ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای گونه‌های درختی بادام و گردو با ارائه مدل ریاضی

رضا صالحی[۱]، سینا عطاروشن[۲*]، رمضانعلی پوررستمی[۳]، سیامک کاتبی‌فر[۴]

۱) کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۲) استادیار گروه علوم محیط زیست، مرکز تحقیقات گرد و غبار خلیج فارس، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۳) دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل دانشگاه تهران.

۴) کارشناسی ارشد کنترل و مبارزه با علف های هرز، پردیس علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: Sina_2934@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰**

چکیده

تحقیق حاضر بر روی سیستم آبیاری قطره‌ای در منطقه شهمیرزاد از توابع استان سمنان که با وسعت ۷۰۰ هکتار با محصول گردو و بادام اجرا شده، انتخاب گردیده و سیستم از نظر طراحی، اجرا و مدیریت بهره‌برداری، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و مدلی ریاضی برای آن تهیه گردید. ورودی مدل شامل فشار و انرژی در ابتدای سیستم و قطر لوله‌های بکار رفته بوده؛ و با استفاده از روابط و معادلات پیوستگی و نیز معادلات انرژی و افت، میزان افت در لوله‌ها، سرعت جریان، فشار، دبی و انرژی را در قالب جداول و نمودار ارائه می‌دهد. کارآیی مدل و سناریوهایی که می‌توان در این مدل ارائه نمود و نیز پارامترهای ارزیابی بر اساس دستورالعمل اداره حفاظت خاک امریکا (SCS) که توسط استاندارد ASAE توصیه شده، می‌باشد. سیستم با متوسط یکنواختی ریزش ۸۵/۷۴ درصد در مانیفلد (EUm) و متوسط ضریب کاهش راندمان (ERF) ۰/۶۴ و متوسط یکنواختی ریزش ۵۴/۸۷ درصد در سیستم (EUs) و پتانسیل راندمان کاربرد (PELQ) به مقدار ۴۹/۸۸ درصد می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی که در چند مرحله انجام شد، سیستم در مرحله اجرا و مدیریت بهره‌برداری دارای اشکالات زیادی بوده و ضعیف ارزیابی می‌شود. بالا بودن ضریب تغییرات ساخت قطره چکان‌ها (۲۶ درصد) و ضعف مدیریت سیستم، به دلیل کم بودن پتانسیل راندمان کاربرد، در این تحقیق مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی : آبیاری قطره‌ای، قطره چکان، راندمان آبیاری، مدل ریاضی.

مقدمه

توسعه اصولی آبیاری تحت فشار می‌تواند قدم مؤثری برای بالابردن راندمان کاربرد آب در مزرعه باشد و از بین این سیستم‌ها، آبیاری قطره‌ای به لحاظ پتانسیل ایده‌آل در توزیع آب با راندمان بالا یک راه حل مطمئن در جهت استفاده بهینه از منابع آب خواهد بود. بطوری‌که یکی از اهداف سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، تأمین آب مورد نیاز گیاه با راندمان و توزیع یکنواختی مناسب می‌باشد. اما بایستی به میزان کارآیی بهره‌برداری این‌گونه سیستم‌ها نیز توجه خاصی شود تا جهت نیل به اهداف طراحی، مورد ارزیابی قرار گیرد. ارزیابی شامل تعیین فاکتورهای ارزیابی شامل: یکنواختی پخش در مانیفلدها (EUm)[1]، یکنواختی پخش در سیستم[2] (EUS)، بازده پتانسیل کاربرد ربع پایین[3] (PELQ) بوده و توزیع یکنواختی را در حین انجام کار طبیعی سیستم اندازه‌گیری می‌کند و هدف از آن عمدتا تعیین راندمان‌های موجود سیستم و در نهایت شناسایی وضع موجود، مقایسه وضع موجود با استاندارد انتخاب شده و درنتیجه ارائه راه حل‌ها و پیشنهاداتی عملی و علمی در جهت افزایش بازدهی و عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای و در نهایت استخراج اطلاعات و توصیه روش‌هایی برای طراحی سیستم می‌باشد. به بیانی بهتر ارزیابی سیستم به این واقعیت می‌پردازد که آیا سیستم توانسته است به اهداف طراحی برسد یا خیر و در صورت مثبت بودن جواب، سیستم چند درصد موفق بوده است. کاربرد مدل‌های ریاضی در ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای در دهه‌های اخیر متداول شده است و استفاده از مدل، منجر به ارزیابی دقیق، در زمان کوتاه خواهد شد. همچنین با کاربرد این‌گونه مدل‌ها، نیازی به بسیاری از آزمایشات و اندازه‌گیری‌های در محل نبوده و می‌توان با کم‌ترین هزینه سناریوها و حالت‌های مختلف را بررسی کرده و نتایج را در قالب مدل دیده و درنهایت پیشنهادات و راهکارهای اصلاحی و مدیریتی را اعمال کرد. ارزیابی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در ایران به اواخر دهه ۵۰ برمی‌گردد که برای اولین بار سیستم‌های تحت فشار مورد ارزیابی قرار گرفتند و در آن‌ها بدلیل پایین بودن راندمان‌های یکنواختی و کاربرد، از سیستم‌های اجرا شده به شدت انتقاد شده است (کشاورز، ۱۳۵۸). تحقیق دیگری با همین عنوان در استان سمنان انجام گردید و در آن پنج سیستم آبیاری قطره‌ای اجرا شده در سطح استان از نظر طراحی، اجرا و مدیریت بهره‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفت و متوسط یکنواختی ریزش قطره چکان‌ها را از ۵۷/۲ درصد تا ۸۱/۷ درصد و وضعیت نهایی آن‌ها در سه مورد ضعیف، در یک مورد متوسط و در مورد آخر نیز خوب گزارش گردید. در پایان استاندارد کردن وسایل و ابزارآلات مورد استفاده در آبیاری قطره‌ای، ارزیابی سیستم‌های آبیاری پس از اجرا، دقت در صلاحیت شرکت‌های اجرایی و نظارت بر فعالیت‌های آنان و نیز آموزش مدیران و کارگران مزارع جهت بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌ها را پیشنهاد کرده‌اند (سلامت‌منش، ۱۳۷۵). همچنین طبق تحقیق دیگری که در این زمینه صورت گرفت، در آن سیستم‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در سطح کشور، از نظر اقتصادی در

