



فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه
و زیست بوم
سال ۷، شماره ۲۶، بهار ۱۳۹۰

تغییرات محتوای پرولین و گلیسین بتایین در مرحله جوانه‌زنی دانه‌های سویا رقم پرشینگ تحت تأثیر شوری و ژیرلین

شهناز مبرا^۱، آرین ساطعی^۱، مه‌لقا قربانلی^{۱*}

چکیده

در پژوهش حاضر تأثیرات تنش شوری ناشی از کلرور سدیم ۵۰ میلی‌مولار و تنش اسمزی ناشی از محلول پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ اهم فشار با آن با غلظت ۶۴ گرم بر لیتر با و یا بدون ژیرلین (۱۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در حین رویش دانه‌های سویا رقم پرشینگ (*Glycine max L.cv.Pershing*) مورد بررسی قرار گرفته است. دانه‌ها طی یک دوره‌ی زمانی ۴۸ ساعته با محلول‌های فوق (محلول ژیرلین و یا آب مقطر به عنوان شاهد) آبیاری شدند، در پایان هر ۸ ساعت درصد جوانه‌زنی و نیز محتوای پرولین و گلیسین بتایین مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل تیمارهای نمکی و پلی‌اتیلن گلیکول قادر به ایجاد تأخیر در جوانه‌زنی دانه‌ها هستند و ژیرلین این تأخیر را جبران می‌نماید. به نظر می‌رسد که تیمار نمکی به ویژه با ایجاد تأخیر در افزایش محتوای پرولین و گلیسین بتایین موجب تأخیر در جوانه‌زنی است. افزایش تدریجی محتوای پرولین و گلیسین بتایین در تنش نمکی به طور احتمالی مکانیسم مهم مقابله با تنش‌های مزبور در حین رویش دانه هستند ژیرلین به تنهایی و یا توأم با تنش‌های به کار رفته در این پژوهش باعث حفظ و یا افزایش محتوای ترکیب مورد سنجش بوده است. پاسخ مقاطع زمانی مختلف به ویژه مراحل جوانه‌زنی مطلق و رشد در طی ۴۸ ساعت به تیمارهای مورد استفاده به طور لزوم مشابه نمی‌باشد.

کلمه‌های کلیدی: پرولین، پلی اتیلن گلیکول، تنش، جوانه‌زنی، سویا، شوری، گلیسین بتایین

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گروه زیست‌شناسی، گرگان، ایران

* مسئول مکاتبات: (mghorbanli@gorganiau.ir)

تاریخ پذیرش: تابستان ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: پاییز ۱۳۸۸

مقدمه

خشکی و شوری طولانی بدترین ضربات به سیستم کشاورزی است. یک مکانیسم مؤثر در کاهش صدمات حاصل از این تنش‌های خشکی و شوری تجمع سطوح بالایی از حفاظت کننده‌های اسمزی درون سلولی است. این ترکیبات شامل پرولین، اکتوین، بتائین‌ها، پلی‌ال‌ها، و ترهالوز هستند و در اندام‌های زنده‌ی مختلفی گسترش دارند. برخی محصولات کشاورزی سطوح پایینی از حفاظت کننده‌ها را دارند. یک راه بیش‌تر گیاهان و دیگر موجودات زنده با تنش اسمتیکی سنتز و جمع‌آوری ترکیبات حفاظت کننده اسمزی (یا محلول‌های سازگارکننده) است. این مولکول‌های الکتریکی طبیعی کوچک در غلظت‌های مولاری غیرسمی هستند، و پروتئین‌ها و غشاءها در برابر اثر دنا توره غلظت‌های بالای شوری‌ها و محلول‌های سخت دیگر تثبیت هستند (Yancey, ۱۹۹۴). از نظر شیمیایی، حفاظت کننده‌های اسمزی سه نوع هستند: بتائین‌ها (مشتقات آمینواسیدی N-متیل) و ترکیبات مرتبطی نظیر دی‌متیل سولفونیوپروپیونات (DMSP) و کولین - O- سولفات، شامل آمینواسیدهای نظیر پرولین و اکتوین، و پلی‌ال‌ها و قندهای غیر احیا نظیر ترهالوز، همه این‌ها در گیاهان زراعی اتفاق نمی‌افتد. یک ترکیب مهم از حفاظت کننده‌های اسمزی، حفاظت کننده‌های متفاوتی هستند که در گیاهان مهندسی شده‌اند و محافظ گروه جدیدی‌اند. در گیاهانی که معمولاً حفاظت کننده‌های اسمزی تجمع دارند، سطوح ۵۰-۵ میکرومول بر گرم وزن تر (تقریباً ۶۰-۶ میلی‌مول بر اساس آب گیاه) می‌باشند و بالاترین آن‌ها در طی تنش اسمزی ظاهر می‌شوند به طوری که با گسترش مقداری تنش - القایی تجمع می‌یابد

(Bohnert et al., Rhodes & Hanson, ۱۹۹۳) (۱۹۹۵).

در سلول‌های گیاهی، حفاظت کننده‌های اسمزی تنها به سیتوزل، کلروپلاست‌ها و بخش‌های سیتوپلاسمی که ۲۰٪ یا کم‌تر حجم سلول‌های بالغ را با هم اشغال می‌کنند محدود شده‌اند (۸۰٪ بقیه واکوئل مرکزی بزرگ است). غلظت‌های حفاظت کننده‌های اسمزی به طور معمول غالباً در بخش‌های سیتوپلاسمی به ۲۰۰ میلی‌مول رسیده یا افزوده شده است. بنابراین غلظت‌هایی که به ویژه اسمزی هستند و نقش اساسی در حفظ فشار تورژسانس سلول دارند و گرادیان مؤثر برای جذب آب تحت شرایط تنش هستند (Rhodes & Samaras, ۱۹۹۴). از حفاظت کننده‌های اسمزی، پرولین، گلیسین بتائین (*GlyBet*) و مانیتول مشترکاً در گیاهان اتفاق می‌افتد، در حالی که *DMSP*، کولین - O- سولفات، *D*-مانیتول، و ترهالوز بندرت روی می‌دهد.

اساس فیزیوشیمیایی اثر محافظت کننده‌های پیچیده دفع مولکول‌های حفاظت کننده‌ی اسمزی از محدوده‌ی هیدراسیون پروتئین‌هاست (Timasheff, ۱۹۹۲). در محیط‌های خشک یا شور حفاظت کننده‌های اسمزی هم فشار اسمزی سلول را بالا می‌برند و هم در حفظ سلول تشکیل می‌شوند. اثرات این محافظت کننده‌ها پخش حرارت و دیگر تنش‌ها به اطراف است (Yancey, ۱۹۹۴).

