به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۲ ■ شماره ٤ ■ زمستان ۱۳۹۹
صفحه‌های ٦۰۰-۵۸۷

مقاله پژوهشی:

# نقش برگ‌پاشی نانوکودها در تعدیل اثرات منفی تنش شوری در کینوا

فائزه حیدری[۱]، جلال جلیلیان[۲]، اسماعیل قلی‌نژاد[۳*]
۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲. دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۳. دانشیار، گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۳۰

**چکیده**
این آزمایش با هدف بررسی تعدیل اثرات منفی تنش شوری با برگ‌پاشی کودهای نانو، 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، ١٦ و ۳۲ دسی-زیمنس بر متر) و فاکتور دوم نانوکود در پنج سطح (کلسیم، سیلیسیوم، روی، پتاسیم و شاهد (بدون برگ‌پاشی) بود. نتایج نشان داد تنش شوری باعث ایجاد آثار منفی بر کلیه صفات مؤثر بر رشد کینوا شد بیش‌ترین میزان کاهش صفات در تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. به‌طوری‌که تنش شوری ۳۲ و ١٦ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد به‌ترتیب صفات ارتفاع بوته (۲۰ و ۱۷ درصد)، تعداد گل‌آذین (٤٨ و ٣٦)، حجم ریشه (٤٤ و ٤٠ درصد)، طول ریشه اصلی (٤١ و ۲۳ درصد)، وزن خشک ریشه (٦٨ و ۳۰ درصد)، محتوای نسبی آب برگ (٢٦ و ۱۳ درصد)، شاخص کلروفیل (۱۵ و ۷ درصد) و وزن ۱۰۰۰ دانه (۳۱ و ۲۳ درصد) را کاهش داد، ولی باعث افزایش نشت یونی به میزان ١٤ و شش درصد شد. برگ‌پاشی با نانوکودها در مقایسه با شاهد، عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک را افزایش داد. بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش شوری شدید (۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) به‌ترتیب از برگ‌پاشی نانوکود روی و سیلیسیوم به‌دست آمد. در شرایط تنش شوری شدید، برگ‌پاشی با نانوکود سیلیسیوم در مقایسه با عدم برگ‌پاشی، وزن خشک گل‌آذین، وزن خشک کل و عملکرد دانه را به‌ترتیب ۳۵، ١٦ و ٤٣ درصد افزایش داد و باعث تعدیل اثرات تنش شوری گردید. برگ‌پاشی با نانوکودها با افزایش کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و بهبود خصوصیات ریشه، سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه کینوا گردید. لذا به‌نظر می‌رسد جهت بهبود عملکرد گیاه کینوا به‌ویژه در شرایط تنش شوری، برگ‌پاشی نانوکودها به‌ویژه نانو کود سیلیسیوم مناسب باشد.

**کلیدواژه‌ها:** تنش شوری، صفات مورفولوژیک، عملکرد، کینوا، نانوکود، نشت یونی.

# The roll of foliar application nano-fertilizers in modulating the negative effects of salt stress in quinoa

Faezeh Heidari[1], Jalal Jalilian[2] and Esmaeil Gholinezhad[*3]
1. M.Sc. Student, Department of Plant Production and Genetic Engineering, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Associate Professor, Department of Plant Production and Genetic Engineering, Urmia University, Urmia, Iran.
3. Associate Professor, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran.
Received: December 06, 2019 Accepted: February 19, 2020

**Abstract**
This experiment was conducted to investigate the effect of foliar application different nano-fertilizers on modulating negative effects of salt stress on quinoa, in factorial experiment based on completely randomized design with three replications in the research farm of Urmia University in the pot during 2018. The first factor was salinity of irrigation water using (Lake Urmia water at three levels: 0, 16 and 32 dS/m and the second factor was nano-fertilizers at five levels: calcium, silicon, zinc, potassium and control (no foliar application). The results showed that salinity stress caused negative effects on all traits affecting quinoa growth. The highest decrease in traits was observed in salinity stress of 32 dS/m. Salinity stress of 32 and 16 dS/m compared to control decreased plant height (20 and 17%), inflorescence number (48 and 36%), root volume (44 and 40%), main root length (41 and 23%), root dry weight (68 and 30%), relative leaf water content (26 and 13%), chlorophyll index (15 and 7%) and 1000-seed weight (31 and 23%), respectively; but increased ionic leakage by 14 and 6%, respectively. Foliar application with nano-fertilizer compared to control increased the yield, yield components and morphological traits. The highest seed yield was obtained under optimum conditions and severe salinity stress (32 dS/m) by foliar application with nano-fertilizer of zinc and silicon, respectively. Under severe salinity stress, foliar application with nano-fertilizer of silicon compared to non-foliar application increased the dry weight of inflorescences, total dry weight and seed yield by 35%, 16% and 43%, respectively, and moderated the effects of salinity stress. Foliar application with nano-fertilizer via enhancing chlorophyll index, relative leaf water content and improving root characteristics, led to increase yield and seed yield components of quinoa. Therefore, it seems that foliar application of nano-fertilizers is suitable to improve the yield of quinoa especially in salinity stress conditions.

**Keywords:** Ionic leakage, morphological traits, nano-Fertilizer, quinoa, salinity stress, yield.

* نویسنده مسئول Email: e_gholinejad@pnu.ac.ir

## ۱. مقدمه

گیاه جدید کینوا (*Chenopodium quinova* willd.)، از راسته میخک‌سانان، خانواده اسفناجیان[1] گیاهی دو لپه‌ای و یک‌ساله است که در مناطقی با ارتفاع صفر تا چهار هزار متر از سطح دریا، قابل کشت است. کینوا به‌خاطر رشد در شرایط آب‌وهوایی دشوار، معروف است و مقاوم به تنش‌های خشکی، شوری و سرما است (Razzaghi *et al.*, 2012). سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد دانه در جهان به‌ترتیب ۱۷۳ هزار هکتار، ۱٤٦ هزار تن و ۸٤۷ کیلوگرم در هکتار بوده است (FAO, 2017). این گیاه تحمل قابل‌ملاحظه‌ای در برابر طیف‌های وسیعی از تنش‌های غیر زنده از قبیل سرما، شوری و کم‌آبی از خود نشان می‌دهد (Jabcobsen *et al.*, 2009).

یکی از چالش‌های اساسی که در سراسر جهان نیز وجود دارد کاهش عملکرد گیاه به‌دلیل شوری خاک است (Munns & Tester, 2008). میزان ۹۷ درصد آب‌های جهان، شور است و بسیاری از نواحی، زمین‌های شور دارند. بنابراین بررسی‌های جدید برای کاهش این چالش کشت گیاهان نمک‌دوست متحمل به سطوح بالایی از شوری خاک می‌باشد (Koyro & Eisa, 2008). در پژوهشی به‌منظور بررسی جوانه‌زنی بذر کینوا در شوری‌های مختلف مشاهده شد که در سرعت جوانه‌زنی در غلظت‌های پایین تمام نمک‌ها نسبت به شاهد افزایش یافته است (Panuccio *et al.*, 2014).

روابط بین شوری و تغذیه گیاهان پیچیده می‌باشد تحت تنش شوری استفاده از عناصر مغذی همراه با آبیاری موجب کاهش کارایی عناصر مغذی می‌شود چون خاک بیش از اندازه قلیایی شده و این عناصر در خاک تثبیت و غیرقابل مصرف می‌شوند. اما کاربرد عناصر موردنیاز به‌صورت برگ‌پاشی به‌خاطر افزایش جذب آنها روش مناسبی می‌باشد (Zayed *et al.*, 2011). در بین عناصر ضروری، روی نقش ساختاری و عملکردی دارد و می‌تواند اثرات زیان‌بار تنش شوری را کاهش دهد (Lack *et al.*, 2016). کلسیم اثرات فراوانی در صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاه دارد و اثرات شوری را بهبود می‌بخشد (Attarzadeh *et al.*, 2016). پتاسیم نقش مهمی در میزان تحمل گیاهان به تنش شوری دارد. این عنصر نقش مهمی در حفظ آماس سلول، تنظیم حرکت روزنه‌ها و فعال‌کردن آنزیم‌ها دارد (Marschner, 2012). برگ‌پاشی عناصر کلسیم، پتاسیم و منگنز در برنج سبب کاهش اثرات منفی شوری شد (Attarzadeh *et al.*, 2013).

