بررسی اثر عنصر روی بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی جوانه چیا

مرضیه خجسته صنوبری[1*]، شاهپور خانقلی[2]

۱.دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی گرایش گیاهان دارویی (گروه باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد)

۲.استادیار و هیئت علمی (گروه باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد)

*نویسنده مسئول:

marziye.khojasteh@shahed.ac.ir

چکیده

روی (Zn) یک جزء اساسی و ضروری برای رشد و نمو و فعالیت‌های حیاتی گیاه است. کمبود روی یکی از عوامل غیر زنده مهم محدودکننده بهره‌وری گیاهان در سرتاسر جهان بوده و همچنین به عنوان یک ناهنجار تغذیه‌ای شناخته شده که به طور وسیعی بر سلامت انسان تاثیر منفی گذاشته است. به منظور بررسی اثرات عنصر روی بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی جوانه چیا آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو روش کاربردی از عنصر روی (۱-روش خیساندن ۲- روش محلول‌پاشی) و ۵ سطح از غلظت‌های مختلف از عنصر روی (۰، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵ میلی‌گرم بر میلی لیتر) با سه تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی در آزمایشگاه دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۹ انجام شد. نتایج نشان داد که رنگیزه‌های فتوسنتزی جوانه چیا با کاربرد سطوح روی از طریق خیساندن یا محلول‌پاشی در مقایسه با شاهد افزایش یافت محتوای کلروفیلa، کلروفیلb، کارتنوئید، کلروفیل کل و نسبت کلروفیلa به کلروفیلb به ترتیب ۵۲/۴۳۵، ۲۹/۶۹۳، ۴۳/۸۷۸، ۳۲/۶۶۶، ۵۹/۰۱۶ برابر نسبت به شاهد افزایش داشت و غلظت ۳۵پی‌پی‌ام بهترین سطح از غلظت روی برای این پژوهش بود.

کلمات کلیدی: رنگیزه فتوسنتزی، خیساندن، محلول‌پاشی، عنصر روی

مقدمه

چیا (*Salvia hispanica* L.) گیاه یکساله از خانواده Lamiaceae است. که به دلیل محتوای بالای اسید چرب آلفا لینولنیک و منابع عالی پروتئین ،کربوهیدرات ، مواد معدنی و سایر غذاهای نشاسته‌ای در رژیم غذایی انسان است(Coates, 2011). بهره‌وری محصول در کشورهای در حال توسعه با محدودیت‌های زیادی روبرو است. یکی از عمده‌ترین محدودیت‌ها در دسترس نبودن ریز مغذی‌ها به مقدار مناسب برای محصولات است که به طور متوسط ۳۷ درصد از مزارع کمبود روی دارند. کمبود روی در گیاهان به دلیل تغییر رنگدانه‌های کلروپلاست بر فتوسنتز تاثیر می‌گذارد(Kosesakal and Unal, 2009) که با افزایش pH خاک، فسفر و آهک در خاک قابلیت جذب این عنصر توسط

گیاه کاهش می‌یابد(Mousavi *et al*., 2013) رفع این کمبود از روش غنی‌سازی می‌تواند یک راه حلی برای برطرف کردن نیاز غذایی گیاهان به عناصر ریزمغذی باشد در بررسی اثر روی بر جوانه نخود مقدار کلروفیل با استفاده از کاربرد عنصر روی از طریق خیساندن یا محلول‌پاشی در مقایسه با شاهد به طرز چشمگیری افزایش یافت (Lingyun *et al*., 2016). استفاده از غنی‌سازی روی یک استراتژی موثر برای افزایش میزان کلروفیل در گلرنگ و ماش بود (Movahhedi Dehnavi, 2004; Haider *et al*., 2018). هدف از مطالعه حاضر بررسی غلظت و روش بهینه کاربرد عنصر روی و اثبات تأثیر بیولوژیکی عنصر روی بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی جوانه چیا بود.

مواد وروش ها

به منظور بررسی اثرات روی بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی جوانه‌های چیا (*Salvia hispanica* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۹ انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل روش‌های غنی‌سازی روی (۱-روش خیساندن ۲- روش محلول‌پاشی) و فاکتور دوم شامل ۵ سطح از غلظت‌های مختلف از عنصر روی(zn) (۰، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) با سه تکرار انجام شد. منبع روی مورد استفاده از سولفات روی ($ZnSo_4$) تهیه شده از شرکت مرک آلمان بود.

