اثر تنش قلیائیت بر جوانه‌زنی بذر، رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهچه دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

شایسته بمانی [۱]، بتول مهدوی [۲،*]، بنیامین ترابی [۲]

[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
* پست الکترونیک نویسنده مسئول: b.mahdavi@vru.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۰۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۲۶)

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر تنش قلیائیت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رشد و ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاهچه دو رقم گلرنگ (Carthamus *tinctorius* L.)، آزمایشی در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل فاکتور اول قلیائیت با بی‌کربنات سدیم در ۷ سطح (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ میلی‌مولار) و فاکتور دوم شامل دو رقم گلرنگ (صفه و ۴۱۱) بود. نتایج نشان داد که تنش قلیائیت اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر داشت. با افزایش تنش قلیائیت درصد و سرعت جوانه‌زنی، به ترتیب ۱۱/۵ و ۲۳/۷ درصد کاهش نشان دادند؛ و همچنین طول و وزن خشک ساقه‌چه، به ترتیب کاهش ۱۴۰ و ۷۸/۵ درصدی و طول و وزن خشک ریشه‌چه، نیز کاهش ۱۷۱/۱ و ۳۵۰ درصدی داشتند. میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم کاهش و محتوای مالون‌دی‌آلدئید ۱۶۰، پرولین ۲۷۵، قندهای محلول ۷۴۷ و سدیم افزایش یافت. در شرایط تنش قلیائیت، ارقام مورد بررسی ازنظر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، میزان پرولین و پتاسیم با یکدیگر تفاوت نشان دادند و از این نظر رقم ۴۱۱ برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به رقم دیگر نشان داد. هر دو رقم در سطح ۶۰ میلی‌مولار بیشترین میزان مالون‌دی‌آلدئید را داشتند و کمترین میزان این صفت مربوط رقم صفه و سطح شاهد بود. با توجه به نتایج تحقیق انجام شده رقم ۴۱۱ در محتوای پرولین و قندهای محلول نسبت به رقم صفه برتری داشت اما در سایر صفات تفاوت معنی‌داری بین دو رقم استفاده شده مشاهده نگردید.

واژه‌های کلیدی: پرولین، روابط یونی، مالون‌دی‌آلدئید، مرحله جوانه‌زنی

مقدمه

گیاه گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. از تیره کلاپرک‌سانان است که در اکثر کشورهای جهان کشت می‌شود. این گیاه علاوه بر اینکه به‌عنوان گیاهی روغنی شناخته شده است دارای خواص داروئی بوده و در گذشته بیشتر از مواد رنگی آن استفاده می‌شده است. میزان اسید لینولئیک آن بین ۷۳ تا ۸۵ درصد است که بالاترین مقدار در بین گیاهان روغنی می‌باشد. امروزه با معرفی رنگ‌های مصنوعی ارزان قیمت، گلرنگ به‌عنوان منبع تولید رنگ ارزش زیادی ندارد، ولی روغن آن با توجه به کیفیت بسیار بالا هنوز به‌عنوان یکی از مرغوب‌ترین انواع روغن شناخته می‌شود. دانه آن حاوی ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن و دارای ۱۲ تا ۲۴ درصد پروتئین است (خواجه‌پور ۱۳۸۳). کاربرد گلرنگ به گل، دانه و روغن محدود نمی‌شود و سایر بخش‌های گیاهی از جمله علوفه و کنجاله دانه گلرنگ هم برای تغذیه حیوانات قابل استفاده هستند. کشت گلرنگ در

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]

ایران از سالیان دور عمدتاً جهت استفاده از رنگ آن در صنایع قالی‌بافی به‌صورت محدودی معمول بوده ولی به دلیل نبودن ارقام دارای عملکرد بالا و طولانی بودن دوره رشد، سطح زیرکشت آن محدود بوده است. اخیراً به دلیل برنامه‌ریزی‌هایی که به‌منظور افزایش تولید روغن صورت گرفته است توجه بیشتری به این گیاه شده است.

در بسیاری از نواحی کشاورزی آسیا، به‌ویژه ایران قلیائیت یک عامل مهم محدودکننده محصولات کشاورزی است. تنش قلیائیت توسط کربنات‌ها (CO_3^{2-}) و بی‌کربنات‌ها (HCO_3^-) ایجاد می‌شود همچنین هیدروکسید، بورات، آمونیاک، بازهای آلی، فسفات‌ها و سیلیکات‌ها نیز به‌عنوان عوامل فرعی ایجادکننده تنش قلیائیت پیشنهاد شده‌اند. منظور از شوری، تنش توسط نمک‌های طبیعی است ولی منظور از قلیائیت، تنش ایجاد شده توسط نمک‌های مخصوص قلیائیت است (شی و وانگ[1]، ۲۰۰۵). تنش شوری معمولاً باعث بروز تنش اسمزی و از بین بردن تعادل یونی در خاک می‌شود (مونز[2]، ۲۰۰۲)، اما زمانی که تنش قلیائیت هم همراه آن باشد یک اثر pH بالا هم به این اثرات اضافه می‌گردد. pH بالا موجب رسوب یون‌های فلزی مختلف و فسفر در اطراف ریشه گیاه می‌شود که این عمل می‌تواند باعث خسارت بر فرایندهای فیزیولوژیکی طبیعی ریشه و تخریب ساختار ریشه گردد (لی[3] و همکاران، ۲۰۰۹). تنش قلیائیت جذب یکسری یون‌های غیر آلی مانند Cl^- و NO_3^- را محدود کرده و بر جذب انتخابی K^+ و Na^+ به مقدار زیادی اثر گذاشته و توازن یونی را به هم می‌زند (یانگ[4] و همکاران، ۲۰۰۷، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹)؛ بنابراین گیاهان در خاک‌های قلیایی باید بتوانند بر خشکی فیزیولوژیک و سمیت یونی غلبه کرده و همچنین توازن یونی داخلی را نگه داشته و pH بیرون ریشه‌ها را تنظیم کنند.

