محور مقاله: فیزیک خاک و رشد گیاه

برآورد ضرایب نفوذ در رژیم جریان کاهشی با استفاده از مدل SIPAR_ID

کیوان زرعکانی[۱]، هادی رمضانی اعتدالی[۲]، پیمان دانش‌کار آراسته[۳]، محدثه السادات فخار[۴*]

[۱] فارغ التحصیل کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران

[۲] استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

[۳] دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

[۴] دانشجوی کارشناسی مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

چکیده

معادله نفوذ مهمترین و مشکل ترین پارامتر ارزیابی سامانه آبیاری سطحی است. ضرایب معادلات نفوذ نقش اساسی در ارزیابی و طراحی سامانه‌های آبیاری دارند؛ به همین دلیل برای افزایش بازده آبیاری ضروری است که این ضرایب با دقت بالا تخمین زده شوند. درصد زیادی از زمین‌های کشاورزی در ایران به صورت جویچه‌ای آبیاری می‌شوند که تحقیق درباره کاربرد روش مزبور نیاز به توجه بیشتری دارد امروزه با توجه به مصرف بالای آب در کشور اهتمام به اصلاح روشهای آبیاری مضاعف گشته است. با توجه به اینکه هنوز اراضی کشاورزی به صورت سنتی آبیاری می‌شود یافتن راه‌حلی به منظور اصلاح روشهای مذکور با هزینه‌هایی به مراتب کمتر از آبیاری تحت فشارضروری به نظر می‌رسد. یکی از مهمترین اقدامات برای اصلاح سیستم‌های آبیاری سطحی برآورد دقیق ضرایب معادلات نفوذ است هدف از این تحقیق برآورد ضرایب بهینه در رژیم جریان پیوسته وکاهش جریان طی رخداد آبیاری در یک قطعه زمین زراعی و باغی است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد حداکثر خطا برابر۰/۷ است و مقدار R^2 در مدل SIPAR_ID در آبیاری نواری و جویچه‌ای به ترتیب برابر با ۰/۶۱ و ۰/۸۴ است.

کلمات کلیدی: معادلات نفوذ، آبیاری سطحی، آبیاری جویچه‌ای، سرعت نفوذ، رخداد آبیاری

مقدمه

از آنجا که سرعت نفوذ آب در خاک تعیین کننده زمان تداوم آبیاری برای ذخیره نمودن مقدار مشخصی آب در داخل خاک بوده، از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. درحقیقت نفوذ آب در خاک یکی از حساس‌ترین پارامترهای موثر برآبیاری سطحی و یکی از مشکل ترین پارامترهایی است که باید برآورد شود. روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری نفوذ وجود دارد و بسته به روش آبیاری متفاوت است. در آبیاری جویچه‌ای سطح خاک که در معرض نفوذ قرار دارد، تقریباً سهمی شکل است و نفوذ به صورت دو بعدی در اطراف جویچه صورت می‌گیرد. در واقع هرکدام از روشهای اندازه‌گیری سرعت نفوذ که استفاده می‌شود باید شرایط آبیاری را شبیه‌سازی کند. (سهرابی وپایدار، ۱۳۸۴). مهمترین مشخصه خاک از نظر کشاورزی نفوذ می‌باشد و وارد شدن آب به داخل خاک را نفوذ می‌گویند نفوذ با تغییر عواملی چون بافت، رطوبت اولیه خاک، مقدار جریان ورودی به مزرعه و عملیات زراعی تغییر می‌کند در بین این عوامل یاد شده رطوبت اولیه و مقدار جریان ورودی به مزرعه دارای تغییرات زیادی در طول فصل زراعی می‌باشند در نتیجه اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک در یک وضعیت خاص رطوبتی و مقدار جریان ورودی به مزرعه متغییر می‌باشد. مشکلات اندازه‌گیری نفوذ (پر هزینه و وقت گیر بودن آن) و همچنین تغییرپذیری نفوذ با تغییر رطوبت اولیه شناسایی معادله نفوذی که دارای کمترین حساسیت نسبت به تغییرات رطوبت اولیه و مقدار جریان ورودی به مزرعه باشد از اهمیت خاصی در مطالعات آب و خاک برخوردار خواهد بود (ابراهیمی وهمکاران، ۱۳۹۱). Holzapfel و همکاران،۲۰۰۴) به بررسی نفوذ در آبیاری جویچه‌ای پرداختند نتایج آنها نشان دادکه نفوذ آب در جویچه تحت عواملی چون شکل جویچه و اندازه جویچه و سطح تماس آب با خاک قرار می‌گیرد. (دربندی و همکاران،۱۳۸۴) به بررسی میزان حساسیت ضرایب معادله‌های نفوذ کوستیاکوف و کوستیاکوف اصلاح شده و سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) نسبت به رطوبت اولیه خاک پرداختند آن ها آزمایشات نفوذسنجی را با استفاده از استوانه‌های مضاعف در ۹ رطوبت اولیه مختلف خاک انجام دادند و نشان دادند که ضریب a_2 معادله کوستیاکوف ($z=a_1ta_2$) وb کوستیاکوف _لوییز حساسیت کمتر و ضرایب f مدل کوستیاکوف _لوییز حساسیت بیشتری به تغییرات رطوبت اولیه خاک دارد. (رمضانی اعتدالی و همکاران، ۱۳۸۸) به ارزیابی سه مدل SIPAR_ID,EVALUE ,INFILT برای تخمین ضرایب معادله نفوذ کوستیاکف در آبیاری جویچه‌ای پرداختند در ارزیابی مدل‌های مختلف تخمین ضرایب نفوذ نتایج بدست آمده نشان داد که برآورد میزان آب نفوذ یافته در خاک در

