# شبیه‌سازی آبشویی نیترات در شرایط لایسیمتری کشت کلزا

**مهران رضایی رشتی*[۱]، محمود شعبانپور شهرستانی[۲]، محمد حسن بیگلویی[۳] و مریم اسفندبد[۴]**

[۱و۴]دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، [۲]استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، [۳]استادیار گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان.

## مقدمه

نیترات مهمترین شاخص آلودگی منابع آبی در نتیجه فعالیتهای کشاورزی است. کشاورزی سنتی در مناطقی که مقادیر قابل توجهی کود ازته دریافت می‌کنند، همراه با استفاده بیش از اندازه از آب آبیاری و بارندگی سالیانه بالا می‌تواند پتانسیل قابل توجهی برای آبشویی نیترات و ورود آن به منابع آبی از طریق ایجاد رواناب سطحی یا نفوذ عمقی در خاک ایجاد نماید [۴]. آبشویی نیترات علاوه بر افزایش هزینه کشاورزان، مجموعه‌ای از مشکلات زیست محیطی را به همراه داشته‌است [۵]. باتوجه به اینکه اندازه‌گیری مستقیم نفوذ عمقی و آبشویی نیترات کاری مشکل، وقت‌گیر و پرهزینه است، از اینرو امروزه شبیه‌سازی این فرآیند نقشی در حال پیشرفت در هدایت آزمایشات و تصمیم‌گیری‌ها ایفا می‌کند [۴]. مدلهای کامپیوتری که امروزه به صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، قادر به ترکیب پارامترهای متفاوت و پیشگویی آبشویی املاح با دقت بالا هستند [۱،۲و۳] اما قبل از استفاده از آنها برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در مناطق وسیع، باید در زمینهایی با خاک، گیاه و شرایط هیدرولیکی کنترل‌شده مورد آزمایش قرار گیرند. با توجه به اینکه در استان گیلان به دلیل سطح وسیع اراضی کشاورزی و مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی، آبشویی نیترات به یک مشکل زیست محیطی مهم تبدیل شده است، لذا این مطالعه با هدف بررسی دقت و کارایی مدل HYDRUS-1D در شبیه‌سازی یک بعدی آبشویی نیترات از پروفیل خاک در نمونه‌ای از خاک‌های با بافت سنگین استان گیلان صورت گرفت.

## مواد و روشها

این پژوهش در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان و با استفاده از سه لایسیمتر به ابعاد ۱×۱×۲ متر انجام شد. پیش از تهیه بستر کاشت به هر یک از لایسیمترها معادل ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار کود اوره به صورت کاملاً یکنواخت و به فرم محلول اضافه شد و سایر کودهای ماکرو و میکرو مورد نیاز نیز بر اساس مقادیر تعیین‌شده به وسیله آزمون خاک مورد استفاده قرار گرفت. سپس گیاه کلزا ( رقم هایولا ۴۰۱ ) با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع در لایسیمترها کشت شد. به دلیل شرایط جوی استان گیلان، در طول فصل زراعی پاییزی نیاز آبی گیاه کلزا تنها از طریق بارندگی تأمین گردید (مقدار کل بارندگی در طول دوره رشد گیاه کلزا ۴۷۹/۵ میلیمتر بود). نمونه‌برداری از خاک لایسیمترها در ۶ مرحله زمانی و در عمق‌های ۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۶۰ و ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتری و نمونه‌برداری آب از زه‌آب خروجی لایسیمترها در ۱۹ مرحله با توجه به توزیع زمانی بارندگی و حجم آب وارد شده به لایسیمترها انجام شد. غلظت نیترات در خاک به روش فنل‌دی‌سولفونیک اسید و در زه‌آب لایسیمترها به روش بروسین تعیین گردید. در نهایت نتایج به دست آمده با نتایج شبیه‌سازی مدل HYDRUS-1D مورد برازش قرار گرفت و تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نرم‌افزارهای Exell و SPSS انجام شد.

## نتایج و بحث

مدل HYDRUS-1D قادر است با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه، پروفیل خاک را لایه‌بندی نموده و با استفاده از مجموعه پارامترهای ورودی مورد نیاز مدل و تعیین شرایط مرزی و مقادیر اولیه برای جریان آب و املاح در هر یک از لایه‌های تعریف‌شده، غلظت نیترات را در زمانهای مشخص و در اعماق مختلف پروفیل خاک پیشگویی نموده و جرم نیترات آبشویی یافته از پروفیل خاک را بر اساس واحد زمانی تعریف شده برای مدل شبیه‌سازی نماید. برای ارزیابی دقت مدل از ضریب تبیین ( $R^2$ ) و آزمون t-test استفاده شد. نتایج تجزیه رگرسیونی

نشان داد که همبستگی معنی‌داری در سطح $p \leq ۰/۰۵$ ($R^2=۰/۶۹$) بین غلظت نیترات اندازه‌گیری‌شده در خاک و نتایج شبیه‌سازی مدل مشاهده می‌شود و همچنین همبستگی معنی‌داری در سطح $p \leq ۰/۰۱$ ($R^2=۰/۴۳$) بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده آبشویی نیترات و نتایج شبیه‌سازی مدل وجود دارد. مقادیر $R^2$ بالا و پراکندگی تصادفی داده‌های آزمایش حول منحنی پیشگویی‌شده نشان می‌دهد که مدل ارایه‌شده به خوبی با داده‌های آزمایش منطبق شده‌است. میزان t-value نیز که معیاری از اختلاف بین نتایج شبیه‌سازی‌شده به وسیله مدل و اندازه‌گیری‌شده می‌باشد، در مقایسه با عدد t جدول از سطح صفر معنی‌دار نگردید. به این ترتیب می‌توان بیان کرد که مدل HYDRUS-1D قادر است با دقت مناسبی آبشویی نیترات را شبیه‌سازی نماید. البته در معدودی از موارد و در هنگام وقوع بارندگی‌های شدید نتایج شبیه‌سازی مدل نسبت به نتایج اندازه‌گیری‌شده کم برآورد داشت که دلیل آن را می‌توان به ضعف مدل در برآورد نقش جریان ترجیحی در حرکت آب و املاح در پروفیل خاک نسبت داد.

## منابع

[1] Ersahin, S. and M. Rustu Karaman, 2001. Estimating potential nitrate leaching in nitrogen fertilized and irrigated tomato using the computer model NLEAP. Agricultural Water Management. 51: 1-12.

[2] Hutson, J.L. and R.J. Wagenet, 1992. LEACHM. Leaching estimation and chemistry model. A process-based model of water and solute movement, transformation, plant uptake and chemical reaction in the unsaturated zone. Department of soil, crop and atmospheric sciences. Research Series No. 92-3, Cornell University, Ithaca, NY, 121 pp.

[3] Paramasivam, S., A.K. Alva and A. Fares, 2000. Transformation and transport of nitrogen forms in a sandy Entisol following a heavy loading of ammonium nitrate solution: Field measurements and model simulations. J. Soil Contam. 9: 65-86.

[4] Stewart, L.K., P.B. Charlesworth, K.L. Bristow and P.J. Thorburn, 2006. Estimating deep drainage and nitrate leaching from the root zone under sugarcane using APSIM-SWIM. Agricultural Water management. 81: 315-334.

[5] Strebel, O., W.H.M. Duynisveld and J. Bottcher, 1989. Nitrate pollution of groundwater in Western Europe. Agric. Ecosyst. Environ. 26: 189-214.