

شبیه‌سازی انتقال نیترات توسط مدل DRAINMOD-N

پانته‌آ رهبری*، سید جلال الدین جبلی** و عبدالمجید لیاقت***

چکیده

کودهای شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی از منابع آلاینده محیط زیست (به‌خصوص آب‌های زیرزمینی و منابع خاک) می‌باشند. شناخت عوامل مؤثر بر حرکت املاح و آب در پروفیل خاک کمک مؤثری در مدیریت صحیح و کاهش آب‌شویی نیترات از منطقه رشد ریشه می‌نماید. در این تحقیق برای شبیه‌سازی و ارزیابی انتقال نیترات در خاک از داده‌های مربوط به یک مزرعه ذرت واقع در مرکز آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج استفاده شد. بافت خاک مزرعه لومی رسی و میزان ازت مورد استفاده در اوایل فصل کشت ذرت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. برای شبیه‌سازی حرکت نیترات از مدل هیدرولوژیکی DRAINMOD-N استفاده شد. این مدل با تغییر ضرایب معدنی شدن و دنیتریفیکاسیون در دامنه قابل قبول، برای رسیدن به بهترین انطباق بین داده‌های پیش‌بینی و مشاهده شده، کالیبره شد. نتایج نشان داد که غلظت نیترات برآورد شده با مدل در زیر منطقه ریشه، در اکثر مواقع با غلظت نیترات اندازه‌گیری شده در مزرعه تطابق نسبی خوبی دارد. لذا از مدل DRAINMOD-N می‌توان به عنوان یک ابزار مدیریتی برای کاهش و جلوگیری از آلودگی زیست محیطی در مناطق تحت آبیاری استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آب‌شویی نیترات، شبیه‌سازی، DRAINMOD-N

* - دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران - ایران

** - استادیار مجتمع آموزشی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

*** - دانشیار گروه آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران - ایران

مقدمه

در زهکشی زیرسطحی، رواناب سطحی و دنیتریفیکاسیون نشان می‌دهد که با کاهش پارامترهای نامعلوم مؤثر عدم اطمینان در پیش‌بینی اتلاف نیترات مدل کم می‌شود (۴).

مدل جدید INMOD-N⁹DRA دارای چرخه کامل ازت بوده و در سطوح مختلف ترکیبی براساس شرایط سیستم، شبیه‌سازی را انجام می‌دهد (۱۲). فرآیندهای مطرح شده شامل تجزیه اتمسفری، استفاده از کودهای نیترا ته معدنی (از جمله اوره و آمونیاک بدون آب [NH₃]) خاک‌های اصلاح شده با منابع آلی ازت، جذب گیاه، معدنی شدن، عدم تحرک، نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون، تبخیر NH₃ و اتلاف ازت طی آب‌شویی و رواناب سطحی می‌باشند. در نتیجه مدل DRAINMOD-N مقدار NH₃-N را محاسبه می‌کند و انتقال ازت را با استفاده از حل عددی برای معادله advection-dispersion-reaction در چند فاز شبیه‌سازی می‌کند. در یک تحقیق از مدل DRAINMOD برای شبیه‌سازی انتقال نیترات در یک منطقه شنی به مدت ۳۰ سال استفاده شد (۷). در این بررسی کشت متناوب ذرت فرض شده بود. مقایسه بین داده‌های اندازه‌گیری شده و متغیرهای شبیه‌سازی شده نشان داد که غلظت نیترات در خاک و آب زه‌کشی با مدیریت مناسب کوددهی، شرایط اولیه و عمق بارندگی و توزیع آن کنترل شده است. از مقایسه آنالیزها بین داده‌های مشاهده شده و شبیه‌سازی