* fakhar.mohadese95@gmail.com

مدل SIPAR_ID دارای خطای کمتری می‌باشد با توجه به سادگی و تحت ویندوز بودن مدل SIPAR_ID استفاده از این مدل را توصیه کرده‌اند در حالی که عمق جریان در نقاط مختلف طول جویچه اندازه‌گیری نشده باشد، مدلSIPAR_ID به خوبی می‌تواند ضرایب نفوذ را پیشبینی کند.

عوامل موثر بر تغییرات مکانی نفوذ به دو گروه تقسیم میشوند که گروه اول شامل عواملی ناشی از ویژگیهای هیدرولیکی جریان در طول مزرعه مانند فرصت نفوذ، تغییرات عمق جریان و محیط خیس شده به دلیل کاهش دبی جریان در طول مزرعه است. براساس برخی تحقیقات مزرعه‌ای سامانی و همکاران، (۱۹۸۵) و عباسی و همکاران، (۲۰۰۳) رابطه مستقیم بین عمق جریان آب محیط خیس شده و نفوذ آب در آبیاری جویچه‌ای وجود دارد. (Naseri وهمکاران، ۲۰۰۸). تاثیر عواملی چون فرصت نفوذ، رطوبت اولیه خاک، عمق جریان، سطح مقطع جریان، محیط خیس شده و چگالی ظاهری مرطوب را بر نفوذ تجمعی آب در جویچه بررسی نمودند. آنها با داده‌های مزرعه‌ای نشان دادند که فرصت زمان نفوذ بیشترین اثر مثبت و مستقیم را بر نفوذ تجمعی داشته و اثر مستقیم رطوبت اولیه خاک بر نفوذ تجمعی ۲/۳۱ برابر کمتر از فرصت نفوذ است نکته مهم اینکه برلحاظ کردن تغییرات مکانی نفوذ آب در خاک در ارزیابی و طراحی سامانه‌های آبیاری تاکید شده است. زبردست و همکاران، (۱۳۹۳) تغییرات زمانی نفوذ را در دوخاک لوم رسی در کرج و اصفهان در دو مدیریت متفاوت آبیاری جویچه‌ای بررسی کردند. دو تیمار مدیریتی شامل خاک بدون کاه و کلش و خاک با کاه و کلش بود فاصله جویچه‌ها ۷۵ سانتیمتر و طول آنها ۶۰ متر بود تغییرات زمانی نفوذ تجمعی در تمامی تیمارها مشاهده نشد مقادیر نفوذ تجمعی در طول فصل روند نزولی و به صورت لگاریتمی گزارش شد. نفوذ نهایی و راندمان کاربرد آب در انتهای فصل کشت نسبت به ابتدای دوره به ترتیب ۳۴و ۱۰ درصد کاهش یافت. مهمترین و جدیدترین روشهای تخمین پارامترهای نفوذ، استفاده از داده‌های پیشروی است که تاثیر شرایط دینامیکی نفوذ آب در خاک را نیز در نظر میگیرد. روشهای یک نقطه، دو نقطه، بهینه‌سازی چند سطحی و روش پیشروی (Benami و Ofel ۱۹۸۴). از جمله این روش‌هاست که پایه واساس این روش‌ها، معادله بیلان حجم است این معادله بر قانون بقاء جرم استوار بوده و نخستین بار توسط (Louis,Milne، ۱۹۳۸) در آبیاری نواری به کار گرفته شد این رابطه بعدها توسط افرادی همچون(Bratt et al. 1982), (Foreign, 1964 و philip)، (Alvin,Walkerl ۱۹۸۲)در آبیاری جویچه‌ای به کار گرفته شد. ارزیابی گسترده‌ای از روش‌های مختلف برآورد پارامترهای نفوذ در جویچه و نوارهای آبیاری نشان داد که روش دو نقطه ای ابراهمیان و همکاران، (۲۰۱۴) و روش دونقطه‌ایAlvinو Walkerl (۱۹۸۲) نتایج بهتری در مقایسه با سایر روش‌ها دارند مطالعه دیگری با استفاده از داده‌های مزرعه‌ای به مقایسه روش‌های بهینه سازی چند سطحی و موازنه حجم به منظور برآورد پارامترهای معادله نفوذ کستیاکف پرداخت و برای پیش-بینی حجم کل روانآب و نفوذ، خطای نسبی در روش بهینه‌سازی چندسطحی کمتراز روش موازنه حجم بود.