جوانه‌زنی یکی از مراحل بحرانی در زندگی گیاهان است که تحت تأثیر عوامل مختلف زیستی و غیر زیستی مانند دما، نور، آب، شوری، قلیائیت و غیره است (آل احمدی و کافی[5]، ۲۰۰۷). علاوه بر این شوری و قلیائیت مهم‌ترین عامل‌های محدود کننده جوانه‌زنی در بسیاری از گونه‌ها هستند زیرا تحمل به شوری و قلیائیت در طول جوانه‌زنی برای استقرار گیاهان رشد یافته در خاک‌های شور و قلیایی مهم می‌باشد (یونگار[6]، ۱۹۹۵). شی و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند که سطوح بالای قلیائیت می‌تواند عامل محدود کننده جوانه‌زنی گیاهان باشد. گوان[7] و همکاران (۲۰۰۹) نیز کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یونجه را در شرایط قلیائیت گزارش کردند. تنش قلیائیت رشد گیاهچه را تحت تأثیر قرار داده و سبب کاهش طول و وزن خشک آن می‌گردد (ضریبی و قارسالی[8]، ۲۰۰۲). با توجه به روند رو به رشد قلیائیت در کشور و نظر به اهمیت گیاه گلرنگ به‌عنوان یک گیاه روغنی مهم، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر تنش قلیائیت بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو رقم گلرنگ (صفه و ۴۱۱) بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول قلیائیت در ۷ سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ میلی‌مولار) و فاکتور دوم دو رقم گلرنگ (صفه و ۴۱۱) بود. pH برای سطوح قلیائیت ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ میلی‌مولار به ترتیب ۷، ۷/۸۱، ۸/۱۸، ۸/۳۳، ۸/۵۰، ۹/۰۳ و ۹/۱۸ بود. رقم صفه حاصل انتخاب تک بوته از توده محلی گلرنگ اصفهان است. این رقم بهاره، بدون خار، زودرس بوده و درصد روغن دانه آن ۳۰ درصد است. رقم ۴۱۱ رقمی است بی‌خار، مقاوم به زنگ، مقاوم به ریزش دانه و دانه درشت با درصد روغن ۳۰ درصد. بذرهای این دو رقم از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. تیمار قلیائیت با نمک بی‌کربنات سدیم اعمال شد. برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. قبل از آزمایش، جهت ضدعفونی بذرها از هیپوکلریت سدیم ۱ درصد به مدت ۳۰ ثانیه

[1] Shi and Wang
[2] Munns
[3] Li
[4] Yang
[5] Al-Ahmadi and Kafi
[6] Ungar
[7] Guan
[8] Zribi and Gharsalli

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]

استفاده گردید و پس از گذشت این مدت، بذرها دو مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند. سپس دسته‌های ۵۰ تایی بذرهای گلرنگ در ظروف پتری استریل حاوی کاغذ صافی قرارگرفته و در ژرمیناتوری با دمای ۲۰°C به مدت ۸ روز قرار گرفت (یلیوار و هاناچی[1]، ۲۰۱۲). هشت روز بعد، تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش و طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، با خط کش با دقت یک‌دهم سانتی‌متر و نیز وزن خشک ساقه‌چه همراه با لپه‌ها و ریشه‌چه با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد، میزان پرولین، کربوهیدرات‌های کل، مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و غلظت عناصر سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری گردید. برای خشک کردن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

سرعت جوانه‌زنی از رابطه زیر محاسبه شد:

$$GR = \sum \left(\frac{ni}{Di} \right)$$

که در این رابطه، n: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز iام و Di: تعداد روز پس از شروع آزمایش است (آگراوال[2]، ۲۰۰۴).

به‌منظور اندازه‌گیری غلظت یون‌ها، ۰/۲ گرم ماده خشک گیاهچه‌های گلرنگ در هر تیمار در بوته چینی سائیده شده و به مدت نیم ساعت در دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس و سپس به مدت دو ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در کوره قرار داده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت و خنک شدن کوره، نمونه‌ها خارج شدند. به نمونه حاصل، ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال اضافه شده و پس از عبور از کاغذ صافی، عصاره حاصل با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در عصاره به‌دست آمده، غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر[3] (مدل PFP7 ساخت کشور آلمان) تعیین گردید. عناصر کلسیم و منیزیم بعد از عصاره گیری با استفاده از دستگاه جذب اتمیک[4] (مدل GBC avanta ساخت کشور استرالیا) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پرولین از روش بیتس[5] و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. غلظت پرولین نمونه‌ها با استفاده از غلظت‌های مشخص پرولین خالص در منحنی استاندارد به‌عنوان شاهد در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر بر حسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه برگ محاسبه گردید. اندازه‌گیری کربوهیدرات کل از روش دابیوس[6] و همکاران (۱۹۵۶) با استفاده از فنل-اسید سولفوریک و استاندارد گلوکز انجام شد. جذب استانداردها به همراه جذب کربوهیدرات کل نمونه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۹۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. مقدار کربوهیدرات نمونه، بر مبنای وزن‌تر نمونه‌ها تعیین گردید. مالون دی‌آلدئید به‌عنوان فرآورده نهایی پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء با روش وس[7] و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. میزان مالون دی‌آلدئید نمونه‌ها با اندازه‌گیری جذب در طول‌موج‌های ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر و با استفاده از ضریب خاموشی ($mM^{-1}cm^{-1}$ ε=۱۵۵) محاسبه گردید.

