



## مقایسه تأثیر روش‌های مختلف کاربرد کیتوزان بر تحمل به سمیت نیکل در سویا

مریم برمایه<sup>۱</sup>، امید صادقی پور<sup>۲\*</sup>، علی اکبر تجلی<sup>۲</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه کشاورزی، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۱

### چکیده

به‌منظور مقایسه تأثیر روش‌های مختلف کاربرد کیتوزان بر تحمل به سمیت نیکل در سویا آزمایشی گلدانی در گلخانه‌ای با دمای روزانه و شبانه به ترتیب ۳۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد واقع در شهر ری در جنوب تهران در پاییز ۱۳۹۶ انجام شد. این تحقیق به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل سطوح زیر بود: (۱) شاهد (بدون کاربرد نیکل و کیتوزان)، (۲) سمیت نیکل (۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک سولفات نیکل و بدون کاربرد کیتوزان)، (۳) سمیت نیکل + تیمار بذر با محلول ۰/۲۵ درصد کیتوزان به مدت ۱۰ ساعت، (۴) سمیت نیکل + تیمار بذر با محلول ۰/۵ درصد کیتوزان به مدت ۱۰ ساعت، (۵) سمیت نیکل + ۰/۵ درصد وزنی خاک کیتوزان، (۶) سمیت نیکل + ۱ درصد وزنی خاک کیتوزان، (۷) سمیت نیکل + محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام کیتوزان، (۸) سمیت نیکل + محلول‌پاشی با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام کیتوزان. نتایج نشان داد که سمیت نیکل موجب کاهش تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت گردید. از سوی دیگر کاربرد کیتوزان به‌ویژه محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام آن به‌طور معنی‌داری اثرات سوء ناشی از سمیت نیکل را کاهش داد و موجب بهبود صفات فوق در شرایط تنش نیکل گردید. بر اساس این نتایج، محلول‌پاشی کیتوزان می‌تواند به‌عنوان روشی مناسب جهت کاهش اثرات سمی فلز سنگین نیکل در زراعت سویا توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: تیمار بذر، محلول‌پاشی، فلزات سنگین، حبوبات، عملکرد

## مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) از مناطق معتدله بین عرض‌های جغرافیایی ۳۲ و ۴۰ درجه شمالی در کشور چین منشأ گرفته است. این گیاه امروزه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات اقتصادی برای مقادیر بالای روغن و پروتئین آن به‌طور گسترده‌ای در نواحی گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل دنیا کشت می‌شود. با این وجود، عملکرد دانه سویا نسبت به تغییرات محیطی بسیار حساس است و این امر در مناطق گرمسیری در مقایسه با مناطق معتدله چشمگیرتر است (Islam *et al.*, 2019).

نیکل به‌عنوان بیست و دومین عنصر فراوان در پوسته زمین به‌طور گسترده‌ای در سنگ‌های آذرین به‌صورت یک فلز آزاد یا ترکیب با آهن دیده می‌شود. به‌طور کلی، غلظت طبیعی نیکل در خاک و آب‌های سطحی به ترتیب کمتر از ۱۰۰ و ۰/۰۰۵ پی‌پی‌ام است. علاوه بر این، فعالیت‌های انسانی، نیکل را از طریق منابع مختلف مانند ذوب‌کاری، سوزاندن سوخت‌های فسیلی، انتشار خودرویی، دفع زباله‌های خانگی، زباله‌های شهری و صنعتی، معدن‌کاوی، کاربرد کودهای شیمیایی و آلی به خاک اضافه می‌کند. در دهه‌های اخیر، نیکل نگرانی‌هایی جدی ایجاد کرده چون غلظت آن در خاک‌های آلوده به ۲۶۰۰۰ پی‌پی‌ام و در آب‌های سطحی آلوده به ۰/۲ پی‌پی‌ام یعنی حدود ۲۰-۳۰ برابر بیشتر از نواحی غیر آلوده رسیده است. تأثیر سمیت نیکل بر فیزیولوژی گیاهان به گونه گیاهی، مرحله رشد، شرایط کشت، غلظت

