نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره ویژه: پژوهش‌های فیزیولوژی گیاهی، سال نهم، شماره ویژه بهار ۱۳۹۳ / صفحات: ۱۵۰-۱۳۷

بررسی اثر کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو بر شاخص‌های رشد، محتوی کلروفیل‌ها و قندهای محلول گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) در سطوح مختلف شوری

روزیتا یادگاری[۱]، مریم نیاکان*[۲]، افشین مساوات[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، علوم گیاهی، دانشگاه آزاداسلامی، واحد گرگان، گرگان

[۲] دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاداسلامی واحد گرگان، گرگان

[۳] دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۱

چکیده

به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی کودهای کلات روی به دو شکل نانو و غیرنانو و سطوح مختلف شوری (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم) و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص‌های رشد، محتوی کلروفیل‌های a، b و کل (a+b) و قندهای محلول اندام هوایی و ریشه گیاه نخود، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار و ۱۲ تیمار اجرا گردید. نتایج نشان داد تنش شوری و کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو بر شاخص‌های مورد بررسی در سطح ۵ درصد تاثیر معنی‌دار داشت. به‌طوری‌که وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، طول اندام هوایی و ریشه، محتوی کلروفیل‌ها و قندهای محلول تحت تاثیر سطوح مختلف شوری به ویژه شوری ۷۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار یافت و کاربرد کود کلات روی به ویژه به شکل نانو موجب افزایش معنی‌دار آن‌ها نسبت به شاهد و در نتیجه کاهش اثرات منفی تنش شوری شد.

واژگان کلیدی: شوری، رشد، قندهای محلول، کلروفیل، نانو روی، نخود (*Cicer arietinum* L.)

مقدمه

نخود با نام علمی *Cicer arietinum* L. جزو سومین حبوبات غذایی مهم جهان به شمار می‌آید (Aslam et al., 2012) و منبع غنی از کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی است (Wang et al., 2010). این گیاه همانند سایر لگوم‌ها از تحمل به شوری کمی برخوردار است و در رده یک گیاه حساس به شوری قرار می‌گیرد (ابراهیم‌زاده، ۱۳۸۰).

تنش شوری یکی از عوامل محدود کننده مهم رشد و تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک به شمار می‌رود (Jouyban, 2012). تنش شوری بر جوانه‌زنی، رشد، فیزیولوژی و تولید محصولات گیاهی از طریق کاهش توانایی آن‌ها برای جذب آب در اثر عدم تعادل پتانسیل اسمزی، توازن یونی و جذب مواد غذایی اثر می‌گذارد. همچنین به وسیله وجود غلظت‌های بالایی از یون‌های سدیم و کلر سمیت یونی تولید می‌کند که موجب از هم پاشیدگی ساختار غشا، مهار تقسیم و رشد سلول می‌شود و در طیف وسیعی از متابولیسم‌های سلولی شامل فتوسنتز، سنتز پروتئین و متابولیسم لیپید اختلال ایجاد می‌کند (Zhani et al., 2012). Lichtenthaler و همکاران

*نویسنده مسئول: mnniakan@yahoo.com

(۲۰۰۵) و Hamayun و همکاران (۲۰۱۰) بیان داشتند تنش شوری، بیوسنتز کلروفیل و کارایی دستگاه فتوسنتزی را کاهش می‌دهد که در نهایت منجر به کاهش بهره‌وری اقتصادی در محصولات کشاورزی می‌شود. کاهش فتوسنتز در اثر تنش شوری می‌تواند به‌دلیل کم شدن هدایت روزنه‌ای، کاهش جذب و متابولیسم کربن، مهار ظرفیت فیتوشیمیایی یا ترکیبی از همه این عوامل باشد (Mundree et al., 2009).

گیاهان به وسیله سنتز و تجمع تعدادی از املاح سازگار کننده در غلظت‌های بالا به نام اسمولیت‌ها که شامل پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه و ترکیبات آمونیومی چهار ظرفیتی می‌باشند که با افزایش فرایندهای آنزیمی و حفظ تمامیت غشا در برابر تنش‌ها مقابله می‌کنند (Zhani et al., 2012).

عناصر می‌توانند نقش مهمی در سیستم‌های گیاهی ایفا کنند. برخلاف تعداد دیگری از عناصر کم مصرف و پر مصرف، نقش روی در سیستم‌های گیاهی بهتر شناخته شده است (غفاری و همکاران، ۱۳۸۹). عموماً در خاک‌هایی با pH بالا، آهکی، شور و سدیمی (Weisany et al., 2012) و یا مواد معدنی کم یا فسفر بالا و یا سرد و مرطوب کمبود روی اتفاق می‌افتد (Singh and Oswalt, 1995). کمبود روی در گیاه نخود معمولا به صورت حاد بروز نمی‌کند. در هنگام کمبود روی علائمی نظیر زردی، برنزه و نکروزه شدن برگ‌های پایینی و وسطی بروز می‌کند (Alloway, 2008). زمانی که مشخص شد گیاه دچار کمبود روی شده است می‌توان با وارد کردن غلظت‌های مناسبی از این عنصر به داخل خاک و یا پاشیدن این عنصر بر روی اندام‌های هوایی گیاه، کمبود را جبران کرد (ابراهیم‌زاده، ۱۳۸۰). اسپری برگی سولفات روی (۰/۵ درصد) در ترکیب با هیدروکسید کلسیم (۰/۲۵ درصد) اغلب برای جبران این کمبود استفاده می‌شود (Alloway, 2008).

محققین بیان داشتند عنصر روی در گیاه نخود رشد ریشه، گرهک‌سازی و محتوی نیتروژن گرهک‌ها را افزایش می‌دهد. کاربرد سولفات روی در ۲۵-۱۰ کیلوگرم در هکتار باعث پاسخ‌های مثبت گیاه نخود شده است (Gaur et al., 2010). همچنین Khandan Bejandi و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند وقتی ریزمغذی‌های Fe (۱۶۰۰ ppm)، Zn (۱۲۰۰ ppm)، Mn (۱۵۰۰ ppm)، B (۲۰۰ ppm) را بر روی گیاه نخود اعمال می‌کنند ارتفاع و عملکرد گیاه افزایش می‌یابد.

با رشد سریع شهرسازی و افزایش جمعیت در جهان، زمین‌های کشاورزی و در نتیجه تولید مواد غذایی در حال کاهش هستند. کودها نقش محوری و مهمی در افزایش تولید مواد غذایی در کشورهای در حال توسعه دارند. با این وجود، مشخص شده است که بازده بسیاری از محصولات به‌دلیل عدم توازن کوددهی و کاهش مواد آلی در خاک در حال کاهش است (Naderi and Danesh-Shahraki, 2013).

از آنجا که کودهای شیمیایی به خصوص کودهای سینتتیک پتانسیل بالایی برای آلوده‌سازی خاک، آب و هوا دارند؛ در سال‌های اخیر تلاش‌های بسیاری برای به حداقل رساندن این مشکلات توسط نهادهای مربوط به کشاورزی صورت گرفته است (Naderi and Danesh-Shahraki, 2013). یکی از مواردی که اخیرا در کشاورزی کاربرد پیدا کرده است، نانو ذرات می‌باشد. هرچند کاربرد آن‌ها در کشاورزی، حتی در سطح جهانی، در مرحله ابتدایی قرار دارد. به‌دلیل اینکه دیواره سلول گیاهی به عنوان یک مانع برای ورود آسان هر عامل خارجی به داخل سلول‌های گیاهی عمل می‌کند، نانو ذرات که قطر منفذ کمتری نسبت به قطر منفذ دیواره سلولی دارند به راحتی می‌توانند از منافذ روی دیواره عبور کنند. نانو ذرات در سطح برگ از طریق منافذ روزنه‌ای و یا پایه‌ای

کرک وارد گیاه می‌شوند و سپس به بافت‌های مختلف منتقل می‌گردند (Nair et al., 2010).

