Eco-phytochemical
Journal of Medicinal Plants
Print ISSN: 2322-3235
Online ISSN: 2783-4697
Islamic Azad University
Gorgan Branch
Iranian Society
of Medical Plants

Biological response of *Capparis spinosa* L. to nitrogen application under salinity conditions

Mohsen Zafaranieh[1*], Seyed masoud Ziaee[2]

[1] Department of Horticulture, Technical and Engineering, Velayat University, Iranshahr, Iran,
Email:mohsen.zafaranieh245@gmail.com
[2] Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Higher Education Complex of Saravan

Article type:
Research article

Article history
Received: 24-04-2023
Revised: 21-05-2023
Accepted: 23-05-2023

Keywords
Catalase enzyme
Halophyte
Nitrogen fertilizer
Proline
Salt stress

Abstract

Salinity stress is one of the major abiotic stresses, which reduces plant growth by reducing water absorption and disrupting the balance of nutrients. To study the effect of nitrogen fertilizer on the physiological traits of *Capparis spinosa* L. at high salt concentrations, a greenhouse experiment was conducted in a factorial arrangement based on a randomized complete block with three replications in 2022. The first factor included 5 levels of salinity (100 (control), 200, 300, 400, and 500 mM), and the second factor comprised 4 levels of nitrogen fertilizer (50, 100, 150, and 200 ppm). The traits under study included shoot dry weight, proline content, soluble sugar, malondialdehyde enzyme activity, and catalase. Results showed that quantum yield, proline content, and soluble carbohydrate were affected by salinity and nitrogen concentrations. With increasing salinity levels from 100 to 500 mM, proline and soluble carbohydrate content increased, but with increasing nitrogen levels from 50 ppm to 200 ppm, soluble carbohydrates and proline content decreased and increased, respectively. Shoot dry weight and catalase activity were affected by the interaction of salinity and nitrogen levels. Results showed that at high levels of salinity and increasing nitrogen levels to 150 and 200 ppm, shoot dry weight content decreased while catalase, and peroxidase activity and shoot sodium content increased. According to these results, application of 200 ppm nitrogen is recommended in low (100 and 200 mM) and medium (300 mM) salinity levels while in high salinity (400 and 500 mM) levels, application of 50 ppm nitrogen in the nutrient solution of *Capparis* is recommended.

Cite this article as: Zafaranieh, M., Ziaee, S.M. (2023). Biological Response of *Capparis spinosa* L. to Nitrogen Application under Salinity Conditions. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants,* 11(2): 79-91.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch
Doi: 10.30495/ejmp.2023.1984591.1727 Dor: 20.1001.1.23223235.1402.11.2.5.8

اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی
شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۳۲۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۹۷
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
انجمن گیاهان دارویی ایران ثبت ۱۸۹۶۳

بررسی اثر کاربرد نیتروژن در شرایط شور بر پاسخ‌های بیولوژیک گیاه دارویی *Capparis spinosa* L.

محسن زعفرانیه[1*]، سیدمسعود ضیایی[2]

[1] گروه باغبانی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران، رایانامه: mohsen.zafaranieh245@gmail.com
[2] گروه تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی مجتمع آموزش عالی سراوان

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۲/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲

واژه‌های کلیدی:
پاسخ فیزیولوژیک
تنش شوری
پرولین
کبر
کود نیتروژن

چکیده

تنش شوری یکی از عمده‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که با کاهش جذب آب و برهم زدن تعادل عناصر غذایی باعث کاهش رشد گیاه می‌شود. در این تحقیق به منظور بررسی اثر کود نیتروژن بر صفات فیزیولوژیکی گیاه کبر *Capparis spinosa* L. در غلظت‌های بالای نمک، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب بلوک های کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه تحقیقاتی زرند انجام شد. فاکتور اول شامل پنج سطح شوری (۱۰۰ شاهد)، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار) و فاکتور دوم شامل چهار سطح کود نیتروژن (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ پی پی ام) بود. صفات مورد مطالعه شامل وزن خشک اندام هوایی در مرحله گل دهی، محتوای پرولین، قند محلول، مالون دی آلدئید،آنزیم کاتالاز، ترکیبات فنلی و محتوی کلروفیل اندام هوایی بود. نتایج نشان داد که عملکرد کوانتوم، محتوای پرولین و قندهای محلول تحت تأثیر شوری و نیتروژن قرار گرفتند و افزایش سطح شوری از ۱۰۰ به ۵۰۰ میلی مولار باعث افزایش، محتوی پرولین و قندهای محلول شد. اما افزایش غلظت نیتروژن از ۵۰ به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش محتوی پرولین و کاهش محتوی قندهای محلول شد. وزن خشک اندام هوایی، محتوی مالون دی آلدئید، فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تأثیر برهمکنش نیتروژن و شوری قرار گرفتند. نتایج نشان داد، در سطوح بالای شوری افزایش غلظت نیتروژن به ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش وزن خشک و افزایش محتوی مالون دی آلدئید و فعالیت آنزیم کاتالاز شد. در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کاربرد کود نیتروژن باعث کاهش معنی‌دار فعالیت ترکیب‌های فنلی شد، به‌طوری که بیشترین فعالیت ترکیبات با کاربرد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن حاصل شد و با افزایش غلظت نیتروژن از فعالیت آنزیم کاسته شد. با توجه به نتایج، در شوری‌های پایین (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) و متوسط (۳۰۰ میلی‌مولار) مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و در شوری‌های بالا (۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار) مصرف ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن در محلول غذایی توصیه می‌شود.

استناد: زعفرانیه، م.، ضیایی، س.م. (۱۴۰۲). بررسی اثر کاربرد نیتروژن در شرایط شور بر پاسخ‌های بیولوژیک گیاه دارویی *Capparis spinosa* L. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۱ (۲)، ۹۱-۷۹.