استفاده از کودهای نانو می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی شوند و عناصر یا موادغذایی که به شکل نانو کود به گیاهان داده می‌شود به‌صورت تدریجی در خاک آزاد می‌گردند. به‌طورکلی، فناوری نانو امکان استفاده از عناصر غذایی و کاهش هزینه‌های حفاظت از محیط زیست را فراهم کرده است (Chinnamuthu & Boopathi, 2009). گزارش شده است بیش‌ترین وزن هزاردانه در گیاه ریحان از برگ‌پاشی با نانوکود کلسیم با غلظت دو در هزار و نانوکود پتاسیم با غلظت شش در هزار به‌دست آمد (Ghahremani *et al.*, 2014). گزارش شده که استفاده از نانوکود پتاسیم میزان جذب فسفر خاک را افزایش می‌دهد و از این طریق نیز باعث بهبود عملکرد دانه می‌شود (Hassanzadeh *et al.*, 2014). گزارش شده است که برگ‌پاشی با نانوکود بور باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد دانه در زیتون شد (Rohi Vishekaii *et al.*, 2019). این پژوهش با هدف بررسی تأثیر برگ‌پاشی نانوکودهای مختلف بر کاهش اثرات تنش شوری روی گیاه کینوا انجام شد.

1. Chenopodiaceae

## ۲. مواد و روش‌ها

آزمایش در تیرماه سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی به‌صورت کشت گلدانی با ۱۵ تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تیمار تنش شوری با آب دریاچه ارومیه در سه سطح (صفر، ۱۶، ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر) بود. تیمار برگ‌پاشی در پنج سطح ۱- نانوکود پتاسیم (دو در هزار)، ۲- نانوکود روی (۱/۵ در هزار)، ۳- نانوکود کلسیم (دو در هزار)، ٤- نانوکود سیلیسیوم (۱/۵ در هزار) و شاهد (بدون برگ‌پاشی) بود که زمان اعمال برگ‌پاشی بعد از استقرار سه گیاهچه در گلدان و رسیدن به مرحله چهار برگی هر ۱۲ روز یک‌بار (در مجموع در پنج مرحله) انجام گرفت. کودهای نانو از شرکت صدور احرار شرق تهیه گردید. نانوکود پتاسیم حاوی حاوی ۲۷ درصد پتاسیم کلات‌شده، نانوکود روی حاوی ۱۲ درصد روی کلات‌شده، نانوکود کلسیم حاوی هفت درصد کلسیم کلات‌شده و نانوکود سیلیسیوم حاوی دو درصد سیلیسیوم کلات‌شده و قابل‌جذب بودند.

در ابتدا برای آماده‌سازی خاک گلدان‌ها به‌ترتیب با نسبت‌های۳، ۱، ۱ خاک و کود دامی و ماسه بادی را مخلوط کرده و به گلدان‌هایی که برای زه‌کشی مناسب از قبل، ته آن‌ها سوراخ شده بود اضافه شدند و در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه قرار گرفتند. به‌دلیل یکسان‌بودن شرایط آزمایش برای پرکردن خاک در گلدان‌ها هر کدام را وزن کرده 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 زراعی هر گلدان را به‌دست آورده و به هر گلدان به مقدار یک گرم کود اوره و کود سوپرفسفات تریپل اضافه گردید. شروع کشت بذر کینوا رقم Titicaca در تاریخ ۹ تیرماه سال ۱۳۹۷ صورت گرفت و هر کدام از بذرها در عمق دو سانتی‌متری از خاک گلدان‌ها قرار گرفتند. تشخیص زمان آبیاری با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج خاک ( Soil moisture meter PMS-714, Made in Taiwan) انجام شد. ابتدا کالیبراسیون دستگاه با رطوبت در حد ظرفیت زراعی خاک مورداستفاده در آزمایش انجام گرفت (میزان رطوبت در ظرفیت زراعی، ۲۵ درصد و معادل یک لیتر و ۲۰۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان بود) و سپس براساس میزان رطوبت (٪) گلدان‌ها، آبیاری براساس رسیدن رطوبت گلدان‌ها به ۷۰ درصد ظرفیت زراعی انجام گردید. 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 میزان شوری تجمعی در خاک گلدان‌ها اندازه‌گیری شد. عملیات برداشت نیز در تاریخ ۱۸ مهرماه، بعد از رسیدگی کامل فیزیولوژیکی کف بر کرده و برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه دانشگاه ارومیه انتقال گردیدند. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول (۱) آمده است.

**جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش**

| منگنز (ppm) | آهن (ppm) | روی (ppm) | مس (ppm) | آهک (%) | پتاسیم (ppm) | فسفر قابل جذب (ppm) | کلسیم (meq/100 g) | نیتروژن (%) | کربن آلی (%) | رس (%) | سیلت (%) | شن (%) | EC ($dS\ m^{-1}$) | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۷ | ۱/۵٦ | ۰/۷۸ | ۱/٦٦ | ۱۷/۵ | ۵۱٤ | ۱۱/۲ | ۷٦/۸ | ۰/۲۵ | ۱/٤۰ | ۳۸ | ۱/۵ | ٦۰/۵ | ۲/۹۸ | ۸/۱۲ |

در انتهای فصل رشد گیاه کینوا برای اندازه‌گیری ارتفاع، با استفاده از متر از محل یقه تا انتهای ساقه اصلی، با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری به‌عمل آمد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن هزاردانه، بعد از برداشت گیاه کینوا و بوجاری‌کردن بذور، چهار تکرار ۱۰۰تایی بذر شمارش گردید. سپس وزن آن‌ها با ترازوی دقیق با دقت یک هزارم محاسبه شد سپس میانگین آن‌ها را ضرب در ۱۰ و وزن هزاردانه گزارش شد. 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 گردید. گل‌آذین کینوا در هوای آزاد و بدون دستگاه خشک‌کن به‌طور طبیعی خشک و سپس توسط ترازوی دقیق توزین گردیدند.

برای محاسبه وزن خشک کل، تمامی اجزای کینوا را خشک کرده سپس توسط ترازوی دقیق اندازه‌گیری شدند. حجم ریشه، با استفاده از استوانه مدرج تا مقدار معینی از آب پر کرده و سپس ریشه را در آن قرار داده و تفاوت حجم یادداشت گردید (Keshavarznia *et al.*, 2015). برای اندازه‌گیری طول ریشه مویین و اصلی، ریشه‌ها بعد از استخراج از خاک و تمیزشدن ریشه از ابتدا تا انتهای ریشه با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری به‌عمل آمد. قطر ریشه بعد از پایان‌یافتن فصل رشد و خارج‌کردن ریشه از گلدان توسط کولیس با دقت یک میلی‌متر اندازه گیری و ثبت شد. برای محاسبه وزن خشک ریشه، ریشه‌ها را به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای ۷۰ درجه در آون قرار داده و سپس توسط ترازوی دقیق توزین شدند.

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، سه برگ از هر بوته کینوا جدا کرده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. در دیسک‌هایی توزین شدند و وزن تازه آن‌ها (FW) ثبت گردید. پس از آن دیسک‌ها به‌مدت ۲٤ ساعت درون ظروف حاوی آب مقطر در دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا به حالت اشباع برسند. در پایان این مرحله دیسک‌های برگی توسط حوله‌های کاغذی خشک و دوباره وزن شدند. وزن مذکور به‌عنوان وزن اشباع (SW) ثبت گردید. نمونه‌ها جهت محاسبه وزن خشک (DW) به‌مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. محتوای نسبی آب برگ با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (Wikenz & Norfolk, 2010):

$$RWC=\frac{Wf-Wd}{Ws-Wd}\times 100 \qquad (۱)$$

RWC= محتوای نسبی آب برگ، WF= وزن تر برگ، WD= وزن خشک برگ، WS= وزن اشباع برگ. برای سنجش نشت یونی سلول، ابتدا نمونه‌های برگ تازه برداشت‌شده سه بار با آب مقطر شسته تا الکترولیت چسبیده به سطح برگ از بین برود. ۰/۱ گرم از برگ برداشته شد و در داخل آب مقطر به‌مدت یک ساعت قرار داده شد. هدایت الکتریکی آن با هدایت‌سنج اندازه‌گیری شد (L1). سپس محلول به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و هدایت الکتریکی آن دوباره تعیین شد (L2). نشت یونی برگ از رابطه (۲) محاسبه گردید (Bai *et al.*, 1996):

$$EL=\frac{L_1}{L_2}\times 100 \qquad (۲)$$

شاخص کلروفیل گیاه در مرحله گلدهی کامل با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج دستی (مدل MINOLTA-502) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و MATATC انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد. برای داده‌هایی که از طریق شمارش به‌دست آمده بودند با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱٦) تبدیل جذری به‌عمل آمد و سپس مقایسه میانگین انجام شد.