از نرم‌افزار SAS برای تجزیه آماری داده‌ها استفاده و با مشاهده تفاوت معنی‌دار در آنالیز واریانس (ANOVA) مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی تنها تحت تأثیر تنش قلیائیت قرار گرفتند و دو رقم اختلاف معنی‌داری ازنظر درصد و سرعت جوانه‌زنی نداشتند (جدول ۱). با افزایش تنش قلیائیت از صفر (بدون تنش) به ۶۰ میلی‌مولار درصد جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۲). به گونه‌ای که بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد (بدون تنش) بود که با سطوح تنش ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار اختلاف آماری نداشت و کمترین آن نیز مربوط به سطح تنش ۶۰ میلی‌مولار بود که با سطوح ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نداشت. سرعت جوانه‌زنی نیز در گیاهان تنش ندیده (شاهد) بیشترین مقدار بود که با سطوح تنش ۱۰

[1] Elouaer and Hannachi
[2] Agrawal
[3] Fluim photometer
[4] Atomic absorbtion
[5] Bates
[6] Dubois
[7] Vos

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]

و ۲۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن مربوط به سطح قلیائیت ۶۰ میلی‌مولار بود (جدول ۲). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی با افزایش تنش قلیائیت در گیاه گندم (گواو[1] و همکاران، ۲۰۰۹) و گونه‌ای از یونجه (*Medicago ruthenica*) (گواوان و همکاران، ۲۰۰۹) نیز گزارش شده است. اثر بازدارندگی قلیائیت بر جوانه‌زنی می‌تواند به علت افزایش pH محیط در این شرایط باشد (کمپل و نیشیو[2]، ۲۰۰۰). به‌طور کلی افزایش pH محیط و درنتیجه به هم خوردن توازن یونی مستقیماً جذب مواد معدنی را توسط بذر تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است سبب تجزیه ساختار بذر و مرگ آن گردد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۶، زهانگ[3] و همکاران، ۲۰۰۸).

طول ساقه‌چه تحت تأثیر قلیائیت، رقم و برهمکنش قلیائیت و رقم قرار گرفت و طول ریشه‌چه تحت تأثیر قلیائیت و اثر برهمکنش قلیائیت و رقم بود (جدول ۱). بلندترین طول ساقه‌چه در گیاهان شاهد و رقم ۴۱۱ مشاهده گردید. رقم صفه در سطح قلیائیت ۶۰ میلی‌مولار کوتاه‌ترین طول ساقه‌چه را داشت که اختلاف معنی‌داری با رقم ۴۱۱ در همین سطح تنش نداشت (شکل ۱). با افزایش تنش قلیائیت طول ساقه‌چه هر دو رقم کاهش یافت و در تمام سطوح تنش، رقم ۴۱۱ طول ساقه‌چه بلندتری نسبت به رقم صفه داشت (شکل ۱). در رقم ۴۱۱، طول ریشه‌چه با افزایش تنش قلیائیت از سطح ۱۰ میلی مولار نسبت به شاهد کاهش یافت در حالی که در رقم صفه از سطح ۲۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش یافت. رقم ۴۱۱ در سطح شاهد بیشترین طول ریشه‌چه را داشت و کمترین آن نیز به رقم صفه و سطح قلیائیت ۶۰ میلی‌مولار اختصاص داشت (شکل ۱).

همچنین نتایج نشان داد که با افزایش سطح تنش از ۳۰ میلی‌مولار، رقم ۴۱۱ طول ریشه‌چه بیشتری را نسبت به رقم صفه به خود اختصاص داد. لئو[4] و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که سطوح بالایی تنش قلیائیت در گیاه آفتابگردان سبب کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌گردد.

همچنین کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گیاهچه گندم توسط سایر محققان در شرایط تنش قلیائیت گزارش شده است (گواو و همکاران، ۲۰۰۹).

قلیائیت بالا با کاهش رشد سلولی ریشه و جلوگیری از جذب مواد غذایی کافی سبب کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌گردد (والترز [5] و ریچ، ۲۰۰۰). شی و وانگ، (۲۰۰۵) بیان کردند pH بالای ایجاد شده توسط تنش قلیائیت سبب کاهش رشد گیاهچه در گیاهان می‌گردد. pH بالا در محیط احاطه کننده ریشه با اثر بر ساختار خاک، جلوگیری از جذب مواد غذایی، اختلال در توازن یونی گیاهان سبب ممانعت از رشد می‌گردد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۷).

وزن خشک ساقه‌چه تنها تحت تأثیر اثر قلیائیت قرار گرفت. وزن خشک ریشه‌چه تحت تأثیر قلیائیت و برهمکنش قلیائیت و رقم بود (جدول ۱). بیشترین وزن خشک ساقه‌چه مربوط به سطح بدون قلیائیت (شاهد) بود که با سطح ۱۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن مربوط به سطح ۶۰ میلی‌مولار تنش بود که با سطح ۵۰ میلی‌مولار معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به رقم ۴۱۱ و سطح بدون قلیائیت (شاهد) بود که با رقم صفه در همین سطح اختلاف معنی‌داری نداشت؛ اما در قلیائیت ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار دو رقم واکنش متفاوتی نسبت به سایر سطوح نشان دادند به‌گونه‌ای که در سطح ۲۰ میلی‌مولار رقم ۴۱۱ برتری نشان داد و در سطح ۴۰ میلی‌مولار رقم صفه وزن خشک ریشه‌چه بیشتری داشت و نیز کمترین وزن خشک ریشه‌چه را هر دو رقم در سطح ۶۰ میلی‌مولار داشتند (شکل ۲). کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط تنش قلیائیت در آفتابگردان (لئو و همکاران، ۲۰۱۰) و در نوعی لوبیا با نام علمی *Vigna aconitifolia* (پتیل[6] و همکاران، ۲۰۱۲) نیز گزارش شده است. کاهش رشد گیاهچه در معرض تنش قلیائیت نتیجه کاهش پتانسیل اسمزی محیط رشد، سمیت یونی