[1] . Emission Uniformity of Manifold

[2] . Emission Uniformity of System

[3] . Potential Application Efficiency of Low Quarter

بسیاری از موارد ناکارآمد و ضعیف معرفی شده است و عمده دلایل آن را درنظر نگرفتن تمام شرایط موثر در طرح از جمله شرایط اقتصادی، فرهنگی منطقه طرح و نیز عدم انجام کار کارشناسی در زمینه انتخاب سیستم آبیاری عنوان کرده‌اند (اکبردخت‌بمی، ۱۳۷۶). وضعیت سیستم‌های اجرا شده در کشورهای دیگر نیز بسیار مناسب نمی‌باشد در همین راستا ۹ سیستم آبیاری قطره‌ای در منطقه آنتالیا واقع در کشور ترکیه به عنوان نمونه مورد ارزیابی قرار گرفته شده و ضعف طراحی، عمل ضعیف فیلترها، گرفتگی قطره چکان‌ها به عنوان مشکلات عمده سیستم‌ها معرفی شده‌اند و در نهایت اعلام کرده‌اند که دقت لازم در طراحی و استفاده از استانداردهای جهانی و نیز آبشویی مداوم و به موقع فیلترها، لوله‌ها و قطره چکان‌ها می‌تواند در بالابردن کارآیی سیستم بسیار موثر باشد (Yildirim, 2003). ولی متاسفانه در زمینه کاربرد مدل‌های کامپیوتری در ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای، کاری آن‌چنانی صورت نگرفته است و نمونه‌های موجود بسیار کم می‌باشند. تحقیقی باعنوان طراحی هیدرولیکی آبیاری قطره‌ای با ارائه مدل کامپیوتری تنها کار صورت گرفته در ایران می‌باشد (باحجب‌خشنودی، ۱۳۷۳) و در بین تحقیقات انجام شده در کشورهای دیگر از جمله می‌توان به مطلبی تحت عنوان شبیه‌سازی مدلی جهت طراحی و ارزیابی سیستم‌های خرد آبیاری اشاره کرد که در آن به بررسی مدل AVALOC پرداخته شده و در پایان به این نتیجه رسیده‌اند که مدل‌های شبیه‌سازی می‌توانند عاملی در بالابردن یکنواختی سیستم باشند. این مدل با نرم‌افزار ویژوال بیسیک ۴ نوشته شده و در محیط ویندوز کار می‌کند. ورودی این سیستم را اطلاعاتی در رابطه با فاکتورهای قطره چکان‌ها و لوله‌ها می‌باشد و پس از طی مراحل ساده و رفع اشکالات موجود، یکنواختی سیستم را مورد بررسی قرار داده و نتایج ارزیابی را اعلام می‌کند (Pedras and Pereira, 2001). همچنین در تحقیق دیگری به این نتیجه رسیده‌اند که شبیه‌سازی در زمینه ادوات مورد استفاده در سیستم‌های تحت فشار راندمان اجزاء سیستم را می‌تواند تا ۵۰٪ افزایش دهد (Ensworth, 2000). نرم‌افزارهایی هم توسط سازمان‌ها و مؤسسات و شرکت‌های مربوط به آبیاری در سطح جهانی ارائه گردیده است که از جمله آن‌ها می‌توان به نرم افزار AGWATER[4] (نرم‌افزار مربوط به یکنواختی پخش و ارزیابی تمامی سیستم‌ها) اشاره کرد. در همین راستا سیستم آبیاری قطره‌ای شهمیرزاد با وسعت ۷۰۰ هکتار (واقع در استان سمنان) که بزرگترین سیستم آبیاری قطره‌ای اجرا شده در خاورمیانه است و خودنمادی از یک طرح ملی می‌باشد، برای ارزیابی انتخاب گردید و پس از تهیه مدل ریاضی، سیستم مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در این مقاله ارائه خواهد شد. در این مدل پارامترهای ارزیابی از جمله یکنواختی ریزش در سیستم، راندمان کاربرد آب مورد ارزیابی قرار گرفتند.