تحقیقات اندکی در زمینه تاثیر نانو ذرات بر گیاهان وجود دارد. در تحقیقی کاربرد نانو ذرات اکسید روی در غلظت ppm ۱۰۰۰ تاثیر قابل توجهی در جوانه زنی، طول ساقه و ریشه بادام زمینی داشت و موجب افزایش ضریب بقای گیاه شد. در آنالیز دانه-های بادام زمینی مشخص شد کوچک بودن اندازه و بالا بودن سطح تماس کودهای نانو اکسید روی موجب افزایش جذب آن‌ها توسط گیاه می‌شوند که این عوامل موجب افزایش محصول در هنگام استفاده از نانو کودهای اکسید روی در مقایسه با کلات‌های سولفات روی شده است (Prasad et al., 2012).

تولید و استفاده از نانو کودها باعث افزایش بهره‌وری کود و کاهش سمیت خاک و به حداقل رساندن اثرات منفی مرتبط با غلظت بیش از حد و کاهش حجم استفاده از کودها شده است. بدیهی است فناوری نانو به وسیله کودها تاثیر قابل توجهی روی انرژی، اقتصاد و محیط زیست دارد. از این رو فناوری نانو توانایی بالایی برای رسیدن به کشاورزی پایدار به خصوص در کشورهای در حال توسعه دارد (Naderi and Danesh-Shahraki, 2013).

مناسب بودن وضعیت عناصر غذایی در مدت رشد و نمو گیاه نخود به ویژه تحت شرایط تنش‌های محیطی، یکی از عوامل مهمی است که در مقابله با تنش جهت بهبود رشد رویشی، کیفیت دانه و موفقیت پس از برداشت می‌تواند موثر باشد. لذا با توجه به اثرات مفید عنصر روی در بهبود پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاهان به تنش‌های محیطی از جمله شوری، بررسی اثر کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو برشاخص‌های رشد، محتوی کلروفیل‌ها و قندهای محلول گیاه نخود تحت شرایط تنش شوری موضوع اصلی این تحقیق قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه بذر و کود: دانه گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) از ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه که در شهرستان دلاهو شهر کرند غرب کشت می‌شود (رقم آزاد)، تهیه گردید. باکتری ریزوبیوم نیز از اداره خاکشناسی گرگان و همچنین کودها از شرکت سپهر پارمیس تهیه شد.

آبیاری و نحوه اعمال تیمارها: با توجه به اینکه انجام این پژوهش نیازمند کنترل نمک و کوددهی به‌صورت محلول پاشی بود لذا روش کشت گلدانی انتخاب شد. در این آزمایش از ۳۶ گلدان ۱/۵ تا ۲ کیلویی و از پرلیت به جای خاک استفاده شد. گلدان‌ها به مدت ۹ روز و تا زمانی که برگچه‌های نخود ظاهر شدند با آب معمولی و سپس با محلول نیم هوگلند در طی سه نوبت به مدت ۲۶ روز آبیاری گشتند. قابل ذکر است در بین فواصل آبیاری با محلول نیم هوگلند آبیاری با آب معمولی نیز صورت گرفت.

۳۵ روز بعد از کاشت گیاه تیمارهای مورد نظر اعمال گردید. تنش شوری شامل نمک کلرید سدیم ۲۵ میلی‌مولار، نمک کلرید سدیم ۵۰ میلی‌مولار و نمک کلرید سدیم ۷۵ میلی‌مولار بودند. محلول‌های حاوی غلظت‌های مختلف نمک به تدریج و در طی چهار نوبت به گیاهان داده شد. همزمان با اعمال تنش‌های شوری محلول پاشی کودهای کلات روی به دو شکل نانو و غیرنانو اعمال و دومین محلول‌پاشی نیز ۱۰ روز بعد از اولین محلول‌پاشی انجام شد. مشخصات تیمارهای آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات تیمارهای آزمایشی (۱۲ تیمار)

۱	شاهد (بدون نمک و بدون کود)	۵	کود کلات روی غیرنانو	۹	کود کلات روی نانو
۲	نمک کلرید سدیم ۲۵ میلی‌مولار	٦	نمک کلرید سدیم ۲۵ میلی‌مولار+کود کلات روی غیرنانو	۱۰	نمک کلرید سدیم ۲۵ میلی‌مولار+کود کلات روی نانو
۳	نمک کلرید سدیم ۵۰ میلی‌مولار	۷	نمک کلرید سدیم ۵۰ میلی‌مولار+کود کلات روی غیرنانو	۱۱	نمک کلرید سدیم ۵۰ میلی‌مولار+کود کلات روی نانو
٤	نمک کلرید سدیم ۷۵ میلی‌مولار	۸	نمک کلرید سدیم ۷۵ میلی‌مولار+کود کلات روی غیرنانو	۱۲	نمک کلرید سدیم ۷۵ میلی‌مولار+کود کلات روی نانو

روش برداشت: ٤۵ روز پس از کاشت تعداد دو گیاه از هر گلدان خارج و داخل پلاستیک‌های جداگانه با ثبت مشخصات مربوطه قرار گرفت و جهت سنجش‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی به آزمایشگاه انتقال داده شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد: برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، طول اندام هوایی و ریشه بر حسب سانتی‌متر و همچنین وزن تر اندام هوایی و ریشه با ترازو با دقت ۰/۰۰۱ بر حسب گرم سنجیده شد. برای بدست آوردن وزن خشک اندام هوایی و ریشه، نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٤ ساعت قرار گرفته و سپس بر حسب گرم تعیین گردید.

سنجش کلروفیل‌ها: کلروفیل‌های a، b و کل در اندام هوایی گیاه نخود با روش Bruinsma (۱۹٦۳) از طریق فرمول‌های زیر محاسبه و برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیان شد.

$$Chl a = [(0.0127A663 - 0.00269A645)*V]/g$$
$$Chl b = [(0.0229A645 - 0.00468A663))*V]/g$$
$$Chl t\ (a+b) = [(0.0202A645 + 0.00802A663))*V]/g$$

A: جذب نمونه، V: حجم اولیه نمونه، g: وزن تر اولیه نمونه

سنجش قندهای محلول: قندهای محلول در اندام هوایی و ریشه گیاه نخود با استفاده از روش فنل- اسید سولفوریک (Kochert, 1987) محاسبه شد. بدین صورت که به ۰/۱ گرم از هر نمونه خشک شده ۱۰ میلی‌لیتر الکل اتانول ٪۷۰ اضافه گردید سپس نمونه‌ها به مدت یک هفته در یخچال نگهداری شدند. پس از آن، ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول رویی عصاره‌ها برداشته شد و با آب مقطر به حجم ۱ میلی لیتر رسانده شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر فنل ۵ درصد و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به محلول‌ها اضافه شد. جذب محلول‌ها پس از خنک شدن در دمای اتاق، در طول موج ٤۸۵ نانومتر در مقابل شاهد مناسب خوانده شد. از غلظت‌های مختلف گلوکز برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد و در نهایت مقدار قندهای محلول، میلی‌گرم بر گرم وزن خشک معادل گلوکز بیان شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق واریانس دو عاملی و میانگین انجام گرفت. همچنین مقایسه بین تیمارها براساس آزمون دانکن توسط برنامه آماری SPSS نسخه ۲۱ برای چهار تکرار صورت گرفت و رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ انجام شد. نمودارها نشانگر میانگین ± SE می‌باشند.

