

## تحلیل شاخص‌های ارزیابی با استفاده از فرصت نفوذ در آبیاری جویچه‌ای

رضا لاله‌زاری<sup>۱\*</sup> - فریده انصاری سامانی<sup>۲</sup> - سعید برومندنسب<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰

### چکیده

روش‌های ارزیابی برای طراحی و مدیریت مؤثر سامانه‌های آبیاری توسعه یافته‌اند. آبیاری جویچه‌ای یکی از روش‌های اصلی کاربرد آب در مزرعه است. در تحقیق حاضر روشی جدید برای ارزیابی میدانی توزیع آب در آبیاری جویچه‌ای ارائه شده است. بدین منظور راندمان کاربرد (Ea)، راندمان نیاز آبی (Er)، نفوذ عمقی (DP) و نسبت رواناب انتهایی (TWR) بر اساس مقادیر میانگین بدون بعد عمق نفوذ یافته استخراج شده است. روابط میان ضریب یکنواختی (CU) و یکنواختی توزیع (DU) توسط مدت زمان نفوذ در هر چارک از طول مزرعه و استفاده از معادله خطی بجای تابع نفوذ تشریح می‌گردد. روش پیشنهادی با سایر روش‌های موجود توسط ۹ سناریو از داده‌های مزرعه‌ای با دبی‌ها و طول‌های مختلف مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهد شاخص‌های ارزیابی آبیاری جویچه‌ای با استفاده از پارامترهای بدون بعد زمان و ضرایب جدید معادله خطی نفوذ قابل محاسبه است. همچنین اختلاف معنی‌داری بین مقادیر شاخص‌های پیشنهاد شده و پارامترهای کارایی موجود مشاهده نگردید.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری جویچه‌ای، راندمان کاربرد، یکنواختی، توزیع

### مقدمه

پسروی جریان در نقاط زیادی از طول مسیر، محاسبه حجم ذخیره سطحی، زیرسطحی و رواناب خروجی و در نتیجه تعیین معادله نفوذ آب در خاک است (۹). عمق آب نفوذ یافته در آبیاری جویچه‌ای به دبی ورودی، فرصت نفوذ و خصوصیات خاک در هر نقطه از طول مزرعه بستگی دارد (۱۵). پروفیل نفوذ آب در طول جویچه در شکل ۱ ترسیم شده است. حجم نفوذ در خارج از طول جویچه معادل رواناب و حجم نفوذ پایین‌تر از عمق موردنیاز معادل نفوذ عمقی در نظر گرفته می‌شود.

با توجه به شکل ۱ پارامترهای ارزیابی سامانه‌های آبیاری سطحی بصورت ذیل تعریف می‌شود (۵ و ۱۷):

$$E_a = \left( \frac{(Z_{req} \times X_d) + V_{zd}}{Q_{in} \times t_{co}} \right) \quad (1)$$

$$E_r = \left( \frac{(Z_{req} \times X_d) + V_{zd}}{Z_{req} \times L} \right) \quad (2)$$

$$DP = \left( \frac{V_z - (Z_{req} \times X_d) - V_{zd}}{Q_{in} \times t_{co}} \right) \quad (3)$$

$$TWR = 1 - E_a - DP \quad (4)$$

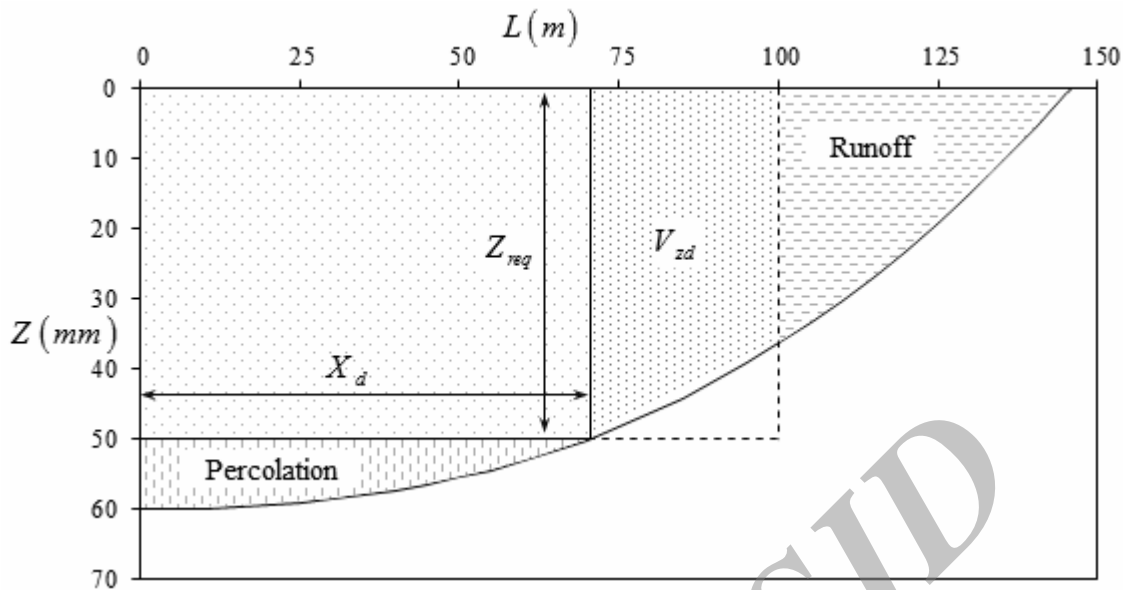
طبق گزارشات ارائه شده راندمان مصرف آب در کشاورزی ایران تنها حدود ۳۵ درصد برآورد شده است (۸). در این میان راندمان سامانه‌های آبیاری تحت فشار بدلیل جلوگیری از ایجاد رواناب و کاهش نفوذ عمقی تا ۷۰ درصد افزایش داشته است (۱). اما به دلیل هزینه بالای اجرای سامانه‌های تحت فشار و نیاز به نیروی کار ماهر، بهینه‌سازی روش‌های آبیاری سطحی از جمله رژیم‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای مورد توجه قرار گرفته است (۱۱). آبیاری جویچه‌ای یکی از قدیمی‌ترین روش‌های آبیاری است که از سطح خاک برای انتقال و نفوذ آب استفاده می‌شود (۱۳). طراحی، اجرا و کاربرد این سامانه‌ها به نسبت آسانتر از سایر روش‌ها می‌باشد (۶).