[4]. Agr. Irrigation Evaluation & Distribution Uniformity

مواد و روش‌ها

سیستم مورد ارزیابی با مساحت تقریبی ۷۰۰ هکتار در منطقه شهمیرزاد از توابع استان سمنان زیر کشت نهال‌های گردو و بادام قرار گرفته است. منطقه شهمیرزاد با ارتفاع ۱۱۱۷ متری از سطح دریا در دامنه‌های جنوبی کوه‌های البرز واقع شده است و از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۳۴ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است و با توجه به موقعیت جغرافیایی آن در استان از زمستانی سرد و تابستانی معتدل برخوردار است. آب مورد استفاده در سیستم آبیاری قطره‌ای از نظر شیمیایی دارای کیفیتی بسیار مطلوب بوده و از نظر احتمال گرفتگی قطره چکان‌ها بسیار ضعیف می‌باشد، چراکه شاخص اشباع لانژیلر آب طرح ۰/۳۵+ محاسبه شده است[۵]، که نشان‌دهنده تمایل نسبی رسوب کربنات کلسیم می‌باشد. اگرچه با گرم شدن آب در طول لوله‌های فرعی بر این مشکل افزوده می‌شود و نیز با در نظر گرفتن نتایج آزمایش کیفی آب مورد استفاده در طرح (جدول ۱) از جمله پایین بودن مواد معلق و نمک آب (TDS و EC) و غلظت مواد دیگر، این مطلب به وضوح خود را نشان می‌دهد. توپوگرافی شدید و بافت درشت خاک مزرعه از یک طرف و محدودیت منابع آبی چنین طرح عظیمی از سوی دیگر، سیستم آبیاری قطره‌ای را به عنوان بهترین گزینه دیکته می‌کند، همچنین عمق کم خاک زراعی و هزینه بسیار زیاد عملیات تسطیح، امکان استفاده از روش آبیاری سطحی را عملا غیرقابل امکان می‌سازد.

جدول ۱: نتیجه تجزیه شیمیایی آب سیستم

عناصر (واحد)	کمیت	عناصر (واحد)	کمیت
$Co3^{--}$ (meq/l)	۰/۲	Ca^{++} (meq/l)	۰/۸
$Hco3^{-}$ (meq/l)	۱/۸	Mg^{++} (meq/l)	۱/۶
cl^{-} (meq/l)	۰/۲	Na^{+} (meq/l)	۰/۲
$So4^{--}$ (meq/l)	۰/۵	k^{+} (meq/l)	-
Sum of Anions	۲/۷	Sum of Cations	۲/۶
TDS ppm	۱۷۵	SAR	۰/۱۸
EC * 10^6	۲۶۵	سختی کل	۱۲۰
PH	۸/۴۵	LSI	+ ۰/۳۵

شیب عمومی این اراضی از شمال به جنوب زمین پنج تا هفت درصد و از شرق به غرب بسیار متغیر و عموما تراز می‌باشد و به دلیل گستردگی زیاد و کوهپایه‌ای بودن منطقه، دارای تغییرات شدید توپوگرافی می‌باشد. در این طرح قریب به ۱۳۳ واحد آبیاری وجود دارد که متوسط سطح هر واحد آبیاری در حدود ۴/۵ هکتار می‌باشد. جنس لوله‌های مانیفلد پلی‌اتیلن سخت بوده

[۲]. چنانچه مقدار شاخص اشباع مثبت شود نشان دهنده آن است که آب دارای پتانسیل رسوب کربنات کلسیم می باشد و در صورتی که مقدار آن منفی شود ، نشانگر عدم رسوب کربنات کلسیم می باشد (علیزاده، ۱۳۸۹).