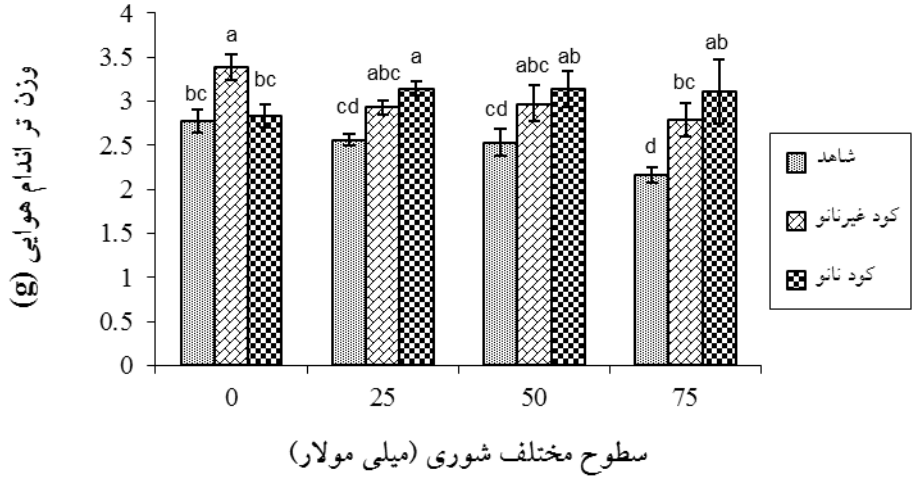
نتایج

شاخص‌های رشد: وزن تر اندام هوایی و ریشه در شوری ۷۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد به صورت معنی‌دار کاهش یافت. در شرایط غیر تنش یا همان بدون نمک، کاربرد کود کلات روی به شکل غیر نانو

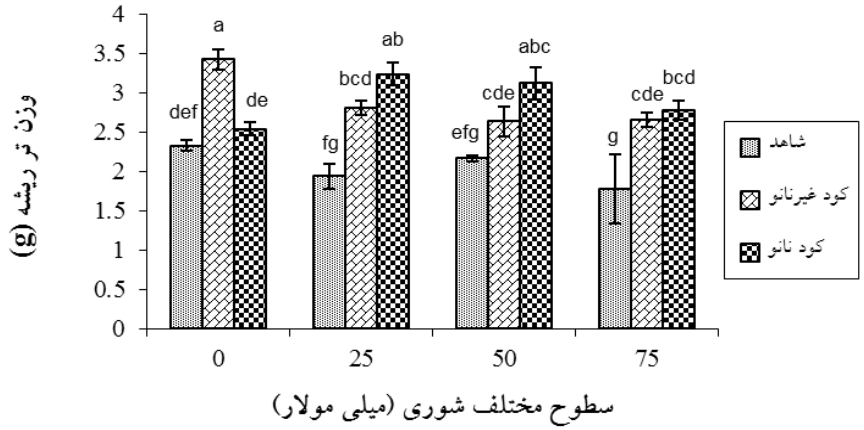
در هر دو اندام باعث افزایش معنی‌دار وزن تر نسبت به شاهد شد. در شرایط تنش، کود کلات روی به شکل غیر نانو تنها در شوری ۷۵ میلی‌مولار در اندام هوایی و در سطوح شوری ۲۵ و ۷۵ میلی‌مولار در ریشه و به شکل نانو در سطوح مختلف شوری (۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) در هر دو اندام باعث افزایش معنی‌دار وزن تر نسبت به شاهد شد ($P<۰/۰۵$) (شکل‌های ۱ و ۲).

وزن خشک اندام هوایی در سطوح مختلف شوری (۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) و ریشه در شوری ۷۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد به صورت معنی‌دار کاهش یافت. در شرایط غیر تنش، در اندام هوایی کاربرد کود کلات روی به شکل غیر نانو باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی گیاه نسبت به شاهد شد اما در ریشه بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در شرایط تنش، کاربرد کود کلات روی به شکل غیر نانو در اندام هوایی در سطوح مختلف شوری (۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) و در ریشه در سطوح شوری ۲۵ و ۷۵ میلی‌مولار و به شکل نانو در سطوح مختلف شوری (۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک هر دو اندام نسبت به شاهد شد ($P<۰/۰۵$) (شکل‌های ۳ و ٤).

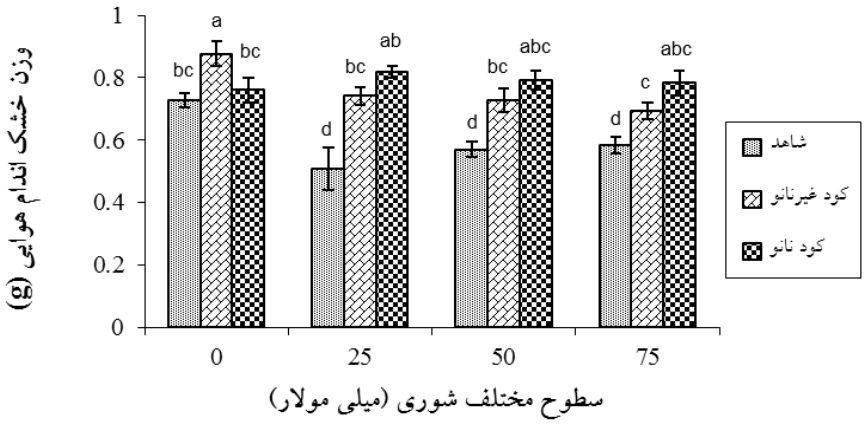
طول ساقه در سطوح شوری ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار و طول ریشه در هر سه سطح شوری (۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌دار کاهش یافت. در شرایط غیر تنش در هر دو اندام بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در ریشه‌های تحت تنش کاربرد کود کلات روی به شکل غیر نانو در شوری ۷۵ میلی‌مولار و به شکل نانو در سطوح شوری ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار موجب افزایش معنی‌دار طول ریشه نسبت به شاهد شد اما در ساقه فاقد اثر معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) (شکل‌های ۵ و ٦).



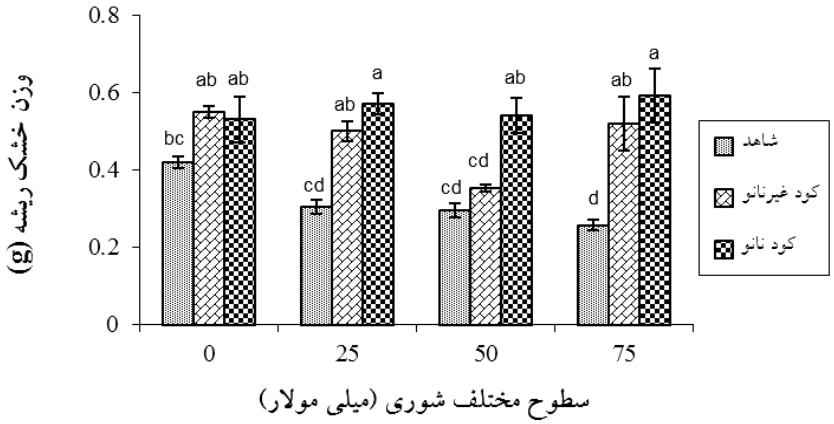
شکل ۱: اثر تیمارهای مختلف کلرید سدیم (۰= بدون نمک، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) و کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو بر وزن تر اندام هوایی گیاه نخود، حروف غیرمشابه نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح $P<۰/۰۵$.



