فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۱
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۵/۱۷
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۹/۱۹

تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول، گلیسین بتائین و پروتئین محلول برگ شش رقم گلرنگ بهاره (Carthamus tinctorius L.) تحت تنش شوری

زهرا جوادی‌پور[1]، محسن موحدی دهنوی*[1]، حمیدرضا بلوچی[1]
گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

چکیده:
در تنش شدید شوری، افزایش بیوسنتز پرولین، قند و پروتئین محلول برگ می‌تواند سبب بهبود هدایت روزنه‌ای و محتوای آب نسبی و در نتیجه کاهش کمتر ماده خشک گیاه گردد و لذا از آن می‌توان برای جداسازی ارقام گلرنگ متحمل به شوری بهره گرفت. به منظور بررسی تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول، گلیسین بتائین و پروتئین محلول برگ شش رقم گلرنگ بهاره تحت تنش شوری، آزمایشی در تابستان ۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل چهار سطح شوری صفر (شاهد)، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی مولار کلریدسدیم و عامل دوم شش رقم گلرنگ بهاره محلی اصفهان، سینا خاردار، اصفهان۱۴، گلدشت، پدیده و سینا ۴۱۱ بودند. محتوای پرولین، گلیسین بتائین، قندهای محلول و پروتئین محلول و محتوای آب نسبی برگ اندازه‌گیری شدند. با افزایش شدت تنش میزان تجمع قندهای محلول و پرولین به طور معنی‌داری افزایش یافتند. میزان محتوای آب نسبی برگ با افزایش سطح تنش شوری کاهش معنی‌داری داشت. به طوری‌که بیشترین محتوای نسبی آب برگ در سطح بدون تنش و در رقم پدیده (۹۱/۰۳ درصد) مشاهده شد. ارقام سینا۴۱۱ به دلیل برتری در بیشترین سطح شوری برای صفات قندمحلول و محتوای آب نسبی برگ و گلدشت به دلیل برتری در میزان پرولین و گلیسین بتائین نسبت به سایر صفات در تحمل به شوری برتری داشتند و رقم اصفهان۱۴ که در بیشترین سطح تنش کمترین مقدار قند محلول، محتوای آب نسبی برگ و گلیسین بتائین را دارا بود به عنوان رقم کم تحمل معرفی گردید.

واژگان کلیدی: پرولین،گلرنگ، گلیسین بتائین، محتوای آب نسبی

مقدمه:
شوری ناشی از سدیم کلرید از رایج‌ترین انواع شوری در خاک‌های زراعی ایران است که قابلیت تولید بسیاری از گیاهان زراعی مهم را دچار محدودیت می‌کند. شوری باعث ایجاد تنش اسمزی در ریشه گیاه می‌شود. در این مورد اثر ناشی از تنش آب باعث می‌شود، غلظت نمک محیط اطراف ریشه بیشتر از غلظت نمک درون ریشه شود و پژمردگی و نهایتاً کاهش شادابی و رشد را به دنبال دارد (Munns *et al*., 2006). محتوای آب نسبی برگ معیار مناسبی جهت بررسی وضعیت آبی گیاه است. کاهش محتوای آب نسبی می‌تواند در نتیجه کاهش دسترسی به آب در اثر افزایش پتانسیل اسمزی ناشی از

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: movahhedi1354@yu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

وجود نمک باشد (Kaya *et al*., 2006). شوری میزان انرژی لازم برای حفظ حالت طبیعی سلول را افزایش داده و در نتیجه انرژی کمتری برای نیازهای رشدی باقی می‌ماند (Munns, 2002). با توجه به اینکه گلرنگ گیاهی نسبتاً مقاوم به شوری است، با افزایش غلظت نمک، گیاه محتوای آب بافت‌ها را افزایش داده و توانسته است شرایط شور را بهتر تحمل کند (Bassil and Kaffka, 2002)

شوری موجب جلوگیری از ساخت پروتئین‌ها در گیاه می‌شود و در نتیجه مقدار پروتئین‌های موجود در گیاه در پاسخ به شوری کاهش می‌یابد. همچنین شوری با تغییر در ساختمان پروتئین‌ها موجب کاهش فعالیت بسیاری از آنزیم‌های موجود در گیاه می شود. برای مثال، سبب کاهش فعالیت آنزیم اصلی فتوسنتز، یعنی روبیسکو می‌شود (Parida and Das, 2005). کاهش ساخت پروتئین در اندام‌های مختلف گیاهان تحت تنش شوری در جو (Helal and Mangel, 1979) و گندم (Abdul- Kabir and Paulsen, 1982) دیده شده است.

گیاهان برای مقابله با شوری از روش‌های متنوعی استفاده می‌کنند تا تأثیرات ناشی از تنش را تخفیف دهند. افزایش سنتز و انباشتگی اسمولیت‌ها یکی از روش‌ها است که موجب تداوم جذب آب شده، تنش اسمزی را تخفیف می‌دهد. از جمله اسمولیت‌های با وزن مولکولی کم می‌توان به پرولین، گلیسین بتائین و سرانجام پلی‌آمین‌ها اشاره کرد (Rhoads and McIntosh, 1991) . از راه‌کارهای دیگر گیاهان در مقاومت در برابر تنش شوری تجمع یون‌های فلزی ضروری (مانند K+) و قندهای محلول شامل: ساکارز، فروکتوز، گلوکوز، ترهالوز و رافینوز می‌باشد (Prabijot, *et al*., 2001). انباشت قندهای محلول واکنش سریعی نسبت به تغییرات میزان محتوای نسبی آب (RWC) و پتانسیل آب برگ‌ها می‌باشد. افزایش در غلظت ساکارز و سطح قندهای محلول تحت شرایط تنش شوری احتمالاً در سازگاری و ایجاد تحمل به شوری نقش دارد و از بین ترکیبات آلی مختلف، قندها بیش از ۵۰ درصد مجموع مواد متشکله پتانسیل اسمزی را تشکیل می‌دهند (Geholt *et al*., 2005).

