محور مقاله: آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی

تاثیر زئولیت و اسیدهیومیک بر خصوصیات رشدی گیاه ریحان در یک خاک شور آلوده به تتراسایکلین

راضیه آهسته[۱]، علیرضا آستارایی[۲*]،[۱] امیر لکزیان[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۳] استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

مشکلاتی از قبیل شوری و آلودگی با فلزات سنگین و یا آنتی بیوتیک ها در خاک بطور گسترده نگرانی هایی در جهان ایجاد کرده است. لذا استفاده از ترکیبات اصلاحی آلی و معدنی می تواند راه حلی مناسب برای رفع آلودگی و پایداری خاکدانه ها باشد. در این پژوهش، تاثیر تیمارهای زئولیت و اسید هیومیک در یک خاک آلوده به آنتی بیوتیک که با آب شور کلرید سدیم (۳ $dS\ m^{-1}$) آبیاری شد، بر خصوصیات رشدی گیاه ریحان در شرایط گلخانه مطالعه گردید. آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل انجام گرفت، فاکتورهای آزمایش شامل: فاکتور اول: شاهد(C)، ۲ سطح زئولیت (۲۵ و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم زئولیت) و ۲ سطح اسید هیومیک (۰/۵و ۱ میلی گرم بر کیلوگرم اسیدهیومیک)، و فاکتور دوم: ۳ سطح آنتی بیوتیک (صفر، ۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تتراسایکلین) بودند. تجزیه آماری با نرم افزار JMP در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد که زئولیت و اسیدهیومیک منجر به کاهش اثرات منفی شوری و آنتی بیوتیک شدند و در نتیجه باعث افزایش ارتفاع و وزن خشک گیاه ریحان نسبت به شاهد گشتند و لی سطوح آنتی بیوتیک به تنهایی اثرات سوء شوری بر ارتفاع و وزن خشک گیاه را شدید کرد.

کلمات کلیدی: *Ocimum basilicum L.*، اصلاح کننده‌های آلی و معدنی، تنش انتی بیوتیک و کلرید سدیم.

مقدمه

خاک لایهٔ بسیار نازکی از کرهٔ زمین را تشکیل می دهد و از اهمیت آن اینگونه می‌توان گفت که وجود و تغذیهٔ موجودات زنده به آن وابسته است. در این بین حضور انواع آلاینده‌های آلی و غیر آلی و همچنین وجود تنش‌هایی مانند تنش خشکی و شوری تاثیر منفی بر رشد و عملکرد میکروارگانیسم‌ها و گیاهان در خاک دارد .تحقیقات مختلفی در مورد تاثیر تنش شوری و همچنین حضور آلاینده هایی مانند آنتی بیوتیک ها در خاک بر جامعه میکروبی و رشد گیاهان انجام شده است. به عنوان مثال گزارش شده است که شوری با افزایش فشار اسمزی، مسمومیت یونی و سوء تغذیه گیاهان را تحت تأثیر قرار میدهد (ضیا و همکاران، ۲۰۰۶). عباسی (۱۳۸۶) گزارش کرد که شوری خاک تاثیرات نامطلوبی بر رشد گیاه دارد که دلیل این امر احتمالا کاهش میزان آب قابل دسترس گیاه می باشد.

از طرف دیگر ورود آنتی‌بیوتیک‌ها به محیط خاک باعث تغییر در ساختار جوامع میکروبی، تغییر در چرخه زیست‌محیطی کربن و عناصر غذایی و همچنین ترویج و گسترش شکل مقاوم آنتی‌بیوتیک‌ها می‌شوند (Liu و همکاران، ۲۰۱۵). انتی بیوتیک ها ممکن است روی رشد گیاه و شاخص فعالیت‌های میکروبی خاک مانند تنفس، نیتریفیکاسیون و رداکس آهن تأثیر بگذارد (Chen و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین گزارش شده است که حضور آنتی‌بیوتیک‌ها ممکن است بهره‌وری و عملکرد اکوسیستم خاک را تحت تأثیر قرار دهند و یا حتی تخریب کنند (Mao و همکاران، ۲۰۱۵).

