Archive of SID

تأثیر شیب طولی متغیر بر راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری جویچه‌ای

محمد رضا نوری امامزاده‌ئی[1*]، وحید بخشی[2] و سید حسن طباطبائی[3]

۱* - نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد Nouri1351@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سابق آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۳- دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۲

چکیده

از میان روش‌های آبیاری سطحی، آبیاری جویچه‌ای متداول‌ترین و سازگارترین روش برای توسعه کشاورزی مکانیزه محسوب می‌شود. در این روش آبیاری عموماً شیب طولی جویچه‌ها یکنواخت و ثابت است و برای افزایش راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب و کاهش رواناب و نفوذ عمقی روش‌هایی همچون آبیاری موجی و کاهش دبی به کار می‌رود که همگی نیازمند به کاربردن تجهیزات خاص در دوره بهره‌برداری است. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تغییر شیب طولی جویچه از حالت خطی به حالت منحنی (مقعر یا محدب) روی پارامترهای ارزیابی آبیاری جویچه‌ای انجام شده است. به این منظور یک طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با تیمارهای شیب مقعر، محدب با سه تکرار در مزرعه آزمایشی دانشگاه شهرکرد طی تابستان ۱۳۸۹ انجام گرفت. شاخص‌های زمان پیشروی، پسروی و دبی خروجی اندازه‌گیری شده و پارامترهای ثابت معادله نفوذ به روش دو نقطه‌ای الیوت- واکر با توجه به داده‌های میانگین تیمار شاهد و شاخص‌های ارزیابی مانند راندمان کاربرد آب، یکنواختی توزیع آب در تیمارها محاسبه شد و نتایج به وسیله نرم افزار SAS مورد مقایسه آماری قرار گرفت. بر این اساس راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در تیمار شیب مقعر به ترتیب با مقادیر ۷۳ و ۹۲ درصد به شکل معنی‌دار متفاوت از مقادیر متناظر برای تیمار شاهد (۷۰ و ۹۰ درصد) و تیمار شیب محدب (۶۳ و ۸۶ درصد) اندازه‌گیری شد. لذا می‌توان گفت ایجاد شیب مقعر طولی در شیارهای آبیاری می‌تواند شاخص‌های ارزیابی و در نتیجه بهره‌وری را تقویت کند.

کلید واژه‌ها: آبیاری جویچه‌ای، شیب، راندمان کاربرد آب، یکنواختی توزیع

Effects of Variable Longitudinal Slope on Application Efficiency and Uniformity of Water Distribution in Furrow Irrigation System

M. R. Nouri Emamzadei[1] ,V. Bakhshi[2] S.H.Tabatabaei[3]

1- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
2- Former MSc Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University
3- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrekord University

Received:13June2012 Accepted:12 March 2013

Abstract

Among surface irrigation methods, furrow irrigation is most common and adaptable method. Longitudinal slope in furrow irrigation is generally uniform and constant along the furrow. In order to access more application efficiency and more uniformity of water distribution and control runoff and deep percolation in furrow irrigation, several techniques such as surge irrigation and cut-back irrigation is used that all is need applying special equipment during operation. This study was conducted to investigate the effects changing of longitudinal slope furrow from linear to planar (concave or convex) on the parameters of the furrow irrigation. In this way an experiment with completely randomized design with three replications was taken place in the experimental field of Shahrekord University during the summer 2010. The treatments were furrows with uniform, concave and convex longitudinal slope. Indexes such as time

www.SID.ir

Archive of SID

advance, time recession and outflow was measured. Coefficients of infiltration equation were calculated by two-point method of Elliott – Walker. The indexes such as application efficiency and uniformity of water distribution in all treatments were calculated and compared statistically by SAS software. The results of this study shows application efficiency and uniformity of water distribution in the concave slope treatment was 73 and 92 percent, respectively. Corresponding values of control treatment (70 and 90 percent) were significantly different and so on that of convex slope treatment with quantity of 63 and 86 percent, respectively. Therefore it can be concluded that in furrow irrigation the assessment indexes and productivity are improved by applying the longitudinal concave slope.

Keywords: Furrow irrigation, Slope, Water application efficiency, Uniformity of water distribution

مقدمه

آبیاری سطحی قدیمی‌ترین و متداول‌ترین روش آبیاری زمین‌های کشاورزی است. طراحی آبیاری سطحی با دیدگاه رسیدن به حداکثر بازده اقتصادی و حداقل هزینه سرمایه‌گذاری با بهینه‌کردن مقادیر اولیه و متغیرها می‌باشد. از آنجا که سیستم‌های آبیاری سطحی بیش از ۹۵ درصد از اراضی فاریاب جهان را پوشش می‌دهند (یزدی و همکاران، ۱۳۸۷)، لذا طراحی و مدیریت بهینه سیستم‌های آبیاری، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. آبیاری سطحی به عنوان رایج‌ترین سیستم آبیاری اگر به درستی طراحی و اجرا شود، به دلیل عدم نیاز به انرژی (خصوصاً با افزایش هزینه‌های استحصال انرژی در سال‌های اخیر)، و نیز عدم نیاز به تکنولوژی و تخصص بالا در دوره بهره‌برداری در عمل یکی از بهترین روش‌ها محسوب می‌شود اما چنانچه به خوبی اجرا نشود، موجب تلفات آب، عدم یکنواختی توزیع آب و بالاخره کاهش راندمان بهره‌وری آب می‌گردد (علیزاده، ۱۳۷۷).

