ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای

مطالعهٔ موردی باغ‌های مرکبات داراب

علی‌مراد حسن‌لی و علیرضا سپاسخواه[۱]

چکیده

در این بررسی، تعداد هفت باغ در نقاط مختلف شهرستان داراب به عنوان نمونه انتخاب و با هدف ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. علاوه بر این، با استفاده از چهار مدل: بلانی-کریدل فائو، هارگریوز- سامانی، تشت تبخیر کلاس A و سولومن-کوداما آب مورد نیاز مرکبات برآورد گردید. بر پایه نتایج حاصل از شیوه هارگریوز- سامانی با میزان ۱۲۹۶ میلی‌متر نیاز سالیانه آبیاری، مقایسه‌ای بین مصرف آب فعلی و آنچه که باید در شرایط مطلوب مصرف شود به عمل آمد.

نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که در تمام باغ‌های مورد مطالعه، دبی قطره‌چکان‌ها به میزان قابل ملاحظه‌ای، به دلیل پایین بودن فشار و یا گرفتگی، کمتر از دبی اسمی آنهاست. باغداران با افزایش تعداد قطره‌چکان‌های هر درخت و افزایش زمان آبیاری، گاهی حتی بیش از ۲/۵ برابر حد نیاز آب برای هر درخت تأمین می‌کنند، که از طریق فرونشت عمقی و افزایش سطح خیس‌شدگی (تا ۱۰۰٪) تلفات چشمگیری را باعث می‌شوند. باغ‌هایی که به مراتب بیش از حد نیاز آبیاری می‌شوند ضریب پخش یک‌نواختی نسبتاً خوبی دارند، ولی به دلیل تفاوت فاحش در حداقل فشار ورودی لوله‌های جانبی در مانیفلدها دارای بازده کاربرد آبیاری پایینی هستند. دامنه تغییرات ضریب یک‌نواختی در باغ‌های مورد مطالعه از ۴۰٪ تا ۹۱٪ و دامنه تغییرات بازده کاربرد چارک پایین از ۳۱٪ تا ۸۲٪ و بازده بالقوه کاربرد چارک پایین از ۳۶٪ تا ۸۲٪ متغییر بود. مجموعه بررسی‌ها نشان داد که باغداران از میزان آب واقعی مورد نیاز مرکبات اطلاعی ندارند. باغ‌هایی که در آنها سیستم صافی نسبتاً خوب عمل می‌کند، به دلیل بالا بودن تعداد قطره‌چکان‌ها، بیش از نیاز آبیاری می‌شوند و باغ‌هایی که صافی ندارند و یا صافی‌های ناقص دارند و یا در آنها فشار کافی تأمین نشده، به مراتب کمتر از حد مورد نیاز آبیاری می‌گردند. به دلیل بالا بودن ضریب تغییرات کارخانه‌ای قطره‌چکان‌های شرکت قطران اتصال، که در منطقه کاربرد بیشتری دارد(C_v =۰/۲۲)، ضریب یک‌نواختی قطره‌چکان‌های نو در حد ۵۵٪ بود. حجم آبی که در زمان حداکثر نیاز در اغلب باغ‌ها برای هر درخت تأمین می‌گردید، به مراتب بیش از نیاز درختان در وضعیت مطلوب بود.

واژه‌های کلیدی: *آبیاری قطره‌ای، ارزیابی، مدیریت آبیاری، نیاز آبی مرکبات*

مقدمه

یکی از معیارهای مدیریت صحیح منابع آب، صرفه‌جویی در مصرف آب، جلوگیری از تلفات و افزایش تولید محصول به

۱. به ترتیب استادیار و استاد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

ازای مصرف هر واحد آب می‌باشد. در ایران بیش از ۸۰٪ آب در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد (۱)، از این‌رو انتخاب شیوه صحیح و مطلوب آبیاری و افزایش بازده آن با اعمال مدیریت صحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از شیوه‌های آبیاری که با صرف کمترین مقدار آب و بیشترین کنترل موجب صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مصرف آب می‌شود، شیوه قطره‌ای است. آبیاری قطره‌ای یکی از شیوه‌های نوین آبیاری است که در آن آب با سرعت کم و با کنترل، از طریق خروجی‌هایی که قطره‌چکان نام دارند، در پای گیاه قرار می‌گیرد. محاسن و مسائل آبیاری قطره‌ای توسط پژوهشگران مختلفی گزارش شده است (۷، ۸ و ۱۴). یک‌نواختی پخش آب، که یکی از اهداف مهم در هر نوع آبیاری است، به یک‌نواختی خروج آب از قطره‌چکان‌ها بستگی دارد، که خود تابعی از فشار و ساختمان داخلی قطره‌چکان‌ها می‌باشد. آب مورد نیاز گیاه توسط قطره‌چکان‌ها و با دبی نسبتاً کم (مثلاً ۲، ۴، ۸ و ۱۰ لیتر در ساعت) به نزدیکی گیاهان هدایت می‌شود. خروجی‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که ضمن مستهلک نمودن فشار، آب را با دبی کم و در حد امکان به صورت یک‌نواخت در پای گیاه قرار دهند (۱۰). آب خروجی از قطره‌چکان‌ها در اطراف گیاه تشکیل یک پیاز رطوبتی می‌دهد که شکل آن بستگی به بافت خاک، دبی خروجی قطره‌چکان‌ها و زمان آبیاری دارد (۹ و ۱۵). هر چه خاک سبک‌تر و دبی کمتر باشد پیاز رطوبتی از وسعت عرضی کمتری برخوردار خواهد بود، و برعکس.

به طور کلی تحلیل هر سیستم آبیاری را که بر اندازه‌گیری در شرایط واقعی مزرعه و در حین کار طبیعی سیستم استوار باشد ارزیابی می‌نامند (۱۱). وینسنت و دونالد (۱۷) معتقدند ارزیابی آبیاری قطره‌ای به چند دلیل اهمیت دارد: طراح مطمئن می‌گردد که آیا طرح وی منجر به یک‌نواختی آب شده است یا نه، استفاده کننده از چگونگی کار سیستم آگاه می‌گردد، و از اطلاعات جمع‌آوری شده می‌توان برای ارزیابی قسمت‌های گوناگون سیستم بهره‌گیری کرد. وو و گیتلین (۱۸) یک روش ارزیابی بر اساس تعیین حداقل و حداکثر فشار هر واحد و سپس محاسبه تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها پیشنهاد کردند. اشکال عمدهٔ این روش عدم ملاحظه فاکتورگرفتگی قطره‌چکان‌ها و ضریب تغییرات دبی ساختمان آنهاست. آنها هم‌چنین یک روش ساده گرافیکی برای ارزیابی آبیاری قطره‌ای پیشنهاد نمودند. وینسنت و دونالد (۱۷) با هدف صرفه‌جویی در آب، مواد شیمیایی و انرژی، یک روش ارزیابی آبیاری قطره‌ای ارائه دادند. ایشان توضیح دادند که تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها به ضریب ساخت هیدرولیکی کارخانه سازنده، گرفتگی قطره‌چکان‌ها و تعداد قطره‌چکان هر گیاه بستگی دارد. مجرای باریک و روزنه‌های کوچک قطره‌چکان‌هاموجب می‌گردد که همه آنها توسط ذرات فیزیکی و بیولوژیک و فعالیت‌های شیمیایی، که عموماً در آب آبیاری وجود دارند، مستعد گرفتگی باشند (۴، ۵ و ۶). چون عملکرد این سیستم در طول زمان تغییر می‌کند، از این رو سیستم باید پیوسته مورد ارزیابی قرار گیرد (۱۵). بهبود مدیریت سیستم و کاربرد آب در مزرعه، باعث صرفه‌جویی د ر آب، صرفه‌جویی در نیروی کار و انرژی، حفاظت از خاک و افزایش محصول می‌گردد. آنچه در این پژوهش مورد نظر بوده ارزیابی واقعی سیستم‌های قطره‌ای در حال کار می‌باشد. این نوع مطالعه از آن جهت اهمیت دارد که مشخص می‌کند آیا مدیریت سیستم با شیوه کنونی صحیح می‌باشد یانه، و چنانچه اشکالات موجود جدی باشد در مورد ادامه و بهبود مدیریت سیستم تصمیم‌گیری لازم به عمل می‌آید. در این شیوه آبیاری، چون آب با فشار نسبتاً کم از طریق قطره‌چکان‌ها، که دارای مجاری کوچک می‌باشند، به صورت آهسته خارج می‌گردد، گرفتگی قطره‌چکان‌ها از جدی‌ترین مشکلات آن می‌باشد. حتی یک گرفتگی کوچک می‌تواند منجر به کاهش زیاد یک‌نواختی کاربرد آب گردد (۱۱ و ۱۴). از طرفی چون خروج آب از قطره‌چکان‌ها به فشار نیز بستگی دارد، تغییرات فشار تأثیر عمده‌ای بر آبدهی قطره‌چکان‌ها دارد. به همین جهت بررسی تغییر فشار در شبکه، تغییر دبی قطره‌چکان‌ها و بررسی رابطه آن با تغییر فشار، بررسی توزیع یک‌نواخت آب در سطح مزرعه، گسترهٔ خیس‌شدگی اطراف هر گیاه، زمان و دور آبیاری و مصرف میزان آب از اهم

