

بررسی و ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای استان کردستان

عیسی معروف‌پور^۱ و مهدی ابراهیم‌پور^۲

چکیده

سیستم‌های آبیاری قطره‌ای با اینکه به سطح بالایی از تکنولوژی رسیده‌اند، به دلیل‌های زیادی نمی‌توانند فایده‌های بالقوه و اسمی خود را ارائه کنند. بنابراین با ارزیابی میدانی این سیستم‌ها می‌توان نقاط ضعف و قوت آن‌ها پی برده و زمینه بهره‌برداری بهتر از آن‌ها را با اصلاح و شیوه‌های جدید مدیریتی فراهم کرد. در این مطالعه ۱۱ سیستم آبیاری قطره‌ای در استان کردستان انتخاب و ارزیابی شد. اندازه‌گیری‌ها طبق دستورالعمل اداره حفاظت خاک آمریکا انجام شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که در بیشتر سیستم‌ها دبی قطره‌چکان‌ها به میزان زیادی، به دلیل نامناسب بودن فشار، گرفتگی و یا ضریب تغییرات بالای قطره‌چکان‌ها، کمتر از دبی اسمی آن‌ها است. درصد مساحت خیس شده نسبت به مساحت کل بین ۸/۳ تا ۵۵ درصد نوسان داشت و یکنواختی ریزش آب در سیستم‌ها بین ۱۶/۵۹ تا ۷۹/۴ درصد متغیر بود. میزان راندمان کاربرد ربع پایین مزرعه‌ها در محدوده ۱۶/۶ تا ۷۹/۳ درصد متغیر است. بر مبنای این شاخص فقط ۲ مزرعه عملکرد متوسط و بقیه عملکرد ضعیف داشتند. از دلیل‌های پایین بودن عملکرد سیستم‌ها می‌توان به نامناسب بودن فشار سیستم‌ها، اختلاف فشار در سیستم، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، ضریب تغییرات ساخت بالای قطره‌چکان‌ها و مدیریت ضعیف بهره‌برداری سیستم‌ها اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری موضعی، آبیاری میکرو، راندمان پتانسیل کاربرد ربع پایین، یکنواختی ریزش.

ارجاع: معروف‌پور ع. و ابراهیم‌پور م. ۱۳۹۳. بررسی و ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای استان کردستان. مجله پژوهش آب ایران. ۸(۱۵): ۱۹۷-۲۰۵.

۱- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

* نویسنده مسئول: Isamarofpoor@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۰۴

مقدمه

امروزه افزایش جمعیت و صنعتی شدن، سبب افزایش تقاضا برای مصرف آب شده است. پس در توسعه کشاورزی پایدار باید به مفاهیم صرفه‌جویی و افزایش راندمان کاربرد توجه کرد (سهرابی و گازری، ۱۳۷۵). با بررسی و ارزیابی میدانی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای می‌توان به نقاط ضعف و قوت آن‌ها پی برده و زمینه بهره‌برداری بهتر از آن‌ها را فراهم کرد (اکبری و دهقانی‌سانج، ۱۳۸۶). نتایج تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی نشان می‌دهد که بهبود مدیریت آبیاری خیلی بهتر از بهبود سیستم آبیاری است (پلیان و متوس، ۲۰۰۶). امروزه مدیریت سیستم‌های آبیاری، در جهت افزایش راندمان سیستم‌ها تحت شرایط کمبود آب، چالشی مهم و بحرانی برای متخصصان کشاورزی و مهندسين آبیاری است (کوروشتی و نیلینگ، ۲۰۰۹). با بررسی عملکرد این سیستم‌ها، بسیاری از نقاط ضعف آن‌ها نمایان می‌شود. سپس می‌توان پیشنهاد‌های سازنده‌ای برای بهبود عملکرد آن‌ها از جنبه‌های مختلف ارائه کرد (الغباری، ۲۰۰۶). تحلیل هر سیستم آبیاری که بر پایه اندازه‌گیری در شرایط واقعی مزرعه و حین کار سیستم است را ارزیابی گویند (میرام و کلر، ۱۹۷۸). مدیریت سیستم در زمینه تنظیم ساعت‌های آبیاری، دورآبیاری، کنترل فشارها، نظارت کلی بر عملکرد سیستم و کاربرد صحیح کود و دیگر مواد شیمیایی نقش مهمی در بازده و عملکرد اقتصادی سیستم دارد (حسن‌لی و سپاسخواه، ۱۳۷۹).

