مجله علمی-پژوهشی

علوم کشاورزی

سال دوازدهم، شماره (۱) ۱۳۸۵

مقایسه روش‌های طراحی آبیاری جویچه‌ای و انتخاب روش مناسب*

حمیدرضا سالمی[۱]

عضوهیئت علمی (مربی پژوهش) بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی اصفهان

بهداد کشمیری‌پور

عضوهیئت علمی (مربی پژوهش) بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی فارس

چکیده

به منظور طراحی روش آبیاری جویچه ای روشهای مختلفی پیشنهاد گردیده است که این روشها براساس روابط ریاضی و یا تجربی تصحیح و ارائه گردیده‌اند. در این مطالعه سه روش طراحی در روش آبیاری جویچه ای بنامهای روش فائو، سازمان حفاظت خاک امریکا و واکر- اسکوگربو (Walker& Skogerboe, 1987) مورد بررسی قرار گرفته و مناسبترین آنها برای توصیه به سازمانهای اجرائی تعیین شدند. به منظور مقایسه این روشها، زمینی با مشخصات معلوم از نظر شیب، توپوگرافی و عمق خاک زراعی در ایستگاه تحقیقات زرقان فارس انتخاب شده و پس از عملیات شخم، تسطیح و ایجاد جویچه، لوله‌های دریچه دار در ابتدای زمین مورد نظر نصب گردید. سپس آزمایشهای صحرائی به منظور تعیین حداکثر دبی غیر فرسایشی، معادله نفوذ کوستیاکف (Kostiakov)، کوستیاکف – لوئیس (Kostiakov-Lewis)، گروه نفوذ و معادله پیشروی آب در شیار انجام شد. در این تحقیق برای روشهای مندرج در بالا، زمان آبیاری محاسبه و همزمان با آبیاری رواناب سطحی اندازه‌گیری گردید. این عملیات طی دو سال متوالی در خاک لومی رسی سیلتی انجام و نتایج روش‌های مختلف با یکدیگر مقایسه شدند. اختلاف عمق متوسط نفوذ طراحی و آزمایشی در روشهای F.A.O، W&S و S.C.S به ترتیب بین (۳/۹ تا ۲-)، (۸/۶ تا ۷/۶-) و (۳۵/۷- تا ۱۹/۵-) دارای نوسان می باشد. نتایج نشان می‌دهد روشهای فائو و W&S مطابقت بهتری با آزمایشهای صحرائی داشته و با اطمینان قابل قبولی می توان برای طراحی آبیاری جویچه‌ای از آنها استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، روش S.C.S، روش F.A.O، طول جویچه

* برگرفته از طرح تحقیقاتی "بررسی و مقایسه روشهای مختلف تعیین طول شیار و انتخاب روش بهینه" به شماره ۰۰۶-۷۲-۱۰۰، مصوب مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

1- اصفهان،صندوق پستی ۱۹۹-۸۱۷۸۵، دورنگار ۰۳۱۱-۷۷۵۷۰۲۲، تلفن : ۰۳۱۱-۷۷۶۰۰۶۱-۴۳۹۲۵۳۷

تاریخ دریافت مقاله ۸۲/۱۲/۲۱ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۳/۹/۵

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

آبیاری جویچه‌ای رایج ترین شیوه آبیاری برای محصولات زراعی است. در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری، اطلاعات موجود در مورد این روش کمتر از شیوه های دیگر است. از سوی دیگر لازمست شکل و طول شیارها و روش طراحی آنها مناسب باشد و مدیریت خوبی اعمال شود تا نتیجهٔ مطلوب بدست آید. این روش آبیاری اگر بدرستی طراحی و اجرا شود،بدلیل عدم نیاز به وسایل و دستگاههای پیچیده برای زارعین یکی از بهترین روشها محسوب می شود ولیکن چنانچه بخوبی طراحی و اجرا نگردد، موجب تلفات آب، عدم یکنواختی توزیع رطوبت و کاهش محصول میگردد (علیزاده، ۱۳۸۱). یکی از معایب آبیاری جویچه ای تلفات آب در پایاب بویژه در شیارهای با انتهای باز می‌باشد از این نظر مناسبترین روش طراحی در این روش آبیاری، روشی است که مجموع تلفات را به حداقل برساند. در این قسمت از مقاله اهم مطالعات انجام شده در مورد موضوع تحقیق آورده شده است:

سلطان‌زاده و همکاران (۱۳۷۲) طی تحقیقاتی در ایستگاههای کمال آباد و مهندسی زراعی (کرج) اقدام به ارزیابی و مقایسه روشهای مختلف طراحی آبیاری جویچه ای نمودند. در ایستگاه کمال آباد روش واکرواسکوگربو[1] بیانگر انطباق کاملتر بین مشخصه‌های محاسبه شده در مرحله طراحی و ارقام اندازه گیری شده در مرحله آزمایشی بود. روش فائو[2] تفاوت فاحشی را بین ارقام محاسبه شده و اندازه‌گیری شده نشان داد. همچنین از روش سازمان حفاظت خاک امریکا[3] نتایج نسبتاً خوبی اخذ گردید. نتایج مربوط به ایستگاه مهندسی زراعی بیانگر این واقعیت است که در اراضی ایستگاه مذکور روشهای .S.C.S و واکر- اسکوگربو از دقت کافی برخوردار نمی باشند. البته در این ایستگاه روش .F.A.O نسبت به دو روش دیگر دارای دقت خوبی بوده است.

تحقیقات انجام شده بوسیله سهرابی (۱۳۷۱) در ایستگا تجرک همدان به منظور تعیین مناسبترین طول شیار، نشان دهنده برتری روش .S.C.S بر دوروش دیگر است. تحقیقات دیگر نامبرده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد نشان دهندهٔ تطابق بهتر روش .F.A.O با شرایط محیطی شامل بافت خاک، شیب زمین، دبی ورودی و ... بوده است.