در تحقیقی که مردانی‌نژاد و وزیرپور (۱۳۸۶) بر روی ژنوتیپ‌های بومی برنج تحت تنش شوری انجام دادند، مشاهده کردند که با افزایش سطوح شوری، مقدار پرولین تمامی ژنوتیپ‌ها افزایش معنی‌داری نشان داد. با توجه به مشاهدات Banu و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه تنباکو در پاسخ به افزایش تنش شوری، پراکسیداسیون لیپیدها، بد شکل شدن هسته و مرگ سلول‌ها تشدید شده و محتوای ATP، پرولین و بتائین در سلول‌ها و بافت‌ها افزایش می‌یابند. محلول‌های سازگار در تنظیم اسمزی سلول، در حفاظت پروتئین یا تجمع زیاد یون‌های آمونیم نقش ایفا می‌کنند. سازگاری گیاهان با تنش شوری وابسته به تعدیل اسمزی و تنظیم کننده‌های اسمزی نظیر پتاسیم، قندهای محلول و پرولین است (Sanchez *et al*., 2007).

به دلیل روند روز افزون خسارت‌های ناشی از تنش‌ها، به ویژه تنش شوری به محصولات زراعی، لزوم شناخت پاسخ‌های فیزیولوژیک در شرایط تنش شوری آشکار می‌شود. لذا در صورت درک بهتر پارامترهای تأثیرگذار بر افزایش عملکرد محصول می‌توان نسبت به شناسایی و غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل و حساس اقدام نمود. هدف از اجرای این آزمایش مقایسه ارقام مختلف گلرنگ بهاره از لحاظ برخی خصوصیات فیزیولوژیک و تعیین متحمل ترین و ضعیف‌ترین رقم گلرنگ از نظر صفات مورد ارزیابی در هر سطح شوری بود.

مواد و روش‌ها:

به منظور بررسی تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول، گلیسین بتائین و پروتئین محلول برگ شش رقم گلرنگ بهاره تحت تنش شوری، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج به صورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اول شامل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

چهار سطح شوری صفر (شاهد)، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار (با نسبت مولی ۲۰ به ۱ حاصل از کلرید سدیم و کلرید کلسیم در محلول هوگلند، (Hogland and Arnon, 1950) و عامل دوم شش رقم گلرنگ شامل رقم محلی اصفهان، سینا خاردار، اصفهان ۱۴، گلدشت، پدیده و سینا ۴۱۱ بودند. واحدهای آزمایشی شامل گلدان‌هایی با ابعاد ۴۰×۴۰ و ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر و حاوی ماسه نرم و کاملاً شسته شده بود. تعداد ۱۰ عدد بذر ارقام در عمق ۳ سانتی‌متر در گلدان‌ها کشت شدند. از مرحله کاشت تا مرحله جوانه‌زنی آبیاری با آب صورت گرفت و پس از ثبت تاریخ دقیق سبز شدن (زمانی که ۵۰ درصد سبز شدن صورت گرفت)، گلدان‌ها با محلول حاوی نصف غلظت عناصر غذایی محلول هوگلند، آبیاری شدند. در مرحله ۴ برگی (گیاه ۲۰ روزه)، با افزودن تدریجی کلریدسدیم و کلریدکلسیم به نسبت مولی ۲۰ به ۱ در محلول هوگلند، اعمال شوری آغاز شد، به نحوی که کلیه گلدان‌ها بجز سطح شاهد با اضافه کردن تدریجی شوری به میزان ۲۵ میلی‌مولار در هر سطح (جهت سازگار شدن گیاهان) آبیاری شدند. بعد از یک هفته کل تیمار شوری مربوط به هر سطح اعمال شد. اعمال تیمارهای شوری تا پایان مرحله رویشی با نسبت‌های ذکر شده و هم‌زمان با نیاز آبی گیاه ادامه داشت و در زمان مشاهده شوره در سطح گلدان‌ها، به منظور جلوگیری از تجمع بیش از حد نمک، علاوه بر زهکشی گلدانی، آبشویی با آب به‌طور یکنواخت برای تمامی تیمارها صورت گرفت. دو ماه بعد از اعمال شوری (پایان مرحله R1 گلرنگ) نمونه‌برداری از برگ‌ها برای ارزیابی ویژگی ها، از جوان‌ترین برگ بالغ و ظهور طبق صورت گرفت و نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش در دمای ۴۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Rashid *et al*., 1999) .

میزان پرولین از روش پاکوئین و لچاژر (Paquine and Lechasseur, 1979) و میزان کل قندهای محلول نیز از روش ایریگوئن و همکاران (Irigoyen *et al*., 1992) اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری پرولین و قندهای محلول ابتدا از ۰/۵ گرم از بافت برگی عصاره الکلی تهیه شد. سپس میزان پرولین با کمک معرف نین‌هیدرین و بنزن و با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد. برای قندهای محلول نیز با استفاده از آنترون و اسید سولفوریک ۷۲٪ و با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری میزان RWC از روش Mishra و Choudhuri (۱۹۹۹) و از برگ تازه گیاهی و بر اساس رابطه زیر محاسبه شد:

$$\text{RWC (\%)} = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}}{\text{وزن خشک} - \text{وزن آماس}} \times ۱۰۰$$

جهت اندازه‌گیری کمی پروتئین از روش برادفورد (Bradford, 1976) استفاده شد که مقدار ۰/۲ گرم از بافت برگ تر در هاون چینی سرد و در ظرف یخ با ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار با اسیدیته ۶/۸ هموژن و سانتریفیوژ گردید. سوپرناتانت بدست آمده برای اندازه‌گیری مقدار پروتئین محلول مورد استفاده قرار گرفت و جذب نمونه در طول موج ۵۹۵ با دستگاه اسپکتروفتومتری قرائت گردید.

