Archive of SID

بررسی پیامد کاربرد آنتی بیوتیک ها بر فراوانی باکتری ها و قارچ های بومی خاک تیمار شده با بهسازهای آلی و کانی

مهدی رشتبری[1] و علی اکبر صفری سنجانی

دانشجوی دکتری، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان؛ **Mehdi.rashtbari@gmail.com**

استاد گروه گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان؛ **aa-safari@basu.ac.ir**

دریافت: **98/7/9** و پذیرش: **98/9/27**

چکیده

امروزه کاربرد گسترده پادزیست‌ها در پزشکی برای درمان بیماری‌های مردم و در کشاورزی و دامپزشکی، مایه آلودگی آب و خاک گردیده و پیامد منفی بر ریزجانداران خاک و تندی فرآیندهای زیستی داشته است. در این پژوهش پیامد رها شدن پادزیست‌های پرکاربرد در خاک (جنتامایسین، اکسی تتراسایکلین و پنی‌سیلین) در اندازه‌های گوناگون (50، 100 و 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک خشک) با و بدون بهسازهای آلی و کانی (کود گاوی، بیوچار و نانوزئولیت) بر فراوانی قارچ‌ها، باکتری‌ها، کلیفرم‌ها و شناسه‌های پایداری و بازگشت‌پذیری آنها در سه بازه زمانی 7-1، 30-7 و 90-30 روز در دوره گرماگذاری 90- روزه در قالب طرح اسپلیت-فاکتوریل ارزیابی شد که بهساز بکاررفته کرت اصلی و گونه پادزیست و اندازه کاربرد آن به عنوان فاکتورهای آزمایش بودند. شناسه‌های پایداری و بازگشت‌پذیری نیز برای گروه‌های میکروبی برآورد گردید. بر پایه برآوردهای آزمایش، افزودن پادزیست‌ها و در میان آنها جنتامایسن مایه کاهش فراوانی ریزجانداران شد. از سوی دیگر خاک‌های دارای بهساز کود گاوی بیشترین لگاریتم فراوانی قارچی را در بازه زمانی 7-1 داشت که از دیدگاه آماری ناهمانندی چشمگیری با خاک‌های دارای بیوچار نداشت. در بازه 30-7 روز، فراوانی همه باکتری‌ها در تیمارهای کاربرد پادزیست به گونه چشمگیری افزایش پیدا کرد که اندازه افزایش برای پادزیست جنتامایسین و اکسی‌تتراسایکلین، بؤیژه در اندازه‌های بیشتر کاربرد در برابر در کاربرد پادزیست پنی سیلین بالاتر بود. در بازه‌های زمانی 30-7 و 90-30 روز، تیمارهای بهره‌گیری از بهساز کود گاوی و پادزیست‌های جنتامایسین و اکسی تتراسایکلین در اندازه‌های کاربرد 100 و 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشترین اندازه لگاریتم فراوانی باکتری‌های روده‌ای را داشتند. رو هم رفته این پژوهش نشان داد که کاربرد بهسازها بویژه کود گاوی و زغال آن می‌تواند از پیامد زهری پادزیست‌ها کاسته و مایه افزایش شناسه‌های پایداری و بازگشت پذیری فراوانی ریزجانداران در خاک گردد.

واژه‌های کلیدی: باکتری‌های روده‌ای، پایداری پادزیستی، زغال زیستی، نانوزئولیت

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه پادزیست‌ها به گونه گسترده و کارآمدی در پزشکی برای درمان بیماری‌های مردم و در کشاورزی و دامپزشکی برای افزایش رشد گیاهان، آبزی پروری، زنبورداری و دامداری بهره‌گیری می‌شوند (گوتوال و شاشیدار، 2015). در چند سال گذشته، نگرانی‌ها در زمینه آلودگی زیستگاه‌ها با کاربرد داروهای گوناگون و بویژه پادزیست‌ها افزایش پیدا کرده و به مرز هشداردهنده‌ای رسیده است. پیدایش و انباشت پادزیست‌ها در اندازه‌های گوناگون در خاک، آب‌های روزمینی، زیرزمینی، ته-نشست‌ها و همچنین در آب آشامیدنی گزارش شده است (تلسینسکی و همکاران، 2018). یکی از فراوان‌ترین روش‌های آلودگی خاک و آب به پادزیست‌ها، بهره‌گیری از آنها در دامداری‌ها است. آنها بدون دگرگونی چندانی از راه کودهای دامی و پساب‌ها به زمین‌های کشاورزی می-رسند (سیکون و همکاران، 2019)، و از این راه خاک و آب را آلوده می‌کنند. بسته به گونه پادزیست و توانایی‌های ریزجانداران خاک و همچنین ویژگی‌های خاک، این ترکیب‌ها پس از رسیدن به خاک می‌توانند با بخش جامد خاک واکنش داده و یا فروزینه شوند. به هر گونه، بخشی از آنها فروزینه نشده و بر روی دانه‌های خاک نیز جذب نمی‌شوند. این بخش آزاد پادزیست‌ها می‌توانند بر ریزجانداران خاک پیامد بازدارنده داشته و تندی فرآیندهای زیستی را دگرگون کنند (لوپاتو و همکاران، 2019).

ریزجانداران خاک، دگرگون کننده مواد آلی گوناگون در خاک هستند که در افزایش توان بارآوری خاک و زیست‌بهسازی[1] خاک کارایی ویژه‌ای دارند. زیتوده ریزجانداران خاک و شناسه‌های زیستی دیگر مانند تنفس پایه و برانگیخته خاک، گوناگونی زیستی[2] ریزجانداران و گوناگونی کارکردی[3] خاک، کارایی دهیدروژناز و تندی نیتریفیکاسیون، از نشانگرهایی هستند که در ارزیابی آلودگی خاک، چرخه عناصر خوراکی و سوخت‌وساز در خاک بکاررفته‌اند (لین و همکاران، 2016؛ دینگ و همکاران، 2014). آلودگی خاک با پادزیست ها می‌تواند مایه دگرگونی در فراوانی و گوناگونی ریزجانداران خاک و ناهمسنگی فرایندهای زیستی در خاک گردد (زابلوتنی و جاروسکی، 2014) که این مایه ناهنجاری در چرخه عناصر شیمیایی در خاک می‌گردد (تلسینسکی و همکاران، 2018). چسا و همکاران (2016) نشان دادند که کاربرد پادزیست اکسی‌تتراسایکلین (در اندازه‌های کمتر از 15 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) فراوانی باکتری‌های خاک و زیتوده باکتریایی و قارچی خاک را افزایش داد، در برابر آن، سان و همکاران (2016) کاهش فراوانی باکتری‌ها در غلظت‌های بالاتر و کاهش شناسه‌های گوناگونی زیستی را گزارش نمودند. همچنین لین و همکاران (2016) دگرگونی گوناگونی زیستی خاک را در پی کاربرد پادزیست‌های سولفونومتاکسازول و سیپروفلاکساسین به گونه جداگانه و آمیخته آنها گزارش نمودند. قربان زاده و همکاران (1396) پیامد بد پادزیست‌های جنتامایسین و تری‌متورپیم بر ویژگی‌های زیستی خاک، هتا در اندازه‌های پایین کاربرد پادزیست در خاک را گزارش دادند. مولایی و همکاران (1397) نیز پیامد چشمگیر اندازه‌های گوناگون پادزیست‌های اکسی تتراسایکلین و سولفامتاکسازول بر کارکرد ریزجانداران خاک را نشان دادند.

یکی از شناسه‌های بهداشت بومسازه ها، شناسه پایداری[4] یا نادگرش در برابر ناهنجاری، آلودگی و نابسامانی آنها است (پیم، 1984). پایداری یک سازه، توانایی آن سازه برای ماندگاری کارکردش در برابر ناهنجاری را نشان می‌دهد که می‌تواند در پی رخدادهای طبیعی باشد و یا در پی کارهای مردمی و مردمزاد[5] باشد. پایداری سازه خاک به گونه ویژه‌ای توان بازچرخ و از این رو کارکرد فرآیندهای زیستی خاک را نشان می‌دهد (اوروین و واردل، 2004). پادزیست‌ها می‌توانند با پیامد بر ریزجانداران خاک، پایداری بومسازه خاک را کاهش دهند که این کاهش می‌تواند بازگشت پذیر یا بازگشت ناپذیر باشد. این توان را با شناسه بازگشت پذیری[6] خاک می‌سنجند (مردیت و همکاران، 2018).

بهره‌گیری از بهسازها در خاک می‌تواند از پیامد زیانبار پادزیست‌ها بر ریزجانداران بومی خاک کاسته و بر پایداری ریزجانداران خاک بیفزاید. پیرس و همکاران (2017) گزارش کردند که کاربرد بهسازهای آلی می‌تواند پیامد ویژه‌ای در کاهش زیست‌فراهمی پادزیست‌ها از راه جذب آنها در لایه‌های درونی بهساز داشته باشد. همچنین دوآن و همکاران (2017) نیز کاربرد زغال زیستی (بیوچار) در بهبود کارایی و کارکرد ریزجانداران خاک در خاک‌های تیمار شده با پادزیست بررسی کردند و دریافتند که این بهساز می‌تواند از پیامد بد پازیست‌ها بر ریزجانداران خاک بکاهد. در پی افزایش کاربرد

1. Bioremediation
2. Biodiversity
3. Functional diversity

4. Resistance Index (RS)
5. Anthropogenic
6. Resilience Index (RL)

www.SID.ir

Archive of SID

پادزیست‌ها در کشور (انصاری، 2001)، هدف این پژوهش کنونی شناخت و ارزیابی پیامد رها شدن پادزیست‌های پرکاربرد در خاک (با و بدون بهسازهای آلی و کانی)، بر فراوانی قارچ‌ها، باکتری‌ها، کلیفرم ها و شناسه‌های پایداری و بازگشت پذیری آنها در یک بازه زمانی 90- روزه بوده است.

مواد و روش‌ها

پادزیست‌ها، کود دامی، بیوچار و نانوزئولیت

پادزیست‌های جنتامایسین (از دسته آمینوگلیکوزیدها؛ شرکت رویان دارو)، اکسی‌تتراسایکلین (از دسته تتراسایکلین‌ها؛ شرکت تولید داروهای دامی ایران) و پنی سیلین (از دسته بتالاکتام ها؛ شرکت دارویی نصر) از داروخانه دامپزشکی مرتع در شهر همدان خریداری گردید. این پادزیست‌ها از گروه پرکاربردترین آنها در دامپروری است. همچنین همه مواد شیمیایی بهره‌گیری شده در این پژوهش از شرکت مرک آلمان (Merck Co.) فراهم شد. کشتگاه‌های بکاررفته در کشت باکتری‌ها و قارچ‌های خاک نیز از شرکت بایولب (BioLab) خریداری شد. نانوزئولیت از شرکت افرازند در سمنان ایران خرید شد. کود دامی پوسیده از گاوداری باغ دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی فراهم شد و بیوچار این کود گاوی در دمای 600 درجه سانتی‌گراد در شرکت نوآوران زیست بنیان آویسا اهواز ساخته شد.

