Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 3, Fall. 2016, p. 460-469

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۴۶۹-۴۶۰

تأثیر تنش قلیائیت بر روی برخی از ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

شایسته بمانی گلنابادی[۱]- بتول مهدوی[۲*]- بنیامین ترابی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش قلیائیت بر رشد رویشی و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه گلرنگ آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل تنش قلیائیت در هفت سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰میلی‌مولار) و دو رقم گلرنگ (صفه و ۴۱۱) بودند. نتایج نشان‌داد که تنش قلیائیت موجب کاهش طول ساقه و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه گردید در حالی‌که میزان پرولین، قندهای محلول و مالون‌دی‌آلدئید را افزایش داد. هم‌چنین با افزایش تنش قلیائیت پتانسیل عملکرد کوانتوم (Fv/Fm)، کارایی شاخص فتوسنتز (PI)، میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و پتاسیم کاهش پیدا کرد در حالی‌که میزان کاروتنوئید، سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم افزایش یافت. رقم ۴۱۱ از نظر خصوصیات رویشی، میزان کلروفیل a و کل بر رقم صفه برتری نشان‌داد. هم‌چنین هر دو رقم عکس العمل یکسانی به تنش قلیائیت نشان‌دادند.

واژه‌های کلیدی: تنش ، پرولین، رنگیزه‌های فتوسنتزی، محتوای یونی

مقدمه

گلرنگ با نام علمی (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی از خانواده استراسه[۳] می‌باشد، گلبرگ گلرنگ دارای مواد رنگی کارتامین و کارتامیدین است که از آن‌ها برای رنگ‌آمیزی پارچه، ابریشم و گل‌های مصنوعی، در طباخی و شیرینی‌پزی استفاده می‌شود. امروزه بر اهمیت گلرنگ به‌عنوان دانه روغنی، به‌ویژه به‌علت دارابودن اسید چرب غیراشباع و ضروری لینولئیک، افزوده شده است و به تولید آن در جهان توجه خاص معطوف گردیده است. روغن گلرنگ فاقد کلسترول است، و هم‌چنین مقدار قابل توجهی ویتامین (E) دارد که موجب ثبات روغن در اثر اکسیداسیون طی دوران نگه‌داری می‌شود (Khajeh puor, 2004). قلیائیت خاک در حدود ۹۳۲میلیون هکتار از زمین‌های جهان را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده و سبب کاهش تولید در حدود ۱۰۰میلیون هکتار زمین در آسیا شده است (Rao *et al*., 2008). تعدادی از گزارش‌ها ثابت کردند که نمک‌های قلیایی (Na_2CO_3 و $NaHCO_3$) برای گیاهان مخرب‌تر از نمک‌های طبیعی ($NaCl^-$ و Na_2SO_4) هستند (Yang *et al*., 2008b). گیاهان به غلظت‌های بالای بی‌کربنات از طریق کاهش رشد شاخساره واکنش نشان می‌دهند و این ممانعت در رشد شاخساره دربرگیرنده کاهش وزن تَر ریشه و ساقه، تعداد برگ، وزن خشک ریشه و ساقه خواهد بود. تحت تأثیر بی‌کربنات، انتقال کم آهن یا قابلیت حل‌پذیری کمتر آهن در خاک یا محیط کشت اتفاق می‌افتد که منجر به تخریب کلروفیل و نیز کاهش سنتز آن می‌شود که زردی برگ‌های گیاه و کاهش فتوسنتز و به تبع آن کاهش رشد شاخساره را در پی دارد (Valdez Aguilar, 2004). وجود تنش قلیائیت اثر pH بالا را به‌همراه دارد. pH بالا در اطراف ریشه گیاه می‌تواند موجب رسوب یون‌های فلزی و فسفر، خسارت بر اعمال فیزیولوژیک طبیعی ریشه و تخریب ساختار ریشه گردد (Liu *et al*., 2010). تنش قلیائیت جذب یون‌های غیرآلی مانند Cl^-، NO_3^- و H_2PO_4 را محدود کرده و بر جذب انتخابی K^+ و Na^+ به مقدار زیادی اثر گذاشته و توازن یونی را به‌هم می‌زند (Yang *et al*., 2007). هم‌چنین یون‌های بی‌کربنات، جذب عناصر پُرمصرف، به‌ویژه فسفر، منیزیم و پتاسیم توسط گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌عنوان مثال در خاک‌های قلیایی، فسفر به مقدار زیادی به‌واسطه تشکیل مجموعه‌های فلزی با کلسیم و منیزیم از دسترس گیاه خارج

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
(*- نویسنده مسئول: (Email: b.mahdavi@vru.ac.ir