براساس مطالعات بوهر (Booher, 1974) پیشنهاداتی از سوی فائو با در نظر گرفتن متغیرهای شیب، دبی، عمق خالص آبیاری و بافت خاک ارائه شده است. فائو با استفاده از مشخصه‌های عمق خالص آبیاری، معادله‌های پیشروی آب و نفوذ کوستیاکف بر مبنای قانون ۱/۴ روش تعیین حداکثر طول شیار را پیشنهاد کرد.

الیوت و واکر (Elliot & Walker, 1982) برای تعیین معادلهٔ پیشروی آب در شیار، روش دو نقطه را توصیه کردند. معادله پیشروی مورد استفاده آنها به صورت تابع نمائی بود و منحنی پیشروی بدست آمده با دقت بسیار بالائی با نتایج آزمایشهای صحرائی مطابقت داشت. همچنین واکر و اسکوگربو (Walker & Skogerber, 1987) براساس معادلهٔ نفوذ کوستیاکف - لوئیس و معادله سطح مقطع شیار، روش جدیدی را برای تعیین ضرائب معادله نفوذ ارائه نمودند. نامبردگان برای معادله پیشروی آب در شیار، تابع توانی $X=Pt^r$ و روش دو نقطه را پیشنهاد نمودند که در آن X مسافت پیشروی (متر) و t زمان پیشروی (دقیقه) می باشد. همچنین در این تابع r و P براساس مقادیر مربوط به پیشروی آب به وسط و انتهای شیار تعیین می شوند.

به منظور مقایسه معادلات نفوذ فیلیپ(Philip) و کوستیاکف (Kostiakov) آزمایشهایی توسط فانگمیر و رمزی (Fangmeier & Ramsey, 1978) انجام گرفت. در این آزمایشها تعدادی شیار که بطور دقیق احداث شده بودند برای هفت نوبت آبیاری انتخاب شدند. برای تعیین معادلات نفوذ از روش جریان ورودی- خروجی (روش بیلان حجم) استفاده شد. نتایج نشان داد که معادله فیلیپ، نسبت به معادله کوستیاکف تخمین بهتری از مقدار نفوذ دارد ولیکن بدست آوردن ضرائب در معادله فیلیپ دشوارتر بوده است.

1. W&S
2. F.A.O
3. S.C.S.

Archive of SID

www.SID.ir

در سه دوره آبیاری از سال ۱۹۷۷ تا سال ۱۹۷۹ ارزیابی بر روی متغیرهای مختلف مؤثر در آبیاری جویچه ای توسط لی و کلیما (Ley & Clyma, 1981) انجام گرفت. در این مطالعات معلوم شد که در ۸۵ درصد از موارد، بدلیل اعمال دبی بیش از اندازه مورد نیاز و عدم انتخاب زمان مناسب قطع جریان، آبیاری بخوبی انجام نشده است.

هدف از این تحقیق بررسی سازگاری سه روش مهم ومعتبر طراحی آبیاری جویچه‌ای یعنی روشهای فائو[1]، سازمان حفاظت خاک امریکا[2] و واکر- اسکوگربو با شرایط منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در نهایت پس از مقایسه روش‌ها، بهترین روش آبیاری جویچه‌ای مشخص می‌گردد. نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده کشاورزان پیشرو و مروجین قرار گیرد چرا که انتخاب روش مناسب طراحی منجر به افزایش یکنواختی توزیع رطوبت و کاهش تلفات آب به شکل‌های نفوذ عمقی و رواناب می‌گردد.

مواد و روشها

۱- مواد

محل اجرای این تحقیق، ایستگاه تحقیقاتی زرقان واقع در ۳۱ کیلومتری شهر شیراز در مسیر جاده شیراز - اصفهان و در ارتفاع ۱۶۰۳ متری از سطح دریا می باشد. شروع فعالیتهای تحقیقاتی در این ایستگاه به سال ۱۳۴۴ باز می‌گردد که اولین بار توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مورد بهره‌برداری قرار گرفت. این ایستگاه با متوسط دمای ۱۵/۸ درجه سانتی گراد، بارش سالیانه ۳۲۸ میلیمتر و رطوبت نسبی ۴۲ درصد دارای ۱۷۳ هکتار اراضی تسطیح شده می باشد. این اراضی در دشت رسوبی دامنه‌ای واقع شده و دارای بافت متوسط تا سنگین می‌باشد. خاک ایستگاه دارای ساختمان مکعبی گوشه‌دار[3] متوسط تا درشت بوده (Fine, carbonatic, thermic - Typic Calcixerepts) و از نظر طبقه بندی اراضی جزو خاک‌های کلاس دو (IIS) محسوب می‌شود. مشخصات خاک محل آزمایشها بشرح زیر می‌باشد:

بافت خاک: لوم رسی سیلتی[4]، رطوبت ظرفیت مزرعه (درصد وزنی): ۲۰، رطوبت نقطه پژمردگی (درصد وزنی):۱۰، جرم مخصوص ظاهری: ۱/۳۲ گرم برسانتیمتر مکعب، کربن آلی (درصد): ۰/۷ واکنش (pH): ۸/۴

در این قسمت از مقاله مراحل انجام محاسبات مربوط به سه روش طراحی آبیاری جویچه‌ای ارائه می‌گردد:

۱- روش طراحی .F.A.O:

ـ تعیین حداکثر دبی غیر فرسایشی شیار و انتخاب دبی ورودی به شیارـ تعیین معادله نفوذ کوستیاکف - محاسبه زمان نفوذ - تعیین معادله پیشروی آب در شیار و انتخاب زمان پیشروی - محاسبه طول شیار - محاسبه زمان کل آبیاری - محاسبه عمق ناخالص آبیاری و متعاقب آن تعیین بازدهی کاربرد آب

۲- روش طراحی .S.C.S:

- تعیین دبی غیرفرسایشی- تعیین معادله نفوذ - تعیین محیط خیس شدهاصلاح شده - تعیین زمان لازم برای نفوذ عمق خالص آبیاری ـ انتخاب طول فرضی برای شیار و تعیین زمان پیشروی ـ محاسبه زمان کل آبیاری تعیین متوسط نفوذ در طول شیار ـ تعیین عمق ناخالص آبیاری - محاسبهٔ تلفات بصورت رواناب سطحی و نفوذ عمقی - محاسبه بازدهی کاربرد آب آبیاری

۳- روش طراحی واکرواسکوگربو:

- تعیین دبی غیرفرسایشی - تعیین معادله پیشروی - تعیین ضرائب معادله نفوذ کوستیاکف – لوئیس - محاسبه زمان کل آبیاری- محاسبه بازدهی کاربرد آبیاری.

