نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال نهم. شماره سی و ششم. تابستان ۱۳۹۸

استفاده از سیفون در آبیاری و مقایسه آن با روش آبیاری سنتی

صابر خسرونژاد[۱]،حسام قدوسی[۲]،کرامت اخوان[۳]

تاریخ ارسال:۱۳۹۶/۰۵/۱۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۶/۱۳

مقاله پژوهشی برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

چکیده

آبیاری سطحی سنتی به‌دلیل سادگی آن یکی از روش‌های معمول آبیاری می‌باشد. در این روش با برداشتن قسمتی از دیواره کانال انتقال، آب وارد جویچه‌ها می‌گردد اما گاهی اوقات نیز برای این‌کار از سازه ساده‌ای به‌نام سیفون ا ستفاده می‌شود. این تحقیق جهت ارزیابی و مقایسه دو روش آبیاری سطحی سنتی و سازه‌ای(سیفون) در سال زراعی ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان انجام گردیده است. به‌این منظور دوقطعه زمین انتخاب و در قطعه اول از روش سطحی سنتی و در قطعه دوم از سازه سیفون در کشت ذرت استفاده شد. نتایج تحقیقات نشان داد در ده نوبت آبیاری انجام شده آب مصرفی در روش سازه‌ای ۱۲۵۱ مترمکعب کمتر از روش سنتی می‌باشد. همچنین متوسط سرعت پیشروی آب در طول فاروها در روش آبیاری سازه‌ای ۰/۱۸ متر در دقیقه بیشتر از روش سنتی می‌باشد. مقادیر کارایی مصرف آب و راندمان آبیاری نیز به‌ترتیب در روش آبیاری سنتی برابر ۱/۰۱ و ۶۱ درصد و در روش آبیاری سازه‌ای برابر ۱/۲ و ۷۱ درصد تعیین گردید و عملکرد تولید محصول در دو روش نیز تقریبا یکسان به‌دست آمد. در مجموع می‌توان چنین بیان نمود که علی‌رغم برابری عملکرد محصول، روش آبیاری سازه‌ای به‌دلیل صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش راندمان آبیاری نسبت به روش سنتی برتری دارد.

واژه های کلیدی: آبیاری سطحی، راندمان آبیاری، کارایی مصرف آب، مدیریت آبیاری

[۱]- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران. تلفن: ۰۹۱۴۹۶۶۵۸۹۱، Saber.khosronejad@yahoo.com

۲ - استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران. تلفن: ۰۹۱۲۲۰۰۵۲۲۱، Ghodousi_he@yahoo.com ، (مسئول مکاتبه)

[۳]- استادیارپژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل(مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران. تلفن: ۰۹۱۴۳۵۲۳۰۱۰، Akhavang120@Gmail.com