نمونه برداری خاک و بررسی ویژگی‌های آن

برای انجام این پژوهش از لایه رویین (5-2 سانتی متر) خاک یک کشتزار در پشت ساختمان نوین دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان نمونه برداری شد. در پنج سال گذشته در این خاک، کودهای دامی دارای پادزیست به کار نرفته بود. نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌ها از الک دو میلی‌متری گذرانده شدند. ویژگی-های فیزیکی و شیمیایی خاک بر پایه دستورکارهای استاندارد بررسی شدند (جدول 1؛ صفری سنجانی و همکاران، 1389؛ اسپارکس و همکاران، 1996). بافت خاک به روش هیدرومتر اندازه‌گیری شد. از ویژگی‌های شیمیایی pH خاک با دستگاه pH سنج مدل متراهم[1] 744، رسانندگی الکتریکی (EC) با رسانندگی سنج الکتریکی مدل دبلیو تی دبلیو[2] 720 هر دو در نسبت 1 به 2 خاک به آب، درصد کربن آلی به روش اکسایش تر (والکلی و بلک، 1934) اندازه گیری شد.

آماده سازی تیمارها

سه بهساز کود گاوی پوسیده، بیوچار و نانوزئولیت، پس از سترون‌سازی در دمای 121 درجه سانتی‌گراد، به گونه جداگانه آماده و به اندازه دو درصد وزنی از هر کدام با نمونه های خاک آمیخته گردید و یک تیمار گواه (بدون بهساز) نیز آماده شد. محلول‌های آبی پادزیست های جنتامایسین، اکسی‌تتراسایکلین و پنی سیلین با آب مقطر آماده شد و به 400 گرم خاک خشک افزوده گردید و به خوبی به هم زده شده و همزمان آب به نمونه‌های خاک افزوده شد تا به نمناکی 60 درصد گنجایش نگهداری آب (0.6WHC) برسد. برای هر تیمار از پادزیست‌ها سه اندازه 50، 100 و 200 میلی گرم پادزیست بر کیلوگرم خاک خشک، به همراه یک تیمار گواه (بدون پادزیست)، در سه تکرار آزمایش شد. نمونه-های خاک تیمار شده در تاریکی و در دمای 25 درجه سلسیوس برای 90 روز نگهداری شدند. در زمان گرماگذاری، نمونه های خاک چندین بار به خوبی به هم زده می‌شدند تا زیستگاه هوازی در همه جای خاک فراهم گردد و آب مقطر برای نمناک نگهداشتن خاک به آنها افزوده می‌شدند. در روزهای 1، 3، 7، 15، 30، 60 و 90 پس از کاربرد تیمارها، یک گرم از نمونه خاک برای کشت همه قارچ‌ها، همه باکتری‌ها و باکتری‌های روده‌ای خاک برداشت و از راه سری‌های رقت بررسی گردید.

کشتگاه ریزجانداران و شمارش آنها

برای کشت و شمارش قارچ‌ها از کشتگاه آماده PDA[3]، برای کشت و شمارش همه باکتری‌ها از کشتگاه آماده NA[4] و برای باکتری‌های روده‌ای از کشتگاه آماده EMB[5] بهره‌گیری شد. برای آماده‌سازی سوسپانسیون از خاک یک گرم آن را در ارلن دارای 99 میلی‌لیتر آب سترون ریخته و ارلن برای 15 دقیقه با سرعت 120 دور در دقیقه تکان داده شد و سری‌های رقت آماده شد. از هر رقت به اندازه 100 میکرولیتر به کمک پیپت سترون برداشته و بر کشتگاه پخش شد. از هر رقت سه تکرار در سه پتری دیش مایه‌زنی شد. سپس پتری دیش‌ها را به گونه وارونه در گرمخانه در دمای 28/2 درجه سلسیوس گذاشته شد. در این بررسی بهترین رقت‌ها برای شمارش قارچ‌ها 10^{-2}، همه باکتری‌ها 10^{-5}و برای باکتری‌های روده‌ای 10^{-4}بود. در کشتگاه EMB پرگنه‌های *اشریشیاکولی* که تخمیرکننده لاکتوز هستند به رنگ سبز با

1. Metrohm
2. WTW
3. Potato Dextrose Agar
4. Nutrient Agar
5. Eosin Methylene Blue

www.SID.ir

Archive of SID

جلای فلزی، باکتری‌های ناتخمیری مانند *سالمونلا* و شیگلا بیرنگ و دیگر باکتری‌های لاکتوز مثبت ارغوانی دیده شدند (صفری سنجانی و همکاران، 1389).

جدول 1- برخی از ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک بکاررفته

بافت خاک	گنجایش کشاورزی	شمار باکتری کل	تنفس پایه	pH	رسانندگی الکتریکی	کربن آلی	آهک معادل
	درصد	Log CFU/gr soil	mg CO2/g soil/day		dS/m	درصد	
لوم	26/61	7/88	0/06	6/93	0/14	0/77	9/3

شناسه پایداری و بازگشت پذیری فراوانی باکتری‌ها و قارچ‌های خاک

در این پژوهش برای برآورد شناسه پایداری اوروین و واردل (2004) از رابطه (1) بهره‌گیری شد، که در آن D_0 ناهمانندی ویژگی بررسی شده میان خاک گواه (C_0) و خاک آلوده شده (P_0) به پادزیست‌ها در پایان دوره بد پیامدی پادزیست (t_0) می باشد. این شناسه، با ویژگی اندازه‌گیری شده در تیمار گواه استانداردسازی می شود، بنابراین اندازه شناسه پایداری میان 1- و 1+ برآورد می شود که اندازه 1+ نشان می‌دهد که آلودگی و ناهنجاری هیچ پیامد و نشانه‌ای بر ریزجاندار نداشته است و پایداری بیشینه است. هر چه اندازه آن کوچکتر از 1 شود نشان از پایین‌تر بودن توان و پایداری کمتر را نشان می‌دهد (اوروین و واردل، 2004).

رابطه (1)
$$RS\ (t0) = 1 - \frac{2|D0|}{(C0 + |D0|)}$$

برای برآورد شناسه بازگشت پذیری فراوانی نیز شناسه‌ی اوروین و واردل (2004) بکار گرفته شد (رابطه 2) که در آن D_0 همانند شناسه پایداری برآورد می‌شود و D_x ناهمانندی میان گواه (C_x) و خاک آلوده شده (P_x) در زمان اندازه‌گیری شناسه بازگشت (t_x) است. این شناسه با دگرش پایانی پدید آمده از آلودگی و ناهنجاری (D_0) استانداردسازی می شود. اندازه این شناسه نیز میان 1- و 1+ است که اندازه 1+ در زمان اندازه‌گیری بازگشت درست یا بازگشت پذیری بیشینه را نشان می دهد و اندازه‌های کوچکتر ناتوانی و پایین بودن شناسه بازگشت پذیری در آن زمان را نشان می‌دهند (اوروین و واردل، 2004).

رابطه (2)
$$RL\ at\ (tx) \pm \frac{2|D0|}{(|D0| + |Dx|)} - 1$$

داده پردازی و تجزیه و تحلیل آماری

فراوانی ریزجانداران خاک‌های تیمار شده در هر زمان و در هر تکرار با لگاریتم‌گیری در پایه ده نرمال سازی شد و سپس تجزیه واریانس انجام شد. داده‌های آزمایش در سه بازه زمانی گرماگذاری 90 روزه، به ترتیب 1 تا 7 روز، 7 تا 30 روز و 30 تا 90 روز میانگین‌گیری و سپس داده‌های هر بازه زمانی جداگانه پردازش شد. برای برآورد لگاریتم فراوانی هر گروه میکروبی در خاک در بازه 1 تا 7 روز، از میانگین اندازه‌گیری‌ها در روزهای 1، 3 و 7، برای بازه 7 تا 30 روز از میانگین اندازه‌گیری‌ها در روزهای 7، 15 و 30 و برای بازه 30 تا 90 روز از میانگین اندازه‌گیری‌ها در روزهای 30، 60 و 90 بهره‌گیری شد. آزمون آماری بکاررفته، طرح اسپلیت-فاکتوریل بود که بهساز بکاررفته کرت اصلی و در چهار سطح (گواه، کود گاوی، بیوچار، نانوزئولیت) بوده و گونه پادزیست در چهار سطح (گواه، جنتامایسین، اکسی‌تتراسایکلین، پنی-سیلین) و اندازه کاربرد در سه سطح (50، 100 و 200 میلی‌گرم پادزیست بر کیلوگرم خاک خشک) فاکتورهای آزمایش بودند. چشمگیر بودن ناهمانندی پیامد تیمارهای بکاررفته در پژوهش با بهره‌گیری از آزمون کمترین ناهمانندی چشمگیر در پایه آماری یک درصد آزمون شد. داده‌پردازی با نرم افزار اکسل و همه تجزیه و تحلیل‌های آماری با بهره‌گیری از برنامه آماری SAS 9.1 انجام شد.

نتایج

نشان تیمارها بر قارچ‌های خاک

تجزیه واریانس لگاریتم فراوانی قارچ‌های شمارش شده در هر بازه زمانی نشان داد که پیامد تیمارهای گونه بهساز، گونه پادزیست و اندازه کاربرد پادزیست در بازه‌های زمانی 7-1 روز و 30-7 روز بر شمار قارچ‌های شمارش شده چشمگیر بود. در بازه زمانی سوم گرماگذاری (90-30 روز)، اندازه کاربرد پادزیست پیامد چشمگیری بر شمار قارچ‌های خاک نداشت ولی پیامد برهمکنش بهساز و گونه پادزیست

www.SID.ir

Archive of SID

در بازه 7-30 روز و 90-30 گرماگذاری از دیدگاه آماری چشمگیر بود (جدول 2).

