

اثر شوری آب آبیاری و کود دامی بر آبشویی باکتری اشرشیاکلی آزاد در ستون‌های خاک دست‌خورده

حسین شیرانی^{۱*}، سمیه شیروانی^۱ و محمد مرادی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱)

چکیده

در سال‌های اخیر آلودگی میکروبی آب‌های سطحی و زیرسطحی، یک مسئله و مشکل جدی برای برخی از کشورها به‌شمار می‌رود که منجر به ایجاد بیماری‌های خطرناک شده است. شوری خاک و آب آبیاری می‌تواند بر میزان جابه‌جایی و یا زنده‌مانی باکتری‌ها در خاک اثر داشته باشد. در این تحقیق اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری با قابلیت هدایت الکتریکی ۰/۵، ۲/۵ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر و کود آلی شامل کود مرغی، گاوی و مخلوط مرغی و گاوی به‌میزان ۱۰ تن در هکتار بر حرکت باکتری اشرشیاکلی در ستون‌های خاک دست‌خورده به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و قطر ۱۰ سانتی‌متر، در شرایط رطوبتی غیرماندگار بررسی شد و غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه‌آب خروجی اندازه‌گیری شد. شدت آلودگی زه‌آب ستون‌های خاک تیمار شده با شوری آب ۶ دسی‌زیمنس بر متر، کمتر از آب با شوری‌های ۲/۵ و ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود که این اختلاف در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. همچنین، شدت آلودگی زه‌آب ستون‌های تیمار شده با کود مرغی بیشتر از کود مخلوط و کود گاوی و کود مخلوط نیز، بیشتر از کود گاوی بود. اثر متقابل تیمارهای مختلف شوری بر غلظت باکتری اشرشیاکلی در تیمارهای کودی مختلف نیز در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که غلظت باکتری خروجی، تحت تأثیر شوری آب آبیاری قرار گرفته و با افزایش شوری غلظت باکتری کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: منحنی رخنه، کود مرغی، کود گاوی، زه‌آب خروجی

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

۲. گروه ویروس‌شناسی و میکروپزشناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

* مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: shirani379@yahoo.com

مقدمه

۱۰۰ روز در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد باقی می‌ماند. نتایج کدوا و همکاران (۱۸) نشان داد که یک گونه باکتری اشرشیاکلی به نام *E. coli O157:H7* حتی به مدت ۶۳۰ روز در خاک حاوی کود گوسفندی که تهویه مناسبی نداشت، در دمای پایین‌تر از ۲۳ درجه سانتی‌گراد باقی می‌ماند. روش کوددهی در خاک بستگی به نوع کود (مایع یا جامد)، نوع خاک و نوع کشت دارد (۱۳). زمانی که کود به صورت مایع به خاک تزریق شود، نسبت به زمانی که کود در سطح خاک پخش می‌شود، میکروارگانیسم‌های کمتری توسط اشعه UV خورشید از بین می‌روند. از طرف دیگر، تزریق کود به خاک، امکان جذب سطحی میکروارگانیسم‌ها را بر روی سطوح کلوییدی خاک افزایش می‌دهد (۲۲). زندسلیمی و همکاران (۱) نشان دادند که نوع کود آلی بر مقدار باکتری آزادشده در خاک مؤثر است. همچنین سپهرنیا و همکاران (۳۲) نشان دادند که میزان باکتری در زه‌آب خروجی ستون‌های خاک با کود گاوی در پورالیوم‌های مختلف بیشتر از کود مرغی بود. کمترین مقدار باکتری در ستون‌های شامل کود گوسفندی بود. افزودن کودهای مایع آلی، سبب بالا رفتن قدرت یونی محلول خاک و فشرده شدن لایه دوگانه پخشیده می‌شود. این عمل سبب نزدیک شدن باکتری‌ها به سطح خاک می‌شود، لذا با افزایش غلظت محلول کود، انتظار می‌رود انتقال و آبشویی باکتری‌ها در خاک کندتر شود (۳۵). از طرفی باکتری‌های موجود در کود، می‌توانند جذب سطوح کلوییدی کود و خاک شوند. این عمل می‌تواند انتقال و حرکت باکتری‌ها را به دلیل توانایی انتقال زیاد ذرات کلوییدی، آسان کند. البته این ذرات می‌توانند منافذ ریز خاک را مسدود و از حرکت باکتری‌های دیگر جلوگیری کنند (۶). برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که رطوبت خاک و آب‌گریزی سطح باکتری، از عوامل مهم مؤثر بر حرکت باکتری‌های پاتوژن در خاک هستند (۱۲).

