

تعیین زمان و طول بهینه آبیاری نواری با انتهای بسته

عادل سرگلزایی، محمد مهدی چاری، معصومه دلبری و پیمان افراسیاب

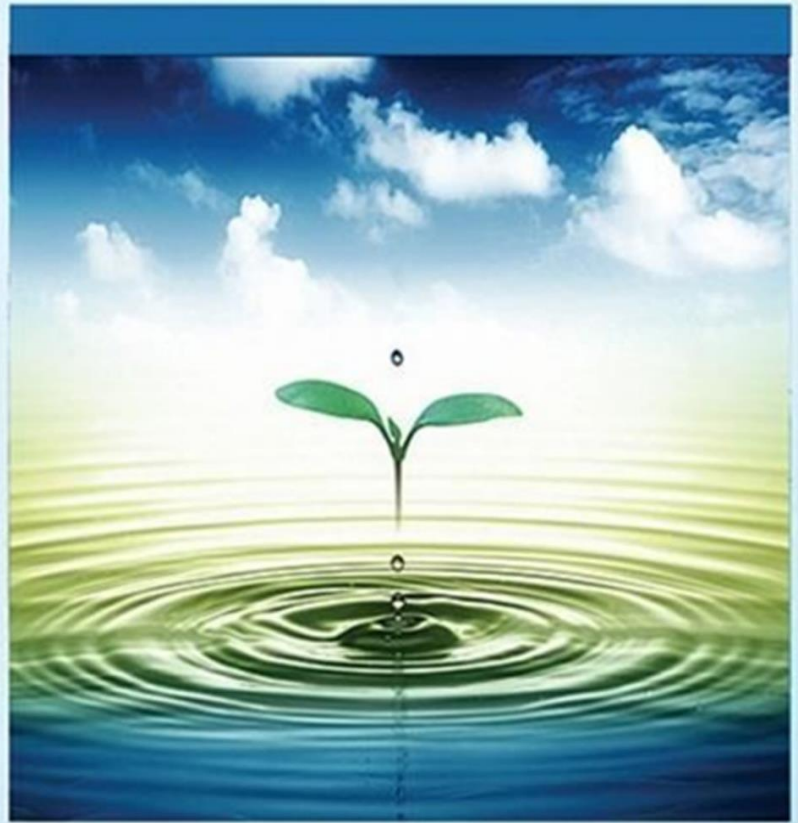
دوره ۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، صفحات ۵۴۰ - ۵۳۳

Vol. 7(3), Autumn2021, 533-540

DOI: 10.22034/JEWE.2021.272188.1509

**Determine Cutoff Time and Optimal Length of the  
Border Irrigation with Closed-Ended**

Sargolzaei, A., Chari, M., Delbari, M. and Afrasiab, P.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

سرگلزایی، ع.، چاری، م.، دلبری، م. و افراسیاب، پ. (۱۴۰۰). تعیین زمان و طول بهینه آبیاری نواری با انتهای بسته. محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۷، شماره ۳، صفحات: ۵۴۰-۵۳۳.

**Citing this paper:** Sargolzaei, A., Chari, M., Delbari, M. and Afrasiab, P. (2021). Determine cutoff time and optimal length of the border irrigation with closed-ended. Environ. Water Eng., 7(3), 533-540. DOI: 10.22034/JEWE.2021.272188.1509

## مقاله کوتاه

## تعیین زمان و طول بهینه آبیاری نواری با انتهای بسته

عادل سرگلزایی<sup>۱</sup>، محمد مهدی چاری<sup>۲\*</sup>، معصومه دلبری<sup>۳</sup> و پیمان افراسیاب<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران  
<sup>۳</sup> دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران

\* نویسنده مسئول: mmahdichari@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۱۱/۱۸]

تاریخ بازنگری: [۱۴۰۰/۰۱/۲۴]

تاریخ پذیرش: [۱۴۰۰/۰۳/۱۸]