آزمون میانگین لگاریتم فراوانی قارچ‌های خاک در بازه زمانی 1 تا 7 روز در تیمارهای بهساز، گونه پادزیست و اندازه کاربرد آن به گونه جداگانه در جدول 3 آورده شده است. همانگونه که دیده می‌شود در این زمان بهساز کود گاوی بیشترین لگاریتم فراوانی قارچی را دارد (4/04) که از دیدگاه آماری ناهمانندی چشمگیری با آن در کاربرد بیوچار (3/91) ندارد و کمترین اندازه فراوانی همه قارچ‌ها نیز در تیمار گواه دیده می‌شود (3/79). پادزیست‌ها پیامد بدی بر شمار قارچ‌ها داشتند و پادزیست جنتامایسین بیشترین پیامد منفی را داشت و اندازه کاربرد 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم پادزیست نیز مایه کاهش چشمگیر شمار فراوانی همه قارچ‌ها در برابر اندازه 50 میلی‌گرم بر کیلوگرم شد (جدول 3).

کمترین لگاریتم فراوانی در تیمارهای کاربرد پادزیست پنی سیلین دیده شد، اما کاربرد بهسازها مایه افزایش فراوانی قارچ‌ها در خاک در پی کاربرد پادزیست در برابر گواه (بدون پادزیست) شد. کاربرد بهساز کود گاوی در خاک در بازه 7-30 روز گرماگذاری مایه افزایش 2/69، 2/71، 7/23 و 10/4 درصدی فراوانی قارچ‌ها در برابر تیمار بدون بهساز در تیمارهای بدون پادزیست و کاربرد پادزیست‌های جنتامایسین، اکسی-تتراسایکلین و پنی‌سیلین شد. در بازه زمانی 90-30 روز نیز، کاربرد بهسازها مایه افزایش فراوانی قارچ‌های خاک در برابر تیمارهای گواه گردید و بیشترین افزایش در شمارش فراوانی قارچ‌ها در تیمار کود گاوی دیده شد ولی ناهمانندی چشمگیری میان کاربرد بیوچار و نانوزئولیت دیده نشد (جدول 4).

آزمون میانگین لگاریتم فراوانی قارچ‌های خاک در برهمکنش گونه پادزیست و بهساز بکاررفته در خاک در بازه زمانی 7-30 روز و 90-30 روز نشان داد (جدول 4) که در میان تیمارهای بکاررفته بیشترین لگاریتم فراوانی در تیمارهای کاربرد کود گاوی و گواه (بدون پادزیست) دیده شد (4/19 در روزهای 7-30 و 4/03 در روزهای 90-30) و کمترین آن‌ها در تیمار گواه بهساز و کاربرد پنی‌سیلین (3/64) در روزهای 7-30 و تیمار نانوزئولیت و کاربرد پادزیست جنتامایسین (3/66) در روزهای 90-30 شمارش شد (جدول 4). روهمرفته در میان بهسازها کاربرد کود گاوی پیامد مثبتی بر افزایش شمار فراوانی همه قارچ‌ها در برابر گواه (بدون بهساز) داشت و در میان پادزیست‌ها نیز در روزهای نخستین گرماگذاری، پادزیست پنی‌سیلین بیشترین پیامد منفی را داشت که هر چه زمان نگهداری خاک افزایش یافت، از پیامد بد پادزیست‌ها کاسته شد و با افزایش اندازه کاربرد پادزیست شمار قارچ‌ها نیز بیشتر افزایش یافت (جدول 4).

جدول 2- تجزیه واریانس لگاریتم فراوانی ریزجانداران شمارش شده در زمان‌های گوناگون در تیمارهای گونه پادزیست و اندازه کاربرد آن در خاک‌های تیمار شده با بهسازهای گوناگون

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		همه قارچ ها			همه باکتری ها			باکتری های روده ای		
		بازه 1-7 روز	بازه 7-30 روز	بازه 30-90 روز	بازه 1-7 روز	بازه 7-30 روز	بازه 30-90 روز	بازه 1-7 روز	بازه 7-30 روز	بازه 30-90 روز
بلوک (R)	2	0/102ns	0/225**	0/015ns	0/62ns	0/032**	0/018**	1/515**	0/002ns	0/013**
بهساز (A)	3	0/427**	0/356**	0/312**	1/03*	0/122**	0/163**	1/127**	0/271**	0/110**
R*A	6	0/038ns	0/098*	0/011ns	0/36ns	0/004ns	0/001ns	0/132ns	0/002ns	0/001ns
پادزیست (B)	3	0/450**	0/589**	0/081**	93/24**	1/507**	0/088**	14/39**	0/967**	0/077**
اندازه کاربرد (C)	2	0/194*	0/149*	0/028ns	32/39**	0/015*	0/032**	21/15**	0/003ns	0/037**
A*B	9	0/059ns	0/073*	0/051**	0/27ns	0/008*	0/004**	0/101ns	0/008ns	0/004**
A*C	6	0/085ns	0/070ns	0/012ns	0/22ns	0/002ns	0/003*	0/178ns	0/006ns	0/003ns
B*C	6	0/066ns	0/075ns	0/018ns	11/35**	0/040**	0/012**	12/77**	0/024**	0/017**
A*B*C	18	0/040ns	0/037ns	0/011ns	0/34ns	0/003ns	0/005**	0/314ns	0/011*	0/004**
خطا	88	4/75	3/26	1/27	33/35	0/29	0/106	17/77	0/528	0/146
ضریب تغییرات	-	5/96	4/82	3/11	9/07	0/72	0/42	9/11	1/16	0/58

* و ** به ترتیب نشان دهنده ناهمانندی چشمگیر از دیدگاه آماری در پایه پنج درصد، یک درصد و ns بدون ناهمانندی چشمگیر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- آزمون میانگین لگاریتم فراوانی همه قارچ‌ها در تیمارهای گونه بهساز، گونه پادزیست و اندازه بکاررفته آن در خاک در بازه زمانی 7-1 روز

فراوانی همه قارچ‌ها		فراوانی همه قارچ‌ها		فراوانی همه قارچ‌ها
گونه بهساز		گونه پادزیست	اندازه کاربرد	
گواه	3/79 ±0/07b	گواه	4/04 ±0/08a	50 میلی‌گرم بر کیلوگرم	3/91 ±0/09a
کود گاوی	4/04 ±0/05a	جنتامایسین	3/77 ±0/09b	100 میلی‌گرم بر کیلوگرم	3/94 ±0/08a
بیوچار	3/91 ±0/07ab	اکسی تتراسایکلین	3/89 ±0/11b	200 میلی‌گرم بر کیلوگرم	3/82 ±0/06b
نانوزئولیت	3/83 ±0/06b	پنی سیلین	3/83 ±0/08b		

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون ناهمانندی چشمگیری در پایه آماری یک درصد ندارند.

جدول 4- آزمون میانگین لگاریتم فراوانی همه قارچ‌ها در برهمکنش گونه پادزیست و بهساز بکاررفته در خاک در بازه های زمانی 7-30 و 30 تا 90 روز و آزمون میانگین لگاریتم همه باکتری‌های خاک در بازه زمانی 7-30 روز

بهساز	پادزیست	همه قارچ‌ها (log CFU/gr soil)	همه باکتری‌ها	
		بازه 7-30 روز	بازه 30-90 روز	بازه 7-30 روز
گواه	گواه	4/08 ±0/06e	3/91 ±0/06f	8/27 ±0/05e
	جنتامایسین	4/05 ±0/19f	3/82 ±0/21k	7/93 ±0/07g
	اکسی‌تتراسایکلین	3/87 ±0/52l	3/73 ±0/11l	7/81 ±0/08j
	پنی‌سیلین	3/64 ±0/40o	3/67 ±0/15m	7/81 ±0/07j
کود گاوی	گواه	4/19 ±0/07a	4/03 ±0/06a	8/35 ±0/01b
	جنتامایسین	4/16 ±0/13b	4/00 ±0/14b	9/09 ±0/09a
	اکسی‌تتراسایکلین	4/15 ±0/12c	3/96 ±0/16d	8/03 ±9/11f
	پنی‌سیلین	4/02 ±0/09g	3/99 ±0/08c	7/92 ±0/06g
بیوچار	گواه	4/01 ±0/07h	3/92 ±0/00e	8/33 ±0/01c
	جنتامایسین	4/08 ±0/17e	3/88 ±0/21g	8/05 ±0/11f
	اکسی‌تتراسایکلین	3/97 ±0/07j	3/77 ±0/07h	7/92 ±0/06g
	پنی‌سیلین	3/66 ±0/41n	3/85 ±0/08j	7/89 ±0/07h
نانوزئولیت	گواه	3/99 ±0/09i	3/87 ±0/02h	8/31 ±0/03d
	جنتامایسین	3/94 ±0/12k	3/66 ±0/11i	8/03 ±0/08f
	اکسی‌تتراسایکلین	4/10 ±0/06d	3/85 ±0/08j	7/87 ±0/03i
	پنی‌سیلین	3/85 ±0/12m	3/85 ±0/09j	7/83 ±0/11j

میانگین‌های دارای حروف یکسان ناهمانندی چشمگیری در پایه آماری یک درصد ندارند.

نشان تیمارها بر همه باکتری‌های خاک

تجزیه واریانس نشان داد که پیامد گونه بهساز، گونه پادزیست و اندازه کاربرد آن‌ها در هر سه بازه زمانی پژوهش بر لگاریتم فراوانی همه باکتری‌های خاک از دیدگاه آماری چشمگیر بود. نشانه‌ی برهمکنش گونه پادزیست و اندازه کاربرد بر فراوانی همه باکتری‌های خاک تنها در بازه زمانی 1-7 روز از دیدگاه آماری چشم گیر نشد. برهمکنش گونه بهساز و اندازه کاربرد پادزیست و برهمکنش سه گانه تیمارها تنها در بازه زمانی 30-90 روز پیامد چشمگیری بر فراوانی همه باکتری‌های خاک داشتند. در برابر آن پیامد برهمکنش پادزیست و اندازه کاربرد بر شمارش همه باکتری‌ها در هر سه بازه زمانی از دیدگاه آماری چشمگیر بود ($P<0.01$؛ جدول 2).

