بررسی سطوح مختلف شوری بر تنظیم کننده‌های اسمزی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان دو رقم سورگوم

صفورا بزی[۱]، مصطفی حیدری[۲*]، نفیسه مهدی نژاد[۲] و فروغ عباسی[۱]

(تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۲۳)

چکیده

جهت مقاومت به شوری، گیاهان علاوه بر تنظیم اسمزی از مکانیسم افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نیز استفاده می‌کنند. به منظور بررسی نقش آنزیم‌های آنتی اکسیدان کاتالاز (CAT)، اسکوربات پراکسیداز (APX) وگایاکول پراکسیداز (GPX) و دو تنظیم‌کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین در میزان تحمل به شوری دو رقم سورگوم، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۶ در مرکز زیست پژوهشی دانشگاه زابل (بیوسنتر) انجام گرفت. سه سطح شوری شاهد (۰)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار نمک NaCl به عنوان فاکتور A و دو رقم سورگوم به نام‌های پیام و محلی سیستان به عنوان فاکتور B در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل نشان داد با بالا رفتن سطح شوری از شاهد به ۲۰۰ میلی‌مولار بر میزان فعالیت هر سه آنزیم افزوده شد، به طوری که بالاترین میزان فعالیت این آنزیم‌ها در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار به دست آمد. به جز CAT میزان فعالیت آنزیم‌های APX و GPX رقم پیام بیشتر بود. شوری با تأثیر معنی‌دار بر دو تنظیم‌کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین بر غلظت آنها در دو رقم سورگوم افزود. میزان پرولین رقم محلی بیشتر بود. در این بین بیشترین میزان پرولین مربوط به رقم محلی سیستان بود. در این آزمایش رابطه معنی‌دار و مثبتی بین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان با تجمع دو تنظیم کننده اسمزی در بخش هوایی گیاهان به دست آمد که نشان‌دهنده تأثیر هم‌زمانی هر دو سیستم در تحمل به شوری در گیاه سورگوم به ویژه در رقم پیام است. در بالاترین سطح شوری هر چند بر میزان فعالیت آنزیم‌ها و غلظت تنظیم کننده‌های اسمزی در رقم پیام نسبت به شاهد افزوده شد ولی این افزایش با کاهش وزن کل گیاه همراه بود. این امر بیان‌کننده بالا رفتن هزینه خود نگهداری این رقم از سورگوم از طریق فعال شدن دو سیستم افزایش فعالیت آنزیمی و تنظیم کننده‌های اسمزی است که به نوعی شرایط لازم برای ادامه بقای گیاه را در این حالت فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، آنتی اکسیدان‌های آنزیمی، تنظیم کننده‌های اسمزی، سورگوم، تحمل به شوری

مقدمه

شوری یکی از عوامل مهم کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست. واکنش معمول گیاهان به بالا رفتن غلظت نمک در محیط ریشه تنش اسمزی، سمیت یونی و کمبود عناصر غذایی است (۱۲). شوری همانند دیگر تنش‌های محیطی می‌تواند سبب تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS)(Reactive Oxygen Species) همانند سوپر اکسید (O_2^-)، هیدروژن پر

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد

۲. به ترتیب استادیار و مربی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Haydari2005@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]

اکسید (H_2O_2) و رادیکال‌های هیدروکسیل (OH^-) در درون سلول شود. این ترکیبات خسارت زیادی را از طریق اکسیداسیون چربی‌ها، پروتئین و اسیدهای نوکلئیک به سلول وارد می‌کنند (۳).

به منظور کاهش اثرات سوء تنش اکسیداتیو در طی بروز تنش شوری، گاهاً میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در سلول بعضی از گیاهان بالا می‌رود. از این آنزیم‌ها می‌توان به کاتالاز (CAT)، اسکوربات پراکسیداز (APX) و گایاکول پراکسیداز (GPX) اشاره کرد. این آنزیم‌ها نقش بسیار مهمی در غیر فعال کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول گیاهان دارند، بسته به گونه گیاهی و شدت تنش میزان فعالیت آنها در گیاهان تغییر می‌کند (۱).

