University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

Effect of Salinity Stress on Some Biochemical Characteristics of Three Quinoa Varieties

Tahmine Esfandyari-Sabzevar[1], Maryam Tatari[2]✉, Susan Khosroyar[3], Fereshte Ghorat[4], Masoumeh Salehi[5]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agronomy, Azad University Shirvan, Shirvan, Iran. E-mail: tesphandyari@yahoo.com
2. Corresponding Author, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agronomy, Islamic Azad University Shirvan, Shirvan, Iran. E-mail: maryamtatari@yahoo.com
3. Department of Chemical Engineering, Faculty of Chemistry, Islamic Azad University Quchan, Quchan branch, Iran. E-mail: susankhosroyar@yahoo.com
4. Department of Medical Sciences, Faculty of Medical, Sabzevar University, Sabzevar, Iran. E-mail: drghorat@gmail.com
5. National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. E-mail: salehimasoumeh@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 13 Dec 2022

Revised: 21 February 2023

Accepted: 2 May 2023

Published online: 22 June 2023

Keywords:

Antioxidant activity,

Phenol compound,

Saponin,

Variety.

ABSTRACT

Salinity stress is one of the most important factors that affects the quality of crops. In order to investigate the influence of salinity stress on physiological and biochemical characteristics of different quinoa varieties, an experiment was conducted as split plots based on a randomized complete block design with three replications, in Yazd city in the agricultural year 2017-2018, under field conditions. Irrigation with saline water (0, 10 and 17 dS/m) was considered as the main plot and varieties (Nsrcqe, Nsrcqb and Titcaca) as the sub-plot. The results showed that salinity and varieties significantly affected DPPH radical scavenging activity, phenol, flavonoid, anti-inflammatory and Na+/K+ ratio, as well as seed protein and saponin contents. Irrigation with saline water at 17 dS/m level increased the antioxidant activity of DPPH (19%), the antioxidant activity of grain measured using the copper ion reduction method (25%), the antioxidant activity measured by the iron reducing power method (50 %), grain protein (30.5 %), and the anti-inflammatory activity (30.5 %), whereas it reduced the grain saponin content (15%), and the sodium to potassium ratio (73.6 %) compared to the control. Results indicated that the salinity also elevated the content of collagenic acid, paracoumaric acid, quercetin acid and camphor acid in quinoa grains. Among the studies varieties Nsrcqb showed the highest amount of antioxidant and anti-inflammatory activity but had no significant difference with the Titcaca in most examined traits. The results of this experiment showed that cultivation of Nsrcqb variety and irrigation with saline water at 17 dS/m can increase the antioxidant and anti-inflammatory properties of quinoa.

Cite this article: Esfandyari, T., Tatar, M., Khosroyar, S., Ghorat, F., Salehi, M. (2023). Effect of Salinity Stress on Some Biochemical Characteristics of Three Quinoa Varieties. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (2), 341-352. DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.350720.2071

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.350720.2071

Extended Abstract

Introduction

Salinity is one of the major threats to crop production, especially in arid and semi- arid regions of the world. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is a seed-producing crop, native to the Andes mountains, and its popularity increasing globally-both due to its seeds respectable nutritional values and resistance to drought. The aim of this study was to investigate the physiological and biochemical responses of quinoa to salinity stress.

Material and Methods

In order to investigate the influence of salinity stress on physiological and biochemical characteristics of different quinoa varieties, an experiment was conducted as split plots based on a randomized complete block design with three replications, in Yazd city in the agricultural year 2017-2018, under field conditions. Irrigation with saline water (0, 10 and 17 dS/m) was considered as the main plot and varieties (Nsrcqe, Nsrcqb and Titcaca) as the sub-plot. Antioxidant activity, saponin, N+/K+ ratio, seed protien, anti-inflammatory activity, phenol content and flavonoid content were estimated.

Result and Discussion

The results showed that salinity and varieties significantly affected DPPH radical scavenging activity, phenol, flavonoid, anti-inflammatory and Na+/K+ ratio, as well as seed protein and saponin contents. Irrigation with saline water at 17 dS/m level increased the antioxidant activity of DPPH (19 %), the antioxidant activity of grain measured using the copper ion reduction method (25 %), the antioxidant activity measured by the iron reducing power method (50 %), grain protein (30.5 %), and the anti-inflammatory activity (30.5 %), whereas it reduced the grain saponin content (15 %), and the sodium to potassium ratio (73.6 %) compared to the control. Results indicated that the salinity also elevated the content of collagenic acid, paracoumaric acid, quercetin acid and camphor acid in quinoa grains. The results of this experiment showed that cultivation of Nsrcqb variety and irrigation with saline water at 17 dS/m can increase the antioxidant and anti-inflammatory properties of quinoa. Although salinity stress lead to oxidative damage, antioxidant have an important protective role in scavenging and protecting plant tissues.

Conclusion

Generally, salinity levels and types of varieties significantly affected physiological and biochemical parameters in quinoa and led to an increase in DPPH radical scavenging activity, phenol and flavonoid content, and a reduction in Na+/K+ ratio. Also, our results showed that among the studied varieties, Nsrcqb had the highest tolerance to salinity stress.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۴، شماره ۲

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی سه واریته کینوا

تهمینه اسفندیاری- سبزوار[۱] | مریم تاتاری [۲] ✉ | سوسن خسرویار[۳] | فرشته قراط[۴] | معصومه صالحی[۵]

۱. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد شیروان، شیروان، ایران. رایانامه: tesphandyari@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد شیروان، شیروان، ایران. رایانامه: maryamtatari@yahoo.com

۳. گروه مهندسی شیمی، دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد قوچان، قوچان، ایران. رایانامه: susankhosroyar@yahoo.com

۴. گروه علوم پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران. رایانامه: drghorat@gmail.com

۵. گروه کشاورزی، مرکز تحقیقات یزد، یزد، ایران. رایانامه: salehimasoumeh@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها:

ترکیب فنلی، واریته، ساپونین، فعالیت آنتی اکسیدان.

