نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی
9th National and 1st International Conference of Plant Physiology
۲۷–۲۹ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان

تاثیر محلول‌پاشی نانوذرات کیتوسان و سیلیکون بر تغییرات ساختار ریشه نهال انار رقم ملس ساوه تحت تنش شوری

زینب محمدی[۱]، فاطمه بهره‌ور[۱] و سید مرتضی زاهدی[۱*]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
*نویسنده مسئول: s.m.zahedi@maragheh.ac.ir

چکیده

ایران یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان انار در سطح جهان می‌باشد. تنش شوری نیز از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات به شمار می‌رود. بر همین اساس پژوهش حاضر جهت بررسی اثرات محلول‌پاشی نانوذرات کیتوسان و سیلیکون روی رشد ریشه نهال‌های انار رقم ملس ساوه تحت تنش شوری در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد بیشترین استحکام شبکه ریشه در محلول‌پاشی نانوذرات سیلیکون تحت شرایط نرمال و کمترین میزان استحکام تحت شرایط تنش شدید و محلول‌پاشی با آب مقطر بود.

واژه‌های کلیدی: محلول‌پاشی، ریخت‌شناسی، رشد

مقدمه

انار (*Punica granatm* L.) از خانواده *Punicaceae* یکی از قدیمی‌ترین و پرطرفدارترین درختان میوه در سطح جهانی است. شوری خاک یکی از مهم‌ترین انواع تنش‌های غیرزیستی است. زمانی که گیاه با تنش شوری مواجه می‌شود، سیستم ریشه‌ای به عنوان نخستین بخش سیگنال تنش را شناسایی می‌کند. سیلیکون بعنوان یک عنصر شبه ضروری است که نقش آن در کاهش تنش شوری عمدتاً به دلیل تأثیر آن بر خواص خاک، فعالیت ریشه و تنظیم فعالیت‌های فیزیولوژیکی در بافت‌های هوایی است. این ماده در ریشه مانع از جذب سدیم می‌شود در حالی که جذب سایر عناصر را بهبود می‌بخشد (Dhiman *et al.*, 2021). کیتوسان نیز از کیتین که یکی از فراوان‌ترین پلیمرهای جهان است ساخته شده است. این ماده با تسریع رشد سیستم ریشه، میزان جذب و انتقال آب و مواد مغذی را بهبود می‌بخشد (Jiao et al., 2024). هدف از این پژوهش بررسی اثر محلول‌پاشی نانوذرات سیلیکون و کیتوسان به صورت انفرادی و ترکیبی بر برخی صفات ریخت‌شناسی ریشه نهال انار بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی نانوذرات کیتوسان و سیلیکون به صورت انفرادی و ترکیبی ($CTS\text{-}SiO_2$ NPs) بر ریشه‌های نهال انار رقم ملس ساوه تحت تنش شوری در دانشگاه مراغه انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. تیمارهای محلول‌پاشی شامل نانوکیتوسان (۱/۰ درصد)، نانوسیلیکون (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)، کیتوسان ـ سیلیکون (۲۵ میلی‌گرم بر لیتر)، کیتوسان ـ سیلیکون (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) و آب مقطر (شاهد) در چهار مرحله اعمال شد. پس از اتمام دوره تنش، نمونه‌برداری از ریشه‌ها انجام شده و از سیستم ریشه هر نمونه، عکس‌برداری دیجیتال با کیفیت بالا به عمل آمد. در نهایت، تصاویر با استفاده از نرم‌افزار تخصصی (GiA Roots) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. شاخص‌های بیشترین تعداد ریشه، تعداد متوسط ریشه‌ها، میانگین عرض ریشه‌ها، عمق شبکه، عرض شبکه، حجم شبکه، محیط شبکه، مساحت شبکه، استحکام ریشه، طول شبکه، مساحت سطح ریشه و مساحت محدب شبکه ریشه اندازه‌گیری شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.2) با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد بالاترین میزان استحکام ریشه تحت شرایط عدم شوری و محلول‌پاشی نانوذرات سیلیکون بود و کمترین میزان این صفت تحت تنش شدید شوری و محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد) مشاهده گردید (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داد پارامترهای مرتبط با ساختار ریشه شامل میانگین عمق، عرض، محیط، مساحت، طول و حجم شبکه ریشه تحت تنش شوری و محلولپاشی نانوذرات از لحاظ آماری تفاوت مهنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱و۲).