آبیاری جویچه‌ای سازگارترین نوع آبیاری سطحی برای توسعه کشاورزی مکانیزه است که عدم نیاز به تجهیزات فنی پیچیده و پایین بودن سطح تخصص و هزینه‌های جاری مورد نیاز در دوره بهره‌برداری از مزایای این روش محسوب می‌شود. تاکنون روش‌های متعددی همچون آبیاری موجی (سرج)، کاهش دبی (کات بک) و ... برای بهبود بخشیدن به راندمان مصرف آب و دیگر شاخص‌های ارزیابی این سیستم به کار رفته است که البته همگی مستلزم به کارگیری ادوات و تجهیزات ویژه و تخصص خاص خود در دوره بهره‌برداری می‌باشد. با آنکه به کارگیری این روش‌ها در دوره بهره‌برداری تا حدی موجبات ارتقاء شاخص‌های ارزیابی این سیستم آبیاری را فراهم می‌کند اما از طرفی منجر به کم رنگ شدن مزایای به کارگیری این روش آبیاری که در بالا به آنها اشاره شد می‌شود.

استرینگام و کلر[1] (۱۹۷۹) روش موجی را که در آن به جای انتقال پیوسته آب به جویچه، آب آبیاری به طور منقطع، یعنی به صورت قطع و وصل، به جویچه انتقال می‌یابد را ابداع نمودند. بیشاپ[2] (۱۹۸۰) نشان داد که در یک خاک سیلت لوم تحت کشت ذرت با وجود برابری تمام شرایط و مصرف حجم آب آبیاری یکسان، ۷۲ متر از طول جویچه در روش سنتی در فاز پیشروی طی گردید در حالی که این مسافت در جویچه‌های تحت روش موجی ۱۸۰ متر بوده است. این در حالی است که در این تحقیق یکنواختی توزیع رطوبت در طول جویچه نیز در روش موجی به مراتب بیشتر از روش سنتی گزارش شده است. در زمینه بهینه‌سازی آبیاری موجی عالمی و گلدهمر[3] (۱۹۸۸) با استفاده از مدل موج سینماتیک و تعریف تابع هدف به صورت حداکثرسازی بازده کاربرد، سه روش برقراری جریان پیوسته (سنتی)، کاهش جریان (کات‌بک) و موجی (سرج) را در دو نوع خاک در جویچه‌های به طول ۳۶۰ متر مورد بررسی قرار دادند. آنها انواع رژیم‌های جریان را به عنوان متغیر تصمیم‌گیری در نظر گرفتند. مطابق نتایج تحقیقات آنها از میان انواع استراتژی‌های منظور شده برای آبیاری، بالاترین بازده کاربرد مربوط به حالتی بود که در آن روش موجی در فاز پیشروی و روش آبیاری پیوسته همراه با کاهش جریان در دیگر فازها به کارگرفته شد. پورکی و والندر[4] (۱۹۸۹) نفوذ آب به خاک را تحت روش‌های موجی و سنتی مطالعه نمودند. مطالعات آن‌ها نشان داد که آب در روش موجی نسبت به روش سنتی با یکنواختی بیشتری در طول جویچه نفوذ می‌یابد.

ساکس و هارت[5] (۱۹۶۸) اظهار داشتند که غیریکنواختی توزیع آب در مزارع به علت نامساوی بودن زمان تماس آب در نقاط مختلف جویچه می‌باشد که روش کاهش دبی این نقیضه را تا حدی برطرف می‌سازد. ایزدی و همکاران (۱۹۹۱) بازده کاربرد آبیاری در یک مزرعه نیشکر در آمریکا را در یک سری جویچه‌های مجاور همدیگر در سه حالت پیوسته، آبیاری با کاهش دبی و آبیاری موجی ارزیابی نمودند و نتیجه گرفتند که در آبیاری با کاهش دبی و آبیاری موجی، صرفه‌جویی در آب مصرفی در مقایسه با روش سنتی (پیوسته) حدود پنج تا هفت درصد بیشتر است. لازمه به کارگیری آبیاری موجی و کاهش دبی علاوه بر اجرای عملیات تسطیح اساسی اراضی، به کارگیری تجهیزات و

1- Stringham and Keller
2- Bishop
3- Alemi and Goldhamer
4- Purkey and Wallender
5- Sakkas and Hart

www.SID.ir

Archive of SID

تخصص نفراتی است که به کمک آنها بتوان با برنامه‌ریزی مناسب و با مدیریت دقیق یکی از دو پارامتر شدت و مدت برقراری جریان و یا هر دو آنها، روش‌های یاد شده را در دوره بهره‌برداری عملیاتی نمود. این تغییرات مستلزم هزینه، به کارگیری ادوات خاص، صرف زمان، مدیریت و تخصص بالا در دوره بهره‌برداری بوده و از معایب این روش‌ها محسوب می‌گردند.