چکیده

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عواملی است که کیفیت محصولات زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به منظور مطالعه اثر شوری بر خصوصیات بیوشیمیایی برخی از واریته‌های کینوا، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان یزد و سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در شرایط مزرعه انجام گردید. آبیاری با آب شور در سه سطح (شاهد، ۱۰ و ۱۷ دسی زیمنس بر متر) به‌عنوان کرت اصلی و واریته در سه سطح (Nsrcqe، Nsrcqb و Titcaca) به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد آبیاری با آب شور ۱۷ دسی زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی DPPH (0/19) درصد)، فعالیت آنتی اکسیدانی دانه به روش احیای یون مس (۲۵/۰ درصد) فعالیت آنتی اکسیدانی به روش قدرت کاهندگی آهن (۵۰/۶ درصد) و پروتئین دانه (۳۰/۵ درصد)، فعالیت ضد التهابی (۳۰/۵ درصد) شد، در حالیکه محتوی ساپونین دانه (۱۵ درصد) و نسبت سدیم به پتاسیم (۷۳/۶ درصدی) را کاهش داد. شوری منجر به افزایش محتوی کلروژنیک اسید، پاراکوماریک اسید، کوئرستین اسید و کامفر اسید در دانه گردید. واریته Nsrcqb بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد التهابی را در بین واریته‌های مورد بررسی داشت که در اکثر صفات مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری با واریته Titcaca نشان داد. بر اساس نتایج به دست آمده، کشت واریته Nsrcqb و آبیاری با شوری ۱۷ دسی زمینس بر متر می‌تواند سبب افزایش خصوصیات آنتی اکسیدانی و ضد التهابی کینوا شود.

استناد: اسفندیاری، تهمینه؛ تاتاری، مریم؛ خسرویار، سوسن؛ قراط، فرشته؛ و صالحی، معصومه (۱۴۰۲). اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی سه واریته کینوا. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۴ (۲)، ۳۵۲-۳۴۱. DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.350720.2071

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.350720.2071

مقدمه

کینوا گیاهی سنتی با قدمت ۵۰۰۰ ساله است که بومی کوه‌های آند در بولیوی، شیلی و پرو بوده و یک شبه غله محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت و ارزش غذایی که گیاه کینوا دارد سازمان ملل سال ۲۰۱۳ را سال بین‌المللی کینوا نامگذاری کرده است و عملکرد کینوا را به شرط مدیریت زراعی خوب بین ۳ تا ۴ تن در هکتار پیش بینی کرده است (Sharifani *et al.*, 2018). دانه کینوا آن از نظر تغذیه‌ای بسیار غنی است و ارزش اقتصادی زیادی نیز در میان محصولات کشاورزی در بازار جهانی دارد (Esteki *et al.*, 2014). از آنجا که گیاه کینوا تحمل زیادی نسبت به شرایط نامساعد محیطی دارد بنابراین این گیاه می‌تواند در تامین امنیت غذایی کشور به ویژه در شرایط خشکسالی، نقش مهمی داشته باشد.

علاوه بر عملکرد تغذیه‌ای کیفیت بالای روغن و پروتئین کینوا از اهمیت بالایی برخوردار است. دانه‌های کینوا حاوی کربوهیدرات، پروتئین، منیزیم، فیبر، فسفر، ویتامین‌های گروه ب، پتاسیم، آهن، لیپید و آمینو اسید ضروری است (Sepahbod *et al.*, 2014).

شرایط آب و هوایی گرم و خشک و شور شدن تدریجی خاک‌های زراعی از یک سو و داشتن مزایای زراعی زیاد گیاه کینوا مانند هزینه‌های پایین کشت، قیمت به نسبت بالا و نیاز آبی کم از سوی دیگر، باعث شده تا کشت این محصول به لحاظ اقتصادی بسیار به صرفه باشد (Bondel & Schmid, 2021). از کینوا می‌توان به عنوان گیاهی مناسب برای رسیدن به کشاورزی پایدار و تولید صنعتی استفاده کرد از این رو در سالیان اخیر تقاضا برای مصرف کینوا به طرز چشمگیری افزایش یافته است (Hinojosa *et al.*, 2018).

گزارش‌های سازمان خواروبار جهانی، حاکی از آن است که کینوا را می‌توان در زمین‌های با فقر غذایی نیز کشت کرد و یا در تناوب زراعی با غلات به منظور کنترل علف‌های هرز و بیماری‌ها توصیه کرد. از طرف دیگر کشت این محصول موجب کسب درآمد ارزی شده و در آینده جایگاه مناسبی در زراعت خواهد داشت (Tavosi & lotfali, 2018).

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که محصولات زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. شور شدن آب امری اجتناب‌ناپذیر است. این پدیده به یکی از مشکلات اساسی در مناطق خشک و نیمه خشک تبدیل شده است (Koyro & Eisa, 2008). شوری موجب بروز ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در گیاهان می‌شود و علت آن ممکن است مربوط به اثرات منفی یون‌های کلر و سدیم بر قابلیت جذب عناصر غذایی بوده در بخش‌های مختلف گیاه باشد (Rajaie, 2022).

پیشینه پژوهش

گزارش‌ها نشان می‌دهند که گیاه کینوا به عنوان یک گیاه شور زیست اختیاری، قابلیت کشت در خاک‌های شور و مناطقی با امکان آبیاری خیلی شور را دارد. در بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی گیاه کینوا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری گزارش شده است که کینوا مقاوم به شوری آب آبیاری بوده، به‌طوری‌که افزایش اختلاط آب دریا به میزان ۳۰ درصد با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص سطح برگ، شاخص سبزینگی و محتوای نسبی آب برگ، طول و عرض برگ نداشت (Sharifani *et al.*, 2018). کینوا قادر است در پی‌اچ ۵/۵ تا ۶/۵ رشد کند (Sepahbod *et al.*, 2014).