شوری	محلول‌پاشی	استحکام شبکه (cm^2)	عمق شبکه (cm)	عرض شبکه (cm)
شاهد (صفر میلی‌مولار)	آب مقطر	۰/۱۴ ab	۸۴/۱۲	۴۹/۴۰
	نانو کیتوسان	۰/۱۵ ab	۸۱/۹۰	۴۲/۲۴
	نانو سیلیکون	۰/۲۱ a	۷۸/۴۴	۴۵/۳۲
	کیتوسان – سیلیکون (۲۵ میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۱۶ ab	۸۰/۵۴	۴۹/۴۸
	کیتوسان – سیلیکون (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۱۷ ab	۸۹/۵۲	۴۱/۲۲
شوری شدید (۱۵۰ میلی‌مولار)	آب مقطر	۰/۱۲ b	۸۰/۸۹	۴۵/۱۷
	نانو کیتوسان	۰/۱۸ ab	۷۳/۶۵	۳۸/۲۵
	نانو سیلیکون	۰/۱۶ ab	۷۲/۷۴	۴۱/۳۶
	کیتوسان – سیلیکون (۲۵ میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۱۳ ab	۸۸/۲۷	۴۷/۷۲
	کیتوسان – سیلیکون (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۱۴ ab	۸۴/۱۰	۴۶/۸۹

مطالعات نشان داده سیلیکون جذب شده توسط ریشه‌ها از طریق جریان تعرق به استوانه مرکزی منتقل و با افزایش راندمان فتوسنتز باعث افزایش رشد گیاه می‌شود. گزارش شده است سیلیسیم باعث افزایش طول، قطر و زیست توده ریشه می‌شوند (Chung et al., 2020). همچنین تحقیقات نشان داده تحریک دفاع گیاه با کیتوسان به احتمال زیاد به اتصال کیتوسان به گیرنده‌های غشایی سلول گیاهی مرتبط می‌شود (Suwanchaikasem et al., 2023). گزارشات نشان داده این ماده با افزایش قطر نوک و انشعابات ریشه، سیستم معماری ریشه را تنظیم می‌کند (Jiao et al., 2024).

شوری	محلول‌پاشی	محیط شبکه (cm^2)	مساحت شبکه (cm^2)	طول شبکه (cm)	حجم شبکه (cm)
شاهد (صفر میلی‌مولار)	آب مقطر	۱۰۵۰۱	۵۳۵/۰۱	۵۶۳۹/۵	۷۷/۸۱
	نانو کیتوسان	۱۰۰۸۰	۴۹۲/۱۹	۵۳۸۷/۰	۶۸/۸۰
	نانو سیلیکون	۱۱۱۲۹	۵۹۸/۵۸	۶۰۸۶/۷	۹۳/۸۱
	کیتوسان – سیلیکون (۲۵ میلی‌گرم بر لیتر)	۹۹۳۰	۵۱۵/۹۵	۵۲۹۰/۸	۷۶/۰۱
	کیتوسان – سیلیکون (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)	۱۱۰۳۸	۵۹۳/۶۰	۶۰۰۷/۱	۹۱/۰۳
شوری شدید (۱۵۰ میلی‌مولار)	آب مقطر	۷۲۹۲	۳۵۸/۳۱	۳۹۱۹/۸	۵۱/۷۱
	نانو کیتوسان	۹۰۶۹	۴۶۵/۵۸	۵۰۰۹/۶	۷۰/۴۲
	نانو سیلیکون	۷۹۰۸	۳۶۹/۲۲	۴۲۳۲/۸	۴۹/۲۳
	کیتوسان – سیلیکون (۲۵ میلی‌گرم بر لیتر)	۹۲۶۷	۴۵۰/۱۹	۴۹۶۹/۸	۶۳/۴۲
	کیتوسان – سیلیکون (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)	۹۴۹۴	۴۹۵/۳۵	۵۰۷۵/۶	۷۳/۸۲

منابع

Dhiman, P., Rajora, N., Bhardwaj, S., Sudhakaran, S. S., Kumar, A., Raturi, G., ... & Deshmukh, R. (2021). Fascinating role of silicon to combat salinity stress in plants: An updated overview. Plant Physiology and Biochemistry, 162, 110-123. doi: https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.02.023

Suwanchaikasem, P., Nie, S., Idnurm, A., Selby-Pham, J., Walker, R., & Boughton, B. A. (2023). Effects of chitin and chitosan on root growth, biochemical defense response and exudate proteome of Cannabis sativa. *Plant-Environment Interactions*, *4*(3), 115-133. doi: https://doi.org/10.1002/pei3.10106