مطالعه سامانه‌های آبیاری کشور در چند دهه اخیر نشان می‌دهد بیشترین ارزیابی‌ها (حدود ۴۰ درصد) روی سامانه جویچه‌ای انجام شده است (۲). روش‌هایی که امروزه برای ارزیابی آبیاری جویچه‌ای استفاده می‌گردد، نیازمند میخ‌کوبی و اندازه‌گیری زمان پیشروی و

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، باشگاه پژوهشگران جوان، اهواز، ایران

۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

\*- نویسنده مسئول: (Email: lalehzari@hotmail.com)



شکل ۱- یک نمونه پروفیل نفوذ آب در طول جویچه

از میانگین و انحراف معیار داده‌های نفوذ محاسبه و راندمان کاربرد، نفوذ عمقی و رواناب انتهایی را از نسبت بین مساحت‌های بدست آمده تخمین زدند. لذا با توجه به گستردگی استفاده از سامانه‌های سنتی آبیاری و راندمان پایین آنها در کشور (۴) ضروریست با ساده‌سازی روابط هیدرولیکی و روش‌های اجرای ارزیابی، کنترل عملکرد سامانه‌ها برای بهبود کارایی و یکنواختی مصرف آب در کشاورزی افزایش یابد.

در تحقیق حاضر با تقسیم طول جویچه به چهار قسمت مساوی و اندازه‌گیری میانگین نفوذ در هر چارک پارامترهای ارزیابی سامانه آبیاری جویچه‌ای بازنویسی و ساده‌سازی می‌شود. دقت روش ارائه شده با روابط موجود با استفاده از آزمایش مزرعه‌ای مقایسه و روابط میان ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع تحلیل می‌گردد.

### مواد و روش‌ها

اگر طول جویچه به چهار قسمت مساوی تقسیم گردد، متوسط عمق نفوذ یافته در هر بخش به عنوان یک چارک از کل آب نفوذی محسوب می‌شود. هر طول از مسیر جریان نسبت به کل طول جویچه و نفوذ در هر نقطه نسبت به نفوذ خالص موردنیاز بدون بعد شده است. مطابق با شکل ۲ به دلیل ماهیت نفوذ آب در آبیاری جویچه‌ای که نقاط ابتدایی آب بیشتری دریافت می‌کنند، رابطه بین چارک‌ها بصورت زیر نوشته می‌شود.

$$A^* \geq B^* \geq C^* \geq D^*$$

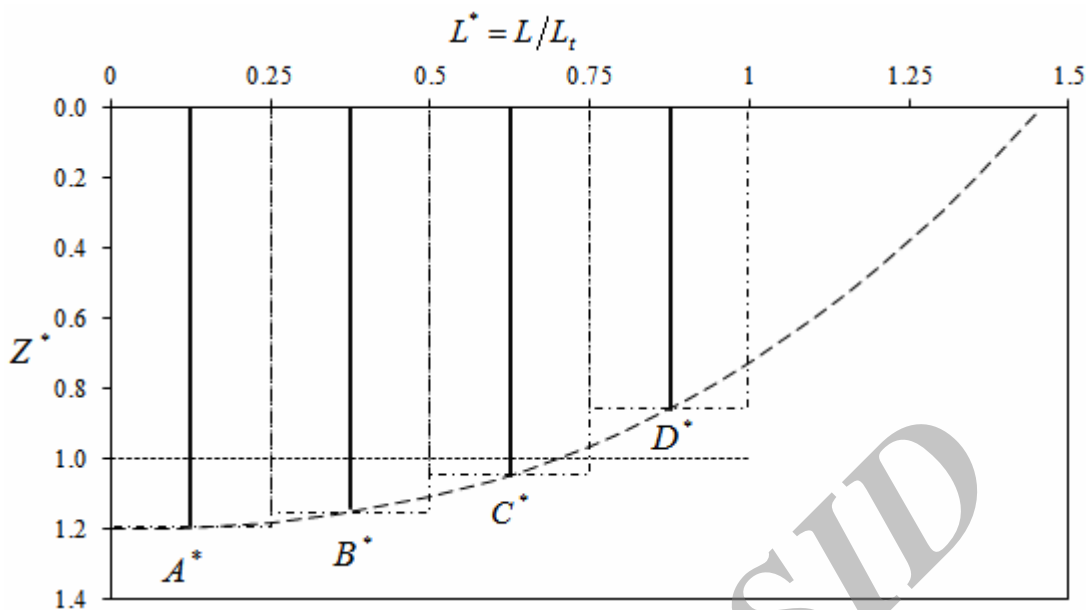
در روابط بالا،  $E_a$  راندمان کاربرد،  $E_r$  راندمان نیاز آبی،  $DP$  نفوذ عمقی و  $TWR$  نسبت رواناب انتهایی است. از معیارهای کارآمدی سامانه‌های آبیاری سطحی یکنواختی نفوذ آب در طول مزرعه است. این معیار توسط دو پارامتر ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع در طول جویچه ارزیابی می‌گردد. سهراب و عباسی (۳) گزارش کردند در ایران یکنواختی توزیع آب در روش جویچه‌ای حدود ۷۵ درصد برآورد می‌گردد که بیشترین مقدار در سامانه‌های آبیاری سطحی، به شمار می‌رود. ضریب یکنواختی (۷) و یکنواختی توزیع به صورت زیر تعریف می‌شوند (۱۴ و ۱۶).