3- Asteracea

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود (Nikolic and Kastori, 2000). گیاهان از طرق مختلفی در برابر تنش‌های محیطی مقاومت می‌کنند. در شرایط تنش گیاهان به‌منظور ادامه جذب آب، از طریق تجمع ترکیبات اسمزی مانند پرولین و کربوهیدرات‌های محلول برگ پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهند و یا به‌عبارت دیگر تنظیم اسمزی صورت می‌گیرد. زمانی که گیاه تحت تنش قرار می‌گیرد، مقدار پرولین در گیاهان تحت تنش افزایش می‌یابد (Yang *et al*., 2008a). هم‌چنین پرولین می‌تواند در برگ‌ها تجمع یابد و به بافت‌های موردنظر (مریستم‌ها) برای تنظیم اسمزی منتقل شود که در شرایط تنش پرولین به‌عنوان یک اسمولیت عمل کرده و پتانسیل اسمزی سلول را کاهش داده و یون‌های سمی را جذب می‌کند و نقش مهمی را در حفاظت گیاهان از تنش اسمزی بازی می‌کند (Ahmad and Sharma, 2010). بنابراین با توجه به روند رو به افزایش مصرف روغن‌های نباتی و هزینه زیاد تأمین روغن مورد نیاز کشور از طریق واردات، توسعه کشت گیاهان دانه روغنی سازگار به شرایط اقلیمی کشور و هم‌چنین گسترش برنامه‌های تحقیقاتی در این زمینه حائز اهمیت است. لذا پژوهش حاضر به بررسی اثر تیمار قلیائیت بر خصوصیات مورفولوژی و بیوشیمیایی دو رقم گلرنگ (صفه و ۴۱۱) پرداخته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول قلیائیت در هفت سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰میلی‌مولار) و فاکتور دوم دو رقم گلرنگ (صفه و ۴۱۱) بود. بستر کشت شامل کوکوپیت و پرلیت بود که به‌ترتیب به نسبت ۱:۱ با هم مخلوط شده و در گلدان‌های پلاستیکی به حجم پنج لیتر ریخته شدند. بذرها در عمق حدود یک سانتی‌متری در گلدان‌های پلاستیکی در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۲ کشت شدند. از زمان کشت بذرها تا قبل از مرحله ظهور اولین برگ حقیقی، آبیاری با آب‌مقطر صورت گرفت. بعد از خروج اولین برگ حقیقی تا مرحله چهار برگی، آبیاری با محلول غذایی هوگلند انجام شد .از مرحله چهار برگی به بعد، برای اعمال تیمارهای قلیائیت، از محلول غذایی هوگلند با توجه به تیمار موردنظر استفاده گردید. قلیائیت موردنظر با استفاده از بی‌کربنات سدیم در محلول غذایی هوگلند تهیه شد. اندازه‌گیری صفات مختلف حدود ۴۰روز بعد از اعمال بیش‌ترین غلظت نمک صورت گرفت، که شامل اندازه‌گیری ارتفاع ساقه و ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، محتوای کلروفیل، فلورسانس کلروفیل، میزان عناصر پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم، محتوی پرولین، کربوهیدرات و مالون‌دی‌آلدئید بودند.

قاعده یقه تا رأس بلندترین برگ به‌عنوان ارتفاع ساقه و محل طوقه تا انتهای طویل‌ترین ریشه به‌عنوان طول ریشه در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام رویشی گیاه، اندام هوایی از ریشه جدا و پس از شستشو با آب‌مقطر کاملاً خشک شد. در مرحله بعد، اندام هوایی و ریشه گیاه داخل آون با دمای ۷۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ساعت قرار داده شد و بعد از خشک شدن اندام هوایی و ریشه، وزن خشک این اندام‌ها بر اساس واحد گرم تعیین شد.

محتوی کلروفیل برگ به روش Arnon, 1949 اندازه‌گیری شد. جذب نوری کلروفیل a، b و کل در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳نانومتر و کاروتنوئید در طول موج ۴۷۰ قرائت شد. سپس با استفاده از روابط زیر غلظت کلروفیل a، b، a+b و کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم بر گرم برگ تازه به‌دست آمد. در روابط زیر V حجم نمونه استخراج شده و W وزن تَر نمونه است.

کلروفیل a=[۱۲/۷ (D۶۶۳)- ۲/۶۹ (D۶۴۵)]×V/(۱۰۰۰W)

کلروفیل b=[۲۲/۹ (D۶۴۵)- ۴/۶۸ (D۶۶۳)]×V/(۱۰۰۰W)

کلروفیل a+b=[۲۰/۲ (D۶۴۵)- ۸/۰۲ (D۶۶۳)]×V/(۱۰۰۰W)

کاروتنوئید =[۱۰۰۰ (D۴۷۰)-۱/۸۲ (کلروفیل a)-۸۵/۰۲ (کلروفیل b)]/۱۹۸×V/(۱۰۰۰W)

برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل از دستگاه، کلروفیل فلومتر[1] استفاده گردید. این دستگاه میزان فلورسانس کلروفیل را بر اساس پارامتر Fv/Fm ثبت نمود. روش کار بدین‌صورت بود که از هر گلدان چهار برگ بالغ از گیاه انتخاب و در گیره‌های مخصوص جهت ایجاد شرایط تاریکی به مدت ۱۵دقیقه قرار گرفتند و پس از این مدت میزان فلورسانس کلروفیل ثبت گردید. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت یون‌ها، با استفاده از روش هضم نمونه خشک گیاهی در کوره با دمای ۵۵۰درجه سانتی‌گراد به‌مدت شش ساعت و واکنش با اسیدکلریدریک ۲مولار آماده‌سازی شدند (Waling *et al*., 1989).

