نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۱، جلد۷، بهار ۱۳۹۲، ص. ۶۷-۵۹

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 7, Spring 2013, p. 59-67

کاربرد مدل winSRFR3.1 در شبیه سازی آبیاری جویچه ای

اسماعیل مکاری قهرودی*[۱] ، عبدالمجید لیاقت[۲] ، محمدجواد نحوی‌نیا[۳]

چکیده

آبیاری سطحی به دلیل سادگی، از رایج ترین روش‌های آبیاری به شمار می‌آید. سرعت پیشروی آب در خاک، یکی از معیارهای مدیریت سیستم-های آبیاری و به خصوص تعیین زمان قطع جریان است. در مدیریت آبیاری سطحی، تابع نفوذ نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق مدل win SRFR3.1 برای مطالعه، ارزیابی و شبیه سازی مراحل مختلف آبیاری جویچه ای ارائه گردیده است. به همین منظور از یک سری آزمایش های صحرایی که به روش آبیاری جویچه‌ای در سه مزرعه آزمایشی گلمکان مشهد، توتون ارومیه و مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول در طی دوره‌ی زمانی تابستان ۱۳۷۶ انجام شده و دارای طیف گسترده ای از نظر بافت خاک (سبک، متوسط و سنگین) بودند، استفاده شد. مقایسه ی نتایج مدل و داده های صحرایی نشان داد که مدل با دقت خوبی زمان های پیشروی و پسروی، فرصت و عمق نفوذ و بیلان حجمی را در جویچه‌های کوتاه تا نسبتا طولانی شبیه سازی نموده است. براساس نتایج این تحقیق بیشترین میانگین خطای مدل مربوط به برآورد حجم رواناب سطحی(۶/۲ درصد) و کمترین آن مربوط به برآورد حجم آب ورودی(۳/۳۲ درصد) می باشد.

واژه های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، زمان پیشروی، زمان پسروی، مدل win SRFR3.1، نفوذ

مقدمه

آبیاری سطحی یک از روش‌های آبیاری است که در آن آب به روش ثقلی در سطح زمین جریان می‌یابد و سطح زمین به عنوان جذب کننده و انتقال دهنده آب عمل می‌نماید. گرچه در سیستم‌های آبیاری تحت فشار بازده آبیاری بالا می‌باشد ولی افزایش روز افزون هزینه‌های انرژی سبب گردیده است که بسیاری از محققین مطالعات قابل توجهی را در زمینه افزایش بازده آبیاری سطحی انجام دهند و این روش را به عنوان جایگزینی مناسب برای روش‌های تحت فشار پیشنهاد نمایند (Walker and Skogerboe, 1987).

Hornbuckle et al.,(1998) بیان کردند که اکثر سیستم‌های آبیاری که دارای طراحی و مدیریت خوبی هستند دارای این پتانسیل هستند که بازده کاربرد بالای ۹۰٪ داشته باشند ولی اکثر آبیاری‌های جویچه‌ای دارای بازده کاربرد پایین تری هستند. آنها مطرح کردند که یکی از راههای ارتقاء بازده و عملکرد آبیاری جویچه‌ای استفاده از مدل‌های شبیه سازی است. مدل های آبیاری سطحی وسیله‌ای جهت طراحی و ارزیابی روش های آبیاری سطحی می باشند. با استفاده از این مدل ها می توان یک آبیاری کامل را شبیه سازی و طراحی نموده و با تغییر عوامل ورودی آن که در حقیقت عوامل طراحی نیز می باشند به بازده و یکنواختی بالایی در امر آبیاری دست یافت. مدل‌های ریاضی آبیاری سطحی بر اساس معادلات سنت و نانت استوار هستند. در همه‌ی این مدل ها معادله‌ی پیوستگی به نوعی بکار گرفته شده است. تفاوت آنها در فرم بکارگیری معادله‌ی مومنتوم می-باشد. بر همین اساس علاوه بر مدل هیدرودینامیک مدل‌های اینرسی صفر و موج سینماتیکی و بیلان حجمی برای شبیه سازی آبیاری سطحی ارائه گردیده است. دقت، پایداری و سرعت همگرایی این مدل ها به روش حل و فرم معادله‌ی مومنتوم که در هریک از این مدل‌ها بکار رفته بستگی دارد. در سه دهه اخیر با پیشرفت علم کامپیوتر، موضوع بطور گسترده‌تر توسط محققین دنبال شده و می-شود. تا قبل از سال ۱۹۶۵ اکثر محققینی که روی مدل های آبیاری سطحی مطالعه می کردند، از فرم ساده شده‌ی معادله‌ی پیوستگی که به معادله‌ی بیلان حجم نیز معروف است استفاده نموده اند. از این گروه محققین می توان به نتایج تحقیقات Philip and Farrel, (1964) و Fok and Bishop, (1965) اشاره کرد. ملک پور (۱۳۷۳)، Schwankl and Wallender (1988)، Elliot and Walker, (1982) و Wallender, (1993) Bautista and معادلات مربوط به مدل اینرسی صفر را با روش انتگرالی برای مطالعه جریان در آبیاری جویچه ای حل کرده‌اند. Clemmens (1999)،