عمق انتقال باکتری‌ها در خاک‌های مختلف متفاوت است. هاگدورن و همکاران (۱۴)، بیتون و هاروی (۲) عمق انتقال باکتری در عمق خاک را از ۱ تا ۸۳ متر گزارش کرده‌اند که

باکتری‌ها به دلیل تنوع متابولیکی، قادرند در جاهایی زندگی کنند که اغلب میکروارگانیسم‌های دیگر قادر به زندگی در آن مکان‌ها نیستند. چنانچه ویروس‌ها را استثنا بدانیم، معمولاً تعداد باکتری‌ها در خاک نسبت به سایر میکروارگانیسم‌ها بیشتر است. تنها در یک نمونه خاک ممکن است بیش از ۴۰۰۰ باکتری یافت شود که از لحاظ ژنتیکی با هم متفاوتند (۳۷). نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داده است که غلظت میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای دامی در میزان آلودگی منابع آبی نقش مهمی را ایفا می‌کند (۱۳ و ۲۸). غلظت باکتری بیماری‌زا به نوع حیوان، نوع میکروارگانیسم، تعداد میکروارگانیسم، سن حیوان، روش ذخیره کود، مدت ذخیره (میزان تجزیه قبل از اضافه شدن به خاک) و روش استفاده از کود، بستگی دارد (۲۰ و ۲۴). انتقال باکتری بستگی به اندازه سلول میکروارگانیسم، خصوصیات سطح سلول (۲۶)، بافت خاک و اندازه ذرات (۱۹ و ۳۸)، نفوذپذیری، درجه همگنی و مینرالوژی خاک (۳) دارد. این انتقال همچنین به pH محلول، قدرت یونی و تحرک خود باکتری بستگی دارد (۴ و ۳۱). مطالعات جربا و همکاران (۱۱)، تیت و همکاران (۳۶)، کیسی و همکاران (۱۷)، کرین و همکاران (۵)، ردی و همکاران (۳۰)، فاوست و همکاران (۹)، موبریو و همکاران (۲۳)، انتری و همکاران (۷) و ورجین و همکاران (۳۹) نیز نشان دادند که جذب (ابقاً) و یا انتقال باکتری در خاک تحت تأثیر ویژگی‌های خاک چون رطوبت، pH، درجه حرارت، مقدار و خصوصیات کود آلی، فراهمی مواد غذایی و بافت (توزیع اندازه ذرات) است. میزان رطوبت خاک بر سرعت حرکت و آبشویی باکتری‌ها مؤثر است (۱۵، ۲۷). هاگدورن و همکاران (۱۴) دریافتند که در شرایط غیر اشباع، عمق حرکت باکتری‌ها کمتر از یک متر است، در حالی که در شرایط اشباع می‌تواند به ۳۰ تا ۶۰ متر هم برسد. فیلیپ و همکاران (۱۰) در آزمایشی که برای تعیین قابلیت بقای چند میکروارگانیسم در خاک اشباع انجام دادند، مشاهده کردند که باکتری اشرشیاکلی برای مدت بیش از

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	مقدار
بافت	شنی
درصد رس	۶/۸۳
درصد سیلت	۳/۳۴
درصد شن	۸۹/۸۳
درصد کربنات کلسیم معادل	۱۰
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۵
درصد کربن آلی	۰/۳۴
هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتی‌متر بر ساعت)	۱۹/۳۱
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۵
جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۲/۷

ولی عصر (عج) رفسنجان با بافت شنی تهیه شد. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول (۱) آورده شده است.

کود مرغی مورد استفاده از مرغ‌های خانگی و کود گاوی نیز از گاوداری‌های خانگی حومه رفسنجان تهیه شدند. آب‌های مورد استفاده با شوری ۵/۰، ۵/۲ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر از موتور پمپ‌های اطراف رفسنجان تهیه شدند که آزمایش کشت باکتری اشرشیاکلی این آب‌ها منفی بود. پس از آماده‌سازی ستون‌های خاک، میزان ۱۰ تن در هکتار (برحسب وزن خشک) از هر یک از کودها، به سطح خاک اضافه شد و با آب‌هایی با شوری مورد نظر آبشویی شدند. زه‌آب به‌دست آمده جمع‌آوری شد و پس از رقیق کردن نمونه‌های آب به‌میزان لازم، بر روی محیط کشت ائوزین متیلن بلو (EMB) کشت داده شدند. پلیت‌های محیط کشت به‌مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (۲). در محیط کشت ائوزین متیلن بلو، باکتری‌های گرم منفی زیادی رشد می‌کنند که برای تشخیص باکتری اشرشیاکلی از سایر باکتری‌های گرم منفی، از محیط‌های کشت افتراقی دیگری شامل: (Triple Sugar Iron Agar) TSI، (SH2 indole motility) SIM

بستگی به نفوذپذیری و درجه اشباع خاک و طول زمان آبشویی کود دارد. در خاک‌هایی با منافذ درشت و زهکشی مناسب، انتقال باکتری بیشتر است (۳۴). ردی و همکاران (۳۰) سرعت حرکت اشرشیاکلی در دو خاک با زهکشی مناسب و ضعیف را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که سرعت حرکت باکتری اشرشیاکلی در خاک با زهکشی مناسب بیشتر از خاک با زهکشی ضعیف بود، دلیل این امر را به بالا بودن منافذ درشت در خاک با زهکشی مناسب نسبت دادند.

آگاهی از چگونگی حرکت باکتری اشرشیاکلی در ستون‌های خاک دست‌خورده و بررسی تأثیر شوری آب آبیاری بر چونگی حرکت آن، ما را در مدیریت استفاده از کودهای حیوانی یاری خواهد کرد. از این رو این مطالعه با هدف بررسی اثر شوری آب آبیاری بر حرکت باکتری اشرشیاکلی آزاد شده از سه نوع کود در خاک دست‌خورده، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شرایط آزمایشگاهی و تحت جریان غیر ماندگار، بر روی ستون‌های خاک دست‌خورده به ارتفاع ۳۰ و قطر ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. خاک مورد استفاده از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری از مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه

نوع کود مرغی، گاوی و مخلوط در ابتدای آبتشویی تقریباً یکسان بود (شکل ۱). با افزایش میزان آبشویی، غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه آب جمع آوری شده حاصل از ستونهای تیمار شده با کود گاوی، کاهش یافت.

در شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر که تقریباً شوری متوسطی است، در ابتدای آبتشویی غلظت باکتری اشرشیاکلی جمع آوری شده در زه آب ستونهای تیمار شده با هر سه کود تقریباً یکسان است و با ادامه آبشویی تا چهار پوروالیوم، غلظت باکتری اشرشیاکلی افزایش می‌یابد (شکل ۲). ولی با آبتشویی بیشتر، غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه آب کود گاوی کاهش یافته، تا جایی که از شش پوروالیوم به بعد، غلظت به صفر می‌رسد. غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه آب جمع آوری شده با کود مخلوط نیز از پوروالیوم شش به بعد کاهش می‌یابد که البته این کاهش به شدت کاهش در مورد کود گاوی نیست، درحالی که روند غلظت باکتری اشرشیاکلی در کود مرغی ثابت و یکنواخت است.

در شوری زیاد یعنی شش دسی‌زیمنس بر متر، نیز همانند دو شوری دیگر در ابتدای آبشویی، غلظت باکتری اشرشیاکلی تقریباً یکسان است (شکل ۳). در کود گاوی از همان ابتدا و با افزایش آبشویی، غلظت باکتری اشرشیاکلی روند کاهشی نشان داد، تا جایی که در هشت پوروالیوم غلظت به صفر رسید. در کود مخلوط غلظت باکتری اشرشیاکلی حاصل از آب زهکشی شده در چهار پوروالیوم ماکزیمم مقدار خود را دارد و بعد از آن غلظت به سرعت کاهش می‌یابد تا جایی که در ۱۰ پوروالیوم غلظت به صفر می‌رسد. در مورد کود مرغی با افزایش آبشویی تا شش پوروالیوم، روند غلظت باکتری اشرشیاکلی افزایشی است، به طوری که در شش پوروالیوم، ماکزیمم غلظت باکتری اشرشیاکلی دیده می‌شود. اما با افزایش آبشویی، غلظت باکتری اشرشیاکلی در این کود نیز کاهش چشمگیری پیدا می‌کند.

اثر تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری بر غلظت

اشرشیاکلی در زه آب خروجی

اثر تیمارهای شوری مختلف بر غلظت باکتری اشرشیاکلی در

MR-VP (Methyl red – Voges Proskauer) و سیترات آگار استفاده شد (۲۹). تعداد کلونی رشد کرده بر روی محیط کشت، با روش شمارش زنده، شمارش شدند. همچنین هدایت الکتریکی زه آب خروجی نیز اندازه‌گیری شد.

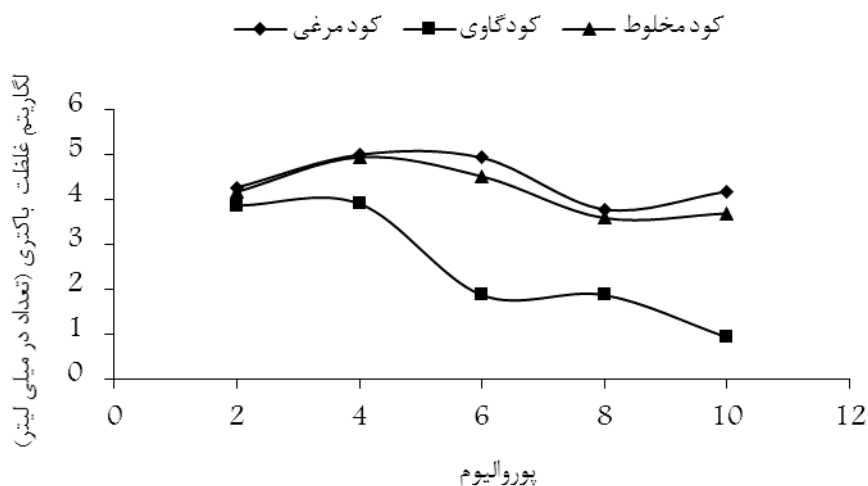
این پژوهش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شوری آبها (۰/۵، ۲/۵ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر)، فاکتور دوم نوع کود (مرغی، گاوی و مخلوط) بود. داده‌های به دست آمده به وسیله نرم افزار آماری MSTATC تجزیه شدند و مقایسه میانگینها به روش دانکن در سطح آماری یک درصد انجام شد. همچنین، شکلها با کمک نرم افزار Excel رسم شد و برای نرمال شدن داده‌ها، تبدیل لگاریتمی انجام شد.