$$CU = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Z_i - M|}{\sum_{i=1}^n (Z_i)} \quad (5)$$

$$DU = \frac{M_{25\%}}{M} \quad (6)$$

که در آن،  $CU$  ضریب یکنواختی،  $DU$  یکنواختی توزیع،  $Z_i$  عمق آب نفوذیافته نقطه  $i$ ، میانگین کل نفوذ و  $M_{25\%}$  میانگین پایین‌ترین چارک نفوذ است. دبی ورودی عامل تأثیرگذار در راندمان و یکنواختی آبیاری جویچه‌ای محسوب می‌گردد. بنابراین مقدار آن باید به گونه‌ای تنظیم شود که فاز پیشروی و نفوذ آب در خاک به درستی انجام گیرد (۱۰).

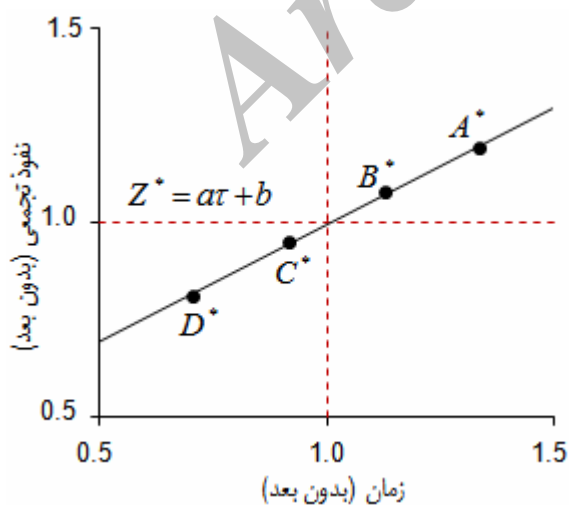
ماتئوس و اوینارت (۱۲) با لحاظ نمودن تغییرات نفوذ در طول جویچه مساحت هر یک از بخش‌های نمودار نفوذپذیری را با استفاده



شکل ۲- تقسیم بندی طول مزرعه به چارک‌های مساوی

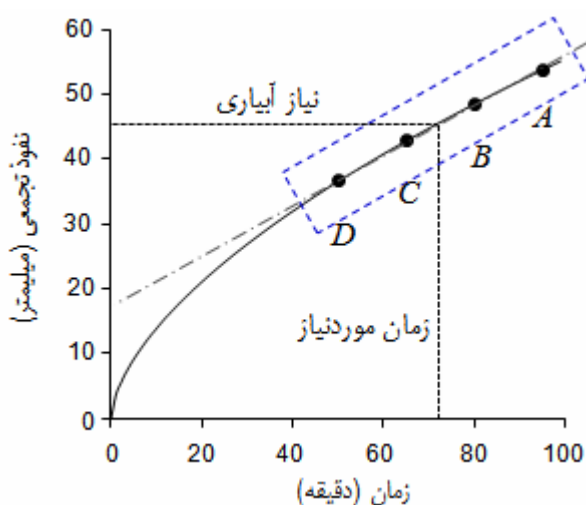
نفوذ کرده و زمان به ترتیب بر حسب عمق مورد نیاز آبیاری و فرصت نفوذ لازم بدون بعد گردد شکل ۴ بدست می‌آید. مطابق شکل برخی از چارک‌ها بیش از عمق مورد نیاز آب دریافت کرده‌اند (نقاط بالاتر از یک) و برخی کم آبیاری شده‌اند (نقاط پایین‌تر از واحد). ضرایب معادله خطی این نقاط و فرصت نفوذ در هر یک از چارک‌ها که بصورت ذیل تعریف می‌گردد از پارامترهای روش ارزیابی ارائه شده در این تحقیق است.

$$\tau_i = \frac{(t_r - t_a)_{i-1} + (t_r - t_a)_i}{2t_n} \quad (7)$$



شکل ۴- معادله درجه یک نمودار بدون بعد نفوذ

حالت کلی معادله نفوذ تجمعی آب در خاک مانند شکل ۳ تابع نوع خاک و شیب جویچه می‌باشد. سرعت جریان در ابتدای نفوذ زیاد و با گذشت زمان با شیب ثابت ادامه می‌یابد. زمان مورد نیاز در آبیاری جویچه‌ای معمولاً بیش از زمانی است که نمودار نفوذ تجمعی دارای انحنا بوده و می‌توان منحنی نفوذ پس از گذشت فاز پیشروی را خطی فرض نمود. این مطلب با فرض این نکته قابل قبول است که جریان ورودی فاز پیشروی را تکمیل و روند نفوذ در انتهای جویچه با تداوم جریان شکل بگیرد. با گذشت مدت زمان کوتاه جریان رواناب و پس از آن تکمیل فاز پسروی، زمان نفوذ آب در هر یک از چارک‌های یاد شده در محدوده خطی نمودار قرار می‌گیرد (شکل ۳).