فرآیند حرکت آب و آب‌شویی نیترات در پروفیل خاک بسیار پیچیده است ولی شناخت چگونگی حرکت نیترات در محیط خاک و عوامل مؤثر بر حرکت آن توسط مدل‌های مختلف ممکن می‌باشد. این مدل‌ها روند حرکت آب و املاح را در سیستم خاک - گیاه و اتمسفر شبیه‌سازی می‌کنند و در صورت وجود ارتباط نزدیک بین داده‌های مزرعه‌ای و پیش‌بینی‌های مدل، می‌توان از آن به عنوان ابزاری قدرتمند در این زمینه استفاده کرد. برخی از مدل‌های مورد استفاده شامل SOILN، NLEAP، ROOTSIM-2D، RISK-N، MACRO، LEACHN، GLEAMS و DRAINMOD می‌باشند که با استفاده از آنها می‌توان نیترات شسته شده، انتقال آن به آب‌های زیرزمینی و همچنین مدیریت نیترات را تحت شرایط مختلف پیش‌بینی نمود. چون مدل DRAINMOD-N از چرخه ساده شده ازت و یک مدل دوبعدی برای توصیف حرکت و فعل و انفعالات ازت در خاک‌هایی با سطح ایستابی کم عمق و زهکشی مصنوعی برای شبیه‌سازی استفاده می‌کند و همچنین برای محاسبه اثرات مدیریت آب و کود بر مقدار ازت در اراضی کشاورزی بسیار مفید است، لذا در این تحقیق برای شبیه‌سازی انتقال نیترات از مدل DRAINMOD-N از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج استفاده شد. بررسی‌ها در مورد تأثیر پارامترهای نامعلوم بر پیش‌بینی DRAINMOD برای اتلاف سالانه نیترات

شده، نتیجه می‌شود که از مدل می‌توان پس از کالیبراسیون به عنوان ابزار مناسبی به صورت تابعی از شرایط مرزی خاک، گیاه و اقلیم در استفاده از ازت در محیط زیست با میزان قابل قبولی از آب‌شویی نیترات استفاده نمود. مدل‌های زیادی برای شبیه‌سازی نیترات در آب و خاک وجود دارد، لیکن تحقیقات انجام شده در ایران برای واسنجی و استفاده از این مدل‌ها بسیار اندک می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر، شبیه‌سازی انتقال نیترات توسط مدل DRAINMOD-N و بهینه‌سازی مصرف آب و کود می‌باشد.

مواد و روشها

۱ - مشخصات منطقه

این تحقیق در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کیلومتر چهار جاده کرج - ماهدشت و در یک مزرعه ذرت انجام شد. این مزرعه در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۱۳۲۱ متر می‌باشد. میانگین درجه حرارت در این منطقه ۱۳/۹ درجه سانتی‌گراد است و تیر ماه گرم‌ترین ماه سال با متوسط درجه حرارت ۲۶ درجه سانتی‌گراد و دی ماه نیز سردترین با متوسط دمای ۰/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه ۲۴۲ میلی‌متر که ۴۵ درصد آن در فصل زمستان می‌باشد. متوسط تبخیر سالانه از تشتک

کلاس A در حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر است و حداکثر آن در تیر ماه به میزان ۱۳/۴ میلی‌متر در روز می‌باشد. این مزرعه در یک دشت رسوبی با عمق خاک زراعی در حدود ۱۰۰-۸۰ سانتی‌متر واقع شده است. در زیر این عمق، ذرات شن و سنگ‌ریزه به عنوان زهکش طبیعی و مناسب برای خاک نقش دارد. لذا مشکل شوری و تجمع املاح در سطح مزرعه دیده نمی‌شود. منبع تأمین‌کننده آب این مزرعه، سفره آب زیرزمینی است که توسط یک حلقه چاه نیمه عمیق استحصال می‌گردد. روش آبیاری نیز سطحی و از نوع فارو می‌باشد. بافت غالب خاک مزرعه رسی - لومی است و مشخصات فیزیکی و شیمیایی این آن در جدول (۱) ارائه شده است.

۲ - روش نمونه‌برداری

در این تحقیق در یک فصل زراعی، از یک مزرعه ذرت برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شد. در این مزرعه آبیاری به صورت سطحی و به روش فارو انجام می‌شد. چون مزرعه فاقد هر گونه سازه زهکشی بود، لذا برای جمع‌آوری آب خارج شده از منطقه ریشه ظروف نمونه‌برداری در عمق ۶۰ سانتی‌متری (به دلیل محدود بودن عمق خاک زراعی) قرار داده شد. نمونه‌برداری از آب ذخیره شده در ظرف‌ها، ۲۴ الی ۳۶ ساعت پس از هر آبیاری انجام شد. علت این امر فراهم نمودن فرصت مناسب برای نفوذ آب به اعماق و جمع شدن آب در ظروف بود. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با روش اسپکتروفتومتری تعیین شد.

جدول ۱ - مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

مشخصات شیمیایی		مشخصات فیزیکی	
۸	PH	۲۸	شن (درصد)
۰/۹۶	مواد آلی (درصد)	۳۲	رس (درصد)
۰/۰۷	ازت کل (درصد)	۳۹	سیلت (درصد)
CL	نوع خاک	۱/۴	وزن مخصوص ظاهری (gcm ⁻³)

۳ - توصیف مدل

ازت آلی، دنیتریفیکاسیون، جذب گیاه، رواناب و اتلاف زهکشی استفاده می‌نماید.