از میان متغیرهای موثر بر راندمان، شکل هندسی جویچه کاربردی‌تر بوده و کشاورز بدون تغییر در فرهنگ آبیاری خود و با اندکی دقت در احداث جویچه که نیازی نیز به تخصص بالا و ادوات خاص و صرف وقت و هزینه در طی انجام آبیاری ندارد می‌تواند راندمان آبیاری را افزایش دهد. هولدن و همکاران[1] (۱۹۹۹) که در مزارع نیشکر تحقیق می‌کردند بیان نمودند که مقطع V شکل باریک بازده کاربرد آبیاری بهتری نسبت به مقطع U شکل پهن دارد. آن‌ها نشان دادند که مقطع V شکل باریک فرصت نفوذ عمومی را محدود می‌کند. چون آب در این جویچه‌ها سریع‌تر از مقطع U شکل به انتها می‌رسد. مجدزاده و همکاران (۱۳۸۷) نتیجه گرفتند که باریک شدن انتهای جویچه از پهن شدن انتهای جویچه نتایج بهتری را در یکنواختی توزیع آب حاصل می‌کند. موسوی و سعادت (۱۳۸۸) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که جویچه‌هایی با سطح مقطع V شکل عملکرد بهتری در بهبود کارایی و مدیریت مصرف آب نسبت به جویچه‌هایی با سطح مقطع U داشته‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد جویچه با سطح مقطع V شکل راندمان کاربرد آب را تا ۲۵ درصد افزایش و میزان مصرف آب را ۳۵ درصد کاهش می‌دهد. علت این موضوع را می‌توان مطابق نظر هولزاپفل و همکاران[2] (۲۰۰۴) و باکر و همکاران[3] (۲۰۰۶) کاسته شدن از زمان پیشروی در جویچه باریک نسبت به جویچه پهن دانست هر چند راین و باکر[4] (۱۹۹۵) این تفاوت تأثیر را مرتبط با تفاوت در اندازه محیط خیس شده جویچه‌های V و U شکل می‌دانند. آل کثیر و همکاران (۱۳۷۷) یکنواختی پروفیل رطوبتی و به تبع آن یکنواختی توزیع آب در جویچه‌ها را متأثر از شیب کف جویچه‌ها، دبی جریان و مدت زمان آبیاری می‌دانند.

برای اینکه انجام عملیات آبیاری سطحی علاوه بر بی‌نیاز بودن به تجهیزات و تکنولوژی با ارتقاء شاخص‌های مدیریتی همچون یکنواختی توزیع رطوبت، کاهش تلفات نهاده‌ها به خصوص آب و بالاخره بهبود راندمان و بهره‌وری مصرف نهاده‌ها همراه باشد لازم است در طراحی و اجرای این سیستم‌ها تمهیداتی اندیشیده شود. از جمله این تمهیدات اولیه برای اجرای یک سیستم آبیاری سطحی، هموار نمودن مسیرهای جریان یا تسطیح است. با انجام عملیات تسطیح سطح طبیعی زمین به یک رویه مسطح شیبدار با شیب‌های منظم تبدیل می‌گردد. معمولاً این رویه دارای دو شیب یکنواخت، یکی در جهت آبیاری و دیگری در جهت عمود بر آن است. کمیت این شیب‌ها متناسب با نوع آبیاری، سیستم کشت، بافت و ساختمان خاک انتخاب می‌شود. مطابق معادله‌های مومنتم (معادله ۱) شیب زمین یک عامل اصلی کنترل کننده جریان است:

$$\frac{1}{Ag}Q_t+\frac{2Q}{A^2g}Q_x+(1-F^2)y_x=S_0-S_f \qquad (۱)$$

که در آن A: سطح مقطع جریان، Q: دبی جریان، x: فاصله در مسیر جریان آب از ابتدای زمین و t: زمان، g: شتاب ثقل زمین، F: عدد فرود S_0: شیب زمین، S_f: شیب خط انرژی و y: عمق جریان می‌باشند.

اگر محاسبات و اجرای عملیات تسطیح اساسی اراضی به گونه‌ای انجام شود که در نتیجه آن شیب طولی جویچه‌ها (شیب در جهت آبیاری) ثابت نباشد بلکه جویچه در مسیر طولی خود دارای شیب‌های متغیر پیوسته‌ای باشد سطح اراضی در امتداد جویچه‌ها به جای تشکیل یک رویه مسطح، شکل یک رویه منحنی (مقعر یا محدب) را به خود خواهند گرفت. به نظر می‌رسد برقراری شیب متغیر در مسیر جریان آب درون یک جویچه بتواند عملاً شرایط هیدرولیکی جریان را چنان تغییر دهد که به طور طبیعی کارایی روش‌های موجی و کاهش دبی را داشته باشد تا به کمک آن بتوان در دوره بهربرداری بدون تغییر در فرهنگ رایج اجرای عملیات آبیاری و بدون کاربرد تجهیزات خاص از مزایای آنها در بهبود شاخص های ارزیابی بهره جست.

این تحقیق با هدف مقایسه شاخص‌های ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای در جویچه با شیب طولی مقعر و محدب انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد طی تابستان سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. منطقه آزمایش دارای اقلیم نیمه خشک (به روش دومارتن) با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و عرض ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی واقع در بخش مرکزی زاگرس است. بافت خاک زمین مورد تحقیق سیلتی لوم بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۲۰۷۰ متر می‌باشد.

عملیات صحرایی در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با سه تیمار در سه تکرار انجام گردید. تیمارها شامل شیب طولی محدب، شیب طولی مقعر و شیب یکنواخت (به عنوان شاهد) بودند. هندسه جویچه‌ها در تمام تیمارها یکسان و مدیریت یکنواختی بر آن‌ها اعمال گردید. این تیمارها با مقطع عرضی U شکل با طول ۷۰ متر (به دلیل محدودیت تراس‌بندی اراضی و کوچک بودن ابعاد واحد زراعی) و فاصله بین پشته‌های ۶۵ سانتی‌متر انتخاب شدند. در تمام تیمارها اختلاف ارتفاع ابتدا و انتهای جویچه ثابت و برابر ۴۵/۵ سانتی‌متر به تبعیت از شیب

1- Holden et al.
2- Holzapfel et al.
3- Bakker et al.
4- Raine and Bakker

www.SID.ir

Archive of SID

عمومی واحد زراعی انتخاب گردید. با انجام عملیات تسطیح ثانویه به کمک دوربین و ابزار دقیق شیب‌بندی تیمارهای مختلف مطابق شکل (۱) تنظیم شد. تیمارهای مختلف طرح آزمایشی در شکل (۱) نشان داده شده‌اند این تیمارها شامل شیب طولی یکنواخت (الف)، شیب طولی محدب (ب) و شیب طولی مقعر (ج) بوده و هر تیمار در سه تکرار اجرا گردید.