بذرهای چیا از کلیه ناخالصی‌ها از جمله دانه‌های شکسته پاک شد. سپس بذرها با الکل ۷۰ درصد به مدت ۱۰ ثانیه ضدعفونی گردید بلافاصله ۳ بار با آب مقطر استریل شده شست‌وشو شد. جهت انجام خیساندن بذرها با غوطه‌ور شدن در محلول هر تیمار خیسانده شدند که شاهد با آب مقطر تیمار شد ظروف شیشه‌ای به مدت ۵ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد. بذرها به طور مساوی روی ظروف کاشت که کف آنها کاغذ صافی بود پخش شد و سپس به ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. آنها هر روز با دوز مناسب از آب مقطر جهت تامین رطوبت محلول‌پاشی شدند. جهت اعمال روش محلول‌پاشی شرایط رشد بذرها همانند خیساندن بود. بذرها با محلول روی و شاهد با آب تیمار شد. آنها با غلظت‌های مختلف روی هر روز اسپری می شوند.

میزان کلروفیل با استفاده از روش آرنون (Arnon, 1949) و میزان کارتنوئید با استفاده از روش Guo و همکاران(۲۰۰۸) انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹,۴ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD و پس از معنی‌دار شدن اثرهای متقابل برای بررسی این اثرها از روش برش‌دهی اثرهای متقابل یا Slicing interaction استفاده گردید.

نتایج

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) که محتوای کلروفیل a تحت اثر ساده روش کاربردی و اثرمتقابل روش × عنصر روی قرار نداشت در حالی که غلظت‌های روی برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید همچنین میزان کلروفیل b بطور معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد تحت اثر تیمارهای مورد مطالعه قرار داشت ولی به طور جالبی اثرمتقابل روش × عنصر اثر معنی‌دار بر میزان صفت مذکور در جوانه نداشت علاوه بر این، روش اعمال تیمار اثر معنی‌دار بر محتوای کارتنوئید جوانه نداشت در صورتی که سطوح مختلف روی در سطح احتمالی یک درصد اثر معنی‌دار داشت و همچنین محتوای کارتنوئید تحت تاثیر برهم‌کنش روش × عنصر روی قرار نگرفت.

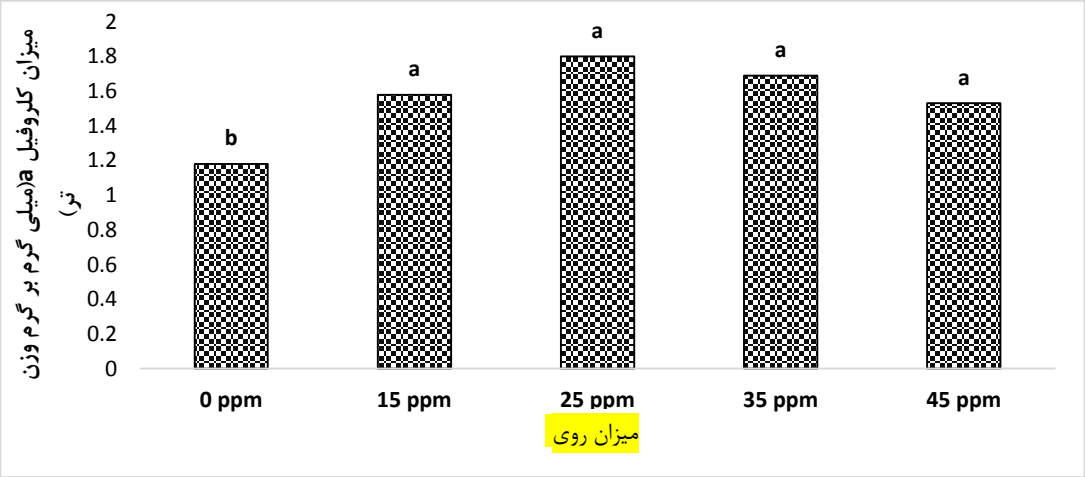
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش‌های کاربردی عنصر روی در میزان کلروفیل کل معنی‌دار نگردید. ولی اثر ساده عنصر روی در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشت در حالی که اثرمتقابل روش × عنصر روی در سطح احتمال پنج درصد برای کلروفیل کل جوانه اثر معنی‌دار ثبت کرد و میزان نسبت کلروفیل a به کلروفیل b جوانه به طور معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد تحت اثر تیمارهای مورد مطالعه و اثر متقابل آنها (روش × عنصر روی) معنی‌دار گردیدند.