۳-۱ - توابع شبیه‌سازی در مدل DRAINMOD-N

مدل DRAINMOD مبتنی بر محاسبه بیلان آب برای مقطعی از خاک است که دارای مساحت واحد بوده و از قسمت بالای لایه غیرقابل نفوذ تا سطح خاک و در وسط دو زهکش موازی واقع می‌باشد. بیلان آب برای هر گام زمانی Δt را می‌توان به صورت معادله زیر ارایه نمود:

$$\Delta V_a = D + ET + DS - F \quad (1)$$

در این فرمول، ΔV_a تغییرات آب آزاد در خلل و فرج و یا حجم هوا (cm)، D مقدار زهکشی از مقطع (در آبیاری زیرزمینی به درون مقطع) (cm)، ET تبخیر و تعرق (cm)، DS نشت عمقی (cm) و F نفوذپذیری (cm) می‌باشند.

DRAINMOD مدلی یک بعدی است که برای شبیه‌سازی سطح ایستابی و زه‌آب خروجی از زهکش‌ها در مناطق با سطح ایستابی کم عمق استفاده می‌شود. این مدل پارامترهای هیدرولوژیکی (رواناب، نفوذ، حجم زه‌آب، نوسانات سطح ایستابی) را براساس محاسبه معادله بیلان شبیه‌سازی می‌کند. این مدل شامل دو ویرایش DRAINMOD-S و DRAINMOD-N می‌باشد. مدل اول توانایی پیش‌بینی توزیع نمک در پروفیل خاک، غلظت نمک در آب زهکشی و اثرات شوری بر محصول را دارد. مدل دوم اثرات زهکشی بر آبشویی و حرکت ازت را شبیه‌سازی می‌نماید. شدت جریان آب در خاک و رطوبت خاک در هر دو مدل به صورت روزانه و متوسط محاسبه و انتقال محلول نیز توسط معادله انتشار - پخشیدگی محاسبه می‌شود. این مدل از روابط تابعی برای تعیین مقدار بارندگی، محلول بودن، معدنی شدن

۳-۱-۱ - نفوذپذیری

در این مدل به منظور محاسبه سرعت نفوذپذیری از معادله گرین امپت استفاده شد. از این معادله می‌توان برای پروفیل‌هایی از خاک که با افزایش عمق متراکم‌تر می‌شوند و برای شرایطی که میزان رطوبت اولیه آنها غیریکنواخت است و برای خاک‌هایی که سطوح آنها نفوذناپذیر می‌باشد نیز استفاده نمود.

۳-۱-۲ - توزیع آب خاک

در مدل DRAINMOD فرض بر این است که آب خاک در دو ناحیه توزیع می‌شود: الف) ناحیه مرطوبی که از سطح ایستابی تا محدوده توسعه ریشه و یا از سطح ایستابی تا سطح خاک ادامه دارد. ب) ناحیه خشک که هرگاه حداکثر میزان حرکت رو به بالای آب که به عنوان تابعی از عمق سطح ایستابی مشخص می‌شود برای تأمین مقدار تبخیر و تعرق کافی نباشد، برداشت آب از ناحیه ذخیره ریشه موجب فراهم آمدن آن می‌شود.

۳-۱-۳ - محاسبه تبخیر - تعرق

در این مدل، محاسبه ET فرآیندی دومارحله‌ای است. در مرحله اول PET (تبخیر و تعرق پتانسیل) براساس داده‌های هواشناسی و گام زمانی ساعتی تعیین می‌شود. در مرحله دوم ET باتوجه به میزان آب خاک کنترل می‌شود. در صورت عدم محدودیت، مقدار ET برابر با PET قرار داده می‌شود و در غیر این صورت ET برابر با کمترین مقداری است که می‌تواند از خاک تأمین گردد. در

مدل DRAINMOD-N مقدار PET به سه روش درون مدلی، تورنت وایت و در نظر گرفتن مقادیر متوسط روزانه برای هر ماه محاسبه می‌شود.

۳-۲ - چرخه نیترات و حرکت آن در مدل

DRAINMOD-N

برای بررسی چرخه ازت در خاک، این مدل از نظریه‌ها و معادلات توسط جانسون و همکاران (Johnson et al, 1987) استفاده می‌کند. این معادلات تغییر و تحولات و شدت تبدیل بین ازت آلی با ازت معدنی (نیترات و آمونیوم) را بیان می‌کند.