عناصر پتاسیم و سدیم به کمک دستگاه فلیم‌فتومتر[2] و عناصر کلسیم و منیزیم بعد از عصاره‌گیری با استفاده از دستگاه جذب اتمی[3] اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری پرولین محتوای بافت برگ از روش Bates e*t al*, 1973 استفاده شد. کربوهیدرات کل از روش Dubois *et al*, 1956 با استفاده از فنل‌اسیدسولفوریک و استاندارد گلوکز انجام شد. جذب استانداردها به‌همراه جذب کربوهیدرات کل نمونه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۹۰نانومتر اندازه‌گیری شد. مقدار کربوهیدرات نمونه، بر مبنای وزن تَر نمونه‌ها تعیین گردید. مالون‌دی‌آلدئید به‌عنوان فرآورده نهایی پِراُکسیداسیون لیپیدهای غشاء

1-Chlorophyll Fluorometer, (Model Pocket PEA, Company Hansatech, U.K)
2- Model PFP7, Germany
3- Model GBC avanta, Australia

www.SID.ir

Archive of SID

با روش De Vos *et al*, 1991 اندازه‌گیری شد. میزان مالون‌دی‌آلدئید نمونه‌ها با اندازه‌گیری جذب در طول‌موج‌های ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر و با استفاده از ضریب خاموشی (ε=155 $\mu M^{-1}cm$) محاسبه گردید.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان‌داد که تنش قلیائیت تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه و ریشه داشتند. اثر رقم بر طول ساقه معنی‌دار بود و اما اثر متقابل رقم و قلیائیت بر این دو صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). با افزایش تنش قلیائیت از صفر تا ۶۰میلی‌مولار طول ساقه کاهش یافت به‌طوریکه بین سطوح قلیائیت ۴۰، ۵۰ و ۶۰میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). در بین ارقام استفاده شده رقم ۴۱۱ نسبت به رقم صفه طول ساقه بیشتری داشت (جدول ۲). در شرایط تنش قلیائیت طول ریشه نیز کاهش یافت (جدول ۲). گیاهان شاهد بیش‌ترین طول ریشه را داشتند و کمترین طول ریشه مربوط به گیاهان قرار گرفته در معرض قلیائیت ۵۰میلی‌مولار بود که اختلاف معنی‌داری با طول ریشه گیاهان قرار گرفته در معرض قلیائیت ۶۰میلی‌مولار نداشت. هم‌چنین دو رقم موردمطالعه از نظر طول ریشه اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). کاهش رشد ساقه و ریشه تحت تنش قلیائیت در سایر گیاهان نیز گزارش شده است (Campbell and Nishio, 2000). این کاهش می‌تواند به‌علت وجود یون‌های بی‌کربنات و یا سدیم باشد (Pearce *et al*., 1999). هم‌چنین در بسیاری از مطالعات pH بالای ایجاد شده در شرایط تنش قلیائیت به‌عنوان یک عامل محدودکننده رشد و توسعه گیاه بیان شده است. این پدیده ممکن است به‌دلیل آسیب تغذیه‌ای، اختلالات متابولیکی، عدم تعادل یونی ناشی از تنش قلیائیت باشد (Yang *et al*., 2008a). هم‌چنین کاهش رشد در شرایط تنش قلیائیت به سرعت پایین فتوسنتز که در غلظت بالای بی‌کربنات اتفاق می‌افتد نسبت داده می‌شود که با انتقال کم آهن و یا با غیرقابل حل‌کردن آهن در محلول محیط کشت که باعث صدمه به سنتز کلروفیل می‌شود همراه است (Bavaresco *et al*., 1999).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات قلیائیت و رقم بر ویژگی‌های رویشی گلرنگ

Table 1- Analysis of variance of the effect of the alkalinity and variety on growth characteristics of safflower

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	طول ساقه Shoot Length	طول ریشه Root Length	وزن خشک ساقه Shoot Dry weight	وزن خشک ریشه Root Dry weight
قلیائیت Alkalinity	6	126.107**	193.456**	3.842**	0.392**
رقم Variety	1	130.38**	30.005ns	2.433*	0.205*
رقم × قلیائیت Variety × Alkalinity	6	6.596ns	5.686ns	0.363ns	0.007ns
خطا Error	28	10.55	8.224	0.593	0.033
ضریب تغییرات C.V (%)		6.2	11.2	19.7	22.7

**،* در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد معنی‌دار، ns عدم تفاوت معنی‌دار

**, * Significant at 1% and 5% probability level, ns no significant difference

وزن خشک ساقه و ریشه به طور معنی‌داری تحت تأثیر قلیائیت و رقم قرار گرفتند (جدول ۱). یک روند کاهشی با افزایش تنش قلیائیت در وزن خشک اندام هوایی و ریشه مشاهده گردید. به‌طوری‌که در بالاترین سطح تنش (۶۰میلی‌مولار) وزن خشک اندام هوایی و ریشه نسبت به گیاهان شاهد به‌ترتیب کاهش ۴۷/۶۴ و ۶۵/۴۱درصدی نشان‌دادند (جدول ۲). به‌طور کلی رقم ۴۱۱ نسبت به رقم دیگر برتری داشت (جدول ۲). کاهش وزن خشک ساقه و ریشه در شرایط تنش در آفتابگردان نیز گزارش شده است (Liu *et al*., 2010). هم‌چنین Li *et al*, 2010 کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه یونجه را در شرایط تنش قلیائیت مشاهده کردند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی قلیائیت و رقم بر ویژگی‌های رویشی گلرنگ