نیکل و مدت‌زمانی که گیاه در معرض این فلز سنگین قرار گرفته بستگی دارد. اثرات سمی غلظت‌های بالای نیکل در سطوح متعددی شامل جلوگیری از تقسیم سلولی، کاهش رشد گیاه، اختلال در روابط آبی و فتوسنتز، مهار فعالیت‌های آنزیمی همچون متابولیسم نیتروژن، اختلال در جذب عناصر غذایی، القای تنش اکسیداتیو و در نهایت کاهش میزان و کیفیت محصول است (Yusuf *et al.*, 2011).

کیتوزان از کیتین که ترکیب مهم اسکلت خارجی سخت‌پوستانی همچون خرچنگ و میگوست تولید می‌شود. ثابت شده که کیتوزان دارای فعالیت‌های زیستی مختلفی از جمله ضد قارچ، ضد باکتری و ضد ویروس است. همچنین مشخص شده که این ماده موجب بهبود رشد و نمو گیاهان در شرایط نرمال و تنش‌هایی مانند خشکی، شوری و فلزات سنگین شده است (Zong *et al.*, 2012). گزارش شده که محلول پاشی کیتوزان ویژگی‌های رشدی از جمله ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، عملکرد و اجزای عملکرد توت‌فرنگی را افزایش داد (El-Miniawy *et al.*, 2013). تیمار بذریه‌های برنج با محلول ۱۰۰ پی‌پی‌ام کیتوزان در شرایط تنش شوری موجب افزایش طول ساقه و وزن خشک، کاهش مالون دی آلدئید و افزایش میزان پرولین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گردید (Gonzalez *et al.*, 2015). کاربرد کیتوزان به‌طور مؤثری توسعه سیستم ریشه‌ای گیاهچه‌های گندم و ظرفیت جذب آب را افزایش داد و از این طریق

شبانه به ترتیب ۳۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد واقع در شهر ری در جنوب تهران در پاییز ۱۳۹۶ انجام شد. این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل سطوح زیر بود: (۱) شاهد (بدون کاربرد نیکل و کیتوزان)، (۲) سمیت نیکل (۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک سولفات نیکل و بدون کاربرد کیتوزان)، (۳) سمیت نیکل + تیمار بذر با محلول ۲۵٪ درصد کیتوزان به مدت ۱۰ ساعت، (۴) سمیت نیکل + تیمار بذر با محلول ۵٪ درصد کیتوزان به مدت ۱۰ ساعت، (۵) سمیت نیکل + ۵٪ درصد وزنی خاک کیتوزان، (۶) سمیت نیکل + ۱ درصد وزنی خاک کیتوزان، (۷) سمیت نیکل + محلول پاشی با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام کیتوزان، (۸) سمیت نیکل + محلول پاشی با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام کیتوزان. خاک مورد استفاده ترکیبی از خاک مزرعه به نسب دو، کود دامی کاملاً پوسیده و ماسه بادی هر یک به نسبت ۵/۰ بود. جهت زهکشی بهتر، پس از سوراخ کردن کف هر گلدان، به میزان ۳ سانتیمتر با ماسه درشت پر شد. گلدان‌های پلاستیکی مورد استفاده دارای قطر ۴۰ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر بودند که تا ۲ سانتیمتر زیر لبه از خاک پر شدند. ویژگی‌های خاک گلدان‌ها قبل از انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

