دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(مدیریت پایدار خاک)

تاثیر نقش توزیع پارامترها، در مدل‌سازی روند انباشت کادمیم در خاک مزارع گندم

علیرضا جعفرنژادی[1]، مهدی همایی[2]، غلامعباس صیاد[3]

1- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (دانشجوی سابق دکتری)
2- استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس
3- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

email:arjafarnejady@gmail.com

چکیده

در این پژوهش مدل‌سازی انبادشت کادمیم بر مبنای شدت جریانات ورودی و خروجی کادمیم خاک با در نظر گرفتن توزیع واقعی و یکنواخت پارامترها در مزارع گندم استان خوزستان انجام شد. نتایج نشان داد، در توزیع واقعی، بیشترین سرعت انباشت در منطقه دزفول به‌میزان 14/38 و کمترین آن در باغ‌ملک به‌میزان 3/00 گرم در هکتار در سال می‌باشد. در توزیع یکنواخت، بیشترین سرعت انباشت در بهبهان، با 56/30 و کمترین در باغ‌ملک به‌میزان8/40 گرم در هکتار در سال بدست آمد. ارزیابی هر دو روش نشان داد، در برخی موارد نسبت به هم برتری دارد. لیکن، مقایسه آماره‌ها نشان داد که در مقیاس وسیع استفاده از توزیع واقعی داده‌ها مناسب‌تر است.

کلمات کلیدی: **توزیع پارامترها، کادمیم گندم، مدل‌سازی**

مقدمه

برای ارزیابی پایداری اراضی در اکوسیستم‌های کشاورزی، تعیین مقدار انباشت عناصر سنگین بسیار حائز اهمیت است. انباشت عناصر سنگین در خاک‌ها از طریق تعیین میزان جریان‌های ورودی و خروجی این عناصر قابل محاسبه است. لیکن، در حال حاضر سرعت انباشت در اراضی کشاورزی به‌حدی است که مانع از ایجاد پایداری اراضی خواهد شد (Anderson, 1992; Moolenaar and Lexmond, 1998).

هر چند روش‌های مورد استفاده برای بررسی توازن جرمی عناصر سنگین، توانایی خلاصه نمودن حجم زیادی از اطلاعات را به صورت شفاف و در قالب ورودی‌ها و خروجی‌ها دارند، لیکن، معمولاً با مقداری عدم قطعیت همراه می‌باشند. دلایل مربوط به عدم قطعیت را می‌توان به دو دسته عدم قطعیت طبیعی و اطلاعاتی تقسیم‌بندی کرد. دسته اول، به‌علت وجود تغییرات مکانی و زمانی در اکوسیستم‌های طبیعی و پیچیدگی‌های ذاتی محیط می‌باشند. لیکن، خطاهای اندازه‌گیری، متفاوت بودن مقیاس اطلاعات مورد استفاده و منابع متفاوت اطلاعاتی با دقت‌های مختلف در ارتباط با عدم قطعیت اطلاعاتی است. برای ارزیابی و کاهش میزان عدم قطعیت داده‌ها، راه‌های متعدد وجود دارد. روش نمونه‌گیری تصادفی (Tiktak *et al.*, 1999) و لاتین‌هایپرکیوب برای ارزیابی عدم قطعیت و کاهش آن در سال‌های اخیر توسعه یافته اند. در این روش‌ها با نمونه‌گیری مکرر از تابع چگالی توزیع احتمال متغیر X، مقدار متغیر Y برای هر نمونه تعیین می‌شود. سپس، توزیع متغیر Y فقط با استفاده از میانگین و یا سایر ویژگی‌ها تخمین زده می‌شود.

بنابراین، هر زمان که تعداد نمونه به اندازه کافی بزرگ باشد، مقدار تخمین توزیع متغیر Y قابل قبول‌تر خواهد بود. در روش مونت‌کارلو (تصادفی) و لاتین‌هایپرکیوب، دامنه هر متغیر به‌تعداد زیاد تقسیم شده و سپس به‌صورت تصادفی از متغیرها نمونه‌برداری خواهد شد. در روش لاتین‌هایپرکیوب با استفاده از توزیع متغیر (میانگین و انحراف معیار) و بدون در نظر گرفتن نقش توزیع، نمونه‌گیری انجام خواهد شد.
با توجه به اینکه در مطالعات بزرگ مقیاس، عدم قطعیت خصوصیات مورد مطالعه قابل توجه است، بنابراین، اطلاع از توزیع خصوصیات نقش موثری در کاهش عدم قطعیت و نتایج حاصل خواهد داشت. در این پژوهش به‌منظور بررسی نقش توزیع در روند مدل‌سازی انباشت کادمیم در خاک مزارع گندم در استان خوزستان از روش نمونه‌برداری لاتین هایپرکیوب استفاده شد.