جدول ۱ تجزیه واریانس آزمایش بررسی اثر کاربرد عنصر روی بر میزان رنگیزه های فتوسنتزی

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	میزان کلروفیل a	میزان کلروفیلb	میزان کارتنوئید	میزان کلروفیل کل	میزان نسبت کلروفیل a به کلروفیلb
روش	۱	۰/۱۱۴۲۰۶۷۰ns	۰/۳۲۲۳۲۰۴۱**	۰/۰۰۰۱۱۲۵۲ns	۰/۰۰۱۲۹۸۸۹ns	۰/۴۶۵۰۰۷۵۰**
عنصر روی	۴	۰/۳۲۸۶۸۷۰۹**	۰/۲۴۰۷۵۱۱۶**	۰/۰۰۰۴۰۱۱۹**	۰/۶۲۲۳۵۹۶۹**	۰/۱۷۵۳۶۷۷۰**
عنصر روی×روش	۴	۰/۱۱۸۳۰۴۷۶ns	۰/۰۸۱۳۴۷۹۶ns	۰/۰۰۰۰۷۴۱۸ns	۰/۲۹۸۶۴۰۱۱*	۰/۰۴۶۰۷۲۵۳**
خطا آزمایشی	۲۰	۰/۰۵۲۱۲۶۱۳	۰/۰۲۹۵۶۳۵۷	۰/۰۰۰۰۳۰۷۶	۰/۰۷۳۰۰۷۱۹	۰/۰۰۴۷۳۵۰۳
ضریب تغییرات(%)	-	۱۴/۶۷۵۵۵	۱۰/۴۷۲۲۲	۹/۳۳۶۳۱۱	۸/۳۷۵۵۱۰	۶/۶۳۹۳۰۸

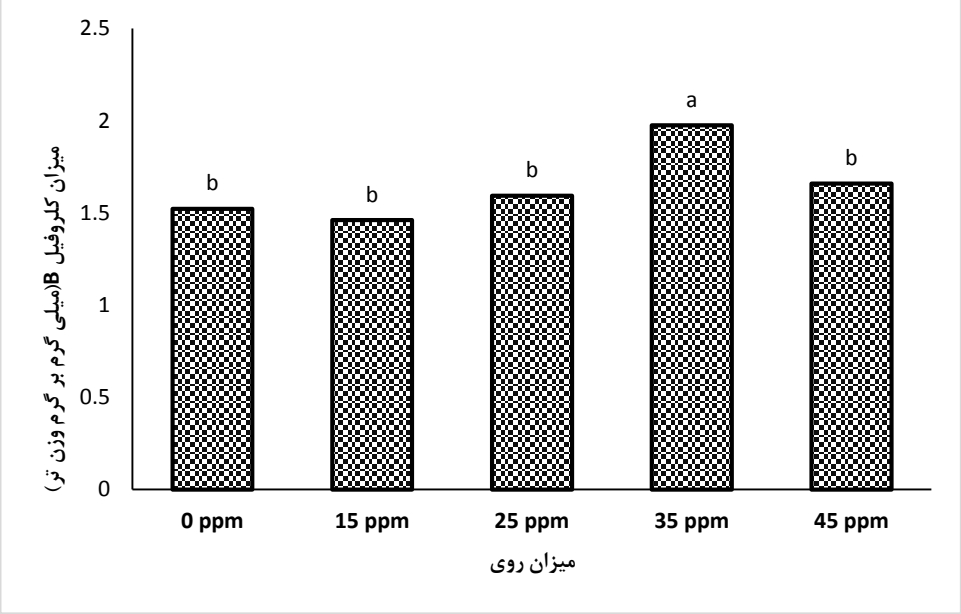
توضیحات: ns ، * و ** به ترتیب نشاندهنده عدم تفاوت معنی دار و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