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران
(* نویسنده مسئول (Email: e.mokari@yahoo.com
۲- استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران
۳- دانشجوی دکتری گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج تحقیق خود را در زمینه نحوه مدیریت و بهبود بازده کاربرد آب در مزارع آریزونا و کالیفرنیای آمریکا منتشر نمود. وی در این تحقیق مدل استرلکف (SRFR) توسعه یافته را برای مدیریت مناسب تر سیستم های آبیاری سطحی در مناطق یاد شده پیشنهاد کرد. بهبهانی و بابازاده (۱۳۸۴)، در تحقیقی عملکرد نرم افزار STRMOD را در مزرعه ای با خاک رس، واقع در مزارع تحقیقاتی دانشگاه تهران و در مورد آبیاری شیاری مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج مطالعاتشان حاکی از آن بود که سرعت پیشروی و مقدار نفوذ در هر سه مدل هیدرودینامیک، اینرسی صفر و موج سینماتیک کمتر از مقدار واقعیت برآورد شده است. آنها درصد خطای نرم افزار را پایین و قابل قبول دانستند. Walker (2007) با استفاده از مدل SIRMOD آنالیزهایی انجام داد که منجر شد بتواند طول جویچه و بهترین زمان قطع جریان و اثرات این دو را بر هم تحلیل کند.

Bautista et al., (2009) ، مدل Win SRFR3.1 را به منظور ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری و تخمین خصوصیات نفوذ و زبری هیدرولیکی استفاده نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که این مدل آنالیز کننده قادر خواهد بود تا دامنه راه حل هایی را که منجر به عملکرد تقریباً بهینه می‌شود تجسم کرده و راه حلی را برگزیند که همخوانی بیشتری با محدودیت های اجرایی داشته باشد. هدف از این مطالعه، ارزیابی و شبیه سازی مراحل مختلف آبیاری جویچه ای با مدل win SRFR3.1 در خاک‌های با بافت مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تئوری مدل

اساس و مبنای مدل win SRFR3.1 بر مبنای فرآیند تحلیلی محاسبه و بهبود عملکرد هیدرولیکی سیستم های آبیاری سطحی استوار است. اجرای برنامه win SRFR3.1 دارای چهار قسمت آنالیز رخداد[1]، آنالیز اجرا[2] ، طراحی فیزیکی[3] و شبیه سازی[4] می باشد. مرحله‌ی اول در فرآیند آنالیز مدل، ارزیابی عملکرد بر اساس اطلاعات اندازه گیری مزرعه ای می باشد. از اینرو آنالیز رخداد ابزارهایی را برای خلاصه کردن، ترسیم و تحلیل اطلاعات مزرعه ای فراهم می کند. هدف اولیه ارزیابی توصیف وضعیت آب کاربردی می باشد اما می‌تواند برای تخمین نفوذ و همچنین خصوصیات زبری هیدرولیکی که در آنالیز بعدی اطلاعات کلیدی هستند مورد استفاده قرار گیرد. مرحله‌ی دوم فرآیند تحلیلی آزمون سناریوهای مختلف کاربردی با سیستم داده شده است. این آزمون ها برای ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری، ترکیبات متفاوتی از میزان جریان و زمان قطع جریان را برای یک سیستم با ابعاد، شیب و خصوصیات خاک مشخص استفاده میکند. پارامتر های عملکرد آنالیز شده بوسیله مدل شامل یکنواختی توزیع، پتانسیل راندمان کاربرد، ضرایب نفوذ عمقی و رواناب، حداقل عمق نفوذیافته، کل عمق آب بکار رفته و نسبت زمان قطع جریان به زمان پیشروی می شود. مرحله‌ی سوم طراحی برای بهینه سازی ابعاد فیزیکی (طول و عرض) یک سیستم آبیاری با اطلاعات ورودی داده شده بکار می رود. مرحله‌ی چهارم اطلاعات داده شده در آنالیز رویداد، طراحی و اجرا را شبیه سازی می کند تا سناریوهای شبیه سازی به صورت تناوبی اجرا شود. مدل win SRFR3.1 از فرمول های تجربی برای محاسبات نفوذ استفاده می کند (جدول ۱). همچنین مدل برای محاسبه‌ی محیط خیس شده چهار گزینه پیشنهاد می کند که هر یک از آنها فرضیات مختلفی برای اثر عمق جریان متغیر روی نفوذ ارائه می کند.

گزینه اول- فاصله گذاری فارو: این فرض ساده از فاصله فارو (FS) به عنوان یک محیط خیس شده‌ی غیر واقعی استفاده می‌کند.

$$A_Z = WP \times Z = FS \times Z \qquad (۱)$$

Z برابر است با حجم آب نفوذ یافته در واحد طول

WP برابر است با محیط خیس شده

گزینه دوم- محیط خیس شده‌ی تجربی (NRCS):

$$A_Z = WP_{NRCS} \times Z_{NRCS} \qquad (۲)$$

Z_{NRCS} از خانواده نفوذ NRCS (جدول ۱) بدست می آید. هم چنین WP_{NRSC} از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$WP_{NRCS} = C_1 \left(\frac{Q_n}{S_0^{0.5}} \right)^{0.4247} + C_2 \qquad (۳)$$

C_1 و C_2 ثابت هایی هستند که به واحد دبی و WP_{NRCS} بستگی دارند (اگر Q بر حسب لیتر در ثانیه و WP_{NRCS} بر حسب متر باشند، ثابت ها بترتیب برابر ۰/۲۶۵ و ۰/۲۲۷ خواهند بود). S_0 شیب کف مزرعه می باشد.