مقدمه

آبیاری سطحی قدیمی‌ترین و رایج‌ترین روش آبیاری در کشاورزی است. در آبیاری سطحی، آب پس از قرار گرفتن در محل‌های مخصوص می‌تواند آزادانه روی سطح زمین جریان پیدا کند. این نوع آبیاری یکی از روش‌های آبیاری است که در آن آب به روش ثقلی در سطح زمین جریان می‌یابد و سطح زمین به‌عنوان جذب‌کننده و انتقال‌دهنده آب عمل می‌نماید (Walker and Skogerboe, 1987). همچنان این نوع از آبیاری به دلیل سادگی، از رایج‌ترین روش‌های آبیاری به شمار می‌آید. سرعت پیشروی آب در خاک، یکی از معیارهای مدیریت سیستم‌های آبیاری و به‌خصوص معیاری جهت تعیین زمان قطع جریان می باشد. در مدیریت آبیاری سطحی، تابع نفوذ نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (مکاری قهرودی و همکاران، ۱۳۹۲). تأسیسات آبیاری سازه‌هایی هستند که به‌منظور انتقال، هدایت، توزیع و کنترل در شبکه آبیاری و زهکشی اجرا می‌شوند. یکی از انواع سازه‌های آبگیری سیفون‌ها هستند که برای انتقال آب از کانال مزرعه به کرت، نوار یا جویچه موردا ستفاده قرار می‌گیرند. سیفون لوله‌ای است که مایع را از سطح آزاد بالاتر می‌برد و سپس آن را در ارتفاع پائین تر از سطح آزاد تخلیه می‌کند. جنس آن ممکن است پلاستیکی یا آلومینیومی باشد و طوری ساخته شود که برخلاف روش‌های قدیمی با شکل کناره کانال متناسب بوده و به‌جای شکافتن دیواره کانال بر لبه کانال قرار گیرد. استفاده از سیفون‌های کالیبره شده در شبکه‌های آبیاری و زهکشی ضمن تخصیص مقدار آب موردنیاز به هر واحد زراعی موجب تقسیم منصفانه‌تر آب بین استفاده‌کننده‌ها می شود و آبگیری را آسان‌تر می‌نماید. همچنین با انتخاب اندازه مناسب این سازه رواناب و نفوذ عمقی در مزرعه کاسته شده و این تأثیر زیادی در کاهش اثرات زیست‌محیطی منفی ناشی از شستشوی کودها و سموم شیمیایی مزارع به سمت آبراهه‌ها و کانال‌های زهکشی دارد و از آلودگی آب‌های زیرزمینی از طریق مواد شیمیایی و آفت‌کش‌ها می‌کاهد (فرداد، ۱۳۶۹). در زمینه کاربرد سیفون‌ها در آبیاری همچنین یاری و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی تحت عنوان کالیبراسیون و بهینه‌سازی سیفون ها در آبگیری از کانالت ها بیان نمودند درصورتی‌که نیازهای آبیاری مزرعه به‌درستی برآورد شود می‌توان سیفونی که بتواند دبی مورد نیاز را وارد مزرعه نماید بر اساس نوع و قطر و دبی عبوری انتخاب نمود. زبردست و همکاران(۱۳۹۴) نیز در پژوهشی با عنوان تأثیر طول جویچه بر کارایی مصرف آب در کشت ذرت در آبیاری کامل و یک در میان به این نتیجه رسیدند که با انتخاب طول مناسب برای جویچه با توجه به بافت و نفوذپذیری خاک، آبیاری یک در میان متناوب جویچه‌ای روشی بسیار موثر برای کشت ذرت می‌باشد. نوابیان و همکاران(۱۳۹۱) نیز درتحقیقی با عنوان بهینه یابی طول جویچه و دبی جریان در آبیاری جویچه‌ای نشان دادند که برای بافت‌های متفاوت خاک و روش‌های متفاوت آبیاری مقادیر طول جویچه ودبی جریان ورودی بهینه، متفاوت بوده و استفاده همزمان از شبیه سازی و بهینه سازی ابزار مناسبی برای طراحی و مدیریت آبیاری جویچه‌ای و افزایش راندمان و بهره‌وری آب در مزرعه می‌باشد. نتایج حاصل از پژوهش کانونی(۱۳۸۶) تحت عنوان ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقه مغان نیز نشان داد که متوسط راندمان‌های آبیاری در اکثر مزارع مطالعه شده نسبت به عوامل متعددی از قبیل مدیریت مزرعه، طول و شیب قطعات، خصوصیات فیزیکی خاک، نوع محصول و عوامل دیگر متغیر می‌باشد. در این تحقیق حداقل راندمان کاربرد آب درمزرعه ذرت ۶/۹ و حداکثر آن ۹۳/۴ و به طور متوسط ۴۵ در صد و متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش دولتی ۲۴/۹ درصد و در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی ۶۵/۳ در صد به‌دست آمد. همچنین حداقل

راندمان کاربرد آب در مزرعه چغندر قند ۷/۸ و حداکثر آن ۸۴/۵ و به طور متوسط ۴۹/۲ درصد و متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه چغندر قند تحت مدیریت بخش دولتی ۶۲/۷ درصد و در مزرعه چغندر قند بخش خصوصی ۳۵/۶ درصد برآورد گردید. تحقیق عباسی و همکاران، (۱۳۹۵) نیز نشان داد که راندمان کاربرد آب آبیاری در کشور از ۲۲/۵ تا ۸۵/۵ در صد متغیر بوده و میانگین آن ۵۶ درصد می‌باشد. ایشان بیان کردند متوسط راندمان در سامانه های کرتی، نواری و جویچه‌ای به ترتیب برابر ۵۵/۳، ۵۲/۹ و ۵۲/۵ درصد می‌باشد و از بین روش‌های بارانی نیز روش آبفشان غلطان و کلاسیک ثابت به ترتیب بیشترین (۹/ ۶۶ درصد) و کمترین (۵۲/۱ درصد) راندمان کاربرد را دارند و در آبیاری قطره‌ای این کمیت ۷۱/۱ درصد است. در تحقیقی Siugh et al. (2018) نیز به ارزیابی عملکرد آبیاری سطحی در مزارع کتان و گندم در روستای سیرارکات سوریه پرداختند. در این تحقیق راندمان توزیع و ذخیره آب با اندازه‌گیری رطوبت خاک و خصوصیات نفوذ آب در خاک تعیین گردید و نتایج بطور نسبی درجه بالای یکنواختی کاربرد آب در مزارع را نشان داد. Lahmers and Eden (2018) نیز در تحقیق خود در مورد آب و کشاورزی فاریاب در ایالت آریزونا آمریکا به این نتیجه رسیدند که در این منطقه صنعت کشاورزی بسیار با اهمیت است و به‌عنوان یک پتانسیل مهم اقتصادی در جوامع روستایی به حساب می‌آید.