۳-۳ - داده‌های مورد نیاز ورودی

ورودی‌های اصلی مدل شامل داده‌های خاک، شرایط مرزی و داده‌های گیاهی است.

الف - داده‌های خاک شامل رطوبت اولیه، منحنی مشخصه رطوبتی و توابع هدایت هیدرولیکی و مقادیر اولیه ازت غیر آلی موجود در خاک می‌باشند.

ب - شرایط مرزی سطح خاک شامل مقادیر بارندگی، شدت و تاریخ آبیاری و کوددهی، دمای متوسط و تبخیر از تشتک به صورت هفتگی می‌باشند.

ج - داده‌های گیاهی شامل پارامترهای رشد گیاه و ریشه می‌باشند.

ضرایب پخشیدگی، انتشار، هیدرولیز اوره، نیتریفیکاسیون، دنیتریفیکاسیون و تصعید آمونیوم نیز از داده‌های ورودی مورد نیاز می‌باشند. تعدادی از داده‌های موردنیاز مدل در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲ - مقادیر پارامترهای مختلف ورودی در مدل DRAINMOD-N در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج

منبع	مقدار	واحد	پارامترهای شبیه‌سازی
Davidson et al., (1987)	۰/۰۰۰۰۵	day ⁻¹	ضریب معدنی شدن (k_{min})
Davidson et al., (1987)	۰/۳	day ⁻¹	ضریب دنیتریفیکاسیون (k_{den})
Skaggs, R.W. (1980b)	۰/۰۰۰۰۰۱	cm ² day ⁻¹	ضریب انتشار (Diffusion Coefficient)
Skaggs, R.W. (1980b)	۵	cm	پراکنندگی (Dispersivity)
اندازه‌گیری شده است.	۱۵/۸۶	C°	متوسط دمای سالانه سطح خاک
اندازه‌گیری شده است.	۹/۹۳	C°	نوسانات موج دما
Skaggs, R.W. (1980b)	۵۰	cm	عمق خیس‌شدگی
Skaggs, R.W. (1980b)	۱۶	day	انتقال فاز
Skaggs, R.W. (1980b)	۲۰	C°	دمای پایه
Skaggs, R.W. (1980b)	۳	بدون بعد	فاکتور Q ₁₀

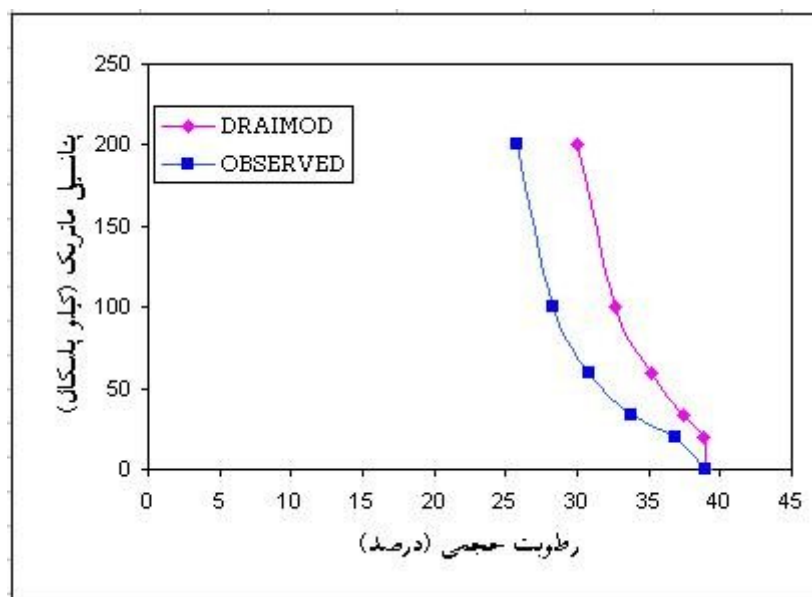
بحث و نتایج

۱ - بررسی مشخصات رطوبتی خاک

الف - تعیین منحنی رطوبتی خاک

اندازه‌گیری است. لذا به منظور واسنجی مدل، منحنی رطوبت اندازه‌گیری شده خاک با مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل مقایسه گردید که نتیجه آن در شکل (۱) ارائه شده است.