گزینه سوم- محیط خیس شده‌ی معرف بالادست: بطور مفهومی مشابه رویکرد NRCS، در جایی فرض می شود که اثر محیط خیس شده ی ثابت مبتنی بر دبی متوسط فارو و متوسط شیب فارو باشد اما نفوذ جانبی را در نظر نمی گیرد. این روش عمق جریان در بالادست y_0 را با محاسبه‌ی محیط خیس شده‌ی بالادست و با استفاده از معادله‌ی زیر (والیانتز ۱۹۹۳) تخمین می زند:

$$-\frac{\beta \times y_0}{L} = S_0 - \frac{Q^2 \times n^2}{A^2 \times R^{4/3}} \qquad (۴)$$

معادله‌ی فوق یک تخمینی از معادله‌ی اینرسی صفر برای جریان غیر ماندگار کانال‌های باز می‌باشد.

1- Event Analysis
2- Operation Analysis
3- Physical Design
4- Simulation

Archive of SID

www.SID.ir

$$\frac{\partial y}{\partial x} = S_0 \times S_f \qquad (۵)$$

در معادله های ذکر شده L برابر طول مزرعه، β ضریب تصحیح انحنای پروفیل سطح آب، R شعاع هیدرولیکی و A سطح مقطع جریان می‌باشد. S_f شیب خط انرژی می باشد.

گزینه چهارم- محیط خیس شده‌ی محلی: این گزینه برای محاسبه‌ی افزایش و کاهش نفوذ توسط اعماق جریان بکار می رود.

$$A_{i,j} = A_{i,j-1} + \delta A_{i,j} = A_{i,j-1} + \left[Z(T_{i,j}) - Z(T_{i,j-1})\right] \times \overline{WP_{i,j}} + C\left(WP_{i,j} - WP_{i,j-1}\right) \qquad (۶)$$

مقدار δ_{AZ} در مسیر گام زمانی در موقعیت ویژه X_i و زمان T_j مقدار افزایش z را نشان می‌دهد. $\overline{WP_{1,j}}$ متوسط محیط خیس شده در بازه زمانی محاسبه شده به عنوان یک معادله عمق جریان که تابع مکان و زمان است. ثابت c در صورتی که $WP_{i,j}$ بزرگتر از $WP_{i,j-1}$ باشد در نظر گرفته خواهد شد.

جمع آوری اطلاعات صحرایی

به منظور ارزیابی مدل winSRFR3.1 در پیش بینی میزان زمان پیشروی، پسروی و میزان نفوذ آب در آبیاری جویچه‌ای از داده های اندازه گیری شده در آزمایش‌های صحرایی که طی دوره‌ی زمانی تابستان ۱۳۷۶ در ایستگاه‌های تحقیقاتی کشاورزی گلمکان مشهد، توتون ارومیه، مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول در دو آزمایش و سه جویچه انجام شده بود، استفاده گردید (عباسی و همکاران، ۱۳۷۸). مشخصات بافت خاک در مزارع تحت مطالعه (جدول۲) نشان می‌دهد که خاک مزارع دارای طیف گسترده‌ای از نظر بافت خاک (سبک، متوسط و سنگین) می باشد.

در هر یک از مناطق مورد مطالعه، طول و فاصله جویچه ها بر اساس بافت خاک، توصیه های اداره حفاظت خاک آمریکا (SCS) (۱۹۷۹) و پستی و بلندی محل انتخاب شده است. به منظور کنترل جریان ورودی به جویچه، دستگاه نشان داده شده در شکل۱ در ابتدای هر مزرعه آزمایشی نصب گردید. اجزاء اصلی دستگاه عبارتند از: پمپ، مخزن آب و شیرهای کنترل جریان آب به هر جویچه. پمپ، آب را از کانال آبرسانی واقع در ابتدای مزرعه به مخزن آب انتقال می‌دهد. در قسمت‌های فوقانی مخزن آب سرریزی قرار دارد که آب مازاد از طریق آن خارج می شود و در نتیجه فشار آب و جریان ورودی به هر جویچه در تمام مدت آزمایش ثابت می‌ماند.

جدول۱-گزینه های مدل برای محاسبه عمق نفوذ یافته

نام	شکل معادله
کوستیاکف (۱۹۳۲)	$Z = kt^a$
کوستیاکف اصلاح شده (استرلکوف و همکاران، ۱۹۹۸)	$Z = kt^a + bt + c$
خانواده نفوذ NRCS (USDA-SCS، ۱۹۹۸)	$Z = kt^a + c$
زمان نفوذ توصیفی شناخته شده (استرلکف و همکاران، ۱۹۹۸)	$Z = kt^a$
روش خانواده نفوذ زمان جریان (مریام وکلمن ۱۹۸۵)	$Z = kt^a, a = 0.675 - 0.21 \times \log_{10}(t_{100})$
	$Z = kt^a + c, t \le t_b$
تابع شاخه ای (کلمن ۱۹۸۱)	$Z = kt_b^{\ a} + c + b(t - t_b), t \ge t_b$
	$t_b = (ak/b)^{1/(1-a)}$

جدول ۲-مشخصات فیزیکی و هیدرولیکی جویچه های مورد مطالعه

عوامل	اطلاعات					
	مشهد		ارومیه		دزفول	
	آبیاری اول	آبیاری دوم	آبیاری اول	آبیاری دوم	آبیاری اول	آبیاری دوم
بافت خاک	لوم	لوم	لوم رسی	لوم رسی	لوم رسی سیلتی	لوم رسی سیلتی
جریان ورودی (l/s)	۰/۶۹	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۸۵	۰/۷۷
طول جویچه(m)	۱۰۰	۱۳۰	۱۹۰	۱۸۰	۲۰۰	۲۵۰
شیب جویچه (m/m)	۰/۰۱۱۷	۰/۰۱۱۷	۰/۰۱۶۳	۰/۰۱۶۳	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۶۴
فاصله جویچه (m)	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷۵	۰/۷۵
ضریب مانینگ	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳
زمان قطع جریان(min)	۱۲۷	۱۰۲	۲۴۰	۱۸۰	۲۷۰	۲۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