پس از آماده‌سازی تیمارها و قبل از برداشت داده‌های صحرایی یک دور عملیات آبیاری با دبی غیر فرسایشی برای تثبیت وضعیت عمومی انجام گردید. طی عملیات آبیاری دوم که به فاصله یک هفته از آبیاری قبل انجام شد با انجام میخ کوبی مسیر طولی جویچه به فاصله‌ی ۱۰ متر میخ کوبی شد و دبی ورودی و خروجی با فلوم‌های WSC تیپ ۲ (معادله ۲) اندازه‌گیری و محاسبه شد. داده‌های صحرایی شامل دبی ورودی، زمان پیشروی، دبی خروجی و پسروی سنجش گردید:

$$Q = 0.00374 \times H^{2.64} \qquad (۲)$$

در این آزمایش‌ها دبی ورودی در تمام طول آزمایش ثابت و برابر ۱/۲۴ لیتر بر ثانیه نگه داشته شد. همچنین مدت زمان انجام عملیات آبیاری در تمام تیمارها ثابت و معادل یک ساعت ادامه یافت. همان گونه که اشاره شد مقطع عرضی تیمارها همگی مشابه و U شکل انتخاب شدند. سطح مقطع خیس‌شده (A_0) برابر ۰/۰۰۷۷ متر مربع اندازه‌گیری شد.

پس از برداشت داده‌های صحرایی به روش دو نقطه‌ای الیوت و واکر[1] (۱۹۸۲) ضرایب معادله کوستیاکف-لوئیس (k، a و f_0) برآورد گردید. لازم به ذکر است که ارجحیت معادله کوستیاکوف-لوئیس در استفاده از معادله‌های بیلان حجم توسط محققین متعددی به اثبات رسید (امداد، ۱۳۸۷؛ مصطفی‌زاده فرد، ۱۹۹۱؛ راین[2]، ۱۹۹۹).

چون در این آزمایش‌ها تأمین نیاز آبی هیچ گیاهی هدف نبوده است لذا در اینجا Z_{req} میزان آب نفوذ یافته در انتهای هر جویچه طی فرصت زمان نفوذ در آن نقطه لحاظ گردید که با استفاده از معادله کوستیاکوف-لوئیس برآورد می‌گردد و به همین دلیل در هر جویچه آبیاری کامل صورت گرفته است.

برای تعیین شاخص‌های ارزیابی شامل راندمان کاربرد، ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع آب از معادله‌های (۳) تا (۵) استفاده شد:

$$E_a = \frac{z_{req} L}{Q_0 t_{cutoff}} \times 100 \qquad (۳)$$

$$cu = 100\left(1 - \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}}\right) \qquad (۴)$$

$$du \cong 100 - 1.59(100 - cu) \qquad (۵)$$

که در آنها E_a: راندمان کاربرد آب (درصد)، z_{req}: عمق آب مورد نیاز (عمق آب نفوذ کرده در انتهای جویچه) (مترمکعب بر متر)، L: طول جویچه (متر)، Q_0: دبی ورودی (متر مکعب بردقیقه)، t_{cutoff}: مدت زمان آبیاری (دقیقه) cu : ضریب یکنواختی (درصد)، n: تعداد نقاط اندازه‌گیری شده، $\bar{x}$: متوسط عمق آب نفوذ کرده در خاک (سانتی‌متر)، x_i: مقدار عمق نفوذ کرده در خاک (سانتی‌متر) و du: راندمان یکنواختی توزیع آب (درصد) هستند.

تجزیه و تحلیل نتایج به کمک نرم افزار SAS در قالب طرح آزمایشی انجام شد و میانگین‌ها به کمک آزمون LSD مقایسه گردیدند.