با توجه به مشکلات موجود استفاده از اصلاح کننده های خاک و همچنین ترکیباتی که رشد گیاه را بهبود میدهند میتوانند به عنوان عوامل کاهش دهنده اثرات این تنش ها و الودگی ها باشند. اسید هیومیک به عنوان ترکیب بهبود دهنده رشد گیاه و همچنین کانی زئولیت به عنوان اصلاح کننده خاک از جمله این مواد به شمار میروند. نتایج مطالعات نشان داده است که اسید هیومیک می تواند به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون ها بهبود رشد گیاهان و افزایش تحمل به تنش مورد استفاده قرار گیرد (Serenella و همکاران، ۲۰۰۲). در شرایط تنش خشکی محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش نگهداری آب برگ و میزان فتوسنتز شده و متابولیسم آنتی اکسیدانی را کاهش می دهد (Fujiu و همکاران،

*ایمیل نویسنده مسئول: astaraei@um.ac.ir

۱۹۹۵). اسـید هیومیـک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس از طریق اثرات هورمـونی و بهبود جذب عناصر غذایی سبب افزایش بیوماس ریشه و اندام هـوایی می شود (Sabzevari، ۲۰۰۹).

در مورد تاثیر زئولیت بر رشد گیاه مطالعات نشان داده که جذب انتخابی و آزادسازی کنترل شده عناصر غذایی توسط زئولیت مصرفی هنگامی که به خاک اضافه می شود، از طریق افزایش فراهمی طولانی مدت رطوبت و عناصر غذایی، به بهبود رشد گیاه کمک می کند (Polat و همکاران، ۲۰۰۴). برخلاف کانی های معمولی رسی، ساختمان زئولیت از تخلخل زیادی برخوردار است و این ویژگی باعث به وجود آوردن خواص منحصر به فرد زئولیت ها در ذخیره آب و تبادل یون شده است. مولکول های آب و همچنین کاتیون ها به راحتی می توانند در داخل شبکه آن بدون اینکه ساختار شبکه دچار تغییر شود، حرکت کنند (Shaw و Andrews، ۲۰۰۱). کاربرد زئولیت در خاک کشاورزی سبب کاهش اثرات شوری آب آبیاری می‌شود (قربانی و بابایی، ۲۰۰۸). با توجه به مطالب بیان شده هدف از این آزمایش اصلاح خاک شور آلوده به آنتی بیوتیک و افزایش عملکرد گیاه به کمک زئولیت و اسیدهیومیک در این خاک می باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کشت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. اول: شاهد(C)، ۲ سطح زئولیت (۲۵ و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم زئولیت) و ۲ سطح اسید هیومیک (۰/۵و ۱ میلی گرم بر کیلوگرم اسیدهیومیک)، و فاکتور دوم: ۳ سطح آنتی بیوتیک (صفر، ۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تتراسایکلین) با سه تکرار بود. بنابراین تعداد ۴۵ واحد آزمایشی برای اجرای این آزمایش تهیه شد.