## چکیده

ترکیب مناسب زمان قطع جریان، طول نوار در مزارع آبیاری از معیارهایی هستند که سبب راندمان بالا در آبیاری سطحی می‌شوند. هدف از این پژوهش ارائه روشی به منظور تعیین زمان قطع جریان و همچنین تعیین طول و دبی بهینه در آبیاری نواری با انتهای بسته بود. فرض اساسی در این روش این است که نقطه‌ای در طول مزرعه که کم‌ترین عمق آب در آن نفوذ کرده است، باید برابر با عمق موردنیاز، آب دریافت کرده باشد. برای این منظور از داده‌های ۱۸ نوار شامل نوارهای کشت‌نشده و نوارهای کشت‌شده و شیب‌های ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۵، زبری ۰/۰۱۷ تا ۰/۲۱۱، طول ۱۰۰ m و دبی ۰/۰۸ تا ۰/۱۶ m<sup>3</sup>/min.m استفاده شد. پس از تعیین زمان قطع جریان، راندمان کاربرد به دست آمده با استفاده از روش ارائه شده در این پژوهش با روش مدل اینرسی صفر (WinSRFR) (4.1) مورد مقایسه قرار گرفت. بیش‌ترین شباهت نتایج در نوارهای انتها بسته مربوط به نوارهای R-6، R-13، R-14 و R-17 با ۰/۰ اختلاف و بیش‌ترین تفاوت مربوط به نوار R-1 با ۸/۶۷٪ اختلاف در راندمان بود. در تعدادی از نوارها با کاهش طول اولیه و در تعدادی از نوارها با افزایش طول اولیه به راندمان حداکثر به دست آمد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که راندمان کاربرد به دست آمده از هر دو روش نزدیک به یکدیگر بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری نواری؛ راندمان کاربرد؛ طراحی؛ WinSRFR



## ۱- مقدمه

al. (2015) اثر مقدار و مدت زمان دبی ورودی بر شاخص‌های عملکرد آبیاری نواری (بازده کاربرد و نفوذ عمقی) را با مدل WinSRFR تحلیل کردند. مطالعات نشان می‌دهد که عملکرد هیدرولیکی و طراحی یک سیستم آبیاری نواری به طور فراوانی تحت تأثیر طول نوار، دبی و زمان قطع جریان ورود آب به نوار قرار دارد.

تعیین دقیق زمان قطع جریان آب به نوار همیشه مورد توجه متخصصین و طراحان سیستم آبیاری سطحی بوده است. با قطع به موقع جریان آب به نوار از اتلاف آب از طریق فرورنشست عمقی و رواناب سطحی جلوگیری خواهد شد و در نتیجه راندمان آبیاری افزایش پیدا خواهد کرد. از طرفی علیرغم کاربرد گسترده مدل‌های هیدرولیکی مانند نرم‌افزار (Walker 2003) Sirmod 2003 و (Bautista et al. 2012) WinSRFR 4.1, 2012 در ارزیابی و طراحی آبیاری سطحی هنوز هم این مدل‌ها فاقد فرآیند مرحله‌ای جهت طراحی آبیاری سطحی بوده و معمولاً از سعی و خطا جهت طراحی آبیاری سطحی (نواری، شیاری و کرتی) استفاده می‌گردد. در نتیجه، توسعه روش بیان حجمی جهت طراحی آبیاری سطحی می‌تواند کارآمد باشد. هدف از انجام این پژوهش ارائه روشی ساده و بدون نیاز به نرم‌افزارهای موجود به منظور تعیین زمان قطع و تعیین طول بهینه با حداکثر راندمان کاربرد در آبیاری نواری با انتهای بسته بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- تعیین زمان قطع

آبیاری سطحی کامل، ترکیبی از چهار مرحله پیشروی ( $T_{Adv}$ )، ذخیره ( $T_{str}$ )، تخلیه ( $T_{dep}$ ) و پسروی ( $T_{rec}$ ) است. که در آن زمان پیشروی، مدت زمان از شروع آبیاری تا زمانی که آب به انتهای مزرعه می‌رسد، زمان ذخیره، مدت زمان از انتهای فاز پیشروی تا زمان قطع جریان است. زمان تخلیه، از انتهای زمان ذخیره تا زمانی که آب از ابتدای مزرعه محو می‌گردد و زمان پسروی، مدت زمان از پایان زمان تخلیه تا زمانی که آب از انتهای مزرعه محو می‌گردد، است (Alazba 1997). به منظور تعیین زمان قطع جریان معمولاً از نقطه کنترل استفاده می‌کنند. نقطه کنترل مزرعه جایی است که کم‌ترین میزان آب مورد استفاده را دریافت خواهد کرد. به عبارت دیگر در این نقطه

بر اساس گزارش‌های FAO حدود ۸۰٪ از زمین‌های کشت شده در جهان تحت کشت دیم بوده و ۶۰٪ غذا دنیا را تهیه می‌کنند در حالی که ۲۰٪ باقی مانده زمین‌های کشت شده تحت آبیاری، ۴۰٪ از غذای مورد نیاز در جهان را تأمین می‌کنند (Dowgert 2010). اکثریت این زمین‌ها با استفاده از روش‌های آبیاری سطحی نظیر نواری، کرتی و شیاری آبیاری می‌شوند.