و حداکثر قطر لوله اصلی در این طرح ۲۵۰ میلی‌متر و حداقل آن در مانیفلدها ۳۲ میلی‌متر می‌باشد. لوله‌های فرعی از جنس پلی‌اتیلن نرم و به قطر ۱۶ میلی‌متر می‌باشند. آرایش قطره چکان‌ها با ۸ عدد قطره چکان ۴ لیتر در ساعت به صورت لوپ اجرا گردیده است. مدول آبیاری طرح تقریبا ۰/۴ لیتر در ثانیه در هکتار می‌باشد. از آنجایی‌که منبع هوایی در حدود ۳۰ متر بالاتر از واحد کنترل مرکزی قرار دارد و شیب توپوگرافی عمومی زمین نیز بیش از شیب هیدرولیکی می‌باشد، جهت کنترل فشار در ابتدای هر مانیفلد از یک فشارشکن چند واحدی استفاده شده است. کار پمپاژ آب از سد به درون سیستم توسط یک پمپ از نوع آسیابی با چهار طبقه با یک الکتروموتور ۱۴۰۰ دور با قدرت ۳۷ اسب بخار و با ۷۰ متر ارتفاع پرتاب تعبیه شده است. یک سیکلون ۲۴ اینچ و دو عدد تانک شن ۶ اینچ و ۸ عدد فیلتر توری ۷۵ سانتی‌متری تعبیه گردیده است. یک تانک کود ۲۰۰ لیتری قبل از فیلتر توری کار گذاشته شده و عمل تزریق کود به سیستم را انجام می‌دهد.

توصیه عملی استاندارد ASAE (ASAE Standards, 1990) و دستورالعمل سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) که در نشریه شماره ۳۶ فائو آمده، به منظور ارزیابی انتخاب گردیده است. دلیل انتخاب این روش کارآیی بالاتر آن می‌باشد (سلامت‌منش، ۱۳۷۵). مهم‌ترین قسمت ارزیابی یک سیستم نحوه جمع‌آوری دبی قطره چکان‌ها می‌باشد. در ابتدای کار خصوصیات گیاه، خاک، پارامترهای آبیاری شامل دور، مدت، خصوصیات قطره چکان، نحوه آرایش و دیگر خصوصیات طرح جمع‌آوری و ثبت گردید. برای اندازه‌گیری چهار لوله فرعی در طول مانیفلد در واحدهای مربوطه انتخاب شدند. این لوله‌ها به ترتیب نزدیکی ورودی، یک سوم طول، دو سوم طول و نزدیک خروجی مانیفلد انتخاب شدند. بر روی هر یک از لوله‌های فرعی انتخاب شده نیز ۴ درخت برای ارزیابی انتخاب شدند. دبی قطره چکان‌های پای درختان به صورت دقیق جمع‌آوری و ثبت شدند. درخت اول، درخت یک سوم، درخت دو سوم و درخت آخر جهت اندازه‌گیری دبی قطره چکان‌ها انتخاب گردید. پای هر درخت، دبی قطره چکان‌ها اندازه‌گیری شده و در نهایت اعداد و ارقام مربوط به ۱۶ درخت در هر مانیفلد در فرم مربوطه ثبت گردیدند. فشار آب در دو انتهای هر لوله فرعی که در شرایط معمولی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، اندازه‌گیری و ثبت گردید. در محل ورودی لوله فرعی، به وسیله فشارسنج، فشار ابتدای لوله فرعی اندازه‌گیری شد. پس از این مراحل برای هر مانیفلد، ۱۶ فشار، ۳۲ حجم آب در محل ۱۶ درخت مختلف برای نقاط ریزش مجزا بدست آمد (سلامت‌منش، ۱۳۷۵). مدل با استفاده از روابط و معادلات پیوستگی (رابطه ۲) و نیز معادلات افت (رابطه ۱) در طول لوله‌ها و نیز با استفاده از امکانات کامپیوتری موجود، به صورت شبکه‌ای کامپیوتری ارائه شده است. ورودی مدل شامل قطر لوله، دبی عبوری از لوله‌ها، ارتفاع از سطح دریا و فشار در ابتدای سیستم، شیب در جهت لوله‌ها و خروجی مدل شامل افت در طول لوله‌ها، سرعت جریان عبوری از لوله‌ها، فشار و انرژی (رابطه ۳) در هر نقطه از سیستم می‌باشد و در نهایت از روابط آماری (رابطه ۴) جهت محاسبه میزان تغییرات فشار و انرژی و انحراف از معیار آن‌ها استفاده شده است.

$$H_f = 47.145 \times Q^{1.75} \times D^{(-4.75)} \times \frac{L}{100} \qquad D \leq 110mm$$ (رابطه ۱)

$$H_f = 29.749 \times Q^{1.83} \times D^{(-4.83)} \times \frac{L}{100} \qquad D \leq 110mm$$