شکل ۳- موقعیت هر چارک در نمودار نفوذ تجمعی

$$CU = 1 - \frac{|A^* - M^*| + |B^* - M^*| + |C^* - M^*| + |D^* - M^*|}{4M^*} \quad (15)$$

چون همواره  $A^* \geq M^* \geq D^*$  برقرار است، بنابراین:

$$CU = 1 - \frac{a(\tau_1 - \tau_4) + |B^* - M^*| + |C^* - M^*|}{a\tau + 4b} \quad (16)$$

یکنواختی توزیع نیز برابر است با:

$$DU = \frac{a\tau_4 + b}{\frac{a\tau}{4} + b} \quad (17)$$

در شرایط کم آبیاری رابطه ۱۷ برای یکنواختی توزیع به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$DU = \frac{a\tau_4 + b}{(a+b)E_r} = \frac{a(\tau_4 - 1) + 1}{E_r} \quad (18)$$

ضریب یکنواختی بسته به پراکندگی داده‌ها در سه حالت نشان داده شده در شکل ۵ قابل بررسی و محاسبه است.

حالت اول: اگر میانگین آب نفوذ یافته بین چارک دوم و سوم باشد ( $C^* < M^* \leq B^*$ ):

$$CU = \frac{2(\tau_3 + \tau_4) + 4c}{\tau + 4c} \quad (19)$$

که در آن،  $c$  از حاصل تقسیم ضرایب  $b$  بر  $a$  محاسبه می‌شود ( $c = b/a$ ). بنابراین اختلاف و نسبت ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع به ترتیب برابر است با:

$$CU - DU = \frac{C^* - D^*}{2M^*} = \frac{2(\tau_3 - \tau_4)}{\tau + 4c} \quad (20)$$

$$\frac{CU}{DU} = 1 + \frac{\tau_3 - \tau_4}{2(\tau_4 + c)} \quad (21)$$

در این حالت  $CU$  همیشه بزرگتر یا مساوی  $DU$  است زیرا همواره مخرج کسر مثبت و  $\tau_3 \leq \tau_4$  می‌باشد.

حالت دوم: اگر میانگین فرصت نفوذ کمتر از زمان چارک سوم باشد ( $C^* > M^*$ ):

$$CU = 1 - \frac{\tau - 4\tau_4}{2\tau + 8c} \quad (22)$$

$$CU - DU = \frac{M^* - D^*}{2M^*} \quad (23)$$

$$\frac{CU}{DU} = \frac{\tau + 4\tau_4 + 8c}{2(\tau_4 + c)} \quad (24)$$

در این شرایط نیز همواره ضریب یکنواختی بزرگتر یا مساوی توزیع یکنواختی محاسبه می‌گردد.

در معادله بالا،  $t_a$  زمان پیشروی،  $t_r$  زمان پسروی و  $t_n$  فرصت زمان تأمین عمق مورد نیاز آبیاری و  $i$  شماره چارک می‌باشد. بر این اساس عمق آب نفوذ یافته در هر یک از چارک‌ها که در شکل ۴ با مقدار واقعی مقایسه شده است از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$A^* = a\tau_1 + b, \quad B^* = a\tau_2 + b \quad (8)$$

$$C^* = a\tau_3 + b, \quad D^* = a\tau_4 + b$$

با فرض،  $\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4$ ، آنگاه به ازای نسبت زمان چارک‌ها به  $\tau$ ، پارامترهای ارزیابی سامانه‌های آبیاری جویچه‌ای با سهولت و سرعت بالاتر قابل برآورد خواهد بود.

راندمان کاربرد با استفاده از چارک‌های محاسبه شده عبارتست از:

$$E_a = \frac{A^* + B^* + C^* + D^*}{4D_r^*} \quad (9)$$

$$= \frac{a(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4) + 4b}{4D_r^*}$$

در رابطه ۹، حداکثر  $\tau_i$  برابر با یک در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر برای نسبت‌های بالاتر از واحد عدد یک در معادله ۹ قرار داده می‌شود. از طرفی  $a + b = 1$ ، بنابراین در شرایط آبیاری کامل رابطه ۹ به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$E_a = \frac{a+b}{D_r^*} = \frac{1}{D_r^*} \quad (10)$$

در رابطه بالا  $D_r^*$  عمق ناخالص آب مصرفی می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$D_r^* = \frac{Q_o t_{co}}{WL \times (at_n + b)} \quad (11)$$

که در آن،  $Q_o$  دبی ورودی،  $t_{co}$  زمان قطع جریان،  $W$  عرض جویچه و  $L$  طول جویچه است. با در نظر گرفتن شرط رابطه ۹، معادله راندمان نیاز آبی برابر است با:

$$E_r = \frac{a}{4}(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4) + b \quad (12)$$

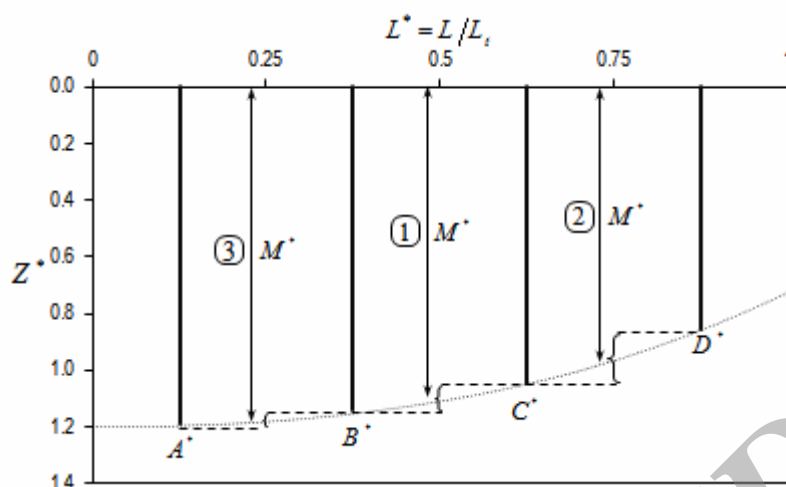
با استفاده از راندمان کاربرد نفوذ عمقی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$DP = \frac{M^*}{D_r^*} - E_a \quad (13)$$

که در آن،  $M^*$  میانگین عمق آب نفوذ یافته در طول جویچه است.

$$M^* = \frac{a\tau}{4} + b \quad (14)$$

ضریب یکنواختی (معادله ۵) در شرایط جدید به صورت زیر نوشته می‌شود:



شکل ۵- موقعیت میانگین نفوذ نسبت به مقدار چارک‌ها

برای هر آزمایش و محاسبه اختلاف دو نمودار در حالت تعادل نسبت به طول هر جویچه بدست آمد (۱۷).