[1] Guo
[2] Campbell and Nishio
[3] Zhang
[4] Liu
[5] Walters and Reich
[6] Patil

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش قلیائیت و رقم بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گلرنگ

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه
قلیائیت	۶	۱۱۲/۵۴**	۱۲/۴۶**	۷/۸۶**	۱۳/۶۲**	۰/۰۱۰۹**	۰/۰۰۰۱۲**
رقم	۱	۲۰/۰۲^{ns}	۴/۷۷^{ns}	۳/۴۴**	۰/۶۱۹^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۱^{ns}
قلیائیت × رقم	۶	۳۶/۹۱^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۰/۳۳۶*	۰/۹۳**	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۴**
خطا	۲۸	۲۸/۷۶	۲/۱۵	۰/۱۰۴	۰/۲۱۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات		۵/۷۹	۶/۷۴	۷/۹۹	۱۱/۹۹	۱۵/۷۹	۱۰/۶۰

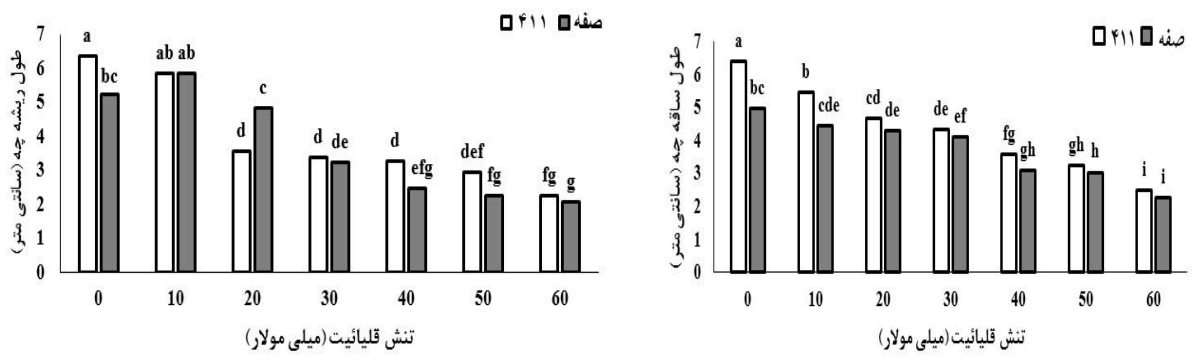
** در سطح ۱ درصد معنی‌دار، * در سطح ۵ درصد معنی‌دار، ^{ns} عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین اثرات تنش قلیائیت و رقم بر برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گلرنگ

قلیائیت (میلی‌مولار)	درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	وزن خشک ساقه‌چه (g)
۰	۹۸/۵۰a	۲۳/۷۲a	۰/۲۵a
۱۰	۹۷/۸۳a	۲۲/۷۳ab	۰/۲۳a
۲۰	۹۴/۵۰ab	۲۲/۳۷ab	۰/۱۹b
۳۰	۹۱/۰۰b	۲۱/۸۰b	۰/۱۸b
۴۰	۸۹/۱۷b	۲۱/۵۴b	۰/۱۶bc
۵۰	۸۸/۸۳b	۲۱/۰۴b	۰/۱۵c
۶۰	۸۸/۳۳b	۱۹/۱۶c	۰/۱۴c

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

(الف) **(ب)**



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری قلیائیت و رقم از نظر طول ساقه‌چه (الف) و ریشه‌چه (ب) در گیاهچه دو رقم گلرنگ. میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]

و افزایش pH می‌باشد (گواو و همکاران، ۲۰۰۹). اثر قلیائیت و برهمکنش قلیائیت و رقم بر محتوای مالون دی‌آلدئید معنی‌دار بود. دو رقم از لحاظ محتوای مالون دی‌آلدئید اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳). در هر دو رقم با افزایش قلیائیت به ۶۰ میلی‌مولار محتوای مالون دی‌آلدئید نسبت به شاهد افزایش یافت. کمترین میزان این صفت مربوط به رقم صفه و سطح شاهد بود و بیشترین آن مربوط به رقم صفه و سطح ۶۰ میلی‌مولار بود که با رقم ۴۱۱ و سطح ۶۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳). مالون‌دی‌آلدئید به‌عنوان محصول نهایی اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع در غشاء سلولی تولید می‌شود. تنش اکسیداتیو سبب افزایش در محتوای مالون‌دی‌آلدئید می‌گردد (وبر[1] و همکاران، ۲۰۰۴).

افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید گیاهچه‌ها توسط محققان دیگر نیز در شرایط تنش قلیائیت گزارش شده است (زهانگ و جان شیگ[2]، ۲۰۰۹).