## ۳. نتایج و بحث

### ۳. ۱. ویژگی‌های رشدی

براساس نتایج تجزیه واریانس تیمار تنش شوری و برگ‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی کینوا داشت (جدول ۲). در سطوح تیماری بدون تنش بیش‌ترین شاخه فرعی و در تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر کم‌ترین شاخه فرعی وجود داشت. با قراردادن گیاه در محیط شور، سرعت رشد برگ‌های در حال توسعه کاهش یافته و رشد برگ‌های جدید به‌صورت کند بوده و اگر تنش شوری ادامه یابد موجب کاهش برگ‌ها، پنجه‌ها، شاخه‌ها و شاخساره‌های کم‌تری تشکیل می‌یابند. قرارگرفتن در تنش شوری به‌صورت طولانی‌مدت در طول دوره رشد گیاه سبب تجمع شوری در برگ و موجب پیری سریع آن می‌گردد (Ke Shi-Sheng *et al*., 2007).

بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی در تیمار برگ‌پاشی روی (۸/۸۸ شاخه) کم‌ترین تعداد شاخه فرعی در تیمار بدون برگ‌پاشی (٦/٤٤ شاخه) به‌دست آمد (جدول ۳). برگ‌پاشی با نانوکود روی در مقایسه با عدم برگ‌پاشی، تعداد شاخه را ۲۷ درصد افزایش داد (جدول ۳). سایر پژوهش‌گران نیز نشان دادند برگ‌پاشی هم‌زمان روی و منگنز باعث افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته در گیاه گلرنگ گردید (Kohnaward *et al*., 2012). وجود روی در مناطق مریستمی، به‌علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین، باعث افزایش شاخه‌بندی می‌شود (Tandon, 1995).

نتایج نشان داد که تأثیر اثرات ساده تیمار تنش شوری و برگ‌پاشی نانوکود بر حجم ریشه کینوا معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین حجم ریشه مربوط به تیمار بدون تنش (۷/۸۳ سانتی‌مترمکعب) و کم‌ترین آن مربوط به شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر (٤/۳۷ سانتی‌مترمکعب) به‌دست آمد (جدول ۳). هم‌چنین در شرایط برگ‌پاشی با نانوکود، بیش‌ترین و کم‌ترین حجم ریشه به‌ترتیب از برگ‌پاشی با نانوکود روی و عدم برگ‌پاشی حاصل شد (جدول ۳). بین سطوح مختلف برگ‌پاشی نانوکود از نظر حجم ریشه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان دادند که شوری به‌دلیل کاهش رشد ریشه موجب کاهش چگالی در پسته شد (Razavi Nasab *et al*., 2011).

**جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثرات تنش شوری و برگ‌پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد کینوا**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | تعداد شاخه فرعی | حجم ریشه | طول ریشه اصلی | وزن خشک ریشه | محتوای نسبی آب برگ مرحله ۱ | محتوای نسبی آب برگ مرحله ۲ | شاخص کلروفیل | وزن ۱۰۰۰ دانه | ارتفاع بوته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تنش شوری | ۲ | ۰/۷۵$^{**}$ | ٥٤/٤٦$^{**}$ | ٦٥/۰٥$^{**}$ | ٦/٤۰$^{**}$ | ۱۳٥٤/۲۰$^{**}$ | ۳٤۰٥/٤۸$^{**}$ | ۲٦۷/۹٦$^{**}$ | ۰/٦۸$^{**}$ | ۲٥۲/۲۹$^{**}$ |
| برگ‌پاشی | ٤ | ۰/۲۱$^{**}$ | ٥/٤۸$^{*}$ | ۷/۰٥$^{*}$ | ۰/٥٦$^{**}$ | ۱۷٦/۹۲$^{*}$ | ۲٥٥/۳٥$^{*}$ | ۱۰٦/۳٦$^{**}$ | ۰/۱۳$^{*}$ | ٤۱/٦۱ns |
| شوری× برگ‌پاشی | ۸ | ۰/۱۲ns | ۳/۸٤ns | ۱/۱۱ns | ۰/۱۲٤ns | ۳۹/۰۸ns | ٦۸/۰۷ns | ۱٤/۲۱ns | ۰/۰٥ns | ۲٥/۸٤ns |
| خطای آزمایش | ۳۰ | ۰/۰٥۹ | ۱/۸۷ | ۱/۸٤ | ۰/۱۲٦ | ٥٥/٦۰ | ٦۷/۲٦ | ۳۹/٥۸ | ۰/۰٤ | ۱۸/٥۳ |
| ضریب تغییرات (٪) | – | ۸/۸۰ | ۲٤/۲٤ | ۱۷/۰۷ | ۲۷/۳۱ | ۱۱/۷۸ | ۱۲/۸۱ | ۱۲/۲٦ | ۲۰/۱۳ | ۱۲/۸۲ |

**، * و ns به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

**ادامه جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثرات تنش شوری و برگ‌پاشی بر عملکرد و اجزای عملکرد کینوا**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | تعداد گل‌آذین | طول ریشه فرعی | محتوای نسبی آب برگ مرحله ۳ | نشت یونی | تعداد برگ | وزن خشک گل‌آذین | وزن خشک کل | قطر ریشه | عملکرد دانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تنش شوری | ۲ | ٤/۰۸$^{**}$ | ۱۳/۲٤$^{**}$ | ۷۵۱/۲۸$^{**}$ | ۱۱۸/٦۸$^{*}$ | ۸۵/۰۲$^{**}$ | ۵۳/۸۱$^{**}$ | ٤۷٦/۳٦$^{**}$ | ۰/۳۳$^{**}$ | ۷۲/۹٦$^{**}$ |
| برگ‌پاشی | ٤ | ۰/۱۱ns | ۱/۱۳ns | ۱۷۷/۸٦ns | ٦۲/۵۳ns | ٦/۷٦$^{**}$ | ٦/۵۲$^{**}$ | ٤٦/٦۷$^{**}$ | ۰/۰۳۳$^{**}$ | ۰/۳۸٤ns |
| شوری× برگ‌پاشی | ۸ | ۰/۱۰ns | ۱/۳۵ns | ۸۳/۸۱ns | ۷/۳۰ns | ۹/۲۰$^{**}$ | ۲/۹۸$^{**}$ | ۵٤/۸۰$^{**}$ | ۰/۰۱۳$^{**}$ | ۱٤/۱۵$^{**}$ |
| خطای آزمایش | ۳۰ | ۰/۰٦۵ | ۲/۰۹ | ۷۳/۰٦ | ۳۱/٤۲ | ۰/۵۳ | ۱/۰۲ | ٤/۱۱ | ۰/۰۰۳۲ | ۰/۳٤۱ |
| ضریب تغییرات (٪) | – | ۸/٤۵ | ۱۹/۸۱ | ۱۳/۲۲ | ۱۵/۹٤ | ٤/۸۹ | ۱۲/۰۲ | ۱۳/٤۹ | ۱٤/۹۳ | ۱۱/۵۰ |

**، * و ns به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

افزایش چگالی ریشه در رطوبت‌های بالا ناشی از گسترش سیستم ریشه‌ای و تولید ریشه‌های جانبی به‌دلیل جذب بیش‌تر آب می‌باشد (Meskini-Vishkaee *et al*., 2016). کاهش سرعت رشد ریشه در شوری‌های بالا را می‌توان به‌دلیل تغییرات مورفولوژیکی و آناتومی ریشه دانست (Najafi & Sarhangzade, 2012). در این پژوهش نیز با افزایش شوری، رشد و گسترش ریشه به شدت کاهش یافت و حجم ریشه نیز تحت تأثیر شوری قرار گرفته و در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری پیدا کرد. بالاتربودن حجم ریشه بیانگر توانایی گیاه در جذب آب و مواد غذایی و حفظ آماس در شرایط تنش است که لازمه رشد بهتر گیاه می‌باشد پس هرچه حجم ریشه زیادتر شود می‌توان نتیجه گرفت برتری گیاه و سازگاری آن با شرایط نامطلوب محیطی افزایش می‌یابد (Akbari Ghozhdi *et al*., 2010).