مواد و روش‌ها

محل انجام این تحقیق مزرعه جهان آباد واقع در شهرستان البرز استان قزوین می باشدکه دارای مختصات ۳۶/۱۸ شمالی و۵۹/۰۵ شرقی می‌باشد. شهرستان البرز دارای وسعتی معادل ۴۱۶ کیلومتر مربع بوده آب و هوای شهرستان خشک و نیمه خشک و میانگین بارندگی سالانه آن ۳۰۹ میلیمتر میباشد کمترین بارندگی در ماه تیر، مرداد و شهریور و بیشترین بارندگی در ماه‌های بهمن، اسفند و فروردین اتفاق می‌افتد. سردترین و گرم ترین ماه‌های سال به ترتیب دی و تیر می‌باشد. در مزرعه انتخابی از دو نوع روش آبیاری جوی و پشتهای و نواری به ترتیب برای آبیاری ذرت و درختان هلو و شلیل استفاده گردید آبیاری مزرعه از یک حلقه چاه عمومی با دبی ۴۵ لیتر برثانیه انجام شده است و فواصل بین پشتهها نیز ۷۵ سانتیمتر و طول جویچه های مورد بررسی ۱۸۰ متر بوده است . همچنین فواصل بین درختان ۳*۳ و نوارهایی به طول ۱۰۰ متر و به عرض ۲,۵ متر جهت آبیاری درختان ایجاد شده است. ۱) کیفیت و آب و خاک ورودی به مزرعه از اهمیت زیادی برخوردار است طبق نتایج و تحقیقات انجام شده در عمق صفر تا سی سانتیمتر بافت خاک از نوع لوم رسی بوده و درصد اشباع SP، ۵۱درصد بوده و مقدار EC ۱/۸۳ دسیزیمنس برثانیه و مقدار PH نیز برابر ۸ می‌باشد و از نظر شوری نیز دارای محدودیت نمی‌باشد. همچنین از آب مورد استفاده در مزرعه نیز نمونه تهیه شد که کیفیت آب نیز مناسب ارزیابی گردید. ۲) طول مدت آزمایش در هر مزرعه برابر با مدت زمان آبیاری در نظر گرفته شده است. اندازه‌گیری‌های لازم برای ارزیابی و آنالیز شامل رطوبت خاک قبل از آبیاری، اندازه جریان ورودی، سرعت پیشروی آب، شرایط خاک، خصوصیات مقطع جریان، زمان قطع جریان، سرعت پسروی، می‌باشند. در این تحقیق داده‌های مربوط به سه آبیاری اول در بخش زراعت و باغ برداشت گردید. علت این امر اهمیت آبیاری اول(خاکاب) با توجه به ضریب زبری بالا در اولین رخدادهای آبیاری و مسایل تحلیل مسایل مرتبط با آن می‌باشد. به منظور ارزیابی، طراحی و شبیه‌سازی جریان آب در جویچه‌های آبیاری تعیین معادله نفوذ آب در خاک که تاحد امکان به شرایط واقعی مزرعه نزدیک باشد، ضروری است، مشخصات جویچه و نوارهای مورد مطالعه به شرح جدول شماره ۱ است که جویچه‌ها را با حرف لاتین F و نوارها با حرف لاتین B مشخص شده اند و جویچه‌ها و نوارهایی که روش کاهش جریان پس از فاز پیشروی در آنها اعمال گردیده است با حرف لاتین C در جدول مشخص گردیده‌اند طول جویچه‌های مورد بررسی ۱۸۰ متر و طول نوارهای مورد مطالعه ۱۰۰ متر