Doi: 10.30495/ejmp.2023.1984591.1727
Dor: 20.1001.1.23223235.1402.11.2.5.8

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

کبر با نام علمی *Capparis spinosa* L. یک گیاه هالوفیت و محصول غذایی چند منظوره است که تحمل زیادی به غلظت بالای نمک دارد. این گیاه در غلظت‌های بالای نمک تا حد شوری آب دریا، می‌توانند رشد کنند (Düzdemir et al., 2009). گیاهی علفی چندساله، گاهاً درختچه‌ای و بوته‌ای با ریشه‌ای چوبی و منشعب و دارای برگ‌های متناوب با اندازه‌های متنوع و دمبرگ‌دار می‌باشد (Vahid et al., 2015) کبر دارای ۲۵۰ گونه است که اغلب آن ها وحشی هستند و در زمین‌های خشک و نیمه خشک نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری با قابلیت سازگاری با شرایط خشک سالی قادر به رشد می‌باشند (Gan et al., 2013). این گیاه پتانسیل بالای رشد در زمین های شور را دارد و این ویژگی باعث شده به‌عنوان یک گیاه مقاوم مورد توجه برای نواحی باشد که شوری به عنوان یک مشکل بزرگ کشاورزی است (Ünlükara., 2015). تنش‌های گوناگون محیطی از مهمترین عللی هستند که تولیدات کشاورزی را به روش‌های مختلفی دچار مشکل می‌سازند و تنش شوری یکی از این تنش‌ها است (Momeni, 2010). تنش شوری یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد و تولید در گیاهان زراعی، باغی و دارویی در جهان، خصوصاً مناطق خشک و نیمه خشک، به شمار می‌آید (Momeni, 2010). ۹۷/۵ درصد آب جهان و بسیاری ازخاک‌ها به صورت طبیعی شور هستند. فعالیت‌های انسان نیز دربسیاری از مناطق این مشکل را تشدید کرده است (Ashraf , 2009). حد بحرانی نمک برای گیاهان پنج دهم درصد وزن خاک خشک می باشد. علت اصلی شوری در طبیعت، غلظت زیاد کاتیون‌های سدیم، کلسیم، منیزیم و آنیون‌های کلر، سولفات و نیترات می‌باشد (Mehrinfar et al., 2014). وجود نمک در محلول خاک باعث کاهش توانایی گیاه برای جذب آب شده و منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود که به آن اثر اسمزی شوری گفته می‌شود (Machado et al., 2017). تنش شوری به عنوان عمده‌ترین عامل متوقف کننده رشد و تولید گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک جهان مطرح است (Jamil et al., 2011).

استفاده از ارقام مقاوم به شوری، به همراه مدیریت زراعی مناسب، بهره‌برداری از اراضی شور را امکانپذیر می‌سازد و عملکردی مناسب را به دنبال خواهد داشت (Mehrinfar et al., 2014). بررسی اثرهای تنش‌های محیطی در مقیاس درون سلولی نشان داده که شوری سبب تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن درکلروپلاست و دیگر اندامک‌های سلولی گیاه می‌شود. این رادیکال‌های آزاد خسارات زیادی را از طریق اکسیداسیون چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک به سلول وارد می‌کنند. در مقابل، گیاهان از طریق فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان طی بروز تنش شوری، اثر سوء تنش اکسیداتیو را کاهش می‌دهند (Mardani et al., 2019). بدین‌ترتیب که ابتدا رادیکال‌های آزاد به وسیلهٔ آنزیم سوپراکسید دسموتاز تبدیل به پراکسید هیدروژن شده و سپس توسط آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز در کلروپلاست تبدیل به آب می‌شوند. همچنین، آب اکسیژنه منتشر شده به قسمت بیرونی کلروپلاست به‌وسیله آنزیم کاتالاز در سلول‌های برگ پاکسازی می‌شود (Dadshani et al., 2019).

تنش شوری با کاهش جذب آب، کاهش پتانسیل اسمزی، کاهش آهنگ تعرق، بستن روزنه‌ها، مسمومیت عناصر غذایی یا یون‌ها وبر هم زدن تعادل عناصر غذایی باعث کاهش رشد گیاه می‌شود (Fernández-García et al., 2004). یکی از

سازوکارهای کارآمدی که گیاه در شرایط کمبود آب از آن بهره می‌گیرد، تنظیم اسمزی است. از مهم‌ترین اسمولیت‌های سهیم در تنظیم اسمزی غالب شدن بر آثار سوء تنش خشکی، تجمع اسمولیت‌های سازگار نظیر پرولین و قندهای محلول است (Desoky et al., 2021). محتوای کلروفیل نیز به‌عنوان یکی از صفات تحمل به شوری جهت گزینش گیاهان در برنامه‌های اصلاحی گزارش شده است (Kurunc, 2021). نتایج بسیاری از مطالعات نشان داده که تأثیر تنش شوری بر میزان تجزیه و کاهش محتوای کلروفیل ارقام حساس و متحمل به شوری متفاوت است و میزان کاهش محتوای کلروفیل در ارقام حساس به شوری در مقایسه با ارقام متحمل بیشتر است. همچنین، تحمل طولانی مدت تنش شوری در ژنوتیپ‌های متحمل با محتوای کلروفیل بیشتر، ناشی از فعالیت و بروز بیشتر ایزوزایم‌های سوپراکسید دسموتاز در ژنوتیپ‌های متحمل در مقایسه با ژنوتیپ‌های حساس می‌باشد (Duzdemir et al., 2009).