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

موضوعاتی است که باید در ارزیابی این شیوه مد نظر قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

طرح حاضر در محدوده شهرستان داراب به اجرا درآمد. داراب یکی از مناطق مستعد تولید مرکبات در استان فارس می‌باشد که در فاصله ۲۶۵ کیلومتری جنوب شرقی شیراز در طول شرقی ′۱۷ °۵۳ تا ′۴۴ °۵۵، و عرض شمالی ′۱۷ °۲۷ تا ′۵۰ °۲۹ و در ارتفاع متوسط ۱۱۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. این منطقه دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد که اقلیم غالب آن به حساب می‌آید. مرکبات از تولیدات عمده این شهرستان است که از عطر و طعم خاصی برخوردار می‌باشد. بیش از ۹۰% باغ‌های مرکبات، که حدود ۹۶۰۰ هکتار هستند، زیر پوشش آبیاری قطره‌ای قرار دارند.

تعداد هفت باغ در نقاط مختلف شهرستان، به گونه‌ای که حتی الامکان از لحاظ توپوگرافی، خاک و نوع آب متفاوت باشند، انتخاب گردید. ارزیابی نیز بر مبنای دستورالعمل مریام و کلر (۱۱) انجام شد. افزون بر جمع‌آوری و اندازه‌گیری اطلاعات مورد نیاز ارزیابی کامل، اقدام به برآورد نیاز آبی مرکبات با توجه به عوامل اقلیمی محل مورد مطالعه، با چهار شیوه مختلف گردید. شیوهٔ هارگریوز - سامانی اصلاح شده برای مناطق خشک و نیمه خشک (۱۳)، به لحاظ سازگاری بیشتر با شرایط اقلیمی منطقه (۲)، مبنای مقایسه قرار گرفت. در هر باغ، ابتدا نقشه کروکی شبکه لوله‌های انتقال و توزیع آب، شامل ایستگاه پمپاژ و واحد کنترل مرکزی تهیه گردید. سپس لوله مانیفلد مورد آزمایش از بین مانیفلدهای یک بلوک واقع در یک واحد زراعی انتخاب شد. بعد از آن تعداد چهار لوله فرعی از یک سوی مانیفلد مورد آزمایش منشعب می‌شد، انتخاب گردید، به گونه‌ای که یک لوله در ابتدای مانیفلد، یک لوله در فاصله $\frac{۱}{۳}$، یکی در فاصله $\frac{۲}{۳}$ از ابتدای لوله مانیفلد و یک فرعی نیز در انتهای مانیفلد قرار داشته باشد. در طول هر لوله فرعی نیز چهار درخت، یکی در ابتدا، یکی در فاصله $\frac{۱}{۳}$، یکی در فاصله $\frac{۲}{۳}$ و یکی نیز در انتهای لوله فرعی انتخاب شد. سپس دو ظرف مدرج زیر هر درخت انتخابی و در فاصله نسبتاً مناسب از هم قرار داده شد. دبی خروجی دو قطره‌چکان مربوط به هر درخت و در نهایت هشت قطره‌چکان در هر ردیف درختان انتخابی اندازه‌گیری شد. همین عمل برای سه لوله فرعی انتخابی دیگر نیز تکرار، و در نهایت ۳۲ عمل اندازه‌گیری دبی در هر باغ انجام شد. در همین شرایط، فشار ورودی آب به داخل چهار لوله فرعی انتخابی و نیز فشار در انتهای این لوله‌ها توسط فشارسنج اندازه‌گیری شد. افزون بر آن، اطلاعات زیر نیز در باغ‌های مورد نظر جمع‌آوری گردید: سطح خیس شده در عمق ۱۵ سانتی‌متری از سطح خاک، فشار ورودی و خروجی صافی‌ها، حداقل فشار ورودی لوله‌های فرعی مستقر بر مانیفلدهای در حال کار و مانیفلد مورد آزمایش، تعداد قطره‌چکان‌های هر درخت و فاصله آنها بر روی لوله‌های فرعی، دبی سیستم و تعداد بلوک‌ها، بافت خاک، چگالی ظاهری خاک، رطوبت در حد گنجایش زراعی و نقطه پژمردگی، شوری آب و خاک، عمق ریشه، نسبت سطح سایه‌انداز، دور و زمان آبیاری در هر باغ و مساحت زمین مربوط به هر درخت. برخی از این داده‌ها در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

افزون بر اطلاعات فوق، ضرایب معادله دبی و فشار برای دو نوع قطره‌چکانی که در منطقه به گونه‌ای گسترده استفاده می‌شوند (IEM و آبده اصفهان) تعیین گردید. تعداد هشت قطره‌چکان نو از هر نمونه تهیه و با تغییر فشار در شش سطح مختلف، دبی آنها اندازه‌گیری شد. سپس در هر فشار، متوسط آبدهی آنها محاسبه و اقدام به رسم منحنی دبی فشار در کاغذ لگاریتمی شد. معادلهٔ این دو نوع قطره‌چکان به صورت زیر به دست آمد:

معادله دبی و فشار قطره‌چکان IEM

$$q= ۱/۳h^{۰/۶۷} \quad [۱]$$

معادله دبی و فشار قطره‌چکان آبده اصفهان

$$q= ۱/۶h^{۰/۵۸} \quad [۲]$$

که:

q = دبی قطره‌چکان (لیتر بر ساعت)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

جدول ۱. برخی اطلاعات آب و خاک باغ‌های مورد مطالعه

شماره باغ	مالک باغ	محدوده عمق خاک (سانتی‌متر)	pH خاک	شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)	بافت خاک	شوری آب (دسی زیمنس بر متر)
۱	سلامی (شماره ۱)	۰-۴۰	۸/۱۵	۰/۹	لومی	۰/۴۷۹
۲	سلامی (شماره ۲)	۰-۴۰	۸	۱/۲	لومی	۰/۴۷۹
۳	مهندس خورسند (شماره ۱)	۰-۴۰	۷/۷۷	۱/۹	شنی - لومی	۰/۵۷۴
۴	مهندس خورسند (شماره ۲)	۰-۴۰	۶/۰۸	۵/۴	شنی - لومی	۰/۷۰۱
۵	مهندس خورسند (شماره ۳)	۴۰-۸۰	۷/۶	۱/۵	شنی - لومی	۰/۴۸۹
۶	مقدس	۰-۶۰	۷/۶	۰/۷۳۴	رسی - لومی	۰/۲۹۷
۷	احمد علیپور	۰-۶۰	۶/۹۳	۲/۲۲	لومی	۰/۷۵

جدول ۲. مشخصات عمومی خاک باغ‌های مورد مطالعه

شماره باغ	عمق ریشه (سانتی‌متر) و سن درختان	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	FC (درصد وزنی)	PWP (درصد وزنی)	درصد سطح سایه‌انداز	سطح مربوط به هر درخت (مترمربع)
۱	۷۵ (۹ سال)	۱/۴۰	۱۶/۳۵	۹/۸۲	۹۰	۲۵
۲	۵۵ (۴ سال)	۱/۴۰	۱۶/۳۵	۹/۸۲	۲۵	۲۵
۳	۸۵ (۱۶ سال)	۱/۶۵	۷/۶۱	۳/۶۳	۷۸	۳۰
۴	۷۵ (۱۴ سال)	۱/۵	۱۲/۶۹	۷/۸۱	۴۵	۳۰
۵	۲۵ (۳ سال)	۱/۴	۱۲/۷۶	۶/۶۵	۷	۲۵
۶	۹۰ (۳۵ سال)	۱/۲	۲۶	۱۳	۵۶	۲۰
۷	۷۰ (۱۵ سال)	۱/۶	۲۲	۱۰	۶۰	۲۰

h = فشار قطره‌چکان (متر)

هم‌چنین، ضریب تغییرات کارخانه‌ای (C_v) قطره‌چکان‌ها، با استقرار ۵۰ قطره‌چکان نو در یک فشار ثابت و اندازه‌گیری دبی تعیین گردید.