علاوه بر این زمان پیشروی و پسروی جریان در نقاط ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و انتهای هر جویچه آزمایشی ثبت و ضرایب محاسبه معیارهای ارزیابی به روش بدون بعد تعیین شد. دقت و اختلاف حاصل از روش رایج محاسبه معیارهای ارزیابی و روش ارائه شده، در بخش نتایج بررسی و مزایا و محدودیت‌های معادلات ساده‌سازی شده تحلیل می‌گردد.

### نتایج و بحث

معادله نفوذ تجمعی در ۹ سناریوی مورد آزمایش در شکل ۶ ترسیم و مشخصات و ضرایب هر سناریو در جدول ۱ آمده است. همانگونه که در شکل مشاهده می‌شود بدلیل تکمیل فازهای جریان در تمامی موارد، عمق چارک‌های محاسبه شده در محدوده خطی نمودار نفوذ واقعی قرار گرفته‌اند، بنابراین روش ارائه شده با دقت قابل کاربرد است.

نتایج حاصل از مقایسه ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع در شکل ۷ و اختلاف میان ضرایب راندمان کاربرد، نفوذ عمقی و رواناب انتهایی روش ارائه شده برای ارزیابی سامانه آبیاری جویچه‌ای با روش‌های موجود در شکل ۸ نشان داده شده است. اعداد مثبت نشان می‌دهد روش بی‌بعد پارامترها را بیش از روش‌های رایج محاسبه کرده و اعداد منفی بالعکس. مطابق شکل اختلاف میان دو روش در همه حالات کمتر از یک درصد و در برخی موارد به صفر نزدیک است.

حالت سوم: اگر میانگین فرصت نفوذ بیش از زمان چارک دوم باشد ( $B^* < M^*$ ):

$$CU = 1 + \frac{\tau - 4\tau_1}{2\tau + 8c} \quad (25)$$

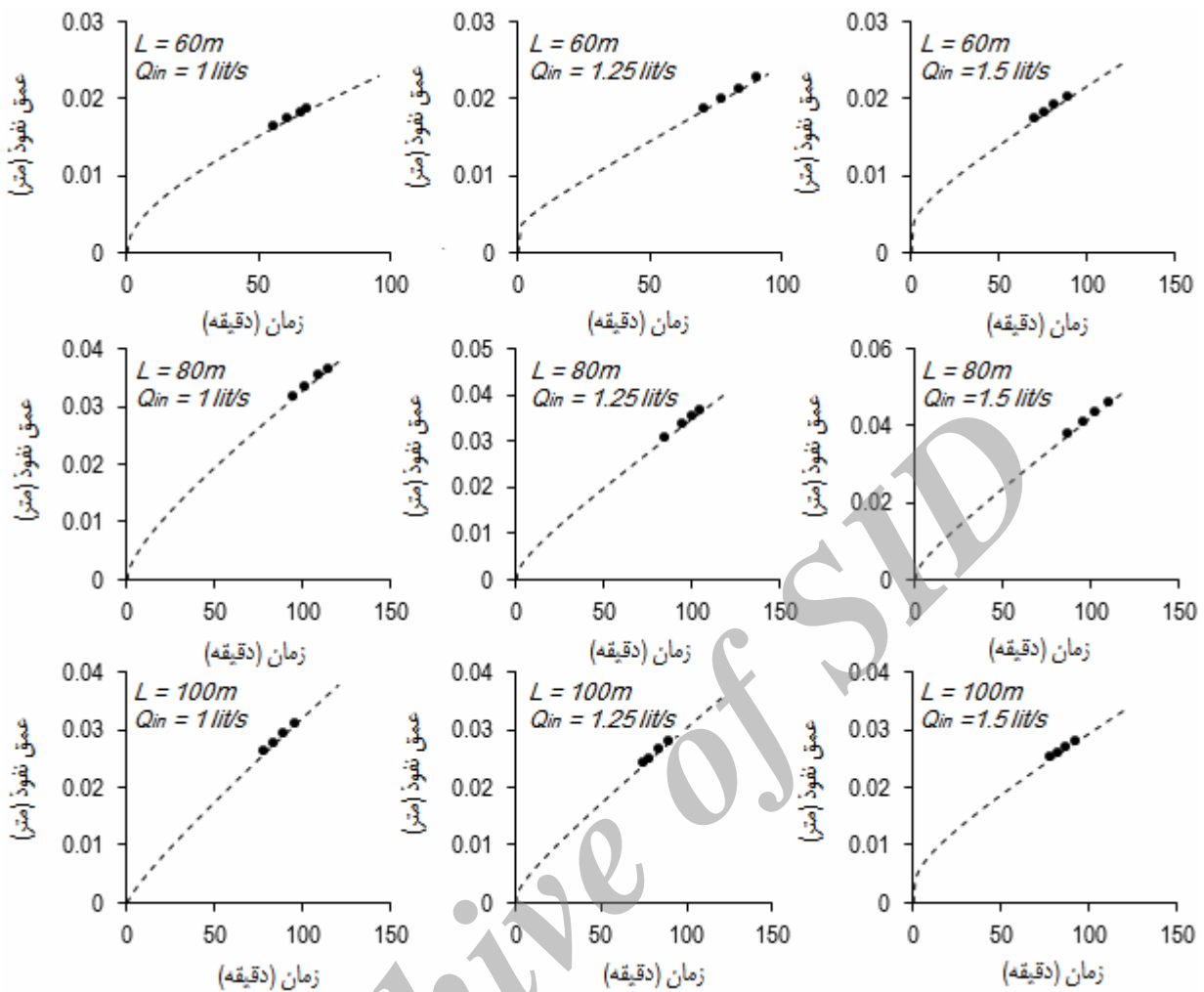
$$CU - DU = \frac{3M^* - A^* - 2D^*}{2M^*} \quad (26)$$