مقاومت گیاه به تنش خشکی را بهبود بخشید (Zeng & Luo, 2012). محلول پاشی کیتوزان موجب بهبود رشد و کاهش سمیت کادمیوم در بوته‌های شلغم گردید. این امر از طریق افزایش محتوی کلروفیل، کاهش مالون دی آلدئید و تجمع کادمیوم، افزایش فتوسنتز و تحریک فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی صورت گرفت (Zong et al., 2017). کاربرد کیتوزان در خاک آلوده به فلز سنگین کادمیوم باعث افزایش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، تعداد برگ، محتوی کلروفیل، غلظت کل قندها، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، محتوی آب نسبی، پروتئین‌های محلول و میزان اسیدهای آمینه و کاهش تجمع کادمیوم در بوته‌های تربچه شد (Farouk et al., 2011). اگرچه کاربرد کیتوزان سبب بهبود رشد و نیز تحمل گیاهان مختلف در شرایط تنش‌های محیطی شده است اما اطلاعات بسیار محدودی به‌ویژه در مورد مقایسه روش‌های مختلف کاربرد کیتوزان در کاهش سمیت فلز سنگین نیکل در گیاه سویا وجود دارد، لذا آزمایش حاضر به این منظور طراحی و اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه تأثیر روش‌های مختلف کاربرد کیتوزان بر تحمل به سمیت نیکل در سویا آزمایشی گلدانی در گلخانه‌ای با دمای روزانه و

جدول ۱- ویژگی های خاک گلدان های آزمایشی

هدایت الکتریکی (ds m <sup>-1</sup> )	اسیدیته	نیترژن (%)	فسفر (mg kg <sup>-1</sup> )	پتاس (mg kg <sup>-1</sup> )	نیکل (mg kg <sup>-1</sup> )	بافت خاک
۱/۴۵	۷/۶	۰/۲۲	۱۸/۳	۳۹۵/۳	۰/۴۴	لومی شنی

جهت اعمال تیمارهای پرایم توسط کیتوزان، بذرهای سویا در غلظت های صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد محلول کیتوزان (کیتوزان با اسید استیک ۱٪ به صورت محلول تهیه شد) به مدت ۱۰ ساعت غوطه ور شدند. سپس بذرهای پیش تیمار شده با آب مقطر شسته و به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و پس از آن در گلدان های مورد نظر کشت شدند. همچنین در تیمارهای ۰/۵ و ۰/۱ درصد وزنی خاک، کیتوزان به میزان مورد نیاز به گلدان های آزمایشی اضافه گردید. در خصوص تیمارهای محلول پاشی کیتوزان، پس از تهیه این محلول با حلال استیک اسید ۱٪، نحوه محلول پاشی به این صورت بود که با اسپری دستی بر روی تمام قسمت های بوته سویا محلول جاری شد. زمان محلول پاشی از مرحله ۴ برگگی و به فاصله ۷ روز، ۳ بار صورت گرفت. همچنین جهت آلودگی خاک گلدان ها به سمیت نیکل، به مقدار ۲۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم خاک سولفات

نیکل به گلدان های مورد نظر افزوده شد. بعد از آماده سازی گلدان ها، بذور سویا رقم ویلیامز در ۱۵ آذر ۱۳۹۶ به میزان ۱۵ بذر در هر گلدان کشت شدند و بلافاصله آبیاری انجام گرفت. پس از سبز شدن بذور در مرحله سه تا چهار برگگی، بوته ها تنک شده و در هر گلدان ۶ گیاهچه باقی ماند. در زمان رسیدگی کامل فیزیولوژیکی، ۳ بوته از هر گلدان برداشت شده و میانگین تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در هر غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه (پس از آفتاب خشک شدن با رطوبت ۱۳٪) تعیین گردید. سپس ۳ بوته باقیمانده در هر گلدان پس از برداشت به دانه و سایر بخش ها تفکیک شده و به طور جداگانه در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند تا وزن خشک آنها به دست آمد و از آن طریق کل زیست توده تولیدی و شاخص برداشت (تقسیم عملکرد دانه بر کل زیست توده) حاصل شد. در نهایت تجزیه واریانس داده ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت.