در بسیاری از گیاهان زراعی همانند گندم (۱۵) و پنبه (۸) بالا رفتن میزان فعالیت این آنزیم‌ها در طی بروز تنش شوری گزارش شده است. بالا رفتن میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاهان تحت تنش تنها مکانیسم تحمل به شوری نیست، این مکانیسم می‌تواند در کنار ترکیبات سازگار کننده همانند پرولین و کربوهیدرات‌ها بر مقدار تحمل گیاهان بیافزاید (۲ و ۶).

مطالعات بیوشیمیایی نشان داده که در گیاهان تحت تنش خشکی و شوری تعدادی از ترکیبات آلی (محلول‌های سازگار کننده) تجمع می‌یابند، این ترکیبات تداخلی در فرآیندهای شیمیایی آنها وارد نمی‌کنند. از این ترکیبات می‌توان به انواعی از کربوهیدرات‌های محلول (مانیتول، ساکارز، رافینوز، و الیگو ساکارید) و ترکیبات نیتروژنه (اسید آمینه، پرولین و گلیسین – بتائین) اشاره کرد. ترکیبات سازگار کننده نقش مهمی در بهبود تنظیم اسمزی در گیاهان تحت تنش دارند (۷ و ۱۲).

در اکثر گیاهان زراعی از جمله سورگوم بررسی‌های متعددی در مورد واکنش به تنش شوری و تغییراتی که در میزان ترکیبات سازگارکننده آنها به وجود می‌آید، صورت گرفته است ولی هنوز به خوبی رابطه بین میزان این ترکیبات با مقدار فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان مشخص نیست (۲). از این رو هدف از این آزمایش بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان CAT، APX و GPX در دو رقم سورگوم زراعی در منطقه سیستان و نیز تعیین رابطه آنها با میزان دو تنظیم کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۶ در مرکز زیست پژوهشی دانشگاه زابل (بیوسنتر) انجام گرفت. سه سطح شوری ۰=S0 و ۱۰۰=S1 و ۲۰۰= S2 میلی‌مولار نمک NaCl به عنوان فاکتور A و دو رقم سورگوم بنامهای B1= محلی سیستان و B2 = پیام به عنوان فاکتور B در نظر گرفته شدند. جهت انجام این آزمایش در گلدان‌های کوچک پلاستیکی به قطر ۱۰ cm که حاوی ماسه بادی بودند، کشت شدند. گلدان‌ها به اتاقک رشد با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و طول دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. پس از جوانه زنی و کامل شدن ظهور اولین برگ، اعمال تنش شوری در گیاهان آغاز و به منظور جلوگیری از وارد شدن یک‌باره شوک به گیاهچه‌ها تیمارهای شوری با افزایش روزانه ۲۵ میلی‌مولار NaCl انجام گردید. در نهایت بعد از ۴ روز سطوح شوری به حد مورد نظر رسانده شدند. اعمال تنش شوری کلا تا ۲۰ روز ادامه یافت و پس از آن میزان فعالیت آنتی اکسیدان‌ها و تنظیم کننده‌های اسمزی در بخش هوایی گیاهان (بافت سبز برگ‌ها) اندازه‌گیری شد.

استخراج عصاره وروش اندازه‌گیری آنزیم‌ها

مواد و محلول‌ها

تهیه بافر Ice–Cold Extraction

این محلول شامل محلول بافر پتاسیم فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار با pH=۷ و محلول EDTA 0.1 mM درحجم CC ۴ بود. برای محلول پتاسیم فسفات از دو نمک KH2PO4 و K2HPO4 استفاده شدند. جهت تهیه محلول ابتدا محلول ۱ مولار از هر کدام از این نمک‌ها تهیه سپس CC ۲۵ از آنها برداشت، با هم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]

مخلوط و به حجم ۱۰۰ سی سی رسانده شدند. pH این محلول در حد ۷ تنظیم گردید.