کاربرد پادزیست جنتامایسین بیشترین پیامد منفی بر لگاریتم فراوانی همه باکتری‌های خاک در بازه زمانی 7-1 روز داشت و با افزایش اندازه کاربرد

www.SID.ir

Archive of SID

جنتامایسین، فراوانی همه باکتری‌های خاک به گونه چشمگیری کاهش پیدا کرد و اندازه کاهش برای اندازه-های کاربرد 50، 100 و 200 میلی‌گرم برکیلوگرم خاک به ترتیب 21/3، 41/4 و 68/6 درصد بود که بیشترین پیامد بازدارندگی بر رشد همه باکتری‌ها را در میان پادزیست-های به کار برده شده داشت. ناهمانندی چشمگیری میان کاربرد اندازه‌های گوناگون پادزیست پنی‌سیلین بر شمارش همه باکتری‌ها دیده نشد و هتا در اندازه 100 میلی‌گرم بر کیلوگرم مایه افزایش فراوانی همه باکتری‌ها در برابر اندازه 50 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک گردید. افزایش اندازه کاربرد اکسی تتراسایکلین نیز پیامد منفی بر شمارش همه باکتری‌ها در بازه 1-7 روز داشت، اما پیامد بازدارندگی آن کمتر از پادزیست جنتامایسین بود، به گونه‌ای که اندازه کاهش فراوانی همه باکتری‌ها در غلظت‌های 50، 100 و 200 میلی‌گرم برکیلوگرم خاک در برابر خاک گواه (بدون پادزیست) به ترتیب 9/5، 18/8 و 39/7 درصد بود (جدول 5).

در بازه 7-30 روز، فراوانی همه باکتری‌ها در تیمارهای کاربرد پادزیست به گونه چشمگیری افزایش پیدا کرد که اندازه افزایش برای پادزیست جنتامایسین و اکسی‌تتراسایکلین، بویژه در اندازه‌های بیشتر کاربرد بالاتر بود، در برابر آن، در کاربرد پادزیست پنی‌سیلین افزایش چشمگیری در فراوانی همه باکتری‌ها در بازه 7-30 روز در برابر بازه 1-7 روز دیده نشد (جدول 5).

جدول 5- آزمون میانگین لگاریتم فراوانی همه باکتری‌ها و باکتری‌های روده‌ای در خاک در برهمکنش گونه پادزیست و بهساز بکاررفته در خاک برای بازه‌های 1-7 و 7-30 روزه

گونه پادزیست	اندازه کاربرد (mg/kg)	همه باکتری‌ها (log CFU/gr soil)		باکتری‌های روده‌ای
		بازه 1-7 روز	بازه 7-30 روز	بازه 1-7 روز
گواه	-	8/31 ±0/049a	8/32±0/042a	6/88 ±0/080a
جنتامایسین	50	6/54 ±1/057g	7/98±0/063c	2/47 ±0/727g
	100	4/87 ±0/724i	7/96±0/084d	2/19 ±0/035i
	200	2/61 ±0/018j	8/13±0/070b	2/37 ±0/517h
اکسی‌تتراسایکلین	50	7/52 ±0/094e	7/92±0/099f	6/30 ±0/082c
	100	6/75 ±1/077f	7/91±0/146g	4/84 ±0/863f
	200	5/01 ±1/284h	7/90±0/092h	2/03 ±0/051j
پنی‌سیلین	50	7/72 ±0/206c	7/92±0/062e	6/44 ±0/082b
	100	7/75 ±0/059b	7/85±0/108i	6/24 ±0/570d
	200	7/66 ±0/067d	7/82±0/060j	5/57 ±1/030e

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون ناهمانندی چشمگیری در پایه آماری یک درصد ندارند.

آزمون میانگین لگاریتم فراوانی همه باکتری‌های خاک در بازه زمانی 7 تا 30 روز در تیمارهای برهمکنش پیامد گونه پادزیست و بهساز بکاررفته در خاک (جدول 4) نشان داد که در همه تیمارهای کاربرد پادزیست، بهره-گیری از بهسازها مایه افزایش فراوانی همه باکتری‌ها در خاک شده است و بیشترین اندازه فراوانی باکتری‌های خاک در بهسازهای کود گاوی، بیوچار و نانوزئولیت در بازه 7-30 روز با شگفتی در کاربرد پادزیست جنتامایسین دیده شد و ناهمانندی چشمگیری میان بهسازهای بیوچار و نانوزئولیت دیده نشد.

در بازه زمانی 30-90 روز نیز، همان‌گونه که در جدول 6 دیده می‌شود، کاربرد بهسازهای کود گاوی و پس از آن بیوچار مایه افزایش فراوانی همه باکتری‌ها شمارش شده در خاک در تیمارهای گوناگون پادزیست شده است. هم در خاک دارای بیوچار و هم در کود گاوی، پادزیست اکسی‌تتراسایکلین در همه اندازه‌ها و جنتامایسین در اندازه‌های 100 و 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک دارای بیشترین فراوانی باکتری بودند (جدول 6).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 6- آزمون میانگین لگاریتم فراوانی همه باکتری‌های خاک و باکتری‌های روده‌ای خاک در برهمکنش گونه پادزیست و اندازه کاربرد آن در خاک در بازه‌های زمانی 7-30 و 90-30 روزه

بهساز	گونه پادزیست	اندازه کاربرد (mg/kg)	همه باکتری‌ها (log CFU/gr soil) بازه 30-90 روز	باکتری‌های روده‌ای (log CFU/gr soil) بازه 7-30 روز	باکتری‌های روده‌ای (log CFU/gr soil) بازه 30-90 روز
گواه		-	8/10 ±0/03v	6/69±0/09j	6/79 ±0/02q
	جنتامایسین	50	8/18 ±0/01q	6/63 ±0/01n	6/87 ±0/02i
		100	8/15 ±0/03u	6/55 ±0/04p	6/90 ±0/03j
		200	8/24 ±0/01n	6/63 ±0/01n	6/83 ±0/00m
	اکسی‌تتراسایکلین	50	8/17 ±0/03s	6/48 ±0/02s	6/87 ±0/00i
		100	8/28 ±0/04k	6/54 ±0/01p	6/92 ±0/01hi
		200	8/26 ±0/04m	6/45 ±0/08u	6/86 ±0/04k
	پنی‌سیلین	50	8/14 ±0/03t	6/30 ±0/07y	6/80 ±0/04p
		100	8/15 ±0/02t	6/18 ±0/10z	6/81 ±0/14o
		200	8/26 ±0/01m	6/39 ±0/11y	6/96 ±0/07g
کود گاوی	گواه	-	8/22 ±0/01n	6/93 ±0/06a	6/90 ±0/02j
	جنتامایسین	50	8/26 ±0/02m	6/78 ±0/00e	6/94 ±0/01h
		100	8/34 ±0/01g	6/82 ±0/04c	7/06 ±0/02c
		200	8/37 ±0/03d	6/85 ±0/03b	7/09 ±0/03a
	اکسی‌تتراسایکلین	50	8/39 ±0/03c	6/74 ±0/01h	7/04 ±0/01d
		100	8/38 ±0/00b	6/66 ±0/06k	7/06 ±0/03c
		200	8/40 ±0/03a	6/63 ±0/09n	7/07 ±0/07b
	پنی‌سیلین	50	8/24 ±0/03n	6/47 ±0/12t	6/94 ±0/09h
		100	8/26 ±0/03m	6/49 ±0/10q	6/87 ±0/05
		200	8/36 ±0/00e	6/46 ±0/10u	7/03 ±0/02e
بیوچار	گواه	-	8/22 ±0/04n	6/82 ±0/06c	6/83 ±0/02m
	جنتامایسین	50	8/24 ±0/02n	6/77 ±0/02f	6/85 ±0/02l
		100	8/35 ±0/01f	6/70 ±0/04	6/90 ±0/03j
		200	8/36 ±0/05e	6/79 ±0/01d	6/99 ±0/06f
	اکسی‌تتراسایکلین	50	8/31 ±0/00i	6/74 ±0/03h	6/98 ±0/00f
		100	8/31 ±0/05i	6/63 ±0/10n	6/94 ±0/01h
		200	8/29 ±0/12j	6/49 ±0/06q	6/91 ±0/02i
	پنی‌سیلین	50	8/18 ±0/02q	6/45 ±0/08v	6/88 ±0/05i
		100	8/32 ±0/03h	6/53 ±0/04p	6/82 ±0/03n
		200	8/32 ±0/02h	6/43 ±0/13w	6/96 ±0/05g
نانوزئولیت	گواه	-	8/13 ±0/05u	6/76 ±0/11g	6/85 ±0/02l
	جنتامایسین	50	8/12 ±0/01u	6/65 ±0/02m	6/82 ±0/03n
		100	8/14 ±0/02t	6/72 ±0/05i	6/90 ±0/02j
		200	8/27 ±0/00l	6/82 ±0/02c	6/97 ±0/04g
	اکسی‌تتراسایکلین	50	8/21 ±0/04o	6/67 ±0/01l	6/85 ±0/07
		100	8/29 ±0/06j	6/53 ±0/04p	6/93 ±0/01h
		200	8/15 ±0/05t	6/53 ±0/14p	6/99 ±0/03f
	پنی‌سیلین	50	8/21 ±0/08o	6/44 ±0/09w	6/88 ±0/04i
		100	8/16 ±0/02t	6/59 ±0/06o	6/87 ±0/05i
		200	8/19 ±0/04p	6/41 ±0/08x	6/96 ±0/07g

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون ناهمانندی چشمگیری در پایه آماری یک درصد ندارند.

نشان تیمارها بر باکتری‌های روده‌ای

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در نخستین بازه زمانی بررسی شده (7-1 روز)، تیمارهای بهساز، گونه پادزیست، اندازه کاربرد و برهمکنش گونه پادزیست و اندازه کاربرد پیامد چشمگیری بر لگاریتم فراوانی روده‌ای خاک داشتند ($P<0.01$؛ جدول 2). در دومین و سومین بازه زمانی (30-7 و 90-30 روز) نیز پیامد تیمارهای به کار رفته و همچنین برهمکنش سه گانه بهساز، گونه پادزیست و اندازه کاربرد بر شمارش

www.SID.ir

Archive of SID

باکتری‌های روده‌ای از دیدگاه آماری چشمگیر بود (جدول 2). نشان پادزیست‌های بکاررفته بر این گروه از ریزجانداران به اندازه‌ای بزرگ بوده است که برهم‌کنش تیمارهای بهساز و اندازه پادزیست در هیچ بازه زمانی از دیدگاه آماری چشم‌گیر نبود و در برابر آن پیامد برهم‌کنش پادزیست و اندازه کاربرد آن بر این گروه از باکتری‌ها همانند آنچه در بررسی همه باکتری‌ها (و نه قارچ‌ها) دیده شد، در هر سه بازه زمانی چشم‌گیر بود. این بار دیگر آشکار می‌سازد که باکتری‌ها و بویژه باکتری‌های روده‌ای خاک تا چه اندازه به کاربرد پادزیست‌ها پاسخ‌دهنده هستند.