در نتایج حاصل از مقایسه میانگین کلروفیل a مشاهده شد که تفاوت معنی‌دار در اثر ساده روش وجود نداشت. اثر اصلی روی نیز بر محتوای کلروفیل قابل ملاحظه بودو استفاده از تمام سطوح روی باعث افزایش محتوای کلروفیل a گردید که در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار داشت.قابل ذکر است که بین غلظت‌های مختلف روی تفاوت معنی‌دار نبود.(نمودار۱)



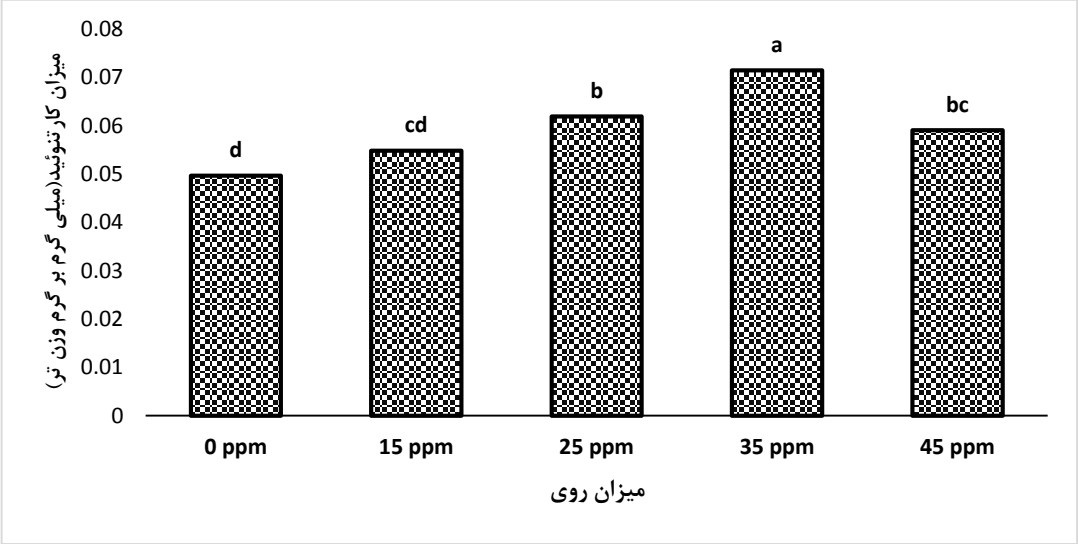
نمودار ۱ مقایسه میانگین اثر ساده عنصرروی بر مقدارکلروفیلa

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان از اثر معنی‌دار برای اثر ساده روش داشت که بیشترین میزان محتوای کلروفیل b از روش پرایمینگ حاصل شد و بیشترین و کمترین میزان کلروفیل به ترتیب در غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام و ۱۵ پی‌پی‌ام بود و قابل ذکر است که غلظت‌های دیگر از روی نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار نداشتند.(نمودار۲)



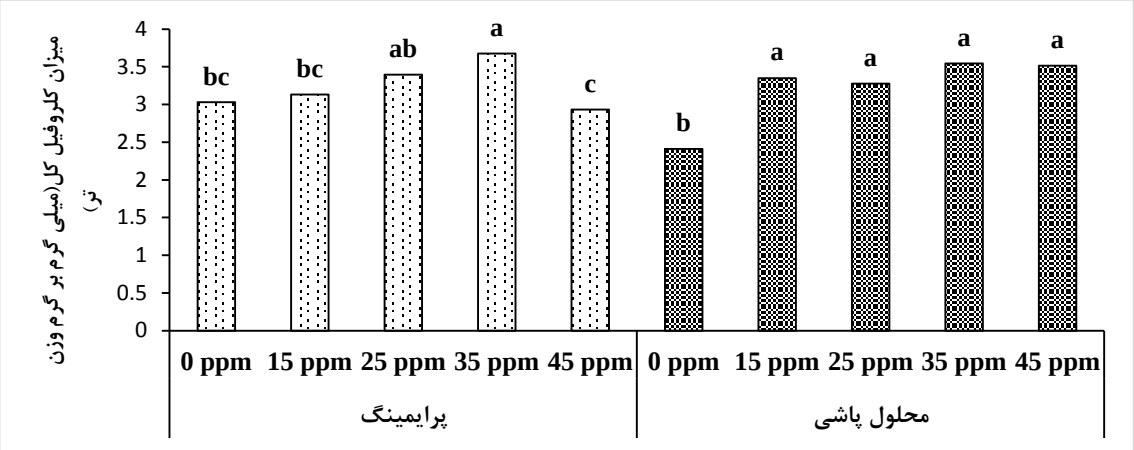
نمودار ۲ مقایسه میانگین اثرساده عنصر روی بر مقدار کلروفیل b

