مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۲۸-۱۷

تأثیر اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌های سیستم آبیاری قطره‌ای بر مشخصات هیدرولیکی سیستم

جعفر نیکبخت*[۱]، صباح کرمی[۲]

۱. دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران

۲. کارشناس ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۰۶

چکیده

در این پژوهش تأثیر اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها بر خصوصیات هیدرولیکی سیستم آبیاری قطره‌ای بررسی شد. برای انجام آزمایش، یک سیستم آبیاری قطره‌ای در قطعه زمینی مسطح به ابعاد ۸۰ متر در ۹۰ متر در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زنجان ایجاد شد. آزمایش در دو شرایط بدون اتصال (N.C.) و اتصال دو به دو (P.C.) انتهای لاترال‌ها و در سه فشار کارکرد ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ بار انجام گرفت. قطره‌چکان مورد استفاده از نوع طولانی مسیر داخل خط با دبی ۴/۰ لیتر در ساعت و فشار کارکرد ۱/۰ اتمسفر بود. بر اساس نتایج، در فشار کارکرد ۰/۵ بار، اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها باعث کاهش ضریب تغییرات از ۱۳/۱ به ۱۰/۷ درصد، افزایش یکنواختی پخش آب از ۸۲ به ۸۵ درصد و افزایش ضریب یکنواختی کریستیانسن از ۸۹ به ۹۱ شد. در فشار کارکرد ۱/۰ بار، مقادیر CV، Eu و Uc از ۹/۱، ۹۰ و ۹۲ درصد (به‌ترتیب) در حالت N.C. به ۴/۹، ۹۵ و ۹۶ درصد (به‌ترتیب) در حالت P.C. تغییر یافت. مقادیر آماره‌های CV، Eu و Uc در حالت P.C. و در فشار کارکرد ۱/۵ بار، به‌ترتیب ۵/۵، ۹۳ و ۹۶ درصد و در حالت N.C. به‌ترتیب ۹/۷، ۸۷ و ۹۳ درصد حاصل شد. با توجه به نتایج این پژوهش، اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها به یکدیگر موجب بهبود سیستم آبیاری قطره‌ای از نظر فنی و هیدرولیکی شد.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای، تغییر چیدمان لاترال‌ها، ضریب تغییرات، ضریب یکنواختی توزیع آب، ضریب یکنواختی کریستیانسن.

* نویسنده مسئول Email: nikbakht.jaefar@znu.ac.ir

مقدمه

تحلیل هر سیستم آبیاری بر پایهٔ اندازه‌گیری در شرایط واقعی مزرعه و حین کار را ارزیابی می‌گویند (۱۵). در بیشتر مواقع به‌دلیل عدم طراحی دقیق سیستم آبیاری قطره‌ای یا اجرای نامناسب آن، تمامی پتانسیل سیستم در دسترس قرارنمی‌گیرد (۱۳). بنابراین، ارزیابی یک سیستم آبیاری قطره‌ای اطمینان طراح از یکنواختی توزیع آب در طرح اجراشده و نیز آگاهی بهره‌بردار از چگونگی کارکرد سیستم و مدیریت آن را به‌دنبال دارد (۱۲).

بر اساس نتایج ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای باغ پسته‌ای به مساحت ۹۲ هکتار در حد فاصل کرمان- زرند، مقادیر یکنواختی پخش آب قطره‌چکان‌ها، بازده پتانسیل کاربرد سیستم و بازده کاربرد سیستم به‌ترتیب ۹۹/۶۳، ۶۶/۳۶ و ۷۳/۷۳ درصد به‌دست آمد که نشانگر راندمان بالای سیستم و تغییرات قابل‌قبول دبی قطره‌چکان‌ها بود (۲).

در پژوهشی در منطقهٔ آنتالیای ترکیه، نتایج ارزیابی نه عدد از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای موجود در منطقه نشان داد طراحی نامناسب و عملکرد ضعیف فیلترها، گرفتگی قطره‌چکان‌ها و آرایش و کارگذاری نامناسب لوله‌ها از عوامل کاهش یکنواختی توزیع آب در سیستم‌ها بود (۱۷). ارزیابی بیست نمونه از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اجراشده در شهرستان‌های مختلف استان گلستان نشان داد متوسط مقادیر ضریب یکنواختی، ضریب یکنواختی آماری، ضریب کاهش راندمان، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد در چارک پایین در سیستم‌ها به‌ترتیب ۷۹، ۸۵، ۹۰، ۶۵ و ۷۳ درصد به‌دست آمد که نشان از وضعیت متوسط سامانه‌های مورد ارزیابی داشت (۴).

بر اساس نتایج ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای منطقهٔ نیمه‌خشک اسپانیا، اکثر سیستم‌های مورد آزمایش یکنواختی توزیع خوبی (به‌طور میانگین ۸۲ درصد) داشت. عمده‌ترین مشکل سیستم‌های مورد ارزیابی، فشار پایین سیستم‌ها بود که علت آن به کارکرد نامناسب پمپ‌ها در ایستگاه پمپاژ، تمیزنکردن فیلترها و افت فشار مربوط می‌شد (۱۶).

با ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای هفت باغ از باغ‌های شهرستان مرند- آذربایجان‌شرقی، مقادیر میانگین یکنواختی پخش آب، پتانسیل چارک پایین و بازده کاربرد چارک پایین سیستم‌ها به‌ترتیب ۹۵، ۸۰ و ۹۲ درصد به‌دست آمد. دلایل ارائه‌شده برای بالا بودن بازده و یکنواختی پخش آب، پایین بودن ضریب تغییرات ساخت، تغییرات کم دبی در قطره‌چکان‌های جبران‌کنندهٔ فشار و عدم‌گرفتگی قطره‌چکان‌ها به‌دست آمد که به‌دلیل عملکرد صحیح سیستم فیلترکردن، طراحی و اجرای مناسب سیستم‌ها و کیفیت خوب تجهیزات مورد استفاده بود (۱۰).