محاسبه نیاز آبی مرکبات

نیاز آبی مرکبات در داراب از چهار شیوه مختلف: بلانی - کریدل اصلاح شده فائو، هارگریوز - سامانی اصلاح شده برای مناطق گرم و خشک (۱۳)، تشت تبخیر کلاس A و مدل سولومن - کوداما (۱۶)، بر اساس پارامترهای اقلیمی منطقه محاسبه گردید. در شیوه هارگریوز - سامانی اصلاح شده به سبب عدم دسترسی به اطلاعات سرعت متوسط باد برای یک دورهٔ قابل قبول، و وجود اطلاعات درجه حرارت از ایستگاه‌های غیر مرجع از معادلهٔ اصلاح شده هارگریوز - سامانی (بر اساس معادله پنمن - مانتیث)، که مناسب مناطق خشک و نیمه خشک با اطلاعات حاصل از ایستگاه‌های غیر مرجع می‌باشد (۲)، استفاده گردید. در آبیاری قطره‌ای، آب مصرفی غیر مفید به حداقل کاهش می‌یابد. به همین خاطر تعرق از گیاه اصلی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

معمولاً مساوی آب مصرفی خواهد بود (۱۰). در آبیاری قطره‌ای متوسط تعرق روزانه در ماه حداکثر مصرف، تابعی از حداکثر تبخیر و تعرق روزانه گیاه در طول ماه و سطح پوشش تاج گیاه (سایه‌انداز) می‌باشد که از رابطه زیر محاسبه می‌گردد (۳ و ۱۰):

$$T_d = U_d \left[۰/۱(P_d)^{۰/۵} \right] \qquad [۳]$$

که:

T_d = تعرق متوسط روزانه گیاه در آبیاری قطره‌ای برای ماه حداکثر مصرف (میلی‌متر در روز)

U_d = تبخیر و تعرق گیاه در ماه حداکثر مصرف (میلی‌متر روزانه)

P_d = درصد سطح سایه انداز گیاه در وسط روز

مقدار خالص آبیاری (D_n)،که باید پاسخگوی نیاز تعرق در طول دوره رشد گیاه باشد، عامل مهمی در تخمین نیاز سالیانه آبیاری است، که مقدار آن با احتساب بارندگی مؤثر دوره رشد گیاه کاهش می‌یابد، و از رابطه زیر قابل محاسبه و تخمین می‌باشد (۱۰):

$$D_n = (U - R_n - W_s) \left[۰/۱(P_d)^{۰/۵} \right] \qquad [۴]$$

که:

U = تبخیر و تعرق گیاه در طول دوره رشد (میلی‌متر)

R_n = بارندگی مؤثر در طول آن دوره (میلی‌متر)

W_s = رطوبت ذخیره شده در خاک در خارج از فصل رشد (میلی‌متر) که در این جا مقدار آن برای مرکبات صفر فرض شده است.

کمبود آب، که در آن حالت آبیاری باید شروع شود، بستگی به خاک، گیاه و عامل تابع تولید دارد (۱۰). حداکثر مقدار خالص آبیاری، مقداری از آب قابل دسترس است که باید در خاک جای گزین شود، وقتی‌که ضریب کمبود رطوبت برابر کاهش رطوبت از نظر مدیریت باشد. البته مقدار حداکثر خالص آبیاری برای کل مزرعه محاسبه می‌گردد، که درصد خیس‌شدگی (P_w) در آبیاری قطره‌ای باید در آن ملحوظ گردد. برای برآورد مقدار ناخالص آبیاری در سیستم قطره‌ای لازم است پارامتر نسبت تعرق در دوره حداکثر مصرف، که بر پایه پیشنهاد کلر و بلیسنر برای خاک‌های نسبتاً درشت با عمق متوسط برابر ۱/۰۵ است، در نظر گرفته شود. مقدار ناخالص آبیاری در این پژوهش از رابطه زیر برآورد گردید:

$$D_g = \frac{D_n \times T_r}{E_a} \qquad [۵]$$

که:

D_g = نیاز ناخالص آبیاری (میلی‌متر)

T_r = نسبت تعرق در دوره حداکثر مصرف

E_a = بازده کاربرد آبیاری (%)

شایان ذکر است که در محاسبه نیاز آبی، مقدار T_r برابر ۱/۰۵، E_a با فرض ۱۰% تلفات آب برابر ۹۰%، و درصد سطح سایه اندازه (P_d) برای یک درخت بالغ و کامل ۸۰% فرض شده است.

به منظور بررسی بیشتر نیاز آبی باغ‌های مورد مطالعه، نیاز آبیاری در چهار وضعیت مختلف: نیاز آبیاری در شرایط موجود، نیاز آبیاری بر اساس آنچه که در حال حاضر عمل می‌شود، نیاز آبیاری برای شرایط مطلوب، و نیاز آبیاری بر اساس ظرفیت نگهداری خاک محاسبه گردید.

نتایج و بحث

در آبیاری قطره‌ای هر چه دبی خروجی قطره‌چکان‌ها یک‌نواخت‌تر باشد بازده سیستم بالاتر خواهد بود. سه عامل مهم بر این یک‌نواختی مؤثرند: فشار، ویژگی‌های فیزیکی قطره‌چکان‌ها و گرفتگی. علاوه بر این عوامل، مدیریت سیستم نیز عامل مهمی است که باید مورد ارزیابی قرار گیرد. مدیریت سیستم در زمینهٔ تنظیم ساعات آبیاری، دور آبیاری، کنترل فشارها، نظارت کلی بر عملکرد سیستم و کاربرد صحیح کود و دیگر مواد شیمیایی نقش مهمی در بازده کاربرد و عملکرد اقتصادی سیستم دارد.

در توزیع فشار، دو عامل افت فشار و تغییر ارتفاع از اهمیت خاصی برخوردارند. در باغ‌های مورد مطالعه، طول متوسط لوله‌های فرعی (پلی اتیلن ۱۶ میلی‌متری) ۳۰ متر است و هر کدام به طور متوسط پنج الی شش درخت را آبیاری می‌نمایند. با

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

توجه به نوع آرایش قطره‌چکان‌ها (حلقوی) و تعداد متوسط آنها (۱۵ عدد) با دبی اسمی چهار لیتر در ساعت، و کاهش تدریجی دبی در طول لوله‌های فرعی، افت فشار در لوله‌های فرعی چندان قابل ملاحظه نیست. ولی فشار لوله‌های فرعی مانیفلد هر بلوک نشان دهندهٔ آن است که مانیفلدها دارای فشارهای متفاوتی هستند که تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عدم توزیع یک‌نواخت فشار و در نتیجه عدم توزیع دبی دارند. این اختلاف فشار، بیشتر به خاطر اختلاف ارتفاع و عدم تنظیم شیر فلکه‌های هر مانیفلد می‌باشد. افزون بر این، بعضی از باغ‌ها، مانند شماره ۱ و ۲، دارای فشار بسیار کم هستند، به طوری که در باغ شماره ۱ حداقل فشار لوله فرعی مربوط به مانیفلد مورد آزمایش ۱/۷ متر، کمترین آن ۱/۴، بیشترین آن ۴/۵ و متوسط حداقل فشار فرعی‌ها در یک بلوک ۲/۶ متر اندازه‌گیری شد (جدول ۳). همین فشار کم باعث کاهش دبی قطره‌چکان‌های این باغ شده است. به عنوان مثال، میانگین تنظیم شده دبی (اندازه‌گیری شده) باغ شماره ۱، ۲/۵۵ و شماره ۲، ۱/۷۲ لیتر در ساعت به دست آمد.در صورتی‌که دبی اسمی این قطره‌چکان‌ها چهار لیتر در ساعت می‌باشد. در دو باغ شماره ۷ و ۵ نیز به دلیل توپوگرافی و نحوهٔ آرایش لوله‌های مانیفلد، اختلاف فشار قابل ملاحظه‌ای بین مانیفلدها و لوله‌های فرعی آنها مشاهده شد. مثلاً در باغ شماره ۷ حداقل فرعی مانیفلد مورد آزمایش ۷/۵، کمترین آن ۲/۵، بیشترین آن ۷/۵ و متوسط حداقل فشار فرعی‌ها ۵/۷۵ متر اندازه‌گیری شد. در این باغ، بیشتر مانیفلدها در راستای شیب تند قرار داشتند و هیچ‌گونه شیر کنترل فشار برای آنها پیش‌بینی نشده بود، که خود باعث بروز اختلاف فشار قابل ملاحظه‌ای در ورودی‌های فرعی ابتدا و انتهای مانیفلد شده بود. ولی چون لوله‌های فرعی در جهت عمود بر شیب قرار دارند و طول آنها نیز نسبتاً کوتاه می‌باشد، اختلاف فشار قابل ملاحظه‌ای در آنها مشاهده نشد.