برای اندازه‌گیری میزان گلیسین بتائین از روش گراتان و گرایو (Grattan and Grieve, 1992) و از ۰/۵ گرم از بافت برگ خشک گیاهی و معرف یدید پتاسیم و اسید سولفوریک دو نرمال و ۱ و ۲ دی کلرو اتان و با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۳۶۵ نانومتر قرائت گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و در صورت معنی‌دار بودن اثر متقابل برش‌دهی انجام شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون Lsmeans در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

جدول۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در ۶ رقم گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	پروتئین محلول برگ	قند محلول	پرولین	گلیسین بتائین	محتوای آب نسبی برگ
رقم	۵	۰/۴۵**	۲۸/۴۷ n.s	۱۵۶۱۱۵**	۴/۵۱**	۳۴۵**
شوری	۳	۱۸۱/۵**	۷۶۷**	۳۰۸۰۸۳۷**	۴۲۸**	۶۷۷**
شوری×رقم	۱۵	۰/۴۰۱**	۴۷/۷۳**	۶۸۲۳۲**	۳/۲۳**	۲۱۵**
خطا	۴۸	۰/۰۰۷۳	۱۲/۱۳	۸۰۸	۰/۰۷۹	۲۱/۳۲
درصد ضریب تغییرات ٪		۱/۴۷	۱۳/۵۹	۴/۷۶	۳/۸۷	۶/۲۹

ns معنی‌دار نیست *: معنی‌دار در سطح ۵٪ **: معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برش‌دهی اثر سطوح شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک در ۶ رقم گلرنگ

شوری	درجه آزادی	پروتئین محلول برگ	قند محلول	پرولین	گلیسین بتائین	محتوای رطوبت نسبی برگ
۰	۵	۰/۴۲**	۵۹/۰۵**	۱۲۳۳/۱۲ ns	۰/۸۱۶**	۳۳۰**
۷۵	۵	۰/۳۸**	۴/۱۷ ns	۲۱۹۱۸**	۰/۷۶**	۲۲۳**
۱۵۰	۵	۰/۶۱**	۳/۰۶ ns	۷۶۸۳۶**	۰/۸۱**	۱۱۳**
۲۲۵	۵	۰/۲۳**	۱۰۵/۳**	۲۶۰۸۲۶**	۶/۸۲**	۳۲۳**

ns معنی‌دار نیست *: معنی‌دار در سطح ۵٪ **: معنی‌دار در سطح ۱٪

نتایج و بحث:

پروتئین محلول برگ:

برهمکنش تنش شوری و رقم بر پروتئین محلول برگ معنی‌دار شد (جدول ۱). اثر ارقام بر پروتئین محلول برگ در تمامی سطوح تنش شوری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در سطح بدون تنش رقم گلدشت (۹/۳۲ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن تر برگ) کمترین میزان پروتئین محلول در بافت برگ و رقم سینا خاردار بیشترین میزان (۱۰/۴ میکروگرم برمیلی‌گرم وزن تر برگ) را دارا بود (جدول ۳). رقم محلی اصفهان و اصفهان۱۴ در این سطح، در یک گروه آماری قرار گرفتند و فاقد تفاوت معنی‌داری بودند. در سطح تنش شوری ۷۵ میلی‌مولار، رقم پدیده با ۷/۱۹ میکروگرم برمیلی‌گرم پروتئین محلول در بافت برگ گیاهی بیشترین میزان را به خود اختصاص داد و کمترین میزان در رقم گلدشت (۶/۲۱ میکروگرم برمیلی‌گرم وزن تر برگ) مشاهده شد. ارقام سینا۴۱۱ و اصفهان۱۴ در یک گروه آماری قرار داشتند و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در سطح تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار رقم سینا۴۱۱ دارای بیشترین میزان پروتئین محلول (۴/۹ میکروگرم برمیلی‌گرم وزن تر برگ) و رقم محلی اصفهان با ۳/۷۶ میکروگرم برمیلی‌گرم پروتئین محلول در بافت برگ گیاهی کمترین میزان را دارا بودند. بین ارقام سینا۴۱۱ و پدیده تفاوت معنی‌دار نبود. ارقام اصفهان۱۴ و محلی اصفهان دارای تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر و با بقیه ارقام بودند. رقم گلدشت در سطح تنش شوری ۲۲۵ میلی مولار دارای کمترین میزان (۱/۹۹ میکروگرم برمیلی‌گرم وزن تر برگ) پروتئین محلول برگ و رقم اصفهان۱۴ با دارا بودن ۲/۶۴

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

جدول۳- مقایسه میانگین برهمکنش رقم و شوری برای خصوصیات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در گلرنگ