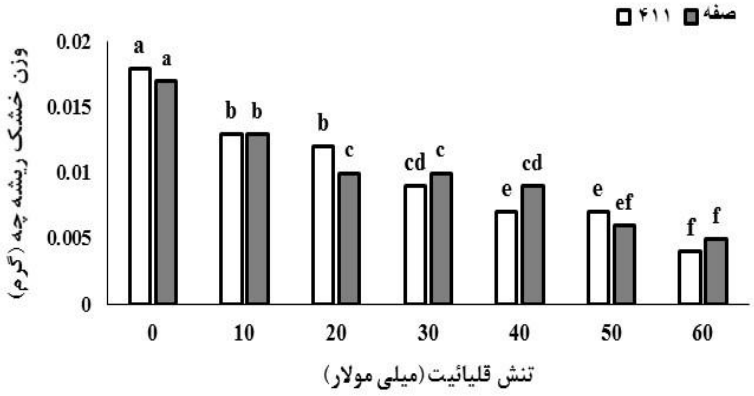
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر این مطلب بود که اثر قلیائیت، رقم و برهمکنش قلیائیت و رقم بر میزان پرولین برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس (شکل ۳) بیشترین مقدار پرولین مربوط به رقم ۴۱۱ در سطح تنش ۶۰ میلی‌مولار بود و کمترین میزان پرولین مربوط به گیاهچه‌های تنش ندیده رقم صفه بود. با افزایش سطح تنش از صفر به ۶۰ میلی‌مولار محتوای پرولین در هر دو رقم افزایش یافت و رقم ۴۱۱ بیشترین میزان پرولین را در سطوح تنش ۲۰،۳۰،۵۰ و ۶۰ میلی‌مولار نسبت به رقم صفه نشان داد. تجمع ترکیبات آلی مانند پرولین در سیتوپلاسم نقش مهمی را در کاهش تنش اسمزی ایفا می‌کنند (والترز و ریچ، ۲۰۰۰). 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 خان[3] و همکاران، (۲۰۱۰). یانگ و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تنش قلیائیت باعث افزایش میزان پرولین در گیاهچه‌های جو می‌شود. همچنین افزایش پرولین در شرایط تنش قلیائیت در گیاهچه‌های گندم گزارش شده است (گواو و همکاران، ۲۰۰۹). در بسیاری از گیاهان تجمع پرولین نقش مهمی را در تحمل به تنش شور- قلیایی با حفظ پایداری غشا ایفا می‌کند (اشرف و هاریس[4]، ۲۰۰۴).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در ارتباط با قندهای محلول اثرات قلیائیت و رقم در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۳). تنش قلیائیت به‌طور قابل ملاحظه‌ای میزان قندهای محلول را در مقایسه با شاهد افزایش داد. بیشترین میزان قندهای محلول در غلظت ۶۰ میلی‌مولار مشاهده گردید و کمترین میزان آن مربوط به تیمار بدون تنش (شاهد) بود. همچنین در بین رقم‌ها، رقم ۴۱۱ قند محلول بیشتری نسبت به رقم صفه داشت (شکل ۴). لئو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با افزایش تنش قلیائیت، میزان قندهای محلول در گیاهچه‌های آفتابگردان افزایش معنی‌داری می‌یابد. در شرایط تنش‌های محیطی، تجمع قندها از سلول‌ها از طریق تنظیم اسمزی و نگهداری تورژسانس و همچنین پایداری غشاها و پروتئین‌ها محافظت می‌کنند (بونرت[5] و همکاران، ۱۹۹۵). یانگ و همکاران (۲۰۰۹) 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 هم ایستایی سلولی است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد قلیائیت اثر معنی‌داری بر میزان سدیم، میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی داشت. رقم اثر معنی‌داری بر میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم داشت. برهمکنش قلیائیت و رقم نیز بر میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم اندام هوایی معنی‌دار بود (جدول ۳).

[1] Weber
[2] Zhang and Chun-Sheng
[3] Khan
[4] Ashraf and Harris
[5] Bohnert

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]



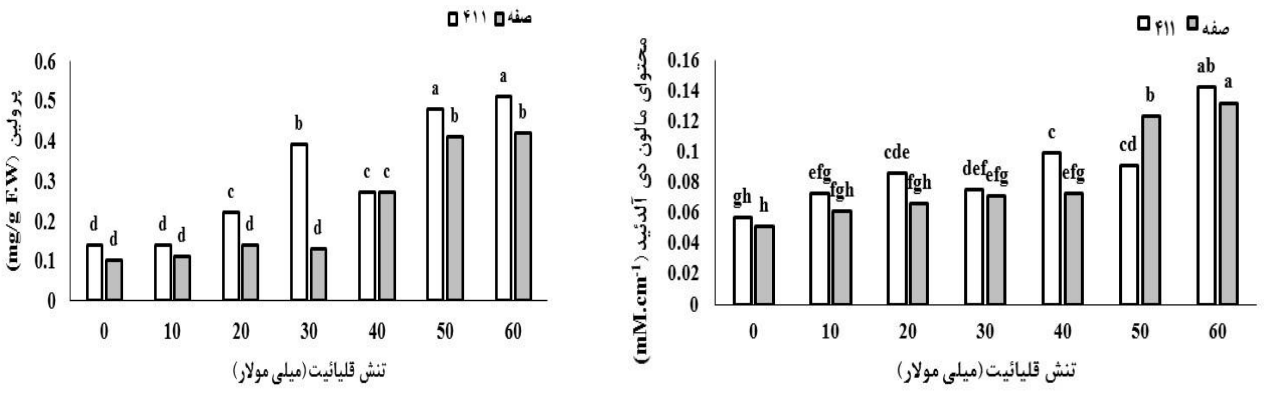
شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری قلیائیت و رقم از نظر وزن خشک ریشه‌چه در گیاهچه دو رقم گلرنگ
میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش قلیائیت و رقم بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهچه گلرنگ