طول ریشه اصلی تحت تأثیر تیمار تنش شوری و برگ‌پاشی با نانوکود قرار گرفت، درحالی‌که فقط اثر ساده تنش شوری بر طول ریشه فرعی معنی‌دار شد (جدول ۲). در این پژوهش تنش شوری موجب کاهش رشد محور اصلی و کل ریشه‌های اصلی و فرعی شد. شوری اثرهای مختلفی روی کاهش طول ریشه دارد که ناشی از اثرهای تنش اسمزی می‌باشد (Rahnama *et al*., 2011). شوری از طریق کاهش گسترش سلولی و جذب آب و مواد غذایی و سطح انرژی و فتوسنتز رشد ریشه را کاهش می‌دهد (Hasanuzzaman *et al*., 2013).

براساس نتایج مقایسه میانگین طول ریشه اصلی در تیمار برگ‌پاشی با نانوکود روی بیش‌ترین مقدار را داشت. با توجه به نقش روی در جذب دی‌اکسیدکربن، (روی از اجزای کربنیک آنهیدراز است) و هم‌چنین نقش‌های آن در چندین فرایند دهیدروژناز و تولید اکسین موجب رشد شده است (Fazeli Kakhkil *et al*., 2016). سایر پژوهش‌گران نیز نشان دادند برگ‌پاشی در سه مرحله رشدی (پس از استقرار، گلدهی و ۱۵ روز بعد از آن) در توت‌فرنگی با تیمار سولفات روی به مقدار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، طول ریشه را نسبت به شاهد حدود ۵۲ درصد افزایش داد (Kazemi, 2014).

طبق نتایج تجزیه واریانس تأثیر اثرات ساده تیمار تنش شوری و برگ‌پاشی با نانوکود بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین (۱/۹۳

گرم) و کم‌ترین (۰/٦۲ گرم) وزن خشک ریشه به‌ترتیب از تیمار بدون تنش شوری و تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد (جدول ۳). خاک‌های شور، تجمع املاح در اطراف ریشه به‌طورکلی به‌دلیل ایجاد تنش آب در اثر افزایش فشار اسمزی و سمیت یونی و اختلال در جذب مواد غذایی و عناصر می‌تواند موجب کاهش رشد ریشه گردد (Khan *et al.*, 2009). هم‌چنین حداکثر (۱/٦۷ گرم) و حداقل (۰/۹۹ گرم) وزن خشک ریشه به‌ترتیب در شرایط برگ‌پاشی با نانوکود کلسیم و عدم برگ‌پاشی به‌دست آمد (جدول ۳). کلسیم به‌طور مستقیم در فرایندهای فتوسنتز دخالت دارد و کمبود آن از طریق کاهش کارایی کربوکسیلاسیون و فتوسنتز باعث کاهش قابل توجه بیوماس گیاهان می‌شود (Kokabi & Tabatabaei, 2011).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر تیمار تنش شوری بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین ارتفاع بوته (۳۸/۲٦ سانتی‌متر) در شرایط بدون تنش شوری به‌دست آمد. تنش شوری ۳۲ و ۱٦ دسی‌زیمنس در مقایسه با بدون اعمال تنش شوری ارتفاع بوته را به‌ترتیب ۲۰ و ۱۷ درصد کاهش داد (جدول ۳). تیمار برگ‌پاشی اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت. کاهش ارتفاع بوته احتمالاً به‌دلیل اثر سوء کلروسدیم بر فرایند تقسیم سلولی است. تنش اسمزی در اثر تنش شوری فرایند تقسیم و بزرگ‌شدن سلول را کاهش می‌دهد. براساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان دانست که سمیت یونی، اختلال در تنظیم اسمزی، تغییر در تعادل مواد و عناصر غذایی قابل‌دسترس برای گیاه، از عوامل دخیل در کاهش ارتفاع گیاه می‌باشند (Zamani *et al.*, 2010).

طبق نتایج تجزیه واریانس تیمار تنش شوری بر صفت تعداد گل‌آذین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد گل‌آذین (۱۳/۰٦) در شرایط بدون تنش به‌دست آمد. تنش شوری ۳۲ و ۱٦ دسی‌زیمنس در مقایسه با و بدون تنش شوری تعداد گل‌آذین را به‌ترتیب ٤۸ و ۳٦ درصد کاهش دادند (جدول ۳). نتایج پژوهشی در مورد گیاه سرخارگل نشان داد که بیش‌ترین تعداد گل در بوته در اثر مصرف همزمان کود آلی و شیمیایی بود به‌دلیل فراهم‌بودن عناصر غذایی در تیمارهایی که سطوح کودی مناسب دریافت کردند گیاه نیز عناصر بیش‌تری جذب کرد. کاهش تعداد گل در بوته می‌تواند به‌دلیل افزایش رشد رویشی و کاهش رشد زایشی و تولید گل در اثر مصرف زیاد سطوح کود نیز گردد (Ashnavar *et al.*, 2014). بیش‌ترین تعداد گل در بوته در این پژوهش به تیمار برگ‌پاشی با نانوکود روی مربوط بود اما تیمار برگ‌پاشی بر تعداد گل‌آذین تأثیر معنی‌داری نداشت.

براساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر اثرات ساده تنش شوری، برگ‌پاشی نانوکود و برهم‌کنش تنش شوری و برگ‌پاشی بر تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در تیمار بدون تنش و تنش شوری ۱٦ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین تعداد برگ از برگ‌پاشی با نانوکود روی حاصل شد (جدول ٤). در شرایط تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین تعداد برگ از برگ‌پاشی با نانوکود کلسیم به‌دست آمد (جدول ٤). قابلیت دسترسی به آب نقش مهمی در ساختار برگ دارد. کاهش تعداد برگ و سطح آن در برابر تنش موجب کاهش سطحی تعرق و افزایش جذب آب و مقاومت در برابر تنش می‌گردد. کاهش سطح برگ می‌تواند به‌دلیل کاهش تقسیم سلولی و پیری و ریزش برگ شود (Lobato *et al.*, 2009). دو پاسخ مهم گیاه در مقابل تنش، کاهش سطح برگ و افزایش نسبت ریشه به ساقه می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر اثرات ساده تنش شوری، برگ‌پاشی نانوکود و برهم‌کنش تنش شوری و برگ‌پاشی بر قطر ریشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در شرایط بدون تنش شوری، تنش

شوری ١٦ و ٣٢ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین وزن خشک کل به‌ترتیب از برگ‌پاشی با نانوکودهای پتاسیم (٠/٧٥ سانتی‌متر)، روی (٠/٣٤ سانتی‌متر) و پتاسیم (٠/٣٣ سانتی‌متر) حاصل شد (جدول ٤). برگ‌پاشی با نانو کود پتاسیم در شرایط بدون تنش شوری و شوری ٣٢ دسی‌زیمنس بر متر، قطر ریشه را در مقایسه با عدم برگ‌پاشی به‌ترتیب به میزان ٤٣ و ٣٣ درصد افزایش داد (جدول ٤). در شرایط تنش شوری ١٦ دسی‌زیمنس بر متر، برگ‌پاشی با نانوکود روی، قطر ریشه را در مقایسه با عدم برگ‌پاشی به میزان ١٢ درصد افزایش داد (جدول ٤). نتایج Shafi *et al*. (2010) نشان داد تنش شوری صفات وزن خشک ریشه، تعداد ریشه، طول ریشه، متوسط قطر ریشه و حجم کل ریشه گندم را کاهش داد (Shafi *et al*., 2010).

