع و کم‌ترین آن مربوط به مرحله آبستنی با ۷۶۷ گرم در مترمربع بود. همچنین کم‌ترین ماده خشک کل در روش های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله گرده افشانی در شاهد (عدم محلول پاشی) با ۶۷۲ گرم در مترمربع و کم‌ترین آن مربوط به مرحله آبستنی با ۵۴۶ گرم در مترمربع بود (جدول ۴). دلیل برتری ماده خشک کل در مرحله پنجه‌زنی احتمالاً

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

به دلیل رشد سریع تر برگ‌ها و بیش‌تر شدن رشد عمومی گیاه دانست، چرا که روند سریع رشد برگ‌ها باعث جذب بیش‌تر تشعشع و آسیمیلات‌سازی و افزایش فتوسنتز خواهد شد و بر تجمع ماده خشک کل می‌افزاید. نتایج این آزمایش با یافته های هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) که اعلام نمودند بیش‌ترین وزن خشک بوته در شرایط محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در مراحل شروع پنجه‌زنی و برجستگی دوگانه به‌دست آمد، نیز مطابقت داشت. Shakirova و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش وزن خشک بوته های گندم می‌گردد. نتایج پژوهش El-Tayeb (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که اسید سالیسیلیک موجب ازدیاد وزن خشک بوته‌های جو در شرایط تنش شوری می‌شود. اسید سالیسیلیک، طویل شدن و تقسیم سلولی را همراه با هورمون هایی مانند اکسین تنظیم می کند که منجر به افزایش ماده خشک در شرایط تنش شوری می گردد (Hayat and Ahmad, 2007).

سرعت رشد محصول (CGR)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محیط و روش های مختلف کاربرد سالسیلیک اسید در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش محیط و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین سرعت رشد محصول در محیط نرمال با ۱۰/۷۴ گرم در مترمربع در روز و کم‌ترین آن مربوط به محیط شور با ۸/۶۸ گرم در مترمربع در روز بود (جدول ۴). Flowers and Yeo (۱۹۹۵) و Godfrey و همکاران (۲۰۰۴) گزارش دادند که در شرایط تنش شوری سرعت رشد و میزان تولید ماده خشک گیاه در واحد سطح کاهش می‌یابد. نشان داده شده است که شوری زیاد رشد گیاهچه را به دلیل افزایش پتانسیل اسمزی و سمیت بعضی از یون‌ها کاهش می دهد (Grieve and Suarez, 1997). سایر محققین اعلام نمودند که در شرایط تنش شوری به دلیل کاهش رشد ریشه‌ها، جذب آب و عناصر غذایی کم‌تر شده و در نتیجه رشد رویشی و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (Cramer and Bowman, 1991). تمدید اعمال تنش بعد از این باعث تجمع نمک در سلول‌ها و در صورت عدم توانایی آن‌ها در انتقال آن‌ها به واکوئل‌ها باعث کاهش رشد می‌گردد. کاهش رشد ریشه‌ها در اثر شوری باعث کاهش ظرفیت جذب آب و مواد غذایی از خاک نیز می‌گردد (Neuman, 1995). بیش‌ترین سرعت رشد محصول در اثر استفاده از هورمون اسید سالیسیلیک از مرحله آبستنی تا گرده افشانی با ۱۱/۶۳ گرم در مترمربع مربوط به خیساندن به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی و کم‌ترین آن با ۷/۶ گرم در مترمربع در روز مربوط به عدم مصرف اسید سالیسیلیک (شاهد) بود (جدول ۴). نتایج این آزمایش با یافته‌های هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) که کاربرد اسید سالیسیلیک به‌صورت محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی باعث افزایش سرعت رشد گیاه جو شد، مطابقت داشت. اسید سالیسیلیک، طویل شدن و تقسیم سلولی را همراه با هورمون هایی مانند اکسین تنظیم می‌کند که منجر به افزایش ماده خشک و سرعت رشد گیاه در شرایط تنش شوری می‌گردد (Hayat and Ahmad, 2007). تنش شوری از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