شوری	رقم	پروتئین محلول برگ	قند محلول	پرولین	گلیسین بتائین	محتوای رطوبت نسبی برگ
(میلی مولار)		میکروگرم بر میلی‌گرم وزن تر برگ	میلی‌گرم در هر گرم وزن تر برگ	**میکرومول بر گرم وزن تر برگ**	میکروگرم بر میلی گرم وزن خشک برگ	درصد
صفر	پدیده	۹/۶۷ c	۲۶/۲ a	۱۴۵ a	۱/۳۱ c	۹۱/۰۳ a
	محلی اصفهان	۹/۷۳ bc	۱۴/۱ b	۱۸۷ a	۱/۷۲ bc	۸۹/۴۹ a
	اصفهان ۱۴	۹/۸۷ b	۲۲/۴ a	۱۸۴ a	۲/۸۴ a	۷۳/۸۵ c
	گلدشت	۹/۳۲ e	۲۶ a	۱۵۷ a	۱/۹۹ b	۸۷/۲۹ ab
	سینا خاردار	۱۰/۴۱ a	۲۳/۴ a	۱۳۸ a	۱/۷ bc	۸۱/۸۳ b
	سینا۴۱۱	۹/۴۸ d	۲۳/۳ a	۱۷۱ a	۱/۶۷ bc	۶۴/۰۴ d
۷۵	پدیده	۷/۱۹ a	۱۸/۶ a	۲۶۶ d	۲/۷۹ d	۸۳/۸ a
	محلی اصفهان	۶/۹۸ b	۲۰/۳ a	۵۱۱ a	۴/۳ c	۶۹/۴۶ bc
	اصفهان ۱۴	۶/۵۴ d	۱۹/۳ a	۳۵۵ c	۵/۱۷ b	۷۵/۵۴ b
	گلدشت	۶/۲۱ e	۱۹/۱ a	۴۳۸ b	۵/۵۱ b	۶۲/۶ c
	سینا خاردار	۶/۷ c	۲۱/۹ a	۴۱۳ b	۵/۶۲ b	۷۳/۲۲ b
	سینا۴۱۱	۶/۴۶ d	۱۹/۴ a	۴۵۴ d	۶/۸۹ a	۸۵/۳۷ a
۱۵۰	پدیده	۴/۸۲ a	۲۳/۷ a	۵۴۷ bc	۸/۵۲ d	۷۹/۶ a
	محلی اصفهان	۳/۷۶ d	۲۶/۱ a	۵۶۵ b	۹/۷۶ a	۶۵/۳۱ b
	اصفهان ۱۴	۴/۴۷ b	۲۴/۵ a	۵۱۳ c	۹ bc	۶۲/۴۹ b
	گلدشت	۴/۱۷ c	۲۵ a	۸۲۵ a	۸/۷۱ cd	۶۴/۷۸ b
	سینا خاردار	۴/۰۳ c	۲۶/۴ a	۸۵۵ a	۹/۷۳ a	۶۹/۵ b
	سینا۴۱۱	۴/۹ a	۴۳/۵ a	۸۱۴ a	۹/۳۱ ab	۶۶/۱ b
۲۲۵	پدیده	۲/۲۶ b	۳۲/۶ c	۸۳۳ e	۱۳/۲۶ c	۷۴/۹۲ a
	محلی اصفهان	۲/۵۶ a	۳۹/۲ ab	۸۹۴ d	۱۰/۸۴ e	۷۴/۹۹ a
	اصفهان ۱۴	۲/۶۴ a	۲۶/۶ d	۱۰۵۷ c	۱۲ d	۵۱/۵۵ b
	گلدشت	۱/۹۹ c	۳۴/۸ bc	۱۶۵۲ a	۱۵/۲۳ a	۷۵/۳۱ a
	سینا خاردار	۲/۱۲ c	۳۱/۹ c	۱۲۳۶ b	۱۳/۳۱ c	۶۰/۸۶ a
	سینا۴۱۱	۲/۶۱ a	۴۳/۵ a	۱۰۹۱ c	۱۳/۷۸ b	۷۶/۵۹ a

در هر ستون و هر سطح شوری حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون Lsmeans می‌باشد.

میکروگرم برمیلی‌گرم پروتئین محلول در بافت برگ بیشترین میزان پروتئین را دارا بود. اختلاف معنی‌دار بین بیشترین (سینا خاردار و سطح صفر) و کمترین (گلدشت و سطح شوری ۲۲۵) میزان پروتئین محلول برگ ۸/۴۲ میکروگرم برمیلی‌گرم پروتئین محلول در بافت برگ بود. در این آزمایش میزان پروتئین محلول برگ در ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری داشت. رقم سینا خاردار در سطح شوری صفر بیشترین میزان پروتئین و رقم گلدشت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

کمترین میزان پروتئین را دارا بودند. بطور کلی با افزایش شوری، میزان پروتئین محلول برگ کاهش یافت (جدول ۳) در تحقیقات بسیاری از محققان نیز گزارش شده که پروتئین‌های محلول برگ در پاسخ به تنش شوری کاهش می‌یابند (Muthukumarasamy *et al*., 2000; Parida *et al*., 2002). در تحقیقی بر روی گیاه شاه توت، Agastian و همکاران (۲۰۰۰) نیز گزارش کردند که پروتئین محلول در شدت پایین شوری افزایش و در شوری‌های بالاتر کاهش می‌یابد. کاهش در محتوای پروتئین می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت آنزیم‌های نیترت رداکتاز، گلوتامین سنتتاز و گلومین ۲-اگزالوگلوتارات آمینو ترنسفراز در اثر تنش شوری باشد (دولت‌آبادیان و همکاران، ۱۳۸۸). رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولید شده طی تنش شوری نیز به‌دلیل میل ترکیبی زیادی که با پروتئین‌ها و لیپیدها دارند باعث تخریب غشای سلولی، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌های سلول می‌شوند (Peltzer *et al*., 2002).

کل قندهای محلول:

بین ارقام و سطوح مختلف تنش از لحاظ کل قندهای محلول تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۱). برهمکنش تنش شوری و رقم بر قند محلول در بافت برگ گلرنگ معنی‌دار شد (جدول۱). جدول برش‌دهی نشان داد که اثر ارقام بر میزان قند محلول در سطح تنش شوری صفر و ۲۲۵ میلی‌مولار در سطح ۱ درصد معنی‌دار و در سطوح تنش شوری ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش شدت تنش تجمع قندهای محلول در برگ افزایش یافت (جدول ۳). در سطح بدون تنش رقم محلی اصفهان دارای کمترین میزان قند محلول (۱۴/۱ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر برگ) بود و رقم پدیده دارای بیشترین میزان قند محلول (۲۶/۲ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر برگ) بود. تنها رقم محلی‌اصفهان تفاوت آماری معنی‌داری با بقیه ارقام در این سطح تنش داشت. رقم سینا۴۱۱ در سطوح تنش شوری ۲۲۵ میلی‌مولار دارای بیشترین میزان (۴۳/۵ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر برگ) بود. رقم اصفهان۱۴ در بیشترین سطح شوری دارای کمترین (۲۶/۶ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر برگ) میزان قند محلول در بافت برگی بود. بین ارقام سینا خاردار، گلدشت و پدیده تفاوت آماری معنی‌داری در بیشترین سطح تنش شوری وجود نداشت و توانایی یکسانی در افزایش تجمع این مواد محلول نشان دادند. این نتایج با آزمایش‌های Geholt و همکاران (۲۰۰۵) در کنجد و El-shihaby و همکاران (۲۰۰۲) در ذرت مطابقت داشت. این افزایش در غلظت قندهای محلول می‌تواند یک پاسخ نسبت به تغییرات میزان محتوای نسبی آب (RWC) و پتانسیل آب برگ‌ها در ارقام گلرنگ ارزیابی شود، زیرا افزایش در غلظت قندهای محلول تحت شرایط تنش شوری می‌تواند نقش مهمی در بهبود وضعیت آب برگ در القای تحمل به تنش شوری ایفا کند. زیرا تغییرات میزان محتوای آب نسبی برگ با افزایش میزان قند کمتر شده است (جدول۳). فعالیت آنزیم ساکاروز فسفاتاز پس از اعمال تیمار شوری افزایش می‌یابد. افزایش قندهای محلول ممکن است حاصل افزایش فعالیت این آنزیم در گیاه باشد. همراه با افزایش غلظت کلریدسدیم و تجمع یونی در اندام‌های گیاه برای حفظ تعادل آبی و شرایط اسمزی افزایش قندهای محلول گیاه ضروری است. این نتایج با نتایج Fougere (۱۹۹۱) بر روی یونجه هم‌خوانی دارد. با افزایش غلظت شوری، نسبت‌های یونی به هم می‌خورد و کاهش شدیدی در یون K^+ حاصل می‌شود که در این مرحله حفظ سلول و تعدیل اسمزی برای حفظ بقای گیاه در شرایط شور اهمیت پیدا می‌کند. افزایش میزان پرولین و قندهای محلول از این مرحله به بعد به عنوان نوعی مکانیسم مقاوت به شوری وارد عمل می‌شود (Sudhakar *et al*., 1993).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

پرولین برگ:

جدول تجزیه واریانس (جدول۱) بیانگر معنی‌دار بودن برهمکنش شوری و رقم برای پرولین در سطح احتمال یک درصد بود. برش‌دهی (جدول۲) نشان داد که اثر رقم بر پرولین در سطح شوری صفر معنی‌دار نبود، ولی در بقیه سطوح تیمار شوری اثر رقم در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین برهمکنش شوری و رقم (جدول۳) نشان داد که رقم محلی اصفهان در سطح تنش شوری ۷۵ میلی‌مولار دارای بیشترین میزان پرولین بود. رقم پدیده دارای کمترین میزان پرولین (۲۶۶ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) در سطح تنش شوری ۷۵ میلی‌مولار بود. ارقام در این سطح تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. در سطح تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار بیشترین میزان پرولین را رقم سینا خاردار (۸۵۵ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) و کمترین میزان را رقم اصفهان۱۴ (۵۱۳ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) به خود اختصاص دادند. در این سطح تنش بین ارقام گلدشت، سینا خاردار و سینا۴۱۱ تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بین اصفهان۱۴ و پدیده هم تفاوت معنی‌دار نبود. در بیشترین سطح تنش شوری (۲۲۵ میلی‌مولار) رقم پدیده دارای کمترین میزان پرولین (۸۳۳ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) و بیشترین میزان پرولین در رقم گلدشت (۱۶۵۲ میکرومول بر گرم وزن تر برگ) مشاهده شد. بین ارقام سینا۴۱۱ و اصفهان۱۴ تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت. اختلاف بین بیشترین (گلدشت سطح ۲۲۵) و کمترین (سینا خاردارسطح صفر) میزان پرولین در بافت گیاه ۱۳۸ میکرومول بر گرم بود که اختلاف معنی‌داری بود. ارقام در سطوح مختلف شوری رفتار متفاوتی نشان دادند که این را می‌توان به تفاوت ژنتیکی بین ارقام اشاره کرد. زمانی که گیاه تحت تنش قرار می‌گیرد، مقدار پرولین که یکی از اسمولیت‌های سازگاری در گیاهان تحت تنش است، افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد در گیاهانی که تحت تنش شوری هستند، افزایش اسیدآمینه پرولین باعث حفظ فشار آماس و ادامه رشد سلول می‌گردد و یک نقش آنتی اکسیدانی در حفاظت از غشاهای بیولوژیک را دارد (Patakas *et al*., 2002). تجمع زیاد پرولین، گیاه را قادر می‌سازد که پدیده اسمزی را حفظ کند. وقتی که گیاه در توان‌های آبی پایین رشد می‌کند، پرولین به عنوان ذخیره انرژی و نیتروژن برای استفاده در خلال تنش شوری به کار می‌رود (Sudhakar *et al*., 1993).