نتایج ارزیابی پنج سیستم آبیاری قطره‌ای اجراشده در شبکهٔ سد ستارخان آذربایجان شرقی نشان داد یکنواختی پخش آب بین ۴۸/۱ تا ۸۲/۸ درصد (عملکرد ضعیف تا خوب)، راندمان پتانسیل کاربرد چارک پایین در محدودهٔ ۴۳/۳ تا ۷۴/۵ درصد، راندمان کاربرد چارک پایین در محدودهٔ ۵۲/۷ تا ۸۲ درصد متغیر بود. دلایل پایین‌بودن عملکرد این سیستم‌ها، توزیع نامناسب فشار بین بلوک‌ها، اختلاف فشار بین مانیفلدها در داخل هر بلوک، نامناسب‌بودن عمق آب آبیاری و پایین بودن دانش و مهارت آبیاران و مدیریت ضعیف بهره‌برداری از سیستم‌ها بیان شد (۹).

در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، چون آب با فشار نسبتاً کم و آهسته از طریق روزنه‌های بسیار ریز قطره‌چکان‌ها تخلیه می‌شود، خروج آب از قطره‌چکان‌ها به فشار بستگی دارد و تغییرات فشار بر آبدهی قطره‌چکان‌ها و یکنواختی توزیع آب در سیستم تأثیر عمده‌ای دارد (۱۵). اخیراً، در برخی مزارع، به‌منظور افزایش یکنواختی توزیع آب در

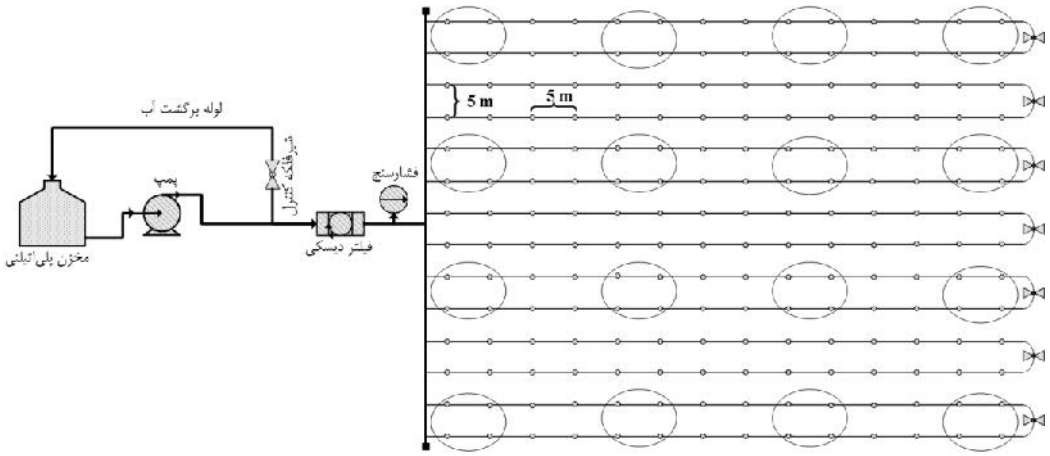
سطح سیستم، زارعان و باغداران موقع اجرای آبیاری قطره‌ای، به‌جای انشعاب مستقل هر لولهٔ فرعی از لولهٔ نیمه‌اصلی از طریق مسدود کردن انتهای آن (شیوهٔ رایج)، مجدداً انتهای لولهٔ فرعی را (پس از دور زدن انتهای ردیف کشت) به لولهٔ نیمه‌اصلی متصل می‌کنند. در واقع، در این شرایط انتهای لوله‌های فرعی را به‌صورت دو به دو به یکدیگر متصل می‌کنند.

هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی علمی و فنی این نوع اتصال بر پایهٔ پارامترهای هیدرولیکی در سیستم آبیاری قطره‌ای ایجاد شده و مقایسهٔ آن با اتصال رایج بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش میدانی از خرداد تا شهریور ۱۳۹۴ در قطعه زمینی مسطح به ابعاد ۸۰ متر در ۹۰ متر در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زنجان با موقعیت جغرافیایی ′۲۴ °۴۸ طول شرقی و′۴۱ °۳۶ عرض شمالی و ارتفاع ۱۵۷۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. به‌منظور انجام آزمایش، سیستم آبیاری قطره‌ای مطابق شکل ۱ در مزرعه ایجاد شد.

قطره‌چکان مورد استفاده در آزمایش از نوع طولانی مسیر داخل خط با دبی ۴ لیتر در ساعت و فشار کارکرد ۱ اتمسفر بود. آزمایش در سه فشار متفاوت ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ بار انجام گرفت. برای تنظیم فشار کارکرد از فشارسنج، لولهٔ برگشت جریان (bypass) و شیرفلکهٔ کنترل استفاده شد. به‌منظور ممانعت از گرفتگی احتمالی قطره‌چکان‌ها با ذرات معلق موجود در آب، فیلتری دیسکی در سیستم نصب شد (شکل ۱). برای ایجاد شرایط یکسان آزمایش در دو حالت متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها (اتصال دو به دو (P.C.) انتهای لاترال‌ها به یکدیگر و عدم اتصال (N.C.) آن‌ها)، انتهای دو لاترال مجاور هم (شکل ۱)، از طریق یک عدد شیر به یکدیگر وصل شد که با باز و بسته کردن شیر شرایط مورد هدف برای اتصال ایجاد می‌شد. در هر نوبت آزمایش، پس از تنظیم فشار کارکرد، حجم آب خروجی از قطره‌چکان‌های نخست، یک‌سوم، دوسوم و انتهای لاترال‌ها و مانیفلد (شکل ۱)، با یک عدد بشر ۵۰ میلی‌لیتری مدرج در مدت زمان ۲۰ ثانیه اندازه‌گیری شد. سپس دبی قطره‌چکان‌ها محاسبه گردید (۱۵).



شکل ۱. شمایی از چیدمان سیستم آبیاری قطره‌ای ارزیابی‌شده

معیاره‌ها و آماره‌های مورد استفاده برای ارزیابی فنی و هیدرولیکی سیستم در دو شرایط اتصال مورد هدف در آزمایش به شرح زیر بود.