Table 2- Mean comparison of the effects of alkalinity and variety on growth characteristics of safflower

قلیائیت Alkalinity (mM)	طول ساقه Shoot Length (cm)	طول ریشه Root Length (cm)	وزن خشک ساقه Shoot Dry weight (g)	وزن خشک ریشه Root Dry weight (g)
0	59.5 a	35.20 a	4.83 a	1.2 a
10	55.45 b	29.29b	4.54 a	0.99 ab
20	52.75 bc	27.87bc	4.31 ab	0.93 bc
30	52.79bc	25.16cd	4.23 abc	0.74 cd
40	50.25 cd	22.91de	3.54 bc	0.72 cd
50	47.20 d	19.37f	3.38 cd	0.65 d
60	46.45 d	19.58ef	2.53 d	0.41 e
		رقم Variety		
411	53.82 a	26.47 a	4.15 a	0.87 a
صفه Sofeh	50.29 b	24.78 a	3.67 b	0.73 b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

Means in each column followed by the samer letter(s) are not significantly different at %5 probability level, using LSD test

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس پتانسیل عملکرد کوانتوم و شاخص کارایی فتوسنتز تنها تحت تأثیر قلیائیت قرار گرفتند (جدول ۳). پتانسیل عملکرد کوانتوم و شاخص کارایی فتوسنتز با افزایش قلیائیت یک روند کاهشی نشان‌دادند (جدول ۴). علت کاهش F_v/F_m در شرایط تنش قلیائیت تجمع زیاد یون سدیم و هم‌چنین pH بالا بیان شده است که سبب ممانعت نوری شده و در نتیجه فعالیت فتوسیستمII را کاهش می‌دهد (Guo *et al.*, 2011). هم‌چنین گزارش شده است که غلظت‌های بالای قلیائیت با ناپدیدشدن F_m همراه است که نشان‌دهنده نقص دستگاه PII می‌باشد (Schreiber *et al.*, 1971). کاهش شاخص کارایی فتوسنتز تحت شرایط تنش قلیائیت توسط سایر محققان مانند Baghre and Roosta, 2012 نیز گزارش گردید.

مطابق با نتایج جدول تجزیه واریانس محتوای کربوهیدرات کل و پرولین تنها تحت تأثیر قلیائیت قرار گرفت (جدول ۳). تنش قلیائیت به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای میزان کربوهیدرات کل و پرولین را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش داد (جدول ۴). بیش‌ترین میزان کربوهیدرات کل در غلظت‌های ۶۰میلی‌مولار مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با غلظت ۵۰میلی‌مولار نداشت. کمترین میزان آن مربوط به تیمار بدون تنش (شاهد) بود که تفاوت معنی‌داری با سطوح ۱۰ ، ۲۰ و ۳۰میلی‌مولار نداشت. هم‌چنین بیش‌ترین میزان پرولین در سطح ۶۰میلی‌مولار مشاهده گردید و کمترین میزان این صفت مربوط به سطح شاهد می‌باشد (جدول۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات قلیائیت و رقم بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گلرنگ

Table 3- Analysis of variance of the effect of the alkalinity and variety on the physiological characteristics of safflower

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	F_v/F_m	PI	کربوهیدرات کل Total Carbohydrates	پرولین Proline	مالون‌دی‌آلدئید Malonialdehyde
قلیائیت Alkalinity	6	0.052^{**}	2.4^{**}	3.628^{**}	0.259^{**}	0.017^{**}
رقم Variety	1	0.003^{ns}	0.025^{ns}	$0.0007^{n.s}$	0.001^{ns}	0.014^{ns}
رقم × قلیائیت Variety × Alkalinity	6	0.001^{ns}	0.025^{ns}	0.388^{ns}	0.012^{ns}	0.0004^{ns}
خطا Error	28	0.003	0.028	13.958	0.006	0.004
ضریب تغییرات C.V(%)		9.5	13.0	14.1	14.9	10.8

**، * در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد معنی‌دار، ^{ns} عدم تفاوت معنی‌دار

**, * Significant at 1% and 5% probability level, ^{ns} no significant difference

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات اصلی قلیائیت و رقم بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گلرنگ

Table 4- Mean comparison of the effects of alkalinity and variety on physiological characteristics of safflower

قلیائیت Alkalinity (mM)	F_v/F_m	PI	کربوهیدرات کل (Total carbohydrates mg.gFW^{-1})	پرولین (mg.gFW^{-1})Proline	مالون‌دی‌آلدئید Malonialdehyde (Mm cm^{-1})
0	0.78 a	2.39a	4.09d	0.28e	0.51d
10	0.67 b	1.81b	4.42cd	0.39d	0.54cd
20	0/66 b	1.51c	4.48cd	0.39d	0.56bcd
30	0.63 bc	1.02d	4.72cd	0.49c	0.58bcd
40	0.57 cd	0.98de	5.22bc	0.68b	0.60abc
50	0.55 de	0.81ef	5.67ab	0.64b	0.62ab
60	0.49 e	0.637f	6.28a	0.88a	0.67a
			رقم Variety		
411	0.63 a	1.32a	4.99a	0.54a	0.60a
صفه Sofeh	0.61 a	1.27a	4.98a	0.53a	0.57a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

probability level, using LSD test Means in each column followed by the samer letter(s) are not significantly different at %5