### ٣. ٢. صفات فیزیولوژیک

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس محتوای نسبی آب برگ که در سه مرحله اندازه‌گیری شده بود در هر سه مرحله تحت تأثیر تیمار تنش شوری قرار گرفت و تیمار برگ‌پاشی در مراحل اول و دوم معنی‌دار شد (جدول ٢). در هر سه مرحله بیش‌ترین و کم‌ترین محتوای نسبی آب برگ از تیمار بدون تنش شوری و تنش شوری ٣٢ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ٣).

در مرحله اول حداکثر (٦٨ درصد) و حداقل (٥٧/٣٣ درصد) محتوای نسبی آب برگ به‌ترتیب از تیمار برگ‌پاشی با نانوکود پتاسیم و بدون برگ‌پاشی به‌دست آمد. در مرحله دوم بین سطوح برگ‌پاشی با نانوکود از نظر تأثیر روی محتوای نسبی آب برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ٣). محتوای نسبی آب برگ با پتانسیل آب گیاه و تنظیم اسمزی مرتبط می‌باشد. مطابق با یافته‌های ما در این پژوهش، سایر پژوهش‌گران نیز نشان دادند با افزایش تنش شوری، محتوای نسبی آب برگ نسبت به شاهد در گیاه بنگ دانه (*Hyoscyamus reticulatus* L.) کاهش معنی‌داری یافت، که این کاهش در ابتدا به‌دلیل بسته‌شدن روزنه‌ها و سپس کاهش فتوسنتز است (Vafadar *et al*., 2018). پتاسیم نقش مهمی در تنظیم حرکت روزنه‌ها و هم‌چنین به‌عنوان ماده اسمزی عمده در واکوئل برای نگهداری آب کافی در بافت‌ها در شرایط تنش دارد (Ke Shi-Sheng *et al*., 2007). کلسیم نیز عنصر مهم در استحکام دیواره سلول‌ها و حفظ ساختار و کارکرد غشا می‌باشد و قابلیت نگهداری آب سلول‌ها را افزایش می‌دهد (Farzaneh, 1990). باتوجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ٢) شاخص کلروفیل گیاه کینوا تحت تأثیر تیمار تنش شوری و برگ‌پاشی با نانوکود قرار گرفت. بیش‌ترین (٥٥/٣٦ درصد) و کم‌ترین (٤٦/٩٣ درصد) شاخص کلروفیل از تیمار بدون تنش شوری و تنش شوری ٣٢ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ٣). بین سطوح مختلف برگ‌پاشی با نانوکود اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ٣). برگ‌پاشی با نانوکود کلسیم موجب افزایش ١٤ درصدی نسبت به شاهد گشته و باعث تعدیل تنش شوری شد. تنش شوری با افزایش فعالیت آنزیم تجزیه‌کننده کلروفیل (کلروفیلاز)، القای تخریب ساختار کلروپلاست و عدم تعادل کمپلکس‌های پروتئین- رنگیزه، میزان کلروفیل را کاهش می‌دهد (Noreen & Ashraf, 2009).

سایر پژوهش‌گران نیز نشان دادند برگ‌پاشی با نانو اکسید روی محتوای کلروفیل را در برگ گیاه تریتیکاله افزایش داد (Seyed Sharifi & Kamari, 2015).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تأثیر تیمار تنش شوری بر نشت یونی برگ کینوا معنی‌دار بود (جدول ٢). تیمار برگ‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر نشت یونی کینوا نداشت. تنش شوری ٣٢ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با عدم شوری نشت یونی را به میزان ١٤ درصد افزایش داد (جدول ٣).

**جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات ساده تنش شوری و برگ‌پاشی بر صفات مورد مطالعه در کینوا**

| تیمار تنش شوری ($dSm^{-1}$) | تعداد شاخه فرعی | حجم ریشه ($cm^3$) | طول ریشه اصلی (cm) | وزن خشک ریشه (g) | محتوای نسبی آب برگ مرحله ۱ (%) | محتوای نسبی آب برگ مرحله ۲ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۹/۲۶ a | ۷/۸۳ a | ۱۰/۱۳ a | ۱/۹۳ a | ۷۲/٦٦ a | ۷٦/۹۳ a |
| ۱٦ | ۷/۰٦ b | ٤/۷۲ b | ۷/۷۸ b | ۱/۳٤ b | ٦۳/٤٦ b | ٦۷/٦٦ b |
| ۳۲ | ٦/۸۰ b | ٤/۳۷ b | ۵/۹۸ c | ۰/٦۲ c | ۵۳/٦٦ c | ٤۷/٤٦ c |
| LSD 0.05 | ۱/۰٦ | ۱/۰۲ | ۱/۰۱ | ۰/۲٦ | ۵/۵٦ | ٦/۱۱ |
| برگ‌پاشی | | | | | | |
| کلسیم | ۷/۲۲ bc | ٦/۲۳ a | ۸/۲۲ ab | ۱/٦۷ a | ٦۱/۰۰ ab | ٦٦/٦٦ a |
| سیلیسیوم | ۸/۱۱ ab | ۵/۷۷ a | ۷/۳۳ bc | ۱/۳۸ ab | ٦۲/۷۷ ab | ٦۳/۵۵ a |
| پتاسیم | ۷/۸۸ ab | ۵/۳٤ ab | ۸/۲۲ ab | ۱/۲۱ bc | ٦۸/۰۰ a | ٦٤/٤٤ a |
| روی | ۸/۸۸ a | ٦/٤۰ a | ۹/۱٦ a | ۱/۲۳ bc | ٦۷/۲۲ a | ٦۹/۸۸ a |
| شاهد | ٦/٤٤ c | ٤/٤۵ b | ٦/۸۸ c | ۰/۹۹ c | ۵۷/۳۳ b | ۵۵/۵۵ b |
| LSD 0.05 | ۱/۳٦ | ۱/۳۱ | ۱/۳۰ | ۰/۳٤ | ۷/۱۷ | ۷/۸۹ |

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

**ادامه جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات ساده تنش شوری و برگ‌پاشی بر صفات مورد مطالعه در کینوا**

| تیمار تنش شوری ($dSm^{-1}$) | شاخص کلروفیل | وزن هزاردانه (g) | ارتفاع بوته (cm) | تعداد گل‌آذین | طول ریشه فرعی (cm) | محتوای نسبی آب برگ مرحله ۳ (%) | نشت یونی (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۵۵/۳٦ a | ۱/۳۳ a | ۳۸/۲٦ a | ۱۳/۰٦ a | ۸/۲۲ a | ۷۱/٤٦ a | ۳۳/۵۳ b |
| ۱٦ | ۵۱/۵۹ ab | ۱/۰۲ b | ۳۱/۷۳ b | ۸/۲٦ b | ۷/۳۲ ab | ٦۵/۰٦ b | ۳۵/۸٦ ab |
| ۳۲ | ٤٦/۹۳ b | ۰/۹۲ b | ۳۰/۷۰ b | ٦/۷۳ c | ٦/۳٤ b | ۵۷/۳۳ c | ۳۹/۱۳ a |
| LSD 0.05 | ٤/٦۹ | ۰/۱٦ | ۳/۲۱ | ۱/۱۸ | ۱/۰۷ | ٦/۳۷ | ٤/۱۸ |
| برگ‌پاشی | | | | | | | |
| کلسیم | ۵٤/۷۵ a | ۱/۰٦ b | ۳٤/۵۱ a | ۹/۷۷ ab | ۷/٦۰ a | ٦٤/٦٦ ab | ۳۵/۰۰ b |
| سیلیسیوم | ٤۹/۸٤ ab | ۱/۲۸ a | ۳٤/۹۱ a | ۸/۸۸ ab | ۷/۳۳ a | ٦٤/۵۵ ab | ۳٤/۱۱ b |
| پتاسیم | ۵۰/٤۵ ab | ۱/۰۸ ab | ۳۳/۸۹ ab | ۹/۵۵ ab | ۷/۵٤ a | ۷۰/۳۳ a | ۳٤/۷۷ b |
| روی | ۵٤/۷۰ a | ۱/۰۷ ab | ۳٤/۷۲ a | ۱۰/۲۲ a | ۷/۲۹ a | ٦۵/٦٦ ab | ۳٦/۳۳ ab |
| شاهد | ٤٦/۷۲ b | ۰/۹٤ b | ۲۹/۷۸ b | ۸/۳۳ b | ٦/۷۱ a | ۵۷/۸۸ b | ٤۰/٦٦ a |
| LSD 0.05 | ٦/۰۵ | ۰/۲۱ | ٤/۱٤ | ۱/۵۲ | ۱/۳۹ | ۸/۲۲ | ۵/۳۹ |