۱. ضریب تغییرات (coefficient of variability)

برای کارخانه امکان‌پذیر نیست که دو محصول مشابه را تولید کند. این موضوع در ساخت قطره‌چکان‌ها نیز مصداق دارد. بنابراین، در شرایط فشار یکسان، دبی خروجی از یک مدل قطره‌چکان ساخت یک کارخانه متفاوت است (۶، ۱۴). در این پژوهش مقدار C_V از طریق معادلات (۱) تا (۳) محاسبه شد.

$$C_v = \left(\frac{S_q}{q_a}\right) * 100 \qquad (۱)$$

$$q_a = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} q_i \qquad (۲)$$

$$S_q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(q_i - q_a)^2}{n-1}} \qquad (۳)$$

C_v ضریب تغییرات (درصد)، S_q انحراف معیار دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت)، q_a میانگین آبدهی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت)، n تعداد قطره‌چکان‌های مورد آزمایش، و q_i آبدهی هر قطره‌چکان (لیتر در ساعت) است.

هر چه ضریب تغییرات زیادتر باشد مقدار اشتباه زیادتر خواهد بود؛ بنابراین، دقت آزمایش کاهش می‌یابد. جدول ۱ طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها از نظر کیفیت ساخت بر اساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا را نشان می‌دهد (۱۴، ۱۶).

۲. یکنواختی پخش آب (emission uniformity)

یکنواختی پخش آب، یکی از اساسی‌ترین عوامل تأثیرگذار بر بازده کاربرد آب در آبیاری قطره‌ای است. تعیین یکنواختی پخش آب هم در طراحی و هم در مدیریت سیستم آبیاری قطره‌ای مفید است. در این تحقیق، برای یکنواختی پخش E_u از رابطهٔ (۴) استفاده شد (۱۴، ۱۶).

$$E_u = 100\left(\frac{q_{Lq}}{q_a}\right) \qquad (۴)$$

E_u یکنواختی پخش آب (درصد)، q_{lq} میانگین یک‌چهارم کمترین دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت)، و q_a متوسط دبی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش (لیتر در ساعت) است.

به‌منظور طبقه‌بندی عملکرد سیستم آبیاری با آمارهٔ Eu، جدول ۲ ارائه شده است (۱۵).

جدول ۱. طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها بر اساس استاندارد ASABE (۱۴، ۱۶)

گروه	عالی	متوسط	معمولی	بد	غیرقابل استفاده
مقدار مجاز C_v	$C_v < 5\%$	$5\% < C_v < 7\%$	$7\% < C_v < 11\%$	$11\% < C_v < 15\%$	$C_v > 15\%$

جدول ۲. طبقه‌بندی سیستم‌های آبیاری بر مبنای یکنواختی پخش آب (۱۴، ۱۵، ۱۶)

گروه	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
مقدار مجاز Eu	$Eu > 90\%$	$80\% < Eu < 90\%$	$70\% < Eu < 80\%$	$Eu < 70\%$

جدول ۳. مقادیر مجاز ضریب یکنواختی کریستیانسن بر اساس استاندارد ASABE (۱۴)

گروه	غیرقابل‌قبول	ضعیف	نسبتاً خوب	خوب	عالی
مقدار مجاز Uc	$Uc > 60\%$	$60\% < Uc < 70\%$	$70\% < Uc < 80\%$	$80\% < Uc < 90\%$	$Uc > 90\%$

۳. ضریب یکنواختی کریستیانسن (Christiansen's uniformity coefficient)

کریستیانسن معادلهٔ (۵) را برای محاسبهٔ ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها ارائه کرد.

(۵)
$$U_C = 100\left(1-\left(\frac{1}{nq_a}\right)\sum_{i=1}^{n}|q_i - q_a|\right)$$

U_c ضریب یکنواختی کریستیانسن (Christiansen's uniformity coefficient) به درصد است (۱۴).

جدول ۳ طبقه‌بندی نحوهٔ ارزیابی کارکرد سیستم آبیاری با آمارهٔ Uc بر اساس استاندارد ASABE را نشان می‌دهد.

۴. یکنواختی توزیع آب (distribution uniformity)

وقتی ضریب یکنواختی کریستیانسن بزرگ‌تر از ۷۰ درصد باشد، اطلاعات به‌دست‌آمده از انجام آزمایش توزیع نرمال خواهد داشت و اندازه‌گیری‌ها نسبت به میانگین قرینه است (۸، ۱۱). در این صورت یکنواختی پخش از رابطهٔ (۶) محاسبه می‌شود.

$$D_u = 100\left(\frac{q_m}{q_a}\right) \qquad (۶)$$

D_u یکنواختی توزیع آب (distribution uniformity) (درصد)، و q_m میانگین یک‌دوم کمترین دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) است (۵).

۵. رابطهٔ دبی- فشار قطره‌چکان (emitter discharge-pressure relationship)

مهم‌ترین ویژگی هر قطره‌چکان رابطهٔ بین تغییرات دبی و فشار در آن است. منحنی تغییرات دبی قطره‌چکان در مقابل فشار به‌صورت رابطهٔ (۷) نیز منعکس می‌شود (۶، ۸).

$$q = kh^x \qquad (۷)$$

q دبی قطره‌چکان (لیتر در ساعت)، k ضریب تناسب قطره‌چکان، h فشار کارکرد (بار)، و x نمای دبی قطره‌چکان است.