راه کاهش رشد سلول (کاهش تقسیم سلول و کاهش اندازه سلول) در مرحله رشد رویشی باعث کاهش رشد و کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک، تقسیم سلولی را در مریستم گیاهچه گندم افزایش داده و رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (El-Tayeb, 2005 و Kaydan *et al.* 2007). همچنین گزارش شده که این ماده تعادل هورمونی را در گیاه تغییر و باعث تحریک تولید اکسین و سیتوکنین می گردد (Shakirova *et al.*, 2003). نتایج حاصل از برهم‌کنش نشان داد که بیش‌ترین سرعت رشد محصول در محیط نرمال به همراه کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت خیساندن به‌علاوه محلول پاشی در ابتدای پنجه‌دهی با ۱۲/۷۲ گرم در مترمربع در روز حاصل شد و کم‌ترین آن در محیط شور و بدون کاربرد هورمون با ۶/۷۵ گرم در مترمربع در روز بدست آمد (جدول ۵). می‌توان بیان داشت که در شرایط زهکشی شده، به علت نبود تنش شوری، گیاه با مشکل جوانه‌زنی رو به رو نبوده و در شرایط مختلف کاربرد هورمون، از نتایج قابل قبولی برخوردار بوده است و همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک به‌صورت خیساندن به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی توانست در شرایط سخت (تنش شوری) به نسبت دیگر روش ها قابل قبول باشد.

جدول ۵: مقایسه میانگین برهم‌کنش روش‌های مختلف اعمال اسید سالیسیلیک بر سرعت رشد محصول گندم در اراضی نرمال و شور

محیط	اسید سالیسیلیک	سرعت رشد محصول (گرم در مترمربع در روز)
دارای سیستم زهکش (نرمال)	S0	۸/۴۵de
	S1	۱۱/۳۰b
	S2	۱۰/۴۱bc
	S3	۱۲/۷۲a
	S4	۹/۴۲ cd
	S5	۱۲/۱۳ab
فاقد سیستم زهکش (شور)	S0	۶/۷۵f
	S1	۹/۱۳d
	S2	۸/۱۹e
	S3	۱۰/۵۴bc
	S4	۷/۸۴ef
	S5	۹/۶۶c

اعدادی که در هرستون حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

S0 = عدم محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک (شاهد) — S1 = خیساندن بذر با اسید سالیسیلیک
S2 = محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی — S3 = خیساندن به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی
S4 = محلول‌پاشی در مرحله انتهای پنجه‌دهی — S5 = خیساندن به‌علاوه محلول‌پاشی در انتهای پنجه‌دهی

بالجانی (۱۳۸۹) اظهار کرد که بذرهای پرایم شده با اسید سالیسیلیک سرعت جوانه‌زنی بیش‌تری نسبت به شاهد داشتند و جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده نسبت به بذرهای شاهد زودتر آغاز شده در نتیجه این بذرها سریع‌تر از خاک خارج شده و زودتر استقرار یافته‌اند و توانستند از طریق گسترش زودتر شاخص سطح برگ و رسیدن به ماکزیمم شاخص

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

سطح برگ، افزایش تراکم کلروفیل در واحد سطح برگ، حفظ منبع فتوسنتز کننده در طول دوره رشدی، دریافت انرژی تابشی خورشید و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت مقصد (دانه)، از سرعت رشد و عملکرد بالاتری برخوردار باشند.

سرعت فتوسنتز خالص (NAR)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد سرعت فتوسنتز خالص از مرحله آبستنی تا گرده‌افشانی، از لحاظ محیط و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما برهم‌کنش محیط و اسید سالیسیلیک از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیش‌ترین سرعت فتوسنتز خالص در محیط نرمال از مرحله آبستنی تا گرده افشانی با ۲/۹ گرم در متر مربع در روز و کم‌ترین آن مربوط به محیط شور با ۲/۵۵ گرم در متر مربع در روز بود (جدول ۴). Hussein و همکاران (۲۰۰۷) به نتایج مشابه ای رسیدند. Jamil و همکاران (۲۰۰۷) طی گزارشی اعلام کردند که کاهش فتوسنتز با افزایش تنش شوری می‌تواند به‌دلیل هدایت روزنه‌ای پایین‌تر، کاهش فرایندهای متابولیکی ویژه در جذب کربن، بازدارندگی ظرفیت فتوسنتزی و یا آمیزه‌ای از مواد نامبرده باشند و بازدارندگی ضریب کوئنچینگ فتوکمیکال توسط شوری ممکن است در اثر بسته شدن روزنه‌ها از طریق القاء تنش شوری و کاهش پتانسیل اسمزی، ایجاد شده باشد.