در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شده است که افزایش شوری از صفر به ۱۵ درصد اختلاط آب دریا وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، عملکرد و وزن هزار دانه کینوا را به ترتیب به میزان ۹/۸، ۹/۹، ۲/۱ و ۲۳/۴ درصد کاهش داد (Jamali *et al.*, 2016).

براساس تحقیق انجام شده توسط سپهوند و همکاران در سال ۱۳۹۳ در کشت آزمایشی گیاه کینوا در نقاط مختلف کشور، جیرفت، کرج، اهواز و ایران‌شهر مناطق مساعد برای کشت کینوا معرفی شد (Sepahbod *et al.*, 2014).

1*Chenopodium quinoa* Willd .

گزارش شده است که واکنش واریته‌های مختلف کینوا به تنش شوری متفاوت است (Derbali *et al.*, 2021). نتایج یک پژوهش نشان داد که واریته‌های Sajama و Rosada توانایی بیشتری در جلوگیری از انتقال سدیم از ریشه به اندام هوایی و جلوگیری از کاهش پتاسیم داشتند. میزان آسکوربات کل و گلوتاتیون در تنش ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر در واریته Q_{18} ثابت ماند ولی در واریته‌های Sajama و Rosada کاهش یافت، در حالیکه فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز در همه سطوح شوری و در همه واریته‌ها افزایش داشت، همچنین محتوای ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و آنتوسیانین در واریته Rosada در تنش شوری نسبت به دو ژنوتیپ دیگر افزایش بیشتری نشان داد (Jafari *et al.*, 2021). همان گونه که در گیاهانی مانند گندم دوروم (Naemmi *et al.*, 2018) و ذرت (Nasrolazade *et al.*, 2017) با افزایش تنش خشکی میزان فعالیت فنلی و فلانوئیدی افزایش می‌یابد.

در مطالعه‌ای دو ساله نشان داده شد شوری سبب کاهش عملکرد بیولوژیکی (۴۴–۱۱ درصد)، محتوای کلروفیل (۳۶–۱۰ درصد)، هدایت روزنه‌ای (۳۲–۱۸ درصد) و عملکرد دانه (۴۷–۳۰ درصد) کینوا می‌گردد. سطح سدیمی بالاتر منجر به تجمع بیشتر سدیم (۲۳–۴۰ درصد) و آسیب اکسیداتیو (۱۲–۳۵ درصد) می‌شود که این خود منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز، پراکسیدار و سوپر اکسید دیسموتاز در همه واریته‌ها می‌شود (Abbas *et al.*, 2021).

در بسیاری از تحقیقات انجام شده در مورد اهمیت گیاهان دارویی، تاکید محققان روی اثر محیط بر عملکرد، اجزای عملکرد و ترکیبات موثره بوده است. از آنجا که تنش‌های محیطی از جمله شوری می‌تواند روی این ترکیبات موثر باشد، این پژوهش با هدف بررسی اثر تنش شوری روی خواص آنتی اکسیدانی، بیوشیمیایی و ضد التهابی سه واریته کینوا انجام شد.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در شرایط مزرعه و در روستای حسین آباد (استان یزد)، در سال زراعی ۱۳۹۷–۱۳۹۶ انجام شد، به منظور ارزیابی خصوصیات بیوشیمیایی سه واریته کینوا شامل Nsrcqe، Nsrcqb و Titcaca تحت تنش شوری در سه سطح (شاهد، ۱۰ و ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر)، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد.

نتایج تجزیه و تحلیل آب آبیاری قبل از کشت در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. خصوصیات آب آبیاری محل اجرای آزمایش

سولفات	بی کربنات	منیزیم	سدیم	کلر	کلسیم	جذب سدیم	پی اچ	شوری
(میلی اکی والان در لیتر)								(دسی زیمنس بر متر)
۱۳/۸۳	۳/۶۴	۳۸/۸۲	۱۵۰ /۳۷	۱۸۰/۱	۱۶/۹۸	۲۸/۵۰	۷/۴۲	۱۹/۹۷

مراحل کاشت

برای آماده سازی زمین، در پاییز شخم عمیق با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و عملیات خاک‌ورزی ثانویه شامل دیسک، تسطیح و کرت‌بندی قبل از کاشت انجام شد. کشت در ۱۶ مرداد ماه در زمینی که سال قبل آیش بود انجام شد. هر کرت شامل ۶ ردیف با فواصل ۳۰ سانتی‌متری و طول ۴ متر بود و فاصله بوته روی ردیف نیز ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

بذور مورد نیاز برای کاشت از مرکز تحقیقات شوری یزد تهیه گردید. بذور قبل از کاشت با قارچکش کاربوکسی تیرام با نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها و در مرحله ۵ تا ۶ برگی، عملیات تنک کردن بوته‌ها به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر و به منظور دست‌یابی به تراکم مطلوب انجام شد.

مبارزه با علف‌های هرز در طول مدت آزمایش در سه نوبت و فقط به صورت مکانیکی (دستی) صورت گرفت. از آنجا که در طول دورهٔ آزمایش آفتی مشاهده نگردید هیچ‌گونه آفت‌کشی استفاده نشد. اعمال تیمار شوری بعد از سبز شدن و استقرار کامل گیاه در مزرعه با استفاده از آب چاه با غلظت‌های شوری مد نظر انجام گرفت.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک و هنگامی که بوته‌های کینوا کاملاً زرد شدند، به طوری‌که دانه‌های درون خوشه به آسانی با دست جدا می‌شدند، برداشت به صورت دستی صورت گرفت. جهت محاسبه وزن هزاردانه تعداد ۴ نمونه ۱۰۰ تایی به‌طور تصادفی انتخاب و میانگین وزنی به‌دست آمده در عدد ۱۰ ضرب شد و برحسب گرم برای هر تیمار آزمایشی بیان گردید.

