DOI: 10.22059/ijswr.2020.310802.668750 تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۱، شماره ۱۲، اسفند ماه ۱۳۹۹ (ص ۳۰۴۳-۳۰۳۳)

Field investigation on the Application of an Automatic Discharge Control Valve on Water Uniformity in a Tape Irrigation System

FATEME TAYYEBI[1], MOHAMMAD BIJANKHAN[1*], HADI RAMEZANI ETEDALI[1]
1. Water Sciences and Engineering Department, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
(Received: Sep. 27, 2020- Revised: Oct. 21, 2020- Accepted: Oct. 24, 2020)

ABSTRACT

Tape irrigation systems have become popular due to water resources scarcity. Uniform water distribution in such systems is of great importance. In this study the application of an automatic discharge control valve is investigated in terms of water distribution uniformity of tape irrigation systems. To this end, control valves of the design discharges of 0.4 and 0.6 l/s were fabricated based on the current design methods. To study the effect of the automatic discharge control valve, variations of the water distribution uniformity in tapes and laterals were estimated in some field tests. The results indicated that the uniformity coefficient increases up to 93% at the tapes' entrance. Finally, recommendations were provided to select a reliable tape length. It was found that a pressure increase of 2.5 times higher than the design value would result in tape failure. Therefore, correct tape length selection is of great importance to prevent any damages.

Keywords: Discharge Control Valve, Tape, Uniform Water Distribution.

* Corresponding Author's Email: Bijankhan@eng.ikiu.ac.ir

مطالعه میدانی اثر کاربرد شیر خودکار کنترل دبی بر یکنواختی پخش آب در آبیاری تیپ

فاطمه طیبی[۱]، محمد بی‌جن‌خان*[۱]، هادی رمضانی اعتدالی[۱]

۱. گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۶- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۷/۳۰- تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۸/۳)

چکیده

امروزه استفاده از سامانه‌های آبیاری نواری کم فشار (تیپ) به دلیل کمبود منابع آب رواج پیدا کرده است. یکنواختی پخش آب در این سامانه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. این پژوهش به بررسی اثر کاربرد نوعی شیر خودکار کنترل دبی بر یکنواختی پخش آب در سامانه آبیاری کم فشار (تیپ) می‌پردازد. برای این منظور با استفاده از مبانی طراحی موجود دو شیر خودکار با دبی‌های طراحی ۰/۴ و ۰/۶ لیتر بر ثانیه مورد استفاده قرار گرفت. برای مطالعه اثر کاربرد شیر خودکار کنترل دبی، تغییرات یکنواختی پخش آب در طول نوارهای تیپ و لوله‌های فرعی با شیر کنترل و بدون آن به صورت میدانی مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که ضریب یکنواختی در طول نوارهای تیپ با وجود شیر کنترل به‌صورت قابل توجهی افزایش پیدا می‌کند به‌طوری‌که با نصب شیر کنترل در ورودی نوارهای تیپ درصد یکنواختی پخش به بیش از ۹۳ درصد رسید. در پایان، ملاحظاتی در خصوص طول مجاز نوارهای تیپ ارائه و مورد بررسی میدانی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که افزایش فشار در حدود ۲/۵ برابر مقدار طراحی، باعث ترکیدگی تیپ می‌شود. زمانیکه شیرکنترل در محدوده طراحی فشار مورد نظر کار کند ترکیدگی در تیپ‌ها مشاهده نخواهد شد.

واژه‌های کلیدی: شیر کنترل دبی، نوار تیپ، یکنواختی پخش آب.

مقدمه

هر سامانه آبیاری شامل تعدادی زیر واحد آبیاری می‌باشد که به تناوب و با توجه به دور آبیاری برنامه‌ریزی می‌شوند. در آبیاری موضعی، تیپ‌ها در هر زیر واحد آبیاری از لوله‌های فرعی منشعب می‌شوند. از موارد مهم درباره زیر واحدهای آبیاری ثابت ماندن دبی خروجی با وجود تغییرات فشار می‌باشد. تغییر فشار به دلایل مختلف از جمله اختلاف ارتفاع و تغییرات افت رخ می‌دهد (Keller and Karmeli, 1975).