گزارش شده است که کاهش فتوسنتز بر روی غلات می‌تواند به‌دلیل واکنش‌های متفاوت تجمع کلروفیل و یا تغییرات ساختمان کلروپلاست در شرایط تنش شوری باشد (فلاح، ۱۳۹۰). بیش‌ترین سرعت فتوسنتز خالص در اثر استفاده از هورمون اسید سالیسیلیک از مرحله آبستنی تا گرده افشانی با ۳/۰۶ گرم در متر مربع مربوط به خیساندن به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی و کم‌ترین آن با ۲/۳۳ گرم در مترمربع در روز مربوط به عدم مصرف اسید سالیسیلیک (شاهد) بود (جدول ۴). Popova و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که اسید سالیسیلیک باعث تاخیر در کاهش مقدار رنگیزه های فتوسنتزی در شرایط تنش شوری شده است. اسید سالیسیلیک به علت تعدیل در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و احتمالاً با حفظ ساختار و فعالیت روبیسکو باعث افزایش مقدار قندها می شود (Khodary, 2004). Parida and Das (۲۰۰۵) بیان کردند که محتوای کلروفیل گیاهان تحت تنش شوری کاهش پیدا می‌کند. اثرهای مثبت اسید سالیسیلیک به افزایش آسیمیلاسیون و درصد فتوسنتز و افزایش جذب مواد معدنی توسط گیاهان تنش دیده تحت تیمار اسید سالیسیلیک نسبت داده شده است (Szepesi *et al.*, 2005). علت افزایش فتوسنتز در کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت خیساندن را می‌توان به علت جوانه‌زنی و رشد بهتر در محیط‌های مختلف که در نتیجه با یک‌بار محلول‌پاشی در زمان پنجه‌زنی، باعث توسعه سطح برگ توسط این هورمون و همچنین جذب بیش‌تر تشعشع دانست و اثر بهتر و بیش‌تری بر روند آسیملات سازی داشته است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که عدم وجود سیستم زهکش در اراضی کشاورزی به دلیل وجود تنش شوری، اثر منفی بر صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گندم دارد. کاربرد اسید سالیسیلیک در اراضی نرمال (دارای سیستم زهکش) باعث بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی و در اراضی شور (بدون سیستم زهکش) منجر به کاهش اثر تنش شوری و بهبود آسیب‌های ناشی از آن بر صفات مورد ارزیابی شد. در این تحقیق بهترین نتیجه از لحاظ صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی در اراضی نرمال و اراضی شور در شرایط خیساندن بذر با اسید سالیسیلیک به‌علاوه محلول‌پاشی در ابتدای پنجه‌دهی حاصل شد.

منابع

بالجانی، ر. ۱۳۸۹. تاثیر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بر نمود و خصوصیات فیزیولوژیک گلرنگ تحت تنش کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

بخشنده، م. ۱۳۸۸. مسائل زهکشی زیرزمینی در استان خوزستان با نگاهی به یک تجربه. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، سازمان آب و برق خوزستان. ۱۰ صفحه.

برزوئی، ا.، کافی، م.، خزائی، ح، ر.، و موسوی شلمانی، م. ا. ۱۳۹۰. تأثیر شوری آب آبیاری بر صفات ریشه دو رقم حساس و مقاوم به شوری گندم و ارتباط آن با عملکرد دانه در شرایط گلخانه. علوم و فنون کشت‌های گلخانه ای، ۲ (۴): ۹۵-۱۰۶.

بنایی، م.ح.، مومنی، ع.، بای بوردی، م.، و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. خاک های ایران: تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره برداری، موسسه تحقیقات خاک وآب. انتشارات سنا. ۵۰۰ ص.

پیرسته انوشه، ه. روستا، م.ج.، و امام، ی. ۱۳۹۳. روش‌های مختلف تیمار گیاهان زراعی با اسید سالیسیلیک در پژوهش‌های شوری. انتشارات مرکز ملی تحقیقات شوری، ۵ (۱): ۱۷-۱.

دلاوری‌پاریزی، م.، باقی‌زاده، ا.، انتشاری، ش.، و منوچهری‌کلانتری، خ. ۱۳۹۰. مطالعه تأثیر سالیسیلیک اسید بر مقاومت و القای تنش اکسیداتیو در گیاه ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری. زیست شناسی گیاهی، ۴ (۱۲): ۳۶-۲۵.

سرمدنیا، غ.، و کوچکی، ع. ۱۳۹۲. فیزیولوژیکی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

فلاح ، ا. ۱۳۹۰ .گزارش نهایی طرح بررسی برخی از مکانیزم های فیزیولوژیکی مرتبط با تنش شوری در ارقام برنج ایرانی. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

فلاح، ا.، فرهمند، ا.، و مرادی، ف. ۱۳۹۴. تاثیر تنش شوری در مراحل مختلف رشد بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی دو رقم برنج در شرایط گلخانه. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، ۱۰۷: ۱۸۲-۱۷۵.