منبع تغییرات	درجه آزادی	مالون دی آلدئید	پرولین	قندهای محلول	سدیم	پتاسیم	نسبت سدیم به پتاسیم
قلیائیت	۶	۰/۰۰۴۸ **	۰/۱۱۷ **	۳۱/۹۲**	۱۸/۳۳ **	۱۵/۸۱ **	۱۰۱/۸۰ **
رقم	۱	۰/۰۰۰۱۷ ns	۰/۰۷۶ **	۰/۰۰۸۲**	۰/۰۰۵ ns	۴/۰۷ **	۱۵/۷۵ **
قلیائیت × رقم	۶	۰/۰۰۰۵۵ **	۰/۰۱۰ **	۰/۶۹ ns	۰/۲۱ ns	۰/۴۵ *	۴/۵۸ **
خطا	۲۸	۰/۰۰۰۱۰	۰/۰۰۱۴	۰/۵۳	۰/۲۰۵	۰/۱۷	۰/۴۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۹۶	۱۴/۳۷	۱۳/۵۴	۱۷/۳۹	۱۰/۰۱	۱۸/۱۶

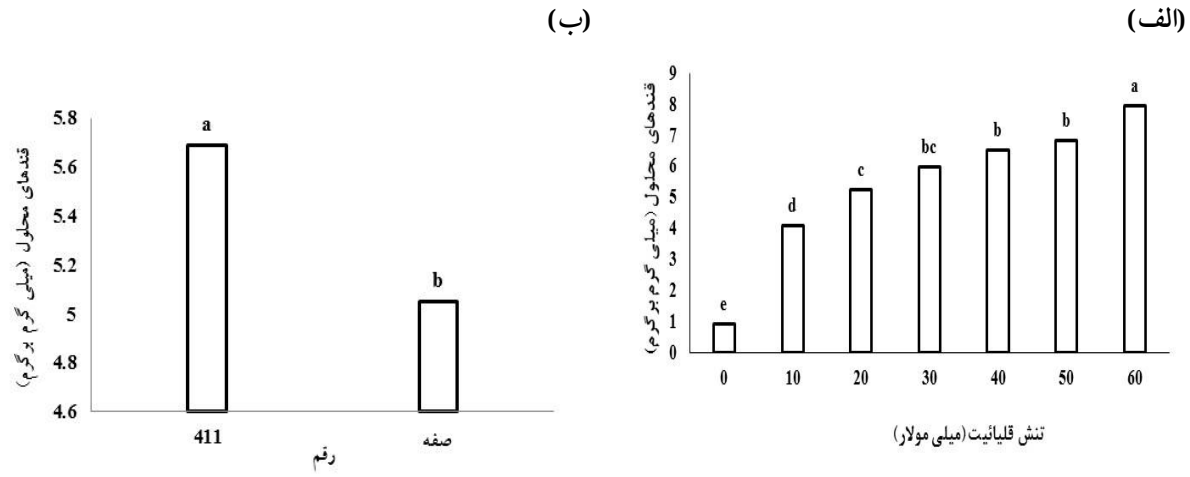
** در سطح ۱ درصد معنی‌دار، * در سطح ۵ درصد معنی‌دار، ns عدم تفاوت معنی‌دار

(الف) (ب)



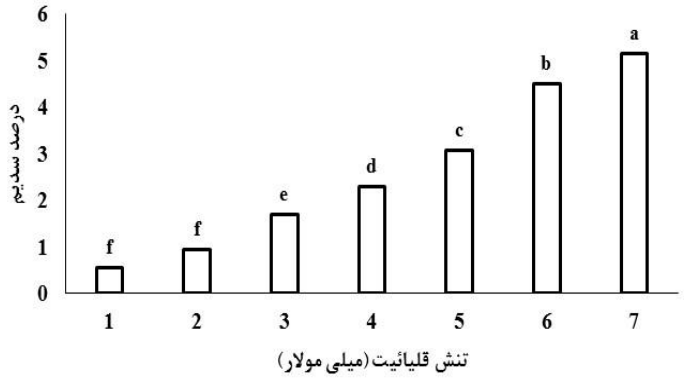
شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری قلیائیت و رقم از نظر محتوای مالون دی‌آلدئید (الف) و پرولین (ب) در گیاهچه دو رقم گلرنگ
میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]



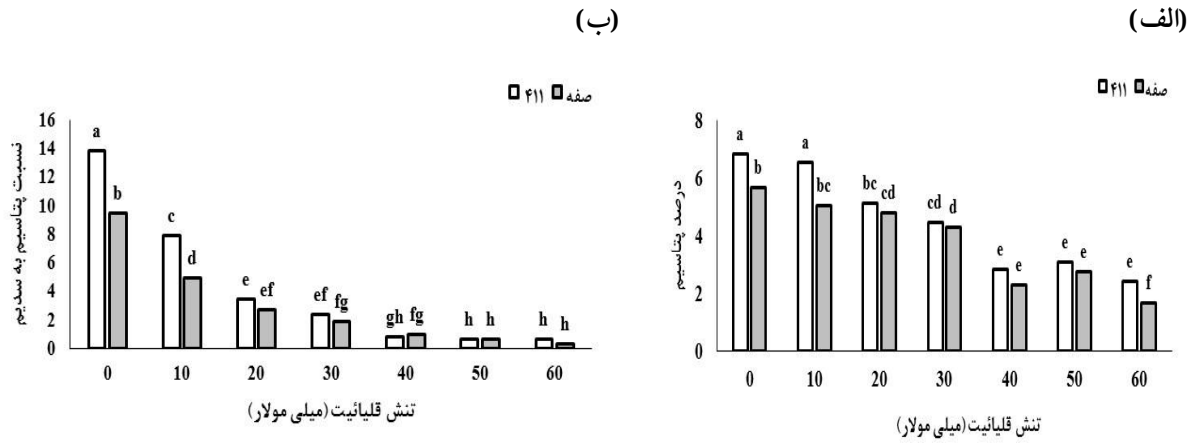
شکل ۴- مقایسه‌ی میانگین اثرات تنش قلیائیت (الف) و رقم (ب) از نظر قندهای محلول در گیاهچه دو رقم گلرنگ. میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