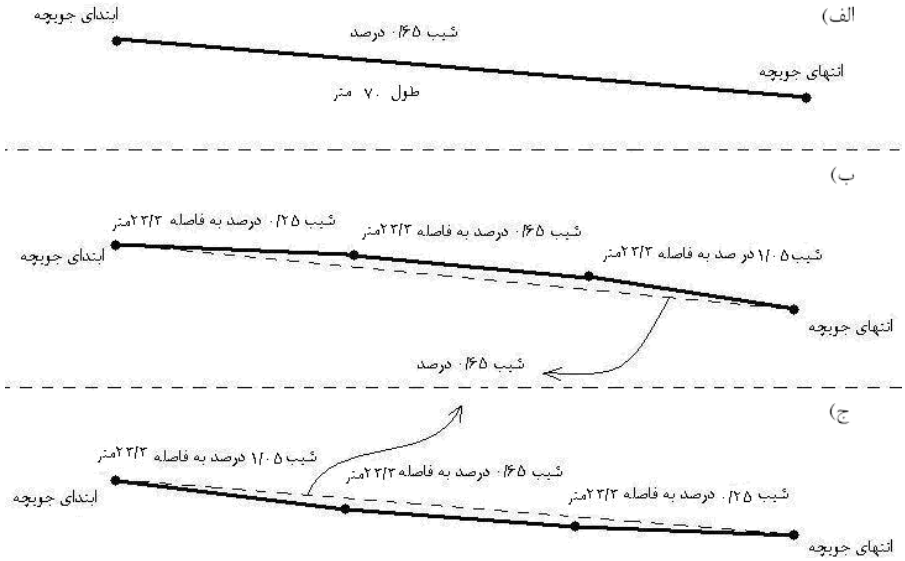
نتایج و بحث

در این تحقیق تیمارهای مختلف طرح آزمایشی شامل شیب طولی یکنواخت، شیب طولی محدب و شیب طولی مقعر (شکل ۱) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج تجزیه آماری مندرج در جدول (۱) نشان می‌دهد که پیشروی در بین تیمارها تفاوت معنی‌دار دارد. در این میان، تیمار با شیب مقعر کمترین مقدار زمان پیشروی و تیمار با شیب محدب بیشترین مقدار زمان پیشروی را به خود اختصاص داده است. به نظر می‌رسد سریع‌تر بودن مرحله پیشروی در تیمار مقعر در مقایسه با دو تیمار دیگر ناشی از جمع تأثیر شیب زمین و شیب هیدرولیکی جریان در بالادست جویچه باشد. چرا که در تیمار مقعر شیب بالادست جویچه تندتر از دو تیمار دیگر است و علاوه بر این زیاد بودن جریان در بالادست هر جویچه منجر به تندتر شدن شیب هیدرولیکی در آن ناحیه خواهد شد.

1- Elliot and Walker
2- Raine

www.SID.ir

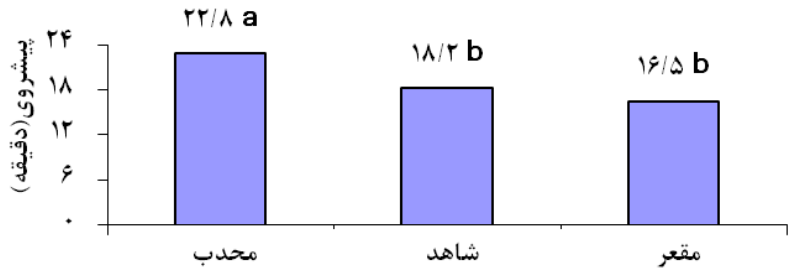
Archive of SID



شکل ۱- روش شیب‌بندی جویچه‌ها

جدول ۱- تجزیه واریانس پیشروی در تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	شاخص F	P_{value}	ضریب تغییرات
تیمار	۲	۶۳/۷۴	۳۱/۸۷	۲۵/۲۹	۰/۰۰۱۲	۱۵/۵۸
خطا	۶	۷/۵۶	۱/۲۶			
کل	۸	۷۱/۳	–			



شکل ۲- مقایسه زمان پیشروی در تیمارهای مختلف

همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود تفاوت معنی‌دار بین تیمار مقعر با تیمار شاهد در زمان پیشروی دیده نمی‌شود اما زمان پیشروی کمتر در تیمار مقعر نسبت به تیمار شاهد گویای برتری آن می‌باشد زیرا که باعث یکنواختی بیشتر توزیع آب و افزایش راندمان کاربرد خواهد شد. این مورد با نتایج محققین دیگری چون هولزاپفل و همکاران (۲۰۰۴)، باکر و همکاران (۲۰۰۶) و راین و باکر (۱۹۹۵) که تغییراتی در سطح مقطع جویچه ایجاد کردند هم‌خوانی دارد. همچنین در این شکل دیده می‌شود که تفاوت زمان پیشروی در تیمارهای محدب و شاهد معنی‌دار است، علت این تفاوت می‌تواند در کند بودن شیب بالادست تیمار محدب باشد این کند بودن بخشی از شیب هیدرولیکی جریان بالادست را خنثی می‌نماید و نهایتاً منجر به تأخیر در تکمیل مرحله پیشروی می‌شود. تأخیر در تکمیل فاز پیشروی منجر به افزایش اختلاف فرصت نفوذ بین ابتدا و انتهای جویچه می‌گردد و به تبع آن نایکنواختی در توزیع عمقی رطوبت حاصل خواهد شد. تجزیه آماری جدول (۲) نشان می‌دهد که با وجود تفاوت اندک، تفاوت معنی‌دار بین دبی خروجی تیمارها وجود دارد. در بین تیمارها، تیمار با شیب مقعر کمترین دبی خروجی و تیمار با شیب

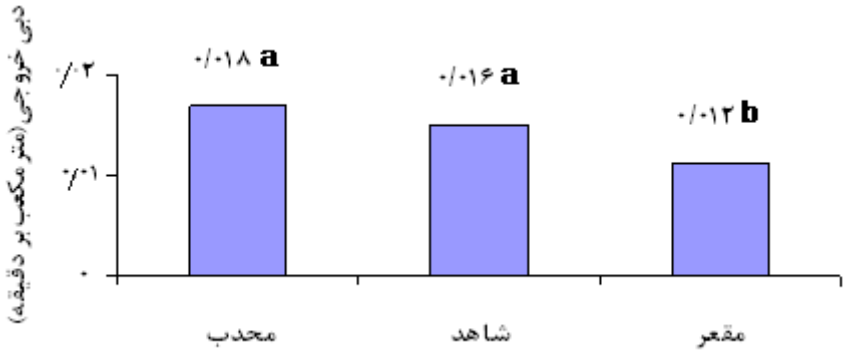
www.SID.ir

Archive of SID

محدب بیشترین دبی خروجی را به خود اختصاص داده است. به و نظر می‌رسد اختلاف کم دبی خروجی تیمار مقعر با تیمارهای شاهد