طاهری، ف.، و فتحی، ا. ۱۳۹۴. تاثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی و اسید سالیسیلیک بر روی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد ذرت دانه ای. اکو فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۷ (۲): ۱۶۱-۱۴۷.

هاشمی، س، ا.، امام، ی.، و پیرسته انوشه، ه. ۱۳۹۳. اثر زمان و نحوه کاربرد سالیسیلیک اسید بر روند رشد، عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط تنش شوری. فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۶ (۲۴): ۱۸-۵.

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

Cramer, G. R. and Bowman, D. C. 1991. Kinetics of maize leaf elongation 1. Increased yield threshold limits shortterm, steady state elongation rates after exposure to salinity. Journal of Experimental Botany, 42: 1417–1426.

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

Flowers, T. J. and Yeo, A. R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants, where next? Australian Journal Plant Physiology, 22: 875-884.

Godfrey, J., Onjango, C. and Beek, E. 2004. Sorghum and salinity. Crop Science, 44: 806-811.

Grieve, C. M. and Suarez, D. L. 1997. Pursuance (*portulaca oleracea* L.): A halophytic crop for drainage water reuses systems. Plant Soil, 192:277-283.

Gutierrez-Coronado, M. A., Trejo-Lopz, C. and Larque-Saavedra, A. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry, 36 (8): 563-565.

Hamid, H., Rehman, K. and Ashraf, Y. 2010. Salicylic acid–induced growth and biochemical changes in salt-stressed wheat. Commun. Soil Science Plant Annual, 41:373-389.

Hassine, A. B. and Lutts, S. 2010. Differential responses of saltbush *Atriplex halimus* L. exposed to salinity and water stress in relation to senescing hormones abscisic acid and ethylene. Journal of Plant Physiology, 167(17): 1448-1456.

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

Hussein, M. M., Balbaa, L. K. and Gaballah, M. S. 2007. Salicylic acid and salinity effect on growth of maize plants. Journal Agriculture Biology Science, 3: 321-328.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

Jamil, M., Rehman, S. and Rha, E. S. 2007. Salinity effect on plant growth, PSII photochemistry and chlorophyll content in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). Pakistan Journal of Botany, 39(3): 753-760.

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.

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.

Koji, Y., Mitsuya, S., Kawasaki, M. Taniguchi, M. and Miyake, H. 2008. Salinity induced chloroplast damages in rice leaves (*Oryza sativa* L.) are reduced by pretreatment with methyl viologen. 14th Australian Agronomy Conference 21-25 September.

Lee, H., Leon, J. and Raskin, I. 1995. Biosynthesis and metabolism of salicylic acid. Proceedings of the National Academy of Sciences. USA , 92: 4076-4079.

Mahajan, S. and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.

Moradi, F. 2002. Physiological characterization of rice cultivars for salinity tolerance during vegetative and reproductive stages. PhD thesis. The University of Philippines at los Banos. Laguna. Philippines. 190p.

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

Naseer, S. H. 2001. Response of barley (*Hordeum vulgare* L.) at various growth stages to salt stress. Journal of Biological Sciences, 1(5):326-329.

Neuman, P. M. 1995. Inhibition of root growth by salinity stress. Toxicity or an adaptive biophysical response. PP. 299-304. In: F. Baluska, M. Ciamporora, O. Gasparikova, P. W. Barlow (Eds.), Structure and Function of Roots. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Parida, A. K. and Das, A. B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.

Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A. 1997. Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiology role, Plant Physiology, 23: 85-93.

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 43: 439 - 463.

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]

Shannon, **M. C. and Grieve**, **C. M. 1999**. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulturae, 78, 5-38.

Sinha, S. K., Srivastava, H. S. and Tripathi, R. D. 1993. Influence of some growth regulators and cautions on inhibition of chlorophyll biosynthesis by lead in Maize, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 51: 241-246.

Sudhakar, C., Lakshmi, A. and Giridarakumar, S. 2001. Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity. Plant Science, 141: 613-619.

Szepesi, A., Csiszar, J., Bajkan, S. Gemes, K., Horvath, F., Erdei, L., Deer, A. K. Simon, M. L. and Tari, I. 2005. Role of salicylic acid pre- treatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress, Acta Biologica Szegediensis, 49: 123-125.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-08-20]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.8.2]