در جدول ۳ فشار در نقاط مختلف سیستم از جمله ورودی و خروجی صافی‌ها، ابتداو انتهای لوله‌های فرعی مورد آزمایش و حداقل فشار ورودی لوله‌های جانبی بر روی مانیفلدهای در حال کار نشان داده شده است. توصیه می‌شود اولاً در سه باغ شماره ۱، ۲ و ۷ که فشار سیستم در آنها پایین می‌باشد، نسبت به افزایش طبقات پمپ توربینی اقدام شود و فشار متوسطی در حدود ۱۵ متر در شبکه تأمین گردد. ثانیاً در چنین باغ‌هایی که اختلاف فشار در مانیفلدهای هر بلوک زیاد می‌باشد از فشارشکن استفاده شود، و در کنار هر فشارشکن یک فشارسنج نیز نصب گردد تا با قرائت مقدار فشار نسبت به متعادل کردن فشار مانیفلدها اقدام شود. هم‌چنین، در صورت امکان ابعاد بلوک‌ها کوچک‌تر انتخاب گردد.

دومین عامل عدم توزیع یک‌نواخت دبی، ممکن است اختلاف در ساختمان داخلی قطره‌چکان‌ها باشد. اساساً باید قطره‌چکان‌ها به صورت استاندارد و یک‌نواخت ساخته شود. با تعدادی از کارخانه‌های تولید کننده قطره‌چکان برای دریافت اطلاعات فنی و دفترچه‌های راهنما مکاتبه شد، متأسفانه بجز یکی، از هیچ کدام جوابی دریافت نشد. از این‌رو یک نمونه از قطره‌چکان‌هایی که بیش از بقیه در منطقه مورد استفاده هستند (قطران اتصال) مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که ضریب تغییرات[1] کارخانه‌ای (C_v) بسیار بالا و برابر ۰/۲۲ می‌باشد. این در حالتی است که بر اساس توصیه SCS، C_v بیش از ۰/۱۵ غیر قابل قبول است (۱۵). ضریب یک‌نواختی پخش[2] (EU) برای ۵۰ قطره‌چکان مورد آزمایش، با در نظر گرفتن ۱۰ قطره‌چکان برای هر درخت ۵۵٪ به دست آمد.این موضوع ضرورت توصیه به خریداران را که در زمان سفارش خرید خواستار دفترچه‌های راهنما و اطلاعات فنی قطره‌چکان‌ها از کارخانه باشند، اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. از طرفی کارخانه‌های تولید کننده قطره‌چکان‌ها باید موظف به تولید محصولات با کیفیت مطلوب و استاندارد باشند.

گرفتگی قطره‌چکان‌ها

میانگین دبی تنظیم شده قطره‌چکان‌ها، که حاصل اندازه‌گیری

1. Coefficient of Variation 2. Emission Uniformity

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

جدول ۳. فشار در نقاط مختلف سیستم قطره‌ای در باغ‌های مورد مطالعه

شماره باغ	فشار صافی‌ها (متر)		فشار در لوله‌های جانبی مورد آزمایش (متر)								حداقل فشار ورودی لوله‌های جانبی بر روی مانیفلدهای در حال کار (MLIP) (متر)								
			۱		۲		۳		۴										
	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	متوسط
۱	۹/۳	۸	۴/۸	۴/۲	۴/۱	۳/۸	۲/۷	۲/۶	۱/۳۶	۲	۱/۷	۱/۴	۲/۱	۳/۱	۲/۷	۲/۷	۴/۱	۴/۵	۱/۴	۲/۶
۲	۹/۳	۸	۴/۱	۴/۱	۴/۱	۳/۴	۵/۶	۳/۴	۵/۶	۱/۴	۱/۷	۱/۴	۲/۱	۳/۱	۲/۷	۲/۷	۴/۱	۴/۵	۱/۴	۲/۶
۳	۲۰/۵	۱۹/۴	۹/۵	۸/۸	۹/۵	۸/۲	۹/۵	۸/۲	۹/۵	۸/۸	۸/۲	۸/۲	۸/۸	۸/۵	۸/۲	۸/۵	۹/۲			۸/۹
۴	۲۰/۴	۱۹	۱۵/۶	۱۱/۶	۱۴/۶	۱۰/۹	۱۵	۱۱/۹	۱۴/۳	۱۴/۳	۲۱/۸	۱۶/۳	۱۹/۴	۲۰	۲۰/۴	۱۹/۴				۱۹/۵
۵	بدون فیلتر		۱۷/۷	۱۶/۳	۱۷/۷	۱۷/۳۵	۱۷/۵	۱۶/۳	۱۷/۷	۱۲/۲	۱۷	۱۰/۵	۱۳	۹/۵	۱۴/۳	۱/۵۶	۱	۶/۱		۱۱
۶	۷/۸	۷/۵	۱۵/۶	۱۶/۳	۱۶	۱۶/۳	۱۶/۳	۱۷/۳	۱۶/۳	۱۷	۱۲/۲	۱۴/۹	۷/۵	۱۴/۹	۱۲/۲	۱۳/۶	۹/۵	۱۱/۲۲		۱۲/۳
۷	۷/۵	۷	۷/۵	۷	۷/۵	۷/۲	۷	۷	۸	۷/۵	۷/۵	۷	۶	۴	۲/۵	۷/۵				۵/۷۵

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

جدول ۴. میانگین دبی تنظیم شده و چارک پایین هر باغ با فشار مربوطه و دبی توصیه شده کارخانه در فشارهای مختلف

شماره باغ	میانگین دبی تنظیم شده (لیتر در ساعت)	میانگین چارک پایین (لیتر در ساعت)	فشار موجود (متر)	دبی مورد انتظار کارخانه (لیتر در ساعت)	فشار (متر)
۱	۲/۵۵	۲/۰۲	۱/۷۲	۷/۴، ۶/۲، ۴/۵	۱۰، ۱۵، ۲۰
۲	۱/۷۲	۱/۴۸	۴/۴۷	۷/۴، ۶/۲، ۴/۵	۱۰، ۱۵، ۲۰
۳	۴/۱۸	۳/۳۷	۹	۷/۴، ۶/۲، ۴/۵	۱۰، ۱۵، ۲۰
۴	۴/۰۷	۳/۷۰	۱۳	۷/۴، ۶/۲، ۴/۵	۱۰، ۱۵، ۲۰
۵	۳/۳۹	۱/۶۶	۱۶/۵	۷/۴، ۶/۲، ۴/۵	۱۰، ۱۵، ۲۰
۶	۱/۱۶	۰/۴۷	۱۶	۷/۴، ۶/۲، ۴/۵	۱۰، ۱۵، ۲۰
۷	۲/۸۳	۱/۸۲	۷/۵	۷/۴، ۶/۲، ۴/۵	۱۰، ۱۵، ۲۰

۳۲ مورد در هر باغ می‌باشد، با توجه به متوسط فشار تقریبی و متوسط دبی توصیه شده کارخانه سازنده در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج بیانگر آن است که دبی واقعی قطره‌چکان‌ها در همه حالت‌ها کمتر از مقداری است که کارخانه سازنده ابراز نموده است. دو باغ اول اساساً دارای فشار بسیار کم هستند. بنابراین، صرف‌نظر از این‌که ممکن است قطره‌چکان‌ها قدری گرفتگی داشته باشند، فشار موجود که خیلی پایین‌تر از فشار توصیه شده است،به طور یقین عامل اصلی پایین بودن دبی خروجی قطره‌چکان‌های این دو باغ می‌باشد. فشار مربوط به سه باغ شماره ۳، ۴ و ۵ در دامنه قابل قبول قرار دارد.اما مشاهده می‌شود قطره‌چکان‌های باغ شماره ۵ به‌رغم فشار نسبتاً خوب، آبدهی کمتری نسبت به مقدار توصیه شده و نسبت به باغ شماره ۴ دارند، که نشان دهندهٔ گرفتگی قطره‌چکان‌ها در این باغ می‌باشد. صافی‌های باغ شماره ۴ نیز اخیراً از مدار شبکه خارج شده‌اند. شاید علت این که قطره‌چکان‌های این باغ در فشار ۱۳ متر دارای آبدهی حدود چهار لیتر در ساعت هستند، در حالی‌که باید در فشار ۱۰ متر دارای آبدهی در حدود ۴/۵ لیتر در ساعت باشند، همین عدم استفاده از صافی در مدت ۵ ماه و گرفتگی تدریجی آنها باشد.