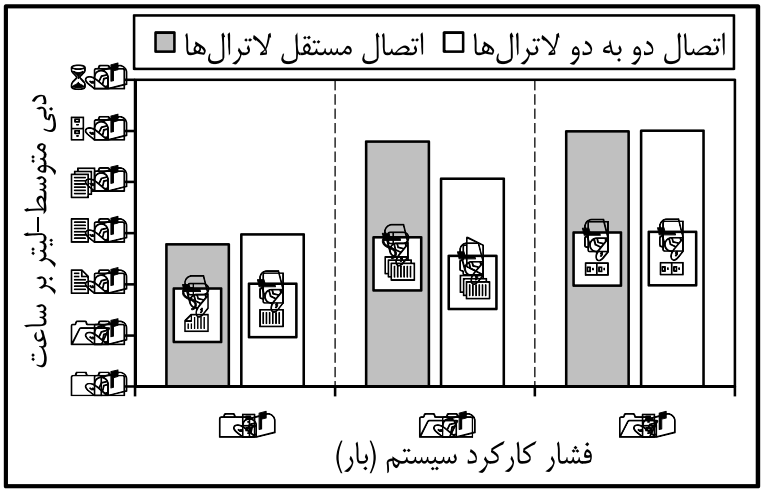
مقدار x، مهم‌ترین پارامتر این معادله، میزان حساسیت دبی قطره‌چکان به تغییرات فشار و رژیم جریان آب را نشان می‌دهد. x هر قدر کوچک‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ تأثیرپذیری کم دبی قطره‌چکان نسبت به تغییرات فشار کارکرد است. بر همین اساس در قطره‌چکان‌های تنظیم‌کنندهٔ فشار x=۰ و در قطره‌چکان‌های روزنه‌ای x=۰/۵ (۶).

نتایج و بحث

دبی متوسط

شکل ۲ مقادیر متوسط دبی سیستم در فشارهای کارکرد متفاوت و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۲، در فشار کارکرد ۰/۵ بار، متوسط دبی قطره‌چکان‌های سیستم در حالت اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها ۱/۰ لیتر در ساعت کم‌تر از دبی ۴/۰ لیتر بر ساعت (دبی کارکرد ارائه‌شدهٔ کارخانه) بود (۲۵ درصد کمتر)، ولی در شرایط عدم اتصال انتهای لاترال‌ها به یکدیگر، متوسط دبی قطره‌چکان‌ها ۱/۲ لیتر در ساعت کمتر (۳۰ درصد کمتر) شد. بنابراین، در صورت کارکرد

سیستم آبیاری با فشار کمتر از فشار لازم، انجام آبیاری و تأمین آب مورد نیاز گیاه کشت‌شده با این نوع قطره‌چکان، باعث وارد آمدن تنش آبی به گیاهان تحت آبیاری خواهد شد. اما با اتصال انتهای لوله‌های لاترال به یکدیگر، به‌دلیل توزیع یکنواخت‌تر فشار ورودی و افت فشارها در تمامی لوله‌های مانیفلد و لاترال، اختلاف متوسط دبی قطره‌چکان‌های سیستم با دبی کارکرد کارخانه (۴/۰ لیتر در ساعت) کاهش یافت که این شرایط ممکن است باعث کاهش اثر تنش آبی بر گیاهان کشت‌شده شود.



شکل ۲. متوسط دبی سیستم در فشارهای کارکرد متفاوت و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها

در فشار کارکرد ۱/۰ بار، در حالت .N.C، متوسط دبی سیستم ۰/۸ لیتر در ساعت بیشتر از دبی کارکرد ارائه‌شدهٔ کارخانهٔ سازندهٔ قطره‌چکان (۲۰ درصد) شد. بر اساس بررسی دبی‌های اندازه‌گیری‌شدهٔ قطره‌چکان‌ها، این مسئله به‌دلیل بیشتر بودن دبی قطره‌چکان‌های نزدیک به ورودی لاترال‌ها از ۴/۰ لیتر در ساعت نسبت به قطره‌چکان‌های انتهای لاترال‌ها بود. با اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها، به‌دلیل توزیع یکنواخت فشار ورودی به سیستم در کل لوله‌های لاترال، متوسط دبی قطره‌چکان‌های سیستم تقریباً برابر با ۴/۰ لیتر در ساعت (دبی کارکرد ارائه‌شدهٔ کارخانه) بود و فقط ۲/۵ درصد اختلاف مشاهده شد.

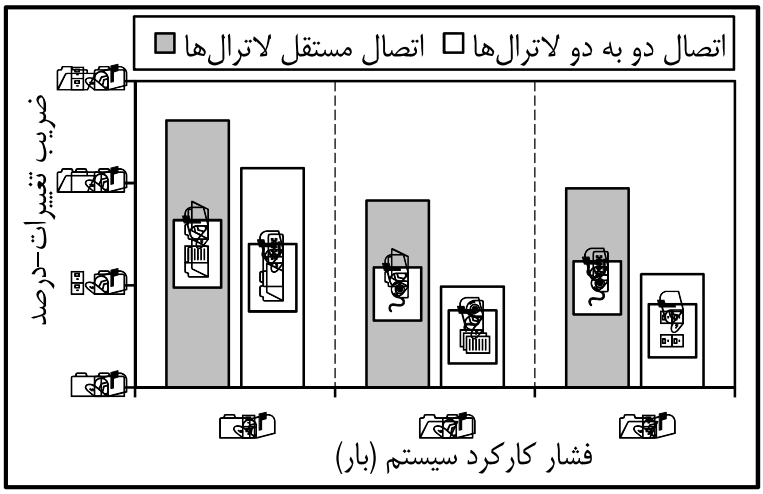
با توجه به شکل ۲، در فشار کارکرد ۱/۵ بار، متوسط دبی سیستم در هر دو حالت .N.C و .P.C، ۱/۰ لیتر در ساعت بیش از دبی کارکرد کارخانه برای قطره‌چکان‌ها شد (۲۵ درصد). در این فشار کارکرد، فشار اضافهٔ تأمین‌شده در سیستم نسبت به فشار کارکرد ۱/۰ بار (۰/۵ بار) علاوه‌بر غلبه بر تمامی افت‌های فشاری موجود در سیستم (ناشی از اصطکاک و اتصالات)، باعث فراهم‌آوردن فشار اضافی در محل خروجی‌ها و قطره‌چکان‌ها شد. این مسئله موجب شد در عمل نحوهٔ اتصال انتهای لاترال‌ها تأثیری بر متوسط دبی سیستم نداشته باشد. با توجه به مقادیر متوسط دبی قطره‌چکان‌ها در این شرایط، برنامه‌ریزی و آبیاری گیاه در این فشار کارکرد، موجب بیش‌آبیاری و هدررفت آب، همچنین زهدار شدن اراضی برای زمین‌های دارای زه‌کشی زمین ضعیف خواهد شد.