1. Food and Agricultural Organization
2. Soil Conservation Service
3. Angular Bloocky
4. Silty- clay - loam

Archive of SID

www.SID.ir

۲- روش‌ها:

مراحل انجام آزمایش بشرح زیر می‌باشد:

ـ بعد از انجام عملیات آماده سازی زمین با نمونه برداری در چند نقطه، مشخصات بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، نقطه ظرفیت زراعی و حد پژمردگی دائم مشخص گردید.

ـ شیب طولی زمین براساس شیب غالب منطقه تعیین گردید.

ـ عرض شیارها با توجه به نوع کشت و ماشینهای کشاورزی در دسترس تعیین شد. در این آزمایش عرض شیارها ۰/۶ متر در نظر گرفته شد.

ـ طول شیار با توجه به شرایط موجود زمین انتخاب شد.

ـ از هر سه شیار متوالی، شیار میانی انتخاب و یکعدد فلوم[1] برای اندازه گیری دبی ورودی نصب شده و از محل نصب اولین فلوم به فواصل ده متری تا انتهای شیار میخهای چوبی نصب گردید.

ـ با امتحان چند دبی متفاوت حداکثر دبی غیر فرسایشی تعیین و بعنوان دبی طرح انتخاب گردید.

ـ با استفاده از دبی طرح و نصب فلوم در فاصله ۳۰ متری از فلوم اولیه معادله نفوذ به روش ورودی - خروجی تعیین گردید.

ـ براساس معادله نفوذ، عمق خالص آب آبیاری برای گیاه گندم (کشت غالب منطقه) بدست آمده و باستفاده از روش F.A.O. و رعایت زمان T/4، طول شیار برای آزمایش تعیین گردید.

ـ با محاسبه رواناب سطحی، نفوذ عمقی، زمان تماس سیستم آبیاری ارزیابی و بازده محاسبه شده و پس از مقایسه روشهای مختلف F.A.O.، S.C.S. و W&S بهترین روش پیشنهاد گردید.

ـ در آزمایشهای نفوذپذیری حجم آب ذخیره شده در شیار بوسیله اندازه‌گیری مقطع و عمق جریان بدست آمده و در محاسبات منظور گردید.

این مطالعه در زمین آیش انجام شد. شیب غالب اراضی ایستگاه ۰/۴ درصد بدست آمد که با توجه به مشخصات زمین‌های موجود، طول شیار حداقل ۱۰۰ و حداکثر ۱۴۰ متر انتخاب شد.

در شیب ۰/۴ درصد حداکثر دبی غیرفرسایشی با انجام آزمایش برابر ۱/۳ لیتر در ثانیه بدست آمد. به منظور ایجاد یک دبی ثابت، از یک مخزن با ظرفیت یک مترمکعب استفاده شد که مازاد آب پمپاژ شده به مخزن از آن سرریز می گردید و موجب ثابت ماندن سطح آب در مخزن می شد. آب آبیاری از مخزن خارج و به یک مجموعه بسته با هشت خروجی مجهز به شیر فلکه و اندازه گیریهای متعدد، آزمایش با شدت جریانی در حدود حداکثر دبی غیرفرسایشی انجام پذیرفت.

نتایج

با توجه به نتایج آزمایشهای نفوذ (جدول‌های ۱، ۲، ۳) و پیشروی(جدول‌های ۴ و ۵) و همچنین نتایج نمونه‌برداری خاک به منظور تعیین درصد رطوبت خاک قبل و بعد آزمایشها، اقدام به ارزیابی سه روش طراحی آبیاری جویچه‌ای گردیده است. داده‌های این جدولها از بین تعداد ۴۰ آزمایش صحرائی انتخاب گردیده است. همچنین شکل‌های ۱تا ۳ معادله‌های نفوذ بدست آمده در هر روش طراحی را نشان می‌دهد.

- روش F.A.O.:

با توجه به زمان T/4، طول شیار در این روش برابر با ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده است. زمان آبیاری ۱۷۵ دقیقه می باشد که با این زمان در هر آبیاری ۱۳/۶۵۰ لیتر آب مصرف شده در صورتیکه نیاز خالص آبیاری برای گندم در زمانی که گیاه حداکثر پوشش گیاهی را دارا بوده ۵۱۶۰ لیتر محاسبه شده است. بدین ترتیب بازدهی نظری در این روش ۳۷/۸ درصد محاسبه می گردد. در این روش رواناب سطحی ۵۰ درصد بدست آمده است.