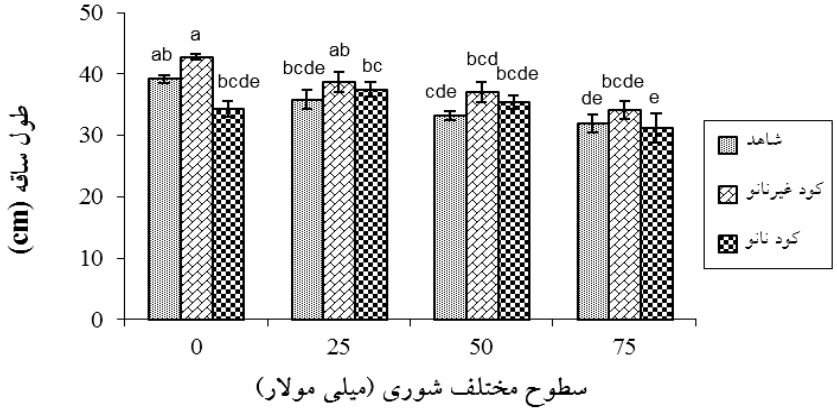
شکل ۲: اثر تیمارهای مختلف کلرید سدیم (۰= بدون نمک، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) و کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو بر وزن تر ریشه گیاه نخود، حروف غیرمشابه نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح $P<۰/۰۵$



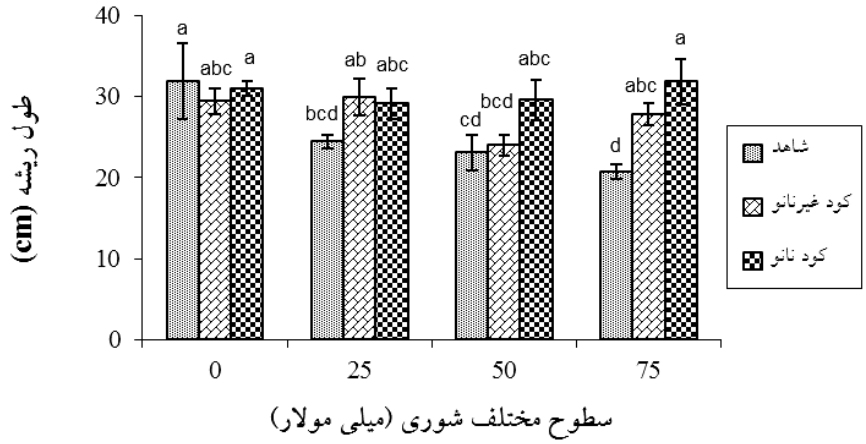
شکل ۳ : اثر تیمارهای مختلف کلرید سدیم (۰= بدون نمک، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) و کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو بر وزن خشک اندام هوایی گیاه نخود، حروف غیرمشابه نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح $P<۰/۰۵$



شکل ٤: اثر تیمارهای مختلف کلرید سدیم (۰= بدون نمک، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) و کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو بر وزن خشک ریشه گیاه نخود، حروف غیرمشابه نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح $P<۰/۰۵$



شکل ۵: اثر تیمارهای مختلف کلرید سدیم (۰= بدون نمک، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) و کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو بر طول ساقه گیاه نخود، حروف غیرمشابه نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح $P<۰/۰۵$



شکل ٦: اثر تیمارهای مختلف کلرید سدیم (۰= بدون نمک، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) و کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو بر طول ریشه گیاه نخود، حروف غیرمشابه نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح $P<۰/۰۵$

محتوی کلروفیل‌ها: مقدار کلروفیل‌های a، b و کل، در شوری ۷۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار نشان داد. در شرایط غیر تنش، کاربرد کود کلات روی به شکل نانو باعث افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل‌ها نسبت به شاهد شد. مقدار کلروفیل‌ها تحت شرایط تنش تحت تاثیر کودهای کلات روی به شکل نانو و غیر نانو قرار گرفتند. کود کلات روی به شکل غیر نانو موجب افزایش مقدار کلروفیل‌های a (در شوری ۷۵ میلی مولار)، b و کل (در شوری‌های ۲۵ و ۷۵ میلی‌مولار) نسبت به شاهد شد. کود کلات روی به شکل نانو در هر سه سطح از شوری (۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) موجب افزایش معنی‌دار مقدار این کلروفیل‌ها نسبت به شاهد شد ($P<۰/۰۵$) (جدول ۲).

محتوی قندهای محلول: مقدار قندهای محلول اندام هوایی و ریشه در سطوح شوری ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد به صورت معنی‌دار کاهش یافت. در شرایط غیر تنش، کاربرد کود کلات روی به شکل نانو منجر به افزایش مقدار قندهای محلول اندام هوایی نسبت به شاهد شد و در ریشه بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. در شرایط تنش، در

اندام هوایی کاربرد کود کلات روی به دو شکل نانو و غیر نانو در سطوح شوری ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار باعث افزایش معنی‌دار مقدار قندهای محلول نسبت به شاهد شد و در ریشه کاربرد کود کلات روی به شکل غیر نانو فاقد اختلاف معنی‌دار بود و به شکل نانو در هر سه سطح از شوری (۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) باعث افزایش معنی‌دار مقدار قندهای محلول نسبت به شاهد شد ($P<0/05$) (جدول ۲).

جدول ۲: اثر تنش شوری و کود کلات روی نانو و غیرنانو بر مقدار کلروفیل‌ها و قندهای محلول اندام هوایی و ریشه گیاه نخود