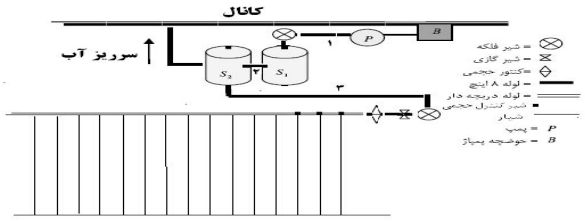
به منظور تعیین دبی جریان ورودی به هر جویچه و جریان خروجی از هر جویچه پارشال فلوم نوع ۲ با رابطه واسنجی زیر در ابتدا و انتهای هر جویچه نصب گردید.

$$Q=۰/\ ۰۰۰۱۸۳\ h^{۰/۵} \qquad (۷)$$

که در آن Q = دبی عبوری از فلوم (مترمکعب بر دقیقه) و h = ارتفاع آب عبوری از فلوم (cm) می‌باشد. قبل از شروع هر آزمایش با تنظیم شیرهای کنترل و اندازه‌گیری حجمی، دبی ورودی به هر جویچه تنظیم شد. طول جویچه‌ها به فواصل ۱۰ متری تقسیم بندی و شماره‌گذاری شدند و آزمایش با انتقال آب به جویچه‌ها آغاز شد و زمان رسیدن آب به هر نقطه یادداشت گردید. انتقال آب به جویچه‌ها تا زمانی ادامه یافت که دبی خروجی از پارشال فلوم نصب شده در انتهای جویچه ثابت شود. بلافاصله بعد از قطع جریان آب به جویچه زمان ناپدید شدن آب از سطح جویچه در نقطه‌های مختلف در طول جویچه یادداشت گردید. برای هر آبیاری با استفاده از روش بیلان حجم، عوامل معادله نفوذ کوستیاکف- لوییس برای جویچه تعیین گردید. در این روش ابتدا با استفاده از هیدروگراف‌های جریان ورودی و جریان خروجی جویچه، سرعت نفوذ نهایی خاک محاسبه گردید:

$$f_0 = (Q_{in} - Q_{out}) / L \qquad (۸)$$

که در آن f_0 = سرعت نفوذ نهایی خاک ($m^3\ m^{-1}\ min^{-1}$)، Q_{in} = دبی جریان ورودی($m^3 min^{-1}$) ، Q_{out} = دبی جریان خروجی ($m^3 min^{-1}$) و L = طول چویچه (m) می‌باشند. روش مورد استفاده برای تخمین عوامل معادله نفوذ کوستیاکف- لوییس حل معادله بیلان حجم به روش دو نقطه (وسط و انتهای جویچه) بود. با تبدیل لگاریتمی و حل دو معادله و دو مجهول، عوامل مجهول که همان ضریب k و نمای معادله نفوذ (a) (رابطه۷) هستند تعیین گردید.



شکل۱- نمای دستگاه انتقال آب به جویچه‌های آزمایشی

نتایج و بحث

کالیبراسیون مدل

برای اجرای مدل win SRFR3.1 پس از آماده سازی فایل های لازم، اطلاعات مورد نظر در این فایل ها وارد شد. از جمله اطلاعات مربوط به روش آنالیز عملکرد، اطلاعات هندسی جویچه، ضریب زبری، هیدروگراف ورودی و خروجی و رواناب، زمان پیشروی و پسروی و اطلاعات نفوذ می‌باشد. در این تحقیق از روش آنالیز مریام و کلر استفاده شد و سایر اطلاعات ورودی که در جدول۲ نمایش داده شده به مدل داده شد. در این مدل برای کالیبراسیون از اطلاعات نفوذ معادله‌ی کوستیاکف اصلاح شده استفاده شد. به این ترتیب که ابتدا مقادیر اندازه گیری شده ی نفوذ (a و f_0) به مدل داده شد سپس با ترکیب های متفاوتی از مقادیر مبتنی بر بازه های واقعی به طور دستی مدل واسنجی گردید تا مقادیر k اندازه گیری شده و تخمینی توسط مدل بهم نزدیک شوند. در جدول ۳ مقادیر a و f_0 واقعی و k واسنجی شده نشان داده شده است.

جدول۳- ضرایب نفوذ مورد استفاده در مدل پس از کالیبراسیون

منطقه	تعداد آبیاری	a	c	f_0(mm/h)	K(mm/h^a)
مشهد	۱	۰/۳۱۱	۰	۲۴/۸۵	۱۵/۶۴۱
	۲	۰/۱۵۶	۰	۱۲/۹۸	۷/۸۳۵
ارومیه	۱	۰/۴۳۶	۰	۸/۵۷	۱۱/۴۴
	۲	۰/۲۱۱	۰	۰	۸/۰۹۶
دزفول	۱	۰/۵۰۷	۰	۷/۷۱	۲۵/۳۳۴
	۲	۰/۶۱	۰	۷/۷۱	۱۰/۰۶