محققین مختلفی نیز مانند ناصری و همکاران، (۱۳۹۵) و عباسی و همکاران (۱۳۹۶الف و ب) با استفاده از نتایج تحقیقات خود بیان نمودند که تاکنون حدود ۱/۴۵ میلیون هکتار از ارضی آبی کشور به سامانه‌های آبیاری تحت فشار مجهز شده‌اند اما اغلب این سامانه های اجرا شده با درجات مختلفی از مشکلات مواجه هستند. بی‌توجهی به مسائل فنی در طراحی، اجرا و بهره‌برداری از این سیستم‌ها از دلایل عمد مشکلات موجود است. نتایج این تحقیقات نشان داد که آن همه هزینه و انرژی برای توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار فقط به افزایش حدود ۱۲ درصد در راندمان کاربرد آب آبیاری منجر شده است که می‌توان گفت رسیدن به این درصد افزایش با سرمایه‌گذاری کمتر و توجه بیشتر به سامانه‌های آبیاری سطحی امکان پذیر بوده است. لذا اگر بتوان با کاربرد سازه سیفون در آبیاری که دارای هزینه اولیه کمی نیز می‌باشد موجب افزایش راندمان آبیاری و صرفه‌جویی در مصرف آب شد می‌تواند بسیار با اهمیت باشد. هدف اصلی از انجام این تحقیق نیز بررسی تأثیر کاربرد سیفون بر میزان و راندمان مصرف آب کشاورزی برای گیاهان ردیفی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی مغان، واقع در شهرستان پارس‌آباد، در فاصله مدارهای ۴۷ درجه و ۴۶ دقیقه طول شرقی و ۳۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۶۵ متر از سطح دریا انجام گردید. نوع کشت، گیاه ذرت دانه‌ای در دو قطعه با مدل کاشت ردیفی بود. در قطعه اول از روش آبیاری سطحی سنتی و در قطعه دوم برای آبیاری از سازه سیفون استفاده گردید. برای ساخت سیفون‌های مورد استفاده در این تحقیق از لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر داخلی ۳ و قطر خارجی ۴ سانتی‌متر استفاده شد. در شکل (۱) قطعات کشت شده و نحوه آبیاری آنها نشان داده شده است. نوبت های آبیاری در هر دو روش در یک روز و یک ساعت انجام شد و این روند تا آبیاری آخر ادامه داشت. کل آب مورد استفاده این تحقیق به کمک یک سیفون بزرگ از یک کانالت تأمین می‌شد و برای اندازه‌گیری آب ورودی به قطعات نیز در هر دو روش از فلوم WSC[1]تیپ چهار همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است استفاده گردید. لازم به‌ذکر است که

1-Water in Small Channel

فلوم مورد استفاده توسط اشرافی و همکاران (۱۳۷۵) برای این کانال کالیبره گردیده است. تعداد نوبت آبیاری بستگی به نیاز آبی گیاه و شرایط آب و هوایی و میزان بارندگی هر منطقه دارد بطوری‌که در این تحقیق در طول دوره کشت محصول ده نوبت آبیاری صورت گرفت. در هر نوبت آبیاری برای هر دو قطعه کشت شده مقادیر آب ورودی، عمق نفوذ، زمان پیشروی و... برای محاسبه مقدار آب آبیاری در کل دوره، کارایی مصرف آب، سرعت پیشروی آب و محاسبه عملکرد محصول اندازه‌گیری و در فرم‌های مشخصی ثبت گردید.

(الف) (ب)

شکل(۱): الف- آبیاری سطحی سنتی و ب-استفاده از سیفون در آبیاری سطحی

شکل(۲): استفاده از فلوم WSC برای اندازه‌گیری آب ورودی به قطعات

کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب (WUE)[1] برای نشان دادن رابطه کمی بین عملکرد و مصرف آب به‌کار می‌رود و به‌صورت مقدار ماده گیاهی تولید شده به ازای واحد آب مصرف شده تعریف می‌شود. کارایی مصرف آب توسط رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$WUE = \frac{Y}{V_w} \quad (1)$$

که در آن:

Y- محصول قابل برداشت یا عملکرد محصول در واحد سطح زمین (کیلوگرم در هکتار)

Vw- حجم آب مصرفی در واحد سطح زمین (مترمکعب در هکتار)

راندمان آبیاری

سیستم‌های آبیاری مزرعه با این هدف طراحی می‌شود که آب مورد نیاز زراعت را با حداقل تلفات تأمین نمایند. تلفات آب ممکن است به دلیل نفوذ آب در جدار کانال‌ها، نفوذ عمقی به خارج از منطقه توسعه ریشه‌ها، رواناب سطحی، تبخیر و امثال این بوجود آید. عملکرد یک سیستم آبیاری از روی راندمان ذخیره آب در مخازن، راندمان انتقال آب به مزرعه، راندمان کاربرد آب در مزرعه، میزان کفایت آبیاری و یکنواختی پخش آب در مزرعه سنجیده می شود. بر اساس یک تعریف ساده راندمان کلی یک سیستم آبیاری(Ei) که به آن راندمان آبیاری نیز گفته می شود درصدی از مقدار آب تامین شده برای مزرعه است که بتواند مفید واقع گردد (Hart et al., 1977).

$$Ei = \frac{\text{نیازآبی}}{\text{مقدار آب مصرفی}} \quad (2)$$

که در آن نیاز آبی و مقدار آب مصرفی بر حسب مترمکعب بر هکتار بیان می شود. در این تحقیق مقادیر نیاز آبی گیاه ذرت دانه‌ای در منطقه مغان براساس معادله فائو پنمن مانتیث و با استفاده از نرم افزارET0 Calculator با اعمال مناسب ضریب گیاهی محاسبه گردید. همچنین مقدار آب مصرفی با استفاده از فلوم تیپ ۴ در ورودی کانال بالادست اندازه‌گیری و محاسبه گردید.