مطالعه آبیاری سطحی می‌تواند به دو دسته اصلی طراحی و تحلیل طبقه‌بندی شود (Alazba 1997). در حالی که تعیین پیشروی آب مربوط به دسته تحلیل است، محاسبه میزان جریان ورودی و همچنین تعیین زمان قطع جریان و تعیین طول بهینه مربوط به طراحی آبیاری است. طراحی، به علت برقراری تعامل بین متغیرهای ورودی و پارامترهای مربوط به خروجی مانند بازده، یکنواختی، نفوذ عمقی و رواناب پیچیده‌تر از ارزیابی‌ها می‌باشد (Chari et al 2019; González et al. 2011). سازمان حفاظت خاک آمریکا روشی ساده را جهت طراحی آبیاری سطحی معرفی کردند در این روش از تعدادی از روابط تجربی جهت طراحی آبیاری نواری استفاده می‌شود (USDA 1974). Walker and Skogerboe (1987) روشی را جهت طراحی آبیاری نواری و شیاری ارائه کردند این روش دارای پایه فیزیکی بوده و از پیچیدگی بیش‌تری نسبت به روش SCS برخوردار است. Alazba (1997) روشی را برای بیان زمان قطع جریان در آبیاری نواری با انتهای باز ارائه نمود در این روش فرض شده بود که انتهای نوار باید به اندازه عمق مورد نیاز آب دریافت کند، با توجه به باز بودن انتهای نوار در این روش مقدار زیادی آب هدر می‌رود و راندمان کاهش می‌یابد.

برای طراحی آبیاری سطحی باید عواملی مانند ابعاد زمین، شیب زمین، سرعت جریان، زمان قطع، ویژگی‌های نفوذ خاک و مقاومت در برابر جریان باید در نظر گرفته شود. حضور زیاد متغیرها باعث شده که طراحی آبیاری سطحی کاملاً پیچیده شود (Adamala et al. 2014). Chen et al (2013) شبکه آبیاری در امتداد رودخانه‌ی زرد چین، عملکرد آبیاری نواری را بر اساس مدل اینرسی صفر و متغیرهای هندسی عرض و طول نوار بهینه کردند. آن‌ها برای متغیرهای جریان مشخص (دبی ورودی و زمان آبیاری مشخص)، ابعاد نوار را بر اساس خطوط هم‌تراز بازده کاربرد، بهینه کردند. Morris et



برای محاسبه فرصت نفوذ از رابطه (۵) از روش نیوتون-رافسون یا سعی و خطا استفاده می‌شود. در این پژوهش از روش نیوتن-رافسون برای محاسبات استفاده شد. زمان تخلیه ( $T_{dep}$ ) برابر با زمانی است که طول می‌کشد تا عمق ( $y_0$ ) در ابتدای مزرعه نفوذ کند. بایستی توجه گردد که مدت زمان تخلیه در روش آبیاری نواری با انتهای باز و بسته متفاوت است. با داشتن  $y_0$  در ابتدای مزرعه و روش نیوتن-رافسون می‌توان زمان  $T_{dep}$  را محاسبه کرد.

### ۲-۳- تعیین طول بهینه نوار

طول بهینه ( $L_{opt}$ )، طولی از نوار است که با توجه به زمان قطع به‌دست‌آمده از مرحله قبل، مقدار راندمان کاربرد آب ( $E_a$ ) برابر با ۱۰۰٪ شود و کل مزرعه به‌اندازه عمق موردنیاز آب دریافت کند. راندمان کاربرد از رابطه (۶) به‌دست می‌آید (Adamala et al. 2014).

$$E_a = (Z_{req}L/q_0T_{co}) \times 100 \quad (6)$$

در صورتی که یک سیستم با انتهای بسته بتواند تقریباً به‌طور یکسان آب دریافت کند،  $E_a$  برابر با ۱۰۰٪ می‌شود. در نتیجه  $L_{opt}$  از رابطه (۷) به‌دست خواهد آمد.

$$L_{opt} = q_0T_{co}/Z_{req} \quad (7)$$

در انتها راندمان کاربرد آبیاری به‌دست‌آمده با استفاده از روش ارائه‌گردیده در این پژوهش با راندمان کاربرد به‌دست‌آمده از روش اینرسی صفر (نرم‌افزار WinSRFR 4.1) موردارزیابی قرار گرفت.