می‌باشد شایان ذکر است که رژیم کاهش جریان پس از اتمام فاز پیشروی و به میزان نصف دبی ورودی اعمال گردید. روش اجرای عملیات در هر یک از رخدادهای سه گانه آبیاری در مزارعی که تحت پوشش آبیاری جویچه‌ای قرار دارند به شرح ذیل بوده است: یک نمونه خاک جهت اندازه گیری میزان رطوبت خاک قبل از آبیاری برداشت گردید. شش جویچه برای آزمایش انتخاب ۳ جویچه برای بررسی شرایط جریان با دبی ثابت و ۳ جویچه برای اعمال شرایط جریان کاهشی و طول مشخصات سطح مقطع آنها اندازه گیری گردید . این ردیف‌ها بسته به مورد، یک درمیان و یا همجوار بودند . جهت دقت در اندازه گیری‌ها کنار یکی از ردیف ها به فواصل ۲۰ متر میخ کوبی (نشانه گذاری) گردید. کد ارتفاعی در طول مسیر فاروها جهت تعیین شیب مزرعه، برداشت گردید. زمان پیشروی آب به هر یک از ایستگاه ها یادداشت شد. زمان قطع جریان یادداشت گردید و رژیم کاهش جریان به نصف در جویچه‌های مورد بررسی اعمال گردید و جهت دنبال نمودن جبهه خیس در خاک، اطمینان از کفایت و میزان یکنواختی آبیاری در سه نقطه ابتدایی، میانی و انتهایی جویچه با برداشت نمونه خاک پس از ۴۸ ساعت از زمان آبیاری میزان رطوبت خاک تعیین گردید. در طرح مورد مطالعه یک مزرعه تحت پوشش آبیاری نواری قرار دارد. موارد زیر جهت گردآوری داده‌ها برای ارزیابی و بررسی آبیاری نواری صورت گرفته است. مکانی در مزرعه انتخاب گردید که خاک، شیب و گیاه در آن نقطه در برگیرنده مشخصات کامل مزرعه بود. SIPAR-ID مدلی تحت ویندوز برای تخمین ضرایب نفوذ معادله کوستیاکف و ضریب زبری مانینگ در آبیاری سطحی پیشنهاد شده است. (مارتوس و همکاران،۲۰۱۰) SIPAR_ID یک نرم افزار مبتنی بر تکنیک مدلسازی معکوس چند هدفه برای تخمین مقادیر میدان‌های نفوذ و پارامترهای زبری از یک رویداد آبیاری سطحی تحت هر دو شرایط ورودی ثابت و متغیر است. موتور شبیه-سازی آن کاملا انعطاف پذیر و دقیق است به لطف یک مدل ترکیبی که ترکیبی از مدل تعادل حجم با شبکه‌های عصبی مصنوعی است. SIPAR_ID نیز تخمینی از عدم قطعیت و حساسیت پارامترهای شناسایی را فراهم میکند. محدودیتی از نظر باز یا بسته بودن انتهای مزرعه برای این مدل وجود ندارد. این مدل برای تخمین ضرایب از معادله بیلان حجم و روش حل معکوس استفاده می‌کند. و از شبکه عصبی مصنوعی به منظور به حداقل رساندن اختلاف مرحله پیشروی اندازه‌گیری وشبیه سازی شده است ورودی‌های این مدل شامل هیدروگراف جریان ورودی، فاز پیشروی، شیب کف مزرعه، ضرایب هیدرولیکی و هندسی مقطع و عمق جریان در هر ایستگاه در زمان‌های مختلف است. این مدل توانایی انجام آنالیز حساسیت وعدم قطعیت نتایج خروجی را دارا است. در مدل SIPAR_ID برای شبیه سازی فاز پیشروی از مدل بیلان حجم استفاده میشود و حل عددی در مدل براساس ترکیب معادله بیلان حجمی و شبکه عصبی مصنوعی است.