انباشتگی پرولین با مقاومت به تنش خشکی و شوری در گیاهان همبستگی دارد. بنابراین تولید بسیار زیاد پرولین در گیاهان ممکن است باعث افزایش مقاومت در مقابل تنش‌ها گردد.

گلیسین بتائین در برخی اما نه در همه‌ی گیاهان عالی به همان خوبی باکتری و دیگر ارگانیزم‌ها اتفاق می‌افتد. در همه‌ی حالات، به وسیله‌ی اکسیداسیون دو مرحله‌ای کولین توسط بتائین

روش سنجش پرولین (Bates, ۱۹۷۳):

الف- تهیه معرف:

معرف A: اسید نین هیدرین

- افزودن ۱/۲۵ گرم نین هیدرین به ۳۰ میلی لیتر

اسیداستیک خالص

- گرم کردن مخلوط جهت حل شدن نین هیدرین

در اسید

- اضافه کردن ۲۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۶

مولار به محلول

- قرار دادن محلول در یخچال به مدت ۲۴ ساعت

در دمای ۴ درجه سانتی گراد

معرف B: اسیداستیک خالص

معرف C: تولوئن

ب- انجام آزمایش:

- ساییدن ۳ دانه خشک از هر تیمار (دانه‌ها وزن

شده‌اند) در ۱۰ میلی لیتر محلول ۳ درصد اسید

سولفو سالیسیلیک.

- صاف کردن مخلوط با کاغذ صافی واتمن شماره

۲

- ریختن ۲ میلی لیتر از محلول در لوله آزمایش و

اضافه کردن ۱ میلی لیتر معرف اسید نین هیدرین و

۱ میلی لیتر اسیداستیک خالص

- قرار دادن لوله‌ها در بن ماری با دمای ۱۰۰

درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت

- قرار دادن لوله‌ها در حمام یخ به مدت نیم ساعت

- اضافه کردن ۴ میلی لیتر تولوئن به هر لوله و

تکان دادن آن و سپس ثابت نگه داشتن لوله به مدت

۲۰ ثانیه و تشکیل دو لایه مجزا

- خواندن جذب لایه رنگی فوقانی (حاوی تولوئن و

پرولین) در طول موج ۵۲۰ نانومتر

- تعیین مقدار پرولین با استفاده از منحنی

استاندارد

آلدئید سنتز شده است و آنزیم‌های مختلفی درگیر هستند. (Sohn-Busser ۲۰۰۶) اهمیت خاصیت پایدار کنندگی پروتیین را در مورد گلیسین بتائین در باکتری نشان داد. به نظر می‌رسد که علاوه بر حفاظت اسمزی، این آمینواسید و انواع مشابه (مثل پرولین بتائین) می‌توانند به واسطه‌ی اتصال به پروتیین، پایداری ترمودینامیکی بیش‌تری ایجاد نمایند.

مواد و روش‌ها

جوانه‌زنی دانه‌ها و تیمارهای مختلف

دانه‌های سویا رقم پرشینگ به مدت ۱۰ دقیقه در محلول ۱۰٪ هیپوکلریت سدیم جهت میکروب‌زدایی سپری کردند سپس با آب مقطر شستشو شدند. پس از آن برای مدت ۴۸ ساعت در ظروف پتری بین کاغذ صافی و اتمن نمره ۱ (۵ تکرار برای هر تیمار) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰٪ در تاریکی (با به کارگیری ژرمیناتور ۷۴۷- Faniran) قرار گرفتند. آبیاری با آب مقطر یا محلول نمکی کلرور سدیم ۵۰ میلی‌مولار یا محلول نمکی کلرور سدیم ۵۰ میلی‌مولار و هورمون ژیبیرلین ۱۰ میکروگرم بر میلی لیتر (ppm) یا محلول پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ هم فشار با آن (۶۴ گرم بر لیتر) یا محلول پلی‌اتیلن گلیکول ۶۴ گرم بر لیتر و هورمون ژیبیرلین (GA۳) ۱۰ میلی‌گرم بر میلی لیتر و یا هورمون ژیبیرلین ۱۰ میکروگرم بر میلی لیتر در ابتدای آزمایش و نیز فواصل ۸ ساعته انجام گرفت. بسته به نوع سنجش مورد نظر در پایان هر مقطع ۸ ساعته و یا در پایان ۴۸ ساعت دانه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند (ساطعی، ۱۳۸۳).

با استفاده از نرم افزار *SPSS* و در نظر گرفتن ۴ تکرار، پارامترهای میانگین و انحراف معیار (SD) تعیین شدند. همچنین در سطح ۰/۰۵، با استفاده از آنالیز واریانس یک عاملی و آزمون *F* معنی دار بودن اثرات تیماری و اختلافات میانگینها بررسی گردید. برای رسم نمودارها از نرم افزار *Excel* استفاده شد.

نتایج

جوانه زنی:

در کلیه موارد شکل عمومی منحنی جوانه زنی سیگموئیدی است (شکل ۱).

تیمار ژیریلین نسبت به شاهد تفاوت معنی داری در درصد جوانه زنی طی ۴۸ ساعت ایجاد نمی کند. شوری موجب تأخیر معنی دار در جوانه زنی به ویژه در ۸ ساعت سوم و چهارم می شود.

تنش اسمزی (تیمار *PEG*)، موجب تأخیر و نیز کاهش معنی دار در پایان ۴۸ ساعت در درصد جوانه زنی می شود.

اسید ژیریلیک آثار منفی کلرور سدیم و یا پلی اتیلن گلیکول را به تدریج در طی ۴۸ ساعت کاهش می دهد و اختلاف تیمارهای توام و شاهد در پایان این مدت معنی دار نیست.

محتوای گلیسین بتائین آزاد:

محتوای این اسید آمینه بسیار اندک و در حد نانومول بر گرم وزن خشک است.