در پژوهش صورت‌گرفته در آزمایشگاه گروه مهندسی

آب دانشگاه تهران روی هفت نمونه از قطره‌چکان‌های ساخت داخل، متوسط دبی قطره‌چکان‌های طولانی مسیر در فشارهای کارکرد ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ بار به‌ترتیب ۳/۰۵، ۴/۳۸ و ۵/۳۹ لیتر در ساعت به‌دست آمد (۳). اختلاف مقادیر دبی اندازه‌گیری در پژوهش حاضر با مقادیر فوق ممکن است به‌دلیل متفاوت‌بودن تعداد قطره‌چکان‌ها مورد اندازه‌گیری در آزمایش ایشان (۱۶ عدد)، فواصل اتصال قطره‌چکان‌ها و لاترال‌ها (۰/۵ متر فواصل قطره‌چکان‌ها و ۱/۰ متر فواصل لاترال‌ها)، همچنین کارخانهٔ سازندهٔ قطره‌چکان‌ها باشد. همچنین، در پژوهشی دیگری که در دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت مقدار دبی قطره‌چکان طولانی مسیر در فشار کارکرد ۰/۸، ۱/۰ و ۱/۲ بار، به‌ترتیب ۲/۸۲، ۳/۵۸ و ۴/۴۶ لیتر در ساعت محاسبه شد (۱). اختلاف مقادیر پژوهش حاضر با آزمایش ایشان نیز ممکن است به متفاوت بودن فشار کارکرد سیستم، فاصلهٔ متفاوت قطره‌چکان و لاترال‌ها (۰/۵ متر در ۰/۵ متر)، تعداد قطره‌چکان‌های مورد آزمایش (۸۰ عدد) و کارخانهٔ سازندهٔ قطره‌چکان‌ها در آزمایش ایشان مربوط باشد.

ضریب تغییرات

مقادیر ضریب تغییرات سیستم در فشارهای کارکرد متفاوت و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۳، در فشار کارکرد ۰/۵ بار، اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها موجب بهبود CV سیستم شد، به‌طوری که بر اساس جدول ۱، مقدار CV از طبقهٔ بد در حالت .N.C (CV=13.1%) به طبقهٔ معمولی در .P.C (CV=10.7%) ارتقا یافت. با افزایش مقدار CV، یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه کاهش یافت. در نتیجه، عملکرد گیاه تحت آبیاری نیز به‌دلیل کاهش میزان تنش آبی وارده به آن افزایش می‌یابد.



شکل ۳. ضریب تغییرات سیستم در فشارهای کارکرد متفاوت و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها

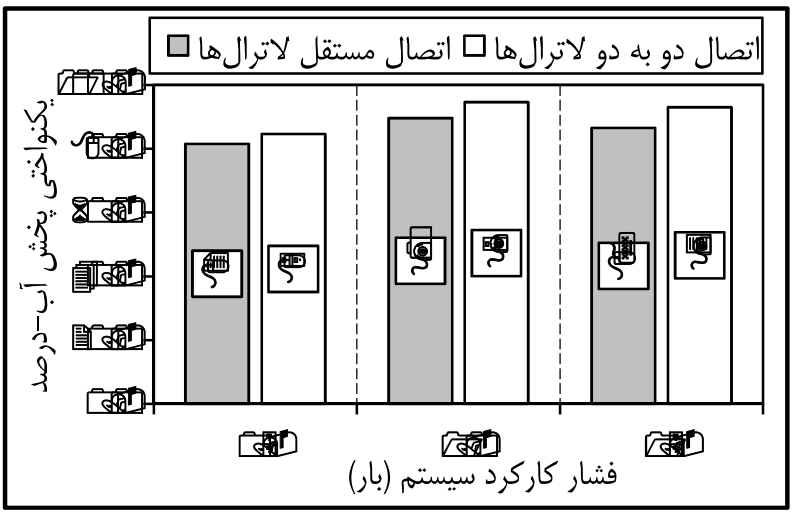
در فشار کارکرد ۱/۰ بار نیز بیشترین CV (۹/۱ درصد) در شرایط .N.C به‌دست آمد (طبقهٔ معمولی)، اما با اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها، مقدار CV کاهش و طبقهٔ آن (جدول ۱) تا طبقهٔ عالی ارتقا یافت. بنابراین، با اتصال دو

به دوی انتهای لاترال‌ها به یکدیگر، عدم یکنواختی توزیع آب با قطره‌چکان‌ها به‌دلیل عیب در دستگاه‌های تولید، تا حد زیادی جبران می‌شود. در فشار کارکرد ۱/۵ بار، مقدار CV سیستم برای هر دو حالت اتصال .N.C و .P.C نسبت به فشار ۱/۰ بار ۰/۶ درصد افزایش یافت. این افزایش باعث تغییر در طبقهٔ CV اتصال .P.C در جدول ۱ شد، اما برای حالت اتصال .N.C تغییری ایجاد نشد.

در پژوهش‌های مختلف، مقدار CV حاصل برای قطره‌چکان طولانی مسیر به‌ترتیب ۳۹ (در فشار ۰/۸ بار)، ۱۹ (۱/۰ بار) و ۲۸ (۱/۲ بار) درصد (۱)، ۵/۲، ۳/۹ و ۳/۲ درصد (به‌ترتیب در فشارهای کارکرد ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ بار) (۳) بود.