تهیه محلول EDTA

این محلول در حجم ۵۰ سی‌سی و با غلظت ۰/۲ مولار ساخته شد. برای تهیه بافر Ice–Cold Extraction، ۱۶۰۰ میکرولیتر از بافر پتاسیم فسفات به همراه ۲۰ میکرولیتر EDTA برداشت و به حجم ۴cc رسانده شدند.

جهت اندازه‌گیری آنزیم‌ها، ۰/۲ گرم از بافت سبز برگ برداشت و با ۴ سی‌سی بافر Ice – cold extraction در هاون سرد کاملا"ساییده، به صورت همگن در آورده شدند. مخلوط همگن از کاغذ صافی عبور و به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۶۰۰۰ سانتریفوژ شدند. سپس فاز بالایی به عنوان عصاره پروتئینی برای سنجش فعالیت آنزیمی استفاده شد. همه این عملیات‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. در نهایت برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز(CAT) از روش بیرز و سیزر(۵)، آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX) از روش ناکائوا و آسادا (۱۳).و گایاکول پراکسیداز (GPX) از روش اوربانک و همکاران (۱۸) استفاده شدند.

همچنین جهت اندازه‌گیری پرولین از روش بیتز و همکاران (۴) و کربوهیدرات از روش اشلیکر (۱۶) استفاده گردید. در نهایت داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

الف) آنزیم‌های آنتی اکسیدان

نتایج تجزیه آماری داده‌ها در جدول ۱ نشان می‌دهد، تفاوت معنی‌داری بین ارقام، سطوح مختلف شوری و اثر متقابل این دو بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان کاتالاز (CAT)، اسکوربات پراکسیداز (APX) وگایاکول پراکسیداز (GPX) وجود دارند. با بالا رفتن میزان شوری از شاهد به ۲۰۰ میلی‌مولار بر میزان فعالیت تمامی این آنزیم‌ها افزوده شد. این افزایش برای CAT، APX و GPX در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد به ترتیب برابر ۷۷/۵، ۶۴/۴ و ۳۹/۷ درصد بود (جدول ۲).

نیل و همکاران (۱۴) اعلام کردند تغییرات در میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان علاوه بر تغییرات یونی و تنظیم کننده‌های اسمزی می‌تواند به عنوان یکی از موارد تأثیرگذار تنش شوری بر گیاهان در نظر گرفته شود. بسته به میزان حساسیت گونه گیاهی، مرحله رشد، شدت و مدت تنش غلظت و فعالیت این نوع آنزیم‌ها تغییر خواهند کرد.

فعالیت آنزیم CAT در سطح شوری S2 نسبت به شاهد ۷۷/۵ درصد افزایش یافت. این افزایش‌ها برای آنزیم‌های APX و GPX به ترتیب برابر ۶۴/۴ و ۳۹/۷ درصد بودند (جدول ۲). نتایج آزمایش کومبا و همکاران (۶) مبنی بر افزایش آنزیم CAT در سویا و مندهانیا و همکاران (۹) از افزایش GPX در گندم تحت تنش شوری، با نتایج این بررسی مطابقت دارند.

به جز برای آنزیم CAT، رقم پیام در سایر موارد دارای میزان فعالیت آنزیمی بیشتری بود (جدول ۲). حتی این فعالیت در طی بروز تنش شوری نیز رخ داد و در تمامی سطوح شوری به جز در مورد آنزیم GPX در سایر موارد از بالاترین میزان فعالیت آنزیمی نسبت به رقم محلی برخوردار بود (شکل‌های۱ تا ۳). براساس نظر بسیاری ازکارشناسان ارقام محلی گیاهان از سازگاری بالایی نسبت به شرایط و تنش‌های محیطی در مقایسه با ارقام اصلاح شده برخودارند. بنابراین آستانه واکنش آنها به تنش‌های محیطی بالاست. نتایج به دست آمده در این آزمایش مشابه نتایج آلوستا- کوستا و همکاران (۲) است. این محققین اعلام کردند در ارقام حساس سورگوم به شوری به جز APX میزان آنتی اکسیدان‌های CAT و GPX تا حد زیادی نسبت به رقم متحمل افزایش می‌یابد.