رطوبت یکی از پارامترهای هیدرولیکی خاک است که در مزرعه به راحتی و با دقت قابل



شکل ۱ - مقایسه منحنی مشخصه رطوبتی مشاهده و پیش‌بینی شده

شرایط واقعی وجود دارد ولی توسط مدل در نظر گرفته نمی‌شود. دلیل دیگر می‌تواند تفاوت میزان تبخیر و تعرق واقعی و برآورد شده توسط مدل باشد. مدل DRAINMOD کلیه پارامترها (از جمله تبخیر و تعرق) را به صورت یک بعدی و بدون در نظر گرفتن جریان‌ات جانبی (ادوکسیون) شبیه‌سازی می‌کند. ولی در شرایط واقعی تبخیر و تعرق ناشی از دو فرآیند انتقال عمودی و ادوکسیون است.

در این نمودار مشاهده می‌شود که منحنی رطوبتی پیش‌بینی شده توسط مدل DRAINMOD-N بیش از منحنی رطوبتی اندازه‌گیری شده است ولی روند تغییرات هر دو منحنی تقریباً یکسان است. در پتانسیل ماتریک صفر (اشباع) هر دو منحنی یک نقطه را قطع کرده‌اند، ولی با کاهش پتانسیل یا رطوبت خاک فاصله بین داده‌های اندازه‌گیری و برآورد شده بیشتر می‌شود. این موضوع می‌تواند به دلیل جریان‌ات ترجیحی باشد که در

مقدار اندازه‌گیری شده حدود ۳۴ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. ولی سایر مقادیر و در زمان‌های مختلف توسط مدل DRAINMOD-N بیش از مقادیر مورد اندازه‌گیری پیش‌بینی شده است. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که مدل، برآورد نسبتاً مناسبی از غلظت نیترات داشته است. پس از کوددهی میزان غلظت نیترات پس از هر آبیاری کاهش پیدا کرده است یعنی مقادیر غلظت نیترات اندازه‌گیری شده ۵۰ روز پس از کاشت گیاه به مقدار بسیار کم (در حدود صفر) رسیده است. ولی این روند در مقادیر برآورد شده حدود ۶۴ روز پس از زمان کاشت ادامه داشته و سپس به صفر رسیده است.

نمودار ارائه شده در شکل (۲) بدین جهت به صورت میله‌ای رسم شده که در زمان‌های بین دو آبیاری (کاهش رطوبت حجمی موجود در پروفیل خاک) مدل مقادیر غلظت نیترات در عمق ۵۵ سانتی‌متری را معادل با صفر در نظر گرفته است.