با توجه به نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری بین اثر ساده روش مشاهده نشد، مقایسه میانگین سطوح مختلف روی نشان داد که بیشترین میزان کارتنوئید در غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام که اختلاف معنی‌دار با شاهد داشت و کمترین میزان کارتنوئید در عدم کاربرد عنصر روی بود.(نمودار۳)



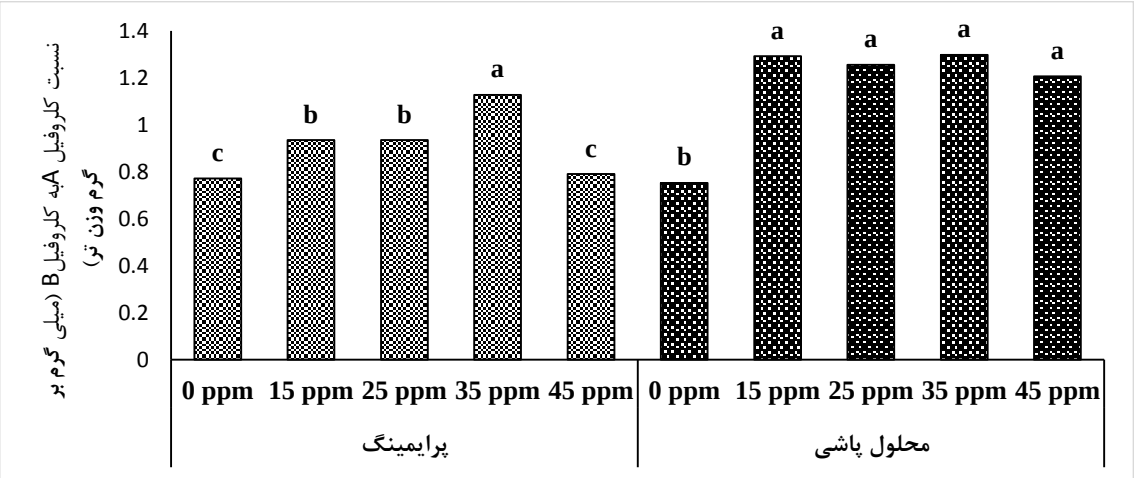
نمودار ۳ مقایسه میانگین اثرساده عنصر روی بر مقدار کارتنوئید

کلروفیل کل: در اثر برش‌دهی اثرات متقابل مشخص شد که در روش پرایمینگ بیشترین کلروفیل در غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام و به طور جالبی کمترین میزان مربوط به بیشترین غلظت از روی، ۴۵ پی‌پی‌ام حاصل شد. همچنین در محلول پاشی بیشترین مقدار کلروفیل کل در غلظت ۳۵ پی پی ام بودکه با سطوح دیگر روی اثر معنی‌دار نداشت و کمترین میزان کلروفیل در عدم استفاده از عنصر روی درمحلول‌پاشی بود.(نمودار۴)



نمودار ۴ مقایسه میانگین اثر متقابل روش اعمال تیمار بر سطوح مختلف عنصر روی بر مقدار کلروفیل کل

در اثر برش‌دهی مشخص شد که بیشترین میزان نسبت کلروفیلa به کلروفیلb در پرایمینگ، غلظت ۳۵ پی‌پی‌ام و کمترین میزان غلظت روی مربوط به ۴۵ پی‌پی‌ام بود که با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت به طوری کلی استفاده از تمام سطوح روی در محلول‌پاشی باعث افزایش نسبت کلروفیلa به کلروفیلb شد که بین این سطوح اختلاف معنی‌دار نبود اما با شاهد اختلاف معنی‌دار وجود داشت.(نمودار۵)