مشخصات خاک

جهت انجام آزمایشات تجزیه خاک، نمونه‌برداری از سه عمق ۱۰-۰، ۲۰ -۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری به‌صورت زیگزاگ در سه نقطه مختلف از زمین مورد مطالعه انجام پذیرفت. سپس نمونه‌های اعماق مختلف با یکدیگر مخلوط گردیدند و سه نمونه از آن جهت بررسی به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات خاک و آب فرستاده شد. نتایج آزمایش خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. همچنین عمق توسعه ریشه گیاه ذرت کشت شده در این تحقیق بین ۳۰ الی ۴۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید.

1-Water Use Efficiency

جدول (۱): خصوصیات خاکشناسی محل انجام تحقیق

عمق cm	بافت خاک	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	اسیدیته (PH)	شوری ($mmhos/cm^2$)	FC (درصدجرمی)	PWP (درصدجرمی)
۱۰-۰	S.C	۴۰	۳۶	۲۴	۷/۶۱	۱/۶۴	۲۷/۲	۱۶/۹
۲۰-۱۰	Clay	۳۰	۴۲	۲۸	۷/۵۷	۲/۴۹	۲۳/۷	۱۵/۶
۳۰-۲۰	Clay	۳۲	۴۲	۲۶	۷/۵۹	۲/۳۴	۲۲/۸	۱۵/۴

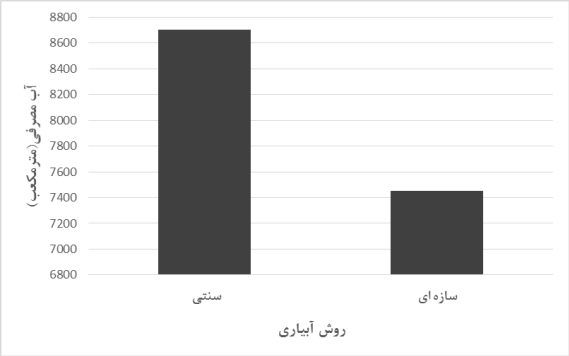
نتایج و بحث

مقدار آب مصرفی

برای امکان مقایسه نتایج دو روش آبیاری سطحی سنتی و سازه‌ای(سیفون) اندازه‌گیری دقیق مقدار آب مصرفی برای هر مزرعه در دورهای مختلف آبیاری با استفاده از فلوم WSC که قبلاً جزئیات آن بیان شد انجام گرفت. در جدول (۲) مقادیر اندازه‌گیری شده حجم آب مصرفی به تفکیک برای ده دور آبیاری و درصد کاهش آب مصرفی روش سازه‌ای نسبت به روش سنتی ارائه شده است. در شکل (۳) نیز کل حجم آب مصرفی طی ده دور آبیاری در دو روش مقایسه گردیده است.

جدول (۲): مقادیر آب مصرفی در هر نوبت آبیاری(متر مکعب)

نوبت آبیاری	سنتی	سازه ای	درصد تغییر
۱	۱۰۱۲/۴	۸۴۶/۱	۱۶/۴
۲	۸۴۸/۵	۶۴۸/۵	۲۳/۶
۳	۸۲۲/۸	۷۱۶/۸	۱۲/۹
۴	۸۳۸/۹	۷۶۸/۷	۸/۴
۵	۸۹۷/۴	۶۷۴/۹	۲۴/۸
۶	۸۴۹/۵	۷۵۷/۵	۱۰/۸
۷	۹۴۰/۵	۸۳۴/۶	۱۱/۳
۸	۸۹۰/۲	۸۰۲/۲	۹/۹
۹	۷۸۴/۶	۶۴۱/۹	۱۸/۲
۱۰	۸۱۶/۵	۷۵۹/۳	۷/۰
مجموع	۸۷۰۱/۴	۷۴۵۰/۴	۱۴/۴



شکل(۳): مقایسه حجم کل آب مصرفی دردو روش سطحی سنتی و سازه‌ای

با مقایسه مقادیر آب مصرفی مشاهده می شود که در هر نوبت آبیاری مقدار آب مصـــرف شـــده در روش سازه‌ای کمتر از روش سطحی سنتی می‌باشد. بیشترین اختلاف مربوط به دور پنجم آبیاری اســت که با کاربرد سازه سیفون ۲۲۲/۵ مترمکعب معادل ۲۴/۸ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شده و کمترین اختلاف نیز در دور دهم آبیاری مشـــاهده شـــده که ۵۷/۲ مترمکعب معادل ۷ درصد آب کمتری مصرف شده است. به‌طور کلی در طول دوره کشت با استفاده از سازه سیفون ۱۲۵۱ مترمکعب یا ۱۴/۴ درصـــد در مصـــرف آب صرفه‌جویی گردیده است. برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف مصـــرف آب در دو روش آبیاری نیز از آزمون