آزمون میانگین لگاریتم فراوانی باکتری‌های روده‌ای خاک در بازه زمانی 1 تا 7 روز در تیمارهای بهساز در جدول 7 آورده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود، در این زمان خاک دارای بهساز کود گاوی بیشترین فراوانی باکتری‌های روده‌ای را دارد. از دیدگاه آماری میان تیمارهای کاربرد بیوچار و نانوزئولیت ناهمانندی چشمگیری دیده نمی‌شود، ولی خاک دارای نانوزئولیت کمترین فراوانی باکتری‌های روده‌ای را داشت (جدول 7).

جدول 7-آزمون میانگین لگاریتم فراوانی باکتری‌های روده‌ای در خاک در تیمار بهساز در بازه زمانی 7-1 روز

	بهساز			
	گواه	کود گاوی	بیوچار	نانوزئولیت
لگاریتم فراوانی باکتری‌های روده‌ای	4/96 ±0/028ab	5/16 ±0/017a	4/80 ±0/090b	4/78 ±0/059b

میانگین‌های دارای حروف یکسان ناهمانندی چشمگیری در پایه آماری یک درصد ندارند.

یافته‌های آزمون میانگین لگاریتم فراوانی باکتری‌های روده‌ای در خاک در برهمکنش پیامد گونه پادزیست و اندازه بکاررفته آن در خاک در در بازه 7-1 روز (جدول 5) نشان داد که کاربرد پادزیست‌ها به گونه چشم‌گیری فراوانی این گروه باکتری‌ها را در خاک کاهش داد و کمترین اندازه فراوانی برای هر سه پادزیست بکار رفته در اندازه 100 میلی‌گرم جنتامایسین بر کیلوگرم خاک دیده شد (2/19). در میان تیمارها بیشترین اندازه کاهش فراوانی این گروه از باکتری‌ها در کاربرد پادزیست جنتامایسین در اندازه های 100 و 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم دیده شد، و بیشترین اندازه بکاررفته از پادزیست اکسی‌تتراسایکلین نیز کمترین اندازه فراوانی باکتری‌های روده‌ای را داشت که این کاهش به اندازه 70/5 درصد در برابر گواه (بدون پادزیست) بود. در برابر آنها اندازه کاهش برای پادزیست پنی سیلین اندک بود و در اندازه کاربرد 200 میلی‌گرم پنی‌سیلین بر کیلوگرم خاک به 19/04 درصد رسید که نمایانگر بازدارندگی کمتر پادزیست پنی سیلین بر فراوانی و رشد باکتری‌های روده‌ای در برابر پادزیست‌های جنتامایسین و اکسی‌تتراسایکلین است (جدول 5).

در بازه‌های 7-30 روز و 90-30 روز یافته‌های آزمون میانگین لگاریتم فراوانی باکتری‌های روده‌ای در خاک در برهمکنش سه‌گانه تیمارها نشان داد که فراوانی باکتری‌های روده‌ای در خاک با کاربرد بهسازها افزایش پیدا کرد و بیشترین افزایش فراوانی این گروه باکتریایی همانند قارچ‌ها و همه باکتری‌های خاک در تیمارهای کاربرد کود گاوی و سپس بیوچار دیده شد. در همه تیمارهای کاربرد بهساز، با شگفتی پادزیست جنتامایسین در همه غلظت‌ها دارای بیشترین فراوانی باکتری‌های روده‌ای در خاک بود که ناهمانندی چشمگیری با تیمارهای گواه (بدون کاربرد پادزیست) نداشتند و کمترین فراوانی باکتری‌های روده‌ای نیز با کاربرد پادزیست پنی‌سیلین دیده شد (جدول 5). در بازه 30-90 روز نیز، یافته ها همانند با بازه 7-30 روز بود، با این ناهمانندی که در این بازه زمانی، تیمارهای کاربرد پادزیست اکسی تتراسایکلین همراه با بهسازهای کود گاوی و نانوزئولیت دارای بیشترین فراوانی باکتری بودند. تیمارهای بهره‌گیری از بهساز کود گاوی و پادزیست‌های جنتامایسین و اکسی‌تتراسایکلین در اندازه‌های کاربرد 100 و 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشترین اندازه لگاریتم فراوانی باکتری‌های روده‌ای را داشتند و ناهمانندی چشمگیری میان آنها دیده نشد (جدول 6).

شناسه‌های پایداری و بازگشت پذیری فراوانی باکتری‌ها و قارچ‌های بررسی شده در خاک

برآورد و بررسی شناسه پایداری ریزجانداران شمارش شده در برابر پادزیست‌ها در خاک‌های تیمار شده با بهسازهای گوناگون در دوره گرماگذاری 90 روزه، نشان داد که کاربرد بهسازها به گونه چشمگیری مایه

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش پایداری گروه‌های گوناگون ریزجانداران در برابر پادزیست‌های گوناگون شد (نمودار 1) و کاربرد بهسازها پیامد بد پادزیست ها بر همه قارچ‌های خاک، همه باکتری‌ها و باکتری‌های روده‌ای را کاستند. بهساز کود گاوی بیشترین پیامد بر افزایش پایداری ریزجانداران داشت و پس از آن بیوچار و نانوزئولیت بود. به هر گونه، با نگرش به پاسخدهی بالای باکتری‌های روده‌ای به پادزیست های جنتامایسین، کاربرد بهسازها کارایی چندانی در بهبود شناسه پایداری این گروه باکتریایی در خاک‌های با کاربرد جنتامایسین و اندازه‌های بالای کاربرد اکسی‌تتراسایکلین نداشت (نمودارهای 1-ب، 1-د و 1-و). یافته‌های این بخش از پژوهش نشان داد که قارچ‌ها پایداری بالایی در برابر آلودگی خاک با پادزیست‌های بکاررفته داشتند و بیشترین پایداری را نیز در برابر کاربرد پادزیست پنی سیلین در غلظت‌های گوناگون نشان دادند. به هر گونه، افزایش اندازه کاربرد پادزیست‌های جنتامایسین و اکسی‌تتراسایکلین مایه کاهش پایداری این گروه از ریزجانداران نیز گردید (نمودار 1-الف). همه باکتری‌ها و باکتری‌های روده‌ای پاسخدهی بالایی به پادزیست‌های جنتامایسین و اکسی‌تتراسایکلین به ویژه در اندازه‌های کاربرد بالا نشان دادند و پایداری این گونه‌ها بسیار کاهش پیدا کرد و پیامد بازدازنده بزرگی بر آنها داشتند. همه باکتری‌های خاک پاسخدهی کمتری به کاربرد پادزیست پنی سیلین در برابر باکتری‌های روده‌ای از خود نشان دادند و با افزایش اندازه کاربرد پادزیست پنی‌سیلین، بر بزرگی پیامد بد بر این گروه ریزجانداران افزوده شد و کمترین اندازه پایداری در اندازه کاربرد 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم دیده شد (نمودارهای 1-ج و 1-هـ).

شناسه بازگشت پذیری فراوانی همه قارچ‌های خاک، همه باکتری‌ها و باکتری‌های روده‌ای در بازیابی ساختار نخستین خود به دنبال کاربرد پادزیست‌ها در اندازه‌های گوناگون در خاک‌های دارای بهسازهای گوناگون در نمودار 2 آورده شده است. همانگونه که دیده می شود کاربرد بهسازها مایه بهبود شناسه بازگشت پذیری فراوانی ریزجانداران بررسی شده گردید. برپایه نمودار 2-ب، کاربرد بهساز نانوزئولیت مایه بهبود بازگشت پذیری فراوانی قارچ‌های خاک در تیمارهای کاربرد پادزیست جنتامایسین گردید، در برابر آن کود گاوی کارایی بیشتری در بالا بردن بازگشت پذیری فراوانی قارچ‌ها در تیمارهای پادزیست اکسی‌تتراسایکلین و پنی‌سیلین داشت.