یکنواختی پخش آب

شکل ۴ مقادیر یکنواختی پخش آب محاسبه‌شده در فشارهای کارکرد متفاوت سیستم و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها را نشان می‌دهد. در فشار کارکرد ۰/۵ بار، اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها به یکدیگر نسبت به حالت .N.C، باعث افزایش ۳ درصدی Eu شد، اما این افزایش تغییری در طبقی Eu سیستم ایجاد نکرد و هر دو در طبقهٔ خوب واقع بودند (جدول ۲). در فشار کارکرد ۱/۰ بار افزایش مقدار Eu، به‌دلیل اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها به یکدیگر، نسبت به .N.C، ۵ درصد بود که موجب تغییر طبقهٔ Eu از خوب (.N.C) به طبقه عالی شد (جدول ۲). با افزایش Eu، اختلاف متوسط دبی یک‌چهارم کمترین دبی‌های قطره‌چکان‌ها و متوسط دبی کل سیستم کاهش یافت (۵ درصد اختلاف) که این امر دلیلی بر توزیع یکنواخت‌تر آب در کل سیستم آبیاری قطره‌ای طراحی شده بود. نتیجهٔ اخیر از کاهش ضریب تغییرات سیستم در فشار ۱/۰ بار نیز حاصل شد (CV=4.9%). در فشار کارکرد ۱/۵ بار، مقدار Eu سیستم در هر دو حالت متفاوت اتصال نسبت به فشار کارکرد ۱/۰ بار کاهش یافت (۳ درصد برای حالت .N.C و ۲ درصد برای حالت .P.C). مشاهده می‌گردد که اختلاف ایجاد زیاد نیست که ممکن است به‌دلیل تخلیهٔ قطره‌چکان‌ها با حداکثر ظرفیت ممکن به علت افزایش فشار کارکرد باشد.

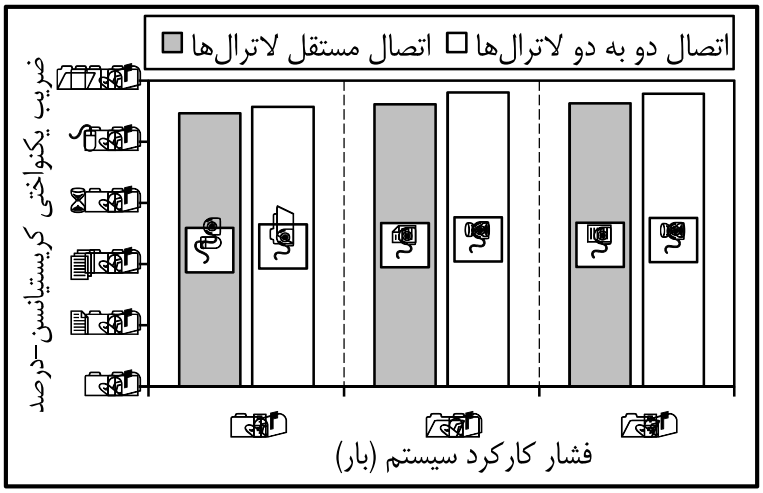


شکل ۴. یکنواختی پخش آب سیستم در فشارهای متفاوت کارکرد سیستم و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها

در پژوهش صورت‌گرفته در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان، مقدار Eu اندازه‌گیری‌شده برای قطره‌چکان طولانی مسیر در فشار کارکرد ۱/۰ بار، ۹۵/۱۵ درصد به‌دست آمد که نسبت به مقدار مشابه آزمایش حاضر ۵/۱۵ درصد بیشتر بود (۵) (به‌دلیل تفاوت در فواصل نصب قطره‌چکان‌ها و لاترال‌ها، کارخانهٔ سازندهٔ قطره‌چکان و تعداد قطره‌چکان مورد آزمایش). همچنین، در پژوهش صورت‌گرفته در دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۱، مقدار این آماره به‌ترتیب ۸۷ (در فشار ۰/۸ بار)، ۹۱ (۱/۰ بار) و ۸۸ (۱/۲ بار) درصد به‌دست آمد (۱) (علت اختلاف‌ها قبلاً بیان شد).

ضریب یکنواختی کریستیانسن

مقادیر ضریب یکنواختی کریستیانسن محاسبه‌شده در فشارهای کارکرد متفاوت سیستم و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است. در فشار کارکرد ۰/۵ بار، اتصال انتهای لاترال‌ها به‌یکدیگر به‌صورت دو به دو نسبت به حالت بدون اتصال، باعث افزایش Uc از ۸۹ درصد (N.C.) به ۹۱ (P.C.) شد. با توجه به جدول ۳، اتصال انتهای لاترال‌ها موجب ارتقای طبقهٔ Uc از خوب به عالی شد. با توجه به رابطهٔ (۵)، افزایش مقدار Uc در نتیجهٔ اتصال انتهای لاترال‌ها به یکدیگر، دلیلی دیگر بر اثبات کاهش تغییرات دبی تک‌تک قطره‌چکان‌ها نسبت به متوسط دبی کل سیستم آبیاری است.



شکل ۵. ضریب یکنواختی کریستیانسن در فشارهای متفاوت کارکرد سیستم و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها

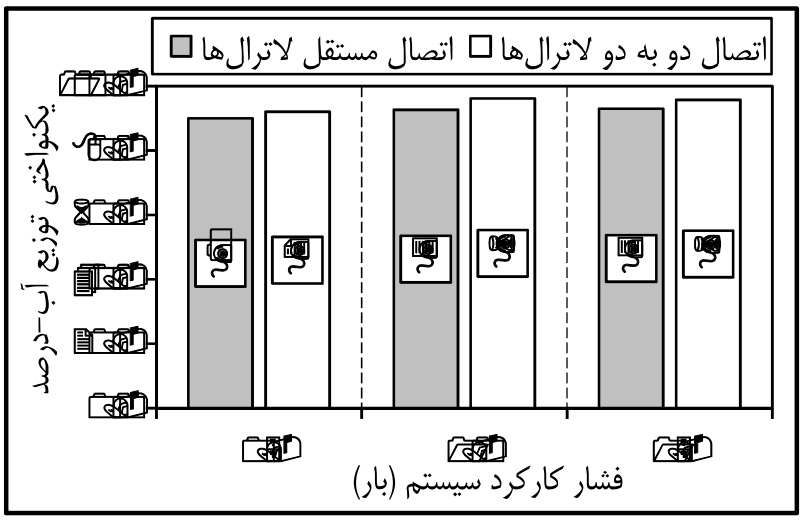
در فشار کارکرد ۱/۰ بار، می‌توان نتیجه گرفت با اتصال انتهای لاترال‌ها به یکدیگر اختلاف دبی تک‌تک قطره‌چکان‌ها از مقدار متوسط دبی سیستم بسیار کم‌تر شد (۵ درصد). بنابراین، با اعمال این شرایط مدیریتی در سیستم آبیاری قطره‌ای می‌توان انتظار داشت نفوذ عمقی آب آبیاری به‌دلیل تخلیهٔ بیش از حد آب از قطره‌چکان کاهش یابد. همچنین، تنش آبی گیاهان کاشته‌شده نیز کاهش یابد و رشد گیاهان تحت آبیاری در سطح مزرعه یکنواخت شود و در مجموع عملکرد گیاه و سود خالص نهایی افزایش یابد. در فشار کارکرد ۱/۵ بار مقدار Uc برای شرایط N.C. و P.C. برابر ۹۳ درصد (همانند مقادیر Du) بود. بیشتر بودن فشار کارکرد از فشار لازم موجب افزایش