1. WSC Flume

Archive of SID

www.SID.ir

- روش .S.C.S:

با استفاده از منحنی‌های گروه نفوذ که توسط سازمان حفاظت خاک امریکا (S.C.S) ارائه گردیده و همچنین جدول‌های تعیین ضرائب نفوذ، گروه نفوذ و سپس معادلات نفوذ و پیشروی بدست آمده است. با بهره گیری از اعداد حاصل از آزمایشهای نفوذ به طریقه ورودی - خروجی گروه نفوذ خاک[1] محل آزمایش(میلیمتر در دقیقه IF =۰/۶) بدست می آید. ضرائب مورد نیاز برای تعیین مشخصه‌های طراحی آبیاری جویچه ای به روش .S.C.S در ادامه آورده شده است : (دبی ۱/۳ لیتر در ثانیه)

محیط خیس شده به متر (P) = ۰/۴۷ ، f= ۸/ ۱۵ ، a=۱/۳۲۱ ، g=۲/۸۸۳ ×۱۰$^{-۴}$ ، b=۰/۷۵۷

زمان پیشروی به دقیقه (t_t) = ۱۷/۴۳ ، B=۰/۳۵۱ ، C=۷

زمان لازم برای نفوذ عمق خالص آبیاری به دقیقه (T_n) = ۳۱۳، زمان کل آبیاری به دقیقه (T) = ۳۳۰ عمق ناخالص آبیاری به میلیمتر = ۴۲۹، عمق خالص آبیاری به میلیمتر= ۸۶، رواناب سطحی به درصد=۶۰بازده آبیاری (کاربرد) به درصد = ۲۰ براساس محاسبات انجام شده معادله نفوذ در این روش به صورت زیر بدست می آید. در این معادله I نفوذ عمقی در واحد طول برحسب مترمکعب در متر و t زمان نفوذ برحسب دقیقه می باشد.

$$I=1.321t^{0.757}+7 \qquad [۱]$$

ـ روش واکر و اسکوگربو:

مراحل تعیین معادله نفوذ کوستیاکف- لوئیس به روش دو نقطه برای دبی ۱/۳ لیتر در ثانیه.

با استفاده از ارقام اخذ شده از دستگاه مقطع سنج شیار داریم:

$$A = \delta_1 y^{\delta 2} \qquad [۲]$$

$$WP=\gamma_{\square} y^{\gamma 2} = 0.52y^{0.665} \qquad [۳]$$

A= سطح مقطع برحسب مترمربع، W= عرض شیار برحسب متر، y= عمق شیار برحسب متر،

δ_1، δ_2، γ_1، γ_2، ضرایب معادله‌های توانی است که از همبستگی عمق‌های مختلف آب در جویچه و مقادیر مساحت مقطع و محیط خیس شده بدست می‌آید (اکبری و همکاران، ۱۳۷۸).

تعیین ضرائب C_2 و C_1 و محاسبه مقطع جریان ورودی:

$$C_1 = \delta_1 \left[\frac{(\gamma_1^{0.067})}{(\delta_1^{1.67})} \right]^{C_2} \Rightarrow C_1 = 1.189 \qquad [۴]$$

$$C_2 = \frac{3\delta_2}{(5\delta_2 - 2\delta_2)} \Rightarrow C_2 = 0.728 \qquad [۵]$$

$$A_0 = C_1 \left(Q.n/60\sqrt{S} \right)^{C_2} \Rightarrow A_0 = 0.00633 \text{ متر مربع} \qquad [۶]$$

حل معادله بیلان حجم با استفاده از روش دو نقطه:

متر L = 100 مترمکعب بر دقیقه ، Q = 0.078, مترمربع، A0 = 0.00633

1. Intake Family

Archive of SID

www.SID.ir

فاکتور شکل ذخیره سطحی که ثابت و بین ۰/۷-۰/۸ در نظر گرفته می شود=δy

$$f_0 = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{L} \quad [۷]$$

$$V_{0.5L} = \frac{2Qt_{0.5L}}{L} - \delta_y A_0 - \frac{f_0 t_{0.5L}}{1+r} \quad [۸]$$

$$V_L = \frac{Qt_L}{L} - \delta_y A_0 - \frac{f_0 t_L}{1+r} \quad [۹]$$

$$a = \frac{L_n V_L - L_n V_{0.5L}}{L_n t_L - L_n t_{0.5L}} \quad [۱۰]$$

$$\delta z = \frac{a + r(1-a) + 1}{(1+a)(1+r)} \quad [۱۱]$$

$$K = \frac{V_L}{\delta z \, (t_L)^a} \quad [۱۲]$$

ضرائب معادله نفوذ کوستیاکف ـ لوئیس بشرح زیر بدست آمدند :

δy =0.75	f_0=0.00011 متر مکعب بر دقیقه برمتر	a=0.344
r =0.74	V_L=0.0232	δz=0.782
T_L=39 دقیقه	$V_{0.5L}$=0.018	K=0.0084
$T_{0.5L}$=15.3 دقیقه		

در نتیجه معادله نفوذ کوستیاکف - لوئیس تعیین می گردد :

$$Z=Kt^a+f_0t \quad [۱۳]$$

$$Z=0.0074.t^{0.344} + 0.00011.t \quad [۱۴]$$

که در آن:

Z، نفوذ تجمعی در واحد طول شیار برحسب مترمکعب در متر، t زمان نفوذ تجمعی برحسب دقیقه، f_0 نفوذ نهائی بـه مترمکعـب در متر در دقیقه، a نمای معادله بدون بعد، K مشخصه معادله برحسب مترمکعب در دقیقه به توان a در متر.

تعیین زمان لازم برای نفوذ عمق خالص آبیاری :

دقیقه145= t، مترمکعب برمتر0.0516 = میلیمتر86=Z

39%= بازده کاربرد آبیاری، دقیقه 184=39+145=زمان آبیاری

53= درصد رواناب سطحی

در جدول (۶) روشهای طراحی مورد بحث در این مقاله با نتایج آزمایشهای صحرائی مورد مقایسه قرار گرفته است. همانگونه که در شکل (۴) نیز مشخص گردیده، اختلاف میزان نفوذ طراحی و نفوذ آزمایشی در روشهای F.A.O و W&S قابل قبول بوده و اگـر در تعیین معادله‌های نفوذ روشهای فوق دقت کافی شود این روش‌ها بخوبی می‌توانند به منظور طراحی و ارزیابی روش‌هـای آبیـاری جویچه‌ای مورد استفاده قرار گیرند. متوسط اختلاف‌های مذکور در سه تکرار برای روش S.C.S به میزان ۲۵/۸ درصد، روش W&S برابر ۷/۷ درصد و در روش F.A.O برابر ۳/۱ درصد محاسبه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: تعیین رابطه نفوذ به روش ورودی - خروجی