پس از جداسازی ناخالصی‌ها، دانه‌ها خشک و آسیاب شدند سپس به ۵۰ گرم از دانه‌های پودر شده، حلال اتانول ۹۶ درصد به نسبت ۱ به ۵ اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق بر روی دستگاه شیکر قرار گرفت. عصاره‌های حاصل توسط دستگاه تقطیر در خلاء تغلیظ و سپس خشک شدند و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Khosroyar *et al*., 2018).

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌ها از روش DPPH (Hatano *et al*., 1988)، و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از دو روش FRAP از طریق قدرت کاهندگی آهن (Bradfored *et al*., 1976)، ارزیابی احیاء یون مس (Apak *et al*, 2008)، ارزیابی فعالیت ضد التهابی عصاره بر اساس روش ممانعت از تغییر شکل پروتئین (Sakat *et al*., 2010) انجام شد و محتوای پروتئین کل محلول نیز (Bradfored *et al*., 1976) اندازه‌گیری شد. ساپونین دانه به روش گاز کروماتوگرافی (GC) توصیف شده توسط Ridout *et al*. (1991) با اندکی تغییر برآورد شد. محتوی سدیم و پتاسیم بر اساس روش توصیف شده توسط Hamada & El-Enany (1994) تعیین شد.

آنالیز ترکیبات فنلی با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا با استفاده از روش Li *et al*. (۲۰۱۵) انجام شد. ترکیبات گالیک اسید، کلروژنیک اسید، کافئیک اسید، پاراکوماریک اسید، کوئرستین اسید و کامفر اسید مورد سنجش قرار گرفت. فاز متحرک مورد استفاده در این آزمایش شامل آب دیونیزه، متانول، اسید استیک با نسبت ۲:۱۸:۸۰ میلی‌لیتر (حجمی/حجمی)، سرعت جریان فاز متحرک در ستون ۱ میلی‌لیتر در هر دقیقه، سیستم مورد استفاده ایزوکراتیک و دمای ستون ۲۸ درجه سانتی‌گراد بود. به منظور اندازه‌گیری محتوای گالیک اسید، کافئیک اسید، اسید کلروژنیک و ترکیبات فلاونوئیدی، میزان ۲۰ میکرولیتر از عصاره فنلی و فلاونوئیدی استخراجی (تهیه شده از عصاره) بعد از تغلیظ با دستگاه تبخیر کننده چرخشی و عبور از فیلتر ۰/۲ میکرون جداگانه به ستون دستگاه HPLC تزریق شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر تنش شوری بر واریته به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی DPPH، ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش ارزیابی احیای یون مس و قدرت کاهندگی آهن، پروتئین، ساپونین، نسبت سدیم به پتاسیم دانه و فعالیت ضد التهابی معنی‌دار بودند (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر تنش شوری بر صفات فیزیولوژیکی دانه سه واریته کینوا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		دی پی پی اچ	احیای یون مس	قدرت کاهندگی آهن	پروتئین	ساپونین	سدیم/پتاسیم	ضد التهابی
بلوک	۲	۱/۱۵^{ns}	۰/۰۰۰۵^{ns}	۱/۶۴^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۷^{ns}
شوری	۲	۲۴۶/۷**	۰/۰۰۹۴**	۶۳۷۶/۸**	۴۱/۰۶**	۰/۴۲**	۰/۱۷**	۰/۰۰۲۶^{ns}
بلوک× شوری	۴	۱/۰۷	۰/۰۰۰۲	۲/۷۱	۱/۷۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۳
واریته	۲	۶/۶۷*	۰/۰۰۰۶**	۱۶۰/۹*	۲۰/۷۹**	۰/۰۱**	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۱*
واریته× شوری	۴	۲/۲۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۹^{ns}	۲۹/۱۹^{ns}	۲/۱۹^{ns}	۰/۰۰۸*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۴^{ns}
خطا	۱۲	۱/۹۹	۰/۰۰۰۰۴	۳۰/۵۸	۰/۹۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۹۶	۱۱/۲۵	۱۵/۹۹	۵/۸۷	۱۴/۶۹	۲۴/۰۸	۱۱/۸۶

*،** و ns: به‌ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و۵ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار (منبع: یافته‌های تحقیق).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی DPPH در سطح شوری ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۱۵/۹ درصد بود که در مقایسه با تیمار شاهد ۶۵/۵ درصد افزایش داشت. کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمار شاهد با میانگین ۵/۴۷ درصد بدست آمد. در بین واریته‌ها، کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی در واریته Nsrcqe با میانگین ۹/۹ درصد و بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی در واریته Nsrcqb با میانگین ۱۱/۴ درصد مشاهده شد (جدول ۳).

مقایسه میانگین مقادیر فعالیت آنتی اکسیدانی به روش احیای یون مس تحت تأثیر تنش شوری نشان داد که بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی در تنش شوری در سطح ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۰/۰۹۱ نانومتر بود که در مقایسه با کمترین میانگین (۰/۰۲۶ نانومتر در تیمار شاهد) افزایش ۷۱/۴ درصدی داشت. در مقایسه میانگین واریته‌ها، واریته Nsrcqe و Titcaca کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی (به ترتیب ۰/۰۵۲ و۰/۰۵۷ نانومتر) و واریته Nsrcqb بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی (۰/۰۶۹ نانومتر) را داشت (جدول ۳).

کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی به روش قدرت کاهندگی آهن در شرایط بدون تنش با میانگین ۱۰/۴ درصد و بیشترین فعالیت در بالاترین سطح تنش شوری (۱۷ دسی زیمنس بر متر) با میانگین ۶۳/۱ درصد مشاهده شد که در مقایسه با تیمار شاهد افزایش ۸۳/۵ درصدی نشان داد. بین واریته‌ها بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی در واریته Nsrcqb با میانگین ۳۹/۰۷ درصد بود که با واریته Titicaca تفاوت معنی‌دار نداشت. در حالیکه کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی در واریته Nsrcqe با میانگین ۳۰/۶۹ درصد به دست آمد.