تخلیهٔ قطره‌چکان‌ها شد (شکل ۲). بنابراین، تغییرات دبی خروجی تک‌تک قطره‌چکان‌ها از متوسط دبی سیستم کاهش یافت (شکل‌های ۳ و ۴). به این علت مقدار Uc در این فشار کارکرد در طبقهٔ عالی قرار گرفت (جدول ۳).

مقدار ضریب یکنواختی کریستیانسن حاصل برای کل سیستم در تحقیقی در دانشگاه صنعتی اصفهان در فشار ۱/۰ بار، ۹۶/۳۲ درصد (۵) و در پژوهشی در دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۱، به‌ترتیب ۸۷ (۰/۸ بار)، ۹۰ (۱/۰ بار) و ۸۸ (۱/۲ بار) درصد به‌دست آمد (۱).

یکنواختی توزیع آب

با توجه به مقادیر Uc، ملاحظه می‌گردد که مقادیر آن از ۷۰ درصد بیشتر است (شکل ۵). بنابراین، توزیع دبی قطره‌چکان‌ها از توزیع نرمال تبعیت کرد. بر همین اساس، در ادامهٔ پژوهش، مقادیر یکنواختی توزیع آب در فشارهای کارکرد متفاوت سیستم و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها محاسبه شد (شکل ۶). با توجه به شکل ۶، همانند شکل‌های ۴ و ۵، در فشار کارکرد ۰/۵ بار بیشترین و کمترین مقدار Du به‌ترتیب در شرایط P.C. و N.C. (به‌ترتیب ۹۲ و ۹۰ درصد) به‌دست آمد. افزایش Du نشان‌دهندهٔ کاهش اختلاف متوسط دبی یک‌دوم کمترین قطره‌چکان‌های سیستم (q_m) نسبت به متوسط دبی کل سیستم (q_a) است. در فشار کارکرد ۱/۰ بار با اتصال انتهای لاترال‌ها به یکدیگر به‌صورت دو به دو، اختلاف مقادیر q_m از q_a به ۴ درصد (Du=96%) کاهش یافت که مقدار این پارامتر نیز دلیلی بر کاهش تلفات آبیاری و نیز تنش آبی تحت این شرایط اتصال است. با افزایش فشار کارکرد به ۱/۵ بار هیچ تغییری در مقدار Du نسبت به فشار ۱/۰ بار در هر دو حالت متفاوت آزمایش مشاهده نشد. مقدار Du اندازه‌گیری‌شده در فشار کارکردهای ۰/۸، ۱/۰ و ۱/۲ بار در پژوهش صورت‌گرفته در سال ۱۳۹۱ در دانشگاه زنجان به‌ترتیب ۷۸، ۸۵ و ۸۱ درصد (۱) و در فشار کارکرد ۱/۰ بار در پژوهش صورت‌گرفته در دانشگاه صنعتی اصفهان، ۹۶/۷۱ درصد حاصل شد (۵).



شکل ۶. یکنواختی توزیع آب سیستم در فشارهای متفاوت کارکرد سیستم و حالات متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها

رابطهٔ دبی- فشار قطره‌چکان

مقادیر k و x حاصل در این تحقیق در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۴، مشاهده می‌گردد مقدار توان در رابطهٔ دبی- فشار (x) از ۰/۵۷۱۵ در حالت .N.C به ۰/۴۹۹ در حالت .P.C کاهش یافت. بنابراین، با اتصال انتهای لاترال‌ها به یکدیگر به‌صورت دو به دو، تأثیرپذیری دبی خروجی از قطره‌چکان به فشار کاهش یافت. در پژوهش صورت‌گرفته در گلخانهٔ دانشگاه صنعتی اصفهان، مقدار x و k اندازه‌گیری‌شده روی قطره‌چکان‌های طولانی مسیر، به‌ترتیب ۰/۵۲ و ۱/۰۴ نتیجه شد (۷) که در مقایسه با مقادیر حاصل برای عدم اتصال انتهای لاترال‌ها به یکدیگر در آزمایش حاضر کمتر است. علت این اختلاف را می‌توان به متفاوت‌بودن فشار کارکرد سیستم، قطر لولهٔ نیمهٔ اصلی (۲۰ میلی‌متر)، فاصلهٔ لوله‌های فرعی (۲۵ سانتی‌متر) و قطره‌چکان‌ها (۳۰ سانتی‌متر) از یکدیگر و تعداد قطره‌چکان‌های مورد آزمایش (۱۶ عدد) مربوط دانست.

جدول ۴. مقادیر k و x رابطهٔ دبی- فشار در حالت متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها و فشارهای کارکرد متفاوت سیستم.