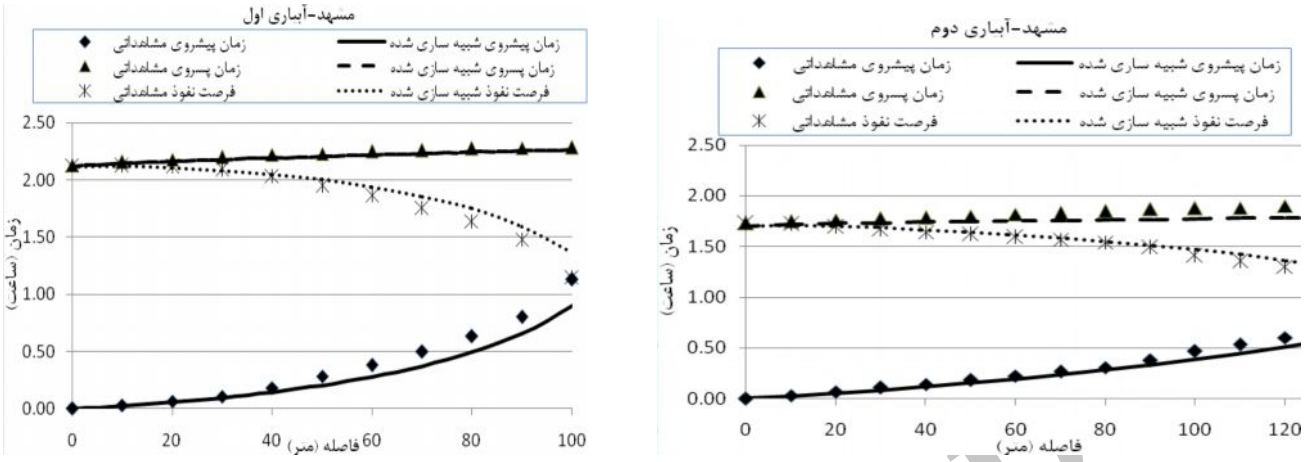
پیشروی و پسروی

در شکل‌های ۲، ۳و۴ نتایج پیشروی و پسروی و فرصت نفوذ مدل با داده‌های مزرعه‌ای آبیاری اول و دوم ایستگاه‌های تحقیقاتی مشهد، صفی آباد دزفول و ارومیه مقایسه گردیده است. ایستگاه مشهد دارای بافت خاک سبک با شیب طولی ۱/۱۷ درصد و جویچه هایی به طول ۱۰۰ و ۱۳۰ متر و ایستگاه دزفول دارای بافت خاک نسبتا متوسط و شیب طولی ۰/۶۴ درصد و جویچه‌هایی به طول ۲۰۰ و ۲۵۰ متر و ایستگاه ارومیه دارای بافت نسبتا سنگین با شیب طولی ۱/۶۳ درصد و جویچه‌های بطول ۱۹۰و۱۸۰ بود. با عنایت به شکل ۲،۳و۴ ملاحظه می‌شود که مدل با دقت نسبتا خوبی زمان‌های پیشروی و پسروی و فرصت نفوذ را در جویچه های کوتاه تا نسبتا طویل شبیه سازی نموده است. در آبیاری دوم جویچه های آزمایشی در بافت های مختلف زمان پیشروی با دقت بیشتری در مقایسه با داده های آبیاری اول شبیه سازی شده است. دلایل مختلفی نظیر تغییرات شیب و ضریب زبری در طول جویچه، متفاوت بودن خصوصیات نفوذ پذیری در مزرعه، خطای اندازه گیری زمان پیشروی در مزرعه و خطای مدل ممکن است دخالت داشته باشند. به هر حال بیشترین خطا در محاسبه‌ی زمان پیشروی داده‌های یاد شده در انتهای طول جویچه اتفاق افتاده که مقدار قابل توجهی نیست. در جویچه‌های یاد شده زمان پسروی با دقت بسیار مناسبی شبیه سازی