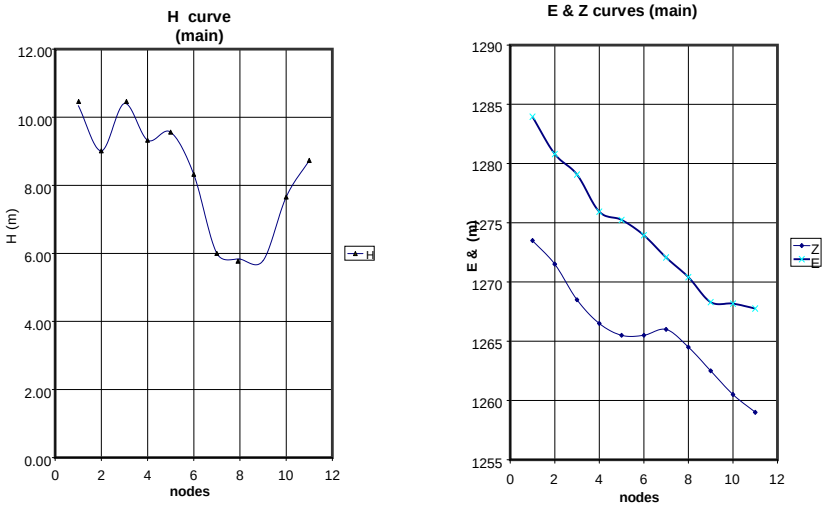
$$Q = A \times V = \pi \times D^2 \times \frac{V}{4}$$ (رابطه ۲)

$$E = Z + H + \frac{V^2}{(2g)}$$ (رابطه ۳)

روابط ۴- روابط آماری (میانگین، انحراف از معیار و ضریب تغییرات) مورد استفاده در تهیه مدل

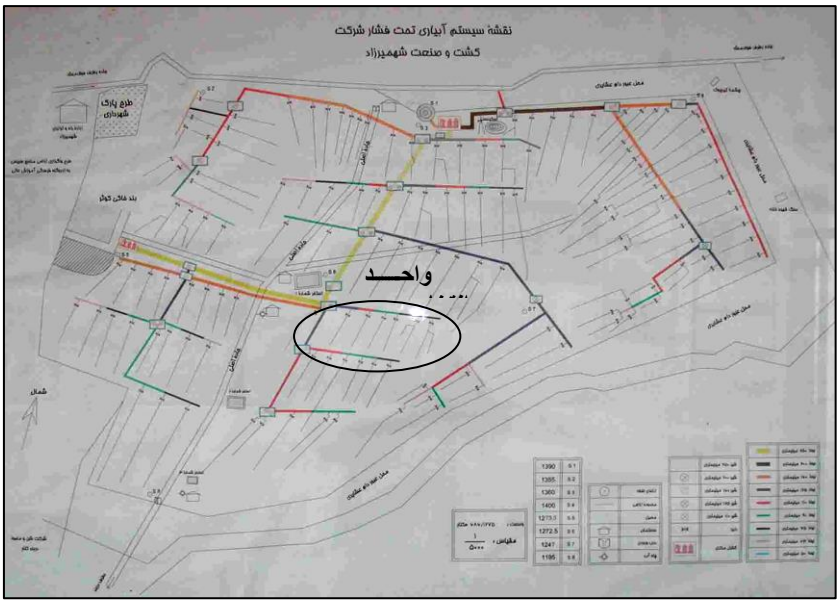
$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \qquad S_d = \sqrt{\frac{(X_1)^2+(X_2)^2+\cdots+(X_n)^2-(nX_a)^2}{(n-1)}} \qquad CV = \frac{S_d}{X_a}$$

علاوه بر جداول مربوطه گراف‌های مربوط به ارتفاع، سطح انرژی و فشار از دیگر خروجی‌های مدل می‌باشد که نتایج را به صورت شماتیک نشان می‌دهد (شکل ۱).



شکل ۱: نمونه ای از خروجی مدل

تحقیق و ارزیابی مذکور بر روی یک واحد بزرگ از این سیستم (شامل لوله اصلی و ۷ مانیفلد تحت پوشش آن) اجرا شده است که نتایج آن ذیلا ذکر می‌گردند (شمایی از این طرح در شکل ۲ آمده است).