افزایش میزان پرولین در شرایط تنش قلیائیت در سایر گیاهان مانند شاه توت (*Morus alba* L.) (Ahmad and Sharma, 2010)، گندم (*Triticum aestivum*) (Yang *et al*., 2008a) و جو (*Hordeum vulgare*) (Yang *et al*., 2009a) نیز گزارش شده است. Yang *et al*, 2009a بیان کردند که در شرایط تنش قلیائیت، تجمع اسمولیت‌های سازگار مانند پرولین، بتائین و قندهای محلول در داخل واکوئل یک راهبرد اصلی برای گیاهان در برقراری دوباره هموستازی سلولی است. گیاهان با روش‌های گوناگونی در برابر تنش‌های محیطی مقاومت می‌کنند. تجمع مواد سازگار مثل قندهای محلول و پرولین در شرایط تنش باعث محافظت غشاهای سلول در برابر غلظت بالای یون‌های معدنی می‌شود (Ahmad and Sharma, 2010). تحقیقات زیادی نشان می‌دهد که تجمع پرولین به‌عنوان یک پاسخ عمومی گیاهان تحت تنش شوری و قلیائیت است (Yang *et al*., 2008b). به‌نظر می‌رسد در این آزمایش گیاه با تجمع کربوهیدرات‌های کل و پرولین به تنش قلیائیت واکنش نشان‌داده است.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که میزان مالون‌دی‌آلدئید تنها تحت تأثیر قلیائیت قرار گرفت (جدول ۳). با افزایش تنش قلیائیت میزان مالون‌دی‌آلدئید یک روند افزایشی داشت (جدول ۴). مالون‌دی‌آلدئید به‌عنوان محصول نهایی اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع در غشاء سلولی تولید می‌شود. تنش اکسیداتیو سبب افزایش در محتوای مالون‌دی‌آلدئید می‌گردد (Weber *et al*., 2004).

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر قلیائیت بر کلروفیل a، کلروفیلb، کلروفیل a+b و کاروتنوئید معنی‌دار شد. اثر رقم تنها بر میزان کلروفیل a و کلروفیل a+b معنی دار بود و رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت تأثیر اثر متقابل قلیائیت و رقم قرار نگرفتند (جدول ۵). با افزایش تنش قلیائیت میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل a+b کاهش پیدا کرد در حالی‌که میزان کاروتنوئید افزایش یافت (جدول ۶). مطابق با نتایج این مطالعه، میزان کلروفیل در گندم (Yang *et al*., 2008a) و پریوش (*Catharanthus roseus*) (Valdez Aguilar and Reed, 2007) نیز تحت تیمار بی‌کربنات سدیم کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. هم‌چنین کاهش در میزان کلروفیل برگ‌های گونه‌ای از یونجه (*Medicago ruthenica*) با افزایش تنش قلیائیت گزارش شده است (Yang *et al*., 2011). تنش قلیائیت احتمالاً سبب رسوب یون منیزیم شده و بدین‌طریق از سنتز کلروفیل جلوگیری می‌کند. هم‌چنین آن ممکن است فعالیت آنزیم کلروفیلاز را افزایش داده و منجر به تجزیه کلروفیل گردد (Shi and Zhao, 1997). تنش قلیائیت از طریق افزایش غلظت یون کربنات و افزایش pH باعث تخریب کلروپلاست و در نتیجه کاهش مقدار کلروفیل a و b می‌شود (Valdez Aguilar, 2004).

سدیم پایین و پتاسیم بالا در سیتوسول برای نگه‌داری از تعدادی از فرایندهای آنزیمی ضروری است (Munns and Tester, 2008). نتایج تجزیه واریانس نشان‌داد میزان سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم اندام هوایی تنها تحت تأثیر قلیائیت اثر معنی‌داری داشت (جدول ۷). افزایش قلیائیت سبب کاهش معنی‌دار میزان پتاسیم اندام هوایی گردید و میزان پتاسیم گیاهان شاهد نسبت به بالاترین سطح قلیائیت افزایش ۵۰/۸درصد داشت (جدول ۸). با افزایش تنش قلیائیت غلظت سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم اندام هوایی افزایش یافت (جدول ۸). با افزایش تنش قلیائیت میزان پتاسیم در ساقه‌های خلر (*Lathyrus quinquenervius*) کاهش می‌یابد در حالی‌که میزان سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در آن‌ها افزایش می‌یابد (Zhang and Chun-Sheng, 2009).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تجزیه واریانس اثرات قلیائیت و رقم بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گلرنگ

Table 5- Analysis of variance of the effect of the alkalinity and variety on photosynthetic pigments of safflower

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	کلروفیلa Chlorophyll a	کلروفیلb Chlorophyll b	کلروفیل a+b Chlorophyll a+b	کاروتنوئید Cartonoied
قلیائیت Alkalinity	6	0.045**	0.1188**	0.286**	0.020**
رقم Variety	1	0.075**	0.0012ns	0.09*	0.004ns
رقم × قلیائیت Variety × Alkalinity	6	0.008ns	0.0007ns	0.012ns	0.0001ns
خطا Error	28	0.008	0.008	0.016	0.001
ضریب تغییرات(٪) C.V		14.8	14.2	10.1	18.2