گلیسین بتائین:

برهمکنش تنش شوری و رقم بر گلیسین بتائین موجود در بافت برگ گلرنگ معنی‌دار شد (جدول ۱). جدول برش‌دهی (جدول۲) حاکی از معنی‌دار بودن اثر ارقام بر میزان گلیسین بتائین در تمامی سطوح تنش شوری است. رقم پدیده در سطح بدون تنش شوری کمترین میزان (۱/۳۱ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) گلیسین بتائین و رقم اصفهان۱۴ دارای بیشترین میزان گلیسین بتائین (۲/۸۴ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) در این سطح می‌باشد. ارقام پدیده، اصفهان۱۴ و گلدشت دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در سطح بدون تنش بودند. در سطح تنش شوری ۷۵ میلی‌مولار رقم سینا۴۱۱ دارای بیشترین میزان (۶/۸۹ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) گلیسین بتائین و رقم پدیده کمترین میزان (۲/۷۹ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) گلیسین بتائین را به خود اختصاص دادند. ارقام اصفهان۱۴، گلدشت و سینا خاردار دارای تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بودند. در سطح تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار نیز رقم پدیده دارای کمترین میزان (۸/۵ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) و رقم محلی اصفهان دارای بیشترین میزان گلیسین بتائین (۹/۷ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) در بافت برگ گیاه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

جدول۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد ارزیابی در ارقام گلرنگ مورد آزمایش

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵
۱- پروتئین محلول برگ	۱				
۲- قند محلول برگ	۰/۶۰- **	۱			
۳- محتوای پرولین	۰/۸۹- **	۰/۶۳ **	۱		
۴- گلیسین بتائین	۰/۹۶ **	۰/۶۶ **	۰/۹۳ **	۱	
۵- محتوای آب نسبی برگ	۰/۴۸ **	۰/۱۱- **	۰/۴۱- **	۰/۴۳- **	۱

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد را نشان می‌دهند.

بود. ارقام سینا خاردار، سینا۴۱۱ و محلی اصفهان در یک گروه آماری قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. رقم گلدشت در بالاترین سطح تنش شوری (۲۲۵ میلی‌مولار) بیشترین میزان گلیسین بتائین (۱۵/۲۳ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) و رقم محلی اصفهان کمترین میزان گلیسین بتائین (۱۰/۸ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک) را به خود اختصاص دادند. بین ارقام در بیشترین سطح تنش شوری تفاوت معنی‌داری وجود دارد. اختلاف معنی‌داری بین کمترین (پدیده سطح صفر) و بیشترین (گلدشت ۱۵/۲۳) میزان گلیسین بتائین وجود داشت و میزان ۱۳/۹ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن خشک با سطح شاهد (بدون تنش) اختلاف معنی‌دار داشت. گلیسین بتائین با پروتئین محلول برگ، قند محلول و محتوای پرولین همبستگی مثبت و معنی‌دار زیادی داشت (به ترتیب: r^2= ۰/۹۶ ، r^2=۰/۶۶ و r^2= ۰/۹۳ (جدول ۴). بطور کلی با افزایش سطوح شوری میزان گلیسین بتائین در ارقام افزایش یافت. گلیسین بتائین با بحران تنش در گیاه ظاهر و به عنوان یک محلول تنظیم اسمزی مؤثر در گیاهان محسوب می‌شود و با رشد گیاهان در محیط‌های خشک و شور همبستگی‌های بالایی دارد (Hanson *et al*., 2007). در طی گزارشی Khan و همکاران (۲۰۰۰) بیان نمودند که با افزایش غلظت شوری، غلظت گلیسین بتائین در آتریپلکس افزایش یافت.

محتوای آب نسبی برگ:

محتوای آب نسبی به عنوان معیاری قابل اعتماد برای اندازه‌گیری وضعیت آب در بافت‌های گیاهی محسوب شده و از این نظر نسبت به پتانسیل آب سلول برتری دارد، زیرا محتوای آب نسبی برگ از طریق ارتباط مستقیم با حجم سلول می‌تواند تعادل بین آب گیاه و سرعت تعرق را بهتر نشان دهد (Schonfield *et al*., 1988). اثر شوری بر محتوای رطوبت نسبی برگ معنی‌دار بود. به طوری که با افزایش غلظت کلریدسدیم، محتوای رطوبت نسبی کاهش یافت (جدول ۳). برهمکنش تنش شوری و رقم بر محتوای نسبی رطوبت برگ در بافت برگ گلرنگ معنی‌دار شد (جدول ۱). همان‌طور که در جدول (۲) آمده است اثر ارقام بر محتوای نسبی رطوبت برگ در تمامی سطوح تنش شوری در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. در سطح بدون تنش رقم پدیده دارای بیشترین میزان محتوای نسبی رطوبت برگ (۹۱/۰۳) و رقم سینا۴۱۱ کمترین درصد محتوای نسبی رطوبت برگ (۶۴/۰۰) را به خود اختصاص داد. ارقام پدیده، گلدشت و محلی اصفهان تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در سطح تنش شوری ۷۵ میلی‌مولار رقم گلدشت کمترین محتوا (۶۲/۶) و رقم سینا۴۱۱ بیشترین درصد محتوای رطوبت نسبی (۸۵/۴) را به خود اختصاص دادند. ارقام سینا۴۱۱ و پدیده با یکدیگر و همچنین ارقام