مقدار کلروفیل در گیاهان زنده یکی از عامل‌های مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است. مقدار کلروفیل برگ می‌تواند برای مطالعه در شرایط تنش به کار رود. برای ارزیابی مقدار کلروفیل برگ به روش غیر تخریبی می‌توان از دستگاه کلروفیل‌متر استفاده کرد (Mehrinfar et al., 2014). از صدمات اکسیداتیو مهمی که در شرایط تنش خشکی ایجاد می‌شود، تخریب مولکول کلروفیل است. تحت تاثیر تنش خشکی کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل a ممکن است ناشی از کاهش سنتز کمپلکس اصلی رنگدانه کلروفیل، تخریب نوری کمپلکس پروتئینی رنگدانه‌های b و a که محافظت کننده دستگاه فتوسنتزی هستند، صدمه اکسیداتیو لپیدهای کلروپلاست، رنگدانه‌ها و پروتئین‌ها یا افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز باشد (Mardani et al., 2019). کمبود آب سبب کاهش محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی به‌ویژه آنزیم روبیسکو می‌شود (Mehrinfar et al., 2014). امروزه یک راهکارعمده برای مقابله با شوری استفاده از گیاهان بومی مناطق شور است (Astarki et al., 2013).گونه‌های هالوفیت قادرند شوری زیادخاک را با حفظ عملکرد تحمل کنندکشت گیاه کبر به‌عنوان یک گیاه مقاوم به شوری به ویژه در زمین‌های شور باعث ایجاد تنوع در محصولات زراعی، تولید پایدار و افزایش درآمد کشاورزان و امنیت غذایی خواهد شد. از آنجا که کبر یک گیاه دارویی و با ارزش‌های دارویی در حال شناسایی است و مزایای زیادی برای انسان دارد و نظر به وسعت اراضی شور و اینکه سابقه اندکی از بررسی این نوع تنش بر این گیاه به چشم می‌آید، هدف ازاجرای این آزمایش بررسی واکنش گونه کبر نسبت به سطوح شوری و ارزیابی برخی ازویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی این گیاه تحت شرایط تنش شوری و در نهایت تعیین درجه تحمل این گیاه به این تنش می‌باشد. با توجه به افزایش زمین‌های شور و کمبود منابع آبی کشور، تحقیق حاضر به منظورتأثیر مصرف نیتروژن در شرایط شوری و واکنش‌های فیزیولوژیک گیاه کبر انجام شد.

کشت گیاه کبر به‌عنوان یک گیاه مقاوم به شوری به‌ویژه در زمین‌های شور باعث ایجادتنوع در محصولات زراعی، تولید پایدار و افزایش درآمد کشاورزان و امنیت غذایی خواهد شد. با توجه به افزایش زمین‌های شور و کمبود منابع آبی کشور، تحقیق حاضر به منظورتأثیر مصرف نیتروژن در شرایط شوری و واکنش‌های فیزیولوژیک گیاه کبر انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر کود نیتروژن بر واکنش‌های فیزیولوژیک گیاه کبر، آزمایشی به صورت فاکتوریل،

در قالب طرح کاملاً تصادفی سه تکرار، در آزمایشگاه تحقیقاتی زرند (دمای۲±۲۸ درجه سلسیوس، شدت روشنایی ٤٥٠٠ لوکس، دوره روشنایی ١٦ ساعت روشنایی و ٨ ساعت تاریکی) در سال ١٤٠١ اجرا شد شهر زرند با طول جغرافیایی ٥٦ درجه و٣٤ دقیقه شرقی وعرض جغرافیایی ٣٠ درجه و ٤٩ دقیقه شمالی وارتفاع متوسط ١٦٦٠ متر از سطح دریا می‌باشد. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح تنش شوری (١٠٠، ٢٠٠، ٣٠٠، ٤٠٠ و ٥٠٠ میلی‌مولار کلرید سدیم) و سطوح کود نیتروژن نیتراته (٥٠، ١٠٠، ١٥٠ و ٢٠٠ میلی‌گرم در لیتر) بودند. لازم به ذکر است که سطوح کودی نیتروژن بر اساس مقدار خاک موجود در گلدان‌ها (٤ کیلوگرم) اعمال شد. گلدان‌های با قطر و عمق ٢٠ سانتی‌متر با خاک مزرعه پر شدند. از خاک مورد نظر نمونه برداشت شده و برای تعیین مقدار عناصر و موادآلی و بافت و آزمایش انجام داده شد پس از استقرار گیاهچه (در مرحله ٤ برگی) تعداد ٥ گیاه در هر گلدان حفظ شدند و گلدان‌ها با محلول غذایی هوگلند حاوی غلظت‌های مختلف نیتروژن آبیاری شدند (جدول ١).

جدول ١: غلظت نهایی عناصر غذایی محلول غذایی

نیتروژن				فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	بور	منگنز	روی	مس	مولیبدن	کوگرد
غلظت (ppm)	50	100	150	200	64	232	3	155	0.21	0.23	0.9	0.13	0.05	29
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg

دو هفته پس از اعمال تیمار کود نیتروژن (شروع مرحله٤ برگی)، تیمار شوری اعمال شد. به منظور اعمال تیمار شوری درابتدا محلول با غلظت‌های مختلف نمک کلرید سدیم آماده شد. سپس میزان هدایت‌الکتریکی هر محلول اندازه‌گیری شد و در نهایت محلول غذایی با غلظت‌های مختلف نمک کلرید سدیم تا رسیدن به هدایت الکتریکی مورد نظر (١٠٠، ٢٠٠، ٣٠٠، ٤٠٠ و ٥٠٠ میلی‌مولار کلرید سدیم) شور شد. سپس هرگلدان با ١٠٠٠ سی‌سی محلول غذایی آبیاری شد. در آبیاری‌های بعدی جهت حفظ نمک در منطقه ریشه گلدان‌ها با ٣٠٠ سی‌سی محلول غذایی آبیاری شدند. دو هفته پس از اعمال تیمار شوری نمونه برداری جهت اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل وزن‌خشک اندام هوایی، محتوی پرولین برای اندازه‌گیری محتوای پرولین برگ از روش بیتس و همکاران استفاده شد (Bates et al., 1973). محتوی قندهای محلول به روش آیرگون و همکاران اندازه‌گیری شد (Irigoyen et al., 1923). برای سنجش مالون دیآلدئید (MDA) از روش دی وس استفاده شد (De Vos., 1991). میزان فنل کل برگ به روش معرف فولین سیکالتو تعیین گردید (Chang et al., 2002). برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز از روش کمک و مارس چنر استفاده شد (Cakmak and Marschner, 1988). برای اندازه‌گیری غلظت کلروفیل از روش آرنون استفاده گردید (Arnon,1994). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شدند. رسم منحنی‌ها و جداول نیز با استفاده از نرم افزار Word و Excel انجام شد