افزایش قلیائیت سبب افزایش معنی‌دار میزان سدیم اندام هوایی گردید، به‌طوری که در سطح قلیائیت ۶۰ میلی‌مولار بیشترین مقدار سدیم در اندام هوایی مشاهده شد و کمترین آن نیز مربوط به سطح بدون تنش (شاهد) بود (شکل ۵). با افزایش تنش قلیائیت میزان پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم در هر دو رقم کاهش یافت (شکل ۶). بیشترین درصد پتاسیم مربوط به رقم ۴۱۱ در شرایط بدون تنش و سطح تنش ۱۰ میلی‌مولار بود. کمترین میزان پتاسیم در سطح تنش ۶۰ میلی‌مولار مشاهده گردید و بین دو رقم در این سطح اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. رقم ۴۱۱ تنها در سطوح شاهد و ۱۰ میلی‌مولار میزان پتاسیم بیشتری نسبت به رقم صفه داشت. همچنین بیشترین میزان نسبت پتاسیم به سدیم در سطح بدون تنش و رقم ۴۱۱ و کمترین آن در سطح تنش ۵۰ و ۶۰ میلی‌مولار و در هر دو رقم مشاهده گردید (شکل ۶).



شکل ۵- مقایسه‌ی میانگین اثرات تنش قلیائیت از نظر سدیم در گیاهچه دو رقم گلرنگ
میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]



شکل ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری قلیائیت و رقم از نظر پتاسیم (الف) و نسبت سدیم به پتاسیم (ب) در گیاهچه دو رقم گلرنگ (میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون LSD ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.)

سدیم پایین و پتاسیم بالا در سیتوپلاسم برای حفظ فرایندهای آنزیمی ضروری است (مونز و تستر[1]، ۲۰۰۸). در شرایط تنش شوری و قلیائیت بیشتر گیاهان معمولاً سدیم را جذب کرده و بلافاصله جذب پتاسیم در آن‌ها محدود می‌شود (شی و وانگ، ۲۰۰۵). نتایج این مطالعه با یافته‌های لی و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه روی گیاه گندم مطابقت دارد. این محققین نشان دادند که با افزایش تنش قلیائیت میزان سدیم در گیاهچه‌های گندم افزایش می‌یابد درحالی‌که میزان پتاسیم کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش قلیائیت درصد و سرعت جوانه‌زنی گلرنگ کاهش یافت و دو رقم مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری ازنظر درصد و سرعت جوانه‌زنی نداشتند. با افزایش تنش قلیائیت طول ساقه‌چه و ریشه‌چه هر دو رقم کاهش یافت. در تمام سطوح تنش، رقم ۴۱۱ طول ساقه‌چه بلندتری نسبت به رقم صفه داشت و با افزایش سطح تنش از ۳۰ میلی‌مولار، رقم ۴۱۱ طول ریشه‌چه بیشتری از رقم صفه داشت. هر دو رقم تحت تأثیر تنش، محتوای مالون‌دی‌آلدئید بیشتری نسبت به شرایط بدون تنش داشتند. همچنین هر دو رقم با افزایش سطح تنش محتوای پرولین بیشتری داشتند که نشان‌دهنده این است که هر دو رقم از مکانیسم تنظیم اسمزی به نحو مطلوب جهت اجتناب از تنش قلیائیت استفاده می‌نمایند. رقم ۴۱۱ بیشترین میزان پرولین را در تمامی سطوح تنش نسبت به رقم صفه داشت. با افزایش تنش، میزان پتاسیم گیاهچه هر دو رقم کاهش یافت و میزان این صفت در رقم صفه در تمامی سطوح کاهش بیشتری نسبت به رقم ۴۱۱ داشت. رقم ۴۱۱ در محتوای پرولین و قندهای محلول نسبت به رقم صفه برتری داشت اما در سایر صفات تفاوت معنی‌داری بین دو رقم استفاده شده مشاهده نگردید.

[1] Munns and Tester

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]

منابع

خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۳ گیاهان صنعتی، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

Agrawal, R.L. 2004. Seed technology. Oxford and IBH publishing Co. LTD, New Dehli. 350 p.

Al-Ahmadi, M.J., and Kafi, M. 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* (L.). Journal of Arid Environments, 68(2): 308-314.

Ashraf, M., and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science, 166(1): 3-16.

Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, F.D. 1973. Rapid determination of free proline from water-stress studies. Plant and Soil, 39(1): 205-207.

Bohnert, H.J., Nelson, D.E., and Jensen, R.G. 1995. Adaptations to environment stresses. The Plant Cell, 7(7): 1099-1111.

Campbell, S.A., and Nishio, J.N. 2000. Iron deficiency studies of sugar beet using an improved sodium bicarbonate-buffered hydroponics growth system. Journal of Plant Nutrition, 23(6): 741-757.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Reber, P.A., and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical chemistry, 28(3): 350-356.

Elouaer, M.A., and Hannachi C. 2012. Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*) under salt stress. Eurasian Journal of BioSciences, 6: 76-84.

Guan, B., Zhou, D., Zhang, H., Tian, Y., Japhet, W., and Wang, P. 2009. Germination responses of *Medicago ruthenica* seeds to salinity, alkalinity, and temperature. Journal of Arid Environments, 73(1): 135-138.