ابتدا برای هر گلدان با ابعاد مشخص، ۳ کیلوگرم خاک در نظر گرفته و مقادیر محاسبه شده ای از تیمارهای آزمایشی را با خاک مخلوط کرده و به داخل گلدان ها اضافه شد. مقادیر تتراسایکلین را در یک لیتر آب مقطر آماده سازی کرده و خاک گلدان ها با محلول های حاوی آنتی بیوتیک آبیاری شد. پس از رسیدن رطوبت خاک به حد مزرعه، کشت بذر گیاه ریحان در هر گلدان انجام شد و با کمک گرفتن از نرم افزار آماری Pass (یا NCSS) جهت تعیین حجم نمونه در هر گلدان، مشخص گردید که معقول است در هر گلدان تعداد ۱۰ شاخه ریحان استقرار داشته باشد. ۳۰ روز پس از استقرار گیاه، آبیاری با آب شور کلرید سدیم با غلظت ۳ دسی زیمنس بر متر، تا پایان آزمایش انجام شد. در مجموع کل دوره کشت ۳ ماه بطول انجامید. قبل از برداشت گیاه ارتفاع و پس از برداشت وزن خشک اندام هوایی ریحان اندازه گیری شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار JMP در سطح احتمال ۱ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج اثرات ساده اسید هیومیک و زئولیت بر ارتفاع گیاه ریحان در جدول ۱، نشان داد که کاربرد این دو ماده باعث افزایش معنی دار ($p<0.01$) ارتفاع گیاه در مقایسه با شاهد شدند. بیشترین ارتفاع معنی دار بترتیب در $H_{0.5}$ (اسیدهیومیک در سطح ۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم) معادل ۲۲/۵ سانتی متر Z_{25} (زئولیت در سطح ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم) معادل ۲۰/۷۲ سانتی متر مشاهده شد، که نسبت به یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند و به ترتیب نسبت به شاهد ۲۵/۸۳ و ۱۵/۸۸ درصد اختلاف داشتند. کمترین مقدار در شاهد (C) معادل ۱۷/۸۸ سانتی متر مشاهده شد که نسبت به دو تیمار یاد شده کاهش معنی‌داری نشان داد. همچنین ارتفاع گیاه در تیمار H_1 (اسیدهیومیک در سطح ۱میلی گرم بر کیلوگرم) معادل ۱۷/۹ سانتی‌متر و Z_{50} (زئولیت در سطح ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم) معادل ۱۸/۵ سانتی متر بود که نسبت به شاهد تفاوت معنی داری نشان نداشتند. این نتایج بیانگر آن است که هم اسید هیومیک و هم زئولیت در هر دو سطح توانسته اند اثرات سوء شوری نمک کلرید سدیم را تا حد زیادی خنثی کنند.

در رابطه با وزن خشک گیاه نیز (جدول ۱)، مشخص شد که بیشترین وزن خشک در تیمار Z_{25} معادل ۱۲/۵۲ میلی گرم بر گلدان بوده که افزایشی معادل ۵/۸۳ درصد (معنی داری در سطح ۱ درصد) با شاهد (معادل ۱۱/۸۳ میلی گرم بر گلدان) نشان داد. تیمارهای زئولیت و اسیدهیومیک در هردو سطح با شاهد اختلاف معنی دار داشتند که این مساله بیانگر آن است که هر چهار تیمار اثر سوء شوری را ۱۰۰ درصد خنثی کرده اند.

اثر ساده تیمار آنتی بیوتیک نیز (جدول ۲)، نشان داد که با افزایش سطوح، ارتفاع گیاه و وزن خشک گیاه ریحان نسبت به شاهد کاهش معنی داری داشتند. سطوح ۵۰ (A_{50}) و ۲۰۰ (A_{200}) میلی گرم بر کیلوگرم آنتی بیوتیک (به ترتیب ارتفاعی معادل ۱۵/۵۵ و ۱۵/۸۶ سانتی متر و وزن خشک آنها به ترتیب معادل ۹/۴۳ و ۹/۲۷ میلی گرم بر گلدان) نسبت به سطح صفر میلی گرم بر کیلوگرم (A_0) (ارتفاع آن معادل ۱۷/۸۸ سانتی متر و وزن خشک

آن معادل ۱۱/۸۳ میلی گرم بر گلدان) به ترتیب ۱۳ و ۱۱/۳ درصد کاهش معنی دار ارتفاع و در خصوص وزن خشک گیاه به ترتیب ۲۰/۲۸ و ۲۱/۶۳ درصد کاهش معنی داری نسبت به A_0 داشتند. بنابراین، این نتیجه حاصل می شود که آنتی بیوتیک باعث کاهش رشد گیاه شده است.