نتایج

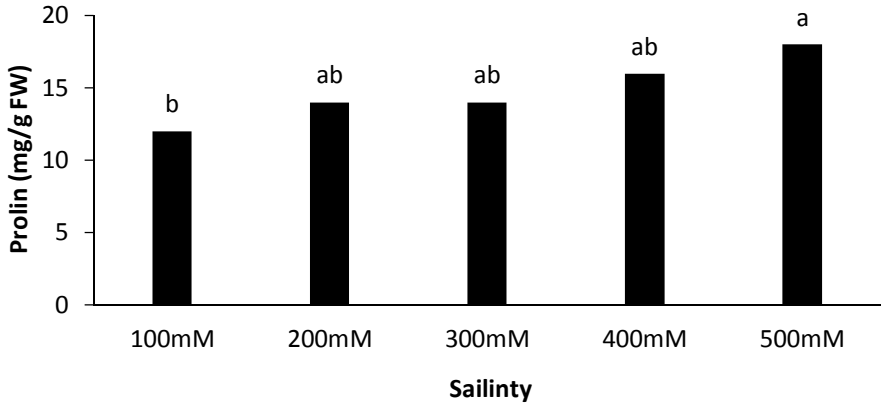
وزن خشک اندام هوایی: نتایج بیانگر اثر معنی‌دار نیتروژن و برهمکنش شوری و نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی (در مرحله گلدهی) بود. اما اثر ساده شوری بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). با توجه به نتایج مقایسه میانگین در شوری پایین(۱۰۰) و بالا (٤۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار) افزایش غلظت نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی اثر معنی‌دار نداشت اما در شوری۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار بین غلظت‌های مختلف کود نیتروژن تفاوت معنی‌دار وجود داشت به‌طوری‌که در شوری۲۰۰ میلی‌مولار افزایش غلظت نیتروژن از۵۰ به ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر وزن خشک اندام هوایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما با افزایش غلظت از۱۰۰ به ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بین تیمارهای کودی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، همچنین در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار نیز افزایش غلظت نیتروژن به ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی کبر شد (جدول ۳).

محتوی پرولین اندام هوایی: محتوی پرولین اندام هوایی مرحله گلدهی) کبر تحت تأثیر اثرات ساده شوری ونیتروژن قرار گرفت. اما برهم کنش نیتروژن و شوری بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲: تجزیه واریانس برخی از صفات کبر تحت تأثیر شوری وغلظت‌های مختلف نیتروژن

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	پرولین	قند محلول	مالون آلدهید	فنول	کاتالاز	کلروفیل
نیتروژن	4	48.23*	16.32*	1.17**	0.038ns	203ns	11.33**
شوری	3	402.23*	7.44*	0.14ns	0.423**	523*	0.648*
نیتروژن ×شوری	11	32.2ns	0.43ns	0.22**	0.872	689**	0.522**
خطا	40	17.22	0.87	0.052	0.032	147	0.248
ضریب تغییرات	-	21.56	36.71	22.23	32.24	22.7	22.13

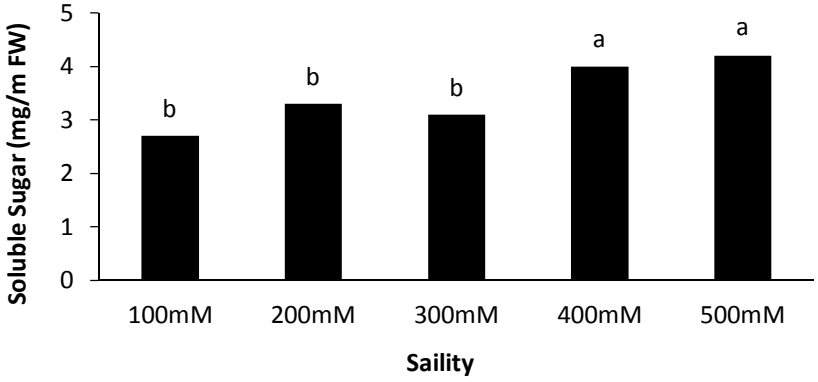
با افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی، محتوی پرولین اندام هوایی(مرحله گل دهی) افزایش یافت نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار شوری بر محتوی پرولین اندام هوایی بود، به طوری که با افزایش غلظت شوری به ۵۰۰ میلی‌مولار محتوای پرولین اندام هوایی به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار افزایش یافت (شکل ۲).



شکل ۱: تاثیر شوری بر محتوی پرولین (میل گرم/گرم وزن تازه)

به نظر می‌رسد گیاه کبر هنگامی‌که در معرض تنش شوری قرار می‌گیرد از طریق تنظیم اسمزی مقاومت خود را نسبت به تنش خشکی افزایش می‌دهد. با افزایش میزان شوری از ۱۰۰ به ۵۰۰ میزان پرولین افزایش یافت البته با افزایش میزان کود نیتروژن مقدار پرولین افزایش می‌یابد.

محتوای قندهای محلول: محتوی قندهای محلول اندام هوایی مرحله گلدهی) کبر تحت تأثیر اثرات ساده شوری و نیتروژن قرار گرفت، اما برهمکنش نیتروژن و شوری براین صفت اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار افزایش غلظت شوری بر محتوی قندهای محلول برگ کبر بود، به‌طوری‌که با افزایش شوری به ٤٠٠ و ۵۰۰ میلی‌مولار محتوی قندهای محلول به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (شکل ۲). با توجه به نتایج، ارتباط منفی بین نیتروژن و میزان کربوهیدرات‌های محلول گیاه وجود دارد. علت آن را می‌توان به نقش نیتروژن درتثبیت اسیدهای آمینه نسبت داد.



