مقایسه استفاده از دو روش مدل‌سازی مستقیم و معکوس در پیش بینی حرکت باکتری اشریشیاکولی در خاک بوسیله مدل HYDRUS-1D

مریم منیشداوی[1]، علیرضا جعفرنژادی[2]، حسین شیرانی[3]، غلامعباس صیاد[4]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

2- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان

3- عضو هیئت علمی دانشگاه ولی عصر رفسنجان

4- عضو هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: maneshdavi88@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق، حرکت باکتری اشریشیاکولی در خاک جهت برآورد میزان آلایندگی باکتریایی در خاک تحت تیمار کود مرغی با استفاده از دو روش مدل‌سازی مستقیم و معکوس (با کاربرد معادله غیرتعادلی حرکت املاح) بوسیله مدل HYDRUS-1D شبیه سازی شد. روش مدل‌سازی معکوس، حرکت باکتری در خاک را با ضریب تعیین بالاتری (0/99) نسبت به روش مستقیم (0/63) پیش‌بینی نمود. بر این اساس، شبیه‌سازی روش معکوس نسبت به روش مستقیم در حرکت باکتری اشریشیاکولی در خاک تحت تیمار کود مرغی از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد.

کلمات کلیدی: **اشریشیاکولی، شبیه‌سازی، کود حیوانی، مدل HYDRUS-1D**

مقدمه

ورود ریزجانداران به چرخه غذایی انسان از طریق کودهای دامی، محصولات کشاورزی، آب‌های سطحی، فاضلاب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری به خاک و آب‌های زیرزمینی باعث شیوع بیماری‌های مختلف با منشأ ناشناخته می‌گردد. پس از پخش کودهای حیوانی در سطح خاک، باکتری‌های بیماری‌زا موجود در این فضولات در اثر تماس با سطح خاک وارد خاک شده و می‌توانند از طریق آب آبیاری یا بارندگی در خاک منتقل و در دامنه‌ها به صورت زه‌آب و یا چشمه ظاهر شده و موجب آلودگی آب‌های سطحی و رودخانه‌ها گردند و یا به اعماق حرکت کرده و آب‌های زیرزمینی و منابع آب شرب را آلوده نمایند (وارنموند و کانوار،2002). از باکتری‌های بیماری‌زا موجود در فضولات دامی می‌توان به کلیفرم‌های مدفوعی مانند: سالمونلا، شیگلا، اشریشیاکولی، کامپیلوباکتر و پروتوزوئرهای خطرناکی همچون کریپتواسپوریدیوم و ژیاردیا اشاره کرد (جامیسون و همکاران،2002). از میان کلیفرم‌ها، E.Coli شاخص باکتری‌های گرم منفی بوده و وجود آن در آب نشانگر آلودگی مدفوعی آب است. به طور کلی، کلیفرم‌ها (اشریشیاکولی) باعث التهابات معده‌ای و روده‌ای می‌شوند، بنابراین بایستی مدیریتی در بهره‌گیری از فضولات دامی به عنوان کود، بکار رود تا زیان آلودگی منابع آب و خاک به حداقل برسد. از آن‌جا که بررسی مستقیم حرکت باکتری در خاک ممکن نیست، در نتیجه