با توجه به شکل های ۲ تا ۱۳، در نمونه های شاهد و شوری، تغییرات محتوای گلیسین بتائین در طی ۴۸ ساعت معنی دار نیست. در تیمار پلی اتیلن گلیکول، تأخیری در افزایش محتوای گلیسین بتائین در ۸ ساعت اول و دوم ملاحظه می شود. این تأخیر با افزایش معنی دار در مقاطع ۸ ساعته بعدی جبران

- یافتن غلظت نمونه و مقدار پرولین بر حسب میکرومول بر هر گرم وزن خشک

روش سنجش گلیسین بتائین:

- سائیدن ۳ دانه (قبلاً وزن شده اند) از هر تیمار به لوله های آزمایش

- افزودن ۲۰ میلی لیتر آب مقطر در دمای ۲۵

درجه سانتی گراد به لوله های آزمایش حاوی نمونه ها

- نمونه ها از کاغذ صافی عبور داده شدند

- تا زمان شروع آنالیز بعدی در فریزر قرار داده شدند

- در مرحله ی بعد نمونه ها از فریزر خارج شده و پس از ذوب شدن یخ آن یک میلی لیتر از محلول ها برداشت شده و به لوله های آزمایش اضافه می کنیم.

- ۱ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۲N به لوله های آزمایش حاوی محلول نمونه می افزاییم

- سپس به مدت یک ساعت در یخچال یا آب یخ نگهداری شوند

- افزودن ۰/۸ میلی لیتر معرف یدید- یدید پتاسیم (یدید وره) سرد

- به آهستگی توسط ورتکس مخلوط شوند

- محلول ها به مدت ۱۵ دقیقه توسط سانتریفوژ با دمای یخچال (صفر تا ۴ درجه سانتی گراد) با دور

حداکثر ۱۰۰۰۰g

- ۱ میلی لیتر از فاز پایینی با میکروپیپت جدا شد

- افزودن ۹ میلی لیتر، ۱، ۲- دی کلرواتان (به عنوان معرف)

- سپس شدیداً ورتکس شود

- بعد از ۲/۵ ساعت جذب آن در طول موج ۳۶۵

نانومتر خوانده شود (Sairam & Srivastara, ۲۰۰۲)

روش های آماری:

به طور احتمالی، در شرایط انجام این پژوهش، تغییر در محتوای گلیسین بتائین و نیز پرولین نقشی در تأخیر جوانه زنی در تیمار شوری نداشته است.

تأخیر در مقاطع زمانی اولیه ممکن است به کافی نبودن محتوای گلیسین بتائین و یا پرولین مربوط باشد ولی پس از آن چنین ارتباطی وجود ندارد.

در تنش اسمزی محتوای گلیسین بتائین به تدریج در حین جوانه زنی دانه افزایش می یابد.

همچنین در این تنش پرولین ابتدا با تأخیر ولی در نهایت با شدت بیش تری نسبت به شاهد افزایش می یابد که می تواند نشانه ای برای مقابله با تنش در مقاطع پایانی دوره ی ۴۸ ساعته باشد.

ژیبرلین ممکن است نقشی در جبران تأخیر جوانه زنی از طریق افزایش محتوای گلیسین بتائین در تنش اسمزی داشته باشد. همچنین قادر است تأخیر حاصل از تنش اسمزی در افزایش پرولین را جبران نماید. شوری مانع از اثر افزایش ژیبرلین بر محتوای پرولین نیست ولی از این اثر مثبت بر افزایش محتوای گلیسین بتائین جلوگیری می نماید.

در تنش اسمزی ممکن است حفظ و افزایش تدریجی گلیسین بتائین و پرولین علی رغم کاهش ابتدایی محتوای آن ها، مکانیسمی برای مقابله با تنش باشد ولی در تنش شوری این پدیده ملاحظه نمی شود.

از نظر زود هنگام بودن پاسخ دانه ها به ژیبرلین نتایج پژوهش حاضر مشابه پژوهش های دیگری مانند Fountain & Bewley (۱۹۷۶) بر روی کاهو می باشد که برای مثال تعدیل سنتز پروتئین ها قبل از جوانه زنی را از آثار تیمار با ژیبرلین می دانند. با این وجود Li et al (۲۰۰۵) اثر مثبتی برای GA₃ در کاهش آثار منفی شوری بر جوانه زنی دیده نشده،

می شود. همچنین در مقایسه با شاهد و تیمار شوری، محتوای این آمینواسید در مقاطع مختلف در طی ۴۸ ساعت بیش تر شده است.

در تیمار ژیبرلین نوسانات معنی دار تر از تیمار شاهد است ولی روند منظمی در جهت کاهش یا افزایش ملاحظه نمی شود.

تیمار توام ژیبرلین و پلی اتیلن گلیکول افزایش شدیدی را در مقاطع ۸ ساعته پنجم و ششم موجب می شود.

تیمار توام شوری و ژیبرلین، موجب افزایش شدید در ۸ ساعت دوم می گردد که در مقاطع ۸ ساعته بعدی ادامه ندارد.

محتوای پرولین آزاد:

محتوای این اسید آمینه بسیار کم تر از آرژینین محاسبه شده است.

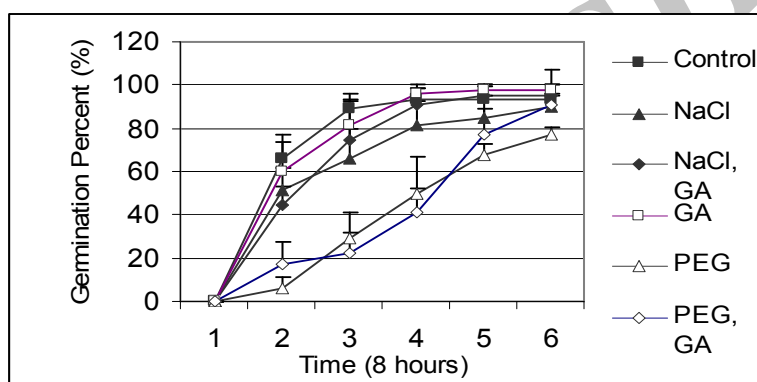
در نمونه های شاهد و تیمار شوری، افزایش تدریجی در طی ۴۸ ساعت مشاهده می شود (شکل های ۱۴ و ۱۵). در تیمار پلی اتیلن گلیکول، تأخیر شدیدی در این افزایش ملاحظه می شود ولی شدت افزایش در ۸ ساعت ششم بسیار زیاد است (شکل های ۱۷ و ۲۰ تا ۲۵).

در تیمار ژیبرلین شدت نوسانات ملایم تر و بدون جهت مشخص است (شکل ۱۹). همچنین ژیبرلین قادر به جبران اثر تأخیری پلی اتیلن گلیکول در افزایش پرولین است و روند افزایش در تیمار شوری را تسریع می نماید (شکل های ۱۶ و ۱۸).