جدول ۲- تجزیه واریانس دبی خروجی در تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	شاخص F	P_{value}	ضریب تغییرات
تیمار	۲	۰/۰۰۰۰۴۹	۰/۰۰۰۰۲۴	۱۰/۹۵	۰/۰۰۹۹	۱۸/۱۶
خطا	۶	۰/۰۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۰۰۲			
کل	۸	۰/۰۰۰۰۶۲	-			



شکل ۳- مقایسه دبی خروجی در تیمارهای مختلف

محدب ناشی از کند بودن شیب در یک سوم انتهایی طول جویچه در تیمار با شیب مقعر نسبت به دو تیمار دیگر باشد که سبب کمتر شدن دبی خروجی گردیده که با همین فرضیه می‌توان بیشتر بودن دبی خروجی در تیمار با شیب محدب را نیز توجیه نمود.

در شکل (۳) میانگین دبی خروجی تیمارهای مختلف با هم مقایسه شده‌اند. با وجود اختلاف کم، تفاوت بین دبی خروجی تیمار مقعر با تیمار شاهد معنی‌دار است که مطابق نتایج آل کثیر و همکاران (۱۳۷۷) می‌تواند مبین تأثیر شیب بر دبی خروجی باشد. در این مقایسه تفاوت این مشخصه در تیمارهای محدب و شاهد معنی‌دار نشده است. به نظر می‌رسد تندتر بودن شیب انتهای جویچه در دو تیمار محدب و شاهد در قیاس با تیمار محدب باعث این تفاوت شده باشد. بنابراین می‌توان ایجاد شیب مقعر در امتداد جویچه را به لحاظ قابلیت تقلیل تلفات سطحی توصیه نمود. یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی سیستم‌های آبیاری سطحی و به‌خصوص جویچه‌ای عمق آب نفوذیافته در انتهای جویچه می‌باشد. نتایج ارائه شده در جدول (۳) نشان می‌دهد که پارامتر عمق نفوذ یافته در انتهای جویچه در بین تیمارهای این آزمایش تفاوت معنی‌دار دارد. با توجه به معنی‌دار بودن تأثیر نوع شیب روی شاخص نفوذ انتهایی، میانگین مقادیر این شاخص تحت تیمارهای مختلف در شکل (۴) با هم مقایسه آماری شده‌اند. چنان که دیده می‌شود تیمار با شیب مقعر بیشترین و تیمار با شیب محدب کمترین مقدار نفوذ انتهائی (به ترتیب ۷/۲ و ۶/۲ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داده‌اند. ضمن اینکه عمق آب نفوذ یافته انتهائی در تیمار مقعر تفاوت معنی‌داری با این شاخص در تیمار شاهد ندارد ولی کمیت این شاخص در تیمار محدب به طور معنی‌دار متفاوت از دو تیمار دیگر است. اختلاف مقدار نفوذ در انتهای جویچه در بین تیمارها می‌تواند ناشی از شیب انتهایی و به تبع آن اختلاف فرصت نفوذ در انتهای جویچه‌ها باشد که همسو با نظر و نتایج محققینی چون باتیستا و والندر[1] (۱۹۹۳)، فانگمیر و رمزی[2] (۱۹۷۸) و ایونارت و ماتئوس[3] (۲۰۰۲) است.

نتایج تجزیه آماری جدول (۴) نشان می‌دهد که تیمارهای شیب بر راندمان کاربرد آب تأثیر معنی‌دار داشته است. همچنین در شکل (۵) مقادیر میانگین راندمان کاربرد در تیمارهای سه‌گانه با هم مقایسه شده‌اند. چنان‌که دیده می‌شود تفاوت این شاخص در تیمار مقعر در مقایسه با تیمار شاهد معنی‌دار نیست اما میانگین راندمان کاربرد تیمار محدب با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار دارد که می‌تواند ناشی از تأثیر شیب جویچه بر راندمان کاربرد باشد. محققینی چون هولدن و همکاران (۱۹۹۹) و موسوی و سعادت (۱۳۸۸) نتایج مشابهی در تحقیق روی جویچه‌هائی با سطح مقطع کاهنده ارائه نمودند. اختلاف راندمان کاربرد در تیمارها را می‌توان

1- Bautista and Walender
2- Fangmeier and Ramsey
3- Oyonarte and Mateos

www.SID.ir

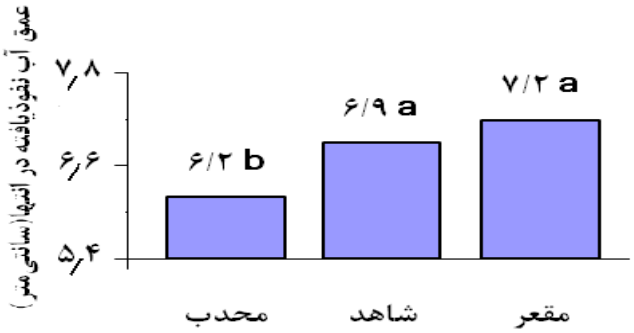
Archive of SID

به متفاوت بودن زمان پیشروی و به تبع آن تفاوت در فرصت نفوذ ابتدا و انتهای شیار در تیمارها نسبت داد.