نحوهٔ اتصال انتهای لاترال	x	k	R^2
عدم اتصال	۰/۵۷۱۵	۴/۲۱۸	۰/۷۴۴۲
اتصال دو به دو	۰/۴۹۹	۴/۰۳۴۷	۰/۸۴۴۷

نتیجه‌گیری کلی

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها بر خصوصیات هیدرولیکی سیستم آبیاری قطره‌ای بود. آزمایش در قطعه زمینی مسطح به ابعاد ۸۰ متر در ۹۰ متر در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه زنجان در سه فشار متفاوت ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ بار و دو حالت متفاوت اتصال انتهای لاترال‌ها شامل اتصال دو به دوی انتهای لاترال‌ها (.P.C) و عدم اتصال انتهای لاترال‌ها (.N.C) انجام گرفت. نوع قطره‌چکان مورد استفاده در آزمایش طولانی مسیر داخل خط با دبی ۴ لیتر در ساعت و فشار کارکرد ۱/۰ اتمسفر بود. نتایج نشان داد در فشار ۰/۵ بار دبی متوسط قطره‌چکان‌های سیستم، ضریب تغییرات و ضریب یکنواختی کریستیانسن در .N.C، ۲/۸ لیتر در ساعت، ۱۰/۷ درصد و ۸۹ درصد (به‌ترتیب) و در .P.C، ۳/۰ لیتر در ساعت، ۱۰/۷ درصد و ۹۱ درصد به‌دست آمد. در فشار کارکرد ۱/۰ بار و در .P.C مقادیر q_a=۴/۱LPH، CV=۴٪/۹ و Uc=٪۹۵ و در .N.C مقادیر q_a=۴/۸LPH، CV=۹٪/۱ و Uc=٪۹۰ حاصل شد. همچنین، در فشار ۱/۵ بار در .P.C مقادیر q_a=۵/۰LPH، CV=۵٪/۵ و Uc=٪۹۶ و در .N.C مقادیر q_a=۵/۰LPH، CV=۹٪/۷ و Uc=۹۳٪ محاسبه شد. نتایج پژوهش اخیر نشان داد که اتصال انتهای لاترال‌های سیستم آبیاری قطره‌ای به‌یکدیگر به‌صورت دو به دو موجب بهبود و ارتقای خصوصیات هیدرولیکی سیستم در مقایسه با اتصال مرسوم لاترال‌ها به مانیفلد شد.

منابع

۱. ترابی د.، نیکبخت ج.، محمدی م.ح. و توکلی ا. (۱۳۹۱) ارزیابی قطره‌چکان طولانی مسیر در فشارهای مختلف. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعهٔ پایدار: ۱-۷.

۲. حسنی‌زاده ا.، رضائی ع. و اصطهباناتی س. (۱۳۸۶) ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای (مطالعهٔ موردی باغ پسته در زرند، کرمان). نهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر: ۱-۱۰.

۳. سهرابی ت.، اکرام‌نیا ف. و میراب‌زاده م. (۱۳۷۷) ارزیابی خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های ساخت داخل. مجلهٔ علوم کشاورزی ایران. ۳۰(۲): ۲۷۶-۲۶۳.

۴. شاکر م.، حسام م.، کیانی ع. و ذاکری‌نیا م. (۱۳۹۳) ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اجراشده در باغ‌های استان گلستان. نشریهٔ پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۱(۴): ۲۷۴-۲۶۱.

۵. عابدی کوپایی ج. و بختیاری‌فر ع. (۱۳۸۳) تأثیر پساب تصفیه‌شده بر خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای. مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۸(۳): ۴۲-۳۳.

۶. علیزاده ا. (۱۳۸۰) اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای.آستان قدس رضوی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ دوم، مشهد. ۴۵۰ ص.

۷. مصطفی‌زاده ب. و کهنوجی م. (۱۳۸۱) تأثیر دمای آب آبیاری در دبی برخی قطره‌چکان‌های ساخت ایران در آبیاری قطره‌ای. مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۶(۱): ۴۲۱-۳۱.

۸. نصرالهی ع.ح.، بهزاد م.، برومندنسب س. و حیدری‌نیا م. (۱۳۹۲) بررسی تأثیر تغییرات فشار روی مشخصات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کنندهٔ فشار. مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۷(۶۶): ۲۳۴-۲۲۶.

۹. ولی اهری س.، ناظمی ا.ح.، صدرالدینی ع.ا. و مجنونی هریس ا. (۱۳۹۴) ارزیابی فنی عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای شبکهٔ آبیاری سد ستارخان شهرستان اهر. نشریهٔ آبیاری و زهکشی ایران. ۹(۲): ۲۶۲-۲۷۳.

۱۰. یگانه ز.، بهمنش ج. و رضایی ح. (۱۳۹۱) ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در برخی باغ‌های شهرستان مرند. مجلهٔ پژوهش آب در کشاورزی. ۲۶(۴): ۴۴۹-۴۶۰.

11. Barragan J., Bralts V. and Wu I.P. (2006) Assessment of emission uniformity for micro-irrigation design. Biosystems Engineering. 93(1): 89-97.

12. Bralts V.F. and Edwards D.M. (1986) Field evaluation of drip irrigation sub-main units. Transactions of the ASAE. 29(6): 1659-1664.

13. Burt C.M. and Styles W.S. (2007) Drip and micro irrigation design and management for trees, vines, and field crops- practice plus theory. Irrigation Training and Research Center, 3rd Edition, California Polytechnic State University (Cal Poly), USA. 396p.

14. Dutta D.P. (2008) Characterization of drip emitters and computing distribution uniformity in a drip irrigation system at low pressure under uniform land slopes. M.Sc. Thesis, Texas A&M University, USA. 123p.

15. Merriam J.L. and Keller J. (1978) Farm irrigation system evaluation: A guide to management. Utah State University, Logan, Utah. 271p.

16. Ortega J.F., Tarjuelo J.M. and Juan J.A. (2002) Evaluation of irrigation performance in localized irrigation systems of semiarid regions (Castilla-La Mancha, Spain). Agricultural Engineering International: the Cigr Journal of Scientific Research and Development. 4: 1-17.

17. Yildirim O. and Orta A.M. (1995) Evaluation of some drip irrigation systems in Antalya Region. Irrigation and Drainage Abstracts. 21(1): 51.