پیری (۱۳۸۶)، ۸ سیستم آبیاری قطره‌ای در شهرستان سراب را بررسی کرد، وی مشکلات را ناشی از کم بودن سطح خیس شده به دلیل آرایش نامناسب قطره‌چکان‌ها و نامناسب بودن عمق آبیاری دانست. دالوی و همکاران (۱۹۹۵) به بررسی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در ایستگاه Maharashtra هند پرداختند. آن‌ها عامل‌های مؤثر در کاهش یکنواختی توزیع را ناشی از کم بودن شیرهای کنترل، طول زیاد لاترال‌ها و غیریکنواختی قطره‌چکان‌ها دانستند. طی پژوهشی که توسط اردکانی (۱۳۸۲) بر روی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در استان کهگیلویه و بویراحمد انجام شد، ایشان عمده مشکلات سیستم‌ها را ناشی از مشکلات اقتصادی برای اجرای سیستم‌ها با قطعات با کیفیت بهتر، ضعف مدیریت و محدود بودن حمایت و خدمات سازندگان قطعات معرفی

کرد. یلدریم و اورتا (۱۹۹۵)، ۹ سیستم آبیاری قطره‌ای در منطقه آنتالیای ترکیه را بررسی کردند و مشخص شد که بعضی از سیستم‌ها بد طراحی شده و فیلترها به خوبی عمل نمی‌کنند. اورتگا و همکاران (۲۰۰۲) پژوهشی تحت عنوان ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری محلی در منطقه‌های نیمه‌خشک اسپانیا انجام داد. ملاحظه شد که عمده‌ترین مشکل، مربوط به فشار پایین سیستم‌ها بوده و علت آن به مسائلی از قبیل نامناسب بودن ایستگاه پمپاژ و شبکه توزیع، تمیز نکردن و افت فشار بوده است. احمدآلی (۱۳۸۷) به بررسی کنترل گرفتگی قطره‌چکان‌ها تحت مدیریت‌های مختلف اسیدشویی و آب مغناطیسی پرداخت. که در آن پارامترهای یکنواختی خروج آب، فاکتور تصحیح دی، فاکتور کاهش راندمان و راندمان پتانسیل کاربرد سیستم و راندمان کاربرد به‌ترتیب برابر ۳۷/۵۹، ۱/۱۳، ۰/۸، ۲۷/۹ و ۳۰/۱ به دست آمد. حسینی‌زاده (۱۳۸۶) به ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای باغ پسته زرد به مساحت ۹۲ هکتار در حد فاصل کرمان- زرد پرداخت که نتایج نشانگر راندمان بالای سیستم و تغییرات قابل قبول قطره‌چکان‌ها بود.

ارزیابی طرح‌های اجرا شده سبب روشن شدن نقاط ضعف آن‌ها از جنبه‌های مختلف می‌شود. همچنین می‌توان پیشنهاد‌های سازنده‌ای برای بهبود عملکرد سیستم‌های مورد نظر از نظر طراحی و مدیریتی ارائه کرد که در نهایت سبب افزایش راندمان آبیاری می‌شود. از اینرو هدف از انجام این پژوهش، بررسی وضعیت موجود سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در استان کردستان و ارزیابی آن‌ها جهت پی بردن به نقاط قوت و ضعف این سیستم‌ها و رفع نقص‌های موجود در سیستم‌های مورد ارزیابی و ارتقای کارایی آن‌ها است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۱۱ مزرعه با سیستم آبیاری قطره‌ای در محدوده شهرهای سنندج و کامیاران در استان کردستان بررسی شد. با وجود اینکه تعداد مزرعه‌ها با سیستم آبیاری قطره‌ای در محدوده مورد مطالعه محدود بود، در انتخاب مزرعه‌ها، به مساحت مزرعه و عمر بهره‌برداری از سیستم آبیاری توجه شد. برای ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای موجود در باغات مورد مطالعه، از روش و

فرمول‌های پیشنهادی براساس استاندارد SCS و روش مریام و کلر استفاده شده است (مریام و کیلر، ۱۹۷۸ و SCS، ۱۹۸۴). در ابتدا اطلاعات اولیه مانند توپوگرافی، مشخصات منابع تأمین آب، پمپاژ و سیستم تصفیه، لوله‌های اصلی، لوله‌های رابط، مشخصات قطره‌چکان‌ها و شیرهای قطع و وصل و نقشه اتصالات جمع‌آوری شد. مرحله بعدی اندازه‌گیری پارامترهای ارزیابی در مزرعه است که شامل موارد زیر است: ۱- اندازه‌گیری پارامترهای خاک که شامل بافت خاک، ظرفیت زراعی، رطوبت خاک قبل از آبیاری برای تخمین کمبود رطوبت و مساحت خیس شده اطراف هر گیاه. تخمین دائمی کمبود رطوبتی خاک SMD قدری مشکل است. چون حتی اگر فاصله بین دو آبیاری به چندین روز برسد، رطوبت بخشی از خاک خیس شده ریشه به طور دائم در حد ظرفیت زراعی باقی می‌ماند. در سیستم‌هایی که آبیاری به صورت روزانه انجام می‌شود، تخمین SMD به طور تقریبی غیرممکن است. بنابراین باید آن را از داده‌های هواشناسی و یا وسایل تبخیرسنج تخمین زد و چون این تخمین دارای مقداری خطا است پس باید نوعی ضریب اطمینان در آن اعمال شود. ۲- اندازه‌گیری پارامترهای گیاهی شامل نوع، سن، فاصله‌ها درختان، عمق توسعه ریشه و درصد سطح سایه‌انداز برای محاسبه تبخیر و تعرق. برای اندازه‌گیری عمق توسعه ریشه، علاوه بر استفاده از منابع معتبر علمی، اقدام به اندازه‌گیری‌های