نتایج و بحث

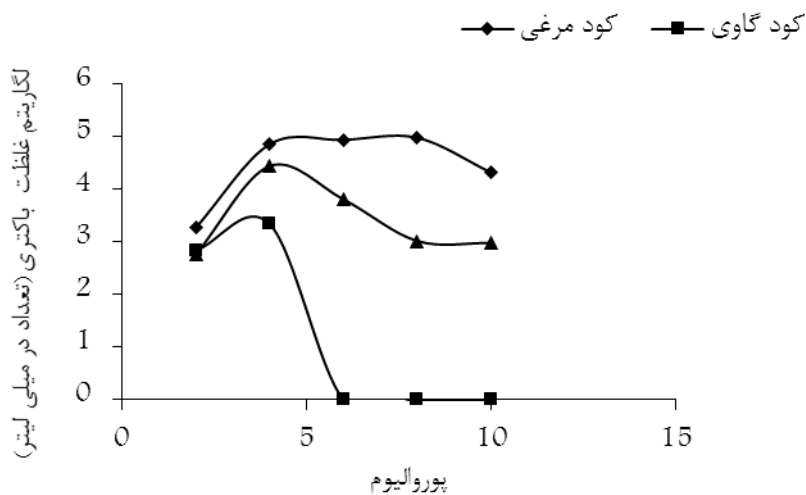
اثر تیمارهای کود بر منحنی رخنه باکتری اشرشیاکلی در شوری‌های مختلف

در شکل‌های (۱، ۲، ۳) اثر تیمارهای کود بر آلودگی زه آب، به ترتیب در شوری ۰/۵، ۲/۵ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر نشان داده شده است. شدت آلودگی زه آب ستونهای تیمار شده با کود مرغی بیشتر از کودهای مخلوط و گاوی بود که دلیل آن احتمالاً وجود مقادیر زیاد کربن آلی قابل تجزیه در کود مرغی است که باعث رشد و فعالیت تعداد زیادی باکتری اشرشیاکلی شده است. ولی در کود گاوی مقادیر زیادی کاه و کلش حاصل از بستر دام وجود داشت که دارای مواد تجزیه ناپذیر مانند لیگنین و سلولز است و این ترکیبات مناسب برای رشد و فعالیت باکتری اشرشیاکلی نیستند. غلظت باکتری‌های بیماری‌زای کودهای دامی به مقدار زیادی بستگی به نوع حیوان، روش نگهداری کود و میزان تجزیه آن پیش از افزودن به خاک دارد (۲۵). بنابراین پیش‌بینی می‌شود که تیمارهای کودی گوناگون، اثرهای غیر مشابه‌ای بر آلودگی زه آب داشته باشند (۳۲).

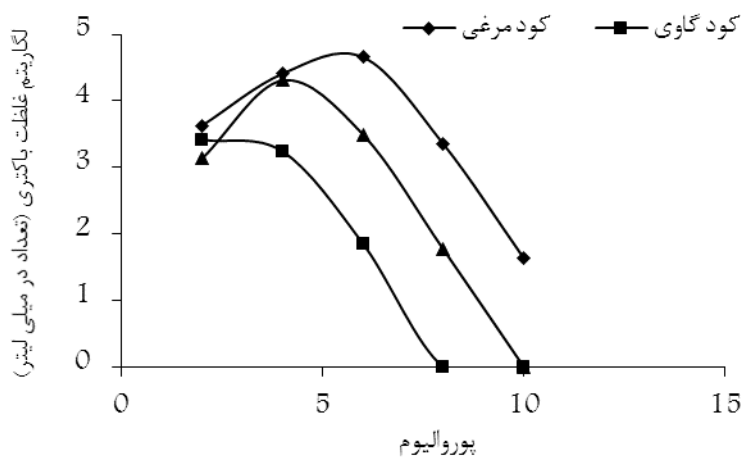
تحت شوری آب ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر (کمترین شوری)، غلظت باکتری اشرشیاکلی جمع آوری شده از ستونها در هر سه



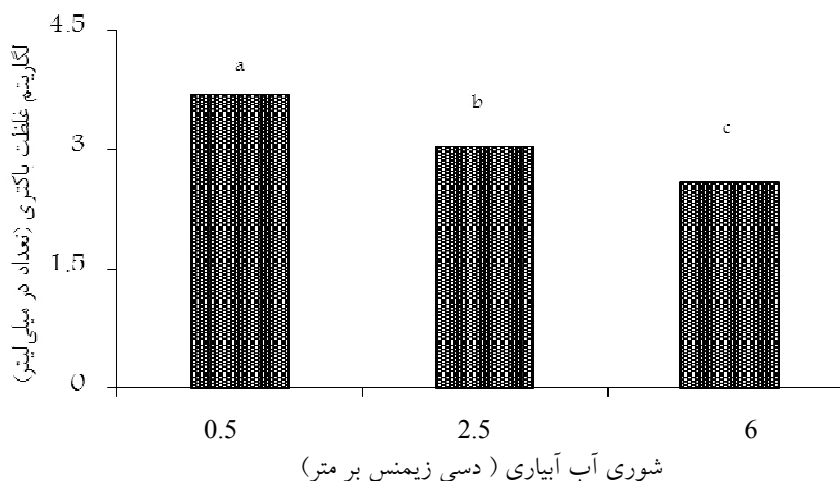
شکل ۱. منحنی رخنه باکتری اشرشیاکلی در شوری ۵/۰ دسی زیمنس بر متر