جویچه	F1	FC1	F2	FC2	F3	FC3	B1	BC1	B2	BC2	B3	BC3
طول جویچه (متر)	180	180	180	180	180	180	100	100	100	100	100	100
فاصله جویچه‌ها (متر)	75/0	75/0	75/0	75/0	75/0	75/0	5/2	5/2	5/2	5/2	5/2	5/2
شیب (درصد)	5/0	5/0	5/0	5/0	5/0	5/0	5/0	5/0	5/0	5/0	5/0	5/0
زمان کاهش جریان (دقیقه)	120	120	90	90	90	90	25	25	22	22	24	24
زمان قطع جریان (دقیقه)	125	125	115	115	115	115	40	40	45	45	40	40
متوسط جریان ورودی به جویچه	6/1	6/1	5/1	5/1	6/1	6/1	5/12	5/12	5/11	5/11	12	12
رخدادآبیاری	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3

در این مدل از ساده ترین رویکرد معادله سنت_ونانت که ادغام معادله پیوستگی برروی کل جریان سطحی و نفوذ کرده و همچنین جایگزینی معادله دینامیک برای مشخصات در وسط نیمرخ جریان است، استفاده شده است این کار باعث تسهیل مدل سازی آبیاری سطحی میگردد. معادله سنت ونانت براصول فیزیکی دومعادله پیوستگی ومومنتم استوار است. این معادلات حل تحلیلی ندارند ولی با درنظر گرفتن یکسری فرضیات ساده و معتبر در آبیاری

سطحی به راحتی حل میشوند. به این ترتیب این مدل از معادله بیلان حجمی در طول مسیر پیشروی جریان آب استفاده میکند. در مدل SIPAR_ID همچنین برای یافتن پاسخ بهینه سراسری با همگرایی مناسب از الگوریتم تکاملی تفاضلی استفاده شده است. که دراین تحقیق مقایسه فاز پیشروی و پسروی مشاهداتی و شبیه‌سازی شده با استفاده از مدل SIPAR_ID ارائه شده است.

به منظور ارزیابی مدل‌ها در تخمین پارامترهای نفوذ، حجم آب نفوذ یافته در طول جویچه با استفاده از روش‌های مذکور برآورد و با حجم آب نفوذیافته با استفاده از روش‌های مذکور برآوردو مقایسه گردید.

درصد خطای نسبی: $RE=\frac{(Pi-Qi)}{Qi}*100$

حداکثر خطا: $ME=MAX\left|Pi-Qi\right|_{i=1}^{n}$

ریشه دوم میانگین مجذور: $RMSE=[\frac{\sum_{i=1}^{n}(Pi-Qi)^2}{n}]^{\frac{1}{2}}$

کارایی مدلسازی (EF): $EF=\frac{\sum_{i=1}^{n}(Qi-Q)^2-\sum_{i=1}^{n}(Pi-Qi)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Qi-Q)^2}$

که درآن، Pi مقادیر پیش بینی شده، Qi مقادیر اندازه‌گیری شده (مشاهده‌ای)، n تعداد نمونه‌ها و Q مقدار متوسط پارامتر مشاهده شده می‌باشد. حداقل مقدار Me، RE و RMSE صفر وحداکثر مقدار EF برابر یک می‌باشد.

EF می‌تواند مقادیری منفی داشته باشد. مقدار زیاد ME نشانگر بدترین حالت کارکرد مدل است. شاخص EF، مقادیر پیش‌بینی شده را با میانگین اندازه-گیری شده، مقایسه میکند. مقادیر منفی EF بیانگر آن است که میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده، برآوردی بهتر از مقادیر پیش‌بینی شده دارد. چنانچه تمامی مقادیر پیشبینی و اندازه‌گیری شده باهم برابر شوند، مقدار عددی شاخص‌های ME، RE و RMSE برابر با صفر و مقدار EF برابر با یک خواهد بود.