مزرعه‌ای و حفر پروفیل شد. سطح سایه‌انداز در وسط روز، هنگامی که آفتاب در بالای تاج درخت قرار می‌گرفت اندازه‌گیری شد. ۳- اندازه‌گیری‌های مربوط به سیستم آبیاری که شامل تعیین دبی قطره‌چکان‌ها، فشار و یکنواختی توزیع آب قطره‌چکان‌ها است. روش کار به این صورت بود که ابتدا یکی از لوله‌های رابط در حال کار انتخاب و چهار لوله آبد به ترتیب در ابتدا یک سوم فاصله از ابتدا، دو سوم فاصله از ابتدا و در انتهای مانیفولد انتخاب شد. سپس بر روی هر یک از این لوله‌ها، ۴ درخت به ترتیب در ابتدا، یک سوم، دو سوم و انتهای لوله آبد انتخاب گردید. بدین ترتیب ۱۶ درخت انتخاب و برای هر درخت دو قرائت دبی به روش حجمی انجام گرفت. فشار در ابتدا و انتهای چهار لوله آبد انتخابی نیز اندازه‌گیری شد. پس از برداشت داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌ها، یکنواختی خروج آب از قطره‌چکان‌ها در ربع پایین (EU)، میانگین عمق آب کاربردی، حجم آب مصرفی برای هر درخت، راندمان پتانسیل کاربرد آب در ربع پایین (PELQ) و راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پایین (AELQ) محاسبه شد. اطلاعات بیشتر در مورد شاخص‌های ارزیابی، در مطالعه مریام و کیلر (۱۹۷۸) ارائه شده است. حالت‌های عمومی مقادیر Eu برای یک سیستم آبیاری قطره‌ای بر طبق جدول ۱ توصیف می‌شود.

جدول ۱- توصیف راندمان سیستم بر مبنای یکنواختی ریزش آب (برگرفته از مریام و کیلر، ۱۹۷۸)

راندمان سیستم	یکنواختی ریزش سیستم (EUs) %
عالی	> ۹۰
خوب	۸۰ - ۹۰
متوسط	۷۰ - ۸۰
ضعیف	< ۷۰

معیارهای کیفی آب از نظر کاربری در سیستم آبیاری قطره‌ای براساس طبقه‌بندی ناکایاما و باکس (۱۹۹۱) انجام شد. در جدول ۲، مشخصات سیستم‌های مورد

بررسی آورده شده است. کلیه سیستم‌های مورد بررسی در اراضی شیب‌دار بوده، به طوری که لوله رابط در جهت شیب و لوله‌های آبد بر روی خطوط تراز بودند.

جدول ۲- مشخصات سیستم‌های مورد بررسی

کد سیستم (باغ)	مساحت (hec)	نوع قطره‌چکان	تعداد سال بهره‌برداری	تعداد قطره‌چکان‌های درخت	دور آبیاری	مدت آبیاری (h)	سطح سایه انداز (%)
M1	۱	میکروفلاپر	۴	۳	۲	۱۰	۲۸/۲۶
M2	۱	میکروفلاپر	۱	۲	۴	۷	۸/۹۴
M3	۲/۵	میکروفلاپر	۱	۲	۱	۱۰	۱۷/۳۰
M4	۱۷	میکروفلاپر	۴	۲	۳	۱۲	۱۹/۹۲
M5	۵	ایرانی (گلدانی)	۵	۲	۳	۱۲	۱۳/۳۶
M6	۶	ایرانی (گلدانی)	۵	۲	۵	۵	۴۰/۸۹
M7	۳	ایرانی (داخل خط)	۱	۲	۳	۲۴	۰/۷۷
M8	۳۰	میکروفلاپر	۱	۲	۳	۵	۱/۰۳
M9	۵۰	میکروفلاپر	۱	۲	۳	۵	۱/۱۲
M10	۱۲۰	میکروفلاپر	۵	۳	۳	۳	۱۰/۶۳
M11	۹۰	میکروفلاپر	۵	۳	۳	۳	۱۱/۰۶

نتایج و بحث

فشار در سیستم‌های مورد بررسی

در باغ‌های مورد ارزیابی طول متوسط لوله‌های آبد ۶۳ متر بود. با توجه به جدول ۳ میزان افت فشار در لوله‌های آبد به دلیل تعداد قطره‌چکان‌های موجود، قابل ملاحظه نیست.