بیشترین میزان پروتئین دانه در سطح شوری ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۱۸/۴ درصد و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۱۴/۱ درصد بدست آمد. در بین واریته‌ها، واریته Nsrcqe کمترین محتوی پروتئین دانه را با میانگین ۱۴/۵ درصد داشت، در مقابل واریته‌های Nsrcqb و Titicaca به ترتیب با میانگین ۱۷/۳ و ۱۷/۱ درصد بیشترین مقادیر این شاخص را به خود اختصاص دادند.

نتایج مقایسه میانگین همچنین نشان داد که کمترین مقدار ساپونین دانه در شرایط بدون شوری و شوری بالا (به ترتیب ۰/۲ و ۰/۱۷ درصد) به دست آمد، در صورتی که بیشترین مقدار آن در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۰/۵۶ درصد مشاهده شد (جدول ۳).

تنش شوری منجر به کاهش نسبت سدیم به پتاسیم گردید به طوری که بیشترین نسبت در سطح شوری ۲ دسی زیمنس بر متر با میانگین ۰/۳۸ بدست آمد که در مقایسه با تیمار شوری شدید (۱۷ دسی زیمنس بر متر) افزایش ۷۳/۶ درصدی داشت (جدول ۳).

علاوه بر این شوری فعالیت ضدالتهابی را افزایش داد. بیشترین فعالیت ضد التهابی مربوط به سطح تنش شوری ۱۷ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۰/۰۶۹ نانومتر بود. بیشترین مقدار فعالیت ضد التهابی در واریته Nsrcqb و کمترین مقدار آم در واریته Nsrcqe مشاهده شد (جدول ۳).

نتایج آنالیز ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی نشان داد که کافئیک اسید تحت تأثیر تیمارهای شوری و واریته سنتز قابل توجهی نداشت. همچنین کلروژنیک اسید در دانه سنتز نشد. به طور کلی شوری منجر به افزایش محتوی کلروژنیک اسید، پاراکوماریک اسید، کوئرستین اسید و کامفر اسید در دانه گردید. بیشترین محتوی گالیک اسید در دانه با میانگین ۸۸/۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک در شرایط شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۴).

در تمامی اسیدهای مورد آنالیز، کمترین میانگین مربوط به تیمار عدم اعمال تنش شوری بود. در بین واریته‌ها نیز، واریته Nsrcqb دارای بیشترین میانگین عددی تمامی ترکیبات مورد آنالیز بود، در حالیکه واریته Nsrcqe در اکثر اسیدهای اندازه‌گیری شده، کمترین میانگین مقادیر این ترکیبات را به خود اختصاص داد.

جدول ۳. اثر تنش شوری و واریته بر برخی صفات دانه سه واریته کینوا

تنش شوری دسی‌زیمنس بر) (متر	دی پی پی اچ (درصد)	احیای یون مس (نانومتر)	قدرت کاهندگی آهن (درصد)	پروتئین (درصد)	ساپونین (درصد)	سدیم/پتاسیم (نسبت)	ضد التهابی (نانومتر)
۲	۵/۴۷ c	۰/۰۲۶ c	۱۰/۴c	۱۴/۱c	۰/۲ b	۰/۳۸ a	۰/۰۱۷ c
۱۰	۱۱/۲ b	۰/۰۶ b	۳۰/۱۸b	۱۶/۴b	۰/۵۶ a	۰/۲۱b	۰/۰۳۸ b
۱۷	۱۵/۹ a	۰/۰۹۱a	۶۳/۱a	۱۸/۴a	۰/۱۷ b	۰/۱c	۰/۰۶۹ a
واریته							
Nsrcqe	۹/۹ b	۰/۰۵۲ b	۳۰/۶۹ b	۱۴/۵b	۰/۲۷ b	۰/۰۲۲ a	۰/۰۳۸ b
Nsrcqb	۱۱/۴ a	۰/۰۶۹ a	۳۹/۰۷ a	۱۷/۳a	۰/۳۶ a	۰/۲۵ a	۰/۰۴۵ a
Titcaca	۱۱/۲ ab	۰/۰۵۷ b	۳۳/۹۲ ab	۱۷/۱a	۰/۳ b	۰/۲۲ a	۰/۰۴۱ ab

مقادیر میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) می‌باشد (منبع: یافته‌های تحقیق)

جدول ۴. محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در واریته‌های کینوا تحت تنش شوری

	اسید گالیک	اسید کلروژنیک	اسید کافئیک	اسید پاراکوماریک	اسید کوئرستین	اسید کامفر
	میکروگرم بر گرم وزن خشک					
زمان نگهداری استاندارد (دقیقه)	۳/۲	۱۳/۴	۱۶/۹	۳۴/۱	۱۴/۹	۱۳/۲
تنش شوری (دسی زیمنس بر متر)						
۲	۸۳/۰±۴/۷	–	–	۱۲/۰±۰/۲۴	۴/۵±۱/۲	۲۳/۳±۳/۲
۱۰	۸۸/۳±۲/۱	–	–	۱۹/۵±۱/۲	۴/۹±۰/۹	۲۴/۶±۶/۳
۱۷	۸۵/۷±۴/۶	–	–	۲۴/۳±۲/۳	۵/۴±۱/۵	۲۹/۷±۴/۹
واریته						
Nsrcqe	۷۰/۶±۴/۵	–	–	۱۳/۳±۴/۲	۴/۴±۰/۸	۲۲/۲±۱/۸
Nsrcqb	۷۹/۱±۴/۱	–	–	۱۶/۵±۴/۸	۴/۹±۰/۶	۲۶/۵±۳/۱
Titcaca	۷۴/۵±۶/۸	–	–	۱۴/۲±۲/۷	۴/۸±۱/۱	۲۵/۶±۲/۴

(منبع: یافته‌های تحقیق)

بحث

بروز ناهنجاری‌های تغذیه‌ای به دلیل شوری آب آبیاری منجر به تخریب غشاء سلولی، سمیت و مرگ سلول خواهد شد. تنش شوری رادیکال‌های سوپراکسید را در داخل سلول به پراکسید هیدروژن تبدیل می‌کند، این تبدیل باعث جلوگیری از فعالیت چرخه کالوین و کربوهیدارت در گیاه شده و منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود این آنزیم‌ها از عوارض جانبی پراکسید هیدروژن که بر تشکیل کربوهیدارت‌ها اثر می‌گذارد، می‌کاهد (Hamada & El-Enany, 1994).