**،* در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار، ns عدم تفاوت معنی‌دار

**, * Significant at 1% and 5% probability level, ns no significant difference

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات اصلی قلیائیت و رقم بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گلرنگ

Table 6- Mean comparison of the effects of alkalinity and variety on photosynthetic pigments of safflower

قلیائیت Alkalinity (mM)	کلروفیلa Chlorophyll a (mg.g^{-1})	کلروفیلb Chlorophyll b (mg.g^{-1})	کلروفیل a+b Chlorophyll a+b (mg.g^{-1})	کاروتنوئید Cartonoied (mg.g^{-1})
0	0.72 a	0.92 a	1.65 a	0.14 d
10	0.69 a	0.75 b	1.44 b	0.16 cd
20	0.68 a	0.64 bc	1.33 bc	0.19 cd
30	0.66 ab	0.61 cd	1.27 cd	0.19 c
40	0.57 bc	0.56 cd	1.13 de	0.24 b
50	0.53 c	0.55 cd	1.09 e	0.26 ab
60	0.50 c	0.52 d	1.03 e	0.30 a
		Variety رقم		
411	0.66 a	0.66 a	1.32 a	0.22 a
صفه Sofeh	0.58 b	0.65 a	1.23 b	0.20 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

Means in each column followed by the same letter(s) are not significantly different at %5 probability level, using LSD test

جدول ۷- تجزیه واریانس اثرات قلیائیت و رقم بر محتوای یونی اندام هوایی گلرنگ

Table 7- Analysis of variance of the effect of the alkalinity and variety on the ion content of safflower

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	سدیم Na	پتاسیم k	نسبت سدیم به پتاسیم Na/K
قلیائیت Alkalinity	6	10.32**	7.91**	2.805**
رقم Variety	1	1.33ns	2.028ns	0.002ns
رقم × قلیائیت Variety × Alkalinity	6	0.28ns	0.90ns	0.178ns
خطا Error	28	0.639	0.498	2.947
ضریب تغییرات(٪) C.V		12.3	14.2	21.8

**،* در سطح احتمال یک‌درصد و پنج‌درصد معنی‌دار، ns عدم تفاوت معنی‌دار

**, * Significant at 1% and 5% probability level, ns no significant difference

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات اصلی قلیائیت و رقم بر محتوای یونی اندام هوایی گلرنگ

Table 8- Mean comparison of the effects of alkalinity and variety on the ion content of safflower

قلیائیت Alkalinity (mM)	سدیم Na (%)	پتاسیم K (%)	نسبت سدیم به پتاسیم Na/k
0	4.70 d	6.a 24	0.776 e
10	5.53 cd	6.00 ab	0.904 de
20	5.70 bc	5.ab 51	1.06 de
30	6.32 b	5.bc 19	1.27 d
40	7.62 a	4.61 c	1.66 c
50	7.60a	3.73 d	2.08 b
60	8.14 a	3.17 d	2.64 a
		رقم Variety	
411	6.67 a	5.14 a	1.49 a
صفه Sofeh	3.31 a	4.70 a	1.48 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

Means in each column followed by the same letter(s) are not significantly different at %5 probability level, using LSD test

هم‌چنین محققین مشاهده کردند که تنش قلیائیت سبب کاهش پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم در ساقه‌های گندم می‌گردد و میزان سدیم را افزایش می‌دهد (Yang *et al*., 2009b). افزایش تجمع سدیم در ساقه ممکن است به‌علت کاهش در جریان Na^+ باشد. در شرایط تنش قلیائیت، کمبود پروتون‌های خارجی ممکن است فعالیت تبادلی ناقلین Na^+/H^+ را روی غشای پلاسما کاهش دهد که تجمع Na^+ را در بافت‌های زنده افزایش می‌دهد (Munns and Tester, 2008).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه افزایش تنش قلیائیت بر تمامی صفات مربوط به رشد رویشی گیاه گلرنگ تأثیر کاهنده‌ای داشت. هم‌چنین در شرایط تنش قلیائیت پتانسیل عملکرد کوانتوم، میزان کلروفیل و پتاسیم کاهش پیدا کرد، در حالی‌که تنش قلیائیت موجب افزایش محتوی کربوهیدرات کل، پرولین، مالون‌دی‌آلدئید، کاروتنوئید، سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در گیاه گلرنگ گردید. در بین دو رقم موردمطالعه رقم ۴۱۱ رشد رویشی و میزان کلروفیل بیشتری نسبت به رقم صفه داشت. با این وجود هر دو رقم عکس‌العمل یکسانی به تنش قلیائیت نشان‌دادند.