براساس نظر مکرسی و لیشم (۱۱) آنزیم CAT در پراکسیزوم، سیتزول و میتوکندری وجود دارند و سبب تبدیل H_2O_2 به H_2O و O_2 می شود. همچنین آنزیم APX از اسکروبات به عنوان دهنده الکترون در ابتدای سیکل گلوتاتیون- اسکوربات استفاده می‌کند و نقش مهمی در سمیت‌زدایی H_2O_2

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]

جدول ۱. تجزیه واریانس فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و تنظیم‌کننده‌های اسمزی

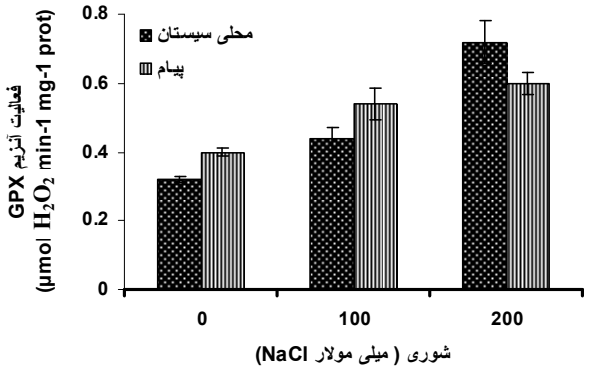
منابع تغییرات	درجه آزادی	GPX ($\mu mol\ H_2O_2\ min^{-1}\ mg^{-1}\ prot$)	CAT (گرم)	APX (میکرومول در گرم وزن تر)	وزن تک بوته (میکرومول گلوکز در گرم وزن تر)	پرولین	کربوهیدرات
شوری	۲	۰/۱۱۷**	۰/۰۰۰۰۷**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۳**	۹۹/۷**	۲/۴۶**
رقم	۱	۰/۰۱۵**	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۵۸/۳**	۱/۰۸**
شوری× رقم	۲	۰/۰۲۲**	۰/۰۰۰۰۰۶**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۳^{ns}	۱۶/۱۲**	۰/۵۷^{ns}
خطا	۱۲	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۲	۰/۳۴	۰/۲۲
%CV		۱۰/۷	۱۷/۲	۱۶/۱	۱۳/۰۷	۴/۲	۶/۱۲

*، **و ns : به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ و ۱٪ و عدم معنی‌دار بودن می‌باشد.

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و تنظیم کننده‌های اسمزی

تیمار	GPX	CAT	APX	وزن تک بوته	پرولین	کربوهیدرات
	(µmol H2O2 min-1 mg-1 prot)			(گرم)	(میکرومول در گرم وزن تر)	(میکرومول گلوکز در گرم وزن تر)
			شوری (میلی مولار)			
۰	۰/۴۱ ^{c}	۰/۰۰۲ ^{c}	۰/۰۳^{c}	۰/۱۵^{a}	۱۰/۰۳^{c}	۷/۰۴^{b}
۱۰۰	۰/۴۹ ^{b}	۰/۰۰۵ ^{b}	۰/۰۵^{b}	۰/۱۲۵^{b}	۱۳/۴^{b}	۷/۷^{a}
۲۰۰	۰/۶۸ ^{a}	۰/۰۰۹ ^{a}	۰/۰۹^{a}	۰/۱۱۱^{b}	۱۸/۱^{a}	۸/۳^{a}
			رقم			
محلی b1	۰/۵^{b}	۰/۰۰۶^{a}	۰/۰۵^{b}	۰/۱۳^{a}	۱۶/۸^{a}	۷/۴^{b}
پیام b2	۰/۵۶^{a}	۰/۰۰۴^{b}	۰/۰۷^{a}	۰/۱۳۲^{a}	۱۰/۸^{b}	۷/۹^{b}