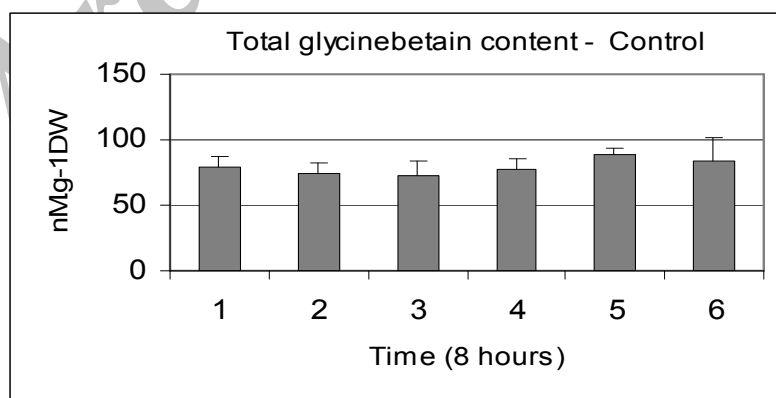
بحث

بتائین در مقاطع زمانی اولیه جبران می‌نماید. از سوی دیگر تنش اسمزی (تیمار پلی اتیلن گلیکول) در نهایت افزایش گلیسین بتائین و پرولین را موجب می‌شود که به تحمل تنش کمک می‌نماید. ممکن است تأثیرات یونی تنش نمکی مانع افزایش گلیسین بتائین در مراحل نهایی جوانه‌زنی طی ۴۸ ساعت باشد. به دلیل پایین بودن مقادیر پرولین و به ویژه گلیسین بتائین به طور احتمالی نقش آن‌ها به عنوان حفاظت کننده اسمزی و حتی پایدار کننده پروتئین‌ها جدی‌تر از نقش آن‌ها به عنوان تعدیل کننده اسمزی به نظر می‌رسد.

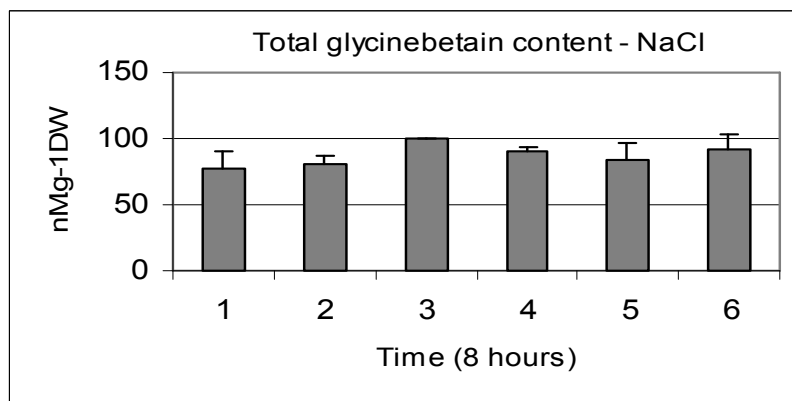
نتایج کار حاضر با اثر GA₄ روی گیاه *Suaeda salsa* از این نظر قابل مقایسه است. افزایش پرولین و گلیسین بتائین در حین جوانه‌زنی به ویژه در تنش اسمزی ممکن است به ویژه در مقاطع پایانی رویش دانه مطابق نظر Sohn-Busser (۲۰۰۶) به پایداری پروتئین‌ها کمک کند و تنها به دلیل حفاظت اسمزی نباشد، به ویژه که مقادیر این ترکیبات بسیار کم بوده است. در پایان می‌توان گفت به طور احتمالی تأثیرات یونی تنش نمکی، نقش منفی تأثیرات اسمزی این تنش را در کافی نبودن محتوای پرولین و یا گلیسین



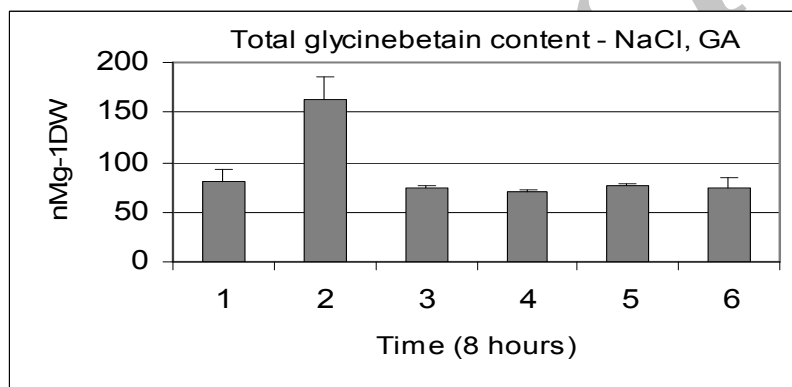
شکل ۱- مقایسه تغییرات درصد جوانه‌زنی دانه‌های سویا رقم پرشینک در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در آب مقطر (نمونه‌های شاهد) و تیمارهای مختلف مندرج در توضیح شکل‌های ۲ تا ۶. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



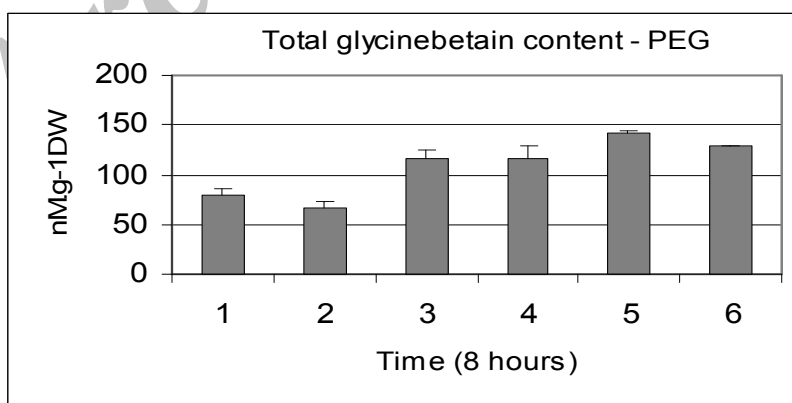
شکل ۲- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین در دانه‌های سویا رقم پرشینک در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در آب مقطر (نمونه‌های شاهد) و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