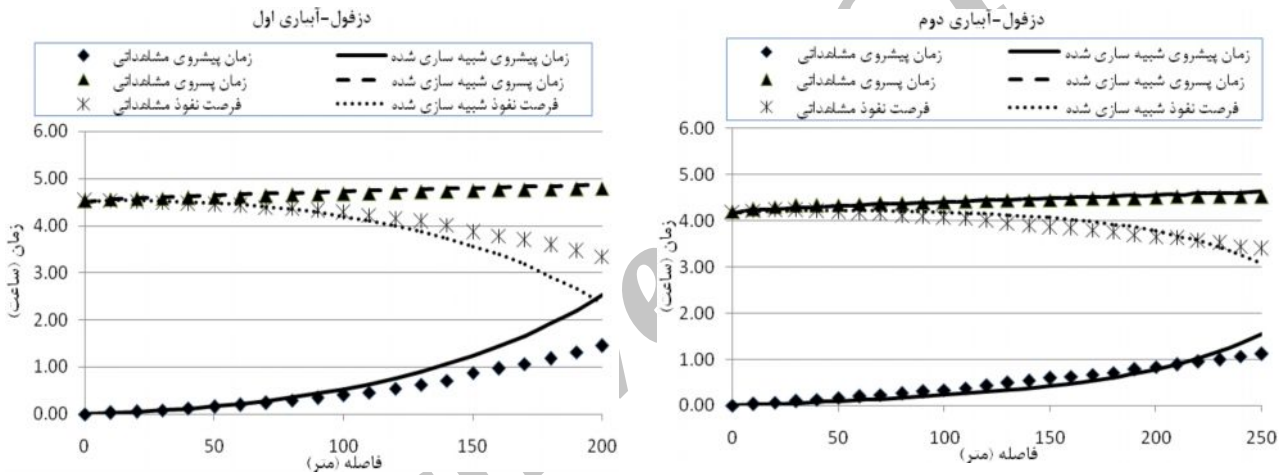
Archive of SID

www.SID.ir

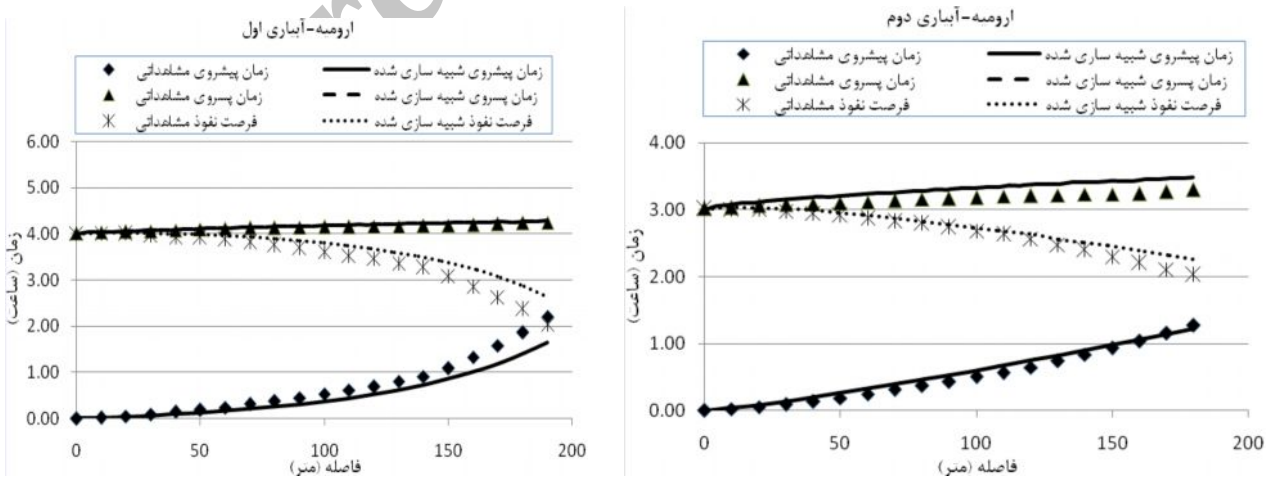
شده که نشان از دقت بالای مدل در شبیه سازی زمان پسروی دارد.



شکل ۲- نمودار نتایج زمان پیشروی، پسروی و فرصت نفوذ مشاهداتی و محاسباتی مشهد



شکل ۳- نمودار نتایج زمان پیشروی، پسروی و فرصت نفوذ مشاهداتی و محاسباتی دزفول



شکل ٤- نمودار نتایج زمان پیشروی، پسروی و فرصت نفوذ مشاهداتی و محاسباتی ارومیه

www.SID.ir

نفوذ

در جدول ۴ متوسط عمق آب نفوذ یافته توسط مدل و اندازه گیری شده در مزرعه برای ۶ آبیاری مورد مطالعه ارائه گردیده است. در این جدول داده‌های اندازه‌گیری شده به دو روش ورودی و خروجی و با استفاده از معادله‌ی نفوذ کوستیاکف اصلاح شده تعیین و با مقادیر مشابه که به وسیله‌ی مدل محاسبه شده‌اند، مقایسه گردیده‌اند. در روش ورودی- خروجی، حجم آب نفوذ یافته با استفاده از حجم آب ورودی- خروجی از مزرعه تعیین و سپس برای دستیابی به متوسط عمق آب نفوذیافته، مقدار آن بر طول و فواصل جویچه مربوطه تقسیم گردیده است. متوسط عمق آب نفوذیافته با استفاده از معادله‌ی کوستیاکف اصلاح شده بدین ترتیب محاسبه گردیده است که با استفاده از مقادیر زمان های پیشروی و پسروی که به فواصل ۱۰ متری در مزرعه اندازه گیری گردیده اند، فرصت‌های نفوذ محاسبه و سپس با قرار دادن آنها در معادله‌ی نفوذ یاد شده عمق آب نفوذ یافته در ایستگاه های مختلف تعیین و سپس متوسط عمق آب نفوذ یافته تعیین گردیده است. نحوه‌ی محاسبه‌ی متوسط عمق آب نفوذ یافته توسط مدل نیز بدین صورت بوده که مدل نیز فرصت های نفوذ را با استفاده از زمان های پیشروی و پسروی در طول جویچه‌های مورد مطالعه محاسبه و سپس با قرار دادن آنها در معادله نفوذ اصلاح شده عمق آب نفوذیافته در نقاط مختلفی از طول جویچه تعیین و سپس با استفاده از مقادیر یاد شده، متوسط عمق آب نفوذیافته برای داده‌های تحت مطالعه محاسبه گردیده است. مقایسه‌ی مقادیر اندازه گیری شده و شبیه سازی شده نشان می دهد که اختلاف بین نتایج مدل و اندازه گیری شده به روش معادله‌ی نفوذ کمتر از اختلاف بین نتایج مدل و اندازه گیری شده به روش ورودی-خروجی می باشد. به نظر می رسد که علت این اختلاف به اندازه‌گیری رواناب سطحی از انتهای جویچه-های مورد مطالعه بر می‌گردد که بطور مستقیم روی مقادیر آب نفوذ یافته تاثیر گذار است.