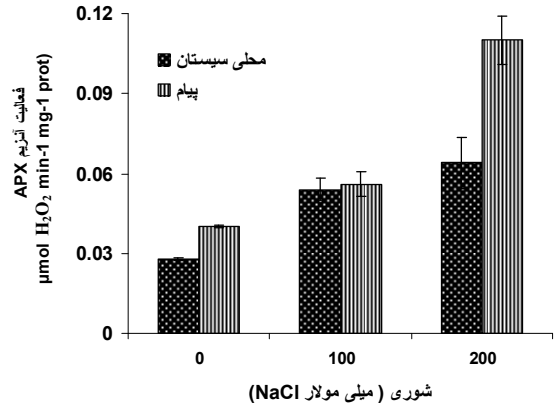
تفاوت حروف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.



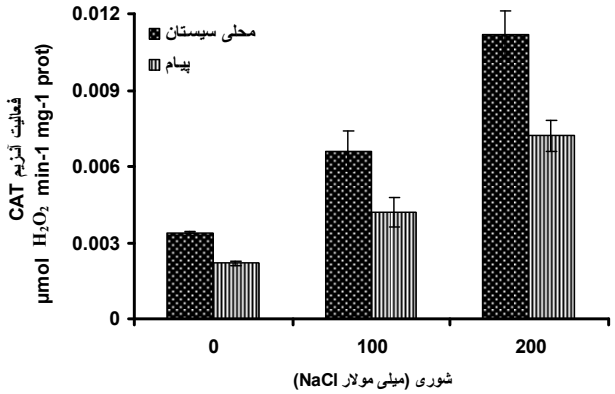
نمودار۱. اثر متقابل سطوح شوری و رقم بر فعالیت آنزیم GPX

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]



نمودار ۲. اثر متقابل سطوح شوری ورقم بر فعالیت آنزیم APX



نمودار ۳. اثر متقابل سطوح شوری و رقم بر فعالیت آنزیم CAT

در سلول دارد.

نتایج حاصل از داده‌های این آزمایش نشان داد، هم‌بستگی معنی‌دار و مثبتی بین میزان فعالیت هر سه آنزیم در طی بروز تنش شوری وجود دارند (جدول ۳). این امر بیان می‌کند در دو رقم سورگوم مورد مطالعه هر سه نوع آنزیم آنتی اکسیدان با هم فعال شده، سبب کاهش اثرات سوء تنش اکسیداتیو بر گیاهان می‌شوند.

ب) تنظیم کننده‌های اسمزی

در جدول ۱ مشاهده می‌شود شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان تجمع دو تنظیم کننده اسمزی کربوهیدرات و پرولین در بافت سبز بخش هوایی سورگوم دارد. با بالا رفتن میزان شوری از شاهد به ۲۰۰ میلی‌مولار بر غلظت هر دو آنها افزوده شد. در این بین غلظت پرولین بیشتر از کربوهیدرات افزایش یافت به طوری که با بالا رفتن شوری تا سطح ۲۰۰ میلی‌مولار به همان نسبت بر مقدار تجمع پرولین نیز افزوده شد. ولی افزایش غلظت کربوهیدرات تنها تا سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بود و با بالا رفتن سطح شوری افزایش معنی‌داری در آن مشاهده نشد (جدول ۲).

موناس (۱۲) اعلام کرد در ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری گندم در ابتدای قرارگیری در معرض تنش بر مقدار کربوهیدرات‌های محلول به سبب تبدیل شدن ساکارز به قندهای مونوساکارید افزوده می‌شود، اما به مرور از مقدار آن کاسته می‌شود. در این آزمایش دو رقم سورگوم از لحاظ

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]

جدول ۳. هم‌بستگی بین فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و با تنظیم کننده‌های اسمزی

صفات	GPX	CAT	APX	وزن بوته	پرولین	کربوهیدرات
GPX	۱					
CAT	۰/۷۸**	۱				
APX	۰/۵۳*	۰/۴۷*	۱			
وزن بوته	-۰/۵۶**	-۰/۵۷*	-۰/۵۹**	۱		
پرولین	۰/۳۵*	۰/۷۵**	۰/۴*	۰/۵۷*	۱	
کربوهیدرات	۰/۷۱**	۰/۶۲**	۰/۶۱**	-۰/۴۴*	۰/۲۴	۱

* و **: به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطوح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

غلظت این دو ترکیب دارای تفاوت معنی‌داری با هم بودند به‌طوری که بالاترین میزان پرولین مربوط به رقم محلی سیستان و کربوهیدرات مربوط به رقم پیام بود (جداول ۱ و ۲).