شکل ۲. منحنی رخنه باکتری اشرشیاکلی در شوری ۲/۵ دسی زیمنس بر متر



شکل ۳. منحنی رخنه باکتری اشرشیاکلی در شوری ۶ دسی زیمنس بر متر



شکل ۴. اثر شوری های مختلف بر غلظت اشرشیاکلی. حروف مشابه بیانگر نبود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری آب آبیاری و نوع کود دامی بر غلظت باکتری زه آب خروجی

F	میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
۳۳/۰۵۶۷**	۱۳/۶۷۹	۲	شوری
۱۵۵/۳۳۶۳**	۶۴/۸۸۲	۲	کود دامی
۷/۶۰۶۳**	۳/۱۴۷	۴	شوری × کود دامی

** معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱

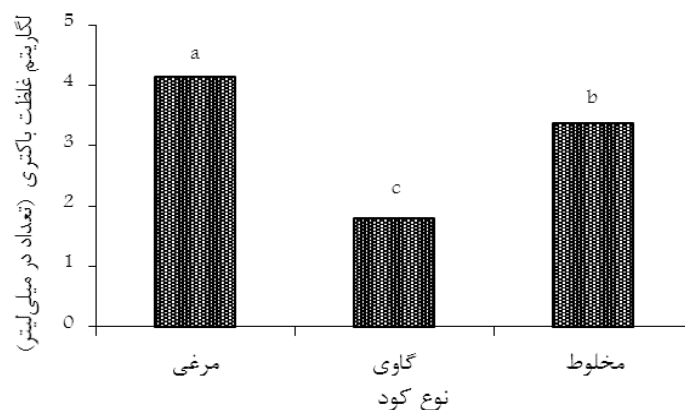
رفتن قدرت یونی محلول خاک و فشرده شدن لایه دوگانه پخشیده (DDL) می شود (۱۶). این عمل سبب نزدیک شدن باکتری ها به سطح ذرات خاک و غلبه نیروهای واندروال برای جذب باکتری روی سطح ذرات خاک می شود، لذا با افزایش غلظت محلول، انتقال و آبشویی باکتری ها در خاک کاهش می یابد (۲۱).

اثر تیمارهای کودی بر غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه آب خروجی

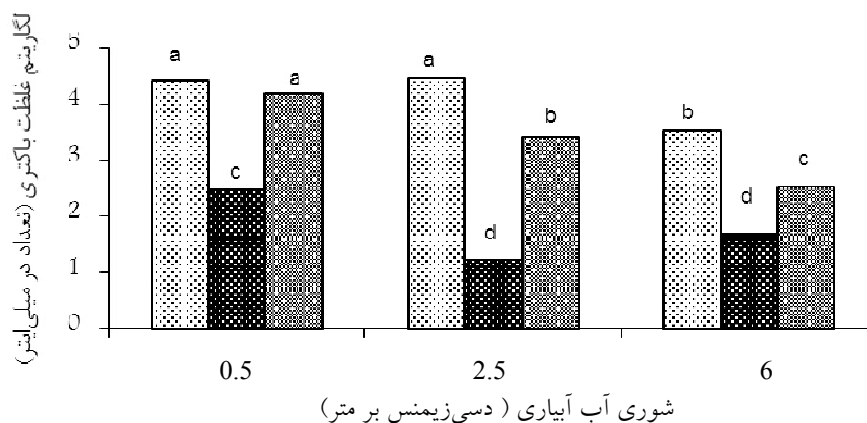
اثر تیمارهای کودی بر غلظت باکتری اشرشیاکلی در شکل (۵) نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که اثر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت باکتری اشرشیاکلی در سطح آماری یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). کود مرغی دارای بیشترین غلظت باکتری در زه آب جمع آوری شده بود و کود گاوی کمترین مقدار را دارا بود.

شکل (۴) آورده شده است. نتایج نشان دادند که تیمارهای مختلف شوری بر غلظت باکتری در سطح آماری یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه آب جمع آوری شده مربوط به کمترین شوری یعنی ۰/۵ دسی زیمنس بر متر و در شوری ۶ دسی زیمنس بر متر، غلظت باکتری کمترین مقدار را دارا است. نتایج مطالعات شانگ و همکاران (۳۳) و ورجین و همکاران (۳۹) نشان می دهد که شوری زه آب خروجی، بر روی حرکت باکتری اشرشیاکلی مؤثر است و در هر نوبت آبیاری، منحنی رفتار تجمع باکتری اشرشیاکلی با منحنی رفتار تجمعی نمک ارتباط داشته و می تواند به منظور مدل کردن انتقال باکتری اشرشیاکلی مورد استفاده قرار گیرد.

شوری زیاد اثر منفی بر غلظت باکتری اشرشیاکلی دارد و باعث از بین رفتن این باکتری می شود. همچنین شوری زیاد باعث بالا



شکل ۵. اثر تیمارهای کودی بر غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه آب خروجی. حروف مشابه بیانگر نبود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است



شکل ۶. اثر متقابل شوری های مختلف آب آبیاری و کود بر غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه آب خروجی. حروف مشابه بیانگر نبود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است

باکتری اشرشیاکلی نیستند، درحالی که در کود مرغی مقادیر زیاد کربن آلی قابل تجزیه وجود دارد که باعث رشد و فعالیت تعداد زیادی باکتری اشرشیاکلی می شود (۲۲). در کود مخلوط که مخلوطی از دو کود مرغی و گاو است، میزان آلودگی و فعالیت باکتری اشرشیاکلی بینابین دو کود دیگر است.