$$\frac{CU}{DU} = \frac{0.37\tau - 0.5\tau_1 + c}{\tau_4 + c} \quad (27)$$

بنابراین اگر،  $\tau_1 \leq \tau_4 + 0.75\tau + 2c$  تنها شرایطی اتفاق می‌افتد که یکنواختی توزیع بزرگتر از ضریب یکنواختی می‌گردد.

### آزمایش مزرعه‌ای

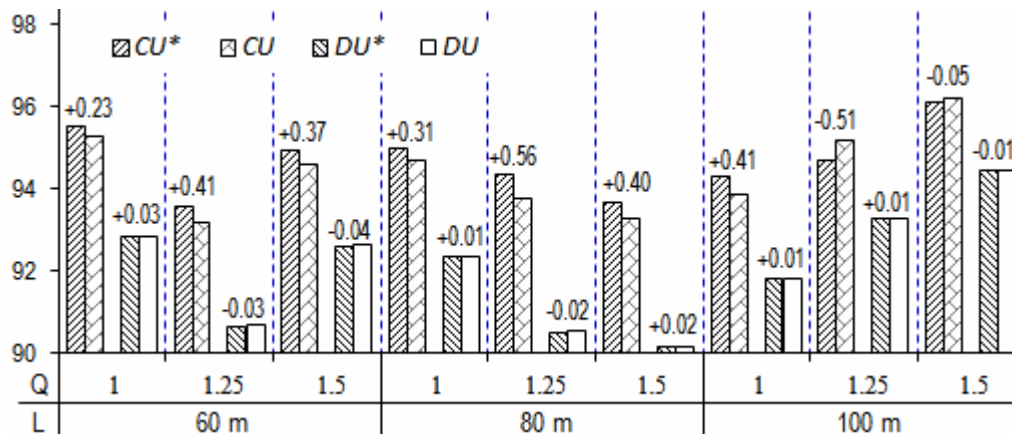
برای تعیین دقت معادلات ارائه شده نسبت به روش سابق (معادلات ۱ تا ۵) تعداد سه جویچه آزمایشی به طول‌های ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ متر در مزرعه دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز احداث و مورد آزمایش قرار گرفت. جویچه‌ها به عرض ۴۰ سانتیمتر و بافت خاک لوم رسی با سه دبی ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵ لیتر در ثانیه آبیاری شد. در آبیاری هر جویچه اندازه‌گیری پیشروی، رواناب و همچنین عمق جریان صورت گرفت. طول جویچه‌ها به فواصل ۵ متری علامت گذاری و پیشروی آب در جویچه ثبت شد. دبی ورودی و خروجی هر جویچه نیز بوسیله فلوم‌های WSC (تیپ ۲) که در ابتدا و انتهای جویچه نصب شده بود اندازه‌گیری شدند. با استفاده از اطلاعات فوق و از طریق معادله مانینگ، ضریب زبری متوسط هر جویچه برای استفاده در مدل‌ها استخراج گردید. ضرایب معادله نفوذ کاستیاکف- لوئیس در هر نوبت آبیاری، نیز به روش دونقطه‌ای بدست آمد. مقدار نفوذ نهایی با ترسیم هیدروگراف ورودی و خروجی جریان



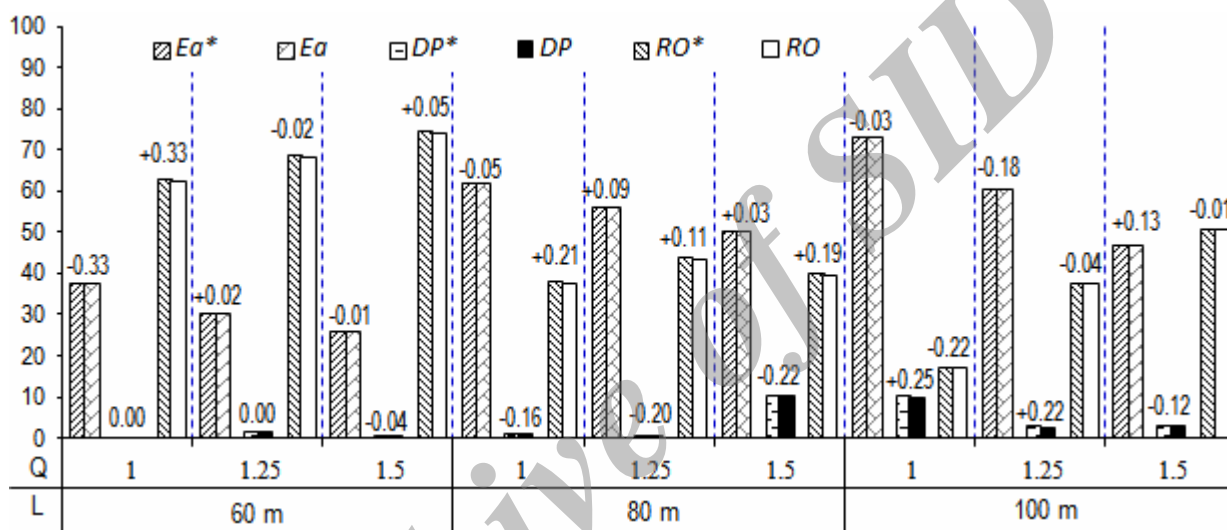
شکل ۶- نمودار نفوذ تجمعی در ۹ سناریو و موقعیت چارک‌ها