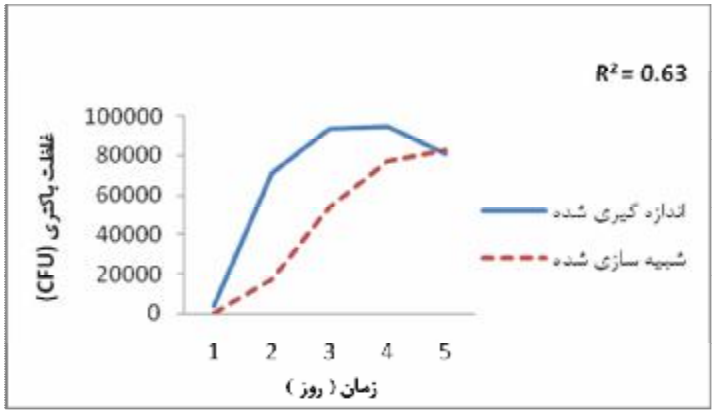
نیاز به استفاده از مدل و نرم‌افزار مطرح می‌شود تا بتوان حرکت باکتری در خاک را شبیه‌سازی نمود. در واقع مدل‌سازی به معنای استخراج روابط بین پدیده‌های مرتبط با هم و ارایه یک سیستم پویا است، تا امکان پیشگویی تغییرات پدیده یا پدیده‌ها نسبت به زمان، مکان و غیره به وجود آید. امروزه، کاربرد مدل‌های مختلف به منظور بررسی حرکت آلودگی (باکتریایی) در محیط‌های متخلخل وجود دارد که از جمله می‌توان، مدل HYDRUS-1D را نام برد. مدل HYDRUS-1D، یکی از مدل‌های پیشرفته در ارتباط با حرکت یک بعدی آب، املاح و گرما در خاک می‌باشد. این مدل ریاضی این امکان را دارد که پس از اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز و وارد کردن آن‌ها به نرم‌افزار، چگونگی حرکت باکتری را مدل کرده و مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد و دیدگاهی مناسب و مطلوب از آن در اختیار کاربر قرار دهد. شبیه‌سازی حرکت املاح و آلاینده‌ها (باکتری) با استفاده از مدل HYDRUS-1D می‌تواند در کاهش آلودگی‌های زیست محیطی (آلودگی ناشی از مصرف کودهای حیوانی) موثر و مفید باشد. با نتایج حاصل از شبیه‌سازی انتقال باکتری در خاک می‌توان، میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی در اثر استفاده از کودهای حیوانی را بدست آورده، و توصیه‌های مدیریتی را در صورت لزوم اعمال نمود .

مواد و روشها

نمونه‌های خاک از عمق 0 تا 20 سانتی‌متری تهیه گردید و پس از هوا خشک شدن، کوبیده شده و از الک 2 میلی متری عبور داده شدند و برخی خواص خاک(شامل بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، ضریب آگذری اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی، مواد آلی خاک، هدایت الکتریکی، pH،...) اندازه‌گیری گردید. در مرحله بعد خاک مورد مطالعه در ستون‌هایی از جنس پی وی سی ریخته شد. پس از تهیه ستون‌های خاک، میزان کود محاسبه شده برای هر ستون به سطح خاک اضافه گردید. درگام بعدی ستون‌های خاک به مدت 5 روز تحت آبشویی قرار گرفتند و در هر 5 روز حجم خروجی زه‌آب اندازه‌گیری گردید. سپس به منظور شناسایی باکتری اشریشیاکولی، نمونه‌هایی از محلول زه‌آب بر روی محیط کشت ائوزین متیلن بلو(EMB) پخش گردید. سپس محیط کشت برای 18 تا 24 ساعت در انکوباتور با دمای 37 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از طی این مدت، کلونی‌های ایجاد شده بر روی محیط کشت شمارش گردید و میزان غلظت باکتری موجود در زه‌آب بدست آمد (شیروانی،1387). سپس جهت شبیه‌سازی حرکت این باکتری در خاک، داده‌های مورد نیاز به مدل (شامل غلظت باکتری در زه‌آب، بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری خاک، میزان آب آبیاری) وارد شدند و با استفاده از مدل‌سازی مستقیم و معکوس و کاربرد معادله غیرتعادلی حرکت املاح، شبیه‌سازی حرکت اشریشیاکولی در خاک صورت گرفت. در نهایت داده‌های حاصل از شبیه‌سازی مدل با مقادیر اندازه‌گیری شده در زه‌آب مقایسه شدند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل HYDRUS-1D و مقادیر اندازه‌گیری شده، در نرم‌افزار Excel ذخیره و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