زمان قرائت تجمعی (دقیقه)	نفوذ تجمعی (میلیمتر)	حجم آب ورودی به شیار (لیتر)	حجم آب خروجی از شیار (لیتر)	دبی ورودی به شیار (لیتر در ثانیه)
۰	۰	۰	۰	۱/۳
۱۰	۲۵/۷	۵۳۰	۶۷	“
۱۴	۲۹/۵	۸۴۲	۳۱۱	“
۱۸	۳۳/۷	۱۱۵۴	۵۴۸	“
۲۵	۳۹/۳	۱۷۰۰	۹۹۳	“
۳۵	۴۵/۹	۲۴۸۰	۱۶۵۴	“
۴۳	۵۰/۵	۳۱۰۴	۲۱۹۵	“
۶۵	۶۰/۵	۴۸۲۰	۳۷۳۱	“

شیب زمین: ۴×۱۰^{-۳} متر در متر، عرض شیار: ۰/۶ متر، طول شیار: ۱۰۰ متر، شمارهٔ آزمایش: ۱۶

جدول ۲: تعیین رابطه نفوذ به روش ورودی- خروجی

نفوذ تجمعی (میلیمتر)	حجم آب خروجی از شیار (لیتر)	حجم آب ورودی به شیار (لیتر)	دبی ورودی به شیار (لیتر در ثانیه)	زمان قرائت تجمعی (دقیقه)
۰	۰	۰	۱/۴۲-۱/۴۵	۰
۳۱/۵	۰	۵۶۶	“	۹
۳۳	۱۳	۶۰۷	“	۹/۴۸
۳۵/۲	۴۶	۶۸۰	“	۱۰/۳۳
۳۶/۸	۸۵/۵	۷۴۸	“	۱۱/۱۳
۳۹/۶	۱۸۸	۹۰۰/۸	“	۱۲/۹۲
۴۳	۳۵۵	۱۱۳۰/۵	“	۱۵/۶۲
۴۸/۴	۷۱۰	۱۵۸۲	“	۲۰/۶۲
۵۳/۴	۱۱۵۶/۶	۲۱۱۷	“	۲۷/۲
۶۸	۱۵۰۰	۲۵۲۶	“	۳۲
۷۵/۳	۴۴۰۹	۵۷۶۴	“	۷۰
۸۲/۳	۵۹۸۴/۶	۷۴۶۸	“	۹۰

شیب زمین: ۳-۱۰×۳/۵ متر در متر، عرض شیار: ۰/۶ متر، طول شیار (L): ۱۰۰ متر، شمارهٔ آزمایش: ۱۹

جدول ۳: تعیین رابطه نفوذ به روش ورودی- خروجی

نفوذ تجمعی (میلیمتر)	حجم آب خروجی از شیار (لیتر)	حجم آب ورودی به شیار (لیتر)	دبی ورودی به شیار (لیتر در ثانیه)	زمان قرائت تجمعی (دقیقه)
۰	۰	۰	۱/۳	۰
۴۶/۸	۰	۸۴۲	“	۱۴
۵۸	۱۰۹	۱۱۵۴	“	۱۸
۶۵/۸	۳۶۰	۱۵۴۴	“	۲۳
۷۰/۲	۶۷۰	۱۹۳۴	“	۲۸
۷۵	۹۸۰	۲۳۲۴	“	۳۳
۸۳/۳	۱۶۱۰	۳۱۰۴	“	۴۳
۱۰۱/۷	۳۲۲۵	۵۰۵۴	“	۶۸

شیب زمین (S): ۴×۱۰^{-۳} متر در متر، عرض شیار (W): ۰/۶ متر، طول شیار (L): ۱۰۰ متر، شمارهٔ آزمایش: ۲

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴: تعیین رابطه پیشروی آب در شیار

شمارهٔ ایستگاه	فاصله از ابتدای شیار (متر)	زمان پیشروی (دقیقه)	زمان پیشروی از معادله همبستگی (دقیقه)	دبی ورودی به شیار (لیتر در ثانیه)
۱	۱۰	۳/۴۲	۳/۱۹	۱/۲۷
۲	۲۰	۸/۵۸	۸/۲۲	“
۳	۳۰	۱۴	۱۴/۳	“
۴	۴۰	۲۰/۷۲	۲۱/۲۱	“
۵	۵۰	۲۷/۵۳	۲۸/۷۰	“
۶	۶۰	۳۵/۳۳	۳۶/۸۲	“
۷	۷۰	۴۴	۴۵/۴	“
۸	۸۰	۵۲/۸	۵۴/۵۳	“
۹	۹۰	۶۶	۶۴/۱۰	“
۱۰	۱۰۰	۷۷	۷۳/۹۵	“
۱۱	۱۱۰	۸۷/۷	۸۴/۲۲	“
۱۲	۱۲۰	۹۹/۵۸	۹۴/۸۴	“
۱۳	۱۳۰	۱۱۶/۶۷	۱۰۷/۸۰	“

معادله پیشروی: X = مسافت (متر)، t= زمان پیشروی (دقیقه)، $t = 0.1377\ X^{1.368}$ ، $r = 0.999$

جدول ۵: تعیین رابطه پیشروی آب در شیار

شمارهٔ ایستگاه	فاصله از ابتدای شیار (متر)	زمان پیشروی (دقیقه)	زمان پیشروی از معادله همبستگی (دقیقه)	دبی ورودی به شیار (لیتر در ثانیه)
۱	۱۰	۲/۸	۲/۸۶	۱/۴۲
۲	۲۰	۶/۲	۶/۲۳	“
۳	۳۰	۹	۹/۸	“
۴	۴۰	۱۱/۸	۱۳/۵	“
۵	۵۰	۱۵/۶	۱۷/۴	“
۶	۶۰	۱۹/۲	۲۱/۳	“
۷	۷۰	۲۳/۳	۲۵/۳	“
۸	۸۰	۲۷/۲	۲۹/۴	“
۹	۹۰	۳۲	۳۳/۵	“
۱۰	۱۰۰	۳۶/۵	۳۷/۸	“