References

1. Ahmad, P., and Sharma, S. 2010. Physio-biochemical attributes in two cultivars of mulberry (*Morus alba* L.) under $NaHCO_3$ Stress. International Journal of plant Production 4(2): 1735-6814.
2. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphennoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 4: 1-150.
3. Baghre, V., and Roosta, H. R. 2012. Effect of different concentrations of sodium bicarbonate (alkalinity stress) on some varieties of cabbage in a hydroponic system. Environmental stresses Journal of Crop Science 5: 67-70. (In Persian without English Abstract)
4. Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, F.D. 1973. Rapid determination of free proline from water stress studies. Plant and Soil 39:205-207.
5. Bavaresco, L., Giachino, E. and Colla, R. 1999. Iron chlorosis paradox in grapevine. Journal of Plant Nutrition 22: 1589-1597.
6. Campbell, S. A. and Nishio, J. N. 2000. Iron deficiency studies of sugar beet using an improved sodium bicarbonate-buffered hydroponic growth system. Journal of Plant Nutrition 23: 741-757.
7. De Vos, C., Schat, H., De Waal, M., Vooijs, R. and Ernst, W. 1991. Increased to copper-induced damage of the root plasma membrane in copper tolerant *silene cucubalus*. Plant Physiology 82: 523-528.
8. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Reber, P. A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Annual Chemistry 28: 350–356.
9. Guo, R., Zhou, J., Hao, W., Gong, D., Zhong, X., Gu, F., Liu, Q., Xia, X., Tian, J. and Li, H. 2011. Germination, growth, photosynthesis and ionic balance in *Setaria viridis* seedlings subjected to saline and alkaline stress.

www.SID.ir

Archive of SID

Canadian Journal Plant Science 91: 1077-1088.
10. Khajeh puor, M. R. 2004. Industrial plants, Isfahan University Press
11. Li, R.L., Shi, F.C., Fukuda, K. and Yang, Y. L. 2010. Effects of salt and alkali stresses on germination, growth, photosynthesis and ion accumulation in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Soil Science and Plant Nutrition 56: 725–7336.
12. Liu, J., Guo, W.Q. and Shi, D.C. 2010. Seed germination, seedling survival, and physiological response of sunflowers under saline and alkaline conditions. Photosynthetica 48(2): 278-286.
13. Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology 59: 651–681
14. Nikolic, M. and Kastori, R. 2000. Effect of bicarbonate and Fe supply on Fe nutrition of grapevine. Journal of Plant Nutrition 23: 1619-1627.
15. Pearce, R.C., Li, Y. and Bush, L.P. 1999. Calcium and bicarbonate effects on the growth and nutrient uptake of burley tobacco seedlings: float system. Journal of Plant Nutrition 22: 1079-1090.
16. Rao, P.S., Mishra, B., Gupta, S.R. and Rathore, A. 2008. Reproductive stage tolerance to salinity and alkalinity stresses in rice genotypes. Plant Breeding 127: 256–261.
17. Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Haloday, A.S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science 30: 105-111.
18. Schreiber, U., Bauer, R. and Frank, U.F. 1971. p. 169-179. In: G. Forti, M. Avron and A. Melandri (ed.), Proceedings of the 2nd International Congress on Photosynthesis. Junk, The Hague,
19. Shi, D.C. and Zhao, K.F. 1997. Effects of NaCl and Na_2CO_3 on growth of *Puccinellia tenuiflora* and on present state of mineral elements in nutrient solution. Acta pratacu 6: 51-61.
20. Shi, D.C. and Wang, D. 2005. Effects of various salt-alkali mixed stresses on *Aneurolepidium chinense* (Trin.) Kitag. Plant and Soil 271: 15–26.
21. Valdez Aguilar, L.A. 2004. Effect of alkalinity in irrigation water on selected greenhouse crops. Ph.D. thesis. Texas A&M University.
22. Valdez Aguilar, L. A. and Reed, D.W. 2007. Response of selected greenhouse ornamental plants to alkalinity in irrigation water. Journal of Plant Nutrition 30: 441–452.
23. Valdez Aguilar, L. A. and Reed, D.W. 2008. Influence of potassium substitution by rubidium and sodium on growth, ion accumulation, and ion partitioning in bean under high alkalinity. Journal of Plant Nutrition 31: 867–883
24. Waling, I., Van Vark, W., Houba, V. J. G. and Der lee, J. J. 1989. Soil and plant analysis. A series of sillabi. Part 7. Plant analysis procedures. Wageningen Agricultural University.
25. Weber, H., Chetelat, A., Reymond, P. and Farmer, E.E. 2004. Selective and powerful stress gene expression in Arabidopsis in response to malondialdehyde. Plant Journal 37: 877-888.
26. Yang, C., Chong, J., Kim, C., Li C., Shi, D. and Wang, D. 2007. Osmotic adjustment and ion balance traits of an alkaline resistant halophyte *Kochia sieversiana* during adaptation to saline and alkaline conditions. Plant Soil 294: 263-276.
27. Yang, C.W., Wang, P., Li C.Y., Shi, D. C. and Wang, D. L. 2008a. Comparison of effects of salt and alkali stresses on the growth and photosynthesis of wheat. Photosynthetica 46(1): 107-114
28. Yang, C.W., Shi, D.C. and Wang, D.L. 2008b. Comparative effects of salt and alkali stresses on growth, osmotic adjustment and ionic balance of an alkali-resistant halophyte *Suaeda glauca* (Bge.). Plant Growth Regulation 56:179-190.
29. Yang, C., Xu, H., Wang, L., Liu, J., Shi, D. and Wang, D. 2009a: Comparative effects of salt-stress and alkali-stress on the growth, photosynthesis, solute accumulation, and ion balance of barley plants. Photosynthetica 47: 79–86–
30. Yang, C.W., Zhang, M. L., Liu, J., Shi, D. C. and Wang, D. L. 2009b. Effects of buffer capacity on wth,photosynthesis, and solute accumulation of a glycophyte (wheat) and a halophyte (*Chloris virgata*). Photosynthetica 47: 55-60.
31. Yang, J.Y., Zheng, W., Tian, Y., Wu, Y. and Zhou, D.W. 2011. Effects of various mixed salt-alkaline stresses on growth, photosynthesis, and photosynthetic pigment concentrations of *Medicago ruthenica* seedlings. Photosynthetica 49: 275-284.
32. Zhang, J. T., and Chun-Sheng, M. U. 2009. Effects of saline and alkaline stresses on the germination, growth, photosynthesis, ionic balance and anti-oxidant system in an alkali-tolerant leguminous forage *Lathyrus quinquenervius*. Soil Science and Plant Nutrition 55: 685–697.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 3, Fall. 2016, p. 460-469