فقط در سیستم شماره ۱ افت زیادی مشاهده شد که به دلیل طول زیاد لاترال‌ها است، به طوری که میانگین طول لوله‌های آبد به ۱۰۰ متر می‌رسید. اما تغییرات فشار اندازه‌گیری شده در لوله‌های آبد نشان دهنده این است که رابط‌ها دارای فشارهای متفاوتی هستند که تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عدم توزیع یکنواخت فشار و در نتیجه عدم توزیع دبی دارد. این اختلاف توزیع دبی در سیستم‌هایی که قطره‌چکان مورد استفاده آن‌ها تنظیم کننده فشار نبود بیشتر قابل مشاهده است. بیشتر

قطره‌چکان‌های مورد استفاده در سیستم‌ها، میکروفلاپر بود که جبران کننده فشار است. طبق کاتالوگ کارخانه، قطره‌چکان مذکور در فشار تقریبی ۱۰ تا ۴۰ متر دارای دبی یکسانی است. یکی از دلایل عدم توزیع یکنواخت دبی در سیستم‌هایی که از این نوع قطره‌چکان استفاده می‌کردند خارج بودن فشار از محدوده ذکر شده است. گرفتگی و بالا بودن ضریب ساخت این نوع قطره‌چکان‌ها از دلایل دیگر عدم یکنواختی دبی قطره‌چکان‌ها است. اختلاف فشار در مزرعه‌های موجود بیشتر ناشی از اختلاف ارتفاع و عدم تنظیم شیر فلکه‌های لوله رابط و یا عدم استفاده از شیر فشارشکن است. دالوی و همکاران (۱۹۹۵) نیز یکی از عامل‌های مؤثر در کاهش یکنواختی توزیع در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای را ناشی از ناکافی بودن شیرهای کنترل دانسته‌اند. در جدول ۴ میانگین دبی باغ‌های مورد بررسی آورده شده است.

جدول ۳- میزان فشار (متر) در نقطه‌های مختلف سیستم‌های مورد بررسی

کد سیستم (باغ)	فشار در لوله‌های آبدۀ مورد آزمایش (متر)											حداقل فشار ورودی لوله‌های آبدۀ بر روی لوله‌های رابط در حال کار (MLIP) به متر
	ابتدا	$\frac{1}{3}$ فاصله	$\frac{2}{3}$ فاصله	انتهای								
	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی	ورودی
M ₁	۷	۰/۳۵	۶/۷	۱/۷۵	۶/۳	۷	۲/۸	۶/۳				۶/۳
M ₂	۳/۵	۰/۷	۷	۶/۳	۱۴	۱۰/۵	۱۲/۲	۷	۳/۵			۳/۵
M ₃	۹/۸	۷/۷	۱۳/۳	۹/۸	۱۸/۹	۱۷/۵	۲۱	۱۶/۱	۸/۹	۱۱/۹		۱۰/۸
M ₄	۱۱/۹	۸/۷	۱۰/۵	۷	۱۲/۶	۹/۸	۱۵/۴	۹/۸	۱۰/۵	۱۶/۸	۱۵/۴	۱۲/۶
M ₅	۱/۴	۰/۳۵	۶/۳	۳/۵	۷	۴/۹	۸/۴	۵/۶	۱/۴			۱/۴
M ₆	۳/۵	۰/۳۵	۵/۶	۰/۷	۷/۷	۲/۴۵	۹/۸	۷	۳/۵	۴/۲		۳/۸
M ₇	۰/۷	۰	۳/۵	۲/۸	۷	۵/۶	۷/۷	۷	۰/۷	۴/۲		۲/۴۵
M ₈	۹/۱	۸/۴	۱۲/۶	۱۰/۵	۱۴/۷	۱۲/۶	۱۸/۲	۱۴	۹/۱	۱۵/۴	۱۰/۵	۱۲/۶
M ₉	۰/۷	۰	۵/۶	۴/۹	۱۱/۲	۱۰/۵	۲۱/۷	۲۱	۵/۶	۸/۴	۹/۸	۵/۶
M ₁₀	۶/۳	۳/۵	۱۰/۵	۹/۱	۱۹/۳	۱۳/۳	۲۵/۲	۱۸/۲	۶/۳	۸/۴	۹/۸	۵/۶
M ₁₁	۳۷/۸	۳۶/۴	۴۷/۶	۴۵/۵	۴۷/۶	۴۶/۲	۴۸/۳	۴۷/۶	۳۷/۸	۱۴	۲۲/۴	۲۴/۵

جدول ۴- میانگین دبی بدست آمده برای هر سیستم (باغ)

کد سیستم (باغ)	میانگین دبی خروجی (l/h)	میانگین دبی چارک پایین (l/h)	دبی اسمی قطره‌چکان‌ها (l/h)
M1	۴/۸۱	۲/۲۹	۸
M2	۷/۳۲	۵/۳۸	۸
M3	۴/۱۹	۲/۸۹	۴
M4	۴/۷۵	۴	۴
M5	۱۸/۵۵	۷/۶۹	۲-۱۰۰
M6	۱۷/۰۴	۱۳/۳۲	۲-۱۰۰
M7	۲/۰۱	۰/۴۲	۴
M8	۷/۸۹	۶/۲۲	۸
M9	۶/۴	۳/۵۱	۸
M10	۱۶/۲۸	۶/۳۱	۴
M11	۴/۵۶	۲/۹۸	۴