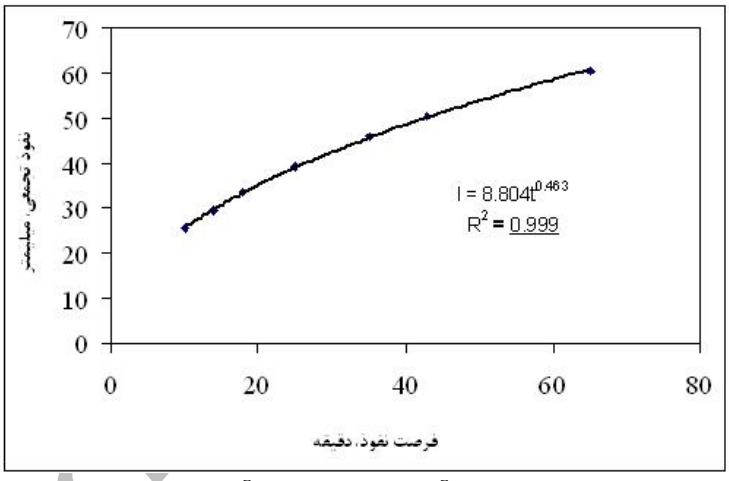
معادله پیشروی: X = مسافت (متر) ، t= زمان پیشروی (دقیقه) ، $t=0.217x^{1.12}$ ، $r=0.99$,

Archive of SID

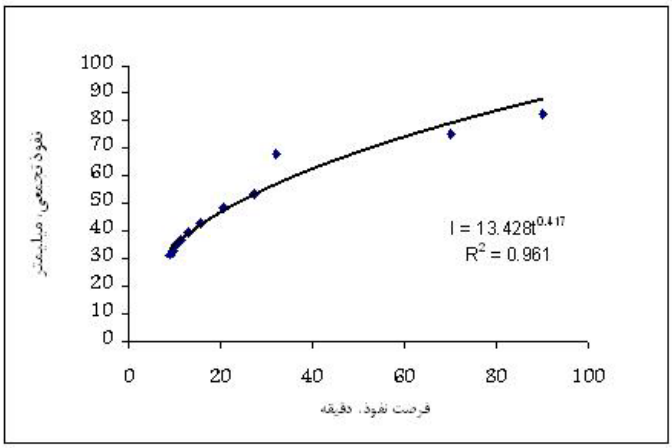
www.SID.ir

جدول ۶: مقایسه روشهای طراحی با توجه به نتایج آزمایشهای صحرائی

تکرار	تفاوت (درصد)	عمق متوسط نفوذ		حجم آب		زمان پیشروی (دقیقه)		روشهای طراحی
		طراحی (میلیمتر)	آزمایش (میلیمتر)	خروجی (لیتر)	ورودی (لیتر)	آزمایشی	طراحی	
تکرار اول	-۲	۱۰۴	۱۰۲	۳۳۲۶	۵۱۶۲	۳۱/۰	۳۲/۵	F.A.O
	-۱۹/۵	۱۰۴/۳	۸۷/۳	۵۹۹۶/۵	۷۵۶۸	۴۸/۰	۴۴/۱	S.C.S
	-۸/۶	۶۷	۶۱/۷	۳۸۳۱	۴۹۴۱	۴۱/۲۵	۳۹/۶۱	W&S
تکرار دوم	۳/۳	۱۱۷	۱۲۱	۳۶۰۲	۵۷۸۰	۳۱/۰	۳۲/۵	F.A.O
	-۲۲/۳	۱۰۹/۶	۸۹/۶	۳۳۰۰	۴۹۱۳	۴۸/۰	۴۴/۱	S.C.S
	۷/۶	۶۳/۹	۶۹/۲	۳۴۲۲	۴۶۶۷	۴۱/۲۵	۳۹/۶۱	W&S
تکرار دوم	۳/۹	۱۱۰	۱۱۴/۵	۳۷۱۹	۵۷۸۰	۳۱/۰	۳۲/۵	F.A.O
	-۳۵/۷	۱۱۰/۲	۸۱/۲	۳۴۵۱	۴۹۱۳	۴۸/۰	۴۴/۱	S.C.S
	-۶/۸	۶۹/۴	۶۵	۳۴۹۷	۴۶۶۷	۴۱/۲۵	۳۹/۶۱	W&S



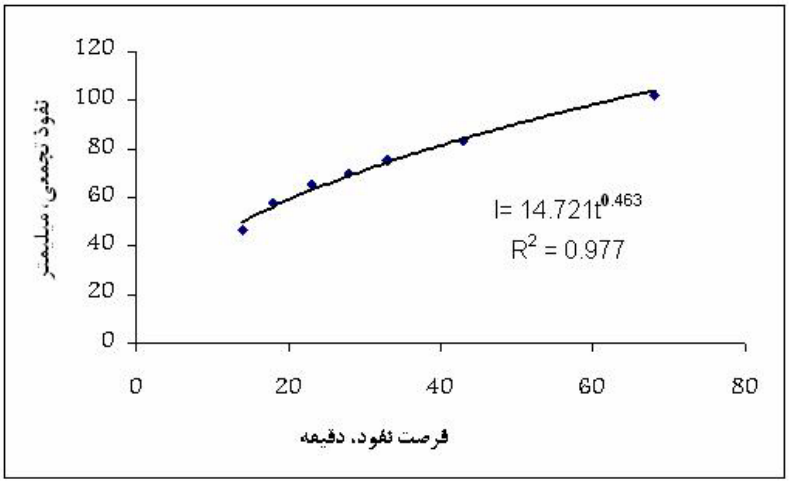
شکل ۱- معادله نفوذ آب در خاک مربوط به آزمایش شماره ۱۶