اثر متقابل فاکتور های اصلاحی خاک (اسیدهیومیک و زئولیت) با آنتی بیوتیک نیز نمایان گر تاثیر منفی آنتی بیوتیک بر این دو پارامتر است. در جدول ۳، در سطح غلظتی $Z_{50}A_{200}$ کمترین ارتفاع (۱۶/۳۳ سانتی متر) و در سطح غلظتی $Z_{25}A_0$ بیشترین ارتفاع (۲۳/۸۳ سانتی متر) مشاهده شد که به ترتیب ۱۴/۰۵ درصد کاهش معنی دار ۲۰/۸۳ درصد افزایش معنی دار نسبت به شاهد (CA_0) را نشان دادند. در حالی که اختلاف دیگر تیمار ها نسبت به شاهد معنی دار نبود. ارتفاع گیاه ریحان در تیمار $H_{0.5}A_{50}$ (۲۱/۳۳ سانتی متر) معادل ۶/۵۷ درصد کمتر از $H_{0.5}A_{200}$ (۲۲/۸۳ سانتی متر) بود که نشان می دهد تیمار $H_{0.5}A_{200}$ اثر منفی شوری و آنتی بیوتیک را بهتر خنثی کرده است. همچنین تیمار H_1A_{200} (۱۹/۵ سانتی متر) نسبت به تیمار H_1A_{50} (۱۹/۳ سانتی متر) معادل ۱/۰۲ درصد افزایش داشت که بیانگر خنثی کردن بهتر اثرات سوء شوری و آنتی بیوتیک است. بنابراین، این نتیجه حاصل می شود که $H_{0.5}$ بهتر می تواند اثرات منفی آنتی بیوتیک و شوری را نسبت به H_1 خنثی کند. این مساله در مورد سطوح مختلف آنتی بیوتیک در زئولیت به این شکل است که: تیمار $Z_{25}A_{200}$ (۲۰/۳۳ سانتی متر) نسبت به تیمار $Z_{25}A_{50}$ (۲۳/۸۳ سانتی متر) معادل ۱۱/۴۶ درصد ارتفاع بیشتری داشت که نشان می دهد تاثیر بیشتری در خنثی کردن اثر منفی شوری و آنتی بیوتیک دارد. تیمار $Z_{50}A_{50}$ (۱۷ سانتی متر) نسبت به $Z_{50}A_{200}$ (۱۶/۳۳ سانتی متر) معادل ۳/۹۴ درصد ارتفاع بیشتری داشت. بنابراین می توان نتیجه گرفت تیمارهای Z_{25} در خنثی کردن اثرات منفی شوری و آنتی بیوتیک بهتر از تیمارهای Z_{50} عمل می کنند. در مجموع فاکتور $H_{0.5}$ در سطوح مختلف آنتی بیوتیک نسبت به دیگر فاکتور ها بهتر عمل کرده است.

همچنین طبق نتایج جدول ۳، روند کاهش وزن خشک اندام هوایی با افزایش سطح آنتی بیوتیک مشاهده شد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمارهای $Z_{25}A_0$ معادل ۱۴/۰۵ میلی گرم بر گلدان و کمترین آن مربوط به CA_{200} معادل ۱۰/۹۴ میلی گرم بر گلدان بود؛ که به ترتیب۸/۲ درصد افزایش معنی دار و ۱۵/۱۲ درصد کاهش معنی دار وزن خشک را نسبت به تیمار شاهد (CA_0) داشتند. در این بخش نیز اکثر تیمارها اثرات سوء شوری و آنتی بیوتیک را تا حد زیادی خنثی کردند. $H_{0.5}A_{200}$ (۱۲/۵۲ میلی گرم بر گلدان) نسبت به تیمار $H_{0.5}A_{50}$ (۱۱/۸۳ میلی گرم بر گلدان) معادل ۵/۵۱ درصد افزایش وزن خشک را نشان داد که بیانگر عملکرد بهتر این تیمار در خنثی کردن اثرات سوء شوری و آنتی بیوتیک است. وزن خشک اندام هوایی تیمار H_1A_{50} (۱۲/۸ میلی گرم بر گلدان) نسبت به تیمار H_1A_{200} (۱۱/۰۴ میلی گرم بر گلدان) بطور معنی داری معادل ۱۳/۷۵ درصد بیشتر بود که بیانگر اثر بیشتر آن در خنثی کردن اثرات سوء شوری و انتی بیوتیک می باشد. در این خصوص دو سطح زئولیت مشابه دو سطح اسیدهیومیک عمل کردند؛ به این صورت که وزن خشک اندام هوایی تیمار $Z_{25}A_{200}$ (۱۱/۸۳ میلی گرم بر گلدان) نسبت به تیمار $Z_{25}A_{50}$ (۱۱/۶۹ میلی گرم بر گلدان) معادل ۱/۱۸ درصد بیشتر بود که نشانگر اثر بهتر این تیمار بر خنثی کردن اثرات منفی شوری و آنتی بیوتیک است. اختلاف بین دو تیمار $Z_{50}A_{50}$ (۱۱/۹۵ میلی گرم بر گلدان) و $Z_{50}A_{200}$ (۱۱/۴۴ میلی گرم بر گلدان) نیز معادل ۴/۲۶ درصد افزایش معنی دار بود که بیانگر عمل بهتر تیمار $Z_{50}A_{200}$ در خنثی کردن اثر سوء شوری و آنتی بیوتیک است. در نهایت می توان نتیجه گرفت که با توجه به وزن خشک اندام هوایی هر گلدان بطور متوسط سطوح $H_{0.5}$ به نسبت دیگر تیمارهای آزمایشی در خنثی کردن اثرات سوء شوری عملکرد بهتری از خود نشان دادند.