آماری t همبسته با استفاده از نرم افزار Spss استفاده گردید که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳): نتایج مقایسه مقدار آب مصرفی در دو روش آبیاری با آزمون t زوجی

عنوان	سطحی‌سنتی	سازه‌ای(سیفون)
میانگین	۸۷۰/۱(m^3)	۷۴۵(m^3)
انحراف استاندارد	۲۳/۸	۲۳/۱
آمار t جفتی	۳/۳۷۹	
درجه آزادیdt	۱۸	
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۳	

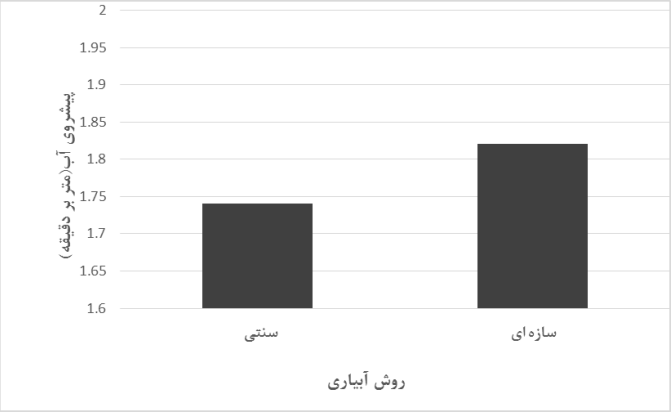
براساس نتایج ارائه شده در جدول مقایسات زوجی م شاهده می شود که میانگین م صرف آب در ده نوبت آبیاری در روش سنتی ۸۷۰/۱ مترمکعب و در روش سازه‌ای ۷۴۵ مترمکعب می‌باشد و انحراف معیار دو روش نیز تقریباً یکسان است. طبق جدول نیز چون سطح معنی‌داری برابر ۰/۰۰۳ به‌دست آمده است می‌توان چنین استنباط نمود که بین احجام آب مصرفی در روش آبیاری سطحی سنتی و سازه‌ای تفاوت وجود دارد و این اختلاف در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است.

پیشروی آب

برای اندازه‌گیری سرعت پیشروی آب درطول فاروها و امکان مقایسه آن، در فواصل ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ متری از ابتدای هر فارو نقاطی مشخص و علامت‌گذاری شدند. سپس با ورود آب و ثبت زمان رسیدن جریان به هر نقطه سرعت حرکت آب در فاروها برحسب متر در دقیقه نیز تعیین و ثبت گردید. این کار در ده دوره آبیاری برای هر دو روش آبیاری سطحی سنتی و سازه‌ای انجام گرفت. مقادیر اندازه‌گیری شده سرعت پیشروی آب و در صد افزایش سرعت پیشروی روش سازه‌ای نسبت به روش سنتی به تفکیک برای هر نوبت آبیاری در جدول (۴) خلاصه گردیده است. در شکل (۴) نیز مقادیر میانگین کل سرعت پیشروی آب در دو روش آبیاری مقایسه گردیده است.

جدول (۴): مقادیر سرعت پیشروی آب در طول فارو در روش‌های سنتی و سازه‌ای(متر در دقیقه)

نوبت آبیاری	سنتی	سازه ای	درصد تغییر
۱	۱/۲۵	۱/۳۴	۶/۹۳
۲	۱/۸۰	۱/۸۴	۲/۲۳
۳	۲/۱۲	۲/۲۸	۷/۱۴
۴	۱/۷۳	۱/۷۶	۱/۸۷
۵	۲/۵۰	۲/۶۰	۳/۸۵
۶	۱/۴۳	۱/۴۵	۱/۲۴
۷	۱/۹۸	۲/۰۵	۳/۲۳
۸	۱/۳۱	۱/۴۶	۱۰/۲۷
۹	۱/۱۵	۱/۱۸	۲/۴۷
۱۰	۲/۱۲	۲/۲۸	۷/۰۲
میانگین	۱/۷۴	۱/۸۲	۴/۶۲



شکل (٤): مقایسه سرعت پیشروی آب دردو روش سطحی سنتی و سازه‌ای

با مقایسه مقادیر ارائه شده در جدول (۴) مشاهده می‌شود که سرعت پیشروی آب در طول فاروها در هرنوبت آبیاری در روش سازه‌ای بیشتر از روش سنتی می‌باشد. بیشترین اختلاف مربوط به دور هشتم آبیاری است که با کاربرد سازه سیفون ۰/۱۵ متر در دقیقه سرعت پیشروی آب افزایش یافته و کمترین اختلاف نیز در دور ششم آبیاری مشاهده شده که ۰/۰۲ متر در دقیقه سرعت پیشروی آب افزایش یافته است. برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف سرعت پیشروی آب در دو روش آبیاری نیز از آزمون آماری t همبسته با استفاده از نرم افزار Spss استفاده گردید که نتایج آن در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول (۵): نتایج مقایسه سرعت پیشروی آب در طول فارو با آزمون tزوجی