در زمان قرارگیری این ارقام در معرض سطوح مختلف شوری (شکل‌های ۴ و ۵) مشاهده می‌شود غلظت پرولین در رقم محلی هر چند در تمامی سطوح شوری و حتی در سطح شاهد بالاتر از رقم پیام است، اما درصد افزایش غلظت پرولین در رقم پیام بیشتر از رقم محلی بود. به طوری که در بالاترین سطح شوری (۲۰۰ میلی‌مولار) میزان پرولین آن از افزایشی معادل ۶۷/۷ درصد نسبت به شاهد برخوردار است اما این افزایش برای رقم محلی تنها معادل ۲۴/۸ درصد می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که غلظت پرولین در رقم پیام حدود سه برابر رقم محلی افزایش داشته است.

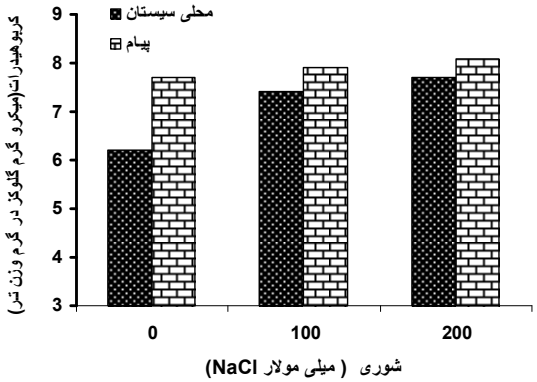
محققین مختلف از جمله مارتین و همکاران (۱۰) از افزایش میزان پرولین در گندم و سولتانا و همکاران (۱۷) در برنج تحت تنش شوری خبر می‌دهند. کاولیرل (۶) اعلام کرد افزایش پرولین در گیاهان تحت تنش شوری در واقع نوعی واکنش از طرف گیاه به کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه است. در این زمان پرولین با کم کردن پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه، شرایط لازم برای جذب آب و عناصر غذایی را فراهم می‌کند. به سبب افزایش پرولین در حجم کمی از آب سلول، پتانسیل کل آب در سلول افزایش می‌یابد و این امر شرایط لازم برای جذب آب از خاک توسط سلول‌های ریشه را فراهم می‌کند.

در این آزمایش هم‌بستگی معنی‌دار و مثبتی بین پرولین با کربوهیدرات به دست آمد که نشان‌دهنده استفاده از هر دو نوع این ترکیبات آلی برای تنظیم اسمزی در گیاه سورگوم است (جدول ۳). همراه با بالا رفتن سطح شوری از شاهد به ۲۰۰ میلی‌مولار، غلظت این دو ترکیب هم‌زمان افزایش یافت. در این بین افزایش غلظت کربوهیدرات در رقم پیام بیشتر از رقم محلی سیستان بود. در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار افزایش کربوهیدرات رقم پیام نسبت به شاهد معادل ۳۲/۷ درصد بود. برای رقم محلی این افزایش در حدود ۲۶/۷ درصد بود.