### ۲-۴- داده‌های پژوهش

در این پژوهش، از ۱۸ مجموعه اطلاعات ارائه‌شده توسط Ram (1972) استفاده شد. این ۱۸ نوار شامل ۹ نوار کشت نشده ( $R_j, j=1,2,\dots,9$ ) و در ۹ نوار گندم کشت‌شده ( $R_j, j=10,11,\dots,18$ ) و دارای خاک زراعی با بافت متوسط می‌باشد. مشخصات این نوارها در جدول (۱) موجود است. نوارها به‌گونه‌ای انتخاب گردیده‌اند که دارای دبی‌های متفاوت از کم ( $0.08 \text{ m}^3/\text{m}/\text{min}$ ) تا زیاد ( $0.16 \text{ m}^3/\text{m}/\text{min}$ ) بوده و همچنین تغییرات مقدار شیب بین  $0.005$  تا  $0.001$  باشد. معادله نفوذ به‌کاربرده شده در این پژوهش معادله کوستیاکف-لویس می‌باشد که پارامترهای آن در جدول (۱) موجود است.

عمق آب موردنیاز ( $Z_{req}$ ) باید برابر با حداقل عمق نفوذ ( $Z_{min}$ ) باشد. در طراحی سامانه‌های با انتهای بسته نقطه کنترل همان نقطه کنترلی ابتدای بالادست جریان است (Walker and Skogerboe 1987). لذا طراحی آبیاری نواری با انتهای بسته بر اساس این نقطه صورت می‌گیرد. فرصت نفوذ ( $T_{req}$ ) در ابتدای مزرعه از رابطه (۱) به‌دست می‌آید.

$$T_{req} = T_{min} = T_{adv} + T_{str} - T_{dep} \quad (1)$$

از طرفی زمان ذخیره برابر است با زمان قطع جریان ( $T_{co}$ ) منهای زمان پیشروی، در نتیجه رابطه (۱) به رابطه (۲) تبدیل می‌شود.

$$T_{req} = T_{co} + T_{dep} \text{ OR } T_{co} = T_{req} - T_{dep} \quad (2)$$

در نتیجه برای به دست آوردن زمان قطع جریان کافی است فقط فرصت نفوذ و زمان تخلیه را داشته باشیم. بایستی توجه گردد که رابطه (۲) زمانی کاربرد دارد که زمان پیشروی کوچک‌تر از زمان قطع جریان باشد. مقدار عمق آب موجود روی سطح خاک در ابتدای نوار در زمان  $T_{co}$  برابر با عمق نرمال ( $y_0$ ) از رابطه (۳) به‌دست می‌آید.

$$y_0 = \left(\frac{q_0 n}{\sqrt{S_0}}\right)^{3/5} \quad (3)$$

که،  $q_0$  دبی ورودی،  $n$  ضریب زبری و  $S_0$  شیب نوار است. و  $y_1$  (عمق آب در انتهای پایین دست) برابر است با رابطه (۴).

$$y_1 = y_0 + S_0 L \quad (4)$$

### ۲-۲- محاسبه فرصت نفوذ و زمان تخلیه

عمق آب موردنیاز برابر است با مقدار آبی که به خاک اضافه می‌شود تا کمبود رطوبت در ناحیه ریشه را جبران کند. از آنجایی که عمق موردنیاز آبیاری ( $Z_{req}$ ) برابر با حداقل عمق نفوذ ( $Z_{min}$ ) است در نتیجه ( $T_{min}$ ) برابر با فرصت نفوذ ( $T_{req}$ ) می‌باشد. معادله نفوذ به‌کاررفته در این پژوهش معادله نفوذ کوستیاکف-لویس (رابطه ۵) است. در نتیجه:

$$Z_{req} = Kt^{a_{req}} + f_0 T_{req} \quad (5)$$

جدول ۱- مشخصات نوارهای آبیاری مورد استفاده

Table 1 Specifications of borders

Data set	inflow rate (m <sup>3</sup> /m/min)	Bed slope (m/m)	Manining 's roughness (n)	Length (m)	k (mm/min <sup>a</sup> )	$\alpha$ (-)	$f_0$ (m/min)
R-1	0.16	0.005	0.059	100	0.00076	0.689	0.00082
R-2	0.12	0.005	0.066	100	0.00437	0.318	0.00071
R-3	0.08	0.005	0.048	100	0.00612	0.322	0.00047
R-4	0.16	0.003	0.077	100	0.00381	0.568	0.00046
R-5	0.12	0.003	0.092	100	0.00176	0.710	0.00036
R-6	0.08	0.003	0.100	100	0.00712	0.181	0.00056
R-7	0.16	0.001	0.08	100	0.00819	0.559	0.0
R-8	0.12	0.001	0.071	100	0.0088	0.286	0.00059
R-9	0.08	0.001	0.073	100	0.00482	0.593	0.0
R-10	0.16	0.005	0.114	100	0.0194	0.074	0.0010
R-11	0.12	0.005	0.132	100	0.742	0.103	0.0007
R-12	0.08	0.005	0.154	100	0.436	0.687	0.00019
R-13	0.16	0.003	0.117	100	0.0084	0.084	0.00122
R-14	0.12	0.003	0.145	100	0.00138	0.066	0.00069
R-15	0.08	0.003	0.188	100	0.00603	0.588	0.0
R-16	0.16	0.001	0.146	100	0.00603	0.528	0.00032
R-17	0.12	0.001	0.116	100	0.00717	0.169	0.00087
R-18	0.08	0.001	0.130	100	0.00441	0.603	0.0

### ۳- یافته‌ها و بحث

#### ۳-۱- تعیین زمان قطع ( $T_{co}$ )

برای تعیین زمان  $T_{dep}$  ابتدا عمق آب در ابتدای نوار  $y_0$  با استفاده از رابطه (۴) به دست آورده و سپس با استفاده از روش نیوتن-رافسون زمان ( $T_{dep} = T_{yo}$ ) را محاسبه می‌کنیم. نتایج مربوط به زمان تخلیه در جدول (۲) ارائه گردیده است. مقدار زمان تخلیه از مقدار ۴۵/۲۴ min در نوار R-18 تا ۷/۱۵ در نوار R-3 متغیر است. در پژوهش (Zerihun et al. 2005) برای خاک‌های مورد مطالعه فاز تخلیه بین ۲۰ تا ۷ min متغیر بود (Zerihun et al. 2005). پس از تعیین فرصت نفوذ و زمان تخلیه، زمان قطع جریان با استفاده از رابطه (۲) به دست آمده که نتایج آن در جدول (۲) موجود است. نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که بیشترین زمان قطع مربوط به نوار R-15 با مقدار ۱۸۰/۲۷ و کمترین زمان قطع مربوط به نوار R-17 با مقدار ۶۳/۶۷ است. نتایج مربوط به راندمان کاربرد به دست آمده از رابطه (۶) و راندمان کاربرد به دست آمده

از نرم‌افزار WinSRFR 4.1 در جدول (۲) نشان داده شده است. از آنجا که انتهای نوار بسته است و رواناب وجود ندارد در مواردی که مقدار  $Z_{req}L \geq q_0 t_{co}$  است، مقدار راندمان کاربرد برابر با ۱۰۰ در نظر گرفته شده است اگرچه در این موارد تمامی مزرعه به اندازه عمق آب مورد نیاز، آب دریافت نکرده است.

ستون (۷) و (۸) جدول (۲) راندمان آبیاری به دست آمده از روش ارائه گردیده در این پژوهش و به دست آمده با نرم‌افزار WinSRFR را نشان می‌دهد. ستون (۸) اختلاف بین راندمان کاربرد به دست آمده از روش ارائه شده در این پژوهش و مدل اینرسی صفر را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف راندمان‌ها در نوار R-1 برابر با ۰/۸ بوده است. در این نوار راندمان کاربرد با روش ارائه شده در این پژوهش برابر با ۸۶/۷ و راندمان به دست آمده با استفاده از مدل اینرسی صفر برابر با ۷۹٪ است. در بیش‌تر موارد راندمان به دست آمده