عنوان	سطحی‌سنتی	سازه‌ای(سیفون)
میانگین	۱/۷۴ (m/min)	۱/۸۲ (m/min)
انحراف استاندارد	۱۴۴۲۳	۱۶۷۶۲
آمار t جفتی	-۱/۳۰۱	
درجه آزادیdt	۹	
سطح معنی‌داری	۰/۲۲۵	

براساس نتایج ارائه شده در جدول مقایسات زوجی مشاهده می شود که میانگین سرعت پیشروی آب در ده نوبت آبیاری در روش سنتی ۱/۷۴ متر در دقیقه در روش سازه‌ای ۱/۸۲ متر در دقیقه می‌باشد و چون آماره آزمون t همبسته با ارزش ۱/۳۰۱- و درجه آزادی ۹ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد (۰/۲۲۵) لذا می‌توان نتیجه گرفت بین روش آبیاری سنتی و سازه ای از لحاظ سرعت پیشروی آب تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

عمق نفوذ آب

نفوذ آب در خاک یکی از حساس‌ترین پارامترهای هیدرولیکی مؤثر بر آبیاری سطحی و یکی از پیچیده‌ترین پارامترهایی است که باید برآورد گردد. در این تحقیق اندازه‌گیری عمق نفوذ آب در خاک در دو روش آبیاری در طول فاروها پس از هر نوبت آبیاری با استفاده از فرو بردن یک میله فلزی در خاک در فواصل مشخص ۲۰، ۴۰، ۶۰ و۸۰ متری از ابتدای فارو اندازه‌گیری و ثبت گردید. مقادیر عمق نفوذ اندازه‌گیری شده به تفکیک برای هر دور آبیاری در جدول (۶) ارائه گردیده است.

جدول (۶): مقادیر عمق نفوذ آب در طول فارو(سانتی‌متر)

نوبت آبیاری	سازه ای(سیفون)				سطحی‌سنتی			
	۲۰متر	۴۰متر	۶۰متر	۸۰متر	۲۰متر	۴۰متر	۶۰متر	۸۰متر
۱	۸۲	۸۲	۸۳	۷۵	۸۵	۸۶	۸۴	۸۱
۲	۷۳	۷۵	۸۲	۶۶	۸۱	۷۷	۸۷	۸۳
۳	۷۲	۷۵	۸۲	۷۲	۸۱	۷۶	۸۷	۸۳
۴	۷۴	۷۵	۸۳	۷۱	۸۵	۷۶	۸۴	۸۵
۵	۹۰	۷۴	۸۹	۸۷	۹۲	۹۶	۹۶	۹۴
۶	۸۷	۷۴	۹۰	۸۶	۹۱	۹۳	۹۲	۸۸
۷	۷۷	۷۲	۷۳	۶۷	۸۱	۷۶	۸۱	۷۶
۸	۸۳	۸۲	۸۲	۷۲	۸۸	۸۶	۸۴	۷۴
۹	۸۲	۸۱	۸۱	۷۳	۸۵	۸۴	۸۴	۷۹
۱۰	۷۷	۷۴	۷۳	۶۴	۸۰	۷۸	۷۵	۶۶
میانگین	۷۹/۷	۷۶/۴	۸۱/۸	۷۳/۳	۸۴/۹	۸۲/۸	۸۵/۴	۸۰/۹

با مقایسه مقادیر بدست آمده از عمق نفوذ مشاهده می‌شود که در کلیه نقاط اندازه‌گیری‌ها عمق نفوذ آب در خاک در روش آبیاری سنتی بیشتر از عمق نفوذ آب در روش آبیاری سیفونی می‌باشد. به‌عنوان نمونه در فاصله ۸۰ متری از ابتدای فارو در آبیاری نوبت اول با روش سنتی عمق نفوذ برابر ۸۱ سانتی‌متر و در آبیاری با روش سازه‌ای این عمق برابر ۷۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شده است. همچنین در این نقطه به‌طور متوسط برای ده نوبت آبیاری عمق نفوذ در روش سنتی ۷/۶ سانتی‌متر بیشتر از روش سازه‌ای می‌باشد.

محاسبه عملکرد محصول

پس از اتمام دوره کشت و هم‌زمان با برداشت محصول، عملکرد آن محاسبه گردید. نتایج نشان داد که عملکرد محصول آبیاری شده با روش سطحی‌سنتی ۸۷۹۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد محصول آبیاری شده با روش سازه‌ای ۸۷۴۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود علی‌رغم مصرف آب کمتر در روش سازه‌ای عملکرد محصول کشت شده در دو روش آبیاری تقریبا برابر می‌باشد. لذا می‌توان چنین بیان نمود که با کاربرد سازه سیفون در آبیاری علاوه صرفه‌جویی قابل ملاحظه در مصرف آب و افزایش راندمان آبیاری عملکرد تولید محصول کاهش نمی‌یابد. در شکل (۵) برای مقایسه بهتر، عملکرد محصول به‌دست آمده در دو روش آبیاری مقایسه شده است.