سطح بالای فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان تحت تنش شوری تنها مکانیسم تحمل به تنش شوری نیست، بلکه این مکانیسم با تأمین ترکیباتی همچون پرولین و کربوهیدرات می‌تواند تحمل گیاه به تنش را نیز افزایش دهد (Aghighi Shahverdi *et al*., 2019). محققان گزارش دادند که تیمار شوری فعالیت مهار رادیکال DPPH را افزایش می‌دهد. این فعالیت‌ها ممکن است به طور مستقیم با محتوای فنل‌ها، تانن‌ها، فلاونوئیدها و در نتیجه با مهار رادیکال‌های آزاد مرتبط باشد (Bettaieb *et al*., 2011).

نتایج این پژوهش نشان داد تنش شوری منجر به افزایش پروتئین در گیاه کینوا شد در این راستا، گزارش‌هایی مبنی بر افزایش میزان پروتئین کل در اثر تنش توسط برخی پژوهشگران ارائه شده است (Amini et al., 2014). کاهش سرعت فتوسنتز گیاه تحت تنش خشکی، موجب تغییر در ساختمان پروتئین می‌گردد. به نظر می‌رسد در واکنش پروتئین با رادیکال‌های آزاد تغییر اسید آمینه، افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین، کاهش سنتز پروتئین و تجزیه اسید آمینه صورت می‌گیرد (Ranjan *et al*., 2017).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد کیفیت دانه (محتوای پروتئین و ساپونین) تحت تاثیر تنش شوری قرار می‌گیرد و حتی در برخی موارد به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. محتوای پروتئین دانه کینوا از ۱۲/۶۷ تا ۲۰/۵ درصد ماده خشک متغیر بود. به طور کلی محتوای پروتئین دانه کینوا (میانگین ۱۶/۳ درصد ماده خشک) بالاتر از غلاتی مانند جو (۱۰/۸ درصد)، ذرت (۱۰/۲ درصد)، برنج (۷/۶ درصد) و گندم (۱۴/۲ درصد) گزارش شده است (Pulvento *et al*., 2012).

محققان گزارش کرده‌اند که با افزایش سطح شوری میزان پروتئین دانه افزایش در حالی که میزان قند کل دانه کاهش می‌یابد (Koyro & Eisa, 2008).

نتایج مطالعه حاضر همچنین نشان دهنده افزایش محتوای ساپونین تحت تنش شوری است که با نتایج برخی از پژوهشگران هم‌خوانی دارد (Pulvento *et al*., 2012).

نسبت بالای یون‌های سدیم موجب آسیب به غشای پلاسمایی، اندامک‌های سلولی،اختلال در فتوسنتز، تنفس، سنتز پروتئین‌ها، و همچنین موجب عدم پایداری پروتئین گیاه می‌گردد. وقتی گیاه در معرض تنش‌های محیطی نامطلوب از جمله شوری قرار می‌گیرد، تولید گونه‌های فعال اکسیژن به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد، این امر می‌تواند موجب آسیب به اجزای سلولی شود. در چنین شرایطی گیاه برای مقابله با گونه‌های فعال اکسیژن، سیستم آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی را فعال می‌نماید (Aghighi *et al*., 2019).

تنظیم فعالیت اسمزی برگ، که با حفظ پتاسیم و حذف سدیم صورت می‌گیرد، یکی از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی است که تحمل تنش شوری را به توانایی آنتی‌اکسیدانی برگ اضافه می‌کند و از این رو می‌تواند به عنوان شاخص تحمل به شوری، برای اصلاح واریته ها کینوا استفاده شود (Zhi-Quan & Qi, 2015).

پژوهشگران خاصیت ضد التهابی گیاه ناخنک را به بالا بودن ترکیبات فلاونوئیدی در این گیاه نسبت می‌دهند (Khosroyar & Araste, 2018). به نظر می‌رسد که ترکیبات فنلی می‌توانند مسئول فعالیت آنتی اکسیدانی بالا در این گیاه باشند. در گزارش مشابهی بر اهمیت ترکیبات فنلی در فعالیت آنتی اکسیدانی تاکید شده است (Omidi *et al*., 2018).

در تنباکو تراریخته متحمل به شوری در مقایسه با نوع وحشی، تجمع آنتوسیانین به موازات محتوای پلی فنل کل بیشتر شده و ظرفیت مهار رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد (Navruz *et al*., 2016). زمانی که گیاه تحت تنش شوری قرار می‌گیرد،

بیان ژن‌های مختلف در آن فعال می‌شود، برخی از این ژن‌ها در بیوسنتز آنتوسیانین‌ها نقش دارند. نقش تنش شوری در افزایش پراکسید هیدروژن، فنل کل، آنتوسیانین و ظرفیت مهار رادیکال آزاد نیز گزارش شده است (Sakamoto & Suzuki, 2017).

افزایش میزان فنل کل و فلاونوئید تحت تنش خشکی به دلیل اثر محافظتی نشان داده شده است. بسیاری از فلاونوئیدها جزء فعالی از گیاهان بوده و خواص دارویی دارند. آن‌ها به عنوان ترکیبات فعال فیزیولوژیک عوامل محافظت کننده در مقابل تنش‌ها هستند (Tattini *et al*., 2004). میزان فعالیت فلاونوئیدی در گیاه ذرت نیز با افزایش تنش خشکی بیشتر شد (Nasrolazade *et al*., 2017).