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

سایر پژوهش‌گران نیز نشان دادند با افزایش سطح شوری میزان نشت یونی افزایش پیدا کرد مقادیر بالای نشت یونی نشان‌دهنده عدم توانایی غشا در حفظ ترکیبات درون‌سلولی، خروج بیش‌تر الکترولیت‌ها از غشا و خسارت به غشای سلولی می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان نمود که با افزایش سطح شوری پایداری غشا کاهش پیدا می‌کند (Zahedi *et al.*, 2019).

### ۳. ۳. عملکرد و اجزای عملکرد

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس صفت وزن هزاردانه کینوا

تحت تأثیر تیمار تنش شوری و برگ‌پاشی قرار گرفت (جدول ۲). بیش‌ترین (۱/۳۳ گرم) و کم‌ترین (۰/۹۲ گرم) وزن هزاردانه از تیمار عدم تنش شوری و تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ۳). برگ‌پاشی با نانوکود سیلیسیوم در مقایسه با شاهد (عدم برگ‌پاشی) وزن هزاردانه را ۲۶ درصد افزایش داد. مطابق با نتایج پژوهش‌گران، کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش شوری به‌دلیل کاهش طول دوره پرشدن و تسریع رسیدگی است (Tabatabaei *et al.*, 2013). در آزمایشی، بیش‌ترین وزن ۱۰۰۰ دانه از مصرف سیلیسیوم حاصل شد (Sadaghat *et al.*, 2014) که با یافته‌های ما در این پژوهش مطابقت دارد. سیلیس سبب کاهش تجزیه رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود (TaleAhmad & Haddad, 2011). بنابراین به‌نظر می‌رسد سیلیسیوم از طریق اثرات ذکرشده افزایش فتوسنتز و به‌دنبال آن افزایش وزن هزاردانه و عملکرد را در پی دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر اثرات ساده تنش شوری، برگ‌پاشی نانوکود و برهم‌کنش تنش شوری و برگ‌پاشی بر وزن خشک گل‌آذین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در شرایط بدون تنش شوری، تنش شوری ۱۶ و ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین وزن خشک گل‌آذین به‌ترتیب از برگ‌پاشی با نانوکودهای روی (۱۲/۲۹ گرم)، کلسیم (۹/۶۲ گرم) و سیلیسیوم (۷/۸۴ گرم) حاصل شد (جدول ٤).

**جدول ٤. مقایسه میانگین اثرات برهم‌کنش تنش شوری و برگ‌پاشی بر صفات مورد مطالعه در کینوا**

| تیمار | | تعداد | وزن خشک گل‌آذین | وزن خشک کل | قطر ریشه | عملکرد دانه |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تنش شوری ($dSm^{-1}$) | برگ‌پاشی | برگ | (g) | (g) | (cm) | (g/plant) |
| بدون تنش × | شاهد | ۲۱۳/۰۰ d | ۸/۲۶ cde | ۱۶/۸۳ cd | ۰/٤۳ cd | ٦/۱۵ bcd |
| | کلسیم | ۲۵۸/۳۳ c | ۹/۷۷ bc | ۱۷/٤۹ bc | ۰/٤٦ c | ٦/۰٦ cd |
| | سیلیسیوم | ۳٦۹/۰۰ b | ۹/۰٦ cd | ۱۹/۰۹ bc | ۰/٤۸ c | ۵/۲۸ d |
| | پتاسیم | ۲۸٦/۳۳ c | ۱۰/۹۳ ab | ۲۰/۲۹ b | ۰/۷۵ a | ۷/۰٤ b |
| | روی | ٤۵۷/۳۳ a | ۱۲/۲۹ a | ۳۳/۳۱ a | ۰/٦۱ b | ۱۱/٦٤ a |
| ۱٦ × | شاهد | ۲۰۵/۳۳ de | ۷/٦۵ def | ۱۱/٤٦ ef | ۰/۳۰ efg | ٦/۷۸ bc |
| | کلسیم | ۱۹٦/٦٦ de | ۹/٦۲ bc | ۱٦/۲۸ cd | ۰/۳۲ ef | ۵/٤۹ d |
| | سیلیسیوم | ۱۵۷/۰۰ fg | ۹/۱۰ cd | ۱۳/۹٤ de | ۰/۳۳ e | ۵/۲٦ d |
| | پتاسیم | ۲۰٤/۰۰ de | ۹/۲۳ cd | ۱۱/٦٤ ef | ۰/۳۱ efg | ۵/۵۰ d |
| | روی | ۲۱۳/۰۰ d | ۸/۸۵ cd | ۱۱/٤۰ ef | ۰/۳٤ de | ۲/۷۵ f |
| ۳۲ × | شاهد | ۱۸٤/۰۰ def | ۵/۰۹ h | ۹/۵٦ f | ۰/۲۲ g | ۲/۳٦ fg |
| | کلسیم | ۱۹٤/٦٦ de | ۵/۸۰ gh | ۹/۳۷ f | ۰/۲۳ fg | ۲/۹٤ f |
| | سیلیسیوم | ۱۷۳/۰۰ efg | ۷/۸٤ def | ۱۱/٤٦ ef | ۰/۲۵ efg | ٤/۱۵ e |
| | پتاسیم | ۱٤۳/٦٦ g | ٦/۸۲ efg | ۱۱/۵۵ ef | ۰/۳۳ e | ۳/۱۵ f |
| | روی | ۱۷۲/۳۳ efg | ٦/۲۳ fgh | ۱۱/٦۷ ef | ۰/۲۹ efg | ۱/۵۳ g |
| $LSD_{0.05}$ | | ٤۱/٦۹ | ۱/٦۸ | ۳/۳۸ | ۰/۰۹٤ | ۰/۹۷ |

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

در شرایط بدون تنش شوری، برگ‌پاشی با نانوکود روی موجب افزایش ۳۳ درصدی وزن خشک نسبت به شاهد گردید. در تیمار برگ‌پاشی، نانوکودها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی با شاهد در سطح احتمال یک درصد اختلاف داشتند. در شرایط تنش شوری ۱۶ و ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر، برگ‌پاشی با نانوکودهای کلسیم و سیلیسیوم، وزن خشک گل‌آذین را به‌ترتیب به میزان ۲۰ و ۳۵ درصد بهبود بخشید و اثرات تنش شوری را کاهش داد (جدول ٤). در پژوهشی مشخص شد که با کاربرد کود فسفر وزن خشک گل بابونه آلمانی دارای اختلاف معنی‌داری شد (Dadkhah *et al*., 2012). کودهای آلی با بهبود ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک و بیولوژیکی آن، افزایش ظرفیت نگهداری آب، گسترش مناسب سیستم ریشه، تولید تنظیم‌کننده‌های رشدی و انتقال مواد مغذی موجب رشدونمو بهتر گیاه می‌شوند (Fatma *et al*., 2008).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر اثرات ساده تنش شوری، برگ‌پاشی نانوکود و برهم‌کنش تنش شوری و برگ‌پاشی بر وزن خشک کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در شرایط بدون تنش شوری، تنش شوری ۱۶ و ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین وزن خشک کل به‌ترتیب از برگ‌پاشی با نانوکودهای روی (۳۳/۳۱ گرم)، کلسیم (۱٦/۲۸ گرم) و روی (۱۱/٦۷ گرم) حاصل شد (جدول ٤). برگ‌پاشی با نانوکود روی در شرایط بدون تنش شوری و شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر، وزن خشک کل را در مقایسه با عدم برگ‌پاشی به‌ترتیب به میزان ٤۹ و ۱۸ درصد افزایش داد (جدول ٤). در شرایط تنش شوری ۱٦ دسی‌زیمنس بر متر، برگ‌پاشی با نانوکود کلسیم، وزن خشک کل را در مقایسه با عدم برگ‌پاشی به میزان ۳۰ درصد افزایش داد (جدول ٤). تیمار تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس با تیمار تنش شوری ۱٦ دسی‌زیمنس دارای اختلاف معنی‌داری نبودند.