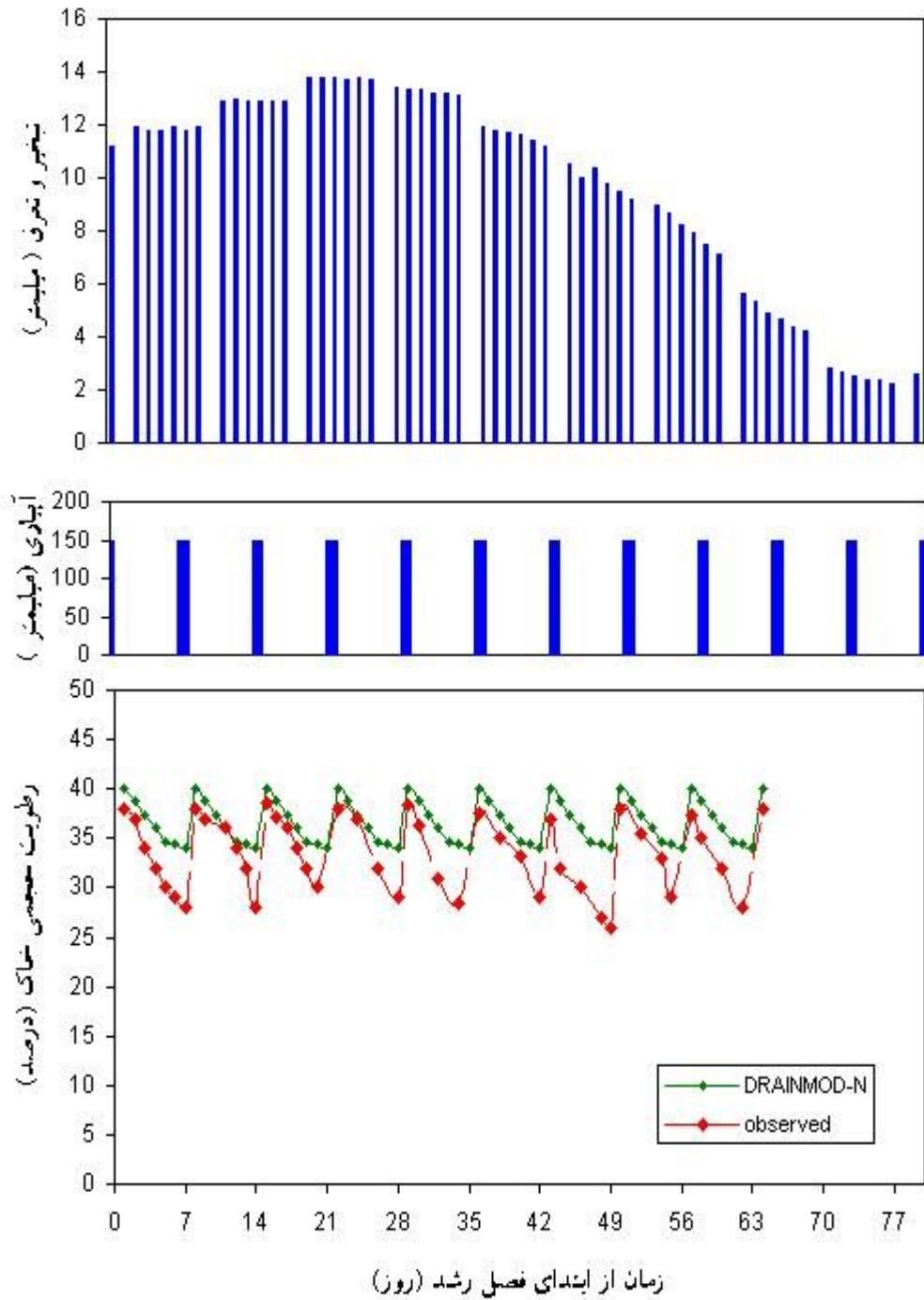
۳- بررسی آماری مدل DRAINMOD-N

برای بهره‌گیری از این مدل برای شبیه‌سازی و مقایسه نتایج آن با اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای از روشهای آماری استفاده می‌شود. به همین منظور برخی پارامترهای آماری (از جمله ضریب همبستگی، خطای متوسط و ضریب تغییرات) محاسبه شد. نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است.

ب- بررسی روند رطوبت در طول دوره رشد گیاه
رطوبت برآورد شده توسط مدل درمقایسه با رطوبت اندازه‌گیری شده در شکل (۲) ارائه شده است. روند رطوبت پیش‌بینی شده در مدل به صورت تقریباً خطی و بدون نوسانات شدید، بدین صورت که مدل، میزان رطوبت خاک را در هر روز تقریباً برابر با بیشترین مقدار رطوبت در زمان پس از آبیاری در نظر گرفته است. به عبارت دیگر مدل DRAINMOD-N مقدار رطوبت حجمی خاک را در هر روز تقریباً با رطوبت در حالت ظرفیت زراعی یکسان در نظر می‌گیرد. لازم به ذکر است که در خروجی مدل رطوبت حجمی در لایه‌های پنج سانتی‌متری از سطح خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی‌متری محاسبه شده و از آنجا که میزان غلظت نیترات در عمق ۵۵ سانتی‌متری بررسی شده لذا رطوبت موجود در خاک نیز در این عمق بحث بررسی شد.

۱- بررسی غلظت نیترات در آب آشویی

برای اندازه‌گیری غلظت نیترات شسته شده از خاک در مزرعه ذرت، پس از هر آبیاری در فصل رشد گیاه، از آب خارج شده از منطقه ریشه نمونه- برداری و غلظت نیترات اندازه‌گیری شد روند تغییرات نیترات در نمونه‌های اندازه‌گیری و پیش‌بینی شده توسط مدل از ابتدای فصل رشد به همراه مقادیر تبخیر و آبیاری در طول فصل رشد در شکل (۳) ارائه شده است. مقدار غلظت نیترات برآورد شده در زمان کوددهی حدود ۳۷ میلی‌گرم در لیتر و



شکل ۲ - مقایسه روند تغییرات رطوبتی مشاهده شده و پیش‌بینی شده در طول فصل زراعی در عمق ۵۵ سانتی‌متر

جدول ۳ - نتایج ارزیابی آماری مدل برای برآورد مقادیر رطوبت و غلظت نیترات در آب آبهویی

ضرب همبستگی	خطای متوسط	ضرب تغییرات
(درصد)	(درصد)	(درصد)
R	MBE	C.V.
۰/۸	۳/۰۶۵	۱۰/۶۶
۰/۹۸	۲/۸۶	۷/۷