اثر متقابل شوری های مختلف آب آبیاری و کود بر غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه آب خروجی

نتایج مربوط به برهمکنش تیمارهای شوری های مختلف آب آبیاری و کود دامی در شکل (۶) آورده شده است. شوری کم آب آبیاری

نتایج مطالعه فرهنگی و همکاران (۸) نشان داد که حرکت باکتری اشرشیاکولی آزاد شده از کود گاو تحت تأثیر زمان آبشویی است. با گذشت زمان آبشویی، ذرات کود حرکت کرده و منافذ را می بندند که مانعی برای گذر باکتری از خاک است. نتایج دارناولت و همکاران (۶) نیز نشان داد که افزودن کود گاو به ستون های خاک، سرعت انتقال باکتری را کاهش می دهد که دلیل آن را مسدود شدن منافذ ریز توسط ذرات کلوییدی و آلی کود دانستند. همچنین در کود گاو مقادیر زیاد کاه و کلش وجود دارد که دارای مواد غیر قابل تجزیه مانند لیگنین و سلولز است. این ترکیبات مناسب برای رشد و فعالیت

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس رگرسیون

F	میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
۷/۶۹**	۳/۸۲۵	۲	رگرسیون
	۰/۴۹۷	۳۱	باقیمانده
		۳۳	کل

** معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱

جدول ۴. آزمون ضرایب

t	$\beta \pm \text{std}$	مدل
۰/۸۰۲	۱/۲۱۱ ± ۱/۵۱	مقدار ثابت
-۳/۵۷۸**	-۰/۱۹۵ ± ۰/۰۵۴	EC
۲/۱۲۶*	۰/۴۷ ± ۲/۲۱	pH
Log Concentration = 1.211 - 0.195 EC + 0.470 pH		مدل

*، ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

گاو ای است و از آنجایی که شدت کاهش در کود مرغی در شوری زیاد قابل ملاحظه بود، شاید بتوان این کاهش جمعیت باکتری در کود مخلوط را به کاهش جمعیت باکتری‌های موجود در کود مرغی نسبت داد. جدول تجزیه واریانس موارد ذکر شده در جدول (۲) آورده شده است.

همان‌طور که در مواد و روش‌ها بیان شد شوری زه‌آب خروجی نیز اندازه‌گیری شد و رابطه رگرسیونی بین غلظت باکتری اشرشیاکلی و شوری و pH زه‌آب خروجی برقرار شد. جدول تجزیه واریانس رگرسیون و آزمون ضرایب در جدول (۳ و ۴) آورده شده است.

نتیجه‌گیری

شوری آب آبیاری یکی از عوامل مهمی است که می‌تواند منجر به جذب و پالایش باکتری اشرشیاکلی در خاک شود. نتایج به‌دست آمده نشان داد که شوری به‌طور معنی‌داری موجب کاهش غلظت باکتری در زه‌آب شد، همچنین کودهای مختلف نیز اثر متفاوتی بر غلظت باکتری اشرشیاکلی داشتند. بیشترین غلظت باکتری در تیمار کود مرغی و کمترین غلظت در تیمار

یعنی شوری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر، تنها بر غلظت باکتری خروجی از زه‌آب کود گاو ای اثر معنی‌داری در سطح یک درصد آماری داشته است، اما تأثیری بر غلظت باکتری خروجی از زه‌آب کودهای مرغی و مخلوط ندارد. در شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر که شوری متوسط در این آزمایش محسوب می‌شود، بین هر سه تیمار کودی، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر غلظت باکتری اشرشیاکلی در زه‌آب خروجی وجود داشت، اما همان‌طور که در شکل هم مشخص است، اثر شوری کم و متوسط بر غلظت باکتری خروجی از زه‌آب کود مرغی معنی‌دار نبود. شاید دلیل این امر بالا بودن قابلیت هدایت الکتریکی کود مرغی است که این باعث افزایش مقاومت باکتری‌های رها شده از کود مرغی شده و باکتری‌های آزاد شده از این کود، توان زنده ماندن در این شوری‌ها را داشته‌اند. شوری شش دسی‌زیمنس بر متر، بر کاهش غلظت باکتری خروجی از هر سه نوع کود به‌طور معنی‌داری اثر داشته است. در این شوری غلظت باکتری‌های موجود در کود مرغی نیز به‌طور چشمگیری کاهش یافت. در کود مخلوط نیز شدت کاهش قابل ملاحظه بود. این کود مخلوطی از دو کود مرغی و

کود گاوی دیده شد، همچنین رابطه رگرسیونی که بین غلظت باکتری اشرشیاکلی خروجی از زه‌آب و شوری زه‌آب برقرار شد، نشان داد که غلظت باکتری خروجی رابطه منفی با شوری آب آبیاری داشت و با افزایش شوری، غلظت باکتری کاهش یافت.