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۴۶۹-۴۶۰

Effect of Alkaline Stress on Some Morphophysiologic Characteristics of Two Varieties of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Sh. Bemany Golnabadi[1]- B. Mahdavi[2*]- B. Torabi[2]

Received: 03-02-2015
Accepted: 17-06-2015

Introduction

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an important oilseed crop grown throughout the semiarid regions in many parts of the world. It has been cultivated for its oil and flowers and as a meal. Alkaline stress is caused by alkaline salts such as Na_2CO_3 or $NaHCO_3$ in the soil. Alkaline stress, is widespread environmental constraint affecting crop productivity ,which can inhibit absorption of inorganic anions such as Cl^-, NO_3^- and H_2PO^{4-}, greatly affect the selective absorption of K^+-Na^+, and break the ionic balance. However, under alkali stress, accumulation of compatible solutes, such as betaine, proline and soluble sugar into the vacuole are considered as the basic strategies for plant re-established cellular homeostasis. Some reports have clearly demonstrated that alkaline salts ($NaHCO_3$ and Na_2CO_3) are more destructive to plants than neutral salts (NaCl and Na_2SO_4). Moreover, the salt-alkali stress can directly damage plant growth, alter the availability of nutrients and disrupt the balance of ions and mineral nutrition. The objective of this study was to investigate the effects of alkaline stress on growth and some physiological characteristics of safflower.

Materials and Methods

This study was conducted in a greenhouse in Vali-e-Asr University of Rafsanjan as factorial arrangement in completely randomized design with three replications. Experimental factors included alkaline stress in 7 levels (0, 10, 20, 30 , 40, 50 and 60 mM) and two varieties of safflower (Sofeh and 411). Seeds were planted in pots filled with perlite and cocopite (1:1). The pots were irrigated with a nutrient solution with half strength Hoagland's solution. After the fourth true leaves appeared, alkaline stress in the pot was created by adding $NaHCO_3$, to half strength Hoagland's solution. Control plants were only irrigated with half strength Hoagland's solution. Plants were harvested after 40 days of seed sowing. After forty days, shoot and root height, shoot and root dry weight, F_v/F_m, PI, proline, total carbohydrate, malondialdehyde content, cha, chb, total chlorophyll, cartonoied content, potassium, sodium content and sodium to potassium rate were measured.

Results and Discussion

Result showed that with increasing alkaline stress, decreased shoot and root height, shoot and root dry weight. A similar result had observed previously in sugar beet. Researches have indicated that plants respond to elevated $NaHCO_3$ concentrations in soil or in growing medium solution with decreased shoot and root growth. This could be due to either HCO_3^- or Na^+. Many of the data test showed high pH as a key factor in limiting plant growth and development under alkaline conditions. 411 variety showed superiority compared to Sofeh cultivar in mentioned characteristics. Also, F_v/F_m and PI decreased under alkaline stress condition, whereas proline, total carbohydrate and malondialdehyde content increased. Also, the increases in proline and total carbohydrate content were reported in wheat under alkaline stress condition. Baghre and Roosta (2012) reported that F_v/F_m values and PI reduced under alkalinity stress.

In the present experiment, alkaline stress decreased cha, chb and total chlorophyll whereas it increased cartonoied content. Yang *et al.,* (2009a) concluded that in alkalinity stress, the contents of Chl and Car in the barley plants decreased sharply with increased stress in comparison to salinity stress. They also stated that high pH might decrease contents of photosynthetic pigments. Potassium content decreased under alkaline stress condition whereas sodium and sodium to potassium rate increased. Also, Zhang and Chun-Sheng (2009) reported that with increasing alkaline stress, potassium content decreased in *Lathyrus quinquenervius* whereas,

1- MSc Student of Agronomy, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
2- Assistant of Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
(*- Corresponding Author Email: b.mahdavi@vru.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

sodium content and sodium to potassium rate increase. In wheat stems, a decrease in potassium content and potassium to sodium rate and an increase in sodium content were also observed. A high-pH environment surrounding the roots can cause metal ions and phosphorus to precipitate, with loss of normal physiological functions of roots and destruction of root cell structure.

Conclusions

Result showed that alkaline stress decreased shoot and root height, shoot and root dry weight, whereas proline, total carbohydrate and malondialdehyde content increased. Also, with increasing alkaline stress F_v/F_m, PI, cha, chb, total chlorophyll and potassium content decreased whereas cartonoied content, sodium and sodium to potassium rate increased. 411 variety showed superiority compared to Sofeh cultivar in growth characteristics, cha, total chlorophyll. Also, both cultivars showed same reaction under alkaline stress.

Keywords: Ion content, Photosynthetic pigments, Proline, Stress

www.SID.ir