جدول ۱- مشخصات سناریوها و ضرایب معادلات بدون بعد

c	b	a	$f_0$	$\alpha$	k	$t_{co}$ (min)	$Z_{req}$ (mm)	$t_n$ (min)	دبی (l/s)	طول (m)
۰/۴۷	۰/۳۲	۰/۶۸	۰/۰۹۴	۰/۴۴۴	۱/۸۵	۴۷	۲۰	۷۷	۱	۶۰
۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۷۶	۰/۱۸۶	۰/۱۴۴	۳/۳۳	۵۲	۲۰	۷۸	۱/۲۵	۶۰
۰/۴۷	۰/۳۲	۰/۶۸	۰/۱۳۴	۰/۱۷۹	۳/۶۲	۴۸	۲۰	۸۹	۱/۵	۶۰
۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۷۸	۰/۱۷۷	۰/۴۹۷	۱/۵۳	۷۳	۳۵	۱۰۹	۱	۸۰
۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۸۴	۰/۲۵۸	۰/۳۵۶	۱/۷۶	۶۴	۳۵	۱۰۱	۱/۲۵	۸۰
۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۸۲	۰/۳۲۸	۰/۳۳۶	۲/۰۲	۶۲	۳۵	۸۰	۱/۵	۸۰
۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۸۶	۰/۱۹۲	۰/۶۹۷	۰/۵۲	۵۷	۲۵	۷۵	۱	۱۰۰
۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۸۲	۰/۲۲۹	۰/۳۵۵	۱/۴۵	۵۵	۲۵	۷۹	۱/۲۵	۱۰۰
۰/۵۲	۰/۳۴	۰/۶۶	۰/۱۷۶	۰/۲۴۲	۳/۸۸	۶۰	۲۵	۷۹	۱/۵	۱۰۰



شکل ۷- مقایسه ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع در ۹ سناریو



شکل ۸- اختلاف بین دو روش در محاسبه راندمان کاربرد، نفوذ عمقی و رواناب انتهایی

اساس محاسبه یکنواختی توزیع در هر دو روش یکسان بوده و از تقسیم چارک پایین داده‌ها به میانگین کل بدست می‌آید اما در روش ارائه شده (معادله ۱۷) محاسبات ساده‌سازی شده است. در آزمایش‌های انجام شده با توجه به موقعیت میانگین زمان نفوذ در طول جویچه بین چارک‌ها و استفاده از روابط ۱۹ تا ۲۷ نسبت ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع محاسبه و در جدول ۲ آمده است. در تمامی سناریوها ضریب یکنواختی بیش از توزیع یکنواختی بدست آمد. محاسبه این نسبت در تحلیل روابط بین ضرایب و تعریف روابط جدید ارزیابی یکنواختی در آبیاری جویچه‌ای مؤثر خواهد بود.

بکارگیری معادلات بدون بعد پیشنهاد شده برای تعیین پارامترهای ارزیابی دقت مشابه با معادلات رایج را داشته (روابط ۱، ۲ و ۳) و به دلیل داده‌ها و فرایند مشخص در محاسبه، می‌توان از این شیوه در مدل‌های ریاضی استفاده نمود. در روش‌های ارزیابی موجود سطح زیرمنحنی باید قبل و بعد از نقطه حد کفایت آبیاری (شکل ۱) بصورت جداگانه محاسبه شده، سپس طول جویچه و عمق موردنیاز آبیاری در هر مورد وارد معادله گردد. اما در روش بدون بعد تنها با اندازه‌گیری زمان پیشروی و پسروی در محل چارک‌ها محاسبات انجام می‌شود.

جدول ۲- نسبت ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع در سناریوهای آزمایشی

طول (متر)		۱۰۰		۸۰		۶۰		دبی (لیتر بر ثانیه)
۱/۵	۱/۲۵	۱	۱/۵	۱/۲۵	۱	۱/۵	۱/۲۵	۱
۱/۰۱۸	۱/۰۱۵	۱/۰۲۷	۱/۰۳۹	۱/۰۴۲	۱/۰۲۸	۱/۰۲۶	۱/۰۳۳	۱/۰۲۸
CU/DU								

## نتیجه گیری

از محدودیت‌های روابط پیشنهادی کاربرد آنها فقط در جویچه‌های انتها باز است. در صورت مسدود بودن انتهای جویچه پروفیل نفوذ آب در طول مسیر جریان و در نتیجه موقعیت و عمق چارک‌ها تغییر می‌کند. بنابراین برای جویچه با انتهای بسته و همچنین سایر روش‌های آبیاری بویژه سامانه آبیاری بارانی باید مطالعات و شرایط متفاوتی بررسی گردد. از سوی دیگر با توجه به فرض خطی شدن معادله نفوذ با گذشت زمان، فاز پیشروی باید به صورت کامل انجام شود، پس در زمان‌های کوتاه و اراضی مسطح به نظر می‌رسد روش پیشنهادی نیاز به صحت‌سنجی مجدد دارد.

میانگین راندمان کاربرد در ۹ سناریوی تعریف شده ۴۹ درصد بدست آمد و در محدوده مقدار متوسط چند دهه اخیر ایران (۴۸/۶ درصد) که توسط عباسی و سهراب (۴) گزارش شده است قرار دارد.