نمودار ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل روش اعمال تیمار بر سطوح مختلف عنصر روی بر نسبت کلروفیلa به کلروفیلb

بحث و نتیجه گیری

در پرایمینگ بذر ماش با روی محتوای کلروفیل افزایش یافت(Haider *et al*., 2020). در محلول‌پاشی با روی بر گیاه گوجه فرنگی گیلاسی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی با غلظت ۳۰ پی‌پی‌ام اثر مثبت و معنی‌داری را بر محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل نشان داد (Sardar *et al*., 2021). نقش روی در سنتز کلروفیل و کاروتنوئید در گیاهان گزارش شده است (Aravind and Prasad, 2003) محلول‌پاشی و پرایمینگ با روی در نخود محتویات کلروفیل a ، b و a+b را به طور قابل توجهی نسبت به تیمار شاهد افزایش داد(Lingyun *et al*., 2016) افزایش محتوای کلروفیل ممکن است اثر نقش مهم روی در متابولیسم عنصر نیتروژن و تولید کلروفیل است (Movahhedi Dehnavi, 2004). علاوه بر این به نظر می رسد که افزایش محتوای کلروفیل به دلیل افزایش جذب روی است که به عنوان یک جزء ساختاری و کاتالیزوری پروتئین ها و آنزیم ها و به عنوان یک عامل کمکی برای توسعه طبیعی بیوسنتز رنگدانه عمل می کند (Tsonev and Lidon, 2012) نتایج نشان داد که کاربرد روی (Zn) با روش‌های خیساندن یا محلول‌پاشی محتویات کلروفیل در جوانه افزایش می‌دهد که این مهم برای رشد جوانه مفید است و روش محلول‌پاشی تاثیر بهتری بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی جوانه نسبت به روش خیساندن دارد.

منابع

Aravind, P., & Prasad, M. N. V. (2003). Zinc alleviates cadmium-induced oxidative stress in Ceratophyllum demersum L.: a free-floating freshwater macrophyte. Plant Physiology and Biochemistry, 41(4), 391-397.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Poly phenol oxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology. 24 (1):1 -150.

Coates, W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (Salvia hispanica L.). Industrial Crops and Products, 34(2), 1366-1371.

Guo S. Ouyang C. Wang S. Xu Y.Tang L. and Chen E. 2008. Effect of salt stress on growth, antioxidant enzyme and phenylalanine ammonia-lyase activities in Jatropha curcas L. seedlings. Plant. Soil and Environment, 54: 374-381.

Haider, M. U., Farooq, M., Nawaz, A., & Hussain, M. (2018). Foliage applied zinc ensures better growth, yield and grain biofortification of mungbean. International Journal of Agriculture and Biology, 20(12), 2817-2822.

Haider, M. U., Hussain, M., Farooq, M., & Nawaz, A. (2020). Optimizing zinc seed priming for improving the growth, yield and grain biofortification of mungbean (Vigna radiata (L.) wilczek). Journal of Plant Nutrition, 43(10), 1438-1446

Kosesakal, T., Unal, M., & Oz, G. C. (2009). Influence of zinc toxicity on gravitropic response of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) roots. Fresenius Environ Bull, 18(12), 2402-2407.

Lingyun, Y., Jian, W., Chenggang, W., Shan, L., & Shidong, Z. (2016). Effect of zinc enrichment on growth and nutritional quality in pea sprouts. J Food Nutr Res, 4(2), 100-107.

Mousavi, S. R., Galavi, M., & Rezaei, M. (2013). Zinc (Zn) importance for crop production—a review. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(1), 64-68.

Movahhedy-Dehnavy, M., Modarres-Sanavy, S. A. M., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2009). Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (Carthamus tinctorius L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products, 30(1), 82-92

Sardar, H., Naz, S., Ejaz, S., Farooq, O., Rehman, A. U., Javed, M. S., & Akhtar, G. EffEct of foliar application of zinc oxidE on growth and photosynthEtic traits of chErry tomato undEr calcarEous soil conditions.

Tsonev, T., & Cebola Lidon, F. J. (2012). Zinc in plants-an overview. Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA), 24(4).