در پژوهش هایی که تا بحال انجام گرفته، تاثیر مثبت زئولیت و اسیدهیومیک بر اصلاح خاک های مشکل دار و رشد گیاه و همچنین اثر منفی آنتی بیوتیک ها بر رشد گیاه گزارش شده است. روحانی و همکاران (۱۳۹۴)، با بررسی اثرات تنش شوری کلرید سدیم (در چهار سطح شاهد، ۱/۵، ۵ و ۷/۵ دسی زیمنس بر متر) و اسیدهیومیک (در چهار سطح شاهد، ۰/۵، ۱/۵ و ۲ گرم بر لیتر) بر خصوصیات جوانه‌زنی سه رقم تربچه (*Cherry bell*، *Sparkler* و *Scarlett Cincinnati*) گزارش کردند که حضور اسید هیومیک با طول ساقه چه، وزن تر گیاه چه و سرعت جوانه‌زنی رابطه مستقیم داشت، و با افزایش سطح اسیدهیومیک، مقدار این سه فاکتور نیز افزایش یافت. در هر سه رقم تربچه، کاربرد اسید هیومیک در سطح ۱/۵ گرم بر لیتر باعث افزایش طول ساقه چه، ریشه چه و نسبت طول ساقه چه به ریشه چه شد.

تحقیقات دیگر نشان داد که کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار زئولیت به همراه محلول پاشی اسیدهیومیک در شرایط کم آبیاری، ضمن بهبود نسبی ویژگی های کمی گیاه ریحان، نقش موثری در کاهش اثرات مخرب ناشی از کم آبی و ثبات عملکرد گیاه در شرایط تنش رطوبتی داشته است (جهان و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه Way و همکاران (۲۰۱۴)، بر روی گونه گیاهی از گندم سانان با نام علمی *Lolium perenne L* در حضور آنتی بیوتیک (در ۴ سطح شاهد،۱، ۱۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) اثرات نامطلوبی بر کل زیست توده گیاه مشخص شد؛ به گونه ای که در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند که این امر بیانگر اثر منفی آنتی بیوتیک در رشد گیاه است. احتمالا این مساله به دلیل تاثیر تتراسایکلین بر جوامع میکروبی خاک بوده است.

جدول ۱- اثر ساده تیمارهای آزمایشی زئولیت و اسیدهیومیک بر ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی گیاه ریحان (معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد)

تیمارهای آزمایشی	ارتفاع (cm)	وزن خشک اندام هوایی (mg/pot)
C	17.88^{bc}	11.83^{c}
$H_{0.5}$	22.5^{a}	12.29^{ab}
H_1	17.92^{bc}	12.26^{ab}
Z_{25}	20.72^{a}	12.52^{a}
Z_{50}	18.5^{b}	12.05^{bc}

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن نمی باشند.

جدول ۲- اثر ساده سطوح آنتی بیوتیک بر ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی گیاه ریحان (معنی داری در سطح ۱ درصد).

سطوح آنتی بیوتیک	ارتفاع (cm)	وزن خشک اندام هوایی (mg/pot)
A_0	17.88^{a}	11.83^{a}
A_{50}	15.55^{b}	9.43^{b}
A_{200}	15.86^{b}	9.27^{c}

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن نمی باشند.

جدول ۳- اثر متقابل تیمارهای آزمایشی زئولیت و اسیدهیومیک و سطوح آنتی بیوتیک بر ارتفاع و وزن خشک اندام هوایی گیاه ریحان (معنی دار سطح احتمال ۱ درصد).