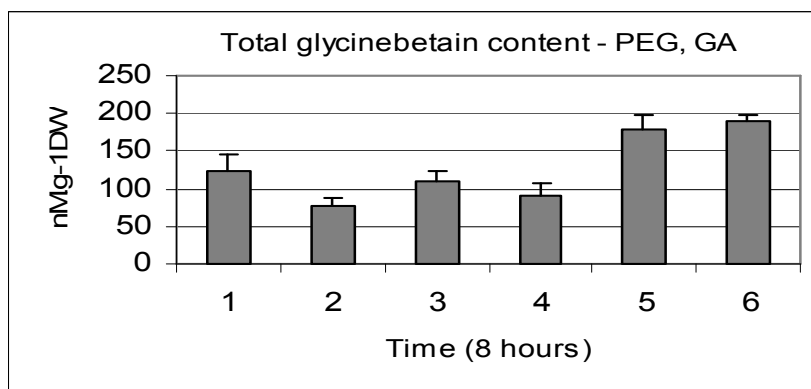
شکل ۳- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در NaCl و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند



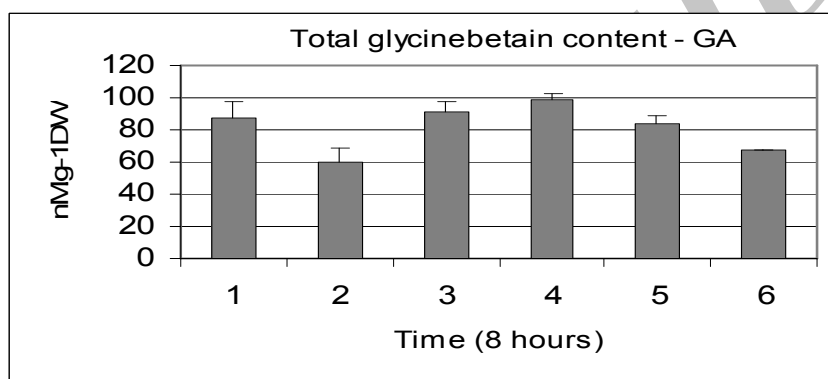
شکل ۴- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در NaCl, GA و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



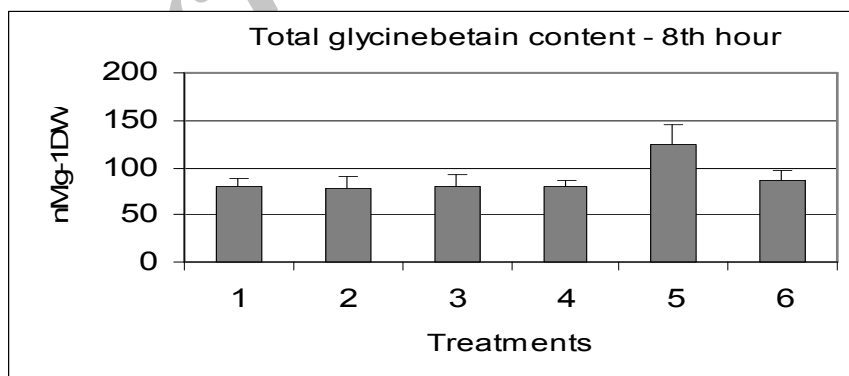
شکل ۵- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در PEG و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



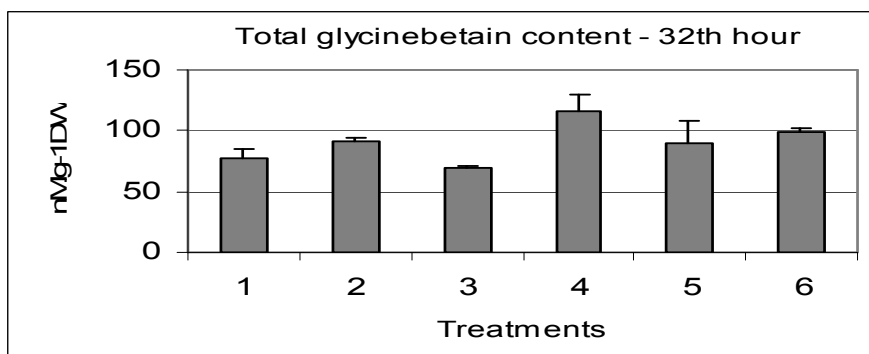
شکل ۶- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در *GA*, *PEG* و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



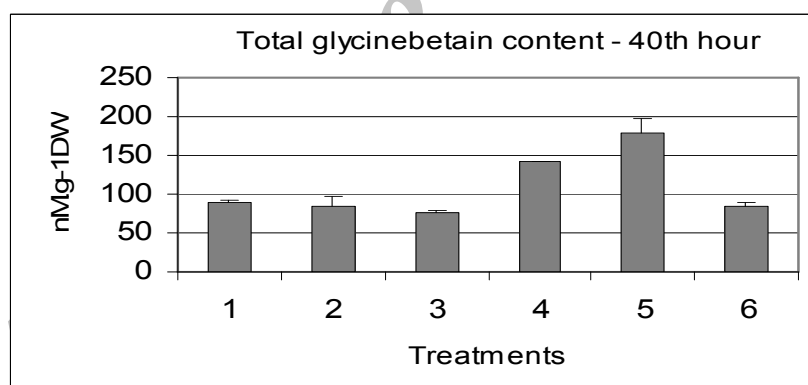
شکل ۷- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در *GA* و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



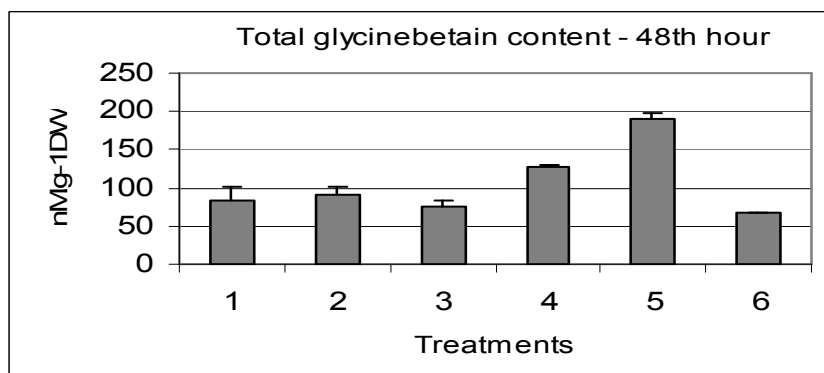
شکل ۸- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین پس از گذشت ۸ ساعت از زمان آبیاری دانه‌های سویا رقم پرشینگ در نمونه‌های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل‌های ۲ تا ۶ است. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