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که شوری به طور معنی‌داری بر پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تأثیر می‌گذارد. شوری منجر به افزایش فعالیت مهار رادیکال DPPH، فنل، فلاونوئید و کاهش نسبت Na/K^+ شد، همچنین واریته Nsrcqb بیشترین مقاومت را به تنش شوری نشان داد.

منابع

استکی، معصومه؛ دانشمند وزیری، محسن؛ باقری تودشکی، حمید و منوچهری، هما (۱۳۹۳). گیاه کینوا. *ماهنامه برزگر*، ۳۴ (۱۰۹۹) ۴۱-۴۳.

امیدی، حشمت؛ شمس، هدی؛ سهندی، مهدی و رجبیان، طیبه (۱۳۹۸). رشد و فیزیولوژی بالنگ (*Lallemantia* sp.) تحت تنش خشکی و اثر آن روی محتوای دارویی گیاه. مجله *بیوشیمی و فیزیولوژی گیاهی*، ۱۳۰، ۶۴۱-۶۵۲.

امینی، علیرضا (۱۳۹۱). اثر کمبود آب روی محتوای پرولین و فعالیت آنتی اکسیدان روی سه کولتیوار زیتون. *مجله بیولوژی و علوم گیاهی*، ۲۷، ۱۶۷-۱۵۶.

جعفری، طاهره؛ ایرانبخش، علی، کمالی، کاظم و دانشمند، فاطمه (۱۴۰۰). اثر استرس شوری روی برخی از پارامترهای برگ، غلظت یون‌های معدنی، اسمولیتیز، آنزیم آنتی اکسیدان و فعالیت فنیل آلانین در سه ژنوتیپ کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd). *مجله سلول و مولکول بیوتکنولوژی*، ۱۲ (۴۵) ،۱۱۰-۱۱۷.

جمالی، صابر؛ شریفانی، حسین؛ هزارجریب، ابوطالب و سپهوند، نیاز علی (۱۳۹۵). اثر سطوح مختلف شوری روی جوانه زنی و رشد دو کولتیوار کینوا. *مجله تولیدات آب و خاک*، ۶ (۱)، ۸۶-۹۷.

خسرویار، سوسن و آراسته، علی (۱۳۹۷). مقایسه اثر ضد التهابی و ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره گیاه *Melilotus officinalis* و *Fraxinus excelsior* . مجله آرشیو گیاهی، ۱۸(۱)، ۴۴۳-۴۴۸.

رجایی، مجید. (۱۴۰۱). بر هم کنش شوری و سولفات آمونیوم بر رشد و غلظت عناصر غذایی در پرتقال والنسیا پیوند شده روی لیمو. *مجله علوم باغبانی ایران*، ۵۳ (۲)، ۳۲۱-۳۳۱.

سپهبد، ناصر؛ تواضع، مریم و کهبازی، مهدی (۱۳۹۳). کینوا، گیاه مهم برای امنیت و پایداری کشاورزی در ایران. یازدهمین کنفرانس علوم کشاورزی و اصلاح گیاهی، همدان. ۲۲-۲۹.

شریفانی، حسین؛ جمالی، صابر و سجادی، فراست (۱۳۹۸). بررسی اثرسطوح مختلف شوری روی پارامترهای مورفولوژی کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) تحت آبیاری مختلف. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان*، ۲۲ (۲)، ۱۵-۲۷.

طاوسی، مهرزاد و لطفعلی آدینه، غلام عباس (۱۳۹۶). کشت کینوا و نتایج تحقیقات آن. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی. ۱۵-۱۷.

عقیقی شاهوردی، مهدی؛ امیدی، حمید و طالب زاده، سعید (۱۳۹۸). واکنش استویا به استرس NaCl: رشد، پیگمان‌های فتوسنتزی و محتوای گلیکوزید در ریشه و ساقه. *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۱۸(۴)، ۳۵۵-۳۶۰.

نائمی، طاهره؛ فهمیده، لیلا و فاخری، برات علی (۱۳۹۷). اثر استرس خشکی روی آنزیم آنتی اکسیدان، محتوای پرولین و کربوهیدرات در برخی ژنوتیپ‌های گندم دروم در مرحله دانهالی. *مجله اصلاح گیاهان زراعی*، ۱۰ (۲۶) ،۲۲-۳۱.

نصرالله زاده اصل، وحید؛ محرم نژاد، سجاد و یوسفی، مهری (۱۳۹۶). عملکرد دانه، محتوای کلروفیل، تجمع اسمولیت، فنل کل و فعالیت کاتالیز در ذرت تحت تنش خشکی. *مجله اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۱۲(۴۶) ،۱-۱۴.

REFERENCES

Abbas, G., Amjad, M., Saqib, M., Murtaza, B., Asif Naeem, M., Shabbir, A. & Murtaza, G. (2021). Soil sodicity is more detrimental than salinity for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) A multivariate comparison of physiological, biochemical and nutritional quality attributes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 207(1), 59-73 .

Aghighi Shahverdi, M., Omidi, H. & Tabatabaei, S. (2019). Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) responses to NaCl stress: Growth, photosynthetic pigments, diterpene glycosides and ion content in root and shoot. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*, 18(4), 355-360. (In Persian).

Amini, A. Z. (2014). Effects of water deficit on proline content and activity of antioxidant enzymes among three olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Journal of Plant Research Iranian Journal of Biology*, 27,156-۱67 (In Persian).

Apak, R., Guklu, K., Ozurk, M. & Chelik, S. (2008). Mechanism of antioxidant capacity assays and the cuprac cupric ion reducing antioxidant capacity. *Microchimica Acta Horticultural*, 160, 413-419

Bettaieb, I., Knioua, S., Hamrouni, I., Limam, F. & Marzouk, B. (2011). Water-deficit impact on fatty acid and essential oil composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) aerial parts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 328-34.

Bondel, K. B. & Schmid, K. J. (2021). Quinoa diversity and its implications for breeding. In Sandra M. Schmockel (Ed.) *The quinoa genome*. (pp 107-118.) Springer.

Bradfored, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-54.

Derbali, W., Mana, A., Spengler, B., Goussi ,R., Abideen, Z., Ghezellou, P., Abdelly, C., Forreiter, C. & Koyro, H.W. (2021). Comparative proteomic approach to study the salinity effect on the growth of two contrasting quinoa genotypes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 163, 215-229.

Esteki, M., Daneshmand Vaziri, M., BagheriTodeshki, H., & Manouchehri, H. (2014).Quinoa. *Barzegar Monthly*, 34 (1099), 41-43. (In Persian).

Hamada, A. & El-Enany, A. (1994). Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. *Journal of Biologia Plantarum*, 36(1), 75-81

Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T. & Okuda, T. (1988). Two new flavonoids and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. *Chemical and pharmaceutical bulletin*, 36, 20-27.

Hinojosa, L., Gonzalez, J.A., Barrios-Masias, F.H., Fuentes, F. & Murphy, K.M. (2018). Quinoa abiotic stress responses. *Journal of Plants*, 7(4), 106-111.

Jafari, T., Iranbakhsh, A., kamali, K., Daneshmand, F. & seifati. (2021). Effect of salinity stress levels on some growth parameters, mineral ion concentration, osmolytes, non-enzymatic antioxidants and phenylalanine ammonialyase activity in three genotypes of (*Chenopodium quinoa* Willd.). *New Cellularand Molecular Biotechnology Journal*, 12(45), 110-117 (In Persian).

Jamali, s., Sharifian, H., Hezarjarib, A. & Sepahvand, N. (2016). The effect of different levels of salinity on germination and growth indices of two cultivars of Quinoa. *Journal of Water and Soil Protection*. 6(1), 86-97 (In Persian).

Khosroyar, S. & Arastehnodeh, A. (2018). Comparison of anti-inflammatory and antioxidant capacity of alcholic extraction of fraxinus excelsior and melilotus officinalis plant. *Plant Archives*, 18(1) 1, 443-448 (In Persian).

Koyro, H. and Eisa, S. (2008). Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of Chenopodium quinoa Willd. *Journal of Plant Soil*. 302: 79–90.

Li, G., Tang, C., Wang, Y., Yang, J., Wu, H. & Chen, G. (2015). A rapid and sensitive method for semicarbazide screening in foodstuffs by HPLC with fluorescence detection. *Food Analytical Methods*, 8, 1804-1811.

Naeemi, T., Fahmideh, L. & Fakheri, A. (2018). The impact of drought stress on antioxidant enzymes activities, containing of proline and carbohydrate in some genotypes of durum wheat (*Triticum turgidu* L.) at seedling stage. *Journal of Crop Breeding*. 10 (26), 22-31(In Persian).

Nasrollahzade Asl, V., Moharramnejad, S. & Yusefi, M. (2017). Grain yield, chlorophyll content, osmolyte accumulation, total phenolics and catalase activity in maize (*Zea mays* L.) under drought stress, *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research.* 12 (46), 1-14 (In Persian).

Navruz-Varli, S. & Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 69, 371-376.

Omidi, H., Shams, H., Sahandi, M. S. & Rajabian, T. (2018). Balangu (Lallemantia sp.) growth and physiology under field drought conditions affecting plant medicinal content. *Plant Physiology and Biochemistry,* 130, 641- 652 (In Persian).

Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Iafelice, G., Marconi, E. & d'Andria, R. (2012). Yield and quality characteristics of quinoa grown in open field under different saline and non-saline irrigation regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198, 254-263.

Rajaie, M. (2022). The interaction of salinity stress and ammonium sulfate on growth and nutrients concentration in Valencia orang plant grafted on Lemon, *Iranian Journal of Horticulture Science*. 53(2), 321-331 (In Persian).

Ranjan, A., Archana, K. & Ranjan, S. (2017). Gossypium herbaceum GhCYP1 regulates water-use efficiency and drought tolerance by modulating stomatal activity aphotosynthesis in transgenic tobacco. Biosciences, *Biotechnology Research Asia*. 14(3), 869-880.

Ridout, C.L., Price, K.R, Dupont, M.S, Parker, M. L. & Fenwick, G. R. (1991). Quinoa saponins analysis and preliminary investigations into the effects of reduction by processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54,165-176.

Sakamoto, M. & Suzuki, T. (2017). Synergistic effects of a night temperature shift and methyl Jasmonate on the production of anthocyanin in red leaf lettuce. *American Journal of Plant Sciences*, 8(7), 34–49.

Sakat, S., Juvekar, A.R. & Gambhire, M. N. (2010). In vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of methanol extract of Oxalis corniculata Linn. *International Journal of Pharm Sciences*, 2, 146-155.

Sepahbod, N. A., Tavazo, M. & Kahbazi, M. (2014).Quinoa is an importance plant for food security and sustainable agriculture in Iran. *11th Iranian Agricultural Sciences and Plant Breeding Congress*, Oct. Hamedan, pp.22-29. (In Persian).

Sharifani, H., Jamali, S. & Sajadi, F. (2018). Investigation the effect of different salinity levels on the morphological parameters of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under different irrigation regimes. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource*, 22 (2), 15-27 (In Persian).

Tattini, M., Galardi, C., Pinelli, P., Massai, R., Remorini, D. & Agati, G. (2004). Differential accumulation of flavonoids and hydroxycinnamates in leaves of *Ligustrum vulgare* under excess light and drought stress. *Journal of New Physiologist*, 163, 547-561.

Tavosi, M. & Lotfali Adine, G, A. (2018). Quinoa cultivation and researches results. Agricultural Research and Education center, Agricultural Education Publication, pp.15-19. (In Persian)

Zhi-Quan, C. & Qi, S. (2015). Comparative physiological and biochemical mechanisms of salt tolerance in five contrasting highland quinoa cultivars. *American Journal of Plant Sciences*, 4(1), 20-28.