نتایج تحقیق حاضر پیشنهاد پارامترهای ارزیابی آبیاری جویچه‌ای، بر اساس ضرایب بدون بعد فرصت نفوذ برای متوسط عمق آب نفوذ یافته در چارک‌های طول جویچه است. راندمان کاربرد، نفوذ عمقی و رواناب انتهایی ارائه شده با اختلاف اندک نسبت به روش‌های موجود می‌تواند به عنوان معادلات اختصاصی ارزیابی آبیاری جویچه‌ای در مدل‌های ریاضی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از تنها ۴ اندازه‌گیری فرصت نفوذ در طول جویچه، عدم نیاز به تعیین معادله نفوذ آب در خاک، محاسبه تمام پارامترها بر اساس فرصت نفوذ و قابلیت بدست آوردن رابطه بین ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع از مزایای روش ارائه شده نسبت به روش‌های موجود است. همچنین به دلیل استفاده از داده‌های بدون بعد، افزایش یا کاهش طول جویچه و عمق موردنیاز نفوذ تغییری در روند ارزیابی ایجاد نخواهد کرد.

## منابع

- ۱- امینی نجف‌آبادی م. ۱۳۸۷. ارزیابی سامانه‌های آبیاری بارانی منطقه شهرکرد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهرکرد.
- ۲- سهراب ف.، و عباسی ف. ۱۳۸۸. ارزیابی بازده آبیاری در کشور و ارائه نقشه هم‌بازده آبیاری. همایش ملی مدیریت آبیاری در ایران، چالش‌ها و چشم‌اندازها. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- ۳- سهراب ف.، و عباسی ف. ۱۳۹۰. مدیریت آب در مزرعه: فرصت‌ها و چالش‌ها. کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب در کشاورزی. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- 4- Abbasi F., and Sohrab F. 2011. Evaluating irrigation efficiency and iso-efficiency maps in Iran. ICID 21st International Congress on Irrigation and Drainage. Tehran, Iran. pp. 213-220.
- 5- Azmi M., Liaghat A.M., and Sarmadi F. 2012. Evaluation of surface irrigation system performance using system dynamics (SD) approach. Irrigation and Drainage Systems, doi: 10.1007/s10795-011-9123-0.
- 6- Burguete J., Zapata N., Garcia-Navarro P., Maikaka M., Playan E., and Murillo J. 2009. Fertigation in furrow and level furrow system. II. Model calibration, and practical application. Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, 135:413-420.
- 7- Christiansen J.E. 1942. Irrigation by sprinkling. California Agriculture Experiment Station Bulletin, No. 670. University of California, USA.
- 8- Ebrahimian H., and Liaghat A.M. 2011. Field evaluation of various mathematical models for furrow and border irrigation systems. Soil and Water Res., 6(2):91-101.
- 9- Elliot R.L., and Walker W.R. 1982. Field evaluation of furrow infiltration and advance functions. Trans, ASAE. 25(2):396-400.
- 10- Gillies M.H., Smith R.J., and Raine S.R. 2007. Accounting for temporal inflow variation in the inverse solution for infiltration in surface irrigation. Irrigation Science, 25(1):87-97.
- 11- Holzapfel E.A., Leiva C., Marino M.A., Paredes J., Arumi J.L., and Billib M. 2010. Furrow irrigation management and design criteria using efficiency parameters and simulation models. Chilean Journal of Agricultural Research, 70(2):287-296.
- 12- Mateos L., and Oyonarte N.A. 2005. A spreadsheet model to evaluate sloping furrow irrigation accounting for infiltration variability. Agricultural Water Management. 76:62-75.
- 13- Mostafazadeh B., and Walker W.R. 1981. Furrow geometry under surge and continuous flow. Iran Agricultural Research, 6(2):57-71.
- 14- Ortiz J.N., de Juan J.A., and Tarjuelo J.M. 2010. Analysis of water application uniformity from a center pivot irrigator and its effect on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield. Biosystems Engineering, 105:367-379.
- 15- Oyonarte N.A., Mateos L., and Palomo M.J. 2002. Infiltration variability in furrow irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 128(1):26-33.
- 16- Tarjuelo J.M., Montero J., Honrubia F.T., Ortiz J.J., and Ortega J.F. 1999. Analysis of uniformity of sprinkle



irrigation in a semi-arid area. *Agricultural Water Management*, 40:315-331.

- 17- Walker W.R., and Skogerboe G.V. 1987. *Surface Irrigation. Theory and Practice*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, p.386.

Archive of SID

## Analysis of Evaluation Indicators Using Opportunity Time in Furrow Irrigation

R. Lalehzari<sup>1\*</sup> - F. Ansari Samani<sup>2</sup> - S. Boroomand Nasab<sup>3</sup>

Received: 02-10-2013

Accepted: 19-02-2014

### Abstract

Evaluation procedures have been developed for effective design and management of irrigation systems. Furrow irrigation is one of the main types of applying water in field. In the present study, a new procedure for field evaluation of water distribution in furrow irrigation is proposed. For this purpose, application efficiency (Ea), water requirement efficiency (Er), deep percolation (DP) and tail water ratio (TWR) have been introduced based on the average of the non-dimensional infiltrated depth values. The relationships between coefficient of uniformity (CU) and distribution uniformity (DU) have been described by opportunity time values of each quarter and using the linear equation instead of infiltration function. The proposed method was compared to other procedures by 9 scenarios of field data with different discharges and lengths. The results show that the evaluation indicators of furrow irrigation is calculated with non-dimensional parameters depend on opportunity time and new coefficients of linear infiltration equation. Also, there was no observed any significant difference on the suggested indices values and classical performance indicators.

**Keywords:** Furrow irrigation, Application efficiency, Uniformity, Distribution

Archive of SID

---

1- Young Researchers Club, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran  
2,3- MSc. Graduated and Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Respectively  
(\* - Corresponding Author Email: lalehzari@hotmail.com)