رطوبت حجمی در نیم‌رخ خاک

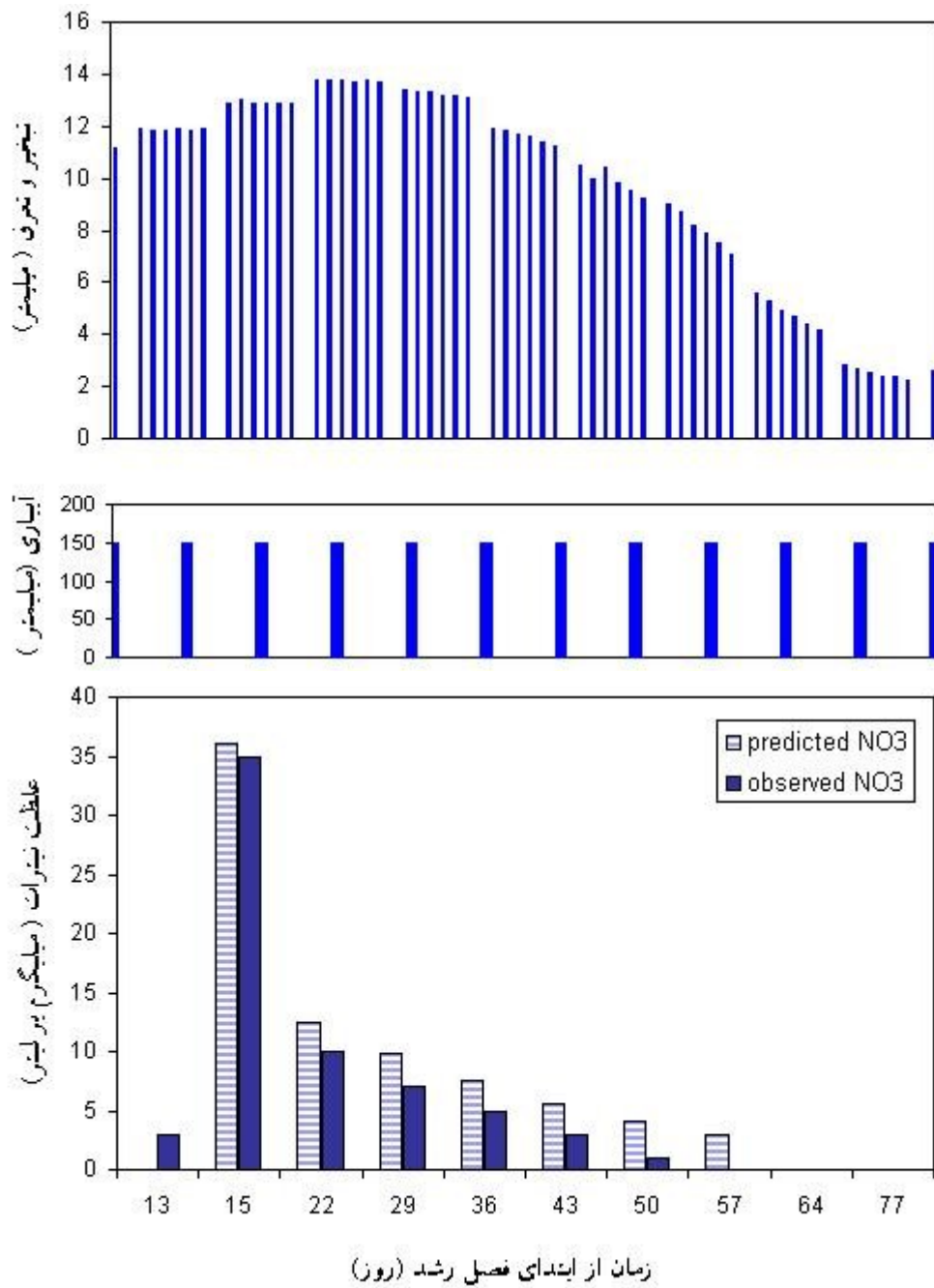
غلظت نیترات در آب خروجی از منطقه ریشه

میزان ضرب تغییرات برآورد رطوبت حجمی بیشتر از غلظت نیترات می‌باشد. این ضرب در برآورد رطوبت حجمی و غلظت نیترات در مدل DRAINMOD-N به ترتیب برابر ۱۰/۶۶ و ۷/۷ محاسبه گردید.

نتیجه‌گیری

غلظت نیترات برآورد شده با مدل در زیر منطقه ریشه، در اکثر مواقع با غلظت نیترات اندازه‌گیری شده در مزرعه تطابق نسبی خوبی دارد. لذا از مدل DRAINMOD-N می‌توان به عنوان یک ابزار مدیریتی برای کاهش و جلوگیری از آلودگی محیط زیست در مناطق تحت آبیاری استفاده نمود.