شکل۲: تاثیر شوری بر قندهای محلول (میلی گرم/گرم وزن تازه)

جدول ۳: تأثیر شوری و کود نیتروژن بر کارایی فتوسنتزی، فنل، وزنخشک، پرولین، قند محلول، مالون آلدهید، کاتالاز و کلروفیل کل کبر

شوری	نیتروژن	کارایی فتوسنتزی	فنل (mg/g FW)	وزن خشک شاخه (gr)	پرولین (mg/g FW)	قندمحلول (mg/g FW)	مالون‌آلدهید (µM/g FW)	کاتالاز (units /mg protein/min)	کلروفیل کل (mg/g)
100mM	50ppm	3.9b-f	0.94bc	0.8d-g	8g	2.3e	0.19h-i	29cd	2.2f
	100ppm	3.8b-f	0.58d	0.79d-g	9g	2.7d	0.18j	40cd	2.6e
	150ppm	2.8c-f	0.56d	0.3g	12f	2.6d	0.18ij	48bcd	2.6e
	200ppm	2.9c-f	0.57d	0.42fg	14e	2.2e	0.49de	67ab	2.9c
200Mm	50ppm	2.7d-f	0.8cd	0.59fg	9g	2f	0.18ij	42cd	2.4e
	100ppm	3.6b-f	0.81cd	1.2a-e	11f	1.9f	0.3hi	46bcd	2.8cd
	150ppm	4.3a-d	0.76cd	0.98b-f	13e	3c	0.31gh	46bcd	2.6d
	200ppm	2.4f	0.78cd	0.97b-f	16d	3.3cb	0.4f	79a	3c
300Mm	50ppm	4.1a-c	0.75cd	0.72d-g	12f	2.5d	0.51de	42cd	2.7d
	100ppm	3.7b-f	0.9c	0.7e-g	13e	3c	0.33fg	44cd	2.9c
	150ppm	3.5b-f	0.97cd	1.7a	16d	2.6d	0.28gh	44cd	3.3bc
	200ppm	۳e-f	1.1ab	1.6a	20c	2.9c	0.4ef	42cd	4.4ab
400Mm	50ppm	4b-f	0.2e	1.4a-c	17d	3c	0.22h-j	65ab	2.9c
	100ppm	4.4b-e	0.8cd	1.4a-c	19c	3.6b	0.52d-f	58abc	3.3bc
	150ppm	4.6ab	0.8cd	1.5ab	27ab	3.7b	0.54cd	44cd	3.5b
	200ppm	3.3b-f	0.72d	1.7a	29a	4.2a	0.55c	41cd	5a
500mM	50ppm	3b-f	1.5a	1.3b-f	17d	2f	0.62b	66ab	3c
	100ppm	3.2b-f	0.98bc	1.5a-c	20c	3.6b	0.63b	54bcd	3.2bc
	150ppm	5.9a	0.76cd	1.4a-d	26ab	3.9ab	0.7ab	60abc	3.5b
	200ppm	3b-f	0.74cd	0.98c-g	28a	4.2a	0.78a	20d	4.8ab

مالون دی آلدئید: با توجه به نتایج تجزیه واریانس محتوی مالون دی آلدئید تحت تأثیر نیتروژن، شوری و بر همکنش شوری و نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهم کنش شور ی و نیتروژن نشان داد که در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار با افزایش غلظت نیتروژن به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان مالون دی آلدئید افزایش یافت که با سایر غلظت‌های نیتروژن تفاوت معنی‌دار داشت. در شوری‌ها ی ۲۰۰ ،٤۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار افزایش غلظت نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان مالون دی آلدئید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بین تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اما در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با افزایش غلظت نیتروژن از ۱۵۰ به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر محتوی مالون دی آلدئید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳).

ترکیب‌های فنلی: با توجه به نتایج تجزیه واریانس فعالیت ترکیب‌های فنلی تحت تأثیر شوری و برهمکنش نیتروژن و شوری قرار گرفت (جدول ۲). نتایج نشان داد در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار کاربرد کود نیتروژن باعث کاهش معنی‌دار فعالیت ترکیب‌های فنلی شد، به‌طوری که بیشترین فعالیت ترکیبات با کاربرد ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن حاصل شد و با افزایش غلظت نیتروژن از فعالیت آنزیم کاسته شد. در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار کاربرد کود نیتروژن بر فعالیت ترکیب‌های فنلی تأثیر نداشت . همچنین در شوری‌های ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی‌مولار افزایش غلظت نیتروژن باعث افزایش فعالیت ترکیب‌های فنلی شد. اما در شوری ۵۰۰ میلی‌مولار افزایش غلظت نیتروژن باعث کاهش فعالیت ترکیب‌های فنلی شد(جدول ۳).

فعالیت آنزیم کاتالاز: فعالیت آنزیم کاتالاز تحت تأثیر شوری و بر همکنش نیتروژن و شوری قرار گرفت (جدول ٤). با توجه به نتایج، در شوری‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار افزایش غلظت نیتروژن به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار فعالیت آنز یم کاتالاز شد ، اما در شوری‌های بالا (٤۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار) با افزایش غلظت نیتروژن به ۲۰۰ پی‌پی‌ام فعالیت آنزیم کاتالاز روند کاهشی داشت و در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار بین غلظت‌های مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵).

محتوی کلروفیل اندام هوایی: محتوای کلروفیل اندام هوایی (مرحله گلدهی) تحت تاثیر شوری، نیتروژن و برهمکنش شوری و نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). نتایج نشان داد در شوری‌های پایین (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) و شوری متوسط (۳۰۰ میلی‌مولار) افزایش سطح نیتروژن بر محتوای کلروفیل اندام هوایی تأثیر نداشت، اما در شوری‌های بالا (٤۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار) افزایش غلظت نیتروژن به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری باعث افزایش محتوای کلروفیل اندام هوایی شد (جدول ۳).