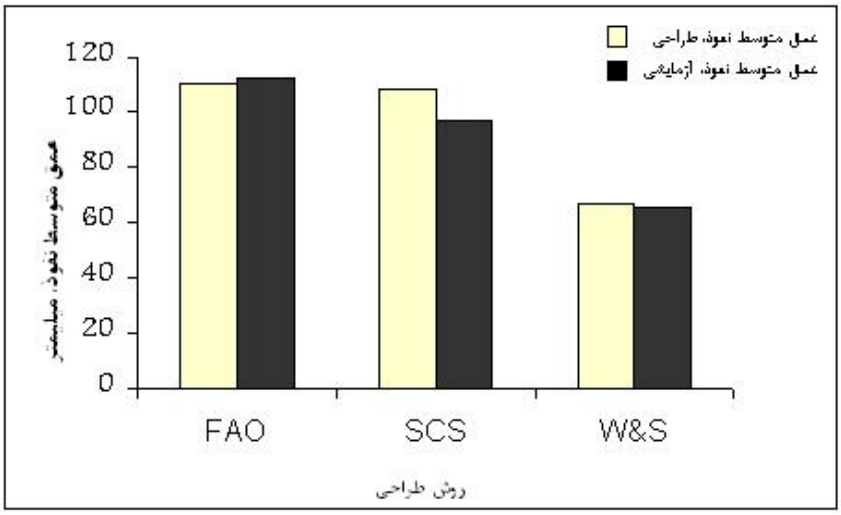
شکل ۲- معادله نفوذ آب در خاک مربوط به آزمایش شماره ۱۹

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- معادله نفوذ آب در خاک مربوط به آزمایش شماره ۲



شکل ۴- مقایسه عمق متوسط نفوذ در سه روش طراحی مورد مطالعه

بحث

با مشاهده اختلاف‌های بدست آمده بین اعماق نفوذ طراحی و آزمایشی مندرج در جدول (۶) می‌توان به عملکرد هر روش پی برد. طبعاً درصد اختلاف کمتر بیانگر مطابقت بیشتر با آزمایش‌های صحرائی در روش طراحی مورد نظر است. در این تحقیق روش F.A.O نشان دهنده انطباق کاملتر بین مشخصه‌های محاسباتی در مرحله طراحی و ارقام اندازه‌گیری شده در مرحله آزمایشی می‌باشد. در مقابل، روش S.C.S تفاوت فاحشی را بین ارقام محاسباتی وارقام اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. همچنین نتایج بیانگر این مطلب است که روش W&S دارای نتایج نسبتاً خوبی است. مقادیر درصد رواناب سطحی در روش‌های F.A.O، W&S و S.C.S به ترتیب ۵۰، ۵۳ و ۶۳ می‌باشد. روابط طراحی آبیاری جویچه‌ای در روش S.C.S بیشتر جنبه نظری داشته و براساس قوانین حاکم بر"مجاری روباز" استوار است. مشخصه‌های عرض شیار و محیط خیس شده که در جذب آب توسط شیار نقش مهمی دارند دارای ارتباط نزدیکی هستند و می توانند نقش مهمی در ارائه یک طرح مناسب داشته باشند. همچنین در این روش تعیین

www.SID.ir

دقیق گروه نفوذ مربوط به مزرعه مورد مطالعه و در نهایت مشخص نمودن معادله نفوذ آب در خاک یکی از حساسترین مراحل است زیرا عدم انطباق مقادیر حاصله از آزمایش‌های صحرائی با منحنی‌های گروه نفوذ، یکی از فاکتورهای مهم بوجود آورنده خطائی است که در نتیجه بر روی معادله نفوذ تأثیر می‌گذارد. در روش F.A.O معادله نفوذ کوستیاکف با انجام آزمایش‌های جریان ورودی - خروجی شیار بدست می‌آید. بنابراین دقت معادله نفوذ بدست آمده بستگی به دقت انجام آزمایش دارد. در این مطالعه با توجه به اینکه در روش F.A.O نتایج معادلات نفوذ، نتایج تقریباً واقعی هستند در آزمایش‌های انجام شده در ایستگاه تحقیقاتی زرقان روش دو نقطه تخمین مناسبی از نفوذ آب در شیار بدست می‌دهد. در روش S.C.S به نظر می‌رسد فرضیه های این روش در برگیرنده شرایط طبیعی خاک مزرعه تحت مطالعه نمی باشد. در روش W&S تعیین معادله نفوذ کوستیاکف- لوئیس با استفاده از روش بیلان حجم صورت می گیرد. مطالعات دیگران نشان داده که این روش طراحی بسیار دقیق است و شرایط طبیعی مزرعه را در نظر میگرد ولیکن در تحقیقات سلطانزاده (۱۳۷۲) در ایستگاه مهندسی زراعی کرج درصد خطای این روش بسیار بالا می باشد. بنظر می‌رسد که روش W&S روش مناسبی برای خاکهای با گروه نفوذ پایین نمی‌باشد. مشکلات بوجود آمده بیشتر در رابطه با روش تعیین معادله کوستیاکف - لوئیس است. نتایج مطالعات در این ایستگاه با نتایج این تحقیق سازگاری بود و روش F.A.O بعنوان روش طراحی معرفی گردیده است. مهمترین عامل انطباق مشخصه‌های محاسبه شده با اندازه‌گیری شده در این روش عامل اثر محیط خیس شده با توجه به عرض شیارهای آزمایشی می باشد. از آنجا که در روش F.A.O، اثر محیط خیس شده با توجه به عرض شیارهای آزمایشی (در این تحقیق ۰/۶متر) در نظر گرفته شده از این نظر هم در این تحقیق و هم در تحقیقات سلطان‌زاده و همکاران (۱۳۷۲) این روش طراحی جواب مناسب داده است. تحقیقات سهرابی (۱۳۷۴) در بروجرد نیز دارای نتیجه مشابه با نتایج این تحقیقات می باشد. نامبرده معادله‌های نفوذ کوستیاکف را در روش F.A.O با انجام آزمایشهای ورودی- خروجی تعیین نموده است. با توجه به تعداد زیاد تکرارها و اعمال دقت زیاد در انجام آزمایشها، این روش که دقت آن بستگی به دقت آزمایشهای صحرائی دارد بهترین انطباق را با داده‌های طراحی بدست داده است. تحقیقات سلطانزاده (۱۳۷۲) در ایستگاه تحقیقات کمال آباد کرج حاکی از عدم انطباق مشخصه‌های محاسباتی و ارقام اندازه‌گیری شده در مرحله آزمایشی از روش F.A.O می‌باشد و با نتایج اخذ شده از این تحقیق (زرقان فارس) ناسازگار می‌باشد. از دلائل این غیرهم خوانی می توان به عریض بودن شیارهای آزمایشی بعلت سنگین بودن بافت خاک (S.C.Loam) در ایستگاه کمال آباد اشاره نمود.