شاخص‌های فیزیولوژی / تیمارها	کلروفیل‌ها (میلی‌گرم در گرم وزن تر)			قندهای محلول (میلی‌گرم در گرم وزن خشک)	
	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل (a+b)	اندام هوایی	ریشه
شاهد (بدون نمک و بدون کود)	۰/۱۶ ± ۰/۰۲ de	۰/۳۶ ± ۰/۰۳ ef	۰/۴۷ ± ۰/۰۳ ef	۲۷/۰۳ ± ۱/۰۷ cd	۲۶/۴۲ ± ۰/۲۲ cd
نمک کلرید سدیم ۲۵ mM	۰/۲۵ ± ۰/۰۲ bc	۰/۳۸ ± ۰/۰۳ ef	۰/۵۴ ± ۰/۰۱ de	۲۶/۱۹ ± ۱/۰۲ de	۲۷/۰۰ ± ۲/۴۱ c
نمک کلرید سدیم ۵۰ mM	۰/۱۲ ± ۰/۰۲ e	۰/۳۳ ± ۰/۰۲ f	۰/۴۵ ± ۰/۰۱ ef	۲۰/۹۷ ± ۱/۲۶ ef	۱۱/۰۸ ± ۰/۴۱ ef
نمک کلرید سدیم ۷۵ mM	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ f	۰/۰۹ ± ۰/۰۱ g	۰/۱۲ ± ۰/۰۱ g	۱۷/۴۶ ± ۳/۶۵ f	۶/۹۳ ± ۰/۴۲ g
کود کلات روی غیرنانو	۰/۱۷ ± ۰/۰۱ d	۰/۵۲ ± ۰/۰۶ bc	۰/۶۳ ± ۰/۰۳ cd	۳۱/۴۹ ± ۲/۰۰ bcd	۲۳/۸۸ ± ۰/۹۰ cd
کود کلات روی غیرنانو + نمک کلرید سدیم ۲۵ mM	۰/۲۷ ± ۰/۰۲ b	۰/۴۸ ± ۰/۰۳ bcd	۰/۸۰ ± ۰/۰۴ b	۲۶/۳۱ ± ۱/۳۸ de	۲۵/۹۷ ± ۱/۹۸ cd
کود کلات روی غیرنانو + نمک کلرید سدیم ۵۰ mM	۰/۱۵ ± ۰/۰۰ de	۰/۳۵ ± ۰/۰۳ ef	۰/۵۰ ± ۰/۰۳ ef	۲۸/۱۹ ± ۲/۴۷ bcd	۱۲/۶۴ ± ۱/۸۲ e
کود کلات روی غیرنانو + نمک کلرید سدیم ۷۵ mM	۰/۱۳ ± ۰/۰۱ de	۰/۲۹ ± ۰/۰۲ f	۰/۴۲ ± ۰/۰۳ f	۲۹/۷۶ ± ۰/۳۸ bcd	۸/۷۶ ± ۱/۲۲ fg
کود کلات روی نانو	۰/۳۴ ± ۰/۰۲ a	۰/۶۶ ± ۰/۰۲ a	۱/۰۲ ± ۰/۰۲ a	۳۳/۶۱ ± ۳/۱۶ ab	۲۲/۶۱ ± ۰/۱۲ d
کود کلات روی نانو + نمک کلرید سدیم ۲۵ mM	۰/۳۷ ± ۰/۰۱ a	۰/۵۸ ± ۰/۰۲ ab	۰/۹۵ ± ۰/۰۲ b	۲۸/۹۴ ± ۱/۴۱ bcd	۳۷/۲۷ ± ۱/۰۰ a
کود کلات روی نانو + نمک کلرید سدیم ۵۰ mM	۰/۲۲ ± ۰/۰۱ c	۰/۴۳ ± ۰/۰۱ de	۰/۶۵ ± ۰/۰۱ c	۳۲/۸۸ ± ۲/۲۲ abc	۲۵/۸۰ ± ۱/۹۸ cd
کود کلات روی نانو + نمک کلرید سدیم ۷۵ mM	۰/۱۵ ± ۰/۰۲ de	۰/۳۰ ± ۰/۰۵ f	۰/۴۴ ± ۰/۰۷ ef	۳۷/۴۹ ± ۰/۴۹ a	۳۱/۲۳ ± ۰/۷۹ b

حروف غیرمشابه در هر ستون نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح $P<0/05$

در تحقیق حاضر مشخص شد بین مقدار کلروفیل کل با وزن خشک ریشه اندام هوایی همبستگی متوسط و مستقیم و با قندهای محلول اندام هوایی و ریشه همبستگی بالا و مستقیم در سطح ۵ درصد برقرار است. نتایج بدست آمده از همبستگی پیرسون بین داده‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: همبستگی پیرسون بین کلروفیل کل با وزن خشک و قندهای محلول اندام هوایی و ریشه گیاه نخود

	وزن خشک گیاه (گرم)		قندهای محلول (میلی‌گرم در گرم وزن خشک)	
	اندام هوایی	ریشه	اندام هوایی	ریشه
کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	r= -0.013	r= 0.536	r= 0.858	r= 0.790

بحث

بررسی اثر تنش شوری و کود کلات روی بر شاخص‌های رشد: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تنش شوری بر روی شاخص‌های رشد گیاه نخود اثر معنی‌داری داشت. با افزایش سطح شوری به ویژه در شرایط تنش ۷۵ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه و طول ساقه و ریشه نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافت و کاربرد کود کلات روی به ویژه به شکل نانو باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد و تعدیل وضعیت تنش و بهبود رشد گیاه شد. در شرایط غیر تنش کود کلات روی به شکل غیر نانو در بیشتر موارد باعث افزایش معنی‌دار رشد نسبت به شاهد شد ($P<۰/۰۵$) (شکل‌های ۱ تا ٦).

تحقیقات نشان داده است شوری میزان انرژی لازم برای حفظ حالت طبیعی سلول را افزایش داده و در نتیجه انرژی کمتری برای نیازهای رشدی باقی می‌ماند (Munns et al., 1982). کاهش شاخص‌های رشد تحت تنش شوری در گیاه نخود (زارع مهرجردی و همکاران، ۱۳۹۰؛ پرنده و همکاران، ۱۳۹۱؛ Tsegazeabe and Teferii, 2012)، سویا (Aghaleh and Niknam, 2009)، کلزا (فرهودی، ۱۳۹۰؛ Ashraf and Ali, 2008)، لوبیا (Ashraf and Bashir, 2003)، خلر (Tsegazeabe and Berhane, 2012)، ماش (Sumithra et al., 2006)، باقلا (Cordovilla et al., 1996) و یونجه (فضائلی و بشارتی، ۱۳۹۱) گزارش شده است که همسو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. محققین علت این امر را تجمع بیش از حد یون‌های Na^+ در خاک‌های شور بیان داشتند که موجب تغییرات در تعادل یونی، عدم تعادل مواد معدنی، عدم پتانسیل اسمزی مناسب و محدودیت در کسب آب و مواد معدنی نظیر پتاسیم و کلسیم می‌شود و در نتیجه تقسیم سلولی و متابولیسم و رشد گیاه را کاهش داده و یا مهار می‌کند (Nedjimi, 2011؛ Tsegazeabe and Teferii, 2012).

در تحقیق حاضر کاربرد روی در شرایط غیر تنش و تنش موجب افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد نسبت به شاهد شد. محققین علت این امر را اثر مثبت کود روی بر ساختن اکسین طبیعی و در نتیجه فعال کردن تقسیم سلولی، جذب بهتر مواد معدنی و در نهایت افزایش رشد بیان داشتند (El-Tohamy and El-Greadly, 2007) که مشابه با نتایج برخی محققین بر روی نخود (Valenciano et al., 2010؛ Farooq et al., 2012)، ماش (Ali and Mahmoud, 2013)، نخود فرنگی (El-Tohamy and El-Greadly, 2007)، بادام زمینی (Gobarah et al., 2006) و لوبیا سفید (Armour et al., 1990) می‌باشد.طی تحقیقی کاربرد کود روی باعث تخفیف اثرات شوری و بهبود وضعیت رشد در سویا شد (Weisany et al., 2012).