مواد روش‌ها

به‌منظور مطالعه نقش توزیع خصوصیات مختلف در مدل‌سازی روند انباشت کادمیم، اطلاعات زراعی مورد نیاز شامل رقم محصول (نان و دوروم)، سطح زیر کشت و عملکرد برای یک دوره 27-10 ساله از آمارنامه‌های کشاورزی استان خوزستان (1385-1359) و برای هرشهرستان اخذ شد. همچنین، اطلاعات مورد نیاز دیگر شامل میزان کادمیم موجود در مسیرهای ورودی و خروجی و میزان آبشویی کادمیم از سایر منابع معتبر بدست آمد. سپس با استفاده از ترکیب روش شبیه ساز روش نمونه‌برداری لاتین هایپرکیوب (Keller *et al*, 2003) استفاده گردید (رابطه 1).

$$P_m = (\frac{1}{n})U_m + (\frac{m-1}{n}) \qquad [1]$$

در این رابطه P_m مقدار احتمال تجمعی هر نمونه، n تعداد نمونه و m شماره فاصله مربوط به نمونه تصادفی است. در مرحله بعد مقادیر P_m با استفاده از جدول Z استاندارد شده و در نهایت با استفاده از مقادیر میانگین و انحراف معیار هر متغیر، مقادیر Z به مقادیر متغیر تبدیل می‌شوند. با استفاده از این روش، تعداد ترکیب‌های مختلف پارامترهای مورد مطالعه تعیین گردید. سپس در دو حالت، در نظر گرفتن نقش توزیع (میانگین و انحراف معیار) و بدون در نظر گرفتن توزیع پارامترها (یکنواخت)، مقدار ترکیب‌ها استخراج شد. با کمک مدل توازن جرمی و مقدار ترکیب‌های بدست آمده، توزیع خروجی مدل در دو حالت مذکور تعیین گردید. در نهایت دقت هر دو روش با استفاده از آماره‌های ضریب کارآیی مدل (R^2)، حداکثر خطاء (ME)، جذر میانگین مربعات خطاء (RMSE)، ضریب تبیین (CD)، کارآیی مدل(EF)، ضریب مقادیر باقی‌مانده (CRM) و میانگین مجموع اختلاف بین داده‌های مشاهده‌ای و پیش‌بینی شده (Md) است.

بحث ونتایج

بر اساس نتایج حاصل از روش توزیع واقعی، بیشترین سرعت انباشت کادمیم در منطقه دزفول با میانگین 14/38 گرم کادمیم در هکتار در سال بدست آمد. مناطق شوشتر، بهبهان و اهواز از این نظر نیز دارای سرعت انباشت قابل توجهی بودند. کمترین میزان سرعت انباشت کادمیم در مناطق باغ‌ملک به‌میزان 3/00 و اندیمشک به‌میزان 4/36 گرم کادمیم

در هکتار در سال بدست آمد. سایر مناطق مورد مطالعه از این نظر حد واسط بودند. امینی و همکاران (1384) در پژوهشی میزان انباشت کادمیم را در اکوسیستم‌های زارعی در مرکز ایران (اصفهان) به میزان 18-3 گرم کادمیم در هکتار در سال تعیین نمودند.

نتایج حاصل از روش توزیع یکنواخت با روش توزیع واقعی پارامترها از نظر میزان سرعت انباشت و منطقه آن کاملاً متفاوت بود. در این روش بیشترین سرعت انباشت به‌میزان 56/3 گرم کادمیم در سال در هکتار در منطقه بهبهان محاسبه شد. منطقه شوشتر با 54/40 و ایذه 38/30 گرم کادمیم در سال در هکتار دارای سرعت انباشت قابل توجهی بودند. کمترین سرعت انباشت کادمیم در منطقه باغ‌ملک به‌میزان 8/40 و اندیمشک به‌میزان 8/54 گرم کادمیم در سال در هکتار تعیین شد. سایر مناطق دارای میزان حد واسط سرعت انباشت بودند. مقایسه نتایج حاصل از دو روش توزیع واقعی و یکنواخت محاسبه سرعت انباشت، مشخص می‌نماید که در هر دو روش از نظر تعیین مناطق با کمترین سرعت انباشت کادمیم با هم هم‌خوانی دارند. لیکن، از نظر تعیین مناطق با حداکثر سرعت انباشت با هم اختلاف دارند. همچنین، میزان برآورد سرعت انباشت کادمیم در روش توزیع یکنواخت نسبت به روش توزیع واقعی بسیار بالاتر است. استفاده از توزیع واقعی پارامترها سبب می‌شود که تمامی نمونه‌های ورودی به مدل بر اساس میانگین و انحراف معیار پارامترها، هم مقیاس و استاندارد شوند. این عمل سبب می‌شود که تاثیر بزرگی انحراف معیار تا حد زیادی کاهش یابد. در مقابل، در روش استفاده از توزیع یکنواخت پارامترها، عمل تبدیل به مقیاس صورت نمی‌گیرد. در نتیجه هر قدر که دامنه داده‌های پارامتر بیشتر باشد، اعداد مثبت بیشتری ایجاد می‌شود. این موضوع سبب می‌شود که در مناطق مختلف مقادیر سرعت انباشت نسبت به روش توزیع واقعی بیشتر شود. وجود این داده‌ها (مقدار بالا) سبب شده است تا دامنه متغیر کود به‌طور ناگهانی افزایش یافته و در روش توزیع یکنواخت به این مقادیر ارزش و وزن بیشتری اختصاص داده شود. بنابراین، چون در روش توزیع یکنواخت استانداردسازی صورت نمی‌گیرد، نمونه‌گیری تا رسیدن به حداکثر مقدار پارامتر انجام خواهد شد. در نهایت اعداد محاسبه شده در هرمنطقه نسبت به روش توزیع واقعی پارامتر، برآورد بیشتری را نشان می‌دهند. بر این اساس در سایر مناطق، میزان سرعت انباشت در مقایسه با روش توزیع واقعی پارامتر چند برابر برآورد شده است. بنابراین، در روش توزیع یکنواخت مقادیر زیاد پارامتر بر محاسبه سرعت انباشت تاثیر به‌سزایی دارد.