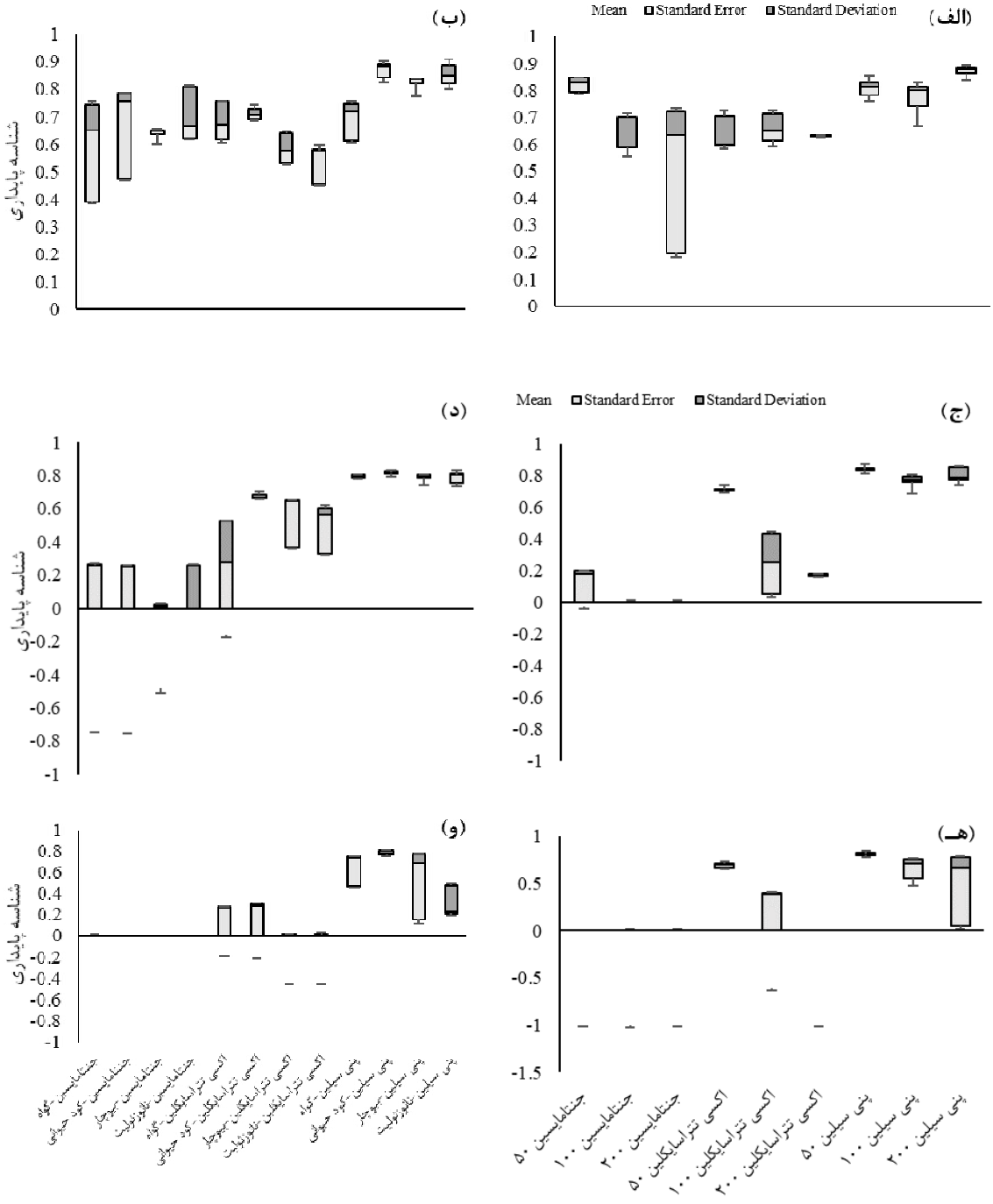
کاربرد بهسازها مایه افزایش چشمگیر بازگشت پذیری فراوانی همه باکتری‌ها و باکتری‌های روده‌ای در تیمارهای جنتامایسین گردید و اندازه بازگشت را تا نزدیک 100 درصد افزایش داد و بهساز نانوزئولیت کارایی بیشتری در این تیمارها داشت. کمترین اندازه بازگشت پذیری فراوانی همه باکتری‌های خاک در تیمارهای پادزیست اکسی-تتراسایکلین و برای باکتری‌های روده‌ای در تیمار پادزیست پنی‌سیلین دیده شد (نمودارهای 2-د و 2-و). یافته‌ها نشان می‌دهند که همه قارچ‌های خاک بازگشت میانه‌ای را پس از کاربرد پادزیست‌ها در اندازه‌های گوناگون داشتند و بیشترین اندازه بازگشت در اندازه کاربرد 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم جنتامایسین و پنی‌سیلین به دست آمد (نمودار 2-الف). همه باکتری‌ها در تیمارهای پادزیست جنتامایسین و در اندازه‌های 100 و 200 میلی-گرم بر کیلوگرم بیشینه بازگشت (100%) را از خود نشان دادند، در برابر آن بازگشت در غلظت 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم اکسی‌تتراسایکلین و پنی‌سیلین میان 50 و 60 درصد بود (نمودار 2-ج). باکتری‌های روده‌ای نیز بازگشت بیش از 90 درصدی در تیمارهای کاربرد پادزیست جنتامایسین نشان دادند و اندازه بازگشت این گروه از باکتری‌ها در تیمارهای پادزیست تتراسایکلین بیشتر از همه باکتری‌ها بود. به هر گونه این گروه، کمترین اندازه بازگشت پذیری فراوانی را در کاربرد پادزیست پنی‌سیلین نشان دادند (نمودار 2-هـ).

بحث

بهره‌گیری از بهسازها مایه افزایش فراوانی گروه‌های گوناگون ریزجانداران در خاک و شناسه‌های پایداری و بازگشت پذیری آنها در برابر گواه بدون بهساز، در زمان گرماگذاری شدند. بهسازهای آلی (بیوچار و کود گاوی) افزون بر بهبود ویژگی‌های خاک کم یا بیش دارای اندازه‌های از ماده آلی هستند و از این رو توانایی برانگیختن ریزجانداران خاک را دارا هستند (آملوت و همکاران، 2015)، به هر گونه کانگ و همکاران (2018) و اشمیت و همکاران (2004) گزارش کردند که رسیدن پادزیست‌ها به خاک پیامد ناخواسته‌ای بر ریزجانداران دارد. یه و همکاران (2019) کاهش پیامد بد پادزیست‌ها بر ریزجانداران خاک و کارکرد آنها را وابسته به جذب فیزیکوشیمیایی پادزیست‌ها بر رویه بهسازها دانستند. به سخن دیگر، کاهش پادزیست‌های محلول در آب مایه کمتر شدن پیامد زهری آنها روی ریزجانداران و در پی آن افزایش پایداری آنها در برابر پادزیست‌های خاک می شود.

www.SID.ir

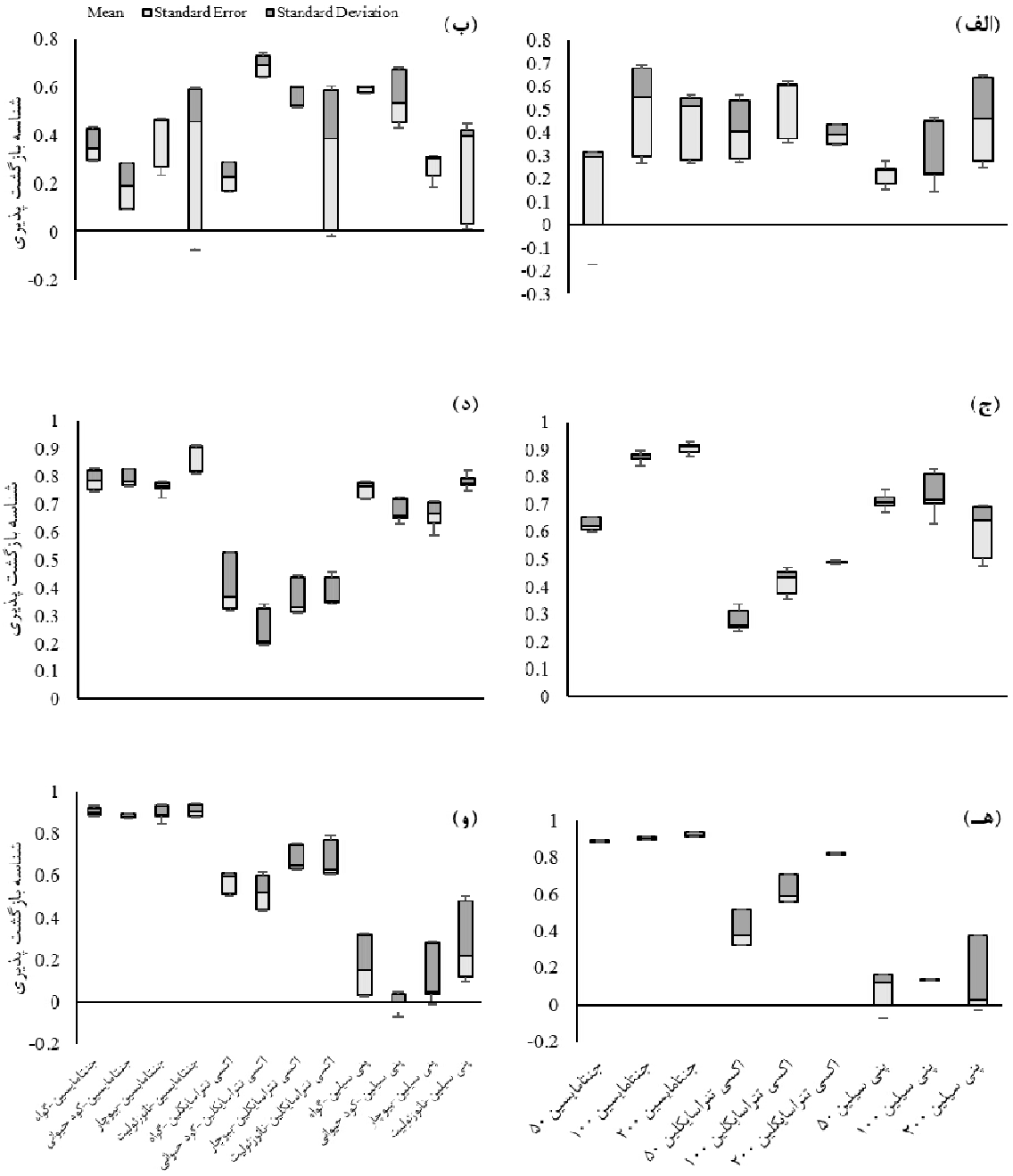
Archive of SID



نمودار 1- شناسه پایداری ریزجانداران (الف، ب) همه قارچ‌های خاک، (ج، د) همه باکتری‌ها، (هـ و) باکتری‌های روده‌ای، به ترتیب، در برهمکنش گونه پادزیست و اندازه بکاررفته آن و برهمکنش گونه پادزیست و بهساز بکاررفته در خاک در زمان گرماگذاری 90 روز (50: 50 میلی‌گرم بر کیلوگرم، 100: 100 میلی‌گرم بر کیلوگرم و 200: 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم پادزیست بکار رفته در خاک)

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار 2- شناسه بازگشت پذیری فراوانی (الف، ب) همه قارچ‌های خاک، (ج، د) همه باکتری‌ها، (هـ و) باکتری‌های روده‌ای، به ترتیب، در برهمکنش گونه پادزیست و اندازه بکاررفته آن و برهمکنش گونه پادزیست و بهساز بکاررفته در خاک در زمان گرماگذاری 90 روز (50: 50 میلی‌گرم بر کیلوگرم، 100: 100 میلی‌گرم بر کیلوگرم و 200: 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم پادزیست بکار رفته در خاک)

کارکرد بهساز آلی بیوچار در کاهش پیامد زهری پادزیست نیز می تواند وابسته به گنجایش بالاتر نگهداری آب (دوآن و همکاران، 2017؛ جیائو و همکاران، 2018) و ساختارهای نانولوله‌ای آن پس از پیرولیز باشد (لهمان و همکاران، 2011). جیائو و همکاران (2018) دریافتند که

www.SID.ir

Archive of SID

بیوچار در مهار پیامد زهری پادزیست‌ها کارایی ویژه داشته است.

اگر چه در خاک‌های بدون پادزیست تیمار خاک با نانوزئولیت گاهی پیامد بدی بر ریزجانداران داشت ولی بهساز نانوزئولیت نیز کارایی خوبی در بالا بردن پایداری و بازگشت پذیری فراوانی و همچنین رشد ریزجانداران در خاک‌های تیمار شده با پادزیست‌ها داشت. نانوزئولیت‌ها یکی از بزرگ‌ترین نگهدارنده‌های کاتیونی هستند و گنجایش تبادل درونی 2 تا 3 برابر بزرگ‌تر از دیگر کانی‌های یافت شده در خاک‌ها دارد. نانوزئولیت‌ها با سوراخ‌های ریزشان برای جذب مولکول‌ها در فشار و غلظت پایین، جاذب‌های توانایی هستند (چیو و لی، 2002). آنها نیز توانسته اند پادزیست پنی‌سیلین از دسته بتالاکتام‌ها با چندین گروه عاملی یونیزه شونده (کائوری و همکاران، 2011) را به گونه کارآمدی جذب نموده و از پیامد بد آن بر گروه‌های ریزجانداران بکاهد.