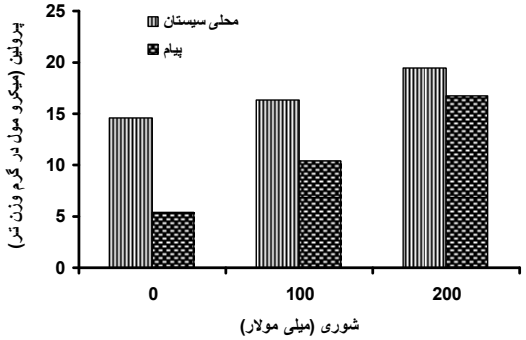
در این آزمایش مشخص گردید که رقم پیام از حساسیت بیشتری نسبت به رقم محلی به تنش شوری برخودار است زیرا در کل درصد افزایش فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانت به همراه غلظت تنظیم کننده‌های اسمزی در آن از افزایش بیشتری برخودار بود. این امر سبب کاهش بیشتر وزن تک بوته در این رقم گردید. براساس نتایج تجزیه واریانس شوری تأثیر معنی‌داری بر وزن تک بوته دارا بود (جدول ۱) و با بالا رفتن سطح شوری از وزن تک بوته نسبت به شاهد کاسته شد. در بین ارقام سورگوم مورد بررسی در این طرح رقم پیام از کاهشی معادل ۵۵/۳ درصد در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد و رقم محلی از کاهشی معادل ۲۱/۶ درصد برخودار بود (شکل ۶). در رقم سیستانی از شوری ۱۰۰ تا ۲۰۰ تغییری در کاهش وزن تک بوته دیده نشد و این صرفاً به سبب مقاوم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

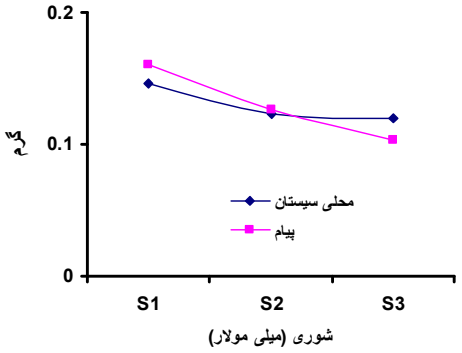
[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]



شکل ۴. تغییرات کربوهیدرات دو رقم سورگوم در سطوح مختلف شوری



شکل ۵. تغییرات پرولین دو رقم سورگوم در سطوح مختلف شوری



شکل ۶. تغییرات وزن تک بوته دو رقم سورگوم در سطوح مختلف شوری

بودن این رقم نسبت به رقم اصلاح شده پیام است. یکی دیگر از دلایل این عدم تغییر مربوط به وابستگی کمتر رقم محلی سیستان به ترکیبات آلی کربوهیدرات و پرولین برای تنظیم اسمزی است، چرا که این ترکیبات برای گیاه هزینه بر هستند.

گود و زاپلاچینسکی (۷) اعلام کرد تنظیم اسمزی با به‌کارگیری ترکیبات آلی یکی از فرآیندهای سازگاری در گیاهان است که به حفظ پتانسیل تورگر در طی بروز تنش شوری و خشکی کمک می‌کند. این امر مانع دی هیدراته شدن سلول‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]

ریشه می‌شود. با تنظیم اسمزی شرایط لازم برای ادامه مکش آب از خاک فراهم می‌گردد. گیاهان با این عمل می‌توانند تا حدی روزنه‌های خود را باز نگه داشته و رشد برگ‌ها در طی بروز تنش ادامه یابد. در این بین هر چه وابستگی گیاهان به ترکیبات آلی مانند پرولین، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آمینه به جای ترکیبات معدنی (عناصرکلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم) بیشتر باشد، از وزن آنها بیشتر کاسته خواهد شد. چرا که برای سنتز این ترکیبات گیاه نیاز به مصرف انرژی دارد (۱۲). عمده گیاهان زراعی جزء گیاهان گلیکوفیت (حساس) به شوری هستند. این دسته از گیاهان Ion-Exculder بوده، تا حد امکان مانع جذب و انتقال عناصری همانند سدیم به بخش هوایی می‌شوند. برخلاف آنها گیاهان هالوفیت (مقاوم به شوری) که دارای قابلیت بالایی در تنظیم غلظت عناصر در سیتزول سلول خود هستند، می‌توانند در طی جذب بالای عناصری همانند سدیم آنها را در واکوئل خود غیر فعال کنند. گیاهان هالوفیت می‌توانند سدیم و دیگر عناصر جذب کرده را در تنظیم اسمزی سلول‌های خود به کار بگیرند، لذا انرژی زیادی برای تنظیم اسمزی در سلول‌های ریشه خود صرف نمی‌کنند.