بیلان حجمی آب

یک روش مناسب ارزیابی و بررسی دقت مدل‌های ریاضی، ارزیابی بیلان حجمی آب در آن‌هاست. در جدول ۵ حجم آب نفوذیافته، حجم رواناب سطحی و بیلان حجمی آب در مدل و داده-های صحرایی آبیاری جویچه‌ای با هم مقایسه گردیده‌اند. در این جدول حجم آب نفوذیافته با استفاده از تفاضل حجم آب ورودی به مزرعه و حجم رواناب خروجی از مزرعه (روش ورودی-خروجی) تعیین گردیده است. حجم آب ورودی-خروجی با استفاده از فلوم‌های W.S.C اندازه‌گیری شده‌اند. براساس این جدول و مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده و محاسبه شده بیشترین خطای مدل مربوط به برآورد حجم رواناب سطحی و کمترین آن به مقادیر بیلان حجمی آب و یا به عبارتی دیگر به برآورد حجم آب ورودی تعلق دارد. به دلیل مساوی نبودن تعداد معادلات و مجهولات در مراحل ذخیره، تخلیه و پسروی با فرض نرمال بودن عمق جریان در انتهای مزرعه از معادله مانینگ به عنوان معادله کمکی استفاده گردید. از آنجایی که این فرض ممکن است در همه مراحل آبیاری به خصوص ابتدای مرحله ذخیره و انتهای مرحله پسروی صادق نباشد، لذا بخشی از خطای محاسبه رواناب سطحی از آنجا ناشی می‌شود. هرچند که فلوم‌های اندازه‌گیری رواناب و عدم دقت در قرائت آن‌ها نیز می‌تواند منشاء خطا باشد. لازم به ذکر است که خطا در اندازه‌گیری رواناب تاثیر مستقیم روی حجم آب نفوذیافته دارد.

نتیجه گیری

در این مطالعه مدل win SRFR3.1 جهت ارزیابی، طراحی و شبیه سازی مراحل مختلف آبیاری جویچه‌ای ارائه گردید. آزمون مدل در شرایط مختلف از نظر بافت و خصوصیات نفوذ پذیری خاک، طول و شیب مزرعه و هم چنین با جریان های ورودی متفاوت انجام پذیرفت. سپس نتایج محاسبات مدل شامل زمان های پیشروی، پسروی، فرصت نفوذ، متوسط عمق نفوذ یافته، حجم آب نفوذ یافته و حجم رواناب سطحی با ۶ سری داده های صحرایی مربوط به آبیاری جویچه‌ای مقایسه گردید.

جدول ٤- مقایسه مقادیر اندازه گیری شده و محاسبه شده متوسط عمق آب نفوذیافته در جویچه های تحت مطالعه

منطقه	تعداد آبیاری	مقادیر اندازه گیری شده(میلی متر)		مقدار محاسبه شده توسط مدل(میلی متر)
		با استفاده از معادله نفوذ	از روش ورودی- خروجی	
مشهد	۱	۶۵/۶	۷۰	۶۵
	۲	۲۶/۵	۳۰/۱	۲۸
ارومیه	۱	۴۹/۴	۵۴/۵	۵۰
	۲	۸	۱۲/۲	۱۰
دزفول	۱	-	۶۹/۱	۸۴
	۲	۴۹	۵۳/۲	۵۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- بیلان حجمی آب در مدل (داده های صحرایی آبیاری جویچه ای)

منطقه	تعداد آبیاری	مقادیر اندازه گیری شده (m^3)			مقادیر محاسبه شده (m^3)			خطای نسبی مدل (٪)		
		حجم رواناب	حجم آب نفوذیافته	حجم آب ورودی	حجم رواناب	حجم آب نفوذیافته	حجم آب ورودی	حجم رواناب	حجم آب نفوذیافته	حجم آب ورودی
مشهد	۱	۰/۶۷	۴/۵۹	۵/۲۶	۰/۶۶	۴/۵۸	۵/۲۴	۱/۴۹	۰/۲۱	۰/۳۸
	۲	۱/۲	۲/۴۱	۳/۶۱	۱/۰۳	۲/۵۹	۳/۶۱	۱۴/۱۶	۷/۴۶	۰
ارومیه	۱	۱/۲۸	۶/۵۷	۷/۸۵	۱/۲۶	۶/۵۹	۷/۸۵	۱/۵۶	۰/۳	۰
	۲	۱/۶۵	۱/۲۴	۲/۸۹	۱/۵۶	۱/۱۴	۲/۷	۵/۴۵	۸/۰۶	۶/۵
دزفول	۱	–	–	۱۳/۷۷	۱/۱۶	۱۲/۶۱	۱۳/۷۷	–	–	۰
	۲	۱/۶۷	۱۰/۵۳	۱۱/۲	۱/۵۳	۱۰/۰۲	۱۱/۵۵	۸/۳	۸/۸	۳/۱

بیشترین مقدار خطای نسبی مدل در تخمین حجم رواناب در خاک نسبتا سبک(مشهد)، متوسط(دزفول) و نسبتا سنگین(ارومیه) بترتیب برابر ۱۴/۱۶ ، ۸/۳ و ۵/۴۵ درصد در آبیاری دوم بدست آمد. بنابراین دقت مدل در خاک نسبتا سنگین نسبت به سایر بافت ها بیشتر است. نتایج نشان دادند که مدل با دقت نسبتا خوبی زمان‌های پیشروی و پسروی، فرصت نفوذ و عمق آب نفوذ یافته که عوامل اصلی آبیاری جویچه ای هستند را شبیه سازی نموده است. دقت این مدل بستگی به عوامل ورودی به خصوص شدت جریان، ضرایب معادله ی نفوذ، ضریب زبری مانینگ داشته و در صورتی که داده های ورودی از دقت کافی برخوردار نباشند، نباید از مدل انتظار جواب دقیق داشت.