شکل (۵): عملکرد تولید محصول دردو روش آبیاری سطحی سنتی و سازه‌ای

کارایی مصرف آب

پس از محاسبه مقادیر حجم آب مصرفی و عملکرد محصول تولید شده با استفاده از رابطه (۱) نسبت وزن محصول تولید شده به حجم آب مصرفی در دو روش آبیاری تحت عنوان کارایی مصرف آب تعیین گردید که مقادیر آن در جدول (۷) ارائه گردیده است.

جدول (۷): مقایسه مقادیر کارائی مصرف آب در روش آبیاری سنتی و سازه ای

روش آبیاری	مقدار آب آبیاری (m^3/ha)	عملکرد(kg/ha)	کارائی مصرف آب(kg/m^3)
سنتی	۸۷۰۱/۴	۸۷۹۰	۱/۰۱
سازه ای	۷۴۵۰/۴	۸۷۴۰	۱/۲

با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که به کارگیری سازه سیفون در آبیاری سطحی گیاه ذرت باعث افزایش کارایی مصرف آب به میزان ۰/۱۹ کیلوگرم بر متر مکعب گردیده است.

محاسبه راندمان آبیاری

سیستم‌های آبیاری مزارع با این هدف طراحی و اجرا می‌شوند که آب مورد نیاز زراعت را مطابق با نیاز آبی آن با حداقل تلفات تأمین نمایند. در این تحقیق مقدار نیاز آبی گیاه ذرت با توجه به شرایط و خصوصیات منطقه مورد مطالعه تعیین گردید و سپس با معلوم بودن حجم آب مصرفی در دو روش آبیاری سنتی و سازه‌ای اقدام به محاسبه راندمان آبیاری گردید. مقادیر نیاز آبی، حجم آب مصرفی و راندمان آبیاری در جدول (۸) خلاصه گردیده است.

جدول (۸): مقادیر راندمان آبیاری در دو روش آبیاری سطحی سنتی و سازه‌ای

روش آبیاری	مقدارآب‌آبیاری(ham^3/)	نیازآبی (ham^3/)	راندمان‌آبیاری(درصد)
سطحی‌سنتی	۸۷۰۱/۴	۵۳۱۰	۶۱
سازه‌ای	۷۴۵۰/۴	۵۳۱۰	۷۱

همان‌طور که از جدول فوق مشاهده می‌شود راندمان آبیاری در روش سنتی برابر ۶۱ درصد و در روش سازه‌ای برابر ۷۱ درصد به‌دست آمده است یعنی استفاده از سازه سیفون در آبیاری سطحی باعث افزایش راندمان آبیاری به مقدار ۱۰ درصد گردیده است که این با نتایج حاصل از تحقیقات کانونی(۱۳۸۶) در افزایش راندمان آبیاری و همچنین تحقیقات عباسی و همکاران، (۱۳۹۵) در اینکه لزوما استفاده از روش‌های نوین آبیاری شامل روش‌های تحت فشار باعث افزایش قابل توجه عملکرد نمی‌شوند مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی‌ها نشان می‌دهند استفاده از سازه ساده سیفون در آبیاری موجب کاهش مصرف آب می‌گردد که این در شرایط کمبود منابع آبی کشور می‌تواند قدم مؤثری در استفاده بهینه از این منابع و صرفه‌جویی در مصرف آب باشد. همچنین نتایج نشان داد استفاده از سازه سیفون در آبیاری موجب افزایش سرعت پیشروی آب در طول جویچه‌ها می‌گردد. افزایش سرعت پیشروی آب می‌تواند دلیلی بر کاهش حجم آب مصرفی در هنگام استفاده از سیفون باشد زیرا که با افزایش سرعت حرکت آب، جریان سریع‌تر به انتهای مزرعه رسیده و آبیاری تکمیل می‌گردد. بررسی مقادیر عمق نفوذ آب در خاک نیز نشان داد که استفاده از سازه سیفون باعث کاهش مقادیر عمق نفوذ آب در خاک شده و از تلفات عمقی آب که در روش سنتی اتفاق می‌افتد تا حدی جلوگیری به‌عمل می‌آورد. البته با محاسبه عملکرد محصولات در دو روش آبیاری مشاهده شد که عملکردها با هم برابر بود و کاهش حجم آب مصرفی و عمق نفوذ و افزایش سرعت حرکت آب در زمان استفاده از سیفون موجب کاهش عملکرد محصول نشده است. نتایج این تحقیق میدانی همچنین نشان داد استفاده از سازه ارزان قیمت سیفون در آبیاری موجب افزایش کارائی مصرف آب و افزایش ده درصدی راندمان آبیاری می‌گردد که در برخی از روش های آبیاری این مقادیر بهبود با صرف هزینه‌های زیاد اولیه انجام می‌گردد. در انتها توصیه می شود در مناطقی که از روش آبیاری سطحی سنتی استفاده می شود برای افزایش راندمان آبیاری و جلوگیری از هدر رفت آب وصرفه جویی در زمان و سهولت در مدیریت صحیح آبیاری از سازه سیفون در آبیاری سطحی استفاده گردد.