سیستم‌های شماره ۲، ۵، ۶ و ۷ دارای حداقل فشار ورودی بر روی لوله آبدۀ به‌ترتیب برابر ۳/۵، ۱/۴، ۳/۵ و ۰/۷ متر بودند که در این میان سیستم شماره ۷ دارای کمترین فشار ورودی بود. فشار پایین در این سیستم سبب کاهش دبی قطره‌چکان‌ها شده بود، به طوری که میانگین دبی خروجی ۲/۰۱ لیتر در ساعت به دست آمد در حالیکه دبی اسمی قطره‌چکان‌های مورد نظر برابر ۴ لیتر در ساعت بود. قطره‌چکان مورد استفاده در این سیستم از نوع ایرانی داخل خط بود که دارای خاصیت غیر خود شوینده، غیر حساس در مقابل گرفتگی و غیرجبران کننده فشار است. در سیستم شماره ۱۱ به‌دلیل توپوگرافی نامنظم و شیب زیاد، اختلاف فشار قابل ملاحظه‌ای بین لوله‌های رابط و لوله‌های آبدۀ مشاهده شد که نشأت زیاد از لوله‌های آبدۀ سبب افزایش دبی اسمی قطره‌چکان‌ها از ۴ لیتر بر ساعت به ۴/۵۶ لیتر بر ساعت شده بود. در این باغ بیشتر لوله‌های رابط در راستای شیب تند زمین قرار داشتند و شیر کنترل فشار در ابتدای لوله رابط نیز تنظیم نشده بود که سبب بروز اختلاف فشار قابل ملاحظه‌ای در ورودی‌های لوله‌های آبدۀ ابتدا و انتهای لوله رابط شده بود، اما در لوله‌های آبدۀ به‌دلیل طول کوتاه آن‌ها افت زیادی مشاهده نشد. سیستم شماره ۱۰ دارای میانگین دبی خروجی بسیار بیشتر از دبی اسمی خروجی قطره‌چکان‌ها و برابر ۱۶/۲۸ لیتر در ساعت بود. در اینجا علاوه بر تأثیر شیب و به دنبال آن افزایش فشار در انتهای لوله رابط عامل دیگر این اختلاف، بیرون آوردن دیافراگم هیدروسیکلونی داخلی قطره‌چکان‌ها بود که گاهی دبی را تا ۱۰ برابر افزایش می‌داد. جدول ۳ نشان می‌دهد، در باغ شماره ۱۱ فشار کارکرد بیشتر از حداکثر فشار کارکرد مجاز قطره‌چکان میکروفلاپر است. بنابراین توصیه می‌شود در مزرعه مورد نظر با نصب فشارشکن و یا شیر اتوماتیک کنترل فشار در جهت تعدیل فشار اقدام شود. فشار کارکرد زیاد علاوه بر کاهش عمر قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار، سبب نشت در قطعات، در رفتگی قطره‌چکان‌ها و سهراهی‌ها می‌شود. به غیر از سیستم شماره ۱۱، در سایر سیستم‌ها، فشار موجود کافی نبود. اورتگا و همکاران (۲۰۰۲) نیز در پژوهش خود عمده‌ترین مشکل سیستم‌های آبیاری قطره‌ای را فشار کارکرد پایین سیستم‌ها گزارش کردند. در تمامی باغ‌ها فشار سیستم از