مراجع

بهبهانی، م.، بابازاده، ح.(۱۳۸۴). ارزیابی مزرعه ای مدل آبیاری سطحی (SIRMOD). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. سال ۱۲(۲): ۲۵-۱۱.

عباسی، ف.، جلینی، م.، معیری، م.، طائفه‌ی رضایی، ح. (۱۳۷۸). تهیه‌ی یک مدل ریاضی برای طراحی و ارزیابی روش‌های آبیاری سطحی. نشریه‌ی شماره‌ی ۱۲۲. گزارش پژوهشی موءسسه‌ی تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۸۵ ص.

ملک پور، ا.، میراب زاده، م. (۱۳۷۳). مدل ریاضی حرکت آب در فاروها. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی آبیاری و زهکشی. دانشگاه تهران. ۶۸ ص.

Bautista, E., Wallender, W.W. (1993). Numerical calculation of infiltration in furrow irrigation simulation models. Journal of Irrigation Drainge Engineering. ASCE. 119(2): 286-294.

Bautista, E., Clemmens, A.J., Strelkoff, T.S., Schlegel, J.(2009). Modern analysis of surface irrigation ystems with WinSRFR, Agricultural Water Management.

Clemmens, A.J. (1981). Evaluation of infiltration measurements for border irrigation. Agriculture Water Management. 3:251−267.

Clemmens, A. J., and Strelkoff, T. (1999) "SRFR, Version 4.06." U.S.Water Conservation Laboratory. Agricultural Research Service, Phoenix.

Elliot, R.L., Walker, W. R. (1982). Field evaluation of furrow infiltration and advance functions. Trans. ASAE. 152: 396-400.

Fok, Y.S., Bishop, A.A. (1965). Analysis of water advance in surface irrigation. Journal of Irrigation Drainge Division. ASCE. 911: 99-116.

Hornbuckle, J.W, Christenl, E.W and Faulkner, R.D. (1998). Improving the Efficiency and Performance of Furrow Irrigation Using Simulation Modeling in South-Eastern Australia. CSIRO Land and Water, PMB No. 3,Griffith, New South Wales, Australia,2680.

Kostiakov, A.N. (1932). On the dynamics of the coefficient of water percolation in soils and on the necessity for studying it from a dynamic point of view for purposes of amelioration. Trans. 6th Community International Socity Soil Science. Part A. 17−21.

Merriam, J.L., Clemmens, A.J.(1985). Time rated infiltrated depth families. Development and Management Aspects of Irrigation and Drainage. Specialty Conference. Irrigation and Drainage. ASCE. 67−74.

Philip, J. R., Farrel, D.A. (1964). General solution of infiltration-advance problem in irrigation hydraulics. Research Grop. 69(4): 629-631.

USDA. 1979. Furrow irrigation. Soil Conservation. Service National Engineering. Hand book.

USDA-SCS. 1984. Furrow Irrigation. National Technical Information Service. National Engineering Handbook. Chapter 5.

Schwankl, L.J., Wallender, W.W. (1988). Zoro-inertia furrow modeling with variable infiltration and hydraulic characteristics. ASAE. 315:1470-1475.

Strelkoff, T.S., Clemmens, A.J., Schmidt, B.V. (1998). A model for simulating surface irrigation in borders,

Archive of SID

www.SID.ir

basins and furrows. US Department of Agriculture Agricultural Research Service. U.S. Water Conservation Laboratory.

Valiantzas, J.D. (1993). Border advance using improved volume-balance model. Journal of Irrigation Drainge Engineering. ASCE. 119(6):1006−1013.

Walker, W. R., Skogerboe, G. V. (1987).Surface irrigation theory and practice. U.S.A. prentce hall.

Walker W.R. (2007). SIRMOD III- Surface Irrigation Simulation, Evaluation and Design. Department of Biological and Irrigation Engineering, Utah State University. 163 paper.

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 7, Spring 2013, p. 59-67

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۱، جلد۷، بهار ۱۳۹۲، ص. ۶۷-۵۹

Application of WinSRFR3.1 Model in Furrow Irrigation Simulation

E. Mokari Gahroodi[1]*, A.M. Liaghat[2], M.J. Nahvinia[3]

Abstract

Surface irrigation, due to its simplicity, is regarded as the most common method of irrigation. Advancing velocity of water in soil is one of criteria for surface irrigation management and especially cutoff time determination. Infiltration function is very significant in surface irrigation management. In the present study, the model WinSRFR3.1 was utilized to study, evaluate, and design furrow frrigation. To achieve the aims of the present study, a series of field experiments, using furrow irrigation, were carried out in three experimental farms, namely, Golmakan in Mashhad, Toutoun in Urumiyeh, and Safi Abad in Dezfoul in summer 1998. It is noteworthy that the aforementioned experiments had various soil textures. The comparison of data obtained from field and those from WinSRFR model indicated that WinSRFR has simulated advanced and recession time, infiltration opportunity and depth, and volumetric balance fairly accurately in small to pretty long furrow. According to the finding of the present research, the maximum mean error for WinSRFR model was related to runoff estimation (6.2 %), and its minimum to total water input (3.32%).

Keywords: Advanced time, Furrow irrigation, Infiltration, Recession time, Win SRFR3.1 Model

Archive of SID

1 - M.Sc. Student, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran
(*-Corresponding Author Email: e.mokari@yahoo.com)
2 - Professor of Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran
3 - P.hD. Student, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran

www.SID.ir