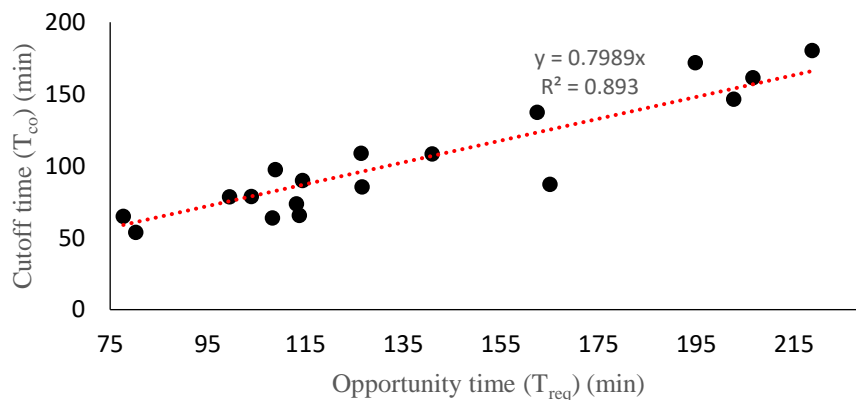
براساس روش ارائه شده در این پژوهش مقدار راندمان را بیش- برآورد انجام می دهد. به طور کلی نتایج به دست آمده از روش ارائه شده در این پژوهش و مدل اینرسی صفر نزدیک به یکدیگر بوده است. شکل (۱) نشان می دهد که ضریب تعیین بین زمان

جدول ۲- نتایج مربوط زمان قطع برای عمق مورد نیاز ۱۱۰ میلی متر

Table 2 The results relate to the cut-off time for depth of water need in root zoon 110 mm

Border number	opportunity time (min)	$y_0$ (m)	$T_{dep} = (min)T_{y_0}$	Cutoff time (min)	Application efficiency (%)	Application efficiency with WinSRFR (%)	Difference column 7 and 8(%)
1	2	3	4	5	6	7	8
R-1	99.42	0.0256	21	87.4	87.6	79	8.6
R-2	126.04	0.0231	17.2	108.3	83.2	79	4.2
R-3	165.02	0.0149	7.2	157.8	87.1	85	2.1
R-4	114.4	0.0350	24.6	89.8	76.5	73	3.5
R-5	140.9	0.0328	32.7	108.3	84.7	79	5.7
R-6	162.4	0.0270	25.1	137.3	*100	100	0
R-7	103.9	0.0498	25.2	78.7	87.5	87	0.36
R-8	126.6	0.0498	41.1	85.4	80.5	80	0.47
R-9	194.9	0.0311	23.2	171.7	80.0	80	0
R-10	77.8	0.0372	12.8	64.8	*100	98	2
R-11	108.8	0.0349	11.6	97.3	94.2	89	5.2
R-12	202.7	0.0301	38.4	146.3	83.7	78	5.7
R-13	80.1	0.0434	26.4	53.7	*100	100	0
R-14	113.1	0.0431	39.5	73.6	*100	100	0
R-15	218.7	0.0395	39.5	180.3	76.3	75	1.3
R-16	113.7	0.0623	38.5	65.4	*100	97	3
R-17	108.2	0.0524	44.5	63.7	*100	100	0
R-18	206.6	0.0439	45.2	161.4	85.2	85	0.2

\*: در این نوارها مقدار  $Z_{req}L \geq q_0 t_{co}$  است. در نتیجه مقدار راندمان کاربرد برابر با ۱۰۰ است.



شکل ۱- رابطه بین زمان قطع و فرصت نفوذ

Fig. 1 Relationship between opportunity and cutoff time

یکنواختی پروفیل نفوذ در طول نوار، می بایست پس از تعیین زمان قطع جریان، با تغییر طول نوار،  $L_{opt}$  برای نوار به گونه ای راندمان کاربرد و راندمان نیاز آبی (عمق آب مورد نیاز) حداکثر شود، مشخص کرد. نتایج مربوط به طول بهینه در جدول (۳)

### ۳-۲- طول بهینه نوار

از آنجا که انتهای نوار بسته است و رواناب خروجی نداریم، در نتیجه تنها منبع تلفات آب نفوذ عمقی است. برای بهینه سازی راندمان های محاسبه شده در نوارهای آبیاری و افزایش



طول بوده است. نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که در نوارهایی که زمان ذخیره کم بوده است برای رسیدن به طول بهینه، طول نوار کاهش یافته است و در نوارهایی که زمان ذخیره زیاد بوده است طول نوار برای رسیدن به راندمان حداکثر افزایش می‌یابد. مقدار راندمان به دست آمده با استفاده از مدل اینرسی صفر (WinSRFR 4.1) پس از اصلاح طول نیز در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج به دست آمده با استفاده از مدل اینرسی صفر نشان می‌دهد که اصلاح طول در اکثر موارد سبب افزایش راندمان کاربرد آب شده است. (Heydari and Abbasi 2016) نشان دادند که با توجه به دبی و زمان قطع مقدار طول بهینه نوار متغیر می‌باشد و در بعضی موارد طول نوار افزایش و در تعدادی کاهش می‌یابد. (Garemohamadlou et al. 2020) از روش بهینه‌سازی برای تعیین طول بهینه نوار در آبیاری یک مزرعه آزمایشی در منطقه رامشیر خوزستان استفاده کردند و نتیجه گرفتند که در حالت بهینه طول نوار باید به نصف طول اولیه کاهش یابد.