منابع مورد استفاده

1. زند سلیمی، س.، م. ر. مصدقی و ع. ا. محبوبی. ۱۳۸۷. سرنوشت باکتری‌های گرم منفی آزاد شده از کودهای آلی مختلف در دو خاک استان همدان. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی* ۱۲(۴۶): ۲۸۹-۲۹۹.
2. Bitton, G. and R. W. Harvey. 1992. Transport of pathogens through soils and aquifers. PP: 103-124. In: R. Mitchell, (Ed.) *Environmental Microbiology*. Wiley-Liss, New York.
3. Bradford, S. A., Y. F. Tadassa and Y. Jin. 2006. Transport of coliphage in the presence and absence of manure suspension. *Journal of Environmental Quality* 35(3): 1692-1701.
4. Bradford, S. A., V. L. Morales, W. Zhang, R. W. Harvey, A. I. Packman, A. Mohanram and C. Welty. 2013. Transport and fate of microbial pathogens in agricultural settings. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 43(8): 775-893.
5. Crane, S. R., P. W. Westerman and M. R. Overcash. 1981. Dieoff of fecal indicator organisms following land application of poultry manure. *Journal of Environmental Quality* 9(1): 531- 537.
6. Darnault, C. J. G., T. S. Steenhuis, P. Garnier, Y. J. Kim, M. B. Jenkins, W. C. Ghiorse, P. C. Baveye and J. Y. Parlange. 2004. Preferential flow and transport of *cryptosporidium parvum* Oocysts through the vadose zone. *Vadose Zone Journal* 3(1): 262-270.
7. Entry, J. A., R. K. Hubbard, J. E. Theis and J. J. Fuhrmann. 2000. Coliform bacteria: II. Survival in soils. *Journal of Environmental Quality* 29(3): 1215-1224.
8. Farhangi, M. B., M. R. Mosaddeghi, A. A. Safari-Sinegani and A. A. Mahboubi. 2011. Unsaturated Transport of Cow Manure-Borne *Escherichia Coli* through the field soil *Journal of Water and Soil Science* 16(59):127-140.
9. Faust, M. A. 1982. Relationship between land-use practices and fecal bacteria in soils. *Journal of Environmental Quality* 11(1): 141-146.
10. Filip, Z., D. Kaddu-Mulindwa and G. Milde. 1988. Survival of some pathogenic and facultative pathogenic bacteria in groundwater. *Water Science and Technology* 20(2): 227-231.
11. Gerba, C. P., C. Wallis and J. L. Melnick. 1975. Fate of wastewater bacteria and viruses in soil. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 101(13): 157-174.
12. Gargiulo, G., S. A. Bradford, J. Simunek, P. Ustohal, H. Vereecken and E. Klumpp. 2008. Bacteria Transport and Deposition on under Unsaturated Flow Conditions: The Role of Water Content and Bacteria Surface Hydrophobicity. *Vadose Zone Journal* 7: 406-419.
13. Hagedorn, C. and E. L. McCoy. 1979. Soil suitability for on-site waste disposal: Development of genetically marked *Escherichia coli* strains as tracers of subsurface water flow. Water Resources Research Institute. Oregon State University, Corvallis.
14. Hagedorn, C., D. T. Hansen and G. H. Simonson. 1978. Survival and movement of fecal indicator bacteria in soil under conditions of saturated flow. *Journal of Environmental Quality* 7(1):55-59.
15. Hardie, M. A., W. E. Cotching, R. B. Doyle, G. Holz, S. Lisson and K. Mattern. 2011. Effect of antecedent soil moisture on preferential flow in a texture-contrast soil. *Journal of Hydrology* 398(3): 191-201.
16. Jewet, D. G., T. A. Hilbert, B. E. Logan, R. G. Arnold and R. C. Bales. 1995. Bacterial transport in laboratory columns and filters: influence of ionic strength and pH on collision efficiency. *Water Research* 29(2):1673-1680.
17. Kibbey, H. J., C. Hagedorn and E. L. McCoy. 1978. Use of fecal streptococci as indicators of pollution in soil. *Applied and Environmental Microbiology* 35(3): 711-717.
18. Kudva, I. T., K. Blanch and C. J. Hovde. 1998. Analysis of *Escherichia coli* O157:H7 in ovine or bovine manure and manure slurry. *Applied and Environmental Microbiology* 64(4): 3166-3174.
19. Lang N. L., S. R. Smith. 2007. Influence of soil type, moisture content and biosolids application on the fate of *Escherichia coli* in agricultural soil under controlled laboratory conditions. *Journal of Applied Microbiology* 103(14): 2122-2131.
20. Lindqvist, R. and G. Bengtsson. 1995. Diffusion-limited and chemical-interaction-dependent sorption of soil bacteria and microspheres. *Soil Biology and Biochemistry* 27(3): 941-948.
21. McMurry, S. W., M. S. Coyne and E. Perfect. 1998. Fecal coliform transport through intact soil blocks amended