استخری که در رقومی بالاتر از رقوم اراضی احداث شده بود تأمین می‌شد. موقعیت استخر از شکل و ابعاد زمین و توپوگرافی اراضی پیروی می‌کرد. در باغ‌های شماره ۱، ۴، ۱۰ و ۱۱ آب از استخر موجود، به داخل شبکه آبیاری قطره‌ای پمپاژ می‌شد. در سایر سیستم‌ها انتقال آب به داخل شبکه به صورت ثقلی بود. در صورتی که حداقل فشار موجود در انتهای لوله‌های آبدۀ را ۱۰ متر فرض کنیم، تمامی باغ‌های (به غیر از باغ شماره ۱۱) نیازمند سیستم تقویت فشار هستند. به عبارت دیگر در باغ‌های با سیستم پمپاژ، لازم است در نوع پمپ موجود بازنگری شود و در سایر سیستم‌ها، پمپ تقویت فشار گذاشته شود. در باغ‌هایی که اختلاف فشار در لوله‌های رابط هر بلوک زیاد است توصیه می‌شود از فشارشکن استفاده شود. همچنین در صورت امکان ابعاد بلوک‌ها کوچکتر انتخاب شود و از قطره‌چکان‌هایی استفاده شود که علاوه بر قابلیت تنظیم فشار از ضریب تغییرات کمی برخوردار باشند. در باغ‌های شماره ۵ و ۶ قطره‌چکان‌ها از نوع گلدانی و قابل تنظیم بودند، که بیشتر آن‌ها به‌صورت صحیح تنظیم نشده بودند و در مواردی نیز قطره‌چکان‌ها خراب شده بودند که این امر سبب کاهش یکنواختی توزیع در مزرعه‌ها گشته بود. در سایر باغ‌ها جز باغ شماره ۷ که از قطره‌چکان‌های داخل خط استفاده می‌کرد، در بقیه سیستم‌ها از قطره‌چکان میکروفلاپر استفاده شده بود. قطره‌چکان میکروفلاپر دارای خاصیت آنتی‌سیفون نبوده، بنابراین با مکش گل به مجرای خروجی خود سبب گرفتگی و یا کاهش آبدی می‌شود. تمامی باغ‌ها مجهز به سیستم کنترل مرکزی بودند. آب آبیاری تمام مزرعه‌ها با توجه به طبقه‌بندی ویلکوکس در کلاس C2-S1 قرار داشت، که از نظر کشاورزی وضعیت مطلوبی دارد. تمام عامل‌های شیمیایی جز pH برای تمام مزرعه‌ها در محدوده خوب بود. pH آب آبیاری مزرعه‌ها M_{10+11} دارای مرتبه بد بود که به‌دلیل میزان pH و درجه حرارت محیط، سبب امکان افزایش شدت رسوب کربنات کلسیم و منیزیم خواهد شد. شاخص لانژیلر برای تمامی مزرعه‌ها به جز مزرعه‌ها تا شماره ۸ و ۹ مثبت بود که نشان دهنده پتانسیل رسوب کربنات کلسیم در این مزرعه‌ها است. با اضافه کردن مقداری اسید سولفوریک و یا اسید فسفریک به آب این مزرعه‌ها بدون آن که سایر پارامترهای شیمیایی تغییر

کند، اسیدیته کاهش می‌یابد و شاخص لائزیر منفی می‌شود. به این ترتیب خطر رسوب کربنات کلسیم کاهش می‌یابد. تمام این مواد باید به‌نحوی انجام شوند که pH آب در حد ۷ و یا کمی پایین‌تر از آن تثبیت شود. از نظر عامل فیزیکی سیستم‌های ۱۰ و ۱۱ دارای وضعیت متوسط بود. با استفاده از یک سیستم تصفیه کامل و شستشوی مرتب فیلترها می‌توان این مشکل را حل کرد. پس با توجه به بررسی‌های به عمل آمده، گرفتگی‌های احتمالی تعدادی از قطره‌چکان‌ها ناشی از مواد معلق فیزیکی بود که به‌دلیل ساختار فیزیکی قطره‌چکان میکروفلاپر و خاصیت سیفونی بودن آن هنگام خاموشی سیستم است. بنابراین عدم یکنواختی دبی قطره‌چکان‌های میکروفلاپر در باغ‌ها مورد مطالعه، ناشی از نبودن فشار مناسب سیستم‌ها، ضریب تغییرات ساخت این قطره‌چکان‌ها و گرفتگی احتمالی آن‌ها است.

شاخص‌های ارزیابی

نتایج محاسبات عامل‌های اصلی ارزیابی در ۱۱ باغ مورد بررسی در جدول ۵ ارائه شده است. به غیر از باغ‌های شماره ۲ و ۳، متوسط مساحت خیس شده، کمتر از مقادیر پیشنهادی (یک سوم و حداکثر دو سوم سطح مزرعه) است. حداقل مساحت خیس شده ۸/۴ درصد مربوط به باغ M_1 با ۴ سال دوره بهره‌برداری و حداکثر آن ۵۵ درصد مربوط به باغ M_3 با یک سال بهره‌برداری است. در تمامی باغ‌ها مورد مطالعه با توجه به جدول‌های استاندارد حداکثر فاصله قطره‌چکان در بافت‌های متفاوت، امکان افزایش فاصله قطره‌چکان‌ها برای افزایش سطح خیس شدگی وجود داشت. پیری (۱۳۸۶) نیز یکی از مشکلات سیستم‌های آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه را کم بودن سطح خیس شده گزارش کرده است. با مقایسه نیاز آبی مزرعه‌ها با حجم آب کاربردی دیده می‌شود که ۸ باغ بیش از نیاز آبی، آبیاری شدند و در بقیه کم آبیاری انجام شده است. به‌عنوان مثال در باغ شماره ۱، نیاز آبی برآورد شده ۳۸/۸ لیتر بود، در حالیکه میزان آب داده شده به هر درخت ۹۶/۲ لیتر و به‌عبارتی حدود ۲/۵ برابر نیاز آبی بود. بنابراین مقدار آبی که به درختان داده می‌شد، بیش از مقدار نیاز آبی آن‌ها بوده، که سبب هدر رفتن عمقی آب و کاهش راندمان سیستم می‌شد. باغ‌های شماره ۱۰ و ۱۱ با اینکه در یک منطقه از نظر توپوگرافی و نیاز آبی بودند، میزان حجم آب کاربردی