یکنواختی توزیع آب از دیگر شاخص‌های مهم مورد استفاده در ارزیابی سیستم‌های آبیاری است. در جدول (۵) تأثیر تیمارهای شیب بر شاخص یکنواختی توزیع رطوبت تحلیل آماری شده و نشانگر معنی‌دار بودن تأثیر شیب بر این شاخص است. به منظور مقایسه میزان تأثیر تیمارهای مختلف شیب بر یکنواختی توزیع آب در شکل (۶) میانگین مقادیر کمی این شاخص تحت تیمارهای سه گانه با هم مقایسه شده‌اند. چنان که دیده می‌شود تیمار با شیب مقعر بهترین راندمان توزیع یکنواختی آب (۹۲ درصد) و تیمارهای شاهد و شیب محدب با مقادیر به ترتیب ۹۰ و ۸۶ درصد در رده‌های بعدی قرار دارند. هرچند میانگین راندمان یکنواختی توزیع آب در همه تیمارها وضعیت خوبی را نشان می‌دهند اما از منظر مقایسه آماری مقادیر این شاخص در تیمارهای شاهد و مقعر مشابه بوده و متفاوت از تیمار شیب محدب هستند. به نظر می‌رسد بیشتر بودن راندمان توزیع یکنواختی آب در تیمار با شیب مقعر نسبت به دیگر تیمارها ناشی از تغییرات کمتر مقادیر نفوذ در طول جویچه باشد. نتایج محققینی چون مجدزاده و همکاران (۱۳۸۷) که تغییراتی در سطح مقطع جویچه دادند نیز مؤید این مطلب است.

جدول ۳- تجزیه واریانس عمق آب نفوذیافته در انتهای جویچه در تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	شاخص F	P_{value}	ضریب تغییرات
تیمار	۲	۱/۶۱	۰/۸	۳۸/۱۱	۰/۰۰۰۴	۶/۸۷
خطا	۶	۰/۱۳	۰/۰۲			
کل	۸	۱/۷۴	-			



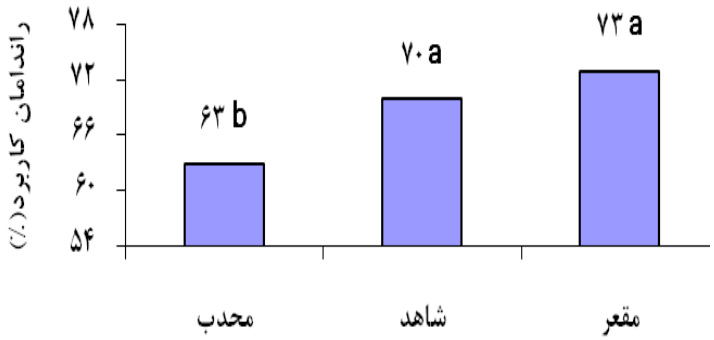
شکل ٤- مقایسه عمق آب نفوذ یافته در انتهای جویچه در تیمارهای مختلف

جدول ٤- تجزیه واریانس راندمان کاربرد آب در تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	شاخص F	P_{value}	ضریب تغییرات
تیمار	۲	۱۶۳/۷۷	۸۱/۸۹	۳۸/۰۲	۰/۰۰۰۴	۶/۸۷
خطا	۶	۱۲/۹۲	۲/۱۵			
کل	۸	۱۷۶/۶۹	-			

www.SID.ir

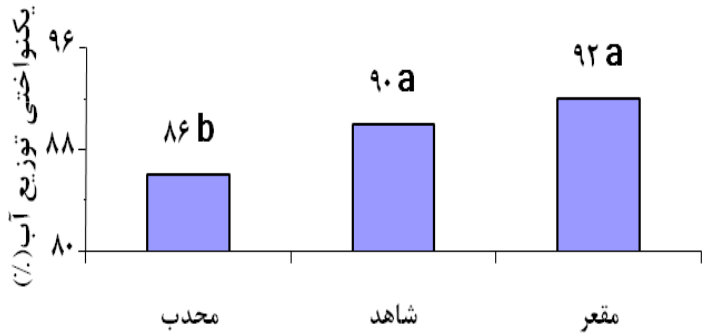
Archive of SID



شکل ۵- مقایسه راندمان کاربرد آب در تیمارهای مختلف

جدول ۵- تجزیه واریانس یکنواختی توزیع آب در تیمارهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	شاخص F	P_{value}	ضریب تغییرات
تیمار	۲	۵۲/۷۷	۲۶/۳۸	۳۴/۲۲	۰/۰۰۰۵	۳
خطا	۶	۴/۶۳	۰/۷۷			
کل	۸	۵۷/۳۹	-			



شکل ٦- مقایسه راندمان یکنواختی توزیع آب در تیمارهای مختلف

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق برتری شاخص‌های راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب را به ترتیب در تیمار با شیب مقعر، تیمار با شیب ثابت و تیمار با شیب محدب نشان می‌دهد. دلیل اختلاف آشکار بین تیمارها مربوط به زمان پیشروی می‌باشد. اما دلیل دیگر برتری تیمار با شیب مقعر، دارا بودن عمق نفوذ بیشتر در انتهای جویچه نسبت به دیگر تیمارها می‌باشد که در نهایت می‌تواند باعث یکنواختی بیشتر توزیع آب در طول جویچه گردد. به جای شیب یکنواخت طولی می‌توان از شیب مقعر (شیب کند شونده در طول مسیر شیار طی چندین گام) در طراحی جویچه استفاده کرد. تندی شیب در ابتدای جویچه کمک می‌کند تا مرحله پیشروی سریع‌تر انجام شود و در نهایت یکنواختی بیشتر توزیع آب را باعث گردد این همان مکانیزمی است که در سیستم کاهش جریان ورودی(کاتبک) با صرف هزینه‌های نصب ادوات در ابتدای جویچه جهت کنترل دبی جریان ورودی به کار می‌رود.