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

اصفهان۱۴، محلی اصفهان وسینا خاردار با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. در سطح تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار رقم پدیده دارای بیشترین (۷۹/۶) و رقم اصفهان۱۴ کمترین درصد (۶۲/۵) محتوا را دارا بودند. بین رقم اصفهان۱۴ و سایر ارقام تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. رقم اصفهان۱۴ در سطح تنش شوری ۲۲۵ میلی‌مولار، دارای کمترین محتوای نسبی رطوبت برگ (۵۱/۶) و رقم سینا ۴۱۱ بیشترین محتوا (۷۶/۶) را به خود اختصاص دادند. در این سطح رقم اصفهان۱۴ تفاوت آماری معنی‌داری با سایر ارقام نشان داد. تفاوت محتوای نسبی رطوبت برگ بین سطح شاهد و بیشترین سطح تنش شوری، ۳۹/۴۸ درصد، معنی‌دار بود. محتوای آب نسبی برگ همبستگی منفی و معنی‌داری با تمامی اسمولیت‌ها داشت. این نتایج با گزارش Jiang و Huang (۲۰۰۱) در *Kentucky bluegrass* منطبق بود. کمبود آب در گیاه می‌تواند با کاهش شادابی روزنه‌های برگ‌ها خود را نشان دهد، زیرا پتانسیل آبی خاک شور به وسیله پتانسیل اسمزی محلول‌های حل شده در سطح منفی قرار دارد. پتانسیل اسمزی داخل سلول از طریق افزایش مقدار مواد محلول کاهش می‌یابد. می‌توان گفت که تنظیم اسمزی یک واکنش مستقیم و غیرمستقیم به کمبود آب نیست بلکه در نتیجه فاکتورهای دیگر نظیر کاهش نرخ رشد اتفاق افتاده است. افزایش میزان یون سدیم در اندامک‌های سلول نظیر کلروپلاست و واکوئل، باعث ایجاد تغییرات ساختمانی و افزایش نشت غشا می شود که در این شرایط محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده ارتباط مستقیم بین افزایش شوری و کاهش پتانسیل آبی در ارقام مختلف گلرنگ را نشان داد، به‌طوری که با افزایش غلظت شوری محتوای آب نسبی کمتر است. نتایج مشابهی روی *Suaeda fruticosa* (L) Forssk و *Atriplex griffithii* توسط Khan و همکاران (۲۰۰۰) گزارش شد.

نتایج مطالعات در گندم و جو نشان داده است که با وجود اینکه در شرایط تنش شوری پتانسیل آماس تغییر نکرد ولی محتوای نسبی آب کاهش یافت (Munns *et al*., 2006).

کاهش رشد و تولید به‌ویژه در سطوح شوری بالا مؤید این مطلب است که گیاه برای تولید محلول‌های سازگار، بخشی از منابع کربن را به جای تخصیص به رشد و تولید به مصرف این ترکیب ها می‌رساند، بنابراین در ارقام مختلف گلرنگ بخشی از تنظیم اسمزی در هنگام تنش شوری با محلول‌های سازگار حاصل می‌شود، هر چند این نوع سازگاری در مقایسه با سازگاری اسمزی با عناصر غذایی به طور عمده (Na^+ و Cl^-) پرهزینه است (Khan *et al*., 2000). این ارقام با ساخت ترکیب‌های سازگار کننده اسمزی مانند گلیسین بتائین، پرولین و کربوهیدرات‌های محلول به عنوان سازوکاری جهت تنظیم اسمزی و سازش با محیط‌های شور استفاده می‌کنند. نتیجه‌گیری کلی، ارتباط مستقیم بین افزایش شوری و افزایش میزان پرولین، گلیسین بتائین و قندهای محلول را در رقم‌های مورد مطالعه نشان داد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین میزان گلیسین بتائین، قند محلول و محتوای پرولین در ارقام گلرنگ بیان کننده این است که با افزایش شوری میزان این اسمولیت‌ها در گیاه افزایش می‌یابد. با افزایش میزان این اسمولیت‌ها محتوای آب نسبی برگ کاهش می‌یابد. بین میزان پروتئین محلول و قند محلول برگ همبستگی منفی و معنی‌داری (۰/۶۰-) وجود داشت. گلیسین بتائین با تمامی اسمولیت‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. ارقام سینا۴۱۱ به دلیل برتری در بیشترین سطح شوری برای صفات قند محلول و محتوای آب نسبی برگ و گلدشت به دلیل برتری در میزان پرولین و گلیسین بتائین نسبت به سایر صفات در تحمل به شوری برتری دارند و رقم اصفهان۱۴ که در بیشترین سطح تنش کمترین مقدار قندمحلول، محتوای آب نسبی برگ و گلیسین بتائین را دارا بود به عنوان رقم حساس معرفی شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

منابع:

دولت‌آبادیان، آ.، س. ع. م. مدرس‌ثانوی و م. شریفی. (۱۳۸۸) اثر تغذیه برگی با آسکوربیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، تجمع پرولین و لیپید پراکسیداسیون کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط تنش شوری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۳: ۶۲۰-۶۱۱.

مردانی‌نژاد، ش.، و م. وزیرپور (۱۳۸۶) بررسی قوه نامیه، مقدار پرولین و کلروفیل ژنوتیپ‌های بومی برنج تحت تنش شوری. مجله دانش نوین کشاورزی ۳: ۶۹-۸۰.

Abdul- Kabir, S. M. and Paulsen, G. M. (1982) Effect of salinity on nitrogen metabolism in wheat. Journal of Plant Nutration. 5: –1141-1151.

Agastian, P., Kingsley, S. J. and Vivekanandan, M. (2000) Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. Photosynthetica 38: 287–290.

Banu, N. A., Hoque, A., Watanabe-Sugimoto, M., Matsuoka, K., Nakamura, Y., Shimoishi, Y. and Murata, Y. (2009) Proline and glycinebetaine induce antioxidant defens gene expression and suppress cell death in cultured tobacco cells under salt stress. Journal of plant physiology 166: 146-156.

Bassil, E. S. and S. R. Kaffka (2002) Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to saline soil and irrigation. I. Consumptive water use. Agricultural Water Management 54: 67-80.

Bradford, M. M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram of protein utilizing of protein– day binding. Annual Biochemistry 72: 248–54.

El-shihaby, O.A., M.M.N. Alla, M.E.Youniss, and Z.M. El-bastawisy (2002) Effect of kinetin on photosynthesis activity and carbohydrate content in waterlogged or sea-water treat vigna sinensis and zea maiz plant. Plant Biosystemic 136: 277-290.

Fougere, F. (1991) Effects of salt stress on amino acids, organic acids, and carbohydrates composition of roots, bacteroides, cytosol of alfalfa. Plant Physiology 96: 1228-123.