تحقیقات اندکی در زمینه تاثیر نانو ذرات بر گیاهان وجود دارد. گیاهان پاسخ‌های متفاوتی به نانو ذرات نشان می‌دهند. طی تحقیقاتی نشان داده شده است نانو ذرات اکسید روی منجر به افزایش تولید بیوماس گیاه نخود (Burman et al., 2013) و افزایش ارتفاع و تعداد انشعاب ساقه بادام زمینی (Prasad et al., 2012) شد. این پاسخ ممکن است به تولید کمتر ROS در اثر تیمار با نانو اکسید روی مربوط باشد که در اثر آن پراکسیداسیون لیپیدها نیز کمتر می‌شود (Burman et al., 2013). اندازه ذرات در میزان تاثیرپذیری کودهای روی می‌تواند موثر باشد به طوری که کاهش اندازه ذرات موجب افزایش تعداد ذره در واحد وزن روی و موجب افزایش مساحت ویژه و افزایش قدرت انحلال کود گشت که تمامی این موارد موجب افزایش سطح جذب روی توسط گیاه می‌شود (Prasad et al., 2012).

بررسی اثر تنش شوری و کود کلات روی بر محتوی کلروفیل‌ها: نتایج حاصل از پژوهش نشان داد میزان کلروفیل‌های a، b و کل در تنش شوری ۷۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافتند و کاربرد کود کلات روی به هر دو شکل باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل‌ها در همه سطوح مختلف شوری (۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار) نسبت به شاهد شد. در شرایط غیرتنش نیز کود کلات روی باعث افزایش میزان کلروفیل‌های a، b و کل نسبت به شاهد شد ($P<۰/۰۵$) (جدول ۲).

بیان شده است تنش شوری، منجر به کلروز برگ و در نهایت مهار و تخریب نوری رنگدانه‌های کلروفیل می‌شود (Garg and Singla, 2009). گزارش شده است تنش شوری میزان کلروفیل‌های a و b در گیاهان نخود (Mudgal et al., 2009)، سویا (Krishnan and Kumari, 2008)، یونجه (Al-Khanjari et al., 2002) و ماش (Ashraf, 1989) کاهش داده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. محققین بیان داشتند کاهش کلروفیل ممکن است در اثر افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز –که در مرحله اول کاتابولیسم کلروفیل نقش دارد– و یا ممانعت از بیوسنتز کلروفیل (Sultana et al., 1999؛ El-Tayeb, 2005)، همچنین تحریک تنش یونی، افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن، پراکسیداسیون این رنگیزه‌ها و تجزیه شیمیایی ژن‌ها باشد (Kiani et al., 2008؛ Idrees et al., 2010). گزارش شده است تحت شرایط تنش شوری، جذب CO_2 خالص فتوسنتزی کاهش پیدا می‌کند زیرا تیمار NaCl هدایت روزنه‌ای را کاهش داده و در نتیجه دی اکسیدکربن اندکی برای واکنش دکربوکسیلاسیون در دستگاه فتوسنتزی در دسترس است. همچنین تحت تنش شوری میزان فعالیت روبیسکو کاهش می‌یابد (Seemann and Sharkey, 1986) و واکنش‌های فیتوشیمیایی مهار می‌شوند. شوری همچنین با تغییر ساختمان غشای تیلاکوئید موجب کاهش محتوی کلروفیل‌ها می‌شود (Khavari-Nejad and Mostofi, 1998).

محققین کلروفیل برگ را یک عامل مهم در تعیین میزان فتوسنتز و تولید ماده خشک معرفی کردند (کافی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Garg and Singla, 2009). در تحقیق حاضر تحت اثر تنش شوری بین مقدار کلروفیل کل و وزن خشک ریشه همبستگی متوسط و مثبتی یافت شد (r= 0.536) (جدول ۳).

بیان شده است عنصر روی محتوی کلروفیل‌ها را افزایش می‌دهد (Singh and Oswalt, 1995). در تحقیق حاضر کاربرد کود کلات روی در شرایط غیرتنش باعث افزایش میزان کلروفیل شد که همسو با نتایج بدست آمده برای گیاه نخود (Akay, 2011)، گوجه فرنگی (Gurmani et al., 2012)، سیر (Feng-Juan et al., 2005) و کلم (Sharma et al., 1994) می‌باشد. همچنین Khandan Bejandi و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند وقتی ریزمغذی‌های Fe (ppm ۱۶۰۰)، Zn (ppm ۱۲۰۰)، Mn (ppm ۱۵۰۰) و B (ppm ۲۰۰) بر گیاه نخود به کار برده شد محتوی کلروفیل‌ها افزایش یافت.

در تحقیق حاضر در شرایط تنش، کود کلات روی به ویژه به شکل نانو باعث افزایش معنی‌دار محتوی کلروفیل نسبت به شاهد شد. گزارش شده است که محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز به تنهایی یا به صورت ترکیبی با یکدیگر باعث افزایش محصول گیاه پنبه می‌شود که این افزایش ناشی از افزایش مقدار کلروفیل و کاروتنوئید برگ است (نوری حسینی، ۱۳۸٤).

بررسی اثر تنش شوری و کود کلات روی بر محتوی قندهای محلول: در تحقیق حاضر محتوی قندهای محلول برگ در شوری ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار هم در اندام هوایی و هم در ریشه نسبت به شاهد

کاهش معنی‌داری یافت. کاربرد کود کلات روی به ویژه به شکل نانو در هر دو اندام باعث افزایش معنی‌دار مقدار این ترکیبات نسبت به شاهد شد و وضعیت تنش را تعدیل بخشید ($P<۰/۰۵$) (جدول ۲).

به‌طور معمول غلظت قندهای محلول تحت تنش یا افزایش می‌یابند یا بدون تغییر باقی می‌مانند (Pinheiro et al., 2001). در این راستا Murumkar (۱۹۸٦) تغییرات اندکی در محتوی قندهای محلول گیاه نخود تحت تنش شوری گزارش کردند. از سویی دیگر کاهش قندهای محلول در شرایط تنش شوری در گیاه تاتوره (Yazdanpanah et al., 2011)، سویا (Krishnan and Kumari, 2008) و خردل (Qasim et al., 2003) گزارش شده است.

تحقیقات مختلف نشان داده است تغییرات مشاهده شده تحت شرایط تنش، همگی با سازگاری گیاهان به تنش‌های مختلف ارتباط دارد که منجر به تغییر فعالیت‌های سنتزی، محتوی کربوهیدرات و دیگر تغییرات مرتبط با آن‌ها می‌شود (Gill et al., 2001).

در این تحقیق بین میزان قندهای محلول و کلروفیل کل تحت تنش شوری همبستگی مستقیم و بالایی در اندام هوایی و ریشه مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به این همبستگی‌ها به نظر می‌رسد کاهش قندهای محلول می‌تواند به دلیل کاهش در محتوی کلروفیل‌ها باشد که مشابه با نتایج دیگر محققین می‌باشد (Garg et al., 2002؛ Rejsikova et al., 2007).

در تحقیق حاضر کاربرد کود کلات روی به ویژه به شکل نانو هم در شرایط غیر تنش و هم در شرایط تنش محتوی قندهای محلول گیاه نخود را نسبت به شاهد افزایش داد. محققین بیان داشتند کاربرد روی باعث بازده بالاتر میوه، حفظ بهتر کلروفیل و تجمع قندها در گوجه فرنگی (Gurmani et al., 2012) و سیر (Feng-Juan et al., 2005) شد که همسو با تحقیق حاضر بود. علت این امر را نقش مهم عنصر روی در کوفاکتورهای آنزیمی که در متابولیسم قندها شرکت دارند بیان داشتند (Sarwar, 2011).