لذا به نظر می‌رسد ایجاد شیب مقعر طولی در مرحله تسطیح اراضی می‌تواند در دوره بهره‌برداری بدون اعمال روش‌هایی همچون کاهش دبی که مستلزم صرف هزینه و تجهیزات و نیروی متخصص هستند، زمینه تقویت شاخص‌های بهره‌وری آب را فراهم نماید. توصیه می‌گردد برای بررسی دیگر اثرات مثبت سیستم آبیاری با شیب مقعر آزمایش‌های مشابهی در واحدهای زراعی با ابعاد بزرگ‌تر، با خصوصیات متفاوت خاک و برای روش‌های دیگر آبیاری سطحی انجام شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱- آل کثیر، ج.، ماکنالی، ن.، شهریور، ر.، موسوی، ا. و ا. ر. ولدی. ۱۳۷۷. بررسی کاربرد مقادیر مختلف آب آبیاری (دبی و زمان‌های مختلف آبیاری در ۹ تیمار) بر روی پروفیل رطوبتی، روند رشد، عملکرد نهایی محصول و کیفیت شهد نیشکر در سطح وسیع. از سری مقالات نیشکر و تازه‌های جهانی، شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی (اداره مطالعات کاربردی کشت و صنعت امام خمینی).

۲- امداد، م. ر. ۱۳۸۷. انتخاب معادله نفوذ مناسب با استفاده از معادله‌های بیلان حجمی در آبیاری جویچه‌ای. دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. بهمن ماه، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.

۳- علیزاده، ا. ۱۳۷۷. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری (چاپ سوم). انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، مشهد.

۴- مجدزاده، ب.، سهرابی، ت. و ف. عباسی. ۱۳۸۷. بهبود عملکرد آبیاری جویچه‌ای با تغییر سطح مقطع جویچه. دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی، ایران.

۵- موسوی، س. ع. و ع. ر. سعادت. ۱۳۸۸. بررسی اثرات شکل جویچه بر راندمان کاربرد و مصرف آب در آبیاری جویچه‌ای. دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن. اردیبهشت ماه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان و ستاد حوادث غیر مترقبه استانداری اصفهان.

۶- یزدی، ز.، محسنی موحد، س. ا و م. حیدری. ۱۳۸۷. تهیه مدلی جهت ارزیابی، طراحی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی عملکرد آبیاری شیاری. دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی ایران.

7- Alemi, M. H. and D. A. Goldhamer. 1988. Surge irrigation optimization model. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 31 (2): 519-526.

8- Bakker, D. M., Sherrard, J. and G. Plunkett. 2006. Application efficiencies and furrow infiltration functions of irrigations in sugar cane in the Ord River Irrigation Area of North Western Australia and the scope for improvement. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 83:162-172.

9- Bautista, E. and W. Wallender. 1993. Numerical calculation of infiltration in furrow irrigation simulation models. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 119:286-294.

10- Bishop, A. A. 1980. Surge flow, the most efficient irrigation system? Crops and Soils Magazine (USA). 33(2): 13-16.

11- Elliot, R. L. and W. R. Walker. 1982. Field evaluation of furrow infiltration and advance functions. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 25(2):396-400.

12- Fangmeier, D. D. and M. K. Ramsey. 1978. Intake characteristics in irrigation furrows. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 21(4): 697-705.

13- Holden, J., Hussey, B., McDougall, A., Mallon, K. and E. Shannon. 1999. Water check - improving irrigation efficiencies in the Queensland sugar industry. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technology, 20: 110-115.

14- Holzapfel, E. A., Jara, J., Zuniga, C., Marino, M. A., Paredes, J. and M. Billib. 2004. Infiltration parameters for furrow irrigation. Agricultural Water Management, 68:19-32.

15- Izadi, B., Studer, D. and I. MaCann. 1991. Maximizing set-wide furrow irrigation application efficiency under full irrigation strategy. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 34(5):2006-2014.

16- Mostafazadeh Fard, B. 1991. Determination of Kostiakov-Lewis infiltration function parameters using volume balance equation for a furrow irrigation field at Isfahan. Journal of Agricultural Science and Technology (JAST), 5(1): 101-112.

17- Oyonarte, N. and L. Mateos. 2002. Infiltration variability in furrow irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 128(1):26-33.

18- Purkey, D. R. and W. W. Wallender. 1989. Surge flow infiltration variability. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 32(3):894-900

19- Raine, S. R. 1999. Research, development and extension in irrigation. National Centre for Engineering in Agriculture, NCEA Publication, 179743/2: 1-12.

20- Raine, S. R. and D. M. Bakker. 1995. Increased Productivited Cane Fields. Sugar Research and Development Corporation- Project Number- BS90S.

21- Sakkas, J. G. and W. E. Hart. 1968. Irrigation with cut-back furrow streams. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 94(1):91-96.

22- Stringham G. E. and J. Keller. 1979. Surge flow for automatic irrigation. Proceedings of the Irrigation and Drainage Specialty Conference, ASCE, PP. 132-142.

www.SID.ir