Guo, R., Shi, L., and Yang, Y. 2009. Germination, growth, osmotic adjustment and ionic balance of wheat in response to saline and alkaline stresses. Soil Science and Plant Nutrition, 55(5): 667-679.

Khan, M.N., Siddiqui, M.H., Mohammad, F., Naeem, M., and Khan, M.M.A. 2010. Calcium chloride and gibberellic acid protect linseed (*Linum usitatissimum* L.) from NaCl stress by inducing antioxidative defense system and osmoprotectant accumulation. Acta Physiologiae Plantarum, 32(1): 121-132.

Li, X., Liu, J., Zhang, Y.T., Lin, J., and Mu, C. 2009. Physiological responses and adaptive strategies of wheat seedlings to salt and alkali stresses. Soil Science and Plant Nutrition, 55(5): 680-684.

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.

Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25(2): 239-250.

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651-681.

Patil, N.S., Apradh, V.T., and Karadge, B.A. 2012. Effects of alkali stress on seed germination and seedlings growth of *Vigna aconitifolia* (Jacq.) Marechal. Pharmacognosy Journal, 4(34): 77-80.

Shi, D., and Wang, D. 2005. Effects of various salt-alkali mixed stresses on *Aneurolepidium chinense* (Trin.) Kitag. Plant and Soil, 271(1-2): 15-26.

Shi, D., Sheng, Y., Zhao, K. 1997. Stress effects of mixed salts with various salinities on the seedlings of *Aneurolepidium chinense*. Acta Botanica Sinica, 40(12): 1136-1142.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]

Ungar, I.A. 1995. Seed germination and seed-bank ecology in halophytes. In: Kigel, J. and Galili, G. (ed), Seed Development and Germination. Marcel Dekker, New York. Pp: 599-628

Vos, C.H.R., Schat, H., Waal, M.A.M., Vooijs, R., and Ernst, W.H.O. 1991. Increased to copper-induced damage of the root plasma membrane in copper tolerant *Silene cucubalus*. Plant Physiology, 82(2): 523-528.

Walters, M.B., and Reich, P.B. 2000. Seed size, nitrogen supply, and growth rate affect tree seedling survival in deep shade. Ecology, 81(7): 1887-1901.

Weber, H., Chetelat, A., Reymond, P., and Farmer, E.E. 2004. Selective and powerful stress gene expression in Arabidopsis in response to malondialdehyde. The Plant Journal, 37(6): 877-888.

Yang, C., Chong, J., Kim, C., Li, C., Shi, D., and Wang, D. 2007. Osmotic adjustment and ion balance traits of an alkali resistant halophyte *Kochia sieversiana* during adaptation to salt and alkali conditions. Plant and Soil, 294(1-2): 263-276.

Yang, C., Jianaer, A., and Shi, D. 2006. Effects of complex salt and alkali conditions on the germination of seeds of *Puccinellia tenui* flora. Acta Prataculturae Sinica, 15(5): 45-51.

Yang, C., Shi, D., and Wang, D. 2008. Comparative effects of salt stress and alkali stress on growth, osmotic adjustment and ionic balance of an alkali resistant halophyte *Suaeda glauca* (Bge.). Plant Growth Regulation, 56(2): 179-190.

Yang, C.V., Xu, H.H., Wang, L.L., Liu, J., Shi, D.C., and Wang, D.L. 2009. Comparative effects of salt-stress and alkali-stress on the growth, photosynthesis, solute accumulation, and ion balance of barley plants. Photosynthetica, 47(1): 79-86.

Zhang, D.P., Cao, B.H., Jia, B., and Tang, Q. 2008. Germination and physiological response of *Albizia julibrissin* seeds under alkali-Salt stress. Scientia Silvae Sinicae, 44(9):157-161.

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(5): 685-697.

Zribi, K., and Gharsalli, M. 2002. Effect of bicarbonate on growth and iron nutrition of pea. Journal of Plant Nutrition, 25(10): 2143-2149.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 2(1), 2015

Effect of Alkaline Stress on Germination, Growth and Seedling Physiological Traits of two Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars

Shayeste Bemany[1], Batool Mahdavi[2, *], Benyamin Torabi[2]

[1]M.Sc. Student of Agronomy, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
[2] Assistant of Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
[*]Corresponding author, E-mail address: b.mahdavi@vru.ac.ir

(Received: 2015.02.22 ; Accepted: 2015.06.16)

Abstract

In order to study the effect of alkaline stress on seed germination and seedling biochemical characteristics of two safflower cultivars, a laboratory experiment was conducted based on a completely randomized design with three replications in Vali-e-Asr University of Rafsanjan. Experimental factors included level of alkaline with sodium bicarbonate (0, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 mM) and two cultivars of safflower (Soffeh and 411). The result showed that alkaline stress had significant effects on seed germination characteristics. Increasing alkaline stress reduced percentage and rate of germination, length and dry weights of shoots and roots, K^+ concentration and K^+/Na^+. However, alkaline increased malondialdehyde content, proline, total carbohydrate and Na^+ concentration. In alkaline stress condition, there was a significant difference between cultivars in length of shoots and roots, proline content and K^+ concentration. 411 cultivar showed notable superiority compared to Soffeh cultivar. Both cultivars had the highest malondialdehyde at 60 mM alkalinity and the lowest malondialdehyde obtained in Soffeh cultivar and control. The result of this research showed that 411 cultivar was better than Soffeh cultivar in proline and soluble sugar content, but these two cultivars had no significant differences in other traits.

Keywords: Proline, Ion relations, Malondialdehyde, Germination stage

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-17]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.1.8.0]
[DOI: 10.29252/yujs.2.1.97]