در این آزمایش همبستگی معنی دار و منفی بین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و ترکیبات آلی تنظیم کننده اسمزی (کربوهیدرات و پرولین) با وزن تک بوته وجود دارد. به طوری که در رقم پیام درصد فعالیت این آنزیم‌ها در بالاترین سطح شوری نسبت به رقم محلی بیشتر بود. از طرف دیگر غلظت این دو ترکیب آلی نیز از درصد افزایش بیشتری نسبت به رقم محلی برخودار بود، بنابراین از وزن تک بوته رقم پیام به میزان بیشتری نسبت به رقم محلی کاسته شد.

منابع مورد استفاده

1. Alscher, R. G., J. R. Donahus and C. L. Cramer. 1997. Reactive oxygen species and antioxidants: relationship in green cells. Physiol. Plant 100: 224-233.
2. Alvesda Costa, P. H., A. D. Azevedo Neto, M. Alves Bezerra, J. Tarquinio paisco and E. Gomes–Filho. 2005. Antioxidantive–enzymatic system of two sorghum genotypes differing in salt tolerance. Plant Physiol. 17(4): 353–361.
3. Appel, K. and H. Hirt. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress and signal transduction. Annu. Rev. Plant Biol. 55:373-399.
4. Bates, S., R. P.Waldern and E. D. Teare. 1973. Rapide determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.
5. Beers, G, R. and I. W. Sizer. 1952. Aspectrophotometric method for measuring the breakdown ot hydrogen peroxide by catalase. Biol. Chem. 195: 133 – 140 .
6. Cavelierl, A. J .1983. Proline and glycin-betain accumulation by spartina alterniflora loisel. in response to Nacl and nitrogen in a controlled environment. Oecologia 57: 20- 24.
7. Good .A. S. and S. Zaplachiniski. 1994. The effects of drought on free amino acid accumulation and protein syntesis in Brassica napus. Physiologia Plantarum 90: 9–14.
8. Gosset, D. R., E. P.Millhollon and M. C. Lucas. 1994. Antioxidant response to Nacl stress in salt–tolerant and salt sensitive cultivars of cotton. Crop Sci. 34: 106–714.
9. Mandhania, S., S. Madan and V. Sauhney. 2006. Antioxidant defense mechanism under salt stress in wheat seedling. Physiologia Plantarum 50: 227–231.
10. Martin, M., F. Miceli, J. A. Morgan, M. Scalet and G. Zerbi. 1993. Synthesis of osmotically active substrates in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. J. Agric. Crop Sci. 171: 176-184.
11. Mc kersie, D. B. and Y. Leshem. 1994. Stress and Coping in Cultivated Plants. Kluwer Acad. Pub., London.
12. Munns, R. 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmass and hypotheses. Plant Cell Environ.16: 15-24.
13. Nakano, Y. and K. Asada. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate–specific peroxidases in spinach chloroplasts. Plants Cell Physiol. 22: 867–880.
14. Neill, S., Desika, R. and J. Hancock 2002. Hydrogen peroxide signaling curr opin. Plant Biol. 5: 388- 395.
15. Sairam, R. K., K. V. Rao and G. C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long-term salinity stress in relationto axidative stress. Antioxidant active and osmolyte consentration. Plant Sci. 163: 1037-1046.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]

16. Schlegel, H. G. 1956. Die verwertung organischer sauren durch chlorella in lincht. Planta 47: 510.
17. Sultana, N., T. Ikeda and R. Ltoh. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Envi. Exp. Bot. 42: 211-220.
18. Urbanek, H., E. Kuzniak–Gebarowska and K. Herka. 1991. Elicitation of defense responses in bean leaves by Botrytis cinerea polyglacturonase. Acta Physiol. Plant 13: 43–50.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.32.6]