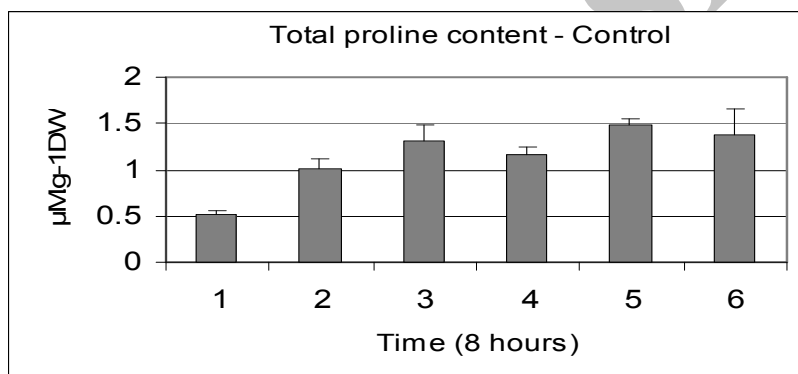
شکل ۱۱- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین پس از گذشت ۳۲ ساعت از زمان آبیاری دانه‌های سویا رقم پرشینگ در نمونه‌های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل‌های ۲ تا ۶ است. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



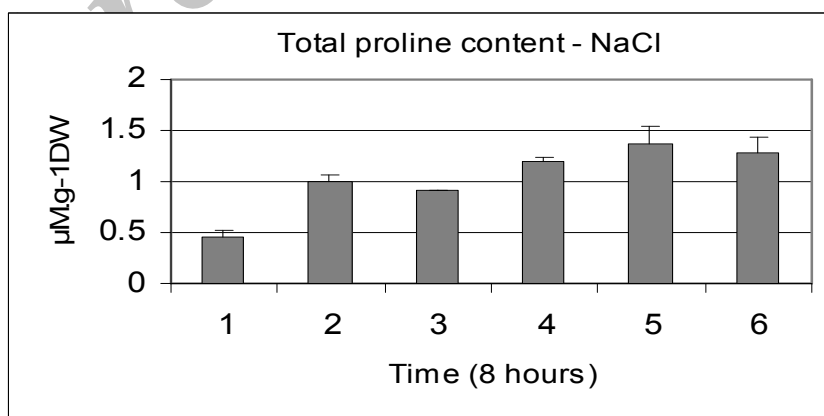
شکل ۱۲- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین پس از گذشت ۴۰ ساعت از زمان آبیاری دانه‌های سویا رقم پرشینگ در نمونه‌های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل‌های ۲ تا ۶ است. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



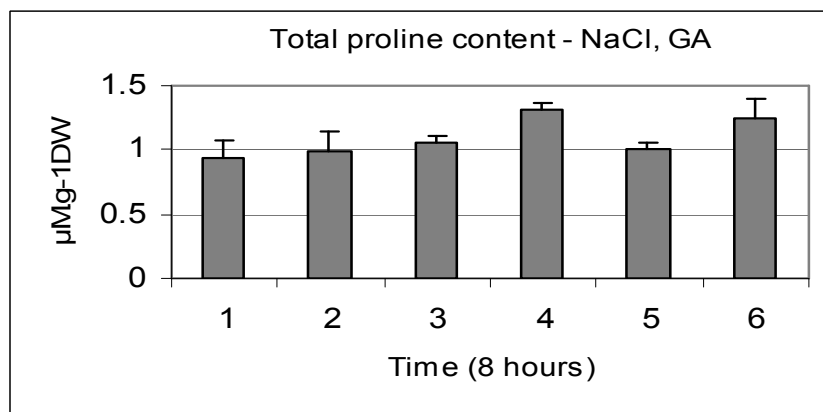
شکل ۱۳- مقایسه محتوای کلی گلیسین بتائین پس از گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری دانه‌های سویا رقم پرشینگ در نمونه‌های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل‌های ۲ تا ۶ است. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



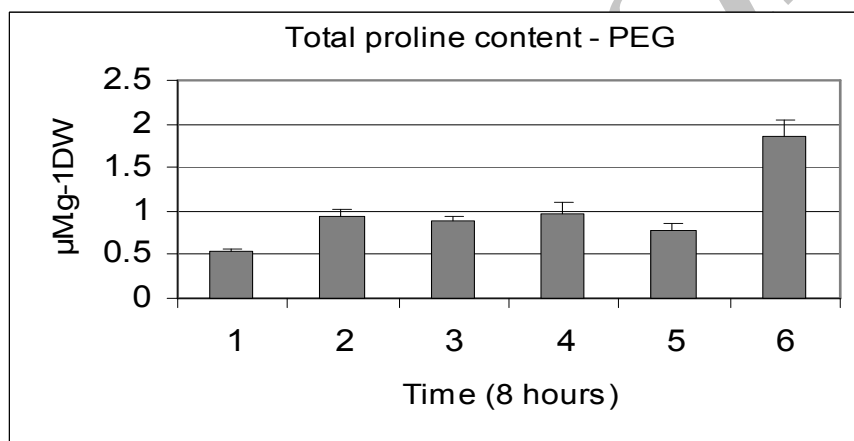
شکل ۱۴- مقایسه محتوای کلی پرولین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در آب مقطر (نمونه‌های شاهد) و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



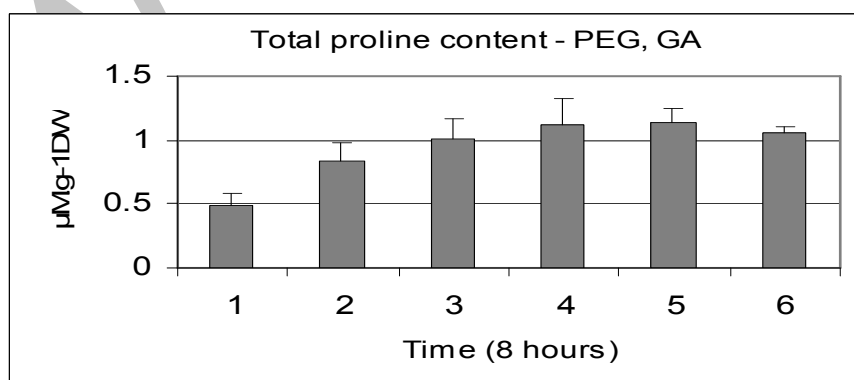
شکل ۱۵- مقایسه محتوای کلی پرولین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در NaCl و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



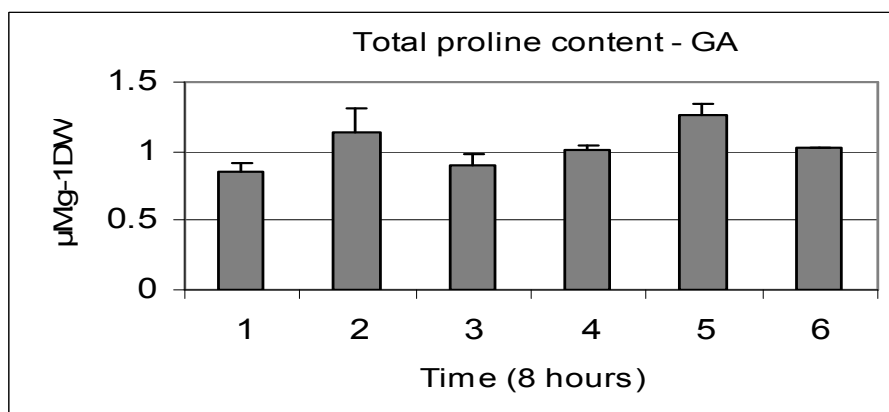
شکل ۱۶- مقایسه محتوای کلی پرولین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در NaCl, GA و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف هستند.