مزرعه شماره ۱۰، ۱۴۶/۵ لیتر بود، در حالیکه برای مزرعه ۱۱ این مقدار ۴۱ لیتر اندازه‌گیری شد. هر دو مزرعه ساعت‌های آبیاری یکسان داشتند و برای دو مزرعه نیاز آبی به طور تقریبی ۷۶ لیتر به دست آمد. اما دلیل این تفاوت ناشی از بیرون آوردن دیافراگم هیدروسیکلونی قطره‌چکان‌ها در مزرعه ۱۰ بود. بخشی از این آب اضافی به‌دلیل شیب زیاد به صورت رواناب از دسترس خارج می‌شد. عامل کاهش راندمان (ERF) در ۷ سیستم پایین‌تر از ۱ و در مابقی سیستم‌ها مساوی ۱ به دست آمد. این عامل در حقیقت نقش مدیریت را در تنظیم فشار ابتدای لوله‌های رابط در حال کار نشان می‌دهد. اگر تمام فشارها به طور صحیح تنظیم شده باشد، میزان این ضریب برابر ۱ خواهد بود. کمترین مقدار این عامل مربوط به باغ‌های شماره ۷ و ۱۱ و در حدود ۰/۵ است. این مقدار نمایانگر آن است که با تنظیم شیرهای ابتدای لوله‌های رابط میزان یکنواختی سیستم را می‌توان حدوداً ۵۰ درصد افزایش داد. یکی دیگر از شاخص‌های ارزیابی، یکنواختی ریزش آب در سیستم‌ها است. میزان یکنواختی ریزش سیستم‌ها در محدوده بین ۱۶/۵۹ درصد تا ۷۹/۴ درصد تغییر می‌کند. پس بر مبنای طبقه‌بندی جدول شماره ۱، یکنواختی ریزش تمامی سیستم‌ها در محدوده ضعیف تا متوسط قرار دارد. همان‌گونه که پیش از این بیان شد، دلیل‌های پایین بودن یکنواختی ریزش در سیستم‌ها عبارتند از فشار پایین سیستم‌ها، اختلاف فشار، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها و افزایش فشار (در سیستم M11) است. براساس دستورالعمل SCS، معیارهای کلی برای راندمان پتانسیل کاربرد چارک پایین (PELQ)، که نشان دهنده بازده سیستم یا بازده ذخیره است، برای سیستم‌هایی که یک یا چند فصل آبیاری کار می‌کنند به صورت بزرگتر از ۹۰٪ عالی، ۸۰-۹۰٪ خوب، ۷۰-۸۰٪ متوسط و کمتر از ۷۰٪ ضعیف است. چنانچه نتایج محاسبه PELQ مربوط به ۱۱ باغ مورد مطالعه با این معیار سنجیده شود، فقط باغ شماره ۶ با راندمان پتانسیل کاربرد ۷۱/۴۶ درصد دارای عملکرد متوسط و بقیه باغ‌ها دارای عملکرد ضعیف بودند. پایین بودن PELQ نشان دهنده اشکال در طراحی و پایین بودن AELQ نشان دهنده مشکلات مدیریتی ناشی از مدیریت زمان آبیاری است. در ۴ سیستم

گیاه در دور انتخابی بود. میزان AELQ سیستم‌ها بین ۱۶/۶ تا ۷۹/۳ درصد متغیر بود که نمایانگر عملکرد ضعیف مدیریت سیستم‌ها است.

میانگین عمق آب تراوش یافته در چارک پایین خاک از میزان SMD خاک بیشتر بود. با توجه به نگاه خاص کشاورز به سیستم آبیاری قطره‌ای، میانگین عمق آب کاربردی در منطقه خیس شده، بسیار بیشتر از نیاز آبی

جدول ۵- میزان شاخص‌های ارزیابی باغ‌های مورد بررسی

کد سیستم (باغ)	میانگین مساحت خیس شده (/)	حجم آب کاربردی در دور آبیاری (Lit)	نیاز آبی در دور آبیاری (Lit)	عامل کاهش راندمان (ERF)	یکنواختی انتشار آب در سیستم EU_s (/)	راندمان پتانسیل کاربرد سیستم $PELQ_s$ (%)	راندمان واقعی سیستم $AELQ_s$ (%)	یکنواختی پخش آب (راندمان سیستم)
M ₁	۸/۳۶	۹۶/۲	۳۸/۸	۱	۴۷/۵۹	۴۲/۸۳	۴۰/۵	ضعیف
M ₂	۵۱/۴۹	۱۰۲/۵	۱۱۳/۹	۱	۷۳/۵۴	۶۶/۱۹	۷۳/۵	متوسط
M ₃	۵۴/۹۷	۸۳/۸	۲۶/۴	۰/۹۴	۶۴/۹	۵۸/۴۱	۳۱/۵	ضعیف
M ₄	۲۴/۱۲	۱۱۴	۶۹/۳	۰/۸۷	۷۲/۹۷	۶۵/۶۷	۶۰/۷	متوسط
M ₅	۱۴/۵۴	۴۴۵/۲	۹۴/۹	۱	۴۱/۲	۳۷/۰۸	۲۱/۳	ضعیف
M ₆	۲۲/۳۹	۱۳۶/۳	۲۳۴/۵	۰/۹۶	۷۹/۴	۷۱/۴۶	۷۹/۳	متوسط
M ₇	۲۲/۸	۹۶/۵	۳۷/۱	۰/۵۳	۱۶/۵۹	۱۴/۹۳	۱۶/۶	ضعیف
M ₈	۲۳/۴۷	۶۳/۱	۵۵/۷	۰/۸۵	۶۶/۹۸	۶۰/۲۸	۶۶/۹	ضعیف
M ₉	۲۴/۳۶	۵۱/۲	۴۶/۶	۰/۸۳	۴۵/۳۹	۴۰/۸۵	۴۵/۴	ضعیف
M ₁₀	۱۲/۴۸	۱۴۶/۵	۷۵/۷	۰/۹۱	۳۵/۲۸	۳۱/۷۵	۳۵/۳	ضعیف
M ₁₁	۱۵/۳۶	۴۱/۰۴	۷۸/۳	۰/۵۱	۴۳/۶۵	۳۹/۲۸	۴۳/۶	ضعیف