بحرانی‌ترین حالت از لحاظ گرفتگی، مربوط به باغ شماره ۶ است. به‌رغم این‌که فشار متوسط در حدود ۱۶ متر تأمین شد، ولی متوسط دبی خروجی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش در این باغ بسیار پایین و در حدود ۱/۱۶ لیتر بر ساعت است. دلیل اصلی کاهش شدید دبی، گرفتگی قطره‌چکان‌ها است. انسداد قطره‌چکان‌ها در این باغ به حدی شدید است که بسیاری از آنها دارای آبدهی صفر می‌باشند. باغ شماره ۷ نیز در فشار حدود ۷/۵ متر، دبی متوسط ۲/۸۳ لیتر را نشان می‌دهد که این کاهش می‌تواند هم به خاطر پایین بودن فشار و هم گرفتگی تدریجی قطره‌چکان‌ها باشد.

نکته شایان توجه، پایین بودن مقدار شوری آب در باغ‌های مورد بررسی است که در جدول ۱ نشان داده شده است. بعضی از باغداران معتقدند چون آب مورد استفاده آنها شور نیست، بنابراین نقش صافی‌ها چندان مهم نمی‌تواند باشد. اما نتایج اندازه‌گیری‌ها خلاف این تصور را نشان می‌دهد. مثلاً، شوری آب باغ شماره ۵، ۰/۴۸۹ دسی زیمنس بر متر و جزو آب‌های با کیفیت عالی به حساب می‌آید. به دلیل عدم استفاده از صافی، به‌رغم تأمین فشار کافی (۱۶/۵ متر)، کاهش دبی ۴۵٪ در آن مشاهده شد. نکته قابل توجه سرعت گرفتگی است. چون باغ شماره ۵ سه ساله و میزان حجم آبی که در این مدت از قطره‌چکان‌ها عبور نموده نسبت به باغ‌های قدیمی کمتر است، سرعت گرفتگی نسبتاً کند بوده است. به همین دلیل باغ شماره ۴، که تنها به مدت پنج ماه بدون صافی آبیاری شده، با سابقه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

جدول ۵. نیاز آبیاری مرکبات در داراب با روش هارگریوز - سامانی اصلاح شده (با فرض E_a=۹۰٪، P_d=۸۰٪ و T_r=۱/۰۵)

پارامترهای لازم	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالیانه
ET_o (میلی‌متر در روز)	۶/۴۹	۴/۳۹	۲/۷۵	۲/۲۱	۲/۴۴	۳/۴۳	۵/۰۴	۶/۸۶	۹/۳۹	۱۰/۲۸	۹/۸۴	۸/۴۱	
K_c	۰/۶۵	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۶۵	
ET_c (میلی‌متر در روز)	۴/۲۲	۳/۰۷	۱/۹۳	۱/۵۵	۱/۸۳	۲/۵۷	۳/۵۳	۴/۸	۶/۵۷	۶/۶۸	۶/۴	۵/۴۷	
ET_c=U (میلی‌متر در ماه)	۱۲۶/۶	۹۲/۱	۵۷/۹	۴۶/۵	۵۴/۹	۷۴/۵	۱۰۹/۴	۱۴۸/۸	۲۰۳/۷	۲۰۷/۱	۱۹۸/۴	۱۶۹/۶	۱۴۸۹/۵
*متوسط بارندگی R_n (میلی‌متر)	۰/۱۹	۷/۷	۴۴/۳	۵۹/۴	۶۰/۶	۵۰/۴	۲۸/۵	۸/۲	۰/۰۶	۳/۴	۲/۷۹	۰/۸۲	۲۶۶/۵
کمبود دوره رشد D_n (میلی‌متر)	۱۱۳/۱	۷۵/۵	۱۲/۲	۰	۰	۲۱/۶	۷۲/۴	۱۲۵/۸	۱۸۲/۱	۱۸۲/۲	۱۷۵	۱۵۱	۱۱۰۹/۸
نیاز آبیاری D_g (میلی‌متر)	۱۳۲	۸۸/۱	۱۴/۲	۰	۰	۲۵/۲	۸۴/۵	۱۴۶/۸	۲۱۲/۵	۲۱۲/۶	۲۰۴/۲	۱۷۶/۲	۱۲۹۶/۳

* متوسط بارندگی حاصل از میانگین آمار بارندگی ایستگاه‌های بختاجرد، داراب، نقش شاهپور و ده‌خیر برای سال‌های ۱۳۴۲ تا ۱۳۶۹ می‌باشد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

عملکرد ۱۴ ساله، کاهش دبی در حدود ۳۴% را نشان می‌دهد، که البته بخشی از این گرفتگی می‌تواند به دلیل شورتر بودن آب این باغ نسبت به باغ شماره ۵ (۰/۷۰۱ دسی زیمنس بر متر) باشد. این در حالی است که در باغ شماره ۳، که صافی‌ها از ابتدا نصب بوده و هر شش ماه یک بار نیز تمیز شده‌اند، با سابقه ۱۶ سال عملکرد، گرفتگی بسیار ناچیزی در حدود ۷% (با شوری ۰/۵۷۴ دسی زیمنس بر متر) وجود دارد. البته پایین بودن شوری آب همراه با گرفتگی، گویای آن است که عامل اصلی گرفتگی بیشتر ذرات معلق فیزیکی در آب و نه شوری است.

باغ شماره ۶ از لحاظ گرفتگی از وضعیت بسیار نامطلوبی برخوردار بود. از ۳۲ مورد اندازه‌گیری، در چهار مورد (۱۲/۵%) گرفتگی کامل (آبدهی صفر) مشاهده شد و آبدهی بقیه قطره‌چکان‌ها نیز بسیار پایین‌تر از حد ابراز شده کارخانه بود. مثلاً ۰/۰۵، ۰/۴۰۵، ۰/۶۷، ۰/۷۵ و ۰/۸۳ لیتر بر ساعت نیز مشاهده شد.این در حالی است که فشار کافی (۱۶ متر) در سیستم تأمین شده بود. اندازه‌گیری‌ها نشان داد که ۷۴% گرفتگی در این باغ وجود دارد. آب مورد استفاده نیز از کیفیت عالی، شوری پایین و هم‌چنین سختی متوسط برخوردار بود (شوری در حد ۳۰% دسی‌زیمنس بر متر و سختی در حد ppm ۱۴۵). سیستم صافی نیز به‌رغم ناقص بودن در شبکه وجود داشت، اما صاحب باغ از سرعت بالای گرفتگی (ماهی یک بار) شکایت دارد. در بررسی دقیق‌تر، نکات شایان توجهی به شرح زیر مشاهده شد:

- منبع آب مورد استفاده از چند چشمه تشکیل شده، و آب پس از طی حدود ۱۰۰ متر به صورت سرباز وارد لوله اصلی می‌شود.
- آب قبل از ورود به صافی‌ها در یک استخر سرباز به ابعاد ۳×۱۸×۳۵ متر برای مدتی ذخیره می‌شود.
- سیستم، بدون صافی شنی است و صافی‌های دورانی و توری نیز نسبت به حجم و کدورت آب کافی نمی‌باشند.
- قطره‌چکان‌ها از نوع "تنافیم"، داخل خط با دبی ۴ لیتر در ساعت می‌باشند که نسبت به گرفتگی حساس هستند.
- در بررسی ها مشاهده شد نه تنها تعداد قابل توجهی از قطره‌چکان‌ها در حال گرفتگی و یا به طور کامل دچار گرفتگی هستند، بلکه بعضی از لوله‌های فرعی ۱۶ میلی‌متری نیز مسدود شده‌اند و حتی در انتهای بستهٔ بعضی از لوله‌های ۵۰ میلی‌متری رسوبات انباشته وجود دارد.