نتایج و بحث

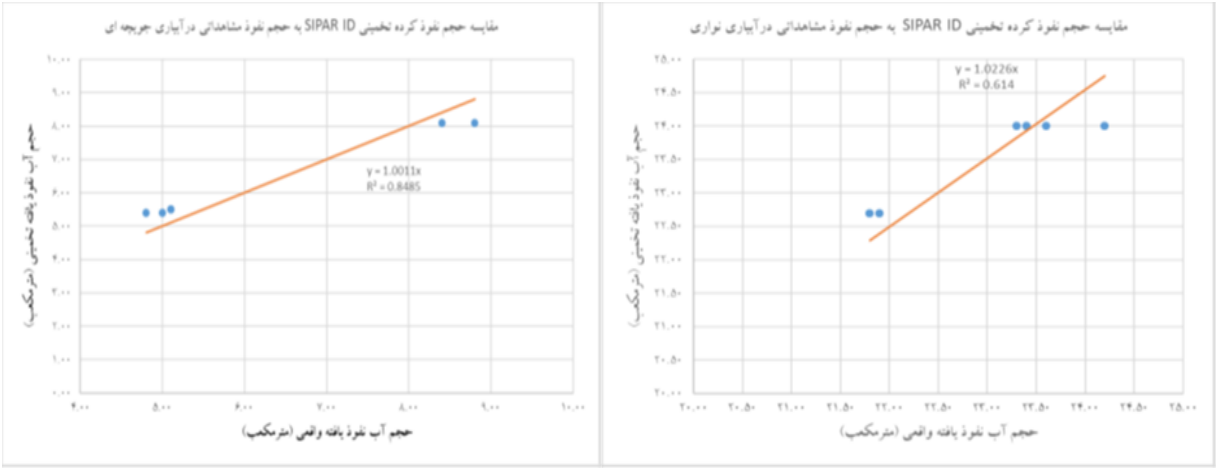
نفوذ مهمترین و مشکلترین پارامتر ارزیابی سامانه آبیاری سطحی است. اهمیت دانستن معادله نفوذ جهت تشریح هیدرولیک آبیاری سطحی، همراه با مشکلات تخمین قابل اطمینان پارامترهای آن، موجب صرف وقت و هزینه زیادی برای طراحی یک سامـــانه آبیاری میشود و در این تحقیق پارامترهای معادله نفوذ کوستیاکف _ لوئیس به روش استفاده از نرم افزار SIPAR_ID تعیین شد و زمان قطع جریان در اولین آبیاری که به خاکاب معروف می‌باشد نسبت به رخدادهای بعدی آبیاری مقدار بیشتری را به خود دارد که علل مربوط به آن زبری و کمبود رطوبت موجود در خاک را می‌توان برشمرد که زارع را به اعمال زمان آبیاری بیشتر وا می‌دارد. شیب موجود در اراضی یکنواخت و فاصله بین جویچه‌ها و نوارها باتوجه به نوع کشت زارع تعیین گردیده بود. (رمضانی اعتدالی و همکاران، ۱۳۹۰) در ارزیابی مدل‌های مختلف تخمین ضرایب نفوذ، نتایج بدست آمده نشان دادکه برآورد میزان آب نفوذ یافته درخاک، مـــدل SIPAR_ID دارای خطای کمتری می‌باشد و با توجه به تحت ویندوز بودن مدل SIPAR_ID استفاده از این مدل توصیه می-شود. (ابراهمیان وکمالی،۱۳۹۶) مدل SIPAR_ID عملکرد قابل قبولی ندارد چون این روش سرعت نفوذ نهایی را برآورد نمی‌کند و در همه آبیاری‌ها کم برآورد داشت ودر بعضی آبیاری‌ها نیز ۳۰ درصد خطا داشته است. همانطور که در جدول شماره(۲) مشخص شده ضرایب معادله نفوذ که به عنوان یکی از مهمترین پارامترها در ارزیابی و طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی می‌باشد با استفاده از مدل تعیین گردید در گام بعدی پس از مقایسه حجم آب نفوذ کرده با میزان واقعی مشاهده شده و استفاده از شاخص‌های آماری ضرایب بهینه معادله نفوذ تعیین گردید. برای تعیین دقت روش پیشنهادی برای پیـشبینی مقدارکل حجم آب نفوذ یافته به جویچه اطلاعات هیدروگراف‌های جریان ورودی و خروجی مبنا قرارگرفـت.و مقدار کل حجم آب نفوذ یافـــــته محاسبه شده با استفاده از معادله نفوذ کوستیاکف لوئیس بدست آمده با مقادیر حاصل از هیدروگراف‌های جریان ورودی و خروجی مقادیر دقیق حجم آب وارد شده به جویچه و آب خارج شده از جویچه و حجم آب نفوذ یافته به جویچه بعد از اتمام آبیاری ارائه می‌دهد. به منظور ارزیابی مدل‌ها در تخمین پارامترهای نفوذ حجم آب نفوذ یافته در طول جویچه با استفاده از روش مذکور برآورد و با حجم آب نفوذ یافته با استفاده از هیدوگراف جریان ورودی _خروجی محاسبه شده، مقایسه گردید سپس با استفاده از شاخص مختلف آماری میزان دقت مدل برآورد گردید.