نتیجه‌گیری نهایی

طبق نتایج بدست آمده، تنش شوری به ویژه در سطح ۷۵ میلی‌مولار موجب کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشد، کلروفیل‌ها و قندهای محلول نسبت به شاهد شد که کاربرد کود کلات روی به ویژه به شکل نانو از طریق اثر بر فرایندهای فیزیولوژیکی سبب بهبود پاسخ‌های رشد گیاه نخود به تنش شوری شد. با توجه به کمبود منابع و تحقیقات اندکی که در زمینه کودهای تهیه شده با فناوری نانو به ویژه در شرایط تنش انجام شده است؛ تحقیقات و بررسی‌های بیشتری در این زمینه توصیه می‌گردد.

منابع

ابراهیم‌زاده، ح. (۱۳۸۰). فیزیولوژی گیاهی (مبحث تغذیه و جذب). انتشارات دانشگاه تهران. صفحات ۱۱۰-۳۸.

پرنده، س.، زمانی، غ.، بهامین، ص. و فتحی، ا. (۱۳۹۱). بررسی اثر سیلیکات سدیم بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود تحت تنش شوری. اولین همایش توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم. ۸ اسفند. همدان، ایران.

زارع مهرجردی، م.، نباتی، ج.، معصومی، ع.، باقری، ع. و کافی، م. (۱۳۹۰). بررسی تحمل به شوری ریشه و شاخساره یازده ژنوتیپ نخود متحمل و حساس به خشکی در شرایط هیدروپونیک. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. جلد ۲. شماره ۲. صفحات ۹٦-۸۳.

غفاری، م.، اکبری، غ.، پناهی، م. و محمدزاده، آ. (۱۳۸۹). واکنش برخی شاخص‌های فیزیولوژیک رشد ذرت دانه‌ای به کاربرد خاک مصرف و محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و کود کامل میکرو. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. ۲۸-۲۷ بهمن. اصفهان. ایران.

فرهودی، ر. (۱۳۹۰). بررسی تاثیر تنش شوری بر رشد رویشی، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت و غلظت مالون دی آلدهید برگ ارقام کلزا. پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۹. شماره ۱. صفحات ۱۳۰-۱۲۳.

فضائلی، ع. و بشارتی، ح. (۱۳۹۱). تاثیر شوری بر برخی شاخص‌های رشد و پروتئین کل یونجه تلقیح شده با علوم وفنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال سوم. شماره ۹. صفحات ۲۶-۲۵.

کافی، م.، باقری، ع.، نباتی، ج.، زارع مهرجردی، م. و معصومی، ع. (۱۳۸۹). بررسی تاثیر تنش شوری بر برخی متغیرهای فیزیولوژیک ۱۱ ژنوتیپ نخود در محیط هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال اول. شماره چهارم. صفحات ۶۹-۵۵.

نوری حسینی، س.م. (۱۳۸٤). اثرات محلول‌پاشی و مصرف خاکی عناصر آهن و روی بر عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، ۹- ٦ شهریور، تهران، ایران.

Aghaleh, M. and Niknam, V. (2009). Effect of salinity on some physiological and biochemical parameters in explants of two cultivars of soybean (*Glycine max* L.). Journal of Phytology, 1(2): 86-94.

Akay, A. (2011). Effect of zinc fertilizer applications on yield and element contents of some registered chickpeas varieties. African Journal of Biotechnology, 10(61): 13090-13096.

Ali, E.A. and Mahmoud, A.M. (2013). Effect of foliar spray by different salicylic and zinc concentrations on seed yield and yield components of mungbean in sandy soil. Asian Journal of Crop Science, 5(1): 33-40.

Al-Khanjari, S., Al-Kathiri, A. and Esechie, H.A. (2002). Variation in chlorophyll meter readings, nodulation and dry matter yields of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars differing in salt tolerance. Crop Research, 24: 350-356.

Alloway, B.J. (2008). Zinc in soils and crop nutrition. Published by IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France, 135p.

Armour, J.D., Robson, A.D. and Ritchie, G.S.P. (1990). Prediction of zinc deficiency in navy beans (*Phaseolus vulgaris*) by soil and plant analyses. Australian Journal of Experimental Agriculture, 30(4): 557-563.

Ashraf, M. (1989). The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of blackgram (*Vigna mungo* L.). Plant Soil, 119: 205-210.

Ashraf, M. and Bashir, A. (2003). Salt stress induced changes in some organic metabolites and ionic relations in nodules and other plant parts of two crop legumes differing in salt tolerance. Flora, 198: 486-498.

Ashraf, M. and Ali, Q. (2008). Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany, 63: 266-273.

Aslam, J., Khan, S.H. and Khan, S.A. (2010). Variation in fat soluble vitamins (A, D, E, K) in in vitro and ex vitro germinated chickpea (*Cicer arietinum* L.) seedlings, as revealed by high performance liquid chromatography. Journal of Saudi Chemical Society, 16: 125-129.

Bates, L.S., Waldern, R.P. and Teave, T.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies.Plant soil, 39: 205-207.

Bruinsma, J. (1963). The quantitative analysis of Chlorophyll ‘a’ and ‘b’ in plant extracts. Phytochem Photobiol, 72: 241-249.

Burman, U., Saini, M. and Kumar, P. (2013). Effect of zinc oxide nanoparticles on growth and antioxidant system of chickpea seedlings. Toxicological and Environmental Chemistry, .95(4): 605-612.

Cordovilla, M.P., Ligero, F. and Lluch, C. (1996). Growth and nitrogen assimilation in nodules in response to nitrate levels in *Vicia faba* under salt stress. Journal of Experimental Botany, 47: 203-10.

El-Tayeb, M.A. (2005). Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 42: 215-224.

Hwangkeumkong. Pakistan Journal of Botany, 42(5): 3103-3112.

Idrees, M., Khan, M.M.A., Aftab, T., Naeem, M., and Hashmi, N. (2010). Salicylic acid-induced physiological and biochemical changes in lemongrass varieties under water stress. Journal of Plant Interactions, 5(4): 293-303.

Jouyban, Z. (2012). The Effects of Salt stress on plant growth. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences, 2(1): 7-10.

Khandan Bejandi, T., Sharifii, R.S., Sedghi, M., Namvar, A. (2012). Effects of plant density, Rhizobiuminoculation and microelements on nodolation, chlorophyll content and yield of chickpea (*Cicer* arietinum L.). Annals of Biological Research, 3(2): 951-958.

Khavari-Nejad, R.A. and Mostofi, Y. (1998). Effects of NaCl on photosynthetic pigments, saccharides, and chloroplast ultrastracture in leaves of tomato cultivars. Photosynthetica, 35(1): 151-154.

Kiani, S.P., Maury, P., Sarrafi, A. and Grieu, P. (2008). QTL analysis of chlorophyll fluorescence parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under well-watered and water-stressed conditions. Plant Science, 175: 565-573.

Kochert, G. (1978). Carbohydrate derermination by the phenolsulfuric acid method, Handbook of phycological methods, Cambridge Univ. Press, Cambridge, In: J.A. Lebust and J.S. Graig (Eds.), 96-97.

Krishnan, R.R. and Kumari, B.D.R. (2008). Effect of N-triacontanol on the growth of salt stressed soybean plants. Journal of Bioscience, 19(2): 53-62.

Lichtenthaler, H.K., Langsdorf, G., Lenk, S. and Bushmann, C. (2005). Chlorophyll fluorescence imaging of photosynthetic activity with the flesh lamp fluorescence imaging system. Phtosynthetica, 43:355-369.