بحث

در تحقیق حاضر، شوری سبب کاهش ارتفاع شاخساره گیاه نسبت به تیمار شاهد گردید. ولی افزایش وزن خشک اندام هوایی با کاربرد نیتروژن را می‌توان به نقش مثبت نیتروژن در بهبود فتوسنتز و متعاقباً افزایش تولید ماده خشک نسبت داد. همچنین می‌توان افزایش تولید ماده خشک در شرایط شور بر اثر کاربرد نیتروژن را به کاهش جذب کلرور سدیم در گیاه نسبت داد (Mardani et al., 2019).کاهش سطح برگ یکی از اولین واکنش‌های گیاهان به تنش شوری می‌باشد، چرا که تجمع ماده خشک بطور پیوسته در اثر شوری کاهش می‌یابد و

ممکن است کاهش سطح برگ یکی از نتایج کاهش تجمع ماده خشک باشد (Ehsanzadeh et al., 2009). گیاه با دریافت نیتروژن، سطح برگ بیشتری تولید می‌کند. از سوی دیگر در مقادیر بالای نیتروژن، شاخساره گیاه افزایش می‌یابد در نتیجه باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد، همچنین مصرف نیتروژن و به تبع آن افزایش تعداد و سطح برگ موجب تولید مواد فتوسنتزی بیشتر و در نتیجه تولید برگ‌های بیشتر و افزایش تعداد شاخه‌های جانبی می‌گردد. با افزایش شوری سطح پایین تر کود نیتروژن تاثیر بالاتری بر افزایش سطح برگ دارد.

از آنجایی که پرولین ترکیب آلی است و در ساختمان آن نیتروژن بکار رفته است، بنابراین، مصرف نیتروژن می‌تواند باعث افزایش سنتز پرولین شود. همزمان با وقوع تدریجی تنش کم‌آبی، تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی به‌صورت متوالی ایجاد می‌شود، که از این نظر، پرولین به عنوان یک محافظ اسمزی، در مقاومت در برابر تنش خشکی می‌تواند نقش موثری داشته باشد. قندهای محلول در تنظیم اسمزی سلول در شرایط تنش نقش مهمی دارند (Nayyar and Gpta, 2006). افزایش پرولین و قندهای محلول می‌تواند در حفظ تنظیم اسمزی سلول مفید باشد که به نظر می‌آید واکنش محافظتی گیاه در مقابل تنش خشکی می‌باشد که با بهبود ظرفیت ذخیره آب و افزایش جذب آب در طی دوره تنش آبی همراه می‌باشد (Xu et al., 2018). محققان مشاهده کردند که در شرایط تنش خشکی میزان تجمع پرولین در گیاه ذرت افزایش می‌یابد (Xiong et al., 2019). همچنین، افزایش میزان قندهای محلول و پرولین را تحت شرایط تنش آبی در گیاه ذرت گزارش کردند. تجمع مالون‌دی‌آلدهید در شرایط تنش خشکی در ارزن (Lata, et al., 2011)، نخود (Farooq et al., 2018) و گندم (Mickky and Aldesuquy, 2017) گزارش شده است. پرولین در حفظ پتانسیل اسمزی، حذف رادیکال‌های آزاد و ROS، حفاظت ماکرومولکول‌ها از دناتوره شدن نقش دارد. گیاهانی که در تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند مقدار زیادی از منابع کربن و نیتروژن خود را صرف سنتز تنظیم کننده‌های اسمزی از قبیل پرولین می‌کنند تا بتوانند فشار تورژسانس سلول‌های خود را حفظ نمایند.

مصرف برخی از متابولیت‌های چرخه کربس در سنتز اسیدهای آمینه باعث هدایت بخشی از منابع فتوسنتزی به این مسیر و کاهش میزان قندهای محلول می‌شود (Timory et al., 2021). ضمن اینکه احیاء نیتریت و نیترات هم احتیاج به نیروی احیا کننده حاصل از تنفس یا فتوسنتز دارد که اگر از طریق تنفس تأمین شود هیدرات‌های کربن کم می شوند و اگر از راه فتوسنتز تأمین شود دی اکسید کربن کمتری احیا و به هیدرات کربن تبدیل می‌شود، بنابراین افزایش نیتروژن منجر به کاهش هیدراتهای کربن می‌شود. هماهنگ با یافته‌های این پژوهش،محققان گزارش کردند که افزایش غلظت نیتروژن باعث کاهش محتو ی قندهای محلول گلرنگ شد (Saedi et al., 2021).

به‌طورکلی نتایج نشان داد که در همه سطوح شوری افزایش غلظت نیتروژن به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار محتوی مالون دی آلدئید شد. مالون دی آلدئید شاخص مناسبی برای پراکسیداسیون لیپیدهای غشا است، با افزایش شدت شوری تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن افزایش یافته و باعث آسیب به اسیدهای چرب غشا و لیپیدها شده و از طریق تولید رادیکال لیپید پراکسی و هیدرو پراکسی باعث افزایش اکسیداسیون لیپیدها می‌شود (Mehrinfar et al., 2014). از آنجایی‌که نیتروژن پیش‌ساز اسیدهای آمینه است به نظر می‌رسد مصرف کود نیتروژنه در شوری‌های

پایین باعث افزایش تولید اسیدهای آمینه به ویژه اسیدآمینه پرولین شده و در غلظت‌های پایین و متوسط باعث کاهش خسارت به غشا و کاهش اکسیداسیون لیپیدهای غشایی می‌شود. مقادیر بالای نیتروژن از طریق تأثیر مثبتی که بر غشای سلولی و ترکیبات تشکیل دهنده آن نظیر پروتئین ها و لیپیدها دارد مانع از آسیب به غشای سلولی می‌شود. در همین راستا گزارش شده است که نیتروژن به‌طور معنی‌داری از تجمع پراکسید هیدروژن ممانعت کرده و مانع از پراکسیداسیون لیپیدهای غشا می‌شود (Daneshmand., 2014).

به نظر می‌رسد افزایش غلظت نیتروژن در شوری‌های بالا از طریق بهبود متابولیسم گیاه، باعث کاهش اثرات منفی تنش شوری شده است و متعاقباً فعالیت ترکیب‌های فنلی نیز کاهش یافت. ترکیب‌های فنلی به دلیل نقش آنتی اکسیدانی خود به‌طور مستقیم با وارد شدن در واکنش‌های احیایی و به‌طور غیرمستقیم به وسیله شلاته کردن آهن مانع تنش اکسیداتیو می‌شوند و مانند بسیاری دیگر از پلی فنل‌ها جمع کننده رادیکال‌های آزاد هستند. زیرا به عنوان گروه‌های قوی الکترون‌دهنده و پروتون‌دهنده عمل می‌کنند (Lin et al., 2006). در سیب‌زمینی شیرین کاهش ترکیب¬های فنلی در اثر تنش خشکی گزارش شده است (Lin et al., 2006). همچنین گزارش شده است که در تریتیکاله، تنش خشکی باعث افزایش مقدار ترکیب‌های فنلی در ارقام حساس شد و در ارقام مقاوم این تغییرات ناچیز بود (Hura et al., 2007). این محققین بیان کردند که این کاهش می‌تواند ناشی از تخریب ترکیب‌های فنلی در اثر واکنش با ترکیب‌های اکسیداتیو در شرایط تنش خشکی باشد.