تیمارهای آزمایشی	سطوح آنتی بیوتیک	ارتفاع (cm)	وزن خشک اندام هوایی (mg/pot)
C	A_0	19^{b-e}	12.89^{b}
	A_{50}	17^{def}	11.66^{d-g}
	A_{200}	17.66^{c-f}	10.94^{g}
$H_{0.5}$	A_0	23.33^{ab}	12.52^{bcd}
	A_{50}	21.33^{a-d}	11.83^{def}
	A_{200}	22.83^{ab}	12.52^{bcd}
H_1	A_0	20^{c-f}	12.93^{b}
	A_{50}	19.3^{def}	12.8^{bc}
	A_{200}	19.5^{f}	11.04^{fg}
Z_{25}	A_0	23.83^{a}	14.05^{a}
	A_{50}	18^{c-f}	11.69^{d-g}

11.83^{def}	20.33^{a-e}	A_{200}	
12.76^{bc}	22.16^{abc}	A_0	Z_{50}
11.95^{cde}	17^{def}	A_{50}	
11.44^{efg}	16.33^{ef}	A_{200}	

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن نمی باشند.

نتیجه گیری

طبق نتایج به دست آمده برای خنثی کردن اثرات سوء شوری در خصوص ارتفاع و وزن خشک گیاه در گلدان، تیمار $Z_{25}A_0$ ، بین تیمارهای آزمایشی در رده اول قرار گرفت. اما بطور کل، با مشاهده اثرات ساده تیمارهای آزمایشی، اسید هیومیک و زئولیت در هر دو سطح توانسته اند اثرات سوء شوری کلرید سدیم را تا حد زیادی خنثی کنند. همچنین نتایج نشان داد که وجود آنتی بیوتیک در خاک باعث کاهش رشد گیاه و تشدید اثرات منفی شوری بر وزن خشک و ارتفاع گیاه شد. با قرار گرفتن تیمارهای آزمایشی (زئولیت و اسیدهیومیک) و آنتی بیوتیک کنار هم نیز مشاهده شد، اسیدهیومیک و زئولیت می توانند تا حد زیادی اثرات سوء شوری و آنتی بیوتیک را کنترل کنند اما بطور متوسط سطوح اسیدهیومیک نسبت به زئولیت بهتر عمل کردند و در بین همه تیمار ها سطوح $H_{0.5}$، بهترین عملکرد را در خصوص ارتفاع و وزن خشک گیاه داشتند و بهتر توانستند اثرات منفی شوری و آنتی بیوتیک را خنثی کنند. توصیه می شود کشاورزان برای بهبود عملکرد محصولات، در زمین های خود با توجه به سطح ECe خاک و سطح الودگی انتی بیوتیکی از اصلاح کننده آلی چون اسیدهیومیک استفاده کنند.

منابع

حیدری، م. ۱۳۷۹. بررسی مقاومت، عملکرد و مراحل نموی سه رقم گندم تیپ بهاره تحت مقادیر مختلف تنش شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، مجتمع عالی و پژوهش کشاورزی رامین، ۱۱۳ صفحه.

روحانی، ن، س، س.، نعمتی، ح.، مقدم، م. ۱۳۹۴. اثر اسیدهیومیک بر ویژگی های جوانه زنی و رشد گیاهچه ای سه رقم تربچه در شرایط تنش شوری. علوم و تحقیقات بذر ایران، ۳ (۴)، ۴۱-۲۹.

ضیاء تبار احمدی، م، خ.، و بابائیان، ن، ع. ۱۳۸۱. رشد گیاه در اراضی شور و بایر (ترجمه). انتشارات دانشگاه مازندران. ۴۰۷ صفحه.

عباسی، ف. ۱۳۸۶. اثر متقابل خشکی و شوری بر عوامل رشد دو گونه گیاهی. مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی. شماره انتشار ۶.

Ahan, M, Ghalenoee, Sh., Khamooshi, A., and Amiri, B.M. 2015. Evaluation of Some Agroecological Characteristics of Basil (Ocimum basilicum L.) as Affected by Simultaneous Application of Water-Saving Superabsorbent Hydrogel in Soil and Foliar Application of Humic Acid under Different Irrigation Intervals in a Low Input Cropping System, Journal of horticulture science, 2, 240-254.