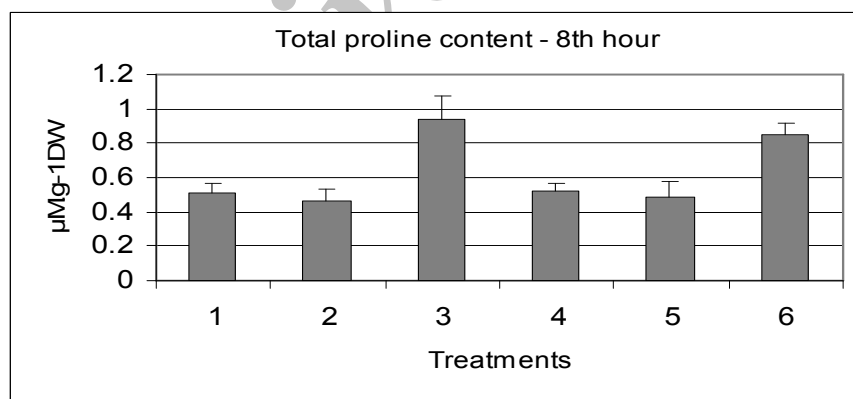
شکل ۱۷- مقایسه محتوای کلی پرولین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در PEG و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف هستند.



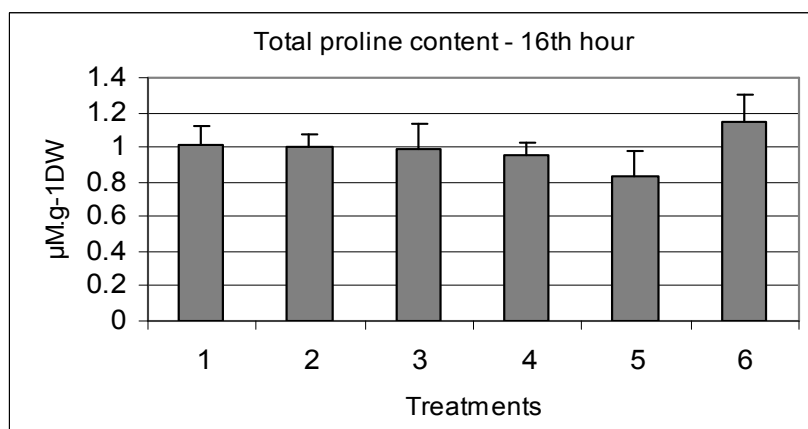
شکل ۱۸- مقایسه محتوای کلی پرولین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در PEG,GA و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف هستند.



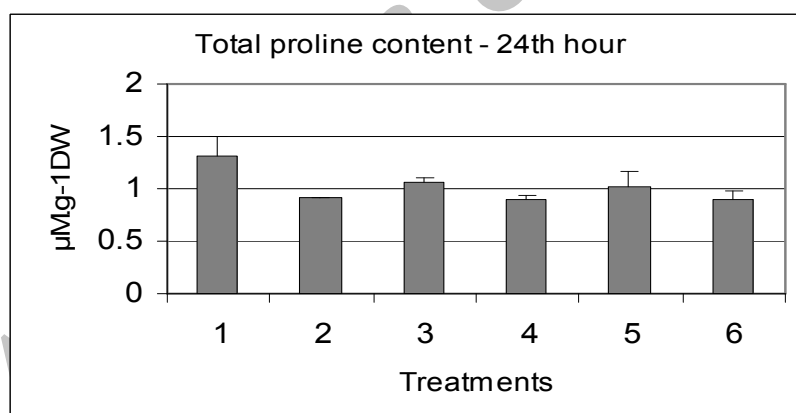
شکل ۱۹- مقایسه محتوای کلی پرولین در دانه‌های سویا رقم پرشینگ در طی یک دوره زمانی ۴۸ ساعته در GA و در پایان هر ۸ ساعت. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



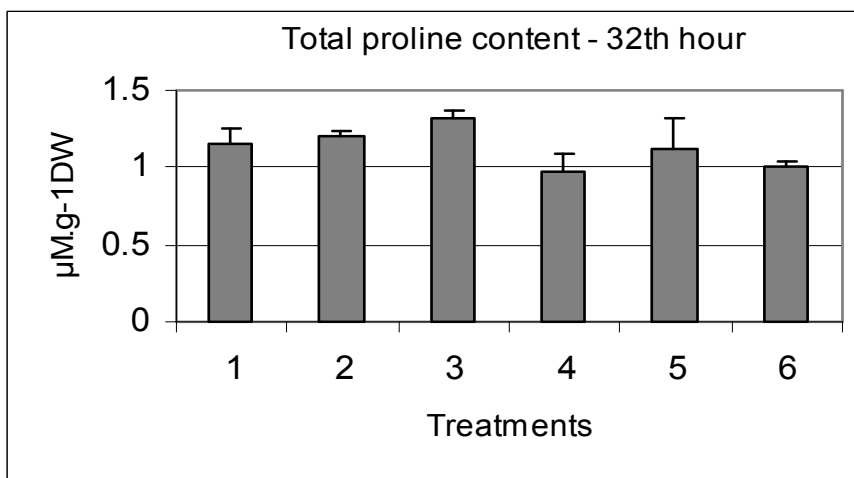
شکل ۲۰- مقایسه محتوای کلی پرولین پس از گذشت ۸ ساعت از زمان آبیاری دانه‌های سویا رقم پرشینگ در نمونه‌های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل‌های ۲ تا ۶ است. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