ضرب همبستگی رطوبت حجمی و غلظت نیترات در مدل DRAINMOD-N مثبت و زیاد است. اگر خطای متوسط (MBE) مثبت باشد نشان می‌دهد که برآورد بیشتر و اگر منفی باشد کمتر است. در این تحقیق میزان خطای متوسط در هر دو مورد رطوبت حجمی و غلظت نیترات مثبت می‌باشد که نشان می‌دهد برآورد مدل بیشتر است. یکی از علل این امر را می‌توان عدم در نظر گرفتن جریان به سمت بالای آب در پروفیل خاک توسط مدل داشت. این جریان سبب می‌شود تا بخش زیادی از نیترات خاک به سمت بالا انتقال یابد و توسط گیاه جذب شود. یکی دیگر از عوامل مؤثر جریان ترجیحی نفوذ آب به داخل خاک است که قبلاً در مورد آن بحث شد.



شکل ۳ - مقایسه روند تغییرات غلظت نیترات مشاهده شده و پیش‌بینی شده در طول فصل زراعی در عمق ۵۵ سانتی‌متر

منابع مورد استفاده

- ۱ - بایبوردی، محمد. ۱۳۷۲. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ۲ - علیزاده، امین. ۱۳۷۸. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- 3 . Childs EC and Bybordi M (1969) The vertical movement of water in stratified porous material. 1. Infiltration. Water Resource. Res. 5: 466-469.
- 4 . Haan PK and Skaggs RW (2003) Effect of Parameter Uncertainty on DRAINMOD Predictions: II.
- 5 . Hillel D and Gardner WR (1969) Steady infiltration into crust topped profiles. Soil Sci. 108: 137-142.
- 6 . Johnson H, Bergstrom L, Janssen PE and Paustian K (1987) Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. Agriculture Ecosystem and Environment. 18: 333-356 Nitrogen Loss. ASAE. 46(4): 1069-1075.
- 7 . Sadek AE, Feyen J, and Ragab R (2002) Simulation of nitrogen balance of maize field under different drainage strategies using the DRAINMOD-N model Irrigation and Drainage. 51(1): 61-75.
- 8 . Skaggs RW and Tang YK (1976) Saturated and unsaturated flow to parallel drains. J. Irrig. Drain. Div. ASCE 102(IR2): 221-238.
- 9 . Skaggs RW (1978) A water management model for shallow water table soils. Univ. North Carolina Water Resource. Res. Inst. Tech. Rep. 134.
- 10 . Skaggs RW (1980a) A water management model for artificially drained soils. North Carolina Agricultural Research Service Tech. Bull. 267. North Carolina State University, Raleigh, NC 27695. 54 pp.
- 11 . Skaggs RW (1980b) DRAINMOD: Reference Report – Methods for Design and Evaluation of Drainage-Water Management Systems for Soils with High Water Tables. USDA-SCS. Fort Worth. TX.
- 12 . Yousef MA, Skaggs RW, Chescheir GM and Gillian JW (2003) Field Testing of DRAINMOD-N for North Carolina Soils. ASAE. Paper No. 032368.

Simulation of Nitrate Transportation Using DRAINMOD-N model

P. Rahbari ^{*}, S. J. Jebeli ^Ø and A. M. Liyaghat ^{***}

Abstract

The use of fertilizers in agriculture is a potential source of environmental pollution especially in water quality and soil resources. The study of effective factors on water and nutrient transport through soil profile is helpful for nutrient management to minimize adverse impacts on environment and nitrate leaching below root zone. In this study, for assessing the nitrate transportation below the root zone, measurements were done by spectrophotometer method. A field site was conducted under corn production in a cultivation period of 2003. The DRAINMOD-N model was used to simulate nitrate transportation. This model is calibrated by adjusting nitrification, denitrification rate constants to reach the best fit between measured and predicted data. Results indicate that predicted nitrate concentration by model was close to measured nitrate concentration. The correlation between measured and predicted data was significant in one percent level. Results and scenarios indicate that the model can be used as a tool to manage environmental pollution in irrigated areas.

Keywords : DRAINMOD-N, Environment, Fertilizer, Leaching, Nitrate, Nutrient management

Ø- Msc., Irrigation, Agriculture Faculty, University of Tehran, Tehran – Iran

ØØ- Assistant Professor, Irrigation, Agriculture Faculty, University of Tehran, Tehran – Iran

ØØØ- Associate Professor, Irrigation, Agriculture Faculty, University of Tehran, Tehran – Iran