در این پژوهش فراوانی قارچ‌ها در بازه 30-90 روز گرماگذاری در برابر بازه 7-30 روز به گونه چشم-گیری کاهش پیدا کرد. کاهش فراوانی قارچ می‌تواند وابسته به افزایش فراوانی دیگر گروه‌های باکتریایی در بازه 7-30 روز و برهمکنش زیانبار باکتری‌ها بویژه از راه آنتی‌بیوزیز[1] و رقابت با قارچ‌ها باشد (آکیمنکو و همکاران، 2017). در روزهای آغازین گرماگذاری، افزایش فراوانی قارچ می‌تواند پیامدی از کاهش برهم‌کنش آن‌ها با باکتری-ها و کاراسازی آشیانه اکولوژیکی قارچ‌ها در خاک باشد (آکیمنکو و همکاران، 2017). قارچ‌ها پایداری بالایی در برابر آلودگی خاک با پادزیست‌های گوناگون داشتند و بیشترین پایداری را نیز در برابر کاربرد پادزیست پنی‌سیلین در غلظت های گوناگون نشان دادند. به هر گونه، افزایش اندازه کاربرد پادزیست‌های جنتامایسین و اکسی‌تتراسایکلین مایه کاهش پایداری این گروه میکروبی گردید. پایداری بالای قارچ‌ها به پادزیست‌ها می تواند با توانایی بالای آنزیمی در قارچ‌ها که سازنده‌های آنزیم‌های گوناگون در خاک (هامسفار و همکاران، 2011؛ دینگ و همکاران، 2014) هستند، و بهره‌گیری از پادزیست‌ها همانند خاستگاه کربن آلی (دانتاس و همکاران، 2008) وابسته باشد. از سوی دیگر برخی از آنها توانایی ساخت پادزیست‌های چون پنی‌سیلین‌ها (یاداو و همکاران، 2018) را دارند. به هر گونه پیامد پادزیست و بهساز بکاررفته در خاک بر فراوانی همه قارچ‌های خاک در بازه 7-30 روز و 30-90 از دیدگاه آماری چشم‌گیر بود. بهساز بکاررفته در خاک مایه افزایش فراوانی همه قارچ‌ها در خاک گردید و بیشترین افزایش در تیمارهای بهسازهای آلی (کود گاوی و بیوچار) دیده شد. پژوهش‌های گوناگون نشان داده اند که افزودن ترکیب های آلی مایه برانگیختگی کارکرد ریزجانداران خاک مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها از راه افزایش منابع غذایی آنها و بهبود ویژگی‌های خاک می شود (مکنی-تیلی و همکاران، 2013).

یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد پادزیست‌ها در خاک، بویژه جنتامایسین و اکسی-تتراسایکلین، پیامد زهری چشمگیری بر فراوانی همه باکتری‌های خاک و باکتری‌های روده‌ای داشتند. یافته‌های پژوهشگران دیگر نیز نشان از پیامد بد پادزیست‌های رسیده به خاک دارد. آکیمنکو و همکاران (2017) گزارش نمودند که آلودگی خاک با پادزیست‌ها فراوانی همه باکتری‌های خاک را کاهش داد. در این پژوهش، پادزیست جنتامایسین پیامد منفی و بد چشمگیرتری بر جمعیت گروه‌های میکروبی در خاک داشت که می‌توان به فراوانی بالاتر ژن‌های پایداری پادزیستی به تتراسایکلین‌ها در محیط در برابر ژن‌های پایداری به آمینوگلیکوزیدها و مکانیسم عمل متفاوت آن‌ها نسبت داد (ریزنفلد و همکاران، 2004؛ کادنا و همکاران، 2018). سینگر و هوفاکر (2006) نیز گزارش نمودند که کاربرد بی‌رویه پادزیست‌هایی مانند تتراسایکلین‌ها و پنی‌سیلین ها در دامپروری‌ها مایه افزایش پایداری به این پادزیست‌ها شده است. یونسی و صفری سنجانی (1396a) در بررسی پایداری پازیستی ازتوباکترها، انتروباکترها و سودوموناس-های خاک به هفت پادزیست آموکسی‌سیلین، آمپی‌سیلین، تتراسایکلین، داکسی‌سایکلین، ونکومایسین، استرپتومایسین و جنتامایسین گزارش کردند که آنها بیشترین پاسخدهی را به جنتامایسین و بیشترین پایداری را به استرپتومایسین و داکسی‌سایکلین داشتند.

گائو و همکاران (2013) نیز نشان دادند که پادزیست‌ها فراوانی همه باکتری‌های خاک از روز نخست تا روز هفتم کاهش دادند که پس از آن افزایش پیدا کرده و در روز سی‌ام به بیشترین اندازه خود رسید که با یافته-های این پژوهش همخوانی دارد. باکتری‌ها خاک نقش بسیار برجسته‌ای در برخی فرآیندهای بوم سازه-ای مانند چرخه بیوژئوشیمیایی عناصر خوراکی، ویژگی‌های ساختمانی و هیدرولیکی خاک و جریان انرژی دارند و پاسخ‌دهنده‌ترین گروه به پادزیست‌ها هستند (دینگ و همکاران، 2014). یافته‌ها نشان داد که پادزیست پنی سیلین پیامد منفی کمتری بر فراوانی باکتری‌های روده‌ای و

[1] Antibiosis

www.SID.ir

Archive of SID

همه باکتری‌ها داشت که می‌تواند ساختار دیواره یاخته‌ای باکتری‌های تندرشد خاک وابسته باشد. بیشتر باکتری‌های تندرشد خاک و همه باکتری‌های روده‌ای گرم منفی هستند و آنها در برابر این پادزیست پایداری بالایی دارند. لیورمور و همکاران (2001) ژن‌های بتالاکتاماز را در ژنوم اصلی باکتری‌های روده ای پیدا کردند. یونسی و همکاران (1396b) در بررسی پایداری پازیستی باکتری‌های کشت شدنی خاک گزارش کردند که ناکارآمدی پادزیست‌های بتالاکتامی (پنی‌سیلین ها و آموکسی‌سیلین ها) بر باکتری-های جداشده از خاک وابسته به ژن بتالاکتاماز و کارایی این آنزیم در شکستن حلقه بتالاکتام این پادزیست‌ها است. یونسی و همکاران (2019) در بررسی برخی از ژن های پایداری پادزیستی (*blaTEM, vanA, tetB, strA,* and *aac*(3)-II) در باکتری‌های خاک گزارش کردند که فراوانی جدایه‌های دارای ژن بتالاکتاماز بیشترین است و نزدیک 45 از 70 باکتری جدا شده این ژن را دارند. در برابر آن نزدیک 5 درصد از جدایه ها ژن *vanA*، و یک جدایه سودوموناس ژن *aac*(3)-II را داشت. ژن‌های *tetB* و *strA* در هیچ از باکتری‌ها یافت نشد.

نتیجه‌گیری پایانی

این پژوهش نشان داد که کاربرد بهسازها، بویژه کود گاوی و زغال زیستی آن، ویژگی خاک را بهبود بخشیده و توان پایداری ریزجانداران را در برابر پادزیست‌ها، هتا در اندازه‌های بالا را افزایش داد. همچنین برپایه یافته‌ها، پاسخ‌دهی ریزجانداران به پادزیست‌های گوناگون ناهمانند بود، به گونه‌ای که پادزیست پنی‌سیلین پیامد بد چندانی بر فراوانی ریزجانداران خاک نداشت، جنتامایسین در همه اندازه‌های بکاررفته و اکسی-تتراسایکلین در اندازه کاربرد بالا پیامد چشمگیری بر فراوانی قارچ‌ها، همه باکتری‌ها و باکتری‌های روده‌ای داشتند و همه باکتری‌ها و بویژه باکتری‌های روده‌ای خاک پاسخ نمایان‌تری به کاربرد پادزیست‌ها در خاک داشتند. روهمرفته پیامدهای پادزیست‌ها بر ریزجانداران خاک به گونه بهساز در خاک، گونه و اندازه پادزیست بکاررفته و زمان کاربرد بستگی دارد. کاربرد بهسازها بویژه کود گاوی و زغال آن می‌تواند از پیامد زهری آنها کاسته و مایه افزایش شناسه‌های پایداری و بازگشت پذیری فراوانی ریزجانداران در خاک گردد.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه بوعلی سینا برای فراهم کردن هزینه-های پژوهش و از زحمات و یاری سرکار خانم عشرتی در انجام آزمایش‌ها سپاسگزاری می‌شود.

فهرست منابع:

1. صفری سنجانی، ع.ا.، شریفی، ز.، سفری سنجانی، م. 1389. روش‌های آزمایشگاهی در میکروبیولوژی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، 562 صفحه.
2. قربان زاده، ن.، شعبانی روفچائی، ع.، پندی، ح. 1396. تأثیر دو نوع آنتی بیوتیک دارویی بر ویژگی های زیستی دو خاک رسی و لوم شنی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. 7(4): 113-99.
3. مولایی، ع.، لکزیان، ا.، حق نیا، غ.ح.، آستارایی، ع.ر.، رسولی صدقیانی، میرحسین، چکرینی، م.ت. 1397. ک های اکسی تتراسایکلین (OTC) و سولفامتاکسازول (SMX) بر نیتریفیکاسیون بالقوه و فعالیت آنزیم های فسفاتاز قلیایی و اوره آز در یک خاک آهکی. تحقیقات کاربردی خاک، 6(2): 14-1.
4. یونسی ن، صفری سنجانی ع.ا. 1396a. پایداری پازیستی ازتوباکترها، انتروباکترها و سودوموناس‌ها در خاک‌های معدن، چراگاه و کشاورزی پیرامون سه معدن در استان همدان، ایران. نشریه زیست شناسی خاک.5 (1): 67-81.
5. یونسی ن، صفری سنجانی ع.ا. و خداکرمیان غ. 1396b. ردیابی ژن بتالاکتاماز در باکتری های جدا شده از خاک‌های کشاورزی، چراگاه و معدن پیرامون معادن همدان، ایران. نشریه زیست شناسی خاک. 23: 35-48.
6. Akimenko, Y. V., Kazeev, K. S., Kolesnikov, S. I., Myasnikova, M. A., and Minnikova, T. 2017. Assessing resistance of the microbial community in soils to pollution with antibiotics. Asian Journal of Pharmaceutics 11(4): S798-S804.
7. Ameloot, N., Sleutel, S., Das, K. C., Kanagaratnam, J., and de Neve, S. 2015. Biochar amendment to soils with contrasting organic matter level: effects on N mineralization and biological soil properties. GCB Bioenergy 7(1): 135-144.