موجود است. نتایج نشان می‌دهد که در نوارهای R-10, R-6, R-13, R-14, R-16 و R-17 طول نوار نسبت به حالت اولیه کاهش یافته است. در این نوارها در طول اولیه عمق آب نفوذ کرده کم‌تر از عمق  $Z_{req}$  و تلفات ناشی از نفوذ عمقی صفر می‌باشد. در نتیجه براساس رابطه‌های (۶) و (۷)،  $L_{opt}$  نوار کم‌تر از طول اولیه نوار می‌باشد. در نوار R-17 برای طول اولیه m ۱۰۰، زمان پیشروی بیش‌تر از زمان قطع جریان است در نتیجه مقدار زمان ذخیره منفی می‌شود و شرایط استفاده از رابطه (۲) برقرار نمی‌باشد. با کاهش طول نوار از ۱۰۰ به m ۶۹ مقدار راندمان آبیاری حداکثر می‌شود.

برای ۱۲ نوار باقیمانده به منظور رسیدن به راندمان حداکثر و جلوگیری از تلفات آب به صورت نفوذ عمقی، طول نوار باید افزایش یابد. بیش‌ترین افزایش طول نوار مربوط به توار R-15 با m ۳۱ افزایش طول است. در این نوار، راندمان کاربرد از ۷۶٪ برای طول m ۱۰۰ به ۱۰۰٪ در طول m ۱۳۱ رسیده است. کم‌ترین افزایش طول مربوط به نوار R-11 با m ۶ افزایش

جدول ۳- نتایج مربوط به طول بهینه نوار

Table 3 Results for the optimal length of the border

Border number	Initial length (m)	Optimal border length (m)	Application efficiency with WinSRFR for optimized length (%)	Storage Time (min)
R-1	100	114.06	93	56.49
R-2	100	118.73	97	74.01
R-3	100	114.82	96	105.4
R-4	100	130.73	95	55.79
R-5	100	118.07	93	86.56
R-6	100	99.84	95	69.26
R-7	100	114.47	97	22.10
R-8	100	124.27	96	39.42
R-9	100	124.86	99	87.84
R-10	100	96.36	95	13.06
R-11	100	106.14	93	29.17
R-12	100	119.51	95	103.93
R-13	100	78.12	95	6.7
R-14	100	80.31	96	18.59
R-15	100	131.11	94	89.36
R-16	100	95.16	96	7.97
R-17	100	69.46	94	*
R-18	100	117.40	98	63.01

\*: طول فاز پیشروی بیش‌تر از زمان قطع جریان می‌باشد.

گرفت. برای ارزیابی این روش از داده‌های ۱۸ نوار با استفاده شد، نتایج نشان داد:

#### ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش تعیین دو پارامتر مهم طراحی شامل زمان قطع جریان و طول بهینه در آبیاری نواری شیب‌دار با انتهای بسته مورد توجه قرار



### سیاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه زابل با کد پژوهانه UOZ-GR-7644 انجام شد که بدین وسیله از آن تشکر و قدردانی می‌گردد.

### دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده‌شده در این پژوهش در متن مقاله ارائه‌شده و سایر جزئیات داده‌ها حسب درخواست، از طرف نویسنده مسئول از طریق ایمیل قابل ارسال است.

۱- راندمان کاربرد به‌دست‌آمده با روش به‌کاربرده شده در این پژوهش و مدل اینرسی صفر نزدیک به یکدیگر است.

۲- در نوارهایی که زمان ذخیره کوچک بوده است برای رسیدن به طول بهینه، طول نوار کاهش یافته است و در نوارهایی که زمان ذخیره زیاده بوده است طول نوار برای رسیدن به راندمان حداکثر افزایش می‌یابد.

۳- سادگی این روش و عدم نیاز به حل عددی و سعی و خطا در تعیین زمان قطع جریان از مزایای این روش می‌باشد.