جدول ۲. ضرایب نفوذ معادله کوستیاکف لوییس به دست آمده در مدل‌های مختلف

جویچه ها	SIPAR_ID	
	a	$K(m^3/min^a/m)$
F1	۰/۳۲۳۲	۰/۰۱۲۸
FC1	۰/۳۲۳۲	۰/۰۱۲۸
F2	۰/۲۱۱۷	۰/۰۱۲۵
FC2	۰/۲۱۱۷	۰/۰۱۲۵
F3	۰/۲۰۵۷	۰/۰۱۲۷
FC3	۰/۲۰۵۷	۰/۰۱۲۷
B1	۰/۲۹۳۶	۰/۰۵
BC1	۰/۲۹۳۶	۰/۰۵
B2	۰/۲۵۹۲	۰/۰۴۴
BC2	۰/۲۵۹۲	۰/۰۴۴
B3	۰/۲۶۶۷	۰/۰۵۵
BC3	۰/۲۶۶۷	۰/۰۵۵

جدول ۳. نتایج بررسی شاخص‌های مختلف آماری برروی ضرایب معادله نفوذ در مدل‌های مختلف

جویچه‌ها	SIPAR_ID درصد خطای نسبی(RE%)
F1	-۳/۵
FC1	-۷/۳
F2	۸
FC2	۱۲/۵
F3	۷/۸٤
FC3	۷/۸٤
B1	۲/۵
BC1	۳
B2	۳/٦۵
BC2	٤/۱۳
B3	۱/۷
BC3	-۱
میانگین قدرمطلق خطای نسبی	۵/۲
حداکثرخطا برحسب متر مکعب(ME)	۰/۷
ریشه دوم میانگین مجذور متر(RMSE)	۰/۵
کارایی مدل سازی (EF)	۰/۹۹



شکل ۱. مقایسه حجم نفوذ کرده تخمینی در جویچه و نوار.

نتایج حاصل از مدل در جدول(۳) و نمودارهای مربوط بیانگر عملکرد بالای مدل SIPAR_ID در تعیین ضرایب معادله نفوذ است. نتایج بررسی در تمام شاخص های ریشه دوم میانگین مجذور خطاها (RMSE) درصد خطای نسبی (RE) حداکثر خطا (ME) و کارایی مدل سازی (EF) از برتری نتایج پیش بینی حجم آب نفوذ یافته با استفاده از ضرایب نفوذ خروجی مدل SIPAR_ID دارد.

نتیجه‌گیری

نفوذ از پارامترهای مهم در کشاورزی است به همین سبب نتایج مدل SIPAR_ID نشان می‌دهد دارای کمترین خطا و بهترین عملکرد می‌باشد و همچنین مطالعات نشان می‌دهد که مقادیر ضریب زبری درهر آبیاری بسیار متغیر است وحتی شبیه سازی مراحل پیشروی وپسروی با مقدار مشابه باعث خطای نسبتا قابل توجهی در تخمین آن خواهد شد. (کلمنز و همکاران، ۲۰۰۱) نتایج نمودارها نشان از تطابق مناسب بین مقادیر شبیه سازی شده پیشروی پسروی ومقادیر مشاهداتی دارد که نشان از دقت ضریب زبری مدل SIPAR_ID دارد.