Chen, W., Liu, W., Pan, N., Jiao, W., and Wang, M. 2013. Oxytetracycline on functions and structure of soil microbial community. Journal of soil science and plant nutrition, 13(4): 967-975.

Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rajali, F., and Sefidkan, F. 2006. Study the effects of biofertilizers on yield and yield components of Foeniculum vulgar MiLL. Scientific and Research Journal of Iranian Medicinal and Aromatic Plants 22 (4): 276-292. (in Persian with English abstract).

Fujiu, C., Dao, Y., and Quing Sheng, W. 1995. Physiological effects of humic acid on drought resistance of wheat (in Chinese). Yingyong Shengtai Xuebao 6: 363-367.

Lio, Y., Bao, Y., Cai, Z., Zhang, Z., Cao, P., Li, X., and Zhou, Q. 2015. The effect of aging on sequestration and bioaccessibility of oxytetracycline in soils. Environmental Science and Pollution Research, 20:35-50.

Mao, L., Tang, D., Feng, H., Gao, Y., Zhou, P., Xu, L., and Wang, L. 2015. Determining soil enzyme activities for the assessment of fungi and citric acid-assisted phytoextraction under cadmium and lead contamination. Environmental Science and Pollution Research, 22(24):19860-19869.

Oka, H., Ito, Y., and Matsumoto, H. 2000. Chromatographic analysis of tetracycline antibiotics in foods. Journal of Chromatography. A 882,109-133.

Polat, E.M., Karaca, Demir, H., and Nacio Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (Clinoptilolite) in agriculture.Journal of Fruit Ornamental and Plant Research. 12, 183-189.

Sabzevari, M. 2009. Effects of humic acid on root and shoot growth of wheat. (var. Sabalan and Sauonz). Journal of Water and Soil 23 (2):87-94. (in Persian with English abstract).

Sarmah AK,. Meyer,MT,. Boxall, ABA, 2006. . A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. Chemosphere65(5),725-759.

Serenella, N., Pizzeghelloa, D., Muscolob, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology & Biochemistry 34: 1527-1536.

Shaw, J.W., and Andrews, R. 2001. Cation exchange capacity affects greens' truf growth. Golf Course Management, 73-77.

Way, X., Wu, S. C., Nie, X. P., Yediler, A. and Wong, M. H. 2014. The effects of residual tetracycline on soil enzymatic activities and plant growth. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes.

Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation

The Effect of Zeolite and Humic Acid on Growth Characteristics of basil plant in a Saline soil Contaminated with Tetracycline

[1] Ahesteh, R.,[2*]Astaraei, A.R., [3]Lakzian, A.
[1] MSc. Student of Soil Science, Agriculture College, Fedowsi University of Mashhad
[2] Associate Professor of Soil Science, Agriculture College, Fedowsi University of Mashhad
[3] Professor of Soil Science, Agriculture College, Fedowsi University of Mashhad

Abstract

Soil problems such as salinity and pollution with heavy metals or antibiotics have caused widespread concerns in the world. Therefore, the use of organic and inorganic compounds as reclamation can be an appropriate management processes for the removal of pollutants and the maintaining soil aggregate stability. This research was performed to study the effect of zeolite and humic acid treatments along with different levels of antibiotic as contaminate in soil irrigated with saline water (3 dS. m-1) on the growth parameters of basil plant in greenhouse. This experiment was conducted as a completely randomized design with factorial arrangement. The treatments were: control (C), two zeolite levels (25 and 50 mg kg-1), and two humic acid levels (0.5 and 1 mg. kg-1) as first factor, and three antibiotic levels (0, 50 and 200 mg. kg-1 tetracycline) as second factor. Statistical analysis with JMP software at 1% probability level indicated that zeolite and humic acid treatments resulted in improving the negative effects of salinity and antibiotics and thus increased the plant height and dry weight of the basil plant compared to their control, and the antibiotic levels alone had negative impacts on plant height and dry weight of the plant.

Keywords: *Ocimum basilicum L.*, Organic and inorganic modifiers, antibiotic, sodium chloride stress,

*Corresponding author, Email: astaraei@um.ac.ir