## References

- Adamala, S., Raghuwanshi, N. and Mishra, A. (2014). Development of surface irrigation systems design and evaluation software (SIDES). *Comput. Electron. Agri.*, 100, 100-109.
- Alazba, A. A. (1997). Design procedure for border irrigation. *Irrig. Sci.*, 18, 33-43.
- Bautista, E., Schlegel, J. and Strelkoff, T. S. (2012). WinSRFR 4.1, software and user manual USDA-ARS U.S. arid land agricultural research center maricopa. AZ USA.
- Chari, M. M., Davari, K., Ghahraman, B. and Ziaiei, A. N. (2019). General equation for advance and recession of water in border irrigation. *Irrig. Drain.*, 68, 476-487.
- Chen, B., Ouyang, Z., Sun, Z., Wu, L. and Li, F. (2013). Evaluation on the potential of improving border irrigation performance through border dimensions optimization: a case study on the irrigation districts along the lower Yellow River. *Irrig. Sci.*, 31(4), 715-728.
- Dowgert, M. F. (2010). The impact of irrigated agriculture on a stable food supply. In: *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Central Plains Irrigation Conference*, Kearney, NE.
- Heydari, N. and Abbasi, F. (2016). Optomization of design and management parameters of border irrigation: A case study of ramshir irrigation and drainage network. *J. Appl. Res. Irrig. Drain. Eng.*, 17(66), 55-70 [In Persian].
- Garemohamadlou, H., Verdinejad, V. R., Lalezari, R. and Azad, N. (2020). Multiobjective optimization of closed-end border irrigation performance using WinSRFR and genetic algorithm (case study: Ramshir irrigation and drainage network). *Iran. Soil Water Res.*, 51(2), 427-440 [In Persian].
- González, C., Cervera, L. and Moret-Fernández, D. (2011). Basin irrigation design with longitudinal slope. *Agri. Water Manage.*, 98(10), 1516-1522.
- Morris, M. R., Hussain, A., Gillies, M. H. and O'Halloran, N. J. (2015). Inflow rate and border irrigation performance. *Agri. Water Manage.*, 155, 76-86.
- Ram, R. S. (1972). Comparison of infiltration measurement techniques. *J. Agric. Eng. India*, 9(2), 67-75.
- USDA. (1974). *Border irrigation, national engineering handbook*, Chapter 4, Sect. 15. Soil Conserv. Serv., USDA, Washington, D.C.
- Walker, W. R. (2003). *SIRMOD III: Surface irrigation simulation, evaluation and design. Guide and technical documentation*. Dept. of Biological and Irrigation Engineering. Utah State Uuniv., Logan, Utah.
- Walker, W. R. and Skogerboe, G. V. (1987). *Surface irrigation: Theory and practice*. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Zerihun, D., Sanchez, C. A., Farrell-poe, K. L. and Yitayew, M. (2005). Analysis and design of border irrigation systems. *Am. Soc. Agri. Eng.*, 48(5), 1751-1764.





**Short Paper****Determination of Cutoff Time and Optimal Length of Border Irrigation with Closed-Ended****Adel Sargolzaei<sup>1</sup>, Mohammad Mahdi Chari<sup>2\*</sup>, Masoomeh Delbari<sup>3</sup> and Peyman Afrasiab<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M. Sc. Student, Department of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

<sup>2</sup>Assist. Professor, Water Engineering Department, Faculty of Soil and Water, University of Zabol, Zabol, Iran

<sup>3</sup>Assoc. Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, University of Zabol, Zabol, Iran

**\*Corresponding author:** mmahdichari@uoz.ac.ir

**Received:** February 06, 2021

**Revised:** April 13, 2021

**Accepted:** June 08, 2021

**Abstract**

The proper combination of cutoff time and lengths of border are among the criteria for high efficiency in surface irrigation. The objective of this study was to determine cutoff time and the optimal distance and flowrate in closed-ended border systems. The basic assumption in this method is that the point along the field, where the lowest water depth permeates should receive water equal to the required depth. For this purpose, the data applied were consisted of 18 vegetated and non-vegetated borders, and bed slope of 0.001 to 0.005, Maning's roughness of 0.017-0.211, border length of 100 m and flow rate range from 0.08 to 0.16 m<sup>3</sup>/min.m. After determining the cut-off time, the application efficiency obtained using the method presented in this study was compared with zero inertia (WinSRFR 4.1) model. The highest similarity of results was observed in closed end border for R-6, R-13, R-14 and R-17 border with 0% difference and the highest difference was for R-1 border with 8.67% difference in efficiency. Maximum efficiency was obtained in some border with decreasing length and in some border with increasing length. Generally, it can be concluded that the application efficiency obtained from both methods was close to each other.

**Keywords:** Application Efficiency; Border Irrigation; Design; WinSRFR