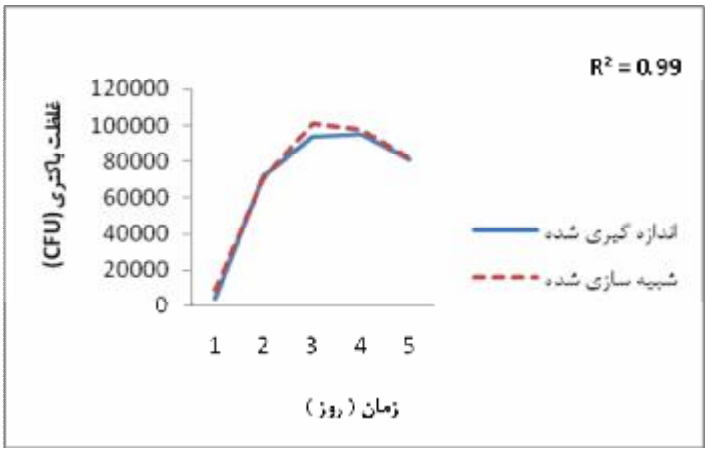
نمودار مقادیر باکتری موجود در زه‌آب در مقایسه با مقادیر شبیه‌سازی شده بوسیله مدل در روش مستقیم در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1 - مقادیر باکتری موجود در زه‌آب در مقایسه با مقادیر شبیه‌سازی شده در روش مستقیم

همانطور که در شکل 1 مشخص است، استفاده از روش مستقیم توانایی برآورد دقیق حرکت باکتری در خاک را ندارد. ضریب تعیین در این روش، 0/63 بود که نشاندهنده دقت و کارایی پایین روش مستقیم در شبیه‌سازی حرکت باکتری اشریشیاکولی در خاک تحت تیمار کودی است. با توجه به نتایج حاصل در روش مدل‌سازی مستقیم، مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده در زه‌آب می‌باشد که این امر نشاندهنده همپوشانی پایین (ضعیف) میان مقادیر شبیه‌سازی شده و مقادیر اندازه‌گیری شده می‌باشد.

نمودار مقادیر باکتری موجود در زه‌آب در مقایسه با مقادیر شبیه‌سازی شده بوسیله مدل در روش معکوس در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل 2 - مقادیر باکتری موجود در زه‌آب در مقایسه با مقادیر شبیه‌سازی شده در روش معکوس

نمودار بالا (شکل2) نشاندهنده کارایی و دقت بالای روش معکوس در شبیه‌سازی حرکت باکتری در خاک تحت تیمار کودی است. مقدار ضریب تعیین در روش معکوس 0/99 حاصل شد که بیانگر دقت بالای روش معکوس در شبیه‌سازی

حرکت باکتری اشریشیاکولی در خاک تحت تیمار کودی است. در روش معکوس، مقادیر شبیه‌سازی شده با مقادیر اندازه‌گیری شده همپوشانی بسیار بالایی دارند.

با توجه به موارد فوق می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که بهترین برآورد مدل HYDRUS-1D برای حرکت باکتری در خاک، با استفاده از روش معکوس حاصل شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از روش مدل‌سازی معکوس در شبیه‌سازی حرکت باکتری دارای همپوشانی و همبستگی بالاتری با مقادیر اندازه‌گیری شده در زه‌آب در مقایسه با مدل‌سازی مستقیم می‌باشد. این نتایج گویای کارآمدی و دقت بالای روش معکوس در شبیه‌سازی حرکت املاح و آلاینده‌ها(باکتری) در مقایسه با روش مستقیم می‌باشد.

منابع

1- زندسلیمی س، مصدقی م، محبوبی ع، رشیدیان م، فیروزمنش م. 1386. کودهای دامی و آلودگی محیط زیست. صفحه‌های 1 تا 4. دهمین همایش ملی بهداشت محیط همدان. دانشگاه علوم پزشکی همدان. همدان.

2- شیروانی س.1387. تأثیر شوری و کود آلی بر حرکت باکتری درستون‌های خاک دست‌خورده خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.

3- Jamieson, R. C., Gorden, R. J., Sharples, K. E., Stratton, G. W. and Madani, A. (2002) “Movement and persistence of fecal bacteria in agricultural soils and subsurface drainage water: A review.” Canad. Biosystems Eng. 44: 1.1-1.9

4- Warnemuende, E. A. and Kanwar, R. S. (2000) “The effect of swine manure application on bacterial quality of leachate from intact soil columns”. ASAE Paper No. 00-2053. St. Joseph,MI: ASAE