نتایج ارزیابی‌ها که بیانگر بازده پایین سیستم (یک‌نواختی پخش ۴۰%، بازده ذخیره یا بازده بالقوه کاربرد چارک پایین ۳۶% و بازده کاربرد چارک پایین ۳۱%) می‌باشد، گرفتگی شدید قطره‌چکان‌ها و نیاز به تمیز کردن هیدروسیکلون‌ها به دلیل انباشته شدن رسوب (اصطلاح محلی سارد) و نگرانی عمیق صاحب باغ را توجیه می‌نماید. برای رفع مشکلات این باغ پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

الف) پوشش کامل استخر و یا حذف آن از مدار شبکه به منظور جلوگیری از رشد جلبک و دیگر علف‌های آبزی.

ب) پوشش کامل مسیر آب از محل خروجی آب از چشمه‌ها تا محل مصرف.

ج) ایجاد یک حوضچه آرامش رسوب‌گیر سرپوشیده در ابتدای مسیر و نصب آشغال‌گیر در مدخل ورودی آب چشمه به لوله انتقال.

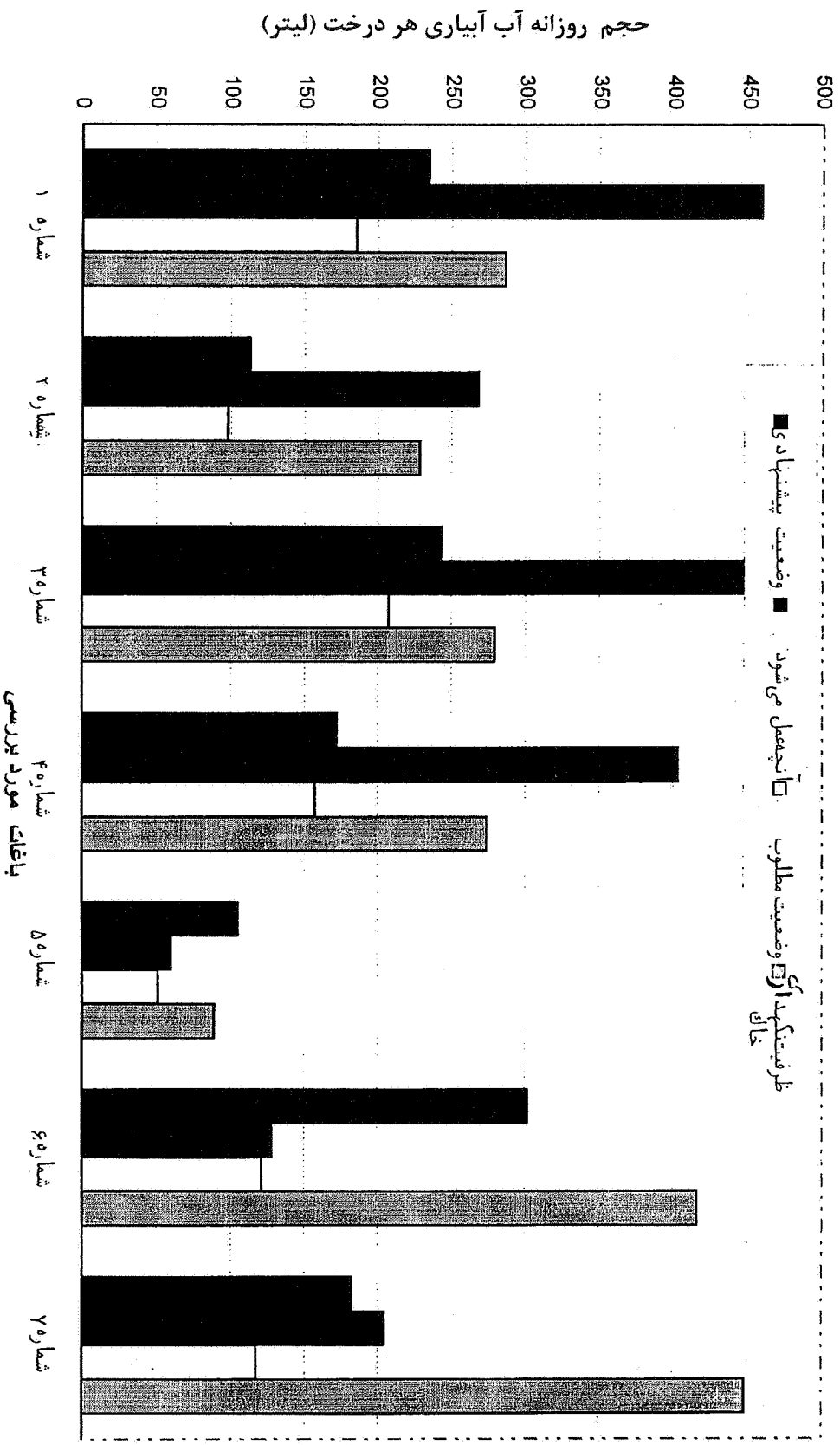
د) نصب صافی شنی و افزایش تعداد صافی‌های دورانی (هیدروسیکلون) و صافی‌های توری برای افزایش سطح تصفیه.

ه) تعویض قطره‌چکان‌ها و جای‌گزینی آنها با قطره‌چکان‌های تنظیم شونده (قابلمه‌ای) که از آبدهی بالاتری برخوردار می‌باشند و نسبت به گرفتگی نیز حساسیت کمتری دارند.

به رغم یکی از برتری‌های آبیاری قطره‌ای، که خیس‌شدن تنها بخشی از خاک است، باغ‌های شماره ۱ و ۲ با وجود کاهش زیاد آبدهی قطره‌چکان‌ها دارای ۱۰۰% سطح خیس شده هستند. علت آن تعداد زیاد قطره‌چکان (۱۶ عدد)، زمان نسبتاً طولانی آبیاری (۱۲ ساعت)، دور کوتاه آبیاری و بافت نسبتاً سنگین خاک می‌باشد. باغ شماره ۵ دارای سطح خیس شده‌ای (P_w) برابر ۱۷% است . این مقدار بسیار کمتر از مقدار حداقلی است که برای مناطق خشک پیشنهاد شده است. علت آن تعداد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]



شکل ۱. نیاز آبی مرکبات در داراب در ماه حداکثر مصرف، در چهار وضعیت گوناگون

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

جدول ۶. چهار وضعیت مختلف نیاز آبیاری برای باغ‌های مورد مطالعه

شماره باغ	وضعیت براساس شرایط موجود		وضعیت موجود (آنچه که عمل می‌شود)		وضعیت مطلوب براساس بازده ۹۰%		حداکثر آبیاری براساس ظرفیت نگهداری خاک	
	(میلی‌متر در روز)	(لیتر در روز)	(میلی‌متر در روز)	(لیتر در روز)	(میلی‌متر در روز)	(لیتر در روز)	(میلی‌متر در روز)	(لیتر در روز)
۱	۹/۳۶	۲۳۴	۱۸/۳۶	۴۵۹	۷/۴	۱۸۵	۱۱/۴۲	۲۸۵/۵
۲	۴/۵۳	۱۱۳/۵	۱۰/۷۳	۲۶۸/۳	۳/۹	۹۷/۵	۹/۱۴	۲۲۸
۳	۸/۱	۲۴۳	۳۰/۹	۴۶۳/۵	۶/۸۸	۲۰۶/۴	۹/۳۱	۲۷۹/۳
۴	۵/۷۴	۱۷۲/۲	۲۶/۹	۴۰۳	۵/۲۳	۱۵۶/۹	۹/۱۵	۲۷۴/۵
۵	۴/۱۹	۱۰۴/۸	۴/۴۷	۵۵/۹	۲/۰۵	۵۱/۲۵	۳/۵۵	۸۸/۷۵
۶	۱۵/۰۸	۳۰۱/۶	۶/۳۹	۱۲۷/۸	۶/۰۳	۱۲۰/۶	۲۰/۸	۴۱۶
۷	۹/۱۱	۱۸۲/۲	۲۰/۴	۲۰۳/۸	۵/۸۳	۱۱۶/۶	۲۲/۴	۴۴۸

کم قطره‌چکان‌ها (سه عدد برای هر درخت)، گرفتگی قطره‌چکان‌ها و بافت خاک (لوم شنی) می‌باشد.