کاربرد نیتروژن در شرایط شور باعث بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود (Chaparzadeh et al., 2015). گزارش شده است کاربرد کود نیتروژن از طریق بهبود متابولیسم و رشد گیاه باعث کاهش تولید پراکسید هیدروژن و آسیب به غشاء می‌شود (Rahimi et al., 2020). نتایج بسیاری از مطالعات تجمع بیش از حد O_2 در سلول‌های گیاهی را در شرایط تنش نشان داده است و سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز سه آنزیم مهم خنثی کننده اکسیژن فعال می‌باشند (Kurutas, 2015). افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در شرایط تنش خشکی در کینوا گزارش شده است (Panuccio et al., 2014). هوی- پینگ و همکاران (۲۰۱۲) در گیاه ارزن، افزایش فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز را تحت تنش خشکی گزارش کردند.

طبق نتایج در شوری‌های بالا افزایش غلظت نیتروژن توانست اثرات منفی سدیم بر جذب عناصر معدنی را کاهش دهد. در همین راستا گزارش شده است که در غلظت‌های بالای نمک در محیط ریشه جذب عناصر معدنی به دلیل اثرات آنتاگونیست یون‌های نمک (سدیم و کلر) با عناصر معدنی، از جذب عناصر معدنی ممانعت به عمل می‌آید. در تنش خشکی، اکسیژن فعال از طریق صدمه‌زدن به کلروپلاست‌های سبب کاهش کلروفیل کل می‌شوند (Kurutas, 2015). کاهش محتوای کلروفیل با افزایش تنش‌خشکی در ذرت و گندم گزارش شده است (Nayyar and Gpta, 2006). در مطالعه دیگری محققان بیان کردند که محتوای کلروفیل در سویا با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد (Du et al., 2020).

در بین آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی، کاروتنوئیدها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند زیرا باعث کاهش محتوای گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) شده و از این طریق از سیستم فتوسنتزی محافظت می‌کنند

(Cazzonelli, 2011). افزایش محتوای کاروتنوئید در شرایط تنش خشکی در پنبه (*Gossypium hirsutum*) Cotton (Massacci, 2008) و گل پریوش *Catharanthus roseus* (Jaleel et al., 2009) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری نهایی

از آنجایی که گیاه کبر گیاه شورپسندی است، بنابراین می‌تواند ازطریق تجمع املاح سازگار، نظیر پرولین و قندهای محلول براثرات منفی ناشی از تنش شوری غلبه کند. همچنین در شوری‌های بسیار بالا، وجود کلر زیاد در محیط ریشه مانع جذب نیتروژن می‌شود و افزایش میزان کود باعث افزایش پتانسیل اسمزی می‌شود، بنابراین، جذب آب و عناصر غذایی نیز کاهش یافته و از این طریق باعث افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن شده و باعث آسیب به غشا می‌شود. در شوری‌های پایین و متوسط افزایش غلظت نیتروژن به ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر از طریق تأثیر مثبت بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و جاروب کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن باعث کاهش تولید مالون دی آلدئید و همچنین افزایش جذب پتاسیم و کاهش جذب سدیم شد. بنابراین با توجه به نتایج در شوری‌های بالا (۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار) ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و شوری‌های پایین و متوسط ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن در محلول غذایی توصیه می‌شود

Reference

Arouiee, H., M. Nasseri, H. Neamati and Kafi, M. 2014. Effects of silicon on salinity tolerance in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Applied Field Crops Reserch. 27(104): 165-172.

Ashraf, M. 2009. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. Biotechnology Advances. 27: 84-93.

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

Bates, L., Waldren, R. and Teare, I. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil .39: 205-207.

Cakmak, I. and Marschner, H. 1988. Enhanced superoxide radical production in roots of zinc-deficient plants. Journal of Expermental Botany. 39: 1449-1460.

Cao, H.X., Sun, C.X., Shao, H.B. and Lei, X.T. 2011. Effects of low temperature and drought on the physiological and growth changes in oil palm seedlings. African Journal of Biology. 10 (14): 2630-2637.

Cazzonelli, C.I. 2011. Carotenoids in nature: insights from plants and beyond. Functional Plant Biology. 38 (11): 833-847.

Chance, B. and Maehly, A. 1955. Assay of catalases and peroxidases. Methods Enzymology. 2: 764-775.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Food and Drug Anall. 10: 178-182.

Chaparzadeh, N., Najjar-Khodabakhsh, A., Pazhang, M. and Zarandi-Miandoab, L. 2015. Effect of salinity and ascorbic acid on growth, water and osmotic relations of *Lepidium sativum*. Iranian Journal of Plant Biology. 7(24): 39-52.

Dadshani, S., Sharma, R.C., Baum, M., Ogbonnaya, F.C., Léon, J. and Ballvora, A. 2019. Multi-dimensional evaluation of response to salt stress in wheat. PLoS ONE. 14, e0222659.

Daneshmand, F. 2014. The effect of ascorbic acid on reduction of oxidative stress caused by salinity in potato. Journal of Plant Reserch (Iranian Journal of Biology). 27(3): 417-426.

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

Desoky, E.S.M., A.R.M.A. Merwad, M.F. Abo El-Maati, E. Mansour, S.M.A.I. Arnaout, M.F. Awad, M.F. Ramadan and S.A. Ibrahim 2021 . Physiological and biochemical mechanisms of exogenously applied selenium for alleviating destructive impacts induced bysalinity stress in bread wheat. Agriculture. 2021: 11, 926.