Mudgal, V., Madaan, N., Mudgal, A., Mishra, S., Singh, A. and Singh, P.K. (2009). Changes in growth and metabolic profile of Chickpea under salt stress. Journal of Applied Biosciences, 23: 1436-1446.

Mundree, S.G., Baker, B., Mowla, S., Peters, S., Marais, S., Vander Willigen, C., Govender, K., Maredza, A., Muyanga, S., Farran, J.M. and Thomson, J.A. (2002). Physiological and molecular insights into drought tolerance. African Journal of Biotechnology, 1: 28-38.

Munns, R., Greenway, H., Delane, R. and Gibbs, R. (1982). Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf

El-Tohamy, W.A. and El-Greadly, N.H.M. (2007). Physiological responses, growth, yield and qualiy of snapbean in response to foliar application of yeast, vitamin E and zinc under sandy soil conditions. Australian Journal of Basic Applied Sciences, 1: 249-299.

Farooq, M., Wahid, A. and Siddique, K.H.M. (2012). Micronutrient application through seed treatments- a review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12(1): 125-142.

Feng-Juan, Y., Shi-Qi, L. Xiu-Feng, W. and Jin-Bo, Z. (2005). The effect of zinc on physiological-biochemical indexes and nutrition quality of garlic. Soils Fertility, 1:30-36.

Garg, A.K., Kim, J.K., Owens, T.G., Ranwala, A.P., Choi, Y.D., Kochian, L.V., and Wu, R.J. (2002). Trehalose accumulation in rice plants confers high tolerance levels to divergent abiotic stresses. Procceding National Academy Science. 99: 15898-15903.

Garg, N. and Singla, R. (2009). Variability in the response of chickpea cultivars to short-term salinity, in terms of water retention capacity, membrane permeability, and osmo-protection. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33: 57-63.

Gaur, P.M., Tripathi, S., Gowda, C.L.L., Ranga Rao, G.V., Sharma, H.C., Pande, S. and Sharma, M. (2010). Chickpea seed production manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28p.

Gill, P.K., Sharma, A.D., Singh, P. and Bhullar, S.S. (2001). Effect of various abiotic stresses on the growth, soluble sugars and water relations of sorghum seedlings growing light and darkness. Bulgarian Journal Plant Physiology, 27(1-2): 72-84.

Gobarah, M.E., Mohamed, M.H. and Tawfik, M.M. (2006). Effect of phosphorus fertilizer and foliar spraying with zinc on growth, yield and quality of groundnut under reclaimed sandy soils. Journal of Applied Sciences Research, 2: 491-496.

Gurmani, A.R., Jalal-Ud-Din, Khan, S.U., Andaleep, R., Waseem, K., Khan, A. and Hadyatullah. (2012). Soil Application of zinc improves growth and yield of tomato. International Journal of Agriculture and Biology, 14: 91-96.

Hamayun, M., Khan, S.A., Khan, A.L., Shinwari, Z.K., Hussain, J., Sohn, E.Y., Kang, S.M., Kim, Y.H., Khan, M.A. and Lee, I.J. (2010). Effect of salt stress on growth attributes and endogenous growth hormones of soybean cultivar

water relations of cauliflower plants. Photosynthetica, 30: 353-359.

Singh, F. and Oswalt, D.L. (1995). Groundnut production practices. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 35p.

Sultana, N., Ikeda, T. and Itoh, R. (1999). Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environ. Experimental Botany, 42(3): 211-220.

Sumithra, K.P., Jutur, P., Dalton, C.A.B and Reddy, R. (2006). Salinity induced changes in two cultivars of *Vigna radiata*: Responses of antioxidative and proline metabolism. Plant Growth Regulation, 50: 11-22.

Tsegazeabe, H.H. and Berhane, G. (2012). The Effect of Salinity (NaCl) on Germination of Selected Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) Landraces of Tigray. Asian Journal Agricultural Sciences, 4(2): 96-101.

Tsegazeabe, H.H. and Teferii, G. (2012). The Effect of Salinity Stress on Germination of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Land Race of Tigray. Current Research Journal of Biological Sciences, 4(5): 578-583.

Valenciano, J.B., Boto, J.A. and Marcelo, V. (2010). Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield to zinc, boron and molybdenum application under pot conditions. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(3): 797-807.

Wang, N., Hatcher, D.W., Tyler, R.T., Toews, R. and Gawalko, E.J. (2010). Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Food Research International, 43: 589-594.

Weisany, W., Sohrabi, Y., Heidari, G., Siosemardeh, A. and Ghassemi Golezani, K. (2012). Changes in antioxidant enzymes activity and plant performance by salinity stress and zinc application in soybean (*Glycine max* L.). Plant Omics Journal, 5(2): 60-67.

Yazdanpanah, S., Baghizadeh, A. and Abbassi, F. (2011). The interaction between drought stress and salicylic and ascorbic acids on some biochemical characteristics of *Satureja hortensis*. African Journal of Agricultural Research, 6(4): 798-807.

Zhani, K., Mariem, B.F., Fardaous, M. and Cherif, H. (2012). Impact of salt stress (NaCl) on growth, chlorophyll content and fluorescence of Tunisian cultivars of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.). Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 8(4): 236-252.

tissue of Hordeum Volgare growing at high external NaCl. Journal of Experimental Botany, 33: 574-583.

Murumkar, C.V. (1986). Physiological studies in chickpea (*Cicer arietinum* L). Ph.D Thesis, Shivaji University, Kolhapur (MH), India.

Naderi, M.R. and Danesh-Shahraki, A. (2013). Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (19): 2229-2232.

Nair, R., Varghese, S.H., Nair, B.G., Maekawa, T., Yoshida, Y. and Sakthi Kumar, D. (2010). Review: Nanoparticulate material delivery to plants. Plant Science, 179: 154-163.

Nedjimi, B. (2011). Is salinity tolerance related to osmolytes accumulation in *Lygeum spartum* L. Seedlings. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 10: 81-87.

Pinheiro, C., Chaves, M.M. and Ricardo, C.P. (2001). Alterations in carbon and nitrogen metabolism induced by water defficit in the stems and leaves of *Lupinus albus* L. Journal Experimental Bototany, 52: 1063–1070.

Prasad, T.N.V.K.V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Raja Reddy, K., Sreeprasad, T.S., Sajanlal, P.R. and Pradeep, T. (2012). Effects of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, 35: 905-927.

Qasim, M., Ashraf, M., Ashraf, M.Y., Rehman, S.U. and Rha, E.S. (2003). Salt induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. Biologia Plantarum, 46(4): 629-632.

Rejsikova, A., Patkova, L., Eva Stodulkova, E. and Lipavska, H. (2007). The effect of abiotic stresses on carbohydrate status of olive shoots (*Olea europaea* L.) under in vitro conditions. Journal of Plant Physiology, 164: 174-184.

Sarwar, M. (2011). Effects of zinc fertilizer application on the incidence of rice stem borers (*Scirpophaga* species) (*Lepidoptera pyralidae*) in rice (*Oryza sativa* L.) crop. Journal of Cereals and Oilseeds, 2(5): 61-65.

Seemann, J.R. and Sharkey, T.D. (1986). Salinity and nitrogen effects on photosynthesis, ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase and metabolite pool size in *Phaseolus vulgaris* L. Plant Physiology, 82: 555-560.

Sharma, P.N., Kumar, N. and Bisht, S.S. (1994). Effect of zinc deficiency on chlorophyll content, photosynthesis and