در شرایط تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر، برگ‌پاشی با نانوکودهای سیلیسیوم، پتاسیم و روی، وزن خشک کل را به‌ترتیب به میزان ۱٦، ۱۷ و ۱۸ درصد افزایش داد و اثرات تنش شوری را تعدیل بخشید (جدول ٤). با قرارگرفتن گیاه در تنش شوری سرعت رشد برگ‌های در حال توسعه کم شده ظهور برگ جدید کاهش یافته و در صورت ادامه تنش تعرق و فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای نیز در برگ‌ها کاسته شده و پنجه و شاخه فرعی کمی تشکیل می‌شود. کاهش عملکرد زیستی در اثر تنش شوری در ارقام‌های مختلف متفاوت می‌باشد و ارقام مقاوم نسبت به ارقام حساس از کاهش وزن کم‌تری برخوردار می‌باشند (Kafi *et al*., 2011).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تأثیر اثر ساده تنش شوری و برهم‌کنش تنش شوری و برگ‌پاشی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). در شرایط بدون تنش شوری، تنش شوری ۱٦ و ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب از برگ‌پاشی با نانوکودهای روی (۱۱/٦٤ گرم)، بدون برگ‌پاشی (٦/۷۸ گرم) و سیلیسیوم (٤/۱۵ گرم) حاصل شد (جدول ٤). در شرایط بدون تنش شوری، برگ‌پاشی با نانوکود روی در مقایسه با عدم برگ‌پاشی، عملکرد دانه را به میزان ٤۷ درصد افزایش داد (جدول ٤). در شرایط تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر، برگ‌پاشی با نانو کود سیلیسیوم، عملکرد دانه را در مقایسه با عدم برگ‌پاشی به میزان ٤۳ درصد افزایش داد (جدول ٤). سایر پژوهش‌گران نیز کاهش عملکرد دانه در اثر تنش شوری را گزارش و بیان کردند که علت این کاهش، تلفیق اثرات تنش اسمزی با اثر سمیت یونی و تغییر غلظت عناصر غذایی ناشی از نمک موجود در محلول خاک است (Munns, 2002).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که با کم‌شدن مقادیر سیلیسیوم، جذب دی‌اکسیدکربن توسط گیاه نیز کم شده و روزنه‌ها

بسته شده و فتوسنتز متوقف می‌شود (Khodary, 2004). گزارش شده است که در صورت کمبود سیلیسیوم، مقدار کلروفیل کم شده و در نتیجه آن فتوسنتز در گیاه کاهش می‌یابد کاهش فتوسنتز باعث کاهش عملکرد دانه تولیدی می‌شود. این پژوهش‌گر، دلیل این امر را به نقش سیلیسیوم در زنجیره فتوسنتزی و ممانعت از تخریب زنجیره کلروفیلی توسط سیلیسیوم مرتبط می‌داند. هم‌چنین سیلیسیوم می‌تواند به‌طور مثبت بر فعالیت‌های تعدادی از آنزیم‌های درگیر در فتوسنتز تأثیرگذار باشد (Lobato *et al*., 2009).

## ٤. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد سطوح مختلف تنش شوری باعث ایجاد اثرات منفی بر کلیه صفات مؤثر بر رشد کینوا شد بیش‌ترین میزان کاهش صفات در تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. بیش‌ترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، وزن خشک گل‌آذین، وزن خشک کل، حجم ریشه، قطر ریشه، وزن خشک ریشه، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل کل، وزن کل بذر، وزن هزاردانه، نشت یونی در تیمار بدون تنش شوری و برگ‌پاشی با نانوکودها به‌دست آمد. برگ‌پاشی با نانوکودها و تیمار بدون تنش شوری نسبت به عدم برگ‌پاشی و تنش شوری سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی گیاه کینوا گردید. در شرایط بدون شوری، برگ‌پاشی با نانوکود روی در مقایسه با شاهد، تعداد برگ، وزن خشک گل‌آذین، وزن خشک کل و عملکرد دانه را به‌ترتیب به میزان ۵۳، ۳۳، ٤۹ و ٤۷ درصد افزایش داد. در شرایط تنش شوری ١٦ دسی‌زیمنس بر متر، برگ‌پاشی با نانوکودهای روی و کلسیم در مقایسه با شاهد بیش‌ترین تأثیر مثبت را روی صفات تعداد برگ، وزن خشک گل‌آذین، وزن خشک کل و قطر ریشه داشته است. در شرایط تنش شوری ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر، برگ‌پاشی با نانوکودهای کلسیم، سیلیسیوم، پتاسیم و روی در مقایسه با عدم برگ‌پاشی به‌ترتیب صفات وزن خشک گل‌آذین (۱۲، ۳۵، ۲۵ و ۱۸ درصد)، وزن خشک کل (صفر، ١٦، ۱۷ و ۱۸ درصد)، قطر ریشه (٤، ۱۲، ۳۳ و ٢٤ درصد) و عملکرد دانه (۲۰، ٤۳، ۲۵ و صفر درصد) را افزایش داد و باعث کاهش اثرات منفی تنش شوری گردید. برگ‌پاشی با نانوکودها با افزایش کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و بهبود ویژگی‌های ریشه، سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه کینوا گردید. لذا به‌نظر می‌رسد جهت بهبود عملکرد گیاه کینوا به‌ویژه در شرایط تنش شوری، برگ‌پاشی نانوکودها به‌ویژه نانو کود سیلیسیوم مناسب باشد.

## ۵. تشکر و قدردانی

از زحمات معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ارومیه و مسئول محترم آزمایشگاه‌های گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، تقدیر و تشکر می‌گردد.

## ٦. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۷. منابع

Akbari Ghozhdi, E., Izadi Darbandi, A., Borzoyei, A., & Majdabadi, A. (2010). Evaluation of morphological changes of wheat genotypes under salinity stress conditions. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*, *1*(4), 71-82.

Ashnavar, M., Bahmanyar, M. A., & Akbarpour, V. (2014). Investigation on the effect of different sources of fertilizers on growth indices and yield of coneflower (*Echinacea purpurea* L.) as a medicinal plant. *Journal of Agroecology*, *6*(2), 266-274.

Attarzadeh, M., Rahimi, A., & Torabi, B. (2016). Response of chlorophyll, relative water content and protein percentage of safflower leaves to salinity and foliar calcium, potassium and magnesium applications. *Journal of Crop Ecophysiology*, *10*(1), 269-282. (In Persian)

Attarzadeh, M., Rahimi, A., Torabi, B., & Dashti, D. (2013). Effect of Ca(NO3)2, KH2PO4, and MnSO4 foliar application on ion accumulation and physiological traits of safflower under salt stress. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi*), 107, 133-142. (In Persian)

Bai, B. Z., Yu, S. Q., Tian, X., & Zhao, J. Y. (1996). Plant physiology. Beijing: China Agricultural Science Press.

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

Dadkhah, A., Amini Dahaghi, M., & Kafi, M. (2012). Effects of different levels of nitrogen and phosphorous fertilizers on yield quantity and quality of *Matricaria recutita* L. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *10*(2), 321-326. (In Persian)

FAO. (2017). GIEWS (global information and early warning system on food and agriculture) Country Briefs. http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=IRN.

Farzaneh, H. (1990). Agrochemistry. Shahid Chamran University Publication. Ahvaz. (In Persian)

Fatma, A. G., Lobna, A. M., & Osman, N. M. (2008). Effect of compost and bio-fertilizers on growth yield and essential oil of (*Majorana hortensis*) plant. *International Journal of Agricultural and Biology*, *10*(4), 381-387.