Monserrat *et al.* (2018) در بررسی بهترین طول مورد استفاده برای لترال‌ها بر اساس گرادیان خط انرژی به این نتیجه رسیدند که زمانی که قطر و شیب لوله‌های بکار رفته، یکنواخت باشد حداکثر طول لترال‌ها بدون ابزارهای جبران کننده کمبود فشار قابل کاربرد هستند. همچنین زمانی‌که نسبت بین اختلاف ارتفاع و افت ناشی از اصطکاک لترال در سراشیبی برابر یک باشد، می‌توان حداکثر شیب ممکن را بدست آورد (Monserrat *et al.* 2018). Mohammed *et al.* (2013) در تحقیقی به بررسی میزان یکنواختی پخش در لوله‌های فرعی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با قرار دادن لوله‌های فرعی در یک حلقه، بطوری‌که فشار آنها از ابتدا و انتها تامین شود کمبود فشار به شکل مطلوبی جبران می‌شود. در این شرایط توزیع فشار در لوله‌های فرعی یکنواخت‌تر شد و میانگین ضریب یکنواختی در شبکه جدید بالاتر از شبکه سنتی محاسبه شد (Mohammed *et al.* 2013). در تحقیقاتی که توسط قیاسی (Yeboah Gyasi-Agyei 2019) در کوئیزلند استرالیا انجام شد مشخصات قطره‌چکان‌ها روی تیپ و همین‌طور منحنی عملکرد پمپ مورد اعتبارسنجی قرار گرفت. این آزمایش‌ها برای بررسی عملکرد تیپ‌ها روی سراشیبی انجام شد. Yeboah Gyasi-Agyei (2019) توانست با استفاده از یک شیر توپی فشار ورودی به هر لوله‌ی فرعی را کنترل کند. هرچند که استفاده از شیر توپی به‌دلیل نیاز به تنظیم دستی کاربرد این روش را به لحاظ عملیاتی تحت تاثیر قرار می‌دهد.

Perea *et al.* (2013) به بررسی عملکرد سامانه‌های تحت فشار مجهز به قطره چکان‌های جبران کننده فشار (PC) و غیر جبران کننده فشار (NPC) پرداختند. برای این منظور آنها از یک روش شبیه‌سازی هیدرولیکی برای پیش بینی تأثیر تغییرات ساخت قطره چکان‌ها و تغییرات هیدرولیکی آنها بر توزیع یکنواختی آب، استفاده کردند. نتایج آزمایشگاهی نشان داد که تغییرات ساخت قطره چکان‌ها تأثیر قابل توجهی بر کاهش یکنواختی توزیع آب دارد به‌طوری‌که برای قطره‌چکان‌های PC ضریب یکنواختی می‌تواند تا ۰/۸۲ نیز کاهش یابد. شایان ذکر

* نویسنده مسئول: Bijankhan@eng.ikiu.ac.ir

است که نتایج آزمایشگاهی Perea *et al*. (2013) نشان داد که برای قطره‌چکان‌های NPC و در محدوده فشارهای پایین، یکنواختی توزیع آب در محدوده ۰/۹۳۲ تا ۰/۹۴۲ می‌باشد. Shaker at al. (2014) سامانه‌های آبیاری قطره ای اجرا شده در شهرستان های مختلف استان گلستان را با هدف اصلاح و بهبود آنها مورد ارزیابی و پایش قرار دادند. نتایج نشان داد که به طورکلی مشکلات اصلی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در این استان را می‌توان به چهار دسته اصلی، مسایل و مشکلات طراحی، اجرایی، مدیریتی و بهره‌برداری، اجتماعی و طبیعی تقسیم‌بندی نمود. مهم‌ترین آن‌ها عدم شستشوی فیلترها، گرفتگی و نامناسب بودن تعداد قطره‌چکان‌ها، تنظیم نکردن شیرفلکه ابتدای مانیفلدها، توزیع غیریکنواخت فشار، کم بودن سطح خیس‌شدگی و در مجموع ضعف شدید در مدیریت بهره‌برداری از سوی کاربران این سامانه‌ها می‌باشد (Shaker at al. 2014). Aali *et al*.(2009) به مطالعه و بررسی پنج نوع قطره‌چکان با دبی‌های اسمی مختلف و همین‌طور با سه نوع آب تصفیه نشده چاه، تصفیه شده اسیدی و تصفیه شده مغناطیسی به منظور کاهش گرفتگی شیمیایی پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که یکنواختی پخش آب به دلیل گرفتگی قطره‌چکان‌ها کاهش یافته است. همین‌طور اسیدی بودن آب آبیاری باعث