سطح خیس شده باغ شماره ۶ نیز ۲۵/۲% اندازه‌گیری شد. در این باغ به‌رغم این که دارای خاک لوم‌رسی است، فشار نیز به اندازه کافی وجود داشت. تعداد قطره‌چکان‌های هر درخت ۱۱ عدد بود و در زمان اندازه‌گیری نیز ۲۴ ساعت عمل آبیاری انجام می‌شد. ولی به دلیل گرفتگی شدید قطره‌چکان‌ها مقدار درصد سطح خیس شده آن کم بود. درصد خیس شده بقیه باغ‌های مورد مطالعه در دامنه قابل قبول است . دامنه تغییر از حد پایین قابل قبول (۳۳%، باغ شماره ۷) تا حداکثر ممکن که غیر قابل قبول است (۱۰۰%، باغ‌های شماره ۱ و ۲) برآورد شد. در آبیاری قطره‌ای بیشتر نگرانی‌ها از آبیاری کم است نه آبیاری زیاد (۱۵).

به منظور بررسی مصرف آب و بازده آبیاری، اقدام به محاسبه نیاز آبی مرکبات با چهار شیوه گردید. سپس نتایج به دست آمده از شیوه هارگریوز - سامانی اصلاح شده (جدول ۵)، با آنچه که در عمل از طریق اندازه‌گیری حاصل شد مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۶). این چهار وضعیت آبی به صورت ترسیمی در شکل ۱ نیز نشان داده شده است. مقایسه این چهار وضعیت نشان می‌دهد که همه باغ‌ها، بجز باغ شماره ۵ و ۶، بیش از نیاز آبیاری می‌شوند. مثلاً در باغ شماره ۱، که باید ۲۳۴ لیتر آب در روز برای هر درخت تأمین شود، ۴۵۹ لیتر آب مصرف می‌گردد، که حدود دو برابر نیاز است، و اگر با وضعیت مطلوب (بازده ۹۰%) مقایسه گردد تنها ۱۸۵ لیتر آب برای هر درخت در روز کافی خواهد بود، در حالی که اکنون حدود ۲/۵ برابر این مقدار تأمین می‌شود. حال چنانچه مقدار آب مصرفی فعلی با حداکثر مقداری که بر پایه ظرفیت نگهداری خاک می‌توان آبیاری نمود مقایسه گردد، مشاهده می‌شود که برای هر درخت در روز ۱۷۳/۵ لیتر آب بیش از ظرفیت نگهداری خاک تأمین می‌شود. این مقدار بیشتر به صورت تلفات فرونشت عمقی از دست می‌رود. همین اضافه آبیاری، علت خیس‌شدگی ۱۰۰% این باغ را نیز توجیه می‌نماید.

باغ شماره ۲ که بر اساس وضعیت پیشنهادی شرایط موجود ۱۱۳/۵ لیتر در روز آب نیاز دارد، روزانه ۲۶۸/۳ لیتر مصرف می‌نماید. یعنی حدود ۱۵۵ لیتر در روز اضافه آب مصرف می‌شود (بیش از ۵۷%). این باغ بر اساس شرایط مطلوب تنها ۹۷/۵ لیتر در روز آب احتیاج دارد، در حالی‌که اکنون ۱۷۱ لیتر در روز اضافه آبیاری می‌شود (بیش از ۱۷۶%).

باغ شماره ۳ نیز که بر اساس شرایط موجود باید روزانه ۲۴۳ لیتر آبیاری شود ۴۶۳/۵ لیتر آبیاری می‌شود، یعنی ۲۲۰

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

لیتر بیشتر از نیاز . همین باغ در شرایط مطلوب ۲۰۶/۴ لیتر در روز آب نیاز دارد. حداکثر آبی که بر اساس ظرفیت نگهداری خاک می‌توان به این باغ داد ۲۷۹ لیتر می‌باشد. با آبیاری موجود(۴۶۳/۵ لیتر)، حدود ۱۸۴/۵ لیتر از آب آبیاری به صورت فرونشت جزو تلفات این باغ به حساب می‌آید (۴۰٪).

باغ شماره ۴ نیز حدوداً دارای وضعیت مشابه است. اما باغ شماره ۵ وضعیت متفاوتی با بقیه دارد. در این باغ عملاً با سه عدد قطره‌چکان با کمی گرفتگی و ۱۱ ساعت آبیاری یک روز در میان، حدود ۵۶ لیتر در روز برای هر درخت تأمین می‌شود. در حالی که با توجه به بازده کاربرد، برای رفع نیاز واقعی ۱۰۵ لیتر در روز باید تأمین گردد. این در حالی است که با شرایط مطلوب (بازده کاربرد ۹۰٪) با سطح سایه‌انداز فعلی (۷٪)، تنها به ۵۱/۳ لیتر در روز آبیاری نیاز است. در این باغ بر خلاف باغ‌های دیگر (بجز شماره ۶) هیچ نوع تلفات عمقی وجود ندارد. تنها مشکل آن کاهش آبدهی قطره‌چکان‌ها در اثر گرفتگی تدریجی است. برای این باغ، با توجه به شرایط فعلی پیشنهاد می‌شود سیستم صافی کامل نصب گردد تا دبی قطره‌چکان‌ها به دبی اسمی برسد. در غیر این صورت تعداد قطره چکان‌ها از ۳ به ۵ عدد افزایش یابد.

در باغ شماره ۶ نیز به رغم تعداد زیاد قطره‌چکان و آبیاری با دور یک روزه و فشار کافی، باید با شرایط فعلی ۳۰۱/۶ لیتر در روز برای هر درخت آب تأمین گردد. در حالی که عملاً ۱۲۷/۸ لیتر تأمین می‌شود، و هر درخت روزانه با کمبودی در حدود ۱۷۴ لیتر (بیش از۵۷٪) مواجه است. چنانچه در این باغ شرایط مطلوب ایجاد شود، می‌توان با ۱۲۰ لیتر در روز نیاز واقعی را تأمین نمود. به نظر می‌رسد باید تحول اساسی در باغ شماره ۶ به وجود آید. تنها مشکل اساسی این باغ گرفتگی قطره‌چکان‌هاست. چنانچه ۱۱ قطره‌چکان هر درخت این باغ در حد آبدهی اسمی خود عمل نمایند، با ۱۰ ساعت آبیاری که هم‌اکنون انجام می‌شود، روزانه بیش از ۶۸۲ لیتر آب تأمین خواهد شد، که بیش از ۲/۳ برابر نیاز فعلی است. به عبارت دیگر، در صورت رفع گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌توان تعداد قطره‌چکان‌های آن را حتی به نصف نیز تقلیل داد.

باغ شماره ۷ نیز اضافه آبیاری می‌شود. طبق جدول ۶، در این باغ با شرایط موجود، هر درخت نیازمند ۱۸۲ لیتر آب می‌باشد، در حالی که عملاً با ۱۲ قطره‌چکان، مدت ۱۲ ساعت آبیاری و با دور یک روزه، مقدار ۲۰۴ لیتر آب برای هر درخت تأمین می‌شود. این مقدار اضافه (۱۲٪) می‌تواند نیاز آب‌شویی احتمالی این باغ را تأمین نماید. چنانچه بازده کاربرد آبیاری در این باغ نیز مطلوب گردد، با ۱۱۷ لیتر در روز برای هر درخت می‌توان نیز آبیاری آن را برآورده نمود.

بازده سیستم‌های قطره‌ای

نتایج محاسبات عوامل اصلی ارزیابی در هفت باغ مورد مطالعه در جدول ۷ ارائه شده است. بر اساس دستورالعمل SCS (۱۵)، معیارهای کلی برای بازده بالقوه کاربرد چارک پایین[1] (PELQ)، که نشان‌دهندهٔ بازده سیستم یا بازده ذخیره می‌باشد، برای سیستم‌هایی که یک یا چند فصل آبیاری کار می‌کنند به صورت بزرگ‌تر از ۹۰٪ عالی، ۹۰-۸۰٪ خوب، ۸۰-۷۰٪ متوسط و کمتر از ۷۰٪ ضعیف می‌باشد. چنانچه نتایج محاسبهٔ PELQ مربوط به هفت باغ مورد مطالعه با این معیار سنجیده شود، باغ‌های شماره ۱ تا ۴ با PELQ به ترتیب ۷۱٪، ۷۶٪، ۷۷٪ و ۸۲٪ دارای عملکرد متوسط و خوب، و بقیه باغ‌ها دارای عملکرد ضعیف هستند. دلیل اصلی عملکرد ضعیف، عدم یک‌نواختی فشار و گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌باشد. چنانچه به مقادیر EU که بیانگر یک‌نواختی کاربرد آب است (جدول ۷) توجه شود، بجز باغ‌های شماره ۵، ۶ و ۷ با EU به ترتیب ۴۹٪، ۴۰٪ و ۶۴٪، که دارای بازده پخش ضعیف می‌باشند، باغ‌های شماره ۴، ۳، ۲ و ۱ با EU برابر ۹۱٪، ۸۵٪، ۸۶٪ و ۷۹٪ از بازده پخش به ترتیب عالی، خوب و نسبتاً خوب برخوردارند. ولی علت این‌که همین باغ‌ها دارای بازده کاربرد چارک پایین[2] (AELQ) کم هستند (جدول ۷)، تفاوت فاحش