www.SID.ir

Archive of SID

8. Ansari, F. 2001. Use of systemic anti-infective agents in Iran during 1997-1998. Eur J Clin Pharmacol 57(6-7): 547-551.
9. Cadena, M., Durso, L. M., Miller, D. N., Waldrip, H. M., Castleberry, B. L., Drijber, R. A., and Wortmann, C. 2018. Tetracycline and Sulfonamide Antibiotic Resistance Genes in Soils From Nebraska Organic Farming Operations. Frontiers in Microbiology 9(1283): 1-10.
10. Chessa, L., Pusino, A., Garau, G., Mangia, N. P., and Pinna, M. V. 2016. Soil microbial response to tetracycline in two different soils amended with cow manure. Environ Sci Pollut Res Int 23(6): 5807-5817.
11. Chiou, M.-S., and Li, H.-Y. 2002. Equilibrium and kinetic modeling of adsorption of reactive dye on cross-linked chitosan beads. Journal of Hazardous Materials 93(2): 233-248.
12. Cycoń, M., Mrozik, A., and Piotrowska-Seget, Z. 2019. Antibiotics in the Soil Environment-Degradation and Their Impact on Microbial Activity and Diversity. Frontiers in microbiology 10: 338-338.
13. Dantas, G., Sommer, M. O., Oluwasegun, R. D., and Church, G. M. 2008. Bacteria subsisting on antibiotics. Science 320(5872): 100-103.
14. Ding, G.-C., Radl, V., Schloter-Hai, B., Jechalke, S., Heuer, H., Smalla, K., and Schloter, M. 2014. Dynamics of Soil Bacterial Communities in Response to Repeated Application of Manure Containing Sulfadiazine. PLOS ONE 9(3): e92958.
15. Duan, M., Li, H., Gu, J., Tuo, X., Sun, W., Qian, X., and Wang, X. 2017. Effects of biochar on reducing the abundance of oxytetracycline, antibiotic resistance genes, and human pathogenic bacteria in soil and lettuce. Environ Pollut 224: 787-795.
16. Gao, M., Song, W., Zhou, Q., Ma, X., and Chen, X. 2013. Interactive effect of oxytetracycline and lead on soil enzymatic activity and microbial biomass. Environmental Toxicology and Pharmacology 36(2): 667-674.
17. Hammesfahr, U., Kotzerke, A., Lamshöft, M., Wilke, B.-M., Kandeler, E., and Thiele-Bruhn, S. 2011. Effects of sulfadiazine-contaminated fresh and stored manure on a soil microbial community. European Journal of Soil Biology 47(1): 61-68.
18. Jiao, W., Du, R., Ye, M., Sun, M., Feng, Y., Wan, J., . . . Jiang, X. 2018. 'Agricultural Waste to Treasure' - Biochar and eggshell to impede soil antibiotics/antibiotic resistant bacteria (genes) from accumulating in Solanum tuberosum L. Environ Pollut 242(Pt B): 2088-2095.
19. Kang, A. J., Brown, A. K., Wong, C. S., Huang, Z., and Yuan, Q. 2018. Variation in bacterial community structure of aerobic granular and suspended activated sludge in the presence of the antibiotic sulfamethoxazole. Bioresour Technol 261: 322-328.
20. Kauri S., Rao R., and S., N. 2011. Amoxicillin: A broad spectrum antibiotic. Journal of Pharmaceutical Sciences 34: 401-417.
21. Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C. A., Hockaday, W. C., and Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota – A review. Soil Biology and Biochemistry 43(9): 1812-1836.
22. Lin, H., Jin, D., Freitag, T. E., Sun, W., Yu, Q., Fu, J., and Ma, J. 2016. A compositional shift in the soil microbiome induced by tetracycline, sulfamonomethoxine and ciprofloxacin entering a plant-soil system. Environ Pollut 212: 440-448.
23. Livermore, D. M., Warner, M., Hall, L. M., Enne, V. I., Projan, S. J., Dunman, P. M., . . . Harrison, G. 2001. Antibiotic resistance in bacteria from magpies (Pica pica) and rabbits (Oryctolagus cuniculus) from west Wales. Environ Microbiol 3(10): 658-661.
24. Lopatto, E., Choi, J., Colina, A., Ma, L., Howe, A., and Hinsa-Leasure, S. 2019. Characterizing the soil microbiome and quantifying antibiotic resistance gene dynamics in agricultural soil following swine CAFO manure application. PLOS ONE 14(8): e0220770.

www.SID.ir

Archive of SID

25. Meredith, H. R., Andreani, V., Ma, H. R., Lopatkin, A. J., Lee, A. J., Anderson, D. J., . . . You, L. 2018. Applying ecological resistance and resilience to dissect bacterial antibiotic responses. Science Advances 4(12): eaau1873.
26. Mokni-Tlili, S., Jedidi, N., and Hassen, A. 2013. Antagonistic interactions among cultivable actinomycetes isolated from agricultural soil amended with organic residues. African Journal of Microbiology Research 7(26): 3304-3320.
27. Orwin, K. H., and Wardle, D. A. 2004. New indices for quantifying the resistance and resilience of soil biota to exogenous disturbances. Soil Biology and Biochemistry 36(11): 1907-1912.
28. Pimm, S. L. 1984. The complexity and stability of ecosystems. Nature 307(5949): 321-326.
29. Pires, D. P., Melo, L., Vilas Boas, D., Sillankorva, S., and Azeredo, J. 2017. Phage therapy as an alternative or complementary strategy to prevent and control biofilm-related infections. Curr Opin Microbiol 39: 48-56.
30. Riesenfeld, C. S., Goodman, R. M., and Handelsman, J. 2004. Uncultured soil bacteria are a reservoir of new antibiotic resistance genes. Environ Microbiol 6(9): 981-989.
31. Schmitt, H., van Beelen, P., Tolls, J., and van Leeuwen, C. L. 2004. Pollution-Induced Community Tolerance of Soil Microbial Communities Caused by the Antibiotic Sulfachloropyridazine. Environmental Science & Technology 38(4): 1148-1153.
32. Singer, R. S., and Hofacre, C. L. 2006. Potential impacts of antibiotic use in poultry production. Avian Dis 50(2): 161-172.
33. Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., and Leoppert, R. H. (1996). Methods of Soil Analysis Part 3—Chemical Methods (D. L. Sparks, A. L. Page, P. A. Helmke, & R. H. Loeppert Eds.). Madison, WI: Soil Science Society of America, American Society of Agronomy.
34. Sun, J., Qian, X., Gu, J., Wang, X., and Gao, H. 2016. Effects of oxytetracycline on the abundance and community structure of nitrogen-fixing bacteria during cattle manure composting. Bioresour Technol 216: 801-807.
35. Telesiski, M. M., Przytarska, J. E., Sternal, B., Forwick, M., Szczuci, ski, W., . . . czkowski, M. (2018). IRD record of sediment core JM07-015. Retrieved from: https://doi.org/10.1594/PANGAEA.895465
36. Walkley, A., and Black, I. A. 1934. An examination of the method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37(1): 29-38.
37. Yadav, A. N., Verma, P., Kumar, V., Sangwan, P., Mishra, S., Panjiar, N., . . . Saxena, A. K. (2018). Chapter 1 - Biodiversity of the Genus Penicillium in Different Habitats. In V. K. Gupta & S. Rodriguez-Couto (Eds.), New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering (pp. 3-18). Amsterdam: Elsevier.
38. Ye, M., Sun, M., Huang, D., Zhang, Z., Zhang, H., Zhang, S., . . . Jiao, W. 2019. A review of bacteriophage therapy for pathogenic bacteria inactivation in the soil environment. Environment International 129: 488-496.
39. Younessi, N., Safari Sinegani, A. A., and Khodakaramian, G. 2019. Detection of antibiotic resistance genes in culturable bacteria isolated from soils around mines in Hamedan, Iran. International Journal of Environmental Science and Technology 16(12): 7643-7652.
40. Zablotni, A., and Jaworski, A. 2014. Sources of antibiotics in natural environments and their biological role. Postepy Hig Med Dosw (Online) 68: 1040-1049.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Antibiotics on ferequency of Native Fungi and Bacteria in Soils Treated by Organic and Mineral Conditioners

M. Rashtbari[1], and A. A. Safari Sinegani
Ph.D. student. Soil Science College of Agriculture, Bu-Ali Sina University. Hamadan;
E-mail: Mehdi.rashtbari@gmail.com
Professor. Soil Science College of Agriculture, Bu-Ali Sina University. Hamadan;
E-mail: aa-safari@basu.ac.ir
Received: October, 2019 & Accepted: December, 2019

Abstract

Nowadays, extensive application of antibiotics in medicine for treating people and in agriculture and veterinary caused soil and water contamination and also have negative impacts on soil microorganisms and biological processes rate. In the present study, the effect of releasing the mostly used antibiotic in soil (gentamicin, oxytetracycline, and penicillin) and different concentrations (50, 100 and 200 mg/kg dry soil) with and without organic and mineral conditioner (cow manure, biochar, and nano-zeolite) on total soil fungi, total cultivable bacteria and coliforms and their resistance and resilience indices at three time periods including 1-7, 7-30 and 30-90 days during a 90-day incubation time was evaluated in a split-factorial design which soil conditioners were considered as main plots and antibiotic types and concentration were as experimental factors. Resistance and resilience indices were calculated for microbial groups, as well. The addition of antibiotics, including gentamicin, reduced the abundance of microorganisms. Based on the results, cow manure had the highest total fungi count at 1-7 days which had no significant difference with biochar application. At 7-30 days, total bacteria count in antibiotic-treated soil significantly increased which the increase rate for gentamicin and oxytetracycline, especially at higher concentrations was more than penicillin. At 7-30 and 30-90 days, the application of cow manure and gentamicin and oxytetracycline at 100 and 200 mg/kg soil resulted in the highest total coliforms count. Generally, the results of the present study showed that the application of conditioners, especially cow manure, could decrease the toxic effects of antibiotics in soils and causes an increase in resistance and resilience indices of soil microorganisms.

Keywords: coliforms, antibiotic resistance, biochar, nano-zeolite

[1]. Corresponding author: Soil Science College of Agriculture Bu-Ali Sina University, Hamadan Iran

www.SID.ir