منابع

اشرافی، ا. ن. حیدری و ف. عباسی. ۱۳۷۵. طراحی، ساخت و واسنجی فلومهای WSC. دومین گنگره ملی مسائل آب و خاک کشور ، ۲۷ الی ۳۰ بهمن‌ماه، تهران، ص ۲۱۶-۲۰۶.

زبردست، ش. و ت. سهرابی. ۱۳۹۴. تاثیر طول جویچه بر کارایی مصرف آب ذرت در آبیاری کامل و یک در میان. دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند، دانشگاه محقق اردبیلی، ص ۷-۲.

عباسی، ف.، س. فرحناز، و ن. عباسی. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. جلد ۱۷. شماره ۶۷. ص ۱۲۸-۱۱۳.

عباسی، ف.، ف. سهراب و ن. عباسی. ۱۳۹۶الف. ارزیابی اثرات آبیاری و تغییرات زمانی و مکانی آن در ایران ، موسسه تحقیقات مهندسی کشاورزی، یادداشت تحقیقاتی، شماره ۴۸۴۹۶.

عباسی، ف.، ا. ناصری، ف. سهراب، ج. بقانی، ن. عباسی و م. اکبری. ۱۳۹۶ب. ارتقای بهره وری آب کشاورزی. موسسه تحقیقات مهندسی کشاورزی، یادداشت تحقیقاتی، شماره ک. ۳۴۹۴.

فرداد، ح. ۱۳۶۹. آبیاری عمومی. انتشارات دانشگاه تهران.

کانونی، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقه مغان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۸، شماره ۲، ۳۲-۱۷.

مکاری قهرودی، ا.، ع. لیاقت و م. ج. نحوی‌نیا. ۱۳۹۲. کاربرد مدل WinSrfr3.1 در شبیه سازی آبیاری جویچه‌ای. نشریه آبیاری و زهکشی ایران جلد ۷، شماره ۱، ص ۶۷-۵۹.

ناصری، ا.، ف. عباسی و م. اکبری. ۱۳۹۵. برآورد مصرف آب در بخش کشاورزی. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. یادداشت تحقیقاتی شماره ۴۸۰۲۱.

نوابیان، م. و م. مسلمی کوچصفهانی. ۱۳۹۱. بهینه یابی طول جویچه و دبی جریان در آبیاری جویچه ای. مجله پژوهش آب ایران، سال ششم، شماره ۱۱، ص ۳۴-۲۷.

یاری، ع.، م. مشعل، س. ج. جبلی و ع. درزی. ۱۳۸۵. کالیبرا سیون و بهینه سازی سیفون آبگیری از کانالت‌ها همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب ۱۲الی۱۴اردیبهشت. ص ۱۰-۱.

Hart, W. E., and Heermann, D. F. 1977. Evaluating Water Distribution of Sprinkler Irrigation Systems. Technical Bulletin. No. 128. Colorado State University.

Lahmers, T. and Eden, S. 2018. Water and Irrigated Agriculture in Arizona. Water Resources Research Center College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona.

Singh, A., Jhorar, R. K., Kumar, S., and Kumar, N. 2018. Performance Evaluation of Surface Irrigation Method under Cotton-Wheat Rotation. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(5): 1014-1026.

Walker, W. R., and Skogerboe, G. V. 1987. Surface Irrigation Theory and Practice. Agricultural Water Management, 15(2): 205-207.

Use of Siphon in Irrigation and Comparison with Traditional Irrigation Method

Saber Khosronezhad[۱], Hesam Ghodousi[۲], Karamat Akhavan[۳]

Abstract

Traditional Surface irrigation is one of the common irrigation methods due to its simplicity. In this method, by removing the part of the transfer channel wall, water enter to the furrows but sometimes a simple structure called siphon also is used. This research has been done to evaluate two traditional and structural(siphon) surface irrigation methods in Moghan agricultural research station in 1396. For this purpose, two plots of farm were selected and in the first part traditional surface irrigation method was used and in the second part, the siphon structure was used for corn cultivation. The results of the research showed that in ten times irrigation, amount of water consumed in the structural method is 1251 cubic meters less than the traditional method. Also, the mean water velocity during furrows in structural irrigation method is 0.18 (m/min) more than traditional method. Water use efficiency and irrigation efficiency were respectively 1.01 and 61% in traditional irrigation method and 1.2 and 71% in structural irrigation method also crop yield in two methods was approximately the same. In general we can say that despite the crop yield equality, structural irrigation method is better than traditional method due to water saving and increasing irrigation efficiency.

Keywords: Irrigation efficiency, Irrigation management, Surface irrigation, Water use efficiency

۱- M.Sc. Hydro Structure Student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran. Saber.khosronejad@yahoo.com
۲- Assistant Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran. Corresponding Author Email: Ghodousi_he@Yahoo.com
۳- Ardabil Agricultural and Natural Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization, Ardabil, Iran. Akhavang120@Gmail.com