در پایان پیشنهاد می‌گردد با توجه به اختلاف زیاد عمق نفوذ طراحی و آزمایش در روش .S.C.S، از این روش طراحی برای مناطق با مشخصات محل مورد مطالعه استفاده نگردد و به منظور طراحی در مزارع مورد روش آبیاری جویچه ای از روشهای F.A.O و W&S استفاده گردد. همچنین به نظر می‌رسد با توجه به اختصاص درصد قابل ملاحظه ای از اراضی فاریاب کشور به اراضی مورد آبیاری جویچه ای، این تحقیق با هدف انتخاب مناسبترین روش طراحی آبیاری و به حداقل رساندن تلفات آب در بخش کشاورزی در مناطق مختلف کشور بویژه قطبهای بزرگ کشاورزی کشور انجام گردد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت های مالی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و راهنمائیهای ارزشمند و صمیمانه آقای دکتر ابراهیم پذیرا انجام شده است. بدین وسیله از همکاری‌های ایشان قدردانی میگردد. همچنین از خانم مریم شیرانی‌نژاد بخاطر تایپ دقیق این مقاله صمیمانه تشکر بعمل می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ:

۱- اکبری، مهدی، برهان سهرابی مشک آبادی، سالمی، حمیدرضا و بهداد کشمیری پور. ۱۳۷۸. مقایسه روشهای مختلف تعیین طول شیار و انخاب روش بهینه، گزارش پژوهشی، نشریه شماره ۱۳۴. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۱۳۵ صفحه.

۲- سلطانزاده، حمید. ۱۳۷۲. ارزیابی و مقایسه روشهای مختلف طراحی آبیاری جویچه‌ای و انتخاب روش بهینه. پایان نامه کارشناسی ارشد، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۸۱ صفحه.

۳- سهرابی مشک آبادی، برهان. ۱۳۷۱. بررسی و مقایسه روشهای مختلف تعیین طول بهینه شیار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی تجرک – همدان. گزارش پژوهشی، نشریه شماره ۶. مؤسسه تحقیقات مهندسی زراعی. ۷۲ صفحه.

۴- سهرابی مشک آبادی، برهان. ۱۳۷۴. تعیین طول مناسب قطعات زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد لرستان. گزارش پژوهشی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. در حال انتشار.

۵- علیزاده، امین. ۱۳۸۱. طراحی سیستم های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا. چاپ چهارم. صفحات ۲۳۷تا ۲۴۰.

6- Booher, L.J. 1974. Surface irrigation. FAO. Agricultural Development, paper No. 95: 111-132.

7- Elliot, R.L. and W.R. Walker, 1982. Field evaluation of furrow infiltration and advance functions. Trans of the ASAE, Vol. 25(2): 396-400.

8- Fangmeier, D.D. and M.K. Ramsey, 1978. Intake characteristics of irrigation furrow. Trans. of ASAE, 21(4): 696-699.

9- Ley, W. and W. Clyma, 1981. Furrow irrigation in northern Colorado. Trans. of ASAE, 23(4): 610-616.

10- Walker, W.R. and G.V. Skogerboe, 1987. The theory and practice of surface irrigation. Logan, Utah. Chapter 8: Vol. Balance field design: 81-87.

Archive of SID

www.SID.ir

JOURNAL OF
AGRICULTURAL
SCIENCES
Islamic Azad University

Comparison of furrow irrigation designing methods

H.R. Salemi
Member of scientific board(MSc. in Irrigation & Drainage) -Esfahan Agricultural & Natural Resources Research Center
B. Keshmiripur
Member of scientific board (MSc in Irrigation & Drainage)-Fars Agricultural & Natural Resources Research Center

Keywords: Furrow Irrigation, F.A.O method, S.C.S method, Furrow length.

Abstract

To design a furrow irrigation system, various methods have been presented. These methods are based on mathematical or emperical relationships. In this study, three methods of designing furrow irrigation including: the Food and Agricultural Organization (FAO) method, the Soil Conseravation Service (SCS) method, and the Walker and Skogerboe (W & S) method were evaluted in order to determine the most suitable method for recommendation to executive organizations. To compare these methods in Fars Area an irrigated farm with respect to land slope, topography, soil depth, and so on were selected. After plowing, land leveling, and preparing the furrows, gated pipes were installed at the upper end of each irrigation set. Then, field experiments were carried out to determine the maximum non-erosive inflow rate, constants of Kostiakov infiltration equation, Kostiakov-Lewis infiltration equation, intake family, and advance equation within selected sets of furrows. Afterwards, inflow time and the amount of run off were computed for each treatments. This procedure was repeated for two consecutive years. and the results were compared with each other. The differences in average design infiltration depths and the applied ones calculated by F.A.O., W & S, and S.C.S. varied from (-2 to 3.9), (-7.6 to8.6), and (-19.5 to -35.7), respectively. The results of the analyses indicated that F.A.O. and W & S methods showed closer agreements with field data. Hence, the results of this study can be used in design of furrow irrigation system at an acceptable level of confidence.

Archive of SID

www.SID.ir