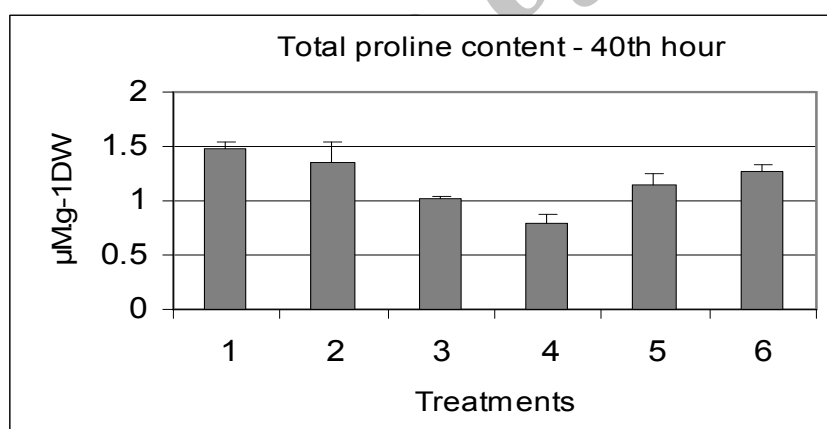
شکل ۲۱- مقایسه محتوای کلی پرولین پس از گذشت ۱۶ ساعت از زمان آبیاری دانه‌های سویا رقم پرشینگ در نمونه‌های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل‌های ۲ تا ۶ است. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



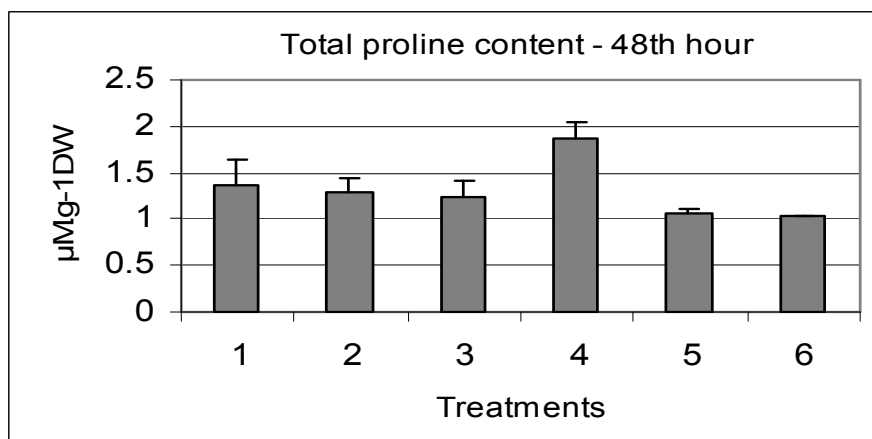
شکل ۲۲- مقایسه محتوای کلی پرولین پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان آبیاری دانه‌های سویا رقم پرشینگ در نمونه‌های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل‌های ۲ تا ۶ است. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



شکل ۲۳- مقایسه محتوای کلی پرولین پس از گذشت ۳۲ ساعت از زمان آبیاری دانه های سویا رقم پرشینگ در نمونه های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل های ۲ تا ۶ است. ستون ها و شاخص ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



شکل ۲۴- مقایسه محتوای کلی پرولین پس از گذشت ۴۰ ساعت از زمان آبیاری دانه های سویا رقم پرشینگ در نمونه های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل های ۲ تا ۶ است. ستون ها و شاخص ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.



شکل ۲۵- مقایسه محتوای کلی پرولین پس از گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری دانه‌های سویا رقم پرشینگ در نمونه‌های شاهد (۱)، تیمار شوری (۲)، تیمار توام شوری و ژیرلین (۳)، تیمار پلی اتیلن گلیکول (۴)، تیمار توام پلی اتیلن گلیکول و ژیرلین (۵) و تیمار ژیرلین (۶). توضیح تیمارها مشابه موارد مندرج در مورد شکل‌های ۲ تا ۶ است. ستون‌ها و شاخص‌ها به ترتیب نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند.

منابع

- سماطی، آ. ۱۳۸۳. اثر شوری بر برخی از جنبه‌های فیزیولوژیکی جوانه‌زنی سویا رقم پرشینگ و پیگیری در برخی دانه رست‌ها. پایان‌نامه دکتري، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- Bates, S. ۱۹۷۳. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, ۳۹: ۲۰۵-۲۰۷.
- Bohnert, H.J., D.E. Nelson, and R.G. Jensen. ۱۹۹۵. Adaptations to environmental stresses. *plant Cell* ۷: ۱۰۹۹-۱۱۱۱.
- Fountain, D.W., and D. Bewley. ۱۹۷۶. Lettuce seed germination. *Plant Physiol*, ۵۸: ۵۳۰-۵۳۶.
- Li, W., X. Liu, M.A. Khan, and S. Yamaguchi. ۲۰۰۵. The effect of plant growth regulators, nitrite oxide, nitrate, nitrite and light on the germination of dimorphic seeds of *Suaeda salsa* under saline conditions. *J. Plant Res*, ۱۱۸: ۲۰۷-۲۱۴.
- Rhodes, D., and A.D. Hanson. ۱۹۹۳. Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* ۴۴, ۳۵۷-۳۸۴.
- Rhodes, D., and Y. Samaras. ۱۹۹۴. Genetic control of osmoregulation in plants. In "Cellular and Molecular Physiology of Cell Volume Regulation" (S.K. Strange, Ed.), PP. ۳۴۷-۳۶۱, CRC Press, Boca Ration.

Sairam,R.K., and G.C.Srivastara. ۲۰۰۲. Changes in activity in subcellular fraction of tolerant and susceptible wheat genotype to long term salt stress.Plant Science,۱۶۲:۸۹۷-۹۰۴

Sohn-Busser,L. ۲۰۰۶. Characterization of the molecular determinants involved in high affinity binding of the compatible solutes glycine betaine, proline betaine, ectoine and hydroxyectoine mediated by substrate binding proteins of bacterial ABC- transporters.,Erscheinungsjahr., Fachbereich: Fachbereich Biologie, Universitat Marburg Institut: Biologie.

Timasheff,S.N. ۱۹۹۲. A physiochemical basis for selection of osmolytes by nature. In “Water and Life” (G.N Somero, C.B. Osmond, and C.L. Bolis, Eds.), pp. ۷۰- ۸۴, Springer- Verlag, Berlin.

Yancey,P.H. ۱۹۹۴. Compatible and counteracting solutes. In “Cellular and Molecular physiology of Cell Volume Regulation”(S. K. Strange, ED.), PP. ۸۱-۱۰۹, CRC press, Boca Raton.

Archive of SID