- with poultry manure. *Journal of Environmental Quality* 27(5):86- 92.
22. Mosaddeghi, M. R., A. A. Mahboubi, S. Zandsalimi and A. Unc. 2008. Influence of organic waste type and soil structure on the bacterial filtration rates in unsaturated intact soil columns. *Journal of Environmental Management* 90(12): 730-739.
23. Mubiru, D. N., M. S. Coyne and J. H. Grove. 2000. Mortality of *Escherichia coli* O157:H7 in two soils with different physical and chemical properties. *Journal of Environmental Quality* 29(11): 1821-1825.
24. Nicholson, F. A., S. J. Groves and B. J. Chambers. 2005. Pathogen survival during livestock manure storage and following land application. *Bioresource Technology* 96(11): 135-143.
25. Nodar, R., M. J. Acea and T. Carballas. 1992. Poultry slurry microbial population: composition and evolution during storage. *Bioresource Technology* 40(4):29-34.
26. Park, S. and K. Song-Bae. 2009. Adhesion of *Escherichia coli* to iron-coated sand in the presence of humic acid: a column experiment. *Water Environment Research* 81(14): 125-130.
27. P. Brennan, F., V. O'Flaherty, G. Kramers, J. Grant and G. K. Richards. 2010. Long-Term Persistence and Leaching of *Escherichia coli* in Temperate Maritime Soil. *Applied and Environmental Microbiology* 76(5): 1449-1455.
28. Patni, N. K., H. R. Toxepeus and P. Y. Jui. 1985. Bacterial quality of runoff from manured and non-manured cropland. *Transactions of the ASAE* 28(4):1871-1877.
29. Rahimie, M. K. 2005. *Essentials of Medical Microbiology*. 1nd (Ed.). Aibig Press. Iran. (In Farsi).
30. Reddy, K. R., R. Khaleel and M. R. Overcash. 1981. Behavior and transport of microbial pathogens and indicator organisms in soils treated with organic wastes. *Journal of Environmental Quality* 10(1): 255-266.
31. Sepehrnia, N., A. A., Mahboubi, M. R. Mosaddeghi, A. Safari-Sinejani and G. Khodakaramian. 2014. *Escherichia coli* transport through intact gypsiferous and calcareous soils during saturated and unsaturated flows. *Geoderma* 217(15): 83-89.
32. Sepehrnia, N., L. Memarianfard, A. A. Moosavi, J. Bachmann, G. Guggenberger, F. Rezanezhad. 2017. Bacterial mobilization and transport through manure enriched soils: Experiment and modeling. *Journal of Environmental Management* 201: 388-396.
33. Shang, J., M. Flury and Y. Deng. 2009. Force measurements between particles and the air-water interface: implications for particle mobilization in unsaturated porous media. *Water Resource Research* 45(6): 64-69.
34. Shrestha, S., R. S. Kanwar, C. Cambardella, T. B. Moorman, T. E. Loynachan. 1997. Effect of Swine Manure Application on Nitrogen and Bacterial Leaching through Repacked Soil Columns. ASAE Paper No. 97-2164. St. Joseph, MI: Paper American Society of Agricultural Engineers (972164): 20 pp.
35. Stocker, M. D., Y. A. Pachepsky, R. L. Hill and D. R. Shelton. 2015. Depth dependent survival of *Escherichia coli* and enterococci in soil after manure application and simulated rainfall. *Applied and Environmental Microbiology* 81(14): 4801-4808.
36. Tate, R. L. 1978. Cultural and environmental factors affecting the longevity of *Escherichia coli* in histosols. *Applied and Environmental Microbiology* 35(3): 925-929.
37. Torsvika, V., J. Gohsoyr, F. L. Daae. 1990. High diversity in DNA of soil bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 56(50): 782-807.
38. Vasiliki, I. S. and C. V. Chrysikopoulos. 2011. Transport of biocolloids in water saturated columns packed with sand: Effect of grain size and pore water velocity. *Journal of Contaminant Hydrology* 126(11): 301-314.
39. Vergine, P., R. Saliba, C. Salerno, G. Laera, G. Berardi, and A. Pollice. 2015. Fate of the fecal indicator *Escherichia coli* in irrigation with partially treated wastewater. *Water Research* 85(2): 66-73.

The Effect of Salinity of Water Irrigation and Manure on Leaching *Escherchia coli* in Disturbed Soil Columns

H. Shirani^{1*} S. Shirvani¹ and M. Moradi²

(Received: January 27-2017 ; Accepted: September 23-2017)

Abstract

In recent years, microbial contamination of surface and groundwater is a serious problem in some countries, leading to dangerous diseases. Soil salinity and irrigation water can affect the amount of transport or survival of bacteria in soil. In this study, the effect of different levels of salinity of irrigation water with EC: 0.5, 2.5, 6 ds/m and three manures including poultry manure, cow manure and the mixture of poultry and cow manure with 10 ton ha⁻¹ on the transport of *Escherchia coli* was investigated in disturbed soil columns with 30cm height and 10cm diameter under unsteady-state water conditions. The concentration of *Escherchia coli* was measured. The severity of the effluent contamination of the treated columns with water salinity was 6 ds/m, which was less than that with the salinity of 2.5 and 0.5 ds/m. This difference was significant at the 0.01 probability level. Also, the effluent contamination of poultry manure-treated columns was greater than the cow manure and the mixed manure, and the contamination of mixed manure was greater than that of cow manure. The interaction of different salinity treatments on the concentration of *Escherchia coli* in different fertilizer treatments was significant at the 0.01 probability level. The results showed that the concentration of the released bacteria was affected by irrigation water salinity and with increasing the salinity, the concentration of the bacteria was reduced.

Keywords: Breakthrough curve, Poultry manure, Cow manure, Effluent contamination

1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.

2. Department of Virology and Microbiology, Faculty of Medicine, Medical Science University of Kerman, Kerman, Iran.

*: Corresponding Author, Email: e-mail:shirani@vru.ac.ir