منابع:

امینی زاده س، لیاقت ع، محمودیان شوشتری م،کوچک زاده ص، ارائه یک حل صریح معادلات مدل اینرسی صفر با تاثیر محیط خیس شده جهت شبیه سازی آبیاری جویچه‌ای، نشریه پژوهش کشاورزی پاییز ۱۳۸۵، دوره ۶،شماره ۳، ص ۱۶-۱

پرچمی عراقی ف.، میرلطیفی س .م، قربانی دشتکی ش و مهدویان م.ح. ۱۳۸۹. ارزیابی برخی مدل های نفوذ آب به خاک در برخی کلاس های بافتی وکاربری های اراضی. نشریه آبیاری زهکشی ایران شماره ۲، جلد ۴ ص ۲۰۳- ۱۹۳

راستگو س ، بشارت س، ۱۳۹۶ مطالعه و ارزیابی روش های توسعه یافته تخمین پارامتر های نفوذ در آبیاری جویچه ای معمولی نشریه آبیاری و زهکشی ایران ، شماره ۴، جلد ۱۱، ص ۶۹۱-۶۸۰

کمالی پ ، ابراهمیان ح .۱۳۹۶ مقایسه و ارزیابی روش های مختلف برآورد معکوس ضرایب معادله نفوذ در شرایط کشت داخل جویچه . تحقیقات آب وخاک ایران دوره ۴۸ شماره ۱ ، ص ۴۸-۳۹

جوادی ع ، مشعل م ، ابراهمیان ح ، ۱۳۹۳. تحلیل حساسیت معادلات نفوذ آب به خاک و ضرایب آن ها نسبت به رطوبت اولیه و بار آبی. نشریه آب و خاک، جلد۲۸، شماره ۵، ص ۹۰۸-۸۹۹

Ebrahimian H.,Liaghat A.,Parsinejad M.,Abbasi F.and Navabian M. 2012 Comparison of one –and two dimensional models to simulate alternate and conventional furrow fertigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 138(10):929

Holzapfel, E., Mario,M., and Chavez-Morales, J.(1986)."Surface Irrigation Optimization Models. J.Irrig.Drain.,Eng.,112(1),1_19

Rodriguez, J. A., and J. C., Martos. 2008. SIPAR_ID: Freeware for surface irrigation parameter identification. J. Environmental Modelling and Software: 2 p. (In press).

Strelkoff, T. S., Clemmens, A. J., El-Ansary, M. and M. Awad. 1999. Surface irrigation evaluation models: Application to level basin in Egypt. Trans. ASAE., 42(4): 1027–1036.

Topic for submission: Soil Physics and Plant Growth

Estimation of penetration coefficients in the decreasing flow regime using the model SIPAR_ID

Keyvan Zarakani [1], Hadi Ramezani Etemadi [2], Peyman Danesh Kar Araste[3], Mohadese Sadat Fakhar[4]
[1] Graduated Master of Irrigation and Drainage, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
[2] Assistant Professor of Water Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
[3] Associate Professor of Water Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
[4] Undergraduate student of Water Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Abstract

Penetration equation is the most important and most difficult parameter for estimating surface irrigation system. The coefficients of penetration equations have a major role in evaluating and designing irrigation systems; therefore, it is necessary to estimate these coefficients with high precision to increase the irrigation efficiency. A large percentage of agricultural land in Iran is irrigated with irrigation, which requires more attention to be paid to the application of the method. Today, due to high water consumption in the country, it has been stepped up to improve irrigation methods. Regarding the fact that agricultural lands are traditionally irrigated, finding a way to improve these methods seems to be much less expensive than irrigation under pressure. One of the most important measures for the correction of surface irrigation systems is the accurate estimation of the coefficients of penetration equations. The purpose of this study is to estimate optimal coefficients in continuous flow regime and reduce flow during irrigation in a land plot and garden. The results show that the maximum error is equal to 0.7 and the value of R^2 in the SIPAR _ID model in tape and jet irrigation is respectively 0.61 and 0.84, respectively.

Keywords: Penetration equations, surface irrigation, Furrow irrigation, penetration rate, irrigation event