شکل ۲: نقشه سیستم آبیاری و واحد انتخابی

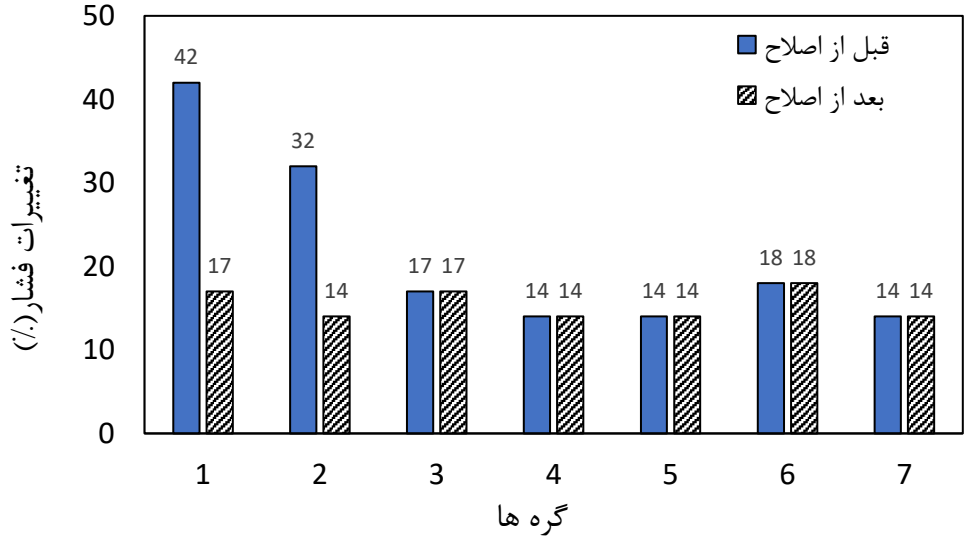
نتایج و بحث

فرمول دبی - فشار قطره چکان‌ها برای این سیستم نیز به صورت زیر می‌باشد:

$$q = 1.22H^{0.76}$$

(رابطه ۵)

اما با توجه به اینکه قطره چکان‌های مورد استفاده در این طرح از نوع قطره چکان‌های بلند مسیر (Long path) است که به صورت in-line قرار گرفته‌اند و مقدار معمولی x در این نوع از قطره چکان‌ها معمولا ۰/۷ تا ۰/۸ می‌باشد. لذا عدد بدست آمده در محدوده مجاز قرار دارد (علیزاده، ۱۳۸۹). با توجه به دبی‌های بدست آمده در شرایط آزمایشگاهی که تقریبا در یک فشار کار می کردند، مقادیر میانگین و انحراف از معیار بدست آمده و از آنجا مقدار ضریب تغییرات ساخت قطره چکان‌ها بدست می‌آید که نتیجه عدد ۲۶٪ را نشان می‌دهد. با داشتن ضریب تغییرات قطره چکان‌ها و تعداد قطره چکان‌هایی که برای هر درخت درنظر گرفته شده‌اند، ضریب تغییرات سیستم بدست می‌آید که مقدار آن در این طرح حدود ۹٪ می‌باشد. این عدد نشانگر این مطلب است که قطره چکان‌ها و سیستم از نظر ضریب تغییرات در شرایط مناسبی قرار ندارد (علیزاده، ۱۳۸۹). با توجه به اینکه مهم‌ترین مطلب در آبیاری قطره‌ای، یکنواختی دبی قطره چکان‌ها می‌باشد و از طرفی دبی با فشار رابطه مستقیم دارد، لذا محاسبات و ارزیابی‌ها براساس فشارهای محاسبه شده و اندازه‌گیری شده خواهد بود. تغییرات فشار در طول لوله اصلی، حدود ۲۱٪ می‌باشد که تا حدی بیشتر از حد استاندارد (۲۰ درصد) می‌باشد، اما ضریب تغییرات فشار در مانیفلدها بسیار متغیر است که بیش‌ترین آن‌ها به ترتیب ۴۲ و ۳۲ درصد می‌باشند که نتایج نامناسبی است و حتما باید تغییرات اصلاحی در آن‌ها صورت پذیرد. نتایج در شکل ۳ آمده است. این جدول نتایج را پس از اعمال نظرات اصلاحی پیشنهادی نیز نشان می‌دهد که از طریق مدل بدست آمده است.



شکل ۳: جدول و نمودار فشار در گره‌ها

تمامی لوله‌های مانیفلد در جهت سرپایینی قرار دارند و چون شیب توپوگرافی بیش از گرادیان فشار می‌باشد، لذا در این طرح شایسته است قطر لوله بر مبنای حداکثر سرعت تعیین شود و توجه به حداکثر سرعت ایجاد شده در ابتدای مانیفلد این واقعیت را روشن می‌سازد که به‌طورکلی قطر مانیفلد، درصورتی‌که جهت جبران افت، انرژی مصرف شود، مناسب در نظر گرفته شده است. در مزرعه حاضر که افت توسط نیروی ثقل جبران می‌شود، می‌بایست از حداکثر سرعت مجاز در لوله‌های مانیفلد استفاده نمود. لوله‌های فرعی نیز در دو طرف مانیفلدها قرار گرفته‌اند که به صورت زوج از گره‌های روی مانیفلدها جدا می‌شوند و باتوجه به اینکه منطقه طرح در طول لوله‌های فرعی (شرق به غرب و یا بالعکس) تغییرات آنچنانی ندارد، لذا همه لوله‌های فرعی تقریبا وضعیت یکسانی دارند و شرایط آن‌ها متاثر از تعداد درختانی است که در مسیر لوله فرعی قرار دارند. در این طرح لوله‌های فرعی از ۳ تا ۵ درخت را پوشش می‌دهند که مشخصات آن‌ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: وضعیت هیدرولیکی لوله‌های فرعی در سیستم