به‌طورکلی نتایج هر دو روش، حاکی از این است که انباشت کادمیم در اراضی کشاورزی در حال انجام شدن است و برای جلوگیری از آن، باید استفاده از منابع به‌صورت مناسب‌تری مدیریت شود. همچنین دقت هر دو روش با استفاده از آماره‌های مختلف تعیین شد (جدول 1)

جدول1 - ارزیابی کمی نتایج سرعت انباشت کادمیم توسط مدل در دو حالت توزیع واقعی و یکنواخت

توزیع داده‌ها	R^2	CD	EF	RMSE	ME	Md	CRM
واقعی	0/99	0/23	-4/4	29/9	1994	-1036	0/27
یکنواخت	0/99	0/58	-1/8	21/5	1712	-540	0/14

بر اساس نتایج این جدول، مقدار ضریب کارآیی (R^2) هر دو روش بالا است. بنابراین کارآیی هر دو روش برای مدل‌سازی قابل قبول است. منفی بودن مقادیر آماره کارآیی مدل (EF) نشان دهنده مناسب‌تر بودن میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای تخمین مقادیر برآوردی می‌باشد. بر این اساس، مدل استفاده از توزیع واقعی کارآیی بیشتری نسبت به توزیع یکنواخت دارد. آماره ضریب تبیین (CD) که بیانگر پراکنش نتایج مدل است، حاکی از این است که نتایج مدل توزیع واقعی نسبت به مدل توزیع یکنواخت پراکنش کمتری داشته و از این نظر نیز نتایج بهتری را ارائه داده است. برای بررسی میزان برآورد مدل نسبت به واقعیت، مقدار آماره (RMSE) محاسبه شد. بر این اساس مقادیر برآوردی در توزیع یکنواخت حدود هشت درصد نسبت به مدل توزیع واقعی، برآوردهای بهتری را نشان می‌دهد و از این نظر مدل مناسبی است. از نظر میزان آماره حداکثر خطاء (ME)، نتایج

روش توزیع یکنواخت نسبت به توزیع واقعی بهتر است. منفی‌تر بودن آماره (Md) حاکی ازکمتر بودن نتایج دقت مدل است که از این نظر مدل توزیع یکنواخت مناسب‌تر می‌باشد. در نهایت مقادیر آماره (CRM)که برای ارزیابی تمایل مدل به برآورد بیشتر یا کمتر از واقعیت است، نشان داد که در هر دو روش مقادیر برآوردی کمتر از مقادیر مشاهده‌ای است و تفاوت قابل توجهی از این نظر بین دو روش وجود ندارد. اگرچه، نتایج هر دو روش در برخی موارد نسبت به هم برتری دارد. لیکن، مقایسه آماره‌ها نشان داد که در مقیاس وسیع استفاده از توزیع واقعی داده‌ها مناسب‌تر است.

منابع

1-امینی، م، 1384. مدل سازی روند انباشت کادمیم در اکوسیستم‌های زراعی استان اصفهان، رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

2-Anderson A. 1992. Trace elements in agricultural soils- fluxes, balances and background values. Report No. 4077. Swedish Environmental Protection Agency. 75007 Uppsala. Sweden.

3-Moolenaar SW and Lexmond TM, 1998. Heavy metal balances of agro-ecosystems in Netherlands, Netherlands Journal Agriculture Science. 46: 171-192.

4-Keller A, Abbaspour KC and Schulin R, 2003. Assessment of uncertainty and risk in modeling regional heavy metal accumulation in agricultural soils. Journal Environmental Quality. 31:175-187.

5-Tiktak A, Leijnse A and Vissenberg H, 1999. Uncertainty in a regional –scale assessment of cadmium accumulation in the Netherlands. Journal Environmental Quality. 28: 461-470.