Geholt, H. S., Purohit, A. and Shekhawat, N. S. (2005) Metabolic changes and protein patterns associated with adaptation to salinity in *Sesamun indicum* cultivars. Journal of Cell and Molcular Biology 4: 31-39.

Grattan, S. R. and Grieve, C. M. (1992) Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. Agriculture Ecological Environment 38: 275-300.

Hanson, A. D., May, A., Grumet, M. R., Bode, J., Jamieson, G. C. and Rhods, D. (2007) Betaine synthesis in chenopods: Localization in chloroplasts. Proceedings of the National Academic of Science USA 82: 3678-3682.

Helal, H. M. and Mengel, K. (1979) Nitrogen metabolism of young barley plants as affected by NaCl- salinity and potassium chloride. Plant Soil 51: 457-462.

Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. (1950) The water-culture for growing plants without soil. California Agriculture Exprimental Statistics Circular 347: 1-32.

Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M. (1992) Water stress induced changes in concentration of praline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Journal Physiology plants. 84: 55-60.

Jiang, Y. and Huang, B. (2001) Osmotic adjustment and root growth associated with drought preconditioning- enhanced heat tolerance in *Kentucky bluegrass*. Crop Science 41:1168-1173.

Kaya, M. D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y. and Kolsarici, O. (2006) Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Europian Journal of Agronomy 24: 291-295.

Khan, M. A., Ungar, I. A. and Showalters, A. M. (2000) The effect of salinity on the growth, water status, and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, *Suaeda fruticosa* (L.). Forssk. Journal of Arid Environment 45: 73-84.

Mishra, A. and Choudhuri, M. A. (1999) Effects of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. Biology Plant 42: 409-415.

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

Munns, R., James, R. A. and Läuchli, A. (2006) Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experiment Botany 57: 1025-1043.

Muthukumarasamy, M., Gupta, S. D. and Pannerselvam, R. (2000) Enhancement of peroxidase, polyphenol oxidase and superoxide dismutage activities by triadimefon in NaCl stressed *Raphanus sativus* L. Journal of Biology Plant. 43, 317–320.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

Rashid, A., Qureshi, R. H., Hollington, P. A. and Wyn jones, R. G. (1999) Comparitive response of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivares to salinity at the seedling stage. Crop Science 182: 199- 207.

Rhoads, D. M. and McIntosh, L. (1991) Isolation and characterization of a cDNA clone encoding an alternative oxides protein of sauromatum guttatum (Schott). Proceedings of the National Academy of Science of the USA 88: 2122-2126.

Sanchez, D. H., Siahpoosh, M. R. Rosener, U., dvard, U. and Kopka, J. (2007) Plant metabolomics reviels conserved and divergent metabolic response to salinity. Physiol plantarum. 132:209-214.

Schonfield, M. P., Richard, J. C., Carver, B. P. and Mornhi, N. W. (1988) Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Sci. 28: 526-531.

Sudhakar, P.R., Reddy, M. P. and Veeranjaneyulu, K. (1993) Effect of salt stress on the enzymes of proline synthesis and oxidation in Green gram seedling. Journal Plant Physiology. 141: 621-623.

Parida, A. K., Das, A. B. and Das, P. (2002) NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, Bruguiera parviflora, in hydroponic cultures. Journal of Plant Biology 45: 28–36.

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

Paquine, R. and Lechasseur, P. (1979) Observations sur one method dosage la Libra dans les de planets. Canadian Journal of Botany 57: 1851-1854.

Patakas, A., Nikolaou, N., Zioziou, E., Radoglou, K. and Noitsakis, B. (2002) The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought-stressed grapevines. Plant Science 163: 361- 374.

Peltzer, D., Dreyer, E. and Polle, A. (2002) Differrential temperature dependencies of antioxidative enzymes in two contrasting species. Plant Physiology and Biochemical. 40: 141-150.

Prabijot, K. G., Arun, D. S., Prabhjeet, S. and Singh, B. (2001) Effect of various abiotic steress on the grown in light and darkness. Bulg. Journal of Plant Physiology 27: 72-84.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]

Changs in the rate of proline, soluble sugars, glycinebetaine and protein content in leaves of six spring safflower (*Carthamus tinctirius* L.) under salinity stress

Zahra Javadipour[1], Mohsen Movahhedi Dehnavi[2*], Hamidreza Balouchi[2]
Department of agronomy and plant breeding, College of Agricultur, Yasouj University, Yasouj.
***Corresponding Author: movahhedi1354@yu.ac.ir**

Abstract:

Under sever salinity stress, enhanced biosysnthesis proline; soluble sugar and soluble protein contents can improve stomatal conductance and relative water content. This can inhibit dry matter depletion due to salinity stress, and thus can be used for screening of safflower cultivars under salinity stress. To evaluate the changes in the rate of leaf proline, soluble sugars, glycinebetaine and protein content of six spring safflower under salinity stress, a pot experiment was conducted as factorial base on completely randomized design with three replications in summer 2011 in Yasouj University. The first factor included of four salinity levels as zero, 75, 150 and 225 mM. Second factor included of six safflower cultivars, as Local Isfahan, Spinned Sina, Isfahan 14, Goldasht, Padideh and Sina 411. Traits such as leaf proline, glycinebetaine, soluble sugars and soluble protein content and leaf relative water content were measured. Interaction of salinity and cultivar was significant for all measured traits. Salinity stress significantly increased leaf proline and soluble sugar content. Relative water content decreased significantly by salinity, and the maximun content (91.03%) was seen in Padideh at control. Sina 411 due to having more leaf soluble sugar and RWC at 225 mM salinity level and Goldasht due to having more proline and glycinebetaine content was more tolerant cultivars than the others, and Esfahan14 that had the least soluble sugar, relative water content and glycinebetaine content was the less tolerant cultivar.

Keywords: Glycinebetaine, Proline, Relative Water Content, Safflower.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1391.1.2.2.1]