1. Potential Efficiency of Low Quarter 2. Application Efficiency of Low Quarter

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

جدول ۷. نتایج محاسبات پارامترهای اصلی ارزیابی باغ‌های مورد مطالعه براساس اطلاعات جمع‌آوری شده

شماره باغ	میانگین مقدار کاربرد (میلی‌متر)	میانگین کل مقدار کاربرد (میلی‌متر)	میانگین حجم آب روزانه هر درخت (لیتر)	یک‌نواختی پخش Eu (%)	ضریب کاهش بازده	بازده بالقوه کاربرد چارک پایین (PELQ) (%) (بازده سیستم)	بازده کاربرد چارک پایین (AELQ) (%)	حداقل عمق کاربرد (میلی‌متر)
۱	۱۸/۳۶	۱۸/۳۶	۴۵۹	۷۹	۰/۷۱	۷۱	۵۶	۶/۵۲
۲	۱۰/۷۳	۱۰/۷۳	۲۶۸/۳	۸۶	۰/۷۱	۷۷	۶۱	۵/۹
۳	۴۲/۵	۳۰/۹	۴۶۴	۸۵	۰/۹۵	۷۶	۸۱	۲۲/۵۶
۴	۵۱/۳۵	۲۶/۸۷	۴۰۳	۹۱	۰/۹	۸۲	۸۲	۱۹/۸
۵	۲۶/۱۷	۴/۴۷	۵۵/۹۳	۴۹	۰/۷۳	۴۴	۳۶	۱/۶۱
۶	۲۵	۶/۴	۱۲۷/۸	۴۰	۰/۷۶۶	۳۶	۳۱	۱/۹۸
۷	۶۱/۹	۲۰/۴	۲۰۳/۸	۶۴	۰/۶۶	۵۷	۴۲	۷/۷۵

در مقدار حداقل فشار ورودی لوله‌های جانبی در مانفیلدها می‌باشد، که ضرورت نصب شیر تنظیم فشار و کنترل در ابتدای هر مانیفلد را برای ایجاد یک‌نواختی در کل سیستم ایجاب می‌نماید. دلایل عمده پایین بودن ضریب یک‌نواختی در این باغ‌ها مؤید همین مطلب است. در بیشتر باغ‌های مورد مطالعه، تفاوت فشار قابل ملاحظه‌ای در طول لوله‌های جانبی مستقر بر مانیفلد مورد آزمایش دیده نشد. با چنین توزیع فشار نسبتاً مناسب و یک‌نواخت در لوله‌های فرعی مورد آزمایش، انتظار است یک‌نواختی پخش زیاد باشد. عملاً همان طوری‌که در جدول شماره ۷ دیده می‌شود، بجز باغ شماره ۴ با EU ۹۱% و شماره ۲ با ۸۶% و شماره ۳ با ۸۵% و شماره ۱ با ۷۹%، بقیه دارای EU کمتر از ۶۴% هستند (شماره ۶، ۴۰% و شماره ۵، ۴۹%). این عدم یک‌نواختی عمدتاً به دلیل گرفتگی قطره‌چکان‌ها و زیاد بودن ضریب تغییرات ساختمانی است (C_v = ۰/۲۲). نبود سیستم صافی در باغ شماره ۵ و مشکلاتی که از نظر گرفتگی قطره‌چکان‌ها در مورد باغ شماره ۶ توضیح داده شد مؤید این ادعا است. درکلیه باغ‌های منطقه مورد مطالعه صافی نوع شنی استفاده نمی‌شود و اصولاً کشاورزان با این نوع صافی آشنایی ندارند. تنها صافی‌های دورانی (هیدروسیلکون) و توری در اغلب باغ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای افزایش ضریب اطمینان، استفاده از این نوع صافی حتی برای آب‌های با کیفیت مطلوب پیشنهاد می‌گردد. نکته شایان ذکر، عدم تناسب سطح تصفیه صافی‌های موجود با ظرفیت سیستم می‌باشد. اندازه‌گیری فشار در ابتدا و انتهای سیستم‌های صافی، که همه آنها به طور متمرکز در واحد کنترل مرکزی، بعد از ایستگاه پمپاژ، به همراه تانک کود نصب شده‌اند، نشان می‌دهد که نسبتاً خوب عمل می‌کنند. در باغ‌های مورد بررسی، افت فشار در سیستم صافی‌ها بر اساس اندازه‌گیری‌ها بین ۰/۲۲ تا دو متر متغیر بود.

سپاسگزاری

هزینه انجام این پژوهش توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شیراز تأمین شده که از این بابت نهایت تشکر به عمل می‌آید. همکاری های ارزشمند آقای مهندس فرخ‌نژاد، مهندس خورسند و تعدادی از دانشجویان مهندسی تولیدات گیاهی و تکنولوژی آبیاری آموزشکده کشاورزی داراب نیز شایان تقدیر و سپاس است.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]

منابع مورد استفاده

۱. جهانی، ع. ۱۳۷۷. چالش‌های مدیریت آب در سال‌های دهه‌های آتی. سخنرانی در کارگاه بحران آب، تهران.

۲. سپاسخواه، ع. ر. ۱۳۷۷. نگرش دوباره بر شیوه‌های محاسبه تبخیر و تعرق گیاهان زراعی. سمینار کادر آموزشی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۳. سهرابی. ت. و ر. اصیل‌منش. ۱۳۷۷. ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری بارانی عقربه‌ای در کرج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۲(۲): ۱-۱۵.

4. Bucks, D. A., F. S. Nakayama and R. G. Gilbert. 1979. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance. Agric. Water Manag. 2: 149-161.

5. English, S. D. 1985. Filtration and water treatment for micro-irrigation. Proc. Third Intern. Drip Trickle Irrig. Congress, Fresno CA, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, WI, P. 50.

6. Gilbert R. G. and H. W. Ford. 1986. Emitter Clogging. *In*: F. S. Nakayama and D. A. Bucks (Eds.), Trickle Irrigation of Crop Production, Design Operation and Management. Elsevier, Amsterdam. P. 42.

7. Golberg, D., B. Gornat and D. Rimon. 1976. Drip Irrigation Principles, Design and Agricultural Practices. Drip Irrig. Scientific Pub., Kfar Shmaryahu, Israel.

8. Haman, D. Z. 1985. Principles of trickle irrigation. Agric. Eng. Ext. Rep. 85-15, Univ. of Florida, Gainesville, Fla.

9. Karmeli, D., G. Peri and M. Todes. 1985. Irrigation Systems: Design and Operation. Oxford Univ. Press.

10. Keller, J. and R. D. Bliesner. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. Van Nostrand Reinbold, New York.

11. Merriam, J. L. and J. Keller. 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A guide for Management. Utah State Univ., Utah.

12. Nakayama F. S. and D. A. Bucks. 1981. Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. Trans ASAE 24: 77.

13. Sayed Azizy, A . 1997. Estimation of Refference Crop Potential Evapotranspiration and ISo-ETa Maps for Iran. MSc. Thesis, Shiraz Univ., 171 p.

14. Shan, L. P., M. Hardy and P. Chan. 1978. drip irrigation of sugarcane. Intern. Soc. of Sugercane Technologists Proc. 16th Congress, pp. 1219-1226.

15. Soil Conservation Service. 1984. Trickle Irrigation. National Engineering Handbook. Sections 15 and 7, Water Resour. Pub., Colorado, USA.

16. Solomon, K. and M. Kodama. 1976. Trickle Irrigation Basic Questions and Answers from Rain Bird. Rain Birds Sprinkler Manuf., Haifa.

17. Vincent, F. B. and M. E. Donald. 1986. Field evaluation of drip irrigation submain units. ASAE, 29(6): 1659-1665.

18. Wu, I. P. and Gitlin. 1974. Design of drip irrigation lines. HAEA Technical Bulletine 96, Univ. of Hawai, Honolulu.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1379.4.2.2.7]