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که در بیشتر سیستم‌های مورد بررسی دبی قطره‌چکان‌ها به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر از دبی اسمی آن‌ها است. یکنواختی ریزش تمامی سیستم‌ها در محدوده ضعیف تا متوسط قرار داشت و عملکرد تمامی سیستم‌ها بر مبنای راندمان پتانسیل کاربرد چارک پایین (به غیر از یک سیستم) ضعیف بود. از دلایل پایین بودن عملکرد سیستم‌ها می‌توان به نامناسب بودن فشار سیستم‌ها، اختلاف فشار در سیستم، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، ضریب تغییرات ساخت بالای قطره‌چکان‌ها و عملکرد ضعیف بهره‌برداری اشاره کرد.

منابع

۱. اردکانی الف. ۱۳۸۲. مشکلات و موانع بهره‌گیری از سیستم‌های آبیاری تحت فشار در استان کهگیلویه و بویراحمد. مجله علوم خاک و آب. ۱۷(۲): ۲۲۰-۲۳۱.
۲. احمدآلی خ. ۱۳۸۷. ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای در شرایط کاربرد آب شور و بررسی کنترل گرفتگی قطره‌چکان‌ها تحت مدیریت‌های مختلف اسیدشویی و آب مغناطیسی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۱۱۹ ص.
۳. اکبری. م. و دهقانی سانج. ج. ۱۳۸۶. نقش تحقیقات در بهبود و توسعه روش‌های آبیاری میکرو. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار. ۲۶۷-۲۵۵.
۴. پیری ج. ۱۳۸۶. ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در سطح شهرستان سرابز.

region. Doga- Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 17:499-509.

پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۳۵ ص.

۵. حسینی زاده الف. ۱۳۸۶. ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای (مطالعه موردی باغ پسته در زرنده). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۶. حسن‌لی ع. و سپاس‌خواه ع. ۱۳۷۹. ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای باغ‌های مرکبات داراب. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴(۲): ۲۷-۱۳.

۷. سهرابی ت. و گازی ن. ۱۳۷۵. بررسی کارایی آبیاری زیرزمینی با لوله‌های پلاستیک تروا. دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور. وزارت کشاورزی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی. ۹۳-۱۱۶.

8. Al- Ghobari H. M. 2006. Effect of maintenance on the performance of sprinkler irrigation systems and irrigation water conservation. Food Science. & Agriculral. Research. Center, King Saud University. Research. Bullten. 141: 5-19.
9. Dalvi V. B. Satpute G. U. Pawade M. N. and Tiwari K. N. 1995. Growers' Experiences and on-farm Microirrigation Efficiencies. Proceedings of the fifth International microirrigation congress. Orlando. Fla. U.S.A. American Society Engineers.
10. Merriam J. L. and keller J. 1978. Farm Irrigation System Evaluation, A guide for Management. Utah state Univ. Utah. 271 p.
11. Nakayama F. S. and Bucks D. A. 1991. Water quality in Drip/Trickle irrigation: a Reviw. Journal of Irrigation Science. 12(4):187-192.
12. Ortega J. Tarjuelo J. M. and Juan J. A. 2002. Evaluation of irrigation performance in localized irrigation systems of semiarid region. Journal of Scientific Research and Development. 4:1-17.
13. Playa'n E. and Mateos L. 2006. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. Agricultural Water Management. 80:100-116.
14. Qureshi Z. A. and Neibling H. 2009. Response of two-row malting spring barley to water cutoff under sprinkler irrigation. Agricultural Water Management. 96: 141-148.
15. Soil Conservation Service (SCS). 1984. Trickle Irrigation. National Engineering Handbook. Section 15 and 7. Water Resources Publication. Colorado. USA. 129 p.
16. Yildirim O. and Orta A. M. 1995. Evaluation of some drip irrigation system in Antalya