Dhindsa, R.S., Plumb-Dhindsa, P. and Thorpe, T.A. 1981. Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Expermental botany. 32: 93-101.

Duzdemir, O., Kurunc, A. and Unlukara, A. 2009. Response of pea (*Pisum sativum*) to salinity and irrigation water regime. Bulg. Journal Agriculture Science. 15: 400–409.

Astarki, F., Lariyazadi, H., Rafiee, M. and Astarki, S. 2013. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on chlorophyll, proline and soluble sugars content leaves in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). In: Proceeding of 2nd National Conference on New Concepts in Agriculture, Save University, Iran. 1: 56-61.

Düzdemir, O., Ünlükara, A. and Kurunç, A. 2009. Response of cowpea (*Vigna unguiculata*) to salinity and irrigation regimes. N. Z. Journal. Crop Horticulture. Science, 37, 271–280.

Fernández-García, N., V. Martínez and M. Carvajal. 2004. Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. Journal. Plant Nutral. Soil Science. 167: 616–622.

Heath, R.L and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of biochemistry and biophysics. 125: 189-198.

Hui-Ping, D., Chang-Juan, S., An-Zhi, W., Tuxi, Y., Wen-Qing, S. and Bai-Li, F. 2012. Leaf senescence and photosynthesis in foxtail millet (*Setaria italica* L.) varieties exposed to drought conditions. Australian Journal of Crop Science. 6: 232-237.

Hura, T., Grzesiak, S., Hura, K., Thiemt, E., Tokarz, K. and Wędzony, M. 2007. Physiological and biochemical tools useful in drought-tolerance detection in genotypes of winter triticale: accumulation of ferulic acid correlates with drought tolerance. Annals of Botany.100 (4): 767-775.

Gan, L., Zhang, C., Yin, Y., Lin, Z., Huang, Y., Xiang, J. and et al. 2013. Anatomical adaptations of the xerophilous medicinal plant, *Capparis spinosa*, to drought conditions. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 54(2): 156-161.

Irigoyen, J. J., D. W. Einerich and M.Sánchez□Díaz.1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants. Physiologia Plantarum, 84 (1): 55-60.

Jaleel, C. A., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J. and Panneerselvam, R., 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Interntional Journal Agriculture Biology. 11 (1): 100-105.

Jamil, A., S. Riaz, M.Ashraf and Foolad. M.R. 2011. Gene expression profiling of plants under salt stress. CRC. Crit. Rev. Plant Science. 30: 435–458

Kurunc, A., 2021. Effects of water and salinity stresses on growth, yield, and water use of iceberg lettuce. Journal Science Food Agriculture. 101: 5688–5696.

Kurutas, E. B. 2015. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative nitrosative stress: current state. Nutrition journal. 15 (1): 71-86.

Lin, K.H., Chao, P.Y., Yang, C.M., Cheng, W.C., Lo, H.F. and Chang, T.R. 2006. The effects of flooding and drought stresses on the antioxidant constituents in sweet potato leaves. Botanical Studies. 47 (4): 417-426.

Machado, R.M. and Serralheiro, R.P. 2017. Soil salinity: effect on vegetable crop growth. management practices to prevent and mitigate soil salinization. Hort. 20: 3, 30.

Mardani, H., Razmjoo, J. and Ghafari, H. 2019. Interactive effect of salinity and urea fertilizer on some physiological characteristics quality and quantity yield of Marsh Mallow (*Althaea afficinalis*). Journal of Plant Proand Fun. 8(32): 223-243.

Massacci, A., Nabiev, S.M., Pietrosanti, L., Nematov, S.K., Chernikova, T.N., Thor, K. and Leipner, J. 2008. Response of the photosynthetic apparatus of cotton (*Gossypium hirsutum*) to the onset of drought stress under field conditions studied by gas-exchange analysis and chlorophyll fluorescence imaging. Plant Physiology and Biochemistry, 4 (2): 189-195.

Mehrinfar, F., Nematzadeh, G.A., Pirdashti, H. and Mobaser, H. 2014. Effect of salinity on ion content, plant pigments, soluble sugars and starch of halophyte plant (*Aeluropus littoralis*). New Find in Agriculture. 8(3): 251-261. (In Farsi).

Nayyar, H and Gupta, D. 2006. Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress: association with oxidative stress and antioxidants. Environmental and Experimental Botany.58 (1-3): 106-113.

Panuccio, M. R., Jacobsen, S. E., Akhtar, S. S. and Muscolo, A. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. Oxford University Press, 6: 68-83.

Rahimi, A., B. Dovlati, R.Amirnia and Heydarzade, S. 2020. Effect of application of mycorrhizal fungus and Azotobacter on physiological characteristics of *Trigonella foenum-graecum* L. under water stress conditions. Iranian Jof Plant Bio. 11(4), 1-18.

Saedi, F., A. Sirousmehr and T. Javadi.2020. Effect of nano-potassium fertilizer on some morpho-physiological characters of peppermint (*Mentha piperita* L.) under drought stress. Journal of Plant Reserch (Iranian Journal of Biology), 33(1): 35-45.

Teimory, H., M. Ghabooli and Z. Movahedi. 2021. Effects of different inoculation methods of *Serendipita indica* on some morphophysiological, biochemical, and yield traits of tomato under drought stress. Iranian Journal of Plant Biology. 13(2): 1-22.

Ünlükara, A., A.Kurunç and B. Cemek. 2015. Green long pepper growth under different saline and water regime conditions and usability of water consumption in plant salt tolerance. Journal Agriculture Science. 21: 167–176.

Xiong, Q., C. Cao. T. Shen, L. Zhong, H. He and X. Chen. 2019. Comprehensive metabolomic and proteomic analysis in biochemical metabolic pathways of rice spikes under drought and submergence stress. Biochimica Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics. 1867 (3): 237-247.

Vahid, H. Yousefi, M. and Emami, S. A. 2015 Cobra plant from yesterday to today. Journal of traditional medicine of Islam and Iran, 7th year, number, 1-52.4