No. of Tree	L (m)	Q (l/h)	V (m/s)	J (m/100m)	F	Hf (m)
۳	۴۵	۹۶	۰/۱۳	۰/۲۶۵	۰/۵۲	۰/۰۶۲
۴	۶۰	۱۲۸	۰/۱۷	۰/۴۳۸	۰/۴۷	۰/۱۲۳
۵	۷۵	۱۶۰	۰/۲۲	۰/۶۴۷	۰/۴۴	۰/۲۱۴

اختلاف فشار در داخل لوله‌های فرعی بسیار ناچیز است به‌طوری‌که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، سرعت جریان در آن‌ها پایین بوده، لذا افت اصطکاک در آن‌ها نیز بالطبع پایین خواهد بود و در مناطقی که اختلاف فشار قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود، مربوط به افت اصطکاکی نبوده بلکه بدین دلیل است که در بعضی نقاط سیستم، حرکت لوله‌های فرعی روی خطوط تراز نبوده و

تابع شکل باغ احداثی می‌باشد. محاسبات نشان می‌دهد که بدون در نظر گرفتن شیب در طول لوله فرعی و با توجه به آرایش نهایی مدنظر تا عرض ۱۳۰ متر را نیز با یک مانیفلد می‌توان تحت پوشش قرار داد. ولی طول لوله‌های فرعی بیش‌تر تابع توپوگرافی منطقه بوده، به گونه‌ای که در بیش‌تر مناطق حداکثر ۵ درخت را می‌توان با یک لوله فرعی آبیاری نمود. مقدار حداکثر MLIP (حداقل فشار ورودی به لوله فرعی) اندازه‌گیری شده گواهی این مدعا است که فشارشکن‌ها کارآیی نداشته و باید نسبت به تعویض آن‌ها اقدام نمود. افزایش فشار باعث قطع اتصالات و ترکیدگی لوله‌ها می‌گشت. عدم کیفیت واشرها و غیراستاندارد بودن مقداری از لوله‌های به کار رفته بر مشکلات ایجاد شده می‌افزاید. متوسط مقدار ERF (فاکتور کاهش راندمان) در این مزرعه ۰/۶۹ می‌باشد. تغییرات توپوگرافی در طول هر مانیفلد و اختلاف ارتفاع ورودی مانیفلدهایی که با هم کار می‌کنند باعث کم شدن مقدار ERF شده است. نتایج چهار مرتبه ارزیابی در جدول ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۳: نتایج نهایی ارزیابی سیستم

ارزیابی	EUm (%)	ERF	EUs (%)	PELQ (%)	توصیف عملکرد سیستم
۱	۹۱/۸۱	۰/۶۴	۵۸/۷۵	۵۳/۴۲	ضعیف
۲	۸۲/۷۲	۰/۶۴	۵۲/۹۳	۴۸/۱۲	ضعیف
۳	۸۸/۲۲	۰/۶۴	۵۶/۴۶	۵۱/۳۳	ضعیف
۴	۸۰/۲۲	۰/۶۴	۵۱/۳۴	۴۷/۶۷	ضعیف
متوسط	۸۵/۷۴	۰/۶۴	۵۴/۸۷	۴۹/۸۸	ضعیف

همان‌طور که مشاهده می‌شود سیستم مورد ارزیابی دارای $EU_m = 85.7\%$ و $EU_s = 54.8\%$ می‌باشد. مقدار EU_m در حقیقت توان یک واحد آبیاری قطره‌ای را در توزیع یکنواخت آب نشان می‌دهد. مقدار پایین ERF نیز در حقیقت مشکل عدم آشنایی کشاورزان و ضرورت امر آموزش مدیریت بهره‌برداری سیستم‌ها را نشان می‌دهد. کم بودن PELQ از یک سو به ضریب تغییرات ساخت قطره چکان‌ها و از سوی دیگر مربوط به راهبری مدیریت سیستم‌ها بر می‌گردد. با تنظیم سیستم در حال کار و رفع نواقص می‌توان درصد قابل توجهی به مقدار EU_s و PELQ افزود.

نتیجه‌گیری

در شرایط کنونی بهره‌برداری، آبیاری قطره‌ای مزیتی بر دیگر سیستم‌ها داشته و در اغلب موارد به لحاظ شرایط خاص مزارع شاید بهترین راه حل به شمار می‌رود. یک سیستم موفق تابع عملکرد درست سه اصل طراحی، اجرا و بهره‌برداری می‌باشد و از آنجایی‌که سیستم حاضر با توجه به وسعت آن می‌تواند به عنوان الگو نه تنها در منطقه بلکه در سطح کشور و حتی در سطح خاورمیانه مطرح باشد، لذا باید کارشناسان آبیاری با بازدید مداوم از طرح‌ها و رفع نواقص مورد بررسی با تضمین موفقیت، باعث

فراگیرشـــدن روش نوین آبیاری قطره‌ای گردند. تحقق این امر مرهون وجدان کاری تمامی کســـانی اســـت که به نحوی با این سیستم سروکار دارند. با توجه به مطالعات انجام شده پیشنهادات ذیل ارائه می‌شود:

تعیین ضـوابط و معیارهای مشـخص بر مبنای اسـتانداردها و تحقیقات انجام شـده در ارائه گزارش تکمیلی طرح‌ها، سـرعت بخشـیدن به امر اسـتاندارد کردن وسـایل و ضـمائم سـیسـتم آبیاری قطره‌ای و کنترل کیفی، ارزیابی عملکرد طرح‌ها بعد از اجرا و رفع نواقص مربوطه به منظور بالابردن سطح کیفی عملکرد سیسـتم‌ها، ارزیابی و تأیید صلاحیت شرکت های اجرائی و نظارت بر فعالیت‌های آن‌ها، آموزش مدیران و کارگران مزارع جهت بهره‌برداری و نگهداری ســـیســـتم‌ها و بهره‌برداری صـــحیح از آن‌ها، درصورت امکان و حتی‌المقدور تنظیم برنامه آبیاری قطره‌ای در مناطق گرمسیر بصورت آبیاری شبانه تنظیم گردد، شـستشوی لوله‌ها قبل از راه‌اندازی و دو تا سه بار در طول فصل زراعی و رعایت ضوابط مربوط به نصب لوله‌ها رعایت گردد؛ آبیاری قطره‌ای بایستی هر روز و درصورت کم‌آبی با حداقل فاصله آبیاری انجام شود؛ حتی‌الامکان سعی شود زمان آبیاری از هنگام عصر که هوا رو به خنکی می‌رود، باشـد؛ قراردادن دو فشـارسـنج در ابتدا و انتهای مرکز کنترل (فیلترها) و ضـروری اسـت تا میزان افت آن‌ها مشخص گردد تا با افزایش افت فشار، بهره‌بردار سیستم متوجه گرفتگی فیلترها گشته و اقدام به تمیز نمودن آن‌ها نماید.

منابع

اکبردخت‌بمی، م. (۱۳۷۶). ارزیابی اقتصادی سیستم‌های آبیاری تحت فشار قطره‌ای و بابلر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه.

باحجت‌خشنودی، ا. (۱۳۷۳). طراحی هیدرولیکی آبیاری قطره‌ای با ارائه مدل کامپیوتری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

سلامت‌منش، غ. (۱۳۷۵). بررسی و ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در سطح استان سمنان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

علیزاده، ا. (۱۳۸۹). اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۴۹۴ص.

قاسم‌زاده مجاوری، ف. (۱۳۷۷). ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع ، چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۳۶ص.

کشاورز، ع. (۱۳۵۸). ارزیابی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

ASAE Standards, (1990). Field Evaluation of Micro-Irrigation Systems, EP458.

Ensworth, M. (2000). Simulation helps improve performance by over 50% in irrigation components. Journal articles by fluent software users, JA109.

Pedras, C. M. G. and Pereira L. S. (2001). A Simulation Model for Design and Evaluation of Micro-Irrigation Systems. Journal of Irrigation and Drainage, 50 (4), pp: 323-334.

Yildirim, O. (2003). Design of irrigation systems. Ankara University, Faculty of Agriculture Public, Ankara, 1536p.

Evaluation of Almond and Walnut tree species drip irrigation system by mathematical model

Reza Salehi[1], Sina Attarroshan[2*], Ramezanali Pourrostami[3], Siamak Katebifar[4]

1) M.Sc. Graduated of Irrigation engineering in Tehran University.

2) Department of Environment, Persian Gulf Dust Research Center, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

3) Ph.D. Graduated of silviculture and forest ecology in Tehran University.

4) M.Sc. Graduated of weed biology and management, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

***Correspondence Author:** Sina_2934@yahoo.com

Received Date: 2021. 05. 04 **Accepted Date: 2021. 09. 01**

Abstract

The drip irrigation systems are an ideal potential in water distribution with high efficiency, it is considered to be a safe way toward better usage of water supplies. In the direction of quantity, one must also pay attention to the quality of the plans and must be evaluated. How this evaluation is easier and faster and cheaper, it will be more economical, usage of computer facilities and presenting mathematical and computer models are the best way. Besides, by using models, it does not need to do most of measurements in site and without any payment or with the lowest payment, we will be able to research scenarios and different conditions and see the results in the models and finally apply the suggestions and improving and management solutions. In this study, the existing drip irrigation system that applied in Shahmirzad of Semnan province(IRAN) was survived and evaluated according to plan and performance and management and finally mathematical model was performed too. The evaluation parameters were chosen on the basis of Soil Conservation Services (SCS). The System evaluated with EUm of 85.7 Percent, ERF of 0.64 and EUs of 54.8 percent. Average amount of EUm in the whole manifolds under investigation was about 87.3 percent and ERF of 0.79.

Keywords: Drip irrigation, Dripper, Irrigation Efficiency, Mathematical model.