Fazeli Kakhki1, S. F., Nabati, J., Emami, M., & Alavikia, A. (2016). Morphological evaluation and yield components of cumin plant (*Cuminium cyminum* L.) to micro nutrients. *Journal of Plant Processing and Function*, *5*(17), 41-52.

Ghahremani, A., Akbar, K., Yousefpour, M., & Ardalani, H. (2014). Effects of nano-potassium and nano-calcium chelated fertilizers on qualitative and quantitative characteristics of *Ocimum basilicum*. *International Journal for Pharmaceutical Research Scholars*, *3*(1-2), 235-241.

Hassanzadeh, A., Qajarspanloo, M., & Bahmaniaram, M. A. (2014). The effect of potassium and manure application on yield and concentration of some of the high nutrient elements in wheat under water stress. *Agricultural Engineering*, *36*(1), 77-85.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., & Fujita, M. (2013). Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. In Ahma, P.; Azooz, M. M.; Prasad, M. N.V.(Eds.), Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress. Springer. New York. 25-87.

Jacobsen, S. E., Liu, F., & Jensen, C. R. (2009). Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Scientia Horticulturae*, *122*(2), 281-287.

Kafi, M., Salehi, M., & Eshghizadeh, H. R. (2011). Biosaline Agriculture- plant, water and soil management Approaches. University of Mashhad Ferdousi. (In Persian).

Kazemi, M. (2014). Influence of foliar application of iron, calcium and zinc sulfat on vegetative growth and reproductive characteristics of strawberry cv. Pajaro. *Trakia Journal of Sciences*, 1, 21-26.

Ke Shi-Sheng, W. S., Xiong, Z. T., Chen, S. J., & Chen, J. J. (2007). Effects of copper and mineral nutrition on growth, copper accumulation and mineral element uptake in two Rumex japonicus populations from a copper mine and an uncontaminated field sites. *Environmental and Experimental Botany*, 59, 59-67.

Keshavarznia, R., Shahbazi, M., Mohammadi, V., Hosseini Salekdeh, Gh., Ahmadi, A., & Mohsenifard, E. (2015). The impact of barely root structure and physiological traits on drought response. *Iranian Journal of Field Crops and Reasearch*, *45*(4), 553-563.

Khan, F., Siddiqi, T. O., Zzafar, M., & Ahmad, A. (2009). Morphological changes and antioxidant defence systems in soybean genotypes as affected by salt stress. *Journal of Plant Interactions*, *4*(4), 295-306.

Khodary, S. E. A. (2004). Effect of salicylic acid on growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in saltstressed maize plants. *Journal of Agricultural and Biololgy*, *6*(1), 5-8.

Kohnaward, P., Jalilian, J., & Pirzad, A. (2012). Effect of foliar application of micro-nutrients on some agronomic characteristics of the safflower under conventional and ecological cropping systems. *Journal of Agronomy Sciences*, *4*(6), 14-25.

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

Koyro, H. W., & Eisa, S. S. (2008). Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa* Willd. *Plant and Soil*, *302*(1-2), 79-90.

Lack, Sh., Kermanshahi, M., & Noryani, H. (2016). Variation trend of leaf area index, yield and yield components of green beans (*Phaseolous vulgaris* L.) by using zinc sulfate and nitrogen. *Journal of Crop Ecophysiology*, *9*(4), 599-610. (In Persian)

Lobato, A. K. S., Luz, L. M., Costa Santos, R. C. L., Filho, B. G., Meirelles, A. C. S., Oliveira Neto, C. F., Laughinghouse, H. D., Neto, M. A. M., Alves, G. A. R., Lopes, M. J. S., & Neves, H. K. B. (2009). Si exercises influence on

nitrogen components in pepper subjected to water deficit? Research Journal of Biological Sciences, 4, 1048-1055.

Marschner, P. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3rd edition, Academic Press, London.

Meskini-Vishkaee, F., Mohammadi, M. H., Neishaboori, M. R., & Shekari, F. (2016). Effect of soil moisture on Wheat and Canola root respiration rates in two soil textures. *Journal of Plant Processing and Function*, *4*(14), 177-188.

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

Najafi, N., & Sarhangzade, A. (2012). The effect of NaCl salinity and soil waterlogging on the growth characteristics of maize under greenhouse conditions. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*, 3, 1-15.

Noreen, Z., & Ashraf, M. (2009). Changes in antioxidant enzymes and some key metabolites in some genetically diverse cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, *67*(2), 395-402.

Panuccio, M. R., Jacobsen, S. E., Akhtar, S. S., & Muscolo, A. (2014). Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. *AoB Plants*, 6, 1-18.

Rahnama, A., Munns, R., Poustini, K., & Watt, M. (2011). A screening method to identify genetic variation in root growth response to a salinity gradient. *Journal of Experimental Botany*, 62, 69-77.

Razavi Nasab, A., Shirani, H., Tajabadi pour, A., & Dashti, H. (2011). Effect of salinity and organic matters on chemical composition and root morphology of pistachio seedlings. *Journal of Crops Improvement*, 13, 31-42. (In Persian).

Razzaghi, F., Ahmadi, S. H., Adolf, V. I., Jensen, C. R., Jacobsen, S. E., & Andersen, M. N. (2012). Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under salinity and soil drying. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197, 348–360.

Rohi Vishekaiia, Z., Soleimania, A., Fallahib, E., Ghasemnezhadc, M., & Hasanid, A. (2019). The impact of foliar application of boron nano-chelated fertilizer and boric acid on fruit yield, oil content, and quality attributes in olive (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae*, 257, 1-8.

Sadaghat, N., Pirdashti, H., Fallah Shamsi, S. A., Ranjbar, A., & Leylaei, S. (2014). Effect of foliar application of silica, potassium and zinc on some agronomic traits and damage of (*Chilo suppressalis* Walker) blast and striped stemworm in rice cultivar Tarom Hashemi. *Journal of Plant Protection*, *28*(4), 525-531.

Seyed Sharifi, R., & Kamari, H. (2015). Effect of Nano-Zince oxide and seed inoculation of triticale with growth bacteria on grain yield and some physiological indicators. *Journal of Plant Processing and Function*, *4*(13),97-112.(In Persian)

Shafi, M., Guoping, Z., Bakht, J., Khan, M. A., Islam, U. L. E., Khan, M. D., & Uddin, R. (2010). Effect of cadmium and salinity stresses on root morphology of wheat. *Pakistan Journal of Botany*, *42*(4), 2747-2754.

Tabatabaei, S. A., Kocheki, A. R., & Molasadeghi, J. (2013). Evaluation of tolerance to salinity stress of barely genotypes under laboratory and farm conditions. *Journal of Crop Physiology*, *5*(20), 87-101.

Tale Ahmad, S., & Haddad, R. (2011). Study of silicon effects on antioxidant enzyme activities and osmotic adjustment of wheat under drought stress. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, *47*(1), 17-27.

Tandon, H. L. S. (1995). Micronutrients in soil, crops, and fertilizers. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India. pp: 138.

Vafadar, M., Ghaderi Habib, Z., & Vatankhah, E. (2018). Effect of salt stress on some physiological and biochemical aspects of Henbane (*Hyoscyamus reticulatus* L.). *Journal of Plant Processing and Function*, *7*(26), 85-100. (In Persian)

Wikenz, J. E., & Norfolk, I. (2010). Eco-Physiology of economic plants in arid and semi-arid regions, Adaptations for desert living creatures. Trans by Zehtabian, A., A. Shahriyari and M. R. Javadi. Tehran University Press. P. 370.

Zahedi, S. M., Sadat Asgarian, Z., Gholami, R., & Karami, F. (2019). Effect of 24- Epibrassinolide foliar application on the "Camarosa" strawberry plant growth and fruit yield under salinity stress condition in soilless culture. *Journal of Plant Production and Research*, *26*(1), 169-183.

Zamani, S. Nezami, M. T. Habibi, D., & Baybordi, A. (2010). Study of yield and yield components of winter rapeseed under salt stress conditions. *Journal of Plant Production and Research*, *1*(2), 109-121.

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