## نتایج و بحث

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد سویا تحت تأثیر تیمارهای مختلف نیکل و کاربرد کیتوزان

میانگین مربعات							منابع تغییر
شاخص برداشت	زیست توده	عملکرد دانه	وزن صد دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف	درجه آزادی	
۱۷۳/۲۶**	۴۳۱/۶۲**	۴۸۸/۷۷**	۱۶۱/۷۴**	۰/۹۷*	۲۲/۴۹**	۷	تیمار
۳/۴۲	۱۵/۷۵	۸/۷۱	۲/۰۷	۰/۰۷۵	۱/۵۱	۲۴	خطا
۹/۷۴	۲/۹۲	۱۱/۱۹	۳/۷۳	۸/۱۹	۶/۳۰	-	ضریب تغییرات (%)

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- نتایج مقایسات میانگین عملکرد و اجزای عملکرد سویا تحت تأثیر تیمارهای مختلف نیکل و کاربرد کیتوزان

تیمار	تعداد غلاف بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم بر بوته)	زیست توده (گرم بر بوته)	شاخص برداشت (درصد)
T <sub>0</sub>	۲۴/۲۶ a	۴/۰۸ a	۴۸/۲۵ a	۴۷/۶۱ a	۱۵۲/۰۵a	۳۱/۲۵ a
T <sub>1</sub>	۱۶/۶۱ d	۲/۳۳ c	۲۷/۷۵ f	۱۰/۷۰ g	۱۱۶/۷۵ f	۹/۲ g
T <sub>2</sub>	۱۷/۳۰ d	۳/۲۴ b	۳۴/۲۵ e	۱۷/۹۲ f	۱۳۰/۹۲ e	۱۳/۷۵ ef
T <sub>3</sub>	۱۸/۳۷ cd	۳/۲۴ b	۳۶/۲۵ de	۲۱/۷ ef	۱۳۲/۲۷ de	۱۶/۴۵ de
T <sub>4</sub>	۱۹/۲۸ bc	۳/۳۳ b	۳۶/۵ d	۲۳/۴۲ de	۱۳۳/۴۵ cde	۱۷/۵۵ de
T <sub>5</sub>	۱۹/۷۱ bc	۳/۵۰ b	۴۰/۰ c	۲۷/۶۱ cd	۱۳۷/۳۴ cd	۲۰/۱۲ cd
T <sub>6</sub>	۱۹/۹۳ b	۳/۵۷ b	۴۴/۷۵ b	۳۳/۵۴ b	۱۴۴/۳۶ b	۲۳/۲ b
T <sub>7</sub>	۱۷/۷۶ cd	۳/۵۴ b	۴۰/۵ c	۲۸/۴۰ c	۱۳۹/۰۵ bc	۲۰/۴۲ c

در هر ستون و برای هر تیمار، میانگین‌های دارای حرف مشترک، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

T<sub>0</sub>: شاهد (عدم کاربرد نیکل و کیتوزان)T<sub>1</sub>: سمیت نیکل (۲۰۰ mg/kg) سولفات نیکل در خاک و عدم کاربرد کیتوزان)T<sub>2</sub>: سمیت نیکل + خیساندن بذرها در محلول ۰/۲۵ درصد کیتوزان به مدت ۱۰ ساعتT<sub>3</sub>: سمیت نیکل + خیساندن بذرها در محلول ۰/۵ درصد کیتوزان به مدت ۱۰ ساعتT<sub>4</sub>: سمیت نیکل + ۰/۵ درصد وزنی خاک کیتوزانT<sub>5</sub>: سمیت نیکل + ۱ درصد وزنی خاک کیتوزانT<sub>6</sub>: سمیت نیکل + محلول پاشی کیتوزان با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌امT<sub>7</sub>: سمیت نیکل + محلول پاشی کیتوزان با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام

### اجزای عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار بر تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه به ترتیب در سطح احتمال یک، پنج و یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). در اثر سمیت نیکل، تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه سویا در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب معادل ۳۱، ۴۲ و ۴۳ درصد کاهش یافت. با این حال، کاربرد کیتوزان به ویژه محلول پاشی آن با غلظت ۱۰۰ پی پی ام موجب بهبود اجزای عملکرد فوق تحت شرایط تنش نیکل گردید. این تیمار کیتوزان، تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه سویا را نسبت به تیمار سمیت نیکل به ترتیب معادل ۲۰، ۵۳ و ۶۱ درصد بهبود بخشید (جدول ۳). به نظر می رسد نیکل از طریق کاهش تشکیل گل ها و غلاف ها و نیز تحریک سقط آن ها، کاهش باروری و لقاح گل ها و همچنین کاهش فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه ها سبب کاهش اجزای عملکرد دانه سویا گردید. هم راستا با یافته های پژوهش فعلی، نیکل موجب کاهش معنی دار اجزای عملکرد در ماش (Ahmad et al., 2007) و جو (Tripathy et al., 1981) گردید. از طرف دیگر، Mondal et al. (2012) نیز در آزمایشی دریافتند که محلول پاشی کیتوزان موجب افزایش اجزای عملکرد گیاه بامیه در کشت گلدانی و مزرعای شد. در تحقیق دیگری مشخص شد که کاربرد کیتوزان موجب افزایش اجزای عملکرد

شامل تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه در گیاه ماش گردید (Mondal et al., 2013). این یافته ها با نتایج تحقیق Wang et al. (2015) در مورد برنج نیز مطابقت دارد.

### عملکرد دانه

اثر تیمار بر عملکرد دانه سویا در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). عملکرد دانه سویا در اثر تنش نیکل نسبت به تیمار شاهد معادل ۷۸ درصد کاهش یافت. از سوی دیگر، کاربرد کیتوزان باعث افزایش عملکرد دانه در شرایط سمیت نیکل گردید. در بین روش های مختلف کاربرد کیتوزان، محلول پاشی آن با غلظت ۱۰۰ پی پی ام مؤثرتر بود. این تیمار کیتوزان عملکرد دانه سویا را در مقایسه با تیمار تنش نیکل معادل ۳/۱ برابر افزایش داد (جدول ۳). با توجه به اینکه تنش نیکل موجب کاهش اجزای عملکرد سویا گردید لذا کاهش عملکرد دانه در اثر اعمال این فلز سنگین نیز قابل انتظار بود. Tripathy et al. (1981) نیز در تحقیق خود دریافتند که سمیت نیکل به طور معنی داری عملکرد دانه جو را کاهش داد. Ahmad et al. (2007) نیز کاهش شدید عملکرد دانه ماش را در اثر تیمار نیکل گزارش کردند. از سوی دیگر، بهبود عملکرد محصول در اثر کاربرد کیتوزان در ماش (Mondal et al., 2013)، بامیه (Mondal et al., 2012) و گندم (Wang et al., 2015)، کدو

اثر تیمار بر شاخص برداشت سویا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). سمیت نیکل، شاخص برداشت سویا را نسبت به تیمار شاهد معادل ۷۱ درصد کاهش داد. از طرف دیگر، کاربرد کیتوزان باعث افزایش شاخص برداشت در شرایط تنش نیکل گردید. در بین روش‌های مختلف کاربرد کیتوزان، محلول‌پاشی آن با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام مؤثرتر بود. این تیمار کیتوزان شاخص برداشت سویا را در مقایسه با تیمار تنش نیکل معادل ۲/۵ برابر افزایش داد (جدول ۳). کاهش شاخص برداشت در اثر سمیت نیکل نشان داد که اگرچه این فلز سنگین موجب کاهش عملکرد دانه و زیست‌توده تولیدی سویا گردید اما اثر سوء آن بر عملکرد دانه نسبت به زیست‌توده تولیدی مشهودتر بود. بنابراین سمیت نیکل توانست ظرفیت انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌های سویا را کاهش دهد. مشابه با یافته‌های پژوهش حاضر، افزایش شاخص برداشت با محلول‌پاشی کیتوزان نسبت به تیمار شاهد در گیاه ماش نیز گزارش شده است (Mondal *et al.*, 2013).

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، تنش نیکل موجب کاهش معنی‌دار تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه، عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت سویا گردید. از سوی دیگر تیمار کاربرد کیتوزان موجب بهبود تمامی صفات فوق تحت شرایط تنش نیکل شد. محلول‌پاشی کیتوزان با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام مؤثرتر از سایر تیمارها بود.

(Ibrahim & Mohsen, 2015) و توت‌فرنگی (El-Miniawy *et al.*, 2013) نیز گزارش شده است.

### زیست‌توده

بر اساس نتایج جدول ۲ اثر تیمار بر زیست‌توده تولیدی سویا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بر این اساس، در اثر اعمال تیمار نیکل، زیست‌توده تولیدی بوته سویا در مقایسه با تیمار شاهد معادل ۲۳ درصد کاهش یافت. با این وجود کاربرد کیتوزان به‌ویژه محلول‌پاشی آن با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام سبب افزایش زیست‌توده تحت شرایط تنش نیکل گردید. میزان این افزایش در مقایسه با تیمار نیکل معادل ۲۴ درصد بود (جدول ۳). مشابه با نتایج آزمایش حاضر، Alam *et al.* (2009) دریافتند که فلز سنگین نیکل موجب کاهش وزن خشک بوته‌های سویا گردید. Zong *et al.* (2017) نیز در تحقیقی بیان کردند که فلز سنگین کادمیوم خصوصیات رشدی گیاه شلغم را کاهش داد با این وجود، کاربرد خارجی کیتوزان اثرات منفی کادمیوم را کم کرد و به‌طور معنی‌داری طول ریشه، وزن تر ریشه و ساقه را در مقایسه با تیمار کادمیوم بهبود بخشید. این اثرات مثبت کیتوزان از طریق کاهش تجمع کادمیوم و میزان مالون دی‌آلدئید، بهبود فتوسنتز و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اتفاق افتاد. افزایش زیست‌توده تولیدی تحت تنش کادمیوم در اثر کاربرد کیتوزان در گیاه تربچه نیز گزارش شده است (Farouk *et al.*, 2011).

### شاخص برداشت



core collections (GmWMC). Plant Production Science, DOI: 10.1080/1343943X.2018.1561197

**Mondal, M.M.A., M.A. Malek, A.B. Puteh, M.R. Ismail, M. Ashrafuzzaman, and L. Naher.** 2012. Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. Australian Journal of Crop Science. 6(5): 918-921.

**Mondal, M.M.A., M.A. Malek, A.B. Puteh, and M.R. Ismail.** 2013. Foliar application of chitosan on growth and yield attributes of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Bangladesh Journal of Botany. 42(1): 179-183.

**Tripathy, B.C., B. Bhatia and P. Mohanty.** 1981. Inactivation of chloroplast photosynthetic electron transport activity by Ni<sup>2+</sup>. Biochimica et Biophysica Acta. 638: 217- 224.

**Wang, M., Y. Chenc, R. Zhang, W. Wang, X. Zhao, Y. Du and H. Yin.** 2015. Effects of chitosan oligosaccharides on the yield components and production quality of different wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) in northwest china. Field Crops Research. 172: 11-20.

**Yusuf, M., Q. Fariduddin, S. Hayat and A. Ahmad.** 2011. Nickel: An overview of uptake, essentiality and toxicity in plants. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 86:1-17.

**Zeng, D. and X. Luo.** 2012. Physiological effects of chitosan coating on wheat growth and activities of protective enzyme with drought tolerance. Journal of Soil Science. 2: 282-288.

**Zong, H., S. Liu, R. Xing, X. Chen and P. Li.** 2017. Protective effect of chitosan on photosynthesis and antioxidative defense system in edible rape (*Brassica rapa* L.) in the presence of cadmium. Ecotoxicology and Environmental Safety. 138: 271-278.

لذا محلول پاشی کیتوزان می تواند به عنوان روشی مفید در کاهش سمیت نیکل در گیاه سویا توصیه شود.

### منابع

**Ahmad, M.S.A., M. Hussain, R. Saddiq, and A.K. Alvi.** 2007. Mungbean: A nickel indicator, accumulator or excluder? Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 78: 319-324.

**Alam, M.M., S. Hayat, B. Ali, and A. Ahmad.** 2007. Effect of 28-homobrassinolide treatment on nickel toxicity in *Brassica juncea*. Photosynthetica. 45:139-142.

**El-Miniawy, S.M., M.E. Ragab, S.M. Youssef, and A.A. Metwally.** 2013. Response of strawberry plants to foliar spraying of chitosan. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 9(6): 366-372.

**Farouk, S., A.A. Mosa, A.A. Taha, H.M. Ibrahim, and A.M. EL-Gahmery.** 2011. Protective effect of humic acid and chitosan on radish (*Raphanus sativus*, L. var. *sativus*) plants subjected to cadmium stress. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 7(2): 99-116.

**González, I.M.M., Y.R. Guerrero, A.F. Rodríguez, and M.N. Vázquez.** 2015. Effect of seed treatment with chitosan on the growth of rice (*Oryza sativa* L.) seedlings cv. Inca LP-5 in saline medium. Cultivos Tropicales. 36(1): 136-142.

**Ibraheim, S.K.A. and A.A.M. Mohsen.** 2015. Effect of chitosan and nitrogen rates on growth and productivity of summer squash plants. Middle East Journal of Agriculture Research. 4(4): 673-681.

**Islam, R., D. Fujita, S. Watanabe, and S. Zheng.** 2019. Variation in photosensitivity of flowering in the world soybean mini-



## Comparison the effect of different chitosan application methods on nickel toxicity tolerance in soybean

M. Barmayeh<sup>1</sup>, O. Sadeghipour<sup>2\*</sup>, A.A. Tajali<sup>2</sup>

1. M.Sc. Graduate, Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Agriculture, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

### Abstract

In order to compare the effects of different methods of chitosan application on nickel toxicity tolerance in soybean a pot experiment was conducted in a greenhouse with daily and night temperatures of 30 and 20 °C, and relative humidity 65%, located in Shahre-Rey in southern Tehran at autumn 2017. This research was conducted as a completely randomized design with 8 treatments and 4 replications. The treatments included the following levels: (1) control (without nickel and chitosan application), (2) nickel toxicity (200 mg/kg nickel sulfate in soil without chitosan application), (3) nickel toxicity + seed treatment with 0.25% chitosan solution for 10 h, (4) nickel toxicity + seed treatment with 0.5% chitosan solution for 10 h, (5) nickel toxicity + add chitosan to soil equivalent to 0.5% of soil weight, (6) nickel toxicity + add chitosan to soil equivalent to 1% of soil weight, (7) nickel toxicity + chitosan foliar application with 100 ppm concentration, (8) nickel toxicity + chitosan foliar application with 200 ppm concentration. The results showed that nickel toxicity reduced number of pods, number of seeds per pod, 100 seeds weight, grain yield, biomass and harvest index. On the other hand, chitosan application, especially foliar application with 100 ppm concentration, significantly decreased the adverse effects of nickel toxicity and improved the above traits under nickel stress conditions. Based on these results, chitosan foliar application can be recommended as a suitable method for reducing the toxic effects of nickel in soybean cultivation.

**Keywords:** Foliar application, Heavy metals, Pulse crops, Seed treatment, Yield.

---

\* Corresponding author (sadeghipour@iausr.ac.ir)