University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

The effect of salinity stress and foliar application of nano-fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of quinoa forage

Faezeh Heidari[1] | Jalal Jalilian[2] | Esmaeil Gholinezhad[3]✉

1. Department of Plant Production and Genetic Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: heidaryfh9@urmia.ac.ir
2. Department of Plant Production and Genetic Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: j.jalilian@urmia.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: e_gholinejad@pnu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 31 January 2022
Received in revised form
31 August 2022
Accepted 14 September 2022
Published online
20 September 2023

Keywords:
Crude fiber
Crude protein
Morphological traits
Tolerance to salinity
Total ash

ABSTRACT

Objective: Regarding the importance of nutritional management in saline conditions and the need to investigate the nutritional aspects of the new quinoa crop, this research was conducted with the aim of investigating the effect of different levels of salinity stress and different nano fertilizers on the morphological characteristics and quantitative and qualitative characteristics of quinoa forage.

Methods: This experiment was conducted on factorial experimental based on a completely randomized design with three replications in the research field of Urmia University during 2017-2018. The first factor was salinity stress with water of Lake Urmia at three levels (0, 16, 32 dS m^{-1}) and the second factor was nano-fertilizer at five levels (potassium, zinc calcium, silica, and no foliar application (control)).

Results: The results showed that the highest and lowest values of plant height, leaf dry weight and inflorescence dry weight were obtained from the treatment without salinity stress and salinity stress at 32 dS m^{-1}, respectively. Salinity stress at 32 and 16 ds/m, compared to the control, increased crude protein (5% and 3%), soluble carbohydrates (15% and 14%), acid detergent fiber (23% and 7%), neutral detergent fiber (20% and 5%) and crude fiber (10% and 5%), respectively, while it reduced the total ash (27% and 17%) and dry matter digestibility (22% and 8%). Also, foliar application of nano-fertilizers improved forage quality traits such as crude protein, total ash, dry matter digestibility and soluble carbohydrate content and unfavorable qualitative traits such as neutral detergent fiber, acid detergent fiber and crude fiber decreased.

Conclusion: Therefore, in order to improve the growth, increase the quality of quinoa forage, and reduce the effects of salinity stress, foliar application with various nano-fertilizers, especially calcium nano-fertilizer, is highly recommended.

Cite this article: Heidari, F., Jalilian, J., & Gholinezhad, E. (2023). The effect of salinity stress and foliar application of nano-fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of quinoa forage. *Journal of Crops Improvement*, 25 (3), 769-785. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.338348.2672

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.338348.2672

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

تأثیر تنش شوری و محلول‌پاشی با نانوکودها بر ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه گیاه کینوا

فائزه حیدری[۱] | جلال جلیلیان[۲] | اسماعیل قلی‌نژاد[۳] ✉

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: heidaryfh9@urmia.ac.ir

۲. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. رایانامه: j.alilian@urmia.ac.ir

۳. نویسنده مسئول، گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. رایانامه: e_gholinejad@pnu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹

کلیدواژه‌ها:
پروتئین خام
تحمل به شوری
خاکستر کل
فیبر خام
صفات مورفولوژیک

چکیده

هدف: با توجه به اهمیت مدیریت تغذیه در شرایط شور و لزوم بررسی جنبه‌های تغذیه‌ای گیاه زراعی جدید کینوا، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش شوری و نانوکودهای مختلف بر ویژگی‌های مورفولوژیک و ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه کینوا انجام گرفت.

روش پژوهش: این پژوهش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه به‌صورت گلدانی اجرا شد. فاکتور اول تنش شوری با آب دریاچه ارومیه در سه سطح (صفر، ۱۶ و ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور دوم نانوکود در پنج سطح (پتاسیم، روی، کلسیم، سیلیسیم و عدم برگ‌پاشی) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و گل‌آذین به‌ترتیب از تیمار بدون تنش شوری و شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد. تنش شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد به‌ترتیب پروتئین خام (۵ و ۳ درصد)، درصد کربوهیدرات قابل حل در آب (۱۵ و ۱۴ درصد)، درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (۲۳ و ۷ درصد)، درصد فیبر خام (۱۰ و ۵ درصد) و درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی (۲۰ و ۵ درصد) را افزایش داد، درحالی‌که به‌ترتیب موجب کاهش خاکستر کل (۲۷ و ۱۷ درصد) و ماده خشک قابل هضم (۲۲ و ۸ درصد) شد. محلول‌پاشی با نانوکودها در مقایسه با شاهد (عدم محلول‌پاشی) ویژگی‌های مورفولوژیک موردمطالعه را افزایش داد. هم‌چنین ویژگی‌های کیفی مطلوب علوفه مانند پروتئین خام، خاکستر کل، ماده خشک قابل هضم و درصدکربوهیدرات قابل حل در آب علوفه کینوا را بهبود بخشید و ویژگی‌های کیفی نامطلوب مانند درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و درصد فیبر خام را کاهش داد.

نتیجه‌گیری: بنابراین برای بهبود رشدونمو و افزایش کیفیت علوفه کینوا و تعدیل اثرات تنش شوری، محلول‌پاشی با نانوکودهای مختلف به‌ویژه نانوکود کلسیم توصیه می‌گردد.

استناد: حیدری، فائزه؛ جلیلیان، جلال؛ و قلی‌نژاد، اسماعیل (۱۴۰۲). تأثیر تنش شوری و محلول‌پاشی با نانوکودها بر ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه گیاه کینوا. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۳)، ۷۶۹-۷۸۵. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.338348.2672

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

شوری یکی از تنش‌های غیرزنده مهم است که بر تولید محصولات کشاورزی تأثیر می‌گذارد. شوری دست‌کم به ۲۰ درصد از محصولات زراعی در سراسر جهان آسیب می‌رساند (Hussain *et al*., 2018). مقدار جذب آب توسط گیاهان در سطوح بالای شوری به‌شدت کاهش می‌یابد. تنش شوری سطح آب درون سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از رشد سلول جلوگیری می‌کند (Ferchichi *et al*., 2018). تجمع نمک‌ها موجب کاهش غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل می‌شود و به‌دنبال آن دستگاه فتوسنتز را تخریب می‌کند (Fing *et al*., 2018). با توجه به اثرات تنش شوری بر گسترش سلول و رشدونمو عادی اندام‌ها، این تنش می‌تواند تأثیر منفی بر ویژگی‌های رویشی از جمله ارتفاع بوته داشته باشد.

کینوا گیاهی یک‌ساله از خانواده اسفناجیان (Chenopodiaceae) می‌باشد که شباهت ظاهری با علف هرز سلمه‌تره دارد و بسیار خوش‌هضم بوده و از دانه‌های برنج نیز سبک‌تر و خوش‌هضم‌تر است. منبع غنی از آهن، پروتئین، منیزیم، فیبر، فسفر و ویتامین B_2 می‌باشد. کینوا دارای پروتئین زیادی می‌باشد که نُه اسید آمینه ضروری را نیز در بر گرفته است. این گیاه به‌منظور تولید دانه کشت می‌شود، اما از برگ‌های جوان آن به‌صورت سبزی تازه یا پخته استفاده می‌شود (Ruiz *et al*., 2016). برگ‌های آن شبیه اسفناج است و گل‌های آن از سفید تا قرمز متغیر می‌باشد. بذرها کوچک و به رنگ‌های متنوع از سفید تا تیره دارند. بذرها در گل آذین خوشه‌ای قرار دارند. برخی از واریته‌های کینوا بین ۱۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ بذر تولید می‌کنند. این گیاه مانند گندم خودگرده افشان بوده و گاهی اوقات ۱۰ تا ۱۵درصد دگرگرده‌افشانی از خود نشان می‌دهد. این گیاه دارای سیستم ریشه‌ای قوی بوده و نسبت به استرس خشکی مقاوم می‌باشد. طول دوره رشد این گیاه بین ۹۰ تا ۱۲۵ روز متغیر می‌باشد (طاوسی و همکاران، ۱۳۹۶).

استفاده گسترده از کودهای شیمیایی معمولی به خاک و سلامت انسان ضرر می‌رساند و موجب تغییراتی در اکوسیستم می‌شود. استفاده از کودهای نانو می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای مرسوم قبلی شوند و عناصر یا مواد غذایی که به شکل نانوکود به گیاهان داده می‌شود به‌صورت کنترل‌شده در خاک آزاد می‌گردند؛ به‌طور کلی فناوری نانو امکان استفاده از عناصر غذایی و کاهش هزینه‌های حفاظت از محیط زیست را فراهم کرده است (Chinnamuthu *et al*., 2009). این کودها به آسانی جذب می‌شوند و افزون بر این‌که پیامدهای زیست‌محیطی چندانی ندارند، می‌توانند کیفیت خاک را افزایش دهند (Mazaherinia *et al*., 2010).

۲. پیشینه پژوهش

گزارش شده است که ارتفاع گیاه کینوا در سطوح شوری ۱۵ و ۳۰ دسی‌زیمنس بر مت تنها کاهش ۸/۵ درصدی را داشت، درحالی‌که این کاهش برای ارتفاع گل آذین ۲۶/۷ درصد بود (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۶). با بررسی اثر آبیاری با آب شور حاصل از اختلاط آب دریا و آب شهری بر جوانه‌زنی و عملکرد گیاه کینوا گزارش شده است که افزایش شوری موجب کاهش طول ریشه، طول ساقه، مورفولوژی ریشه و وزن تر و خشک اندام هوایی کینوا گردید (Panuccio *et al*., 2014). با توجه به محدودیت منابع آب و افزایش شوری، استفاده از آب‌های شور می‌تواند از راهبردهای مدیریتی در جهت استفاده کارآمد درشرایط خشکسالی و بحران آب محسوب شود (Mansouri Far *et al*., 2010).

پروتئین کینوا از هر دو نظر کمی و کیفی بهتر از دانه غلات می‌باشد و پروتئین آن دو برابر گندم است (Lilian, 2009). ویژگی‌های کیفی علوفه کینوا مانند فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی به‌طور معنی‌داری کم‌تر از یونجه و یولاف بوده و محتوای پروتئین خام بیش‌تر از دو گونه بالا می‌باشد و بیش‌تر از ۲۰ درصد می‌رسد (Shah *et al*., 2020).

کودهای نانو از عواملی که باعث ایجاد تنش‌های مختلف زنده و غیر زنده در گیاهان می‌شوند، جلوگیری می‌کنند. به‌عبارتی، کودهای نانو با توجه به اندازه مناسب ذرات‌شان به‌راحتی جذب گیاه می‌شوند و بنابراین گیاهانی که مقدار مناسبی از عناصر غذایی را جذب نمایند، بنیه قوی خواهند داشت و در مقابل تنش‌های زنده و غیر زنده مقاوم می‌شوند (Singh *et al*., 2017). امروزه انواع عناصر میکرو با فناوری نانو به دو شکل نانوذره و نانوکلات غنی شده‌اند تا ضمن ایجاد محیطی مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها، توان گیاه را در رشد و تولید محصول تقویت کنند و از عواملی که باعث ایجاد تنش‌های مختلف زنده و غیرزنده در گیاهان می‌شوند جلوگیری می‌کنند (ملکی لجایر و همکاران، ۱۳۹۹). روابط بین شوری و تغذیه گیاهان پیچیده می‌باشد. تحت تنش شوری استفاده از عناصر غذایی همراه با آبیاری موجب کاهش کارایی عناصر غذایی می‌شود، چون خاک بیش از اندازه قلیایی شده و این عناصر در خاک تثبیت و غیرقابل مصرف می‌شوند. اما کاربرد عناصر موردنیاز به‌صورت محلول‌پاشی به جهت افزایش جذب آن‌ها روش مناسبی می‌باشد (Zayed *et al*., 2011). در بین عناصر ضروری، روی نقش ساختاری و عملکردی دارد و می‌تواند اثر زیان‌بار تنش شوری را کاهش دهد. هم‌چنین روی در ساخت پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها، نقش حیاتی دارد (Cabot *et al*., 2019). نتایج مطالعات نشان داده است که محلول‌پاشی با نانوکودهای کلسیم، آهن و روی می‌تواند عملکرد گیاه ذرت را افزایش دهد (Xia *et al*., 2019). هم‌چنین نتایج پژوهش Chand *et al*. (2017) نشان داد که محلول‌پاشی با سولفات روی حداکثر محتوای پروتئین خام گیاه ذرت را تولید کرد. در مطالعه‌ای گزارش شد که محلول‌پاشی با نانوکودهای کلسیم، آهن و روی، محتوای خاکستر را در گیاه سورگوم به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Asif *et al*., 2020).

با توجه به اهمیت مدیریت تغذیه در شرایط شور و لزوم بررسی جنبه‌های تغذیه‌ای گیاه زراعی جدید کینوا، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش شوری و نانوکودهای مختلف بر ویژگی‌های مورفولوژیک و ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه کینوا انجام گرفت.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی به‌صورت کشت گلدانی با ۱۵ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمار تنش شوری با آب دریاچه ارومیه در سه سطح (صفر، ۱۶، ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) بود. تیمار محلول‌پاشی در پنج سطح ۱- نانوکود پتاسیم[۱] (۲ در هزار)، ۲- نانوکود روی[۲] (۱/۵ در هزار)، ۳- نانوکود کلسیم[۳] (۲ در هزار)، ۴- نانوکود سیلیسیم[۴] (۱/۵ در هزار) و شاهد (عدم برگ‌پاشی) بود. زمان محلول‌پاشی بعد از استقرار سه گیاهچه در گلدان و رسیدن به مرحله چهاربرگی هر ۱۲ روز یک‌بار (در مجموع در پنج مرحله) انجام گرفت. نانوکودهای کلاته مورداستفاده در این پژوهش (با نام تجاری خضراء) توسط شرکت دانش‌بنیان صدور احرار شرق با روش خودچینی و براساس فناوری[۵] پتنت‌شده در اداره ثبت اختراعات امریکا، تولید شده است. نانوکود کلات پتاسیم، کلسیم، سیلیسیم و روی استفاده‌شده در این پژوهش به‌ترتیب حاوی ۲۷، ۷، ۲ و ۱۲ درصد عناصر پتاسیم، کلسیم، سیلیسیم و روی در فرم کلات‌شده هستند.

در ابتدا برای آماده‌سازی خاک گلدان‌ها به‌ترتیب با نسبت‌های ۳، ۱، ۱ خاک و کود دامی و ماسه بادی مخلوط شده و به گلدان‌هایی که برای زهکشی مناسب از قبل ته آن‌ها سوراخ شده بود، اضافه شدند و در فضای آزاد مزرعه تحقیقاتی دانشگاه

۱. Nano chelated potassium
۲. Nano chelated zinc
۳. Nano chelated calcium
۴. Nano chelated silicon
۵. Chelate Compounds

ارومیه قرار گرفتند. به‌دلیل یکسان‌بودن شرایط آزمایش برای پرکردن خاک در گلدان‌ها هرکدام وزن شده و به مقدار مساوی با خاک پر شدند. وزن هر گلدان برابر با هفت کیلوگرم و دارای قطر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متری بودند. سپس ظرفیت مزرعه‌ای هر گلدان محاسبه شد و به هر گلدان به مقدار ۱۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک، کود اوره و کود سوپرفسفات تریپل (براساس نتایج آزمون خاک) اضافه گردید. بذر کینوا رقم Titicaca در تاریخ ۹ تیرماه سال ۱۳۹۷ کاشته شد و هر یک از بذرها در عمق ۲ سانتی‌متری از خاک گلدان‌ها قرار گرفتند. تشخیص زمان آبیاری با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج خاک (Soil moisture meter PMS-714, Taiwan) انجام شد. ابتدا واسنجی دستگاه با رطوبت در حد ظرفیت مزرعه‌ای خاک مورداستفاده در آزمایش انجام گرفت (میزان رطوبت در ظرفیت مزرعه‌ای، ۲۵ درصد و معادل یک لیتر و ۲۰۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان بود) و سپس براساس مقدار رطوبت وزنی (برحسب درصد) گلدان‌ها، آبیاری براساس رسیدن رطوبت گلدان‌ها به ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای انجام شد. تیمار شوری به‌صورت پلکانی اعمال شد، برای این منظور در ابتدا و برای سازگارشدن، گیاهان با شوری کم‌تر آبیاری شدند و سپس شوری‌های ذکرشده براساس تیمارها اعمال شدند. البته در پایان آزمایش شوری تجمعی در خاک گلدان‌ها اندازه‌گیری شد. عملیات برداشت نیز در تاریخ ۱۸ مهرماه بعد از رسیدگی کامل فیزیولوژیکی کف‌بر شده و برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه دانشگاه ارومیه منتقل شدند. نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک موردمطالعه بعد از مخلوط‌کردن ماده آلی و ماسه تعیین شد و در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مورد آزمایش

pH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	کلسیم (میلی اکی والان بر ۱۰۰ گرم)	فسفر (پی‌پی‌ام)	پتاسیم (پی‌پی‌ام)	آهک (درصد)	مس (پی‌پی‌ام)	روی (پی‌پی‌ام)	آهن (پی‌پی‌ام)	منگنز (پی‌پی‌ام)
۸/۱۲	۲/۹۸	۶۰/۵	۱/۵	۳۸	۱/۴۰	۰/۲۵	۷۶/۸	۱۱/۲	۵۱۴	۱۷/۵	۱/۶۶	۰/۷۸	۱/۵۶	۰/۷

بعد از برداشت کینوا که سه بوته در هر گلدان بود تمامی برگ‌ها، تعداد شاخه فرعی و گل‌آذین‌های موجود در گیاه در آزمایشگاه شمارش و یادداشت‌برداری شد. گل‌آذین کینوا در هوای آزاد و بدون دستگاه خشک‌کن به‌طور طبیعی خشک و سپس توسط ترازوی دقیق توزین گردید (سید شریفی و قلی‌نژاد، ۱۴۰۰).

کیفیت علوفه: برای اندازه‌گیری کیفیت علوفه، نمونه‌ها خشک و پودر شدند و از تکنولوژی طیف‌سنجی مادون قرمز (Near Infrared Reflectance) استفاده شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و MATAT-C و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای داده‌هایی که از طریق شمارش به‌دست آمده بودند با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) تبدیل جذری به‌عمل آمد و سپس تجزیه واریانس و میانگین-ها انجام شد.

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. ویژگی‌های مورفولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی تنش شوری بر ویژگی‌های ارتفاع بوته، ارتفاع گل‌آذین، تعداد گل‌آذین، تعداد شاخه، تعداد برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک گل‌آذین و محلول‌پاشی نانوکود بر ویژگی‌های

ارتفاع بوته، تعداد گل‌آذین، وزن خشک برگ، ارتفاع گل‌آذین، تعداد برگ و وزن خشک گل‌آذین معنی‌دار (p<۰/۰۵) بود اما اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های مورفولوژیک علوفه کینوا تحت تأثیر نانوکود و سطوح مختلف تنش شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	ارتفاع گل‌آذین	تعداد گل‌آذین	تعداد شاخه	تعداد برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک گل‌آذین
تنش شوری	۲	۲۲۹/۶۱**	۵۱/۹۰**	۲۱۳/۰۸**	۷۸/۲۸*	۳۴۰۵۰/۴۲**	۲۶/۲۳**	۱۰/۰۰۴**
نانوکود	۴	۷۲/۳۵**	۳/۷۷*	۸/۴۱**	۲/۶۱ns	۵۵۱۸/۳۰*	۳/۲۸**	۱/۵۴*
تنش شوری× نانوکود	۸	۱۰/۹۱ns	۰/۵۵ns	۱/۸۹ns	۱/۶۷ns	۱۹۱۶/۰۳ns	۱/۴۹ns	۰/۳۴ns
خطای آزمایشی	۳۰	۱۳/۷۳	۱/۰۰۳	۱/۹۷	۱/۵۳	۱۵۰۰/۲۸	۰/۵۶	۰/۵۰۰
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۱/۳۸	۱۱/۹۵	۱۶/۸۳	۱۵/۶۹	۱۸/۹۴	۱۹/۳۸	۲۶/۲۵

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌دار.

تنش شوری سبب کاهش تمام ویژگی‌های مورفولوژیک گیاه شد. در سطوح شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ویژگی‌های ارتفاع بوته (۲۱ و ۱۴ درصد)، ارتفاع گل‌آذین (۳۶ و ۲۰ درصد)، تعداد گل‌آذین (۵۷ و ۴۴ درصد)، تعداد برگ (۳۵ و ۲۹ درصد)، وزن خشک برگ (۴۵ و ۴۰ درصد) و وزن خشک گل‌آذین (۴۶ و ۲۷ درصد) کاهش یافت (جدول ۳). میان ویژگی‌های مورفولوژیک علوفه در تیمارهای مختلف محلول‌پاشی با نانوکودها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). محلول‌پاشی با نانوکود کلسیم موجب تعدیل تنش شوری شد و در مقایسه با تیمار شاهد ویژگی‌های ارتفاع بوته، ارتفاع گل‌آذین، تعداد گل‌آذین، تعداد برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک گل‌آذین را به‌ترتیب ۱۷، ۱۶، ۲۷، ۲۸، ۲۵ درصد افزایش داد (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش شوری و نانوکود بر ویژگی‌های مورفولوژیک علوفه کینوا

تیمار تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	ارتفاع گل‌آذین (سانتی‌متر)	تعداد گل‌آذین در هر گلدان	تعداد برگ در هر گلدان	وزن خشک برگ (گرم بر بوته)	وزن خشک گل‌آذین (گرم بر بوته)
۰	۳۶/۷۸ a	۱۰/۳۱ a	۱۲/۶۰ a	۲۵۸/۸۰ a	۵/۳۹ a	۳/۵۵ a
۱۶	۳۱/۸۱ b	۸/۲۳ b	۷/۰۶ b	۱۸۴/۴۷ b	۳/۲۲ b	۲/۵۹ b
۳۲	۲۹/۰۶ b	۶/۵۹ c	۵/۴۰ c	۱۷۰/۰۰ b	۲/۹۹ b	۱/۹۳ c
نانوکود						
کلسیم	۳۳/۹۰ a	۸/۵۸ a	۹/۷۷ a	۲۳۰/۰۰ a	۴/۴۶ a	۳/۰۳ a
سیلیسیم	۳۳/۵۲ ab	۸/۶۹ a	۸/۳۳ ab	۲۱۶/۶۷ a	۴/۴۵ a	۲/۴۱ a
پتاسیم	۳۳/۳۹ ab	۸/۷۹ a	۸/۵۵ b	۱۹۷/۶۷ a	۳/۹۱ a	۲/۸۷ a
روی	۳۱/۶۹ bc	۸/۵۹ a	۸/۰۰ b	۲۱۲/۵۶ a	۳/۱۵ ab	۳/۰۴ ab
شاهد	۲۸/۲۵ c	۷/۲۳ b	۷/۱۱ b	۱۶۵/۲۲ ab	۳/۳۷ b	۲/۱۱ b

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون (تیمار تنش شوری و نانوکود جداگانه) براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۱) ندارند.

۴. ۲. کیفیت علوفه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر اثرات اصلی تنش شوری و محلول‌پاشی با نانوکود بر ویژگی‌های مربوط به کیفیت علوفه معنی‌دار بود (جدول ۴). هم‌چنین برهم‌کنش تنش شوری و نانوکود بر تمامی ویژگی‌های مربوط به کیفیت علوفه به‌جز پروتئین خام و خاکستر کل معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های کیفیت علوفه کینوا تحت تأثیر نانوکود و سطوح مختلف تنش شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین خام	ماده خشک قابل هضم	کربوهیدرات قابل هضم	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	خاکستر کل	فیبر خام	فیبر نامحلول در شوینده خنثی
تنش شوری	۲	۸/۶۳**	۶۱۶/۶۰**	۶۶/۳۹**	۵۰۴/۹۷*	۲۲/۱۷**	۲۷/۸۱**	۵۱۰/۶۵**
نانوکود	۴	۴/۳۴*	۵۴/۷۹**	۲۴/۵۴**	۷/۰۰۹*	۲/۴۵**	۳/۴۹**	۹/۶۴**
تنش شوری× نانوکود	۸	۱/۳۶ns	۱۹/۱۳*	۴/۹۰**	۴/۳۰*	۰/۲۶ns	۱/۶۴*	۳/۲۶**
خطای آزمایشی	۳۰	۱/۳۲	۶/۳۳	۰/۷۶	۱/۸۱	۰/۴۵	۰/۶۶	۱/۲۶
ضریب تغییرات (درصد)	–	۳/۶۱	۴/۱۰	۳/۶۵	۳/۱۴	۸/۷۴	۳/۰۳	۲/۳۰

**، * و ns: به‌ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار.

۴. ۳. پروتئین خام

نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های کیفیت علوفه نشان داد تنش شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد پروتئین خام را به‌ترتیب به میزان ۵ و ۳ درصد افزایش داد (جدول ۵). محلول‌پاشی با نانوکود در مقایسه با شاهد سبب افزایش پروتئین خام علوفه کینوا شد. محلول‌پاشی با نانوکود سیلیسیم در مقایسه با شاهد درصد پروتئین خام را به میزان ۵ درصد افزایش داد (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های پروتئین خام و خاکستر کل علوفه کینوا برای اثرات اصلی تنش شوری و نانوکود

تیمار تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	پروتئین خام (درصد)	خاکستر کل (درصد)
۰	۳۱/۰۵ b	۹/۰۱ a
۱۶	۳۲/۰۰۸ a	۷/۵۰ b
۳۲	۳۲/۵۵ a	۶/۶۱ c
نانوکود		
کلسیم	۳۲/۲۵ a	۷/۹۶ a
سیلیسیم	۳۲/۲۹ a	۸/۰۸ a
پتاسیم	۳۲/۰۷ a	۷/۷۶ a
روی	۳۲/۰۹ a	۷/۹۳ a
شاهد	۳۰/۶۴ b	۶/۷۹ b

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون (تیمار تنش شوری و نانوکود جداگانه) براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۱) ندارند.

۴. ۴. خاکستر کل

در سطوح شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد خاکستر کل به‌ترتیب ۲۷ و ۱۷ درصد کاهش یافت (جدول ۵). محلول‌پاشی با نانوکود در مقایسه با شاهد سبب افزایش خاکستر کل علوفه کینوا گردید بین تیمارهای مختلف نانوکود از نظر تأثیر روی خاکستر کل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. محلول‌پاشی با نانوکود سیلیسیم در مقایسه با شاهد درصد خاکستر کل را به میزان ۱۶ درصد افزایش داد (جدول ۵).

۴. ۵. ماده خشک قابل هضم

در سطوح شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد ماده خشک قابل هضم به‌ترتیب ۲۲ و ۸ درصد کاهش یافت (جدول ۶). محلول‌پاشی با نانوکود در مقایسه با شاهد سبب افزایش ماده خشک قابل هضم علوفه کینوا شد. در شرایط مطلوب (عدم تنش شوری) محلول‌پاشی با نانوکود سیلیسیم و پتاسیم در مقایسه با شاهد درصد ماده خشک قابل هضم را به‌ترتیب به میزان ۱۳ و ۱۲ درصد افزایش داد. در شرایط تنش شوری تأثیر محلول‌پاشی با نانوکود کلسیم روی

درصد ماده خشک قابل هضم بهتر از سایر نانوکودها بود. به‌طوری‌که در شرایط شوری ۱۶ و ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر محلول‌پاشی با نانوکود کلسیم در مقایسه با شاهد، درصد ماده خشک قابل هضم را به‌ترتیب به میزان ۱۳ و ۱۲ درصد افزایش داد (جدول ۶).

جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش تنش شوری و نانوکود بر کیفیت علوفه کینوا

تیمار (تنش شوری و نانوکود)		ماده خشک قابل هضم (درصد)	کربوهیدرات قابل هضم (درصد)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	فیبر خام (درصد)	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
صفر	کلسیم	۶۹/۰۸ ab	۲۱/۵۷ fg	۳۶/۷۸ e	۲۵/۰۷ de	۴۲/۸۱ f
	سیلیسیم	۷۱/۸۳ a	۲۱/۵۰ fg	۳۷/۸۹ de	۲۴/۷۷ e	۴۳/۹۵ ef
	پتاسیم	۷۱/۴۶ a	۲۲/۰۷ fg	۳۶/۹۱ e	۲۵/۳۲ cde	۴۲/۹۵ f
	روی	۶۵/۱۹ bcd	۲۲/۰۱ fg	۳۹/۵۹ cd	۲۵/۶۲ cde	۴۴/۸۰ def
	شاهد	۶۲/۶۸ cde	۲۰/۶۰ g	۴۰/۱۳ cd	۲۶/۸۰ bc	۴۶/۵۶ cd
۱۶	کلسیم	۶۶/۴۵ bc	۲۱/۷۶ fg	۳۹/۸۵ cd	۲۶/۳۰ bcd	۴۵/۶۲ de
	سیلیسیم	۶۳/۶۳ cde	۲۵/۵۹ cd	۴۱/۳۸ bc	۲۶/۸۲ bc	۴۶/۳۸ d
	پتاسیم	۶۰/۵۹ def	۲۷/۳۰ b	۴۱/۷۳ bc	۲۶/۹۴ b	۴۶/۸۹ cd
	روی	۶۱/۵۶ de	۲۶/۵ bc	۳۹/۵۸ cd	۲۶/۷۸ bc	۴۵/۶۷ de
	شاهد	۵۹/۵۰ efg	۲۴/۲۴ de	۴۲/۹۱ b	۲۷/۱۰ b	۴۸/۴۱ c
۳۲	کلسیم	۵۵/۸۲ ghi	۲۳/۱۱ ef	۵۰/۰۵ a	۲۹/۱۶ a	۵۶/۳۵ a
	سیلیسیم	۵۳/۲۲ hij	۲۵/۷۳ bcd	۴۷/۸۰ a	۲۷/۰۳ b	۵۳/۲۳ b
	پتاسیم	۵۱/۷۵ ij	۲۸/۷۸ a	۴۹/۲۶ a	۲۶/۹۴ b	۵۵/۰۸ ab
	روی	۵۳/۳۷ hij	۲۶/۲۳ bc	۴۹/۷۹ a	۲۸/۵۴ a	۵۵/۲۹ a
	شاهد	۴۹/۸۸ j	۲۲/۵۹ f	۵۰/۲۱ a	۲۹/۵۳ a	۵۶/۵۱ a

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون توکی تفاوت معنی‌داری ($P<0/01$) ندارند.

۴. ۶. کربوهیدرات قابل حل در آب

با افزایش سطح تنش شوری، درصدکربوهیدرات قابل حل در آب افزایش معنی‌داری یافت، به‌طوری‌که تنش شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد، درصدکربوهیدرات قابل حل در آب را به‌ترتیب به میزان ۱۵ و ۱۴ درصد افزایش داد (جدول ۶). محلول‌پاشی با نانوکودها در مقایسه با شاهد سبب افزایش درصدکربوهیدرات قابل حل در آب شد. محلول‌پاشی با نانوکود پتاسیم در مقایسه با عدم محلول‌پاشی درصدکربوهیدرات قابل حل در آب را در شرایط عدم تنش شوری، سطوح شوری ۱۶ و ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب ۷، ۱۱ و ۲۲ درصد افزایش داد (جدول ۶).

۴. ۷. الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در سطوح شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی به‌ترتیب ۲۳ و ۷ درصد افزایش یافت (جدول ۶). محلول‌پاشی با نانوکودها در مقایسه با شاهد سبب کاهش درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی علوفه کینوا گردید. در شرایط عدم تنش شوری، محلول‌پاشی با نانوکود کلسیم در مقایسه با شاهد درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را به میزان ۸ درصد کاهش داد. در شرایط شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر محلول‌پاشی با نانوکود روی در مقایسه با شاهد درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را به میزان ۸ درصد کاهش داد (جدول ۶). در شرایط شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر محلول‌پاشی با نانوکود سیلیسیم در مقایسه با شاهد درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را به میزان ۵ درصد کاهش داد و با سایر نانوکودها تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

۴. ۸. درصد فیبر خام

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تنش شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد درصد فیبر خام را به‌ترتیب به میزان ۱۰ و ۵ درصد افزایش داد (جدول ۶). محلول‌پاشی با نانوکود در مقایسه با شاهد سبب کاهش درصد فیبر خام علوفه کینوا شد. در شرایط مطلوب (عدم تنش شوری) محلول‌پاشی با نانوکود سیلیسیم در مقایسه با شاهد درصد فیبر خام را به میزان ۸ درصد کاهش داد. در شرایط شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر محلول‌پاشی با نانوکود کلسیم در مقایسه با شاهد درصد فیبر خام را به میزان ۳ درصد کاهش داد (جدول ۶). در شرایط شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر محلول‌پاشی با نانوکود پتاسیم در مقایسه با شاهد درصد فیبر خام را به میزان ۹ درصد کاهش داد (جدول ۶).

۴. ۹. درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی

تنش شوری ۳۲ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی را به‌ترتیب به میزان ۲۰ و ۵ درصد افزایش داد (جدول ۶). محلول‌پاشی با نانوکود در مقایسه با شاهد سبب کاهش درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی شد. در شرایط مطلوب (عدم تنش شوری) محلول‌پاشی با نانوکود پتاسیم در مقایسه با شاهد درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی را به میزان ۸ درصد کاهش داد. در شرایط شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر محلول‌پاشی با نانوکود کلسیم در مقایسه با شاهد درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی را به میزان ۶ درصد کاهش داد (جدول ۶). در شرایط شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر محلول‌پاشی با نانوکود پتاسیم در مقایسه با شاهد درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی را به میزان ۶ درصد کاهش داد (جدول ۶).

۵. بحث

در این مطالعه تنش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته کینوا شد. کاهش ارتفاع بر اثر شوری می‌تواند یک راه‌کار مناسب برای مقابله با شوری باشد. در اثر کاهش ارتفاع، میزان مصرف آب به‌دلیل رشد کم‌تر و هم‌چنین تعرق کم‌تر کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد کاهش طول ساقه در اثر شوری به‌دلیل کاهش فتوسنتز باشد. نتایج سایر پژوهش‌ها نیز نشان داده تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته و سطح برگ کینوا می‌شود (جمالی و شریفان، ۱۳۹۷). تنش شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر میزان ارتفاع بوته، سطح و عرض برگ، طول گل، قطر گل، تعداد گلچه در گل‌آذین اصلی و وزن خشک اندام هوایی را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (دهقان و رحیم ملک، ۱۳۹۷). احتمالاً یکی از دلایل کاهش تعداد گلچه، کاهش فتوسنتز و تامین آسیمیلات ناکافی برای رشد زایشی می‌باشد. کاهش وزن خشک برگ و وزن خشک گل‌آذین ناشی از کاهش ارتفاع گیاه بوده است (دهقان و رحیم ملک، ۱۳۹۷). سمیت احتمالی ناشی از تجمع بیش از حد یون سدیم در اندام‌های گیاهی، می‌تواند دلیل کاهش تولید ماده خشک گیاه باشد. معمولاً در شرایط تنش شوری روزنه‌های هوایی بسته می‌شود و به‌دلیل کاهش تبادلات گازی، میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد. درنهایت، شوری می‌تواند رشد ریشه را نیز متوقف نموده و بدین طریق ظرفیت جذب آب و عناصر غذایی از خاک و انتقال آن‌ها از ریشه به اندام هوایی کاهش می‌یابد (Najafian *et al*., 2009). تعداد شاخه در گیاهان معمولاً تابعی از ارتفاع بوته و تعداد گره در ساقه می‌باشد، بنابراین با توجه با کاهش ارتفاع بوته در اثر افزایش تنش شوری کاهش تعداد شاخه دور از انتظار نبوده است.

براساس یافته‌های این پژوهش، نانودکودها سبب افزایش صفات مورفولوژیک شد. نانودکودها کلسیم می‌تواند با افزایش هدایت روزنه‌ای و افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو، میزان فتوسنتز را در گیاهان تیمارشده افزایش دهد (Tan *et al*., 2011).

بهبود رشد رویشی گیاه در اثر محلول‌پاشی نانوکود کلسیم را می‌توان به نقش کلسیم در فرایندهای فتوسنتز و کربوکسیلاسیون نسبت داد (کوکبی و طباطبایی، ۱۳۹۰). در شوری ۳۲ دسی‌زیمنس، گیاه کینوا هر چند تحت تأثیر تنش قرار گرفت، اما کاهش رشد رویشی آن بسیار چشم‌گیر نبود. برای مثال ارتفاع کینوا در این سطوح شوری نسبت به شاهد تنها ۲۰ درصد کاهش یافت. در مطالعه‌ای گزارش شد کاربرد کودهای روی و آهن به‌ویژه به‌صورت نانو موجب بهبود بیوماس گیاه شد و بهترین بیوماس نعناع فلفلی در تیمار نانوکود آهن مشاهده شد (رستمی و همکاران، ۱۳۹۹). گزارش شده است که بیش‌ترین وزن تر و خشک و سطح برگ‌ها، وزن تر و خشک سوخک‌ها (پیازچه‌ها) و ریشه و نیز تعداد برگ، طول، قطر، تعداد گلچه و عمر پس از برداشت ساقه گل با محلول‌پاشی نانوکلات کلسیم ۴ میلی‌لیتر در لیتر به‌دست آمد (نظری، ۱۳۹۸). در مورد افزایش ارتفاع گل‌آذین و تعداد گل با کاربرد کلسیم در این پژوهش، با توجه به نقش این عنصر در افزایش کارایی فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی در برگ‌ها (Tan *et al*., 2011) سبب بهبود این ویژگی‌ها شده است.

پروتئین موجود در علوفه به‌صورت پروتئین خام بیان می‌شود که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت علوفه است و هرچه مقدار آن بیش‌تر باشد، علوفه از کیفیت مناسبی برای تغذیه دام برخوردار است (Ross *et al*., 2005). همسو با نتایج ما در این پژوهش، در مطالعات سایر پژوهش‌گران نیز گزارش شده است که درصد پروتئین خام در تیمار تنش شوری بیش‌تر از شاهد بوده است و با افزایش شوری درصد پروتئین خام افزایش یافته است که شاید نشان‌دهنده افزایش نسبت برگ به ساقه با افزایش تنش شوری باشد (ولی زاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ نباتی و همکاران، ۱۳۹۳). تنش شوری موجب کاهش ارتفاع بوته در گیاهان می‌شود و نسبت برگ به ساقه در گیاه افزایش می‌یابد با توجه به این‌که ساقه مقدار پروتئین کم‌تری نسبت به برگ دارد، بنابراین افزایش تنش شوری موجب افزایش میزان پروتئین در گیاه می‌شود. گزارش شده است که با افزایش سطح تنش شوری و با اعمال تنش در مرحله‌های کاشت و گیاهچه‌ای درصد پروتئین خام کوشیا افزایش یافت (نباتی و همکاران، ۱۳۹۳) که با نتایج ما مطابقت دارد. هم‌چنین، کاربرد اغلب تیمارهای کودی (کود آلی- زیستی)، محلول‌پاشی کودهای کامل (شیمیایی و نانو)، کاربرد هم‌زمان ۵۰ درصدی کودها (آلی-زیستی+ نانو، آلی- زیستی+ شیمیایی، شیمیایی+نانو) سبب افزایش پروتئین خام، هضم پذیری ماده خشک و کربوهیدرات‌های محلول در آب در ذرت علوفه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد شد (قدرتی آورسی و همکاران، ۱۳۹۸).

غلظت خاکستر نشان‌دهنده مقدار مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی است که هرچه بیش‌تر باشد، دلالت براین دارد که گیاه مواد معدنی بیش‌تری را در اختیار دام قرار می‌دهد و بنابراین ارزش غذایی علوفه برای دام بیش‌تر است (Lewis & Farlane, 1986). در ارتباط با کاهش خاکستر کل با افزایش تنش شوری، گزارش شده است که در گیاه کوشیا با افزایش سطوح شوری ارتفاع، قطر ساقه، عملکرد علوفه، درصد ماده خشک قابل هضم، مقدار خاکستر کاهش اما میزان الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی افزایش یافت (Sobhani & Majidian, 2014) که با نتایج ما هماهنگی دارد. به‌نظر می‌رسد علت کاهش درصد خاکستر، همراه با افزایش سطوح تنش شوری این است که شوری موجب کاهش رشد قسمت‌های رویشی و ریشه گیاه می‌شود، به‌طوری‌که هرچه ریشه، گسترش کم‌تری داشته باشد، جذب مواد معدنی نیز کم‌تر خواهد شد و گیاه علاوه بر کاهش تولید مواد آلی مقدار کم‌تری نیز مواد معدنی را در خود نگه خواهد داشت (کلیدری و همکاران، ۱۳۸۶). همسو با این نتایج گزارش شده است که کاربرد نانوکودهای آهن، منگنز و روی سبب افزایش درصد خاکستر در سورگوم علوفه‌ای شد (Soleymani & Shahrajabian, 2012).

علت کاهش درصد ماده خشک قابل هضم گیاه در سطوح شوری را می‌توان ناشی از تغییرات سطح برگ در شرایط شور دانست که با افزایش سطوح شوری، سطح برگ گیاه کاهش می‌یابد، در نتیجه فعالیت فتوسنتزی کاهش می‌یابد و ازآنجایی‌که

ماده خشک گیاه به دو جزء مواد غیرآلی و آلی تقسیم می‌شود، موجب کاهش ساخته‌شدن کربوهیدرات، چربی، پروتئین و اسیدهای آلی می‌شود و در نتیجه ماده خشک قابل هضم گیاه کاهش می‌یابد (ساعدی و همکاران، ۱۳۷۱). افزایش لیگنین با تشدید تنش شوری با افزایش درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی همراه بود که نتیجه آن کاهش درصد ماده خشک قابل هضم علوفه کینوا بوده است. درصد قابلیت هضم می‌تواند از عوامل تعیین‌کننده کیفیت علوفه باشد. میزان پروتئین خام نیز با هضم‌پذیری به‌صورت معنی‌دار مرتبط می‌باشد. کودهایی که مقادیر زیادی نیتروژن و فسفر و پتاسیم را دارا باشند موجب حداکثر عملکرد خواهند شد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳). با افزایش سن گیاه برای استحکام بیش‌تر و انتقال راحت‌تر مواد غذایی، سلولز و سایر مواد قندی در دیواره آوندها تجمع می‌یابند و دیواره لیگنینی می‌گردد. این دیواره برای دام نشخوارکننده هضم‌نشدنی است. درنتیجه قابلیت هضم علوفه نیز کاهش می‌یابد (Larbi *et al*., 2011). در مطالعه‌ای گزارش شده است که محلول‌پاشی با نانوکود کامل در مقایسه با شاهد و سایر منابع کود زیستی و شیمیایی درصد ماده خشک قابل هضم ذرت علوفه‌ای را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (قدرتی آورسی و همکاران، ۱۳۹۸).

نشان داده شده است که با افزایش تنش شوری درصد کربوهیدرات قابل حل در آب افزایش یافت (Soliman *et al*., 2015) که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. گزارش شده است که با محلول‌پاشی نانوکودها درصد کربوهیدرات قابل حل در آب افزایش معنی‌داری یافت (Soliman *et al*., 2015) که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. کلسیم نقش مهمی در کاهش تنش شوری در گیاهان مختلف دارد و این نقش را از طریق تنظیم سیستم آنتی‌اکسیدان و اسمولیت‌ها، تجمع متابولیت‌های ثانویه، قندهای محلول و تغذیه معدنی گیاه انجام می‌دهد (Elkelish *et al*., 2019). در پژوهشی گزارش گردید محلول‌پاشی با نانوکود آهن در مقایسه با شاهد سبب افزایش کربوهیدرات قابل حل در آب در ذرت علوفه‌ای شد (Sharifi *et al*., 2016).

محتوای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نشان‌دهنده سهم دیواره سلولی در علوفه است که شامل سلولز و لیگنین است و با افزایش مقدار آن از قابلیت هضم علوفه کاسته می‌شود (Albayrak *et al*., 2011). این نتایج با یافته‌های ولی‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت دارد که گزارش کردند با افزایش تنش شوری در گیاه کوشیا، درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کاربرد نانوکود لیثوویت در مقایسه با شاهد درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی را در گیاه یونجه به میزان ۷ درصد کاهش داد (Nikolova *et al*., 2018). هم‌چنین، کاربرد کودهای تلفیقی و زیستی سبب کاهش فیبرهای نامحلول و افزایش قابلیت هضم علوفه گیاه شنبلیله شد (Dadresan *et al*., 2017).

سایر پژوهش‌گران نیز نشان دادند با افزایش تنش شوری درصد فیبر خام ارزن علوفه‌ای افزایش یافت (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۳) که با یافته‌های ما در این پژوهش مطابقت داشت. هرچه میزان فیبر خام علوفه بیش‌تر باشد انرژی علوفه کم‌تر خواهد بود چون فیبر خام شامل کلیه مواد غیر قابل هضم علوفه مانند سلولز، همی سلولز و لیگنین است (Ehteshami *et al*., 2012)، چون (احتمالاً مواد تولیدکننده انرژی مانند گلوکز، نشاسته و ساکارز با فیبر خام جایگزین شده است که) شامل مواد غیرقابل هضمی مانند سلولز، همی سلولز و لیگنین است.

لیگنین، فیبر و سلولز از عوامل کاهش‌دهنده کیفیت علوفه و پروتئین خام از عوامل افزایش‌دهنده کیفیت علوفه می‌باشند (Unyal *et al*., 2005). افزایش درصد ماده خشک و درصد پروتئین موجب خوش‌خوراکی گیاه برای دام و بهبود در جذب می‌شوند. درحالی‌که افزایش درصد فیبر موجب حجیم‌شدن علوفه و کاهش در خوش‌خوراکی و و کاهش مواد مغذی می‌گردد. افزایش الیاف خام موجب کاهش پروتئین و ارزش غذایی گیاه می‌شود (Arzani *et al*., 2013). در پژوهشی گزارش شد محلول‌پاشی با نانوکود آهن و روی در مقایسه با شاهد و مصرف کودهای شیمیایی سبب کاهش درصد فیبر خام در ذرت علوفه‌ای گردید (Sharifi *et al*., 2016).

سایر پژوهش‌گران نیز گزارش کردند که تنش شوری ۷ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی را در گیاه سورگوم به‌ترتیب به میزان ۲۳/۷ و ۴۶/۹ درصد افزایش داد (Hedayati-Firoozabadi *et al*., 2020) که با یافته‌های ما در این پژوهش مطابقت داشت. شرایط نامساعد جوی مانند تنش‌های شوری، خشکی، درجه حرارت زیاد و بارش کم در طول فصل رشد موجب افزایش پلی‌ساکاریدها در دیواره‌های سلولی شده و در نتیجه منجر به افزایش الیاف نامحلول می‌شود و بنابراین درصد فیبر نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی افزایش می‌یابد (Al-Dakheel *et al*., 2015). یافته‌های این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌ها (ولی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵) مطابقت داشت که گزارش کردند با افزایش تنش شوری در گیاه کوشیا، درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. گزارشی نیز مبنی بر کاهش درصد فیبر نامحلول در شوینده خنثی در گیاه یونجه با کاربرد نانوکود لیثوویت در مقایسه با شاهد وجود دارد (Nikolova *et al*., 2018).

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده تحت تأثیر تنش شوری به‌طور محسوسی کاهش یافتند. محلول‌پاشی با نانوکودهای مختلف سبب افزایش ویژگی‌های مورفولوژیک و بهبود ویژگی‌های کیفی علوفه (پروتئین خام، خاکستر کل، ماده خشک قابل هضم و کربوهیدرات‌های قابل حل در آب) کینوا در شرایط نرمال (عدم تنش شوری) و سطوح مختلف تنش شوری شد. هم‌چنین کاربرد نانوکودها، ویژگی‌های نامطلوب تغذیه‌ای (الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و درصد فیبر خام) علوفه کینوا را کاهش داد. بنابراین برای کشت گسترده کینوا به‌ویژه در مناطق شور، برای بهبود رشدونمو و افزایش کیفیت علوفه کینوا و تعدیل اثرات تنش شوری، محلول‌پاشی با نانوکودهای مختلف به‌ویژه نانوکود کلسیم توصیه می‌گردد.

۷. تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مساعدت شرکت صدور احرار شرق در تامین نانوکودهای مورداستفاده در این پژوهش، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

احتشامی، سید محمدرضا؛ ابراهیمی، پگاه و زند، بهنام (۱۳۹۲). بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی ژنوتیپ‌های ذرت سیلوئی در منطقه ورامین. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۵ (۴)، ۱۹-۳۸. https://dorl.net/dor/20.1001.1.2008739.1391.5.4.2.7.

جمالی، صابر و شریفان، حسین (۱۳۹۷). بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا (Cv. Titicaca). *پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*. ۲۵ (۲)، ۲۵۱-۲۶۶.

خلیلی، سمانه؛ باستانی، عبدالامیر و و امیدی، حشمت (۱۳۹۶، آذر). تأثیر تنش شوری، اسپری فسفر و روی بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه کینوا. *اولین همایش ملی شوری*. مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد، ایران.

دهقان، ابوذر و رحیم ملک، مهدی (۱۳۹۷). اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیک و میزان اسانس ژنوتیپ های بومادران هزاربرگ (*Achillea millefolium*) ایرانی و خارجی. *روابط خاک و گیاه (علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای)*. ۹ (۲)،۲۳-۳۷.

رستمی، قادر؛ مقدم، محمد؛ قاسمی پیربلوطی، عبدالله و تهرانی‌فر، علی (۱۳۹۹). اثر سولفات و نانوذرات آهن و روی بر زیست‌توده، مقدار و ترکیبات روغن‌های اسانسی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) تحت تنش شوری. *پژوهش‌های گیاهی*. ۳۳ (۳)، ۶۰۷-۶۲۱.

ساعدی، هوشنگ؛ شماع، محمود؛ نیکپور تهرانی، کریم و مروارید، عبدالحسین (۱۳۷۱). *غذاهای دام و طیور و روش‌های نگهداری آن‌ها (اصول تغذیه دام و طیور)*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

سوری، محمدکاظم، و مهدوی، محمد (۱۳۹۴). اثر غلظت‌های مختلف کلسیم بر ویژگی‌های کیفی گل در دو رقم رز تحت شرایط هیدروپونیک. *تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی*. ۵ (۱۶)، ۱۸۹-۱۹۶.

سید شریفی، رئوف و قلی‌نژاد، اسماعیل (۱۴۰۰). *ارزیابی صفات زراعی و مورفوفیزیولویکی گیاهان زراعی*. اردبیل: انتشارات دانشگاه اردبیل.

طاوسی، مهرزاد؛ عباس، غلام و صحرایی، لطفعلی (۱۳۹۶). *کشت کینوا و نتایج تحقیقات مربوط به آن*. تهران: نشرآموزش (مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی).

قدرتی آورسی، فرزاد؛ جلیلیان، جلال و سیاوش مقدم، سینا (۱۳۹۸). تأثیر منابع مختلف کودی بر ویژگی‌های کیفی ذرت علوفه‌ای تحت تنش کم‌آبی. *تحقیقات غلات*. ۹ (۱)، ۴۳-۵۴.

کلیدری، علیرضا؛ موسوی‌نیک، سیدمحسن؛ بهشتی، علیرضا و صفایی، مهران (۱۳۸۶). ارزیابی سرعت رشد محصول، صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد علوفه در ارقام مختلف سورگوم علوفه‌ای در منطقه مشهد. *پژوهشنامه علوم کشاورزی*. ۱ (۸)، ۳۷-۵۳.

کوکبی، سمیه و طباطبایی، سید جلال (۱۳۹۰). تأثیر نسبت‌های مختلف پتاسیم به کلسیم بر عملکرد و کیفیت خربزه گالیا در آبکشت. *نشریه علوم باغبانی*. ۲۵ (۲)، ۱۷۸-۱۸۴.

ملکوتی، محمدجعفر؛ بای‌بوردی، احمد و طباطبائی، سید جلال (۱۳۸۳). *مصرف بهینه کود*. تهران: نشر علوم کشاورزی کاربردی. ۳۳۸ صفحه.

ملکی لجایر، حسن؛ سلطان‌زاده پرمهر، سمیه؛ ترابی گیگلو، موسی؛ پوربیرامی هیر، یونس و چمنی، اسماعیل (۱۳۹۹). اثرات پیش‌تیمار با سالیسیلیک‌اسید و نانوسیلیسیم بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشد و فیزیولوژیکی گیاه مرزه تحت شرایط تنش عنصر سنگین سرب. *دو فصلنامه علوم سبزی‌ها*. ۴ (۲)، ۱۴۷-۱۶۰.

نباتی، جعفر؛ کافی، محمد؛ نظامی، احمد؛ رضوانی‌مقدم، پرویز؛ معصومی، علی و زارع مهرجردی، محمد (۱۳۹۳). اثر زمان اعمال سطوح مختلف تنش شوری بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه کوشیا (*Kochia scoparia*). *پژوهش‌های زراعی ایران*. ۱۲ (۳)، ۶۱۲-۶۲۰.

نظری، فرزاد (۱۳۹۸). اثر محلول‌پاشی برگی کلریدکلسیم و نانوکلات کلسیم بر ویژگی‌های رویشی، زایشی و عمر پس از برداشت گل مریم (*Polianthes tuberosa* L.). *پژوهش‌های گیاهی*. ۳۲ (۲)، ۱-۱۴.

نوروزی، حسین؛ روشن‌فکر، حبیب‌اله؛ حسیبی، پیمان و مسگرباشی، موسی (۱۳۹۳). تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد و کیفیت دو رقم ارزن علوفه‌ای. *پژوهش آب در کشاورزی*. ۲۸ (۳)، ۵۵۱-۵۶۰.

ولی‌زاده، رضا؛ محمودی ابیانه، مهدی و گنجوی، رضا (۱۳۹۵). تأثیر تنش شوری بر ترکیب شمیایی، قابلیت هضم آزمایشگاهی و خصوصیات تولید گاز گیاه کوشیا (*Kochia scoparia*). *پژوهش‌های علوم دامی ایران*. ۸ (۲)، ۲۳۸-۲۴۷.

References

Albayrak, S., Turk, M., Yuksel, O., & Yilmaz, M. (2011). Forage yield & the quality of perennial legume grass mixtures under rainfed conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39*(1), 114-118.

Al-Dakheel, A. J., Hussain, M. I., & Rahman, A. (2015). Impact of irrigation water salinity on agronomical & quality attributes of *Cenchrus ciliaris* L. accessions. *Agricultural Water Management*, *159*, 148-154.

Arzani, H., Mqtamedi, J., Gafari, M., Farahpoor, M., & Zare Chahoki, M. A. (2013).

Classification of forage quality index in highland rangelands of Taleghan. *Iranian journal of Range & Desert Research*, *20*(2), 250-371.

Asif, M., Abbas, B., Aziz, A., Adnan, M., Safdar, M. E., Ali, A., Raza, A., & Shakeel Hanif, M. (2020). Bio-fortification of calcium, zinc & iron improves yield & quality of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Journal of Pure & Applied Agriculture*, *5*(3), 74-81.

Cabot, C., Martos, S., Llugany, M., Gallego, B., Tolrà, R., & Poschenrieder, C. (2019). A role for zinc in plant defense against pathogens & herbivores. *Frontiers in Plant Science*, *10*, 1-15.

Chand, S. W., Susheela, R., Sreelatha, D., Shanti, M., & Soujanya, T. (2017). Quality studies & yield as influenced by zinc fertilization in baby corn (*Zea mays* L.). *International Journal of Current Microbiology & Applied Sciences*, *6*, 2454-2460.

Chinnamuthu, C. R., & Boopathi, P. M. (2009). Nanotechnology & Agroecosystem. *Madras Agricultural Journal*, *96*(1/6), 17-31.

Dadresan, M., Chaichi, M. R., Hosseini, M. B., Pourbabaei, A. A., & Yazdani, D. (2017). Effects of different fertilizing systems (chemical, biological & integrated) & irrigation regimes on the qualitative characteristics of forage & trigonelline content in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Agroecology*, *7*(1), 33-49.

Dehghan, A., & Rahimmalek, M. (2018). The effect of salt stress on morphological traits & essential oil content of Iranian & foreign yarrow (*Achillea millefolium* L.) genotypes. *Journal of Science & Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center*, *9*(2), 23-37. (In Persian).

Ehteshami, S. M. R., Ebrahimi, P., & Zand, B. (2012). *Investigation of quantitative and qualitative characteristics of silage corn genotypes in Varamin region*. *Journal of Crop Production*, *5*(4), 19-38. https://dorl.net/dor/20.1001.1.2008739.1391.5.4.2.7. (In Persian).

Elkelish, A. A., Alnusaire, T. S., Soliman, M. H., Gowayed, S., Senousy, H. H., & Fahad, S. (2019). Calcium availability regulates antioxidant system, physio-biochemical activities & alleviates salinity stress mediated oxidative damage in soybean seedlings. *Journal of Applied Botany & Food*, *92*, 258-266.

Ferchichi, S., Hessini, K., Dell'Aversana, E., D'Amelia, L., Woodrow, P., Ciarmiello, L. F., Fuggi, A., & Carillo, P. (2018). *Hordeum vulgare* & *Hordeum maritimum* respond to extended salinity stress displaying different temporal accumulation pattern of metabolites. *Functional Plant Biology*, *45*, 1096-1109.

Fing, D. H., Wang, G. Z., Si, W. T., Zhou, Y., Liu, Z., & Jia, J. (2018). Effects of salt stress on photosynthetic pigments & activity of ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase in *Kalidium foliatum*. *Russian Journal of Plant Physiology*, *65*, 98-103.

Ghodrati Aversi, F., Jalilian, J., & Siavash Moghaddam, S. (2019). The effect of different fertilizer sources on quali tative characteristics of forage maize under water deficit stress conditions. *Cereal Research*, *9*(1), 43-54. (In Persian).

Hedayati-Firoozabadi, A., Kazemeini, S. A., Pirasteh-Anosheh, H., Ghadiri, H., & Pessarakli, M. (2020). Forage yield & quality as affected by salt stress in different ratios of Sorghum bicolor-Bassia indica intercropping. *Journal of Plant Nutrition*, 1-11.

Hussain, M., Ahmad, S., Hussain, S., Lal, R., Ul-Allah, S., & Nawaz, A. (2018). Rice in saline soils: Physiology, biochemistry, genetics, & management. In *Advances in Agronomy*. edited by Sparks, D. L. Cambridge: Academic Press.

Jamali, S., & Sharifan, H. (2018). Investigation the effect of different Salinity levels on yield and Yield components of Quinoa (Cv. Titicaca). *Journal of Water and Soil Conservation*, *25*(2), 251-266. (In Persian).

Khalili, K. H., Bastani, A. A., & Omidi, H. (2017, November). Effect of salinity stress, phosphorus & zinc spray on morphological characteristics of Quinoa plants. *The first national conference on salinity*. National salinity research center. Yazd, Iran. (In Persian).

Klydri, A. R., Mousavi Nick, S. M., Beheshti, A. R., & Safayie, M. (2007). Assessment of crop

growth rate, morphological characteristics, & performance physiological & forage sorghum cultivars in Mashhad region. *Journal of Agricultural Sciences*, *1*(8), 37-52. (In Persian).

Kokabi, S., & Tabatabaei, S. J. (2011). Effect of different ratios of potassium to calcium on the yield & quality of galia melons in hydroponic. *Journal of Horticultural Science, 25*, 178-184. (In Persian).

Larbi, A., Khatib-Salkin, A., Jammal, B., & Hassan, S. (2011). Seed & forage yield, & forage quality determinants of nine lactam shrubs in a nontropical dryland environment. *Journal of Animal Feed Science & Technology, 163*(2-4), 214-221.

Lewis, D. C., & Farlane, J. D. M. (1986). Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower & the diagnosis of manganese deficiency by plant issue & seed analysis. *Australian Journal of Agricultural Research, 72*(1), 57-59.

Lilian, E. A. J. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, & Functional Properties. *Advances in Food & Nutrition Research 58*, 1-31. https://doi.org/10.1016/s1043-4526(09)58001-1.

Malakuti, M. J., Baybordi, S., & Tabatabayi, T. (2004). *Optimize use of fertilizer*. Olum Keshavarzi press. Tehran, Iran. 338Pp. (In Persian).

Maleki Lajayer, H., Soltanzadeh-pormehr, S., Torabi-giglou, M., Poorbeyrami Hir, Y., & Chamani, E. (2021). Effects of pre-treatment with salicylic acid and silicon nanoparticles on germination, growth and physiological indices of savory (*Satureja hortensis*) seeds under lead heavy metal stress. *Journal of Vegetables Sciences, 4*(2), 147-160. (In Persian).

Mansouri Far, C., Modarres Sanavy, M., & Saberali, F. (2010). Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. *Agricultural Water Management, 97*, 12-22.

Mazaherinia, S., Astaraei, A. R., Fotovat, A., & Monshi, A. (2010). Nano iron oxide particles efficiency on Fe, Mn, Zn & Cu concentrations in wheat plant. *World Application Science Journal, 7*(1), 36-40.

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A., & Zare Mehrjerdi, M. (2015). Evaluation of quantitative & qualitative characteristic of forage kochia (*Kochia scoparia*) in different salinity levels & time. *Iranian Journal of Field Crops Research, 12*(4), 613-620. (In Persian).

Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghaddam, P., Masoumi, A., & Zare Mehrjerdi, M. (2013). Evaluation of quantitative and qualitative characteristic of forage kochia in different growth under salinity stress. *Journal of Crop Production*, *5*(2), 111-128.

Najafian, S., Khoshkhui, M., Tavallali, V., & Saharkhiz, M. J. (2009). Effect of salicylic acid & salinity in thyme (*Thymus Vulgaris* L.): Investigation on changes in gas exchange, water relations, & membrane stabilization & biomass accumulation. *Australian Journal of Basic & Applied Sciences*, *3*, 2620-2626.

Nazari, F. (2019). The effect of foliar application of calcium chloride & nanocalcium chelated on vegetative, reproductive & post-harvest life of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Journal of Plant Research*, *33*(2), 272-283. (In Persian).

Nikolova, I. M., Georgieva, N. A., & Naydenova, Y. A. (2018). Nutritive value responses to biological products in alfalfa forage (*Medicago sativa* L.). *Journal Pesticides & Phytomedicine*, *33*(2), 119-125.

Norouzi, H., Roshanfekr, H., Hasibi, P., & Mesgarbashi, M. (2015). Effect of irrigation water salinity on yield & quality of two forage millet cultivars. *Journal of Water Research in Agriculture*, *28*(3), 551-560. (In Persian).

Panuccio, M. R., Jacobsen, S. E., Akhtar, S. S., & Muscolo, A. (2014). Effect of saline water on seed germination & early seedling growth of the halophyte quinoa. *Journal of the Annals of Botany, 6*, plu047. https://doi.org/10.1093/aobpla/plu047.

Ross, S. M., King, J. R., Doovan, J. T., & Spaner, D. (2005). The productivity of oats & berseem clover intercrops. I. Primary growth characteristics & forage quality at four densities of oats. *Grass & Forage Science*, *60*, 74-86.

Rostami, G., Ghasemi Pirbalouti, A., & Tehranifar, A. (2019). The effect of sulfate & nano particles of iron & zinc on biomass, content & compositions of peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil under salt stress. *Journal of Plant Research*, *33*(3), 1-15. (In Persian).

Ruiz, K. B., Biondi, S., Martínez, E. A., Orsini, F., Antognoni, F., & Jacobsen, S. E. (2016). Quinoa-A model crop for understanding salt-tolerance mechanisms in halophytes. *Plant Biosystems*, *150*, 357-371.

Saedi, H., Shamaa, M., Nikpour Tehrani, K., & Marwarid, A. H. (1397). *Animal & poultry feeds & the conservation methods*. Tehran: Tehran University Publications. (In Persian).

Saha, U. K., Sonon, L. S., Hancock, D. W., Hill, N. S., Stewart, L., Heusner, G. L., & Kissel, D. E. (2010). *Common terms used in animal feeding & nutrition*. Athens: University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences. Available at https://esploro.libs.uga.edu/esploro/outputs/report/Common-terms-used-in-animal-feeding/9949316317402959.

Seyed Sharifi, R., & Gholinezhad, E. (2021). *Evaluation agronomic and morphological traits of crop plants*. Ardabil: Publication of University of Mohaghegh Ardabili. (In Persian).

Shah, S. S., Shi, L., Li, Z., Ren, G., Zhou, B., & Qin, P. (2020). Yield, agronomic & forage quality traits of different quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) genotypes in northeast china. *Agronomy*, *10*(12), 1908.

Sharifi, R., Mohammadi, K. & Rokhzadi, A. (2016). Effect of seed priming & foliar application with micronutrients on quality of forage corn (*Zea mays*). *Environmental & Experimental Biology*, *14*, 151-156.

Singh, M. D., Chirag, G., Om Prakash, P., Hari Mohan, M., Prakasha, G., & Vishwajith, A. (2017). Nano-fertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production. *International Journal of Agriculture Sciences*, *9*(7), 3831-3833.

Sobhani, M. R., & Majidian, M. (2014). Evaluation of different salinity stress & plant densities effects on quantitative & qualitative forage & grain yields of Kochia in Arak region. *Journal of Plant Production Research*, *21*(1), 91-110.

Soleymani, A., & Shahrajabian, M. H. (2012). The effects of fe, mn & zn foliar application on yield, ash & protein percentage of forage sorghum in climatic condition of Esfahan. *International Journal of Biology*, *4*(3), 92-96.

Soliman, A. S., El-Feky, S. A., & Darwish, E. (2015). Alleviation of salt stress on Moringa peregrinausing foliar application of nanofertilizers. *Journal of Horticulture & Forestry*, *7*(2), 36-47.

Tan, W., Meng, Q. W., Brestic, M., Olsovska, K., & Yang, X. (2011). Photosynthesis is improved by exogenous calcium in heat-stressed tobacco plants. *Journal of Plant Physiology*, *168*, 2063- 2071.

Tausi, M., Abbas, Gh., & Sahraei, L. (2017). *Quinoa cultivation and related research results*. Agricultural Education Publishing, Tehran, Iran. (In Persian).

Uniyal, S. K., Awasthi, A., & Rawat, G. S. (2005). Biomass availability and forage quality of Eurotia ceratoides Mey in the rangelands of *Changthang*, *easthern* Ladakh. *Current Sciencs*. *89*(1), 201-205.

Valizdeh, R., Mahmoudi-Abyane, M., & Ganjavi, R. (2016). Chemical composition, in vitro digestibility & fermentative gas production of kochia scoparia irrigated by water containing different level of salinity. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *8*(2), 238-247. (In Persian).

Xia, H., Kong, W., Wang, L., Xue, Y., Liu, W., Zhang, C., & Li, C. (2019). Foliar Zn spraying simultaneously improved concentrations & bioavailability of Zn & Fe in maize grains

irrespective of foliar sucrose supply. *Agronomy*, *9*, 386-394.

Zayed, B. A., Salem, A. K. M., & El-Sharkawy, H. M. (2011). Effect of different micronutrient treatments on rice (*Oryza sativa* L.) growth & yield under saline soil conditions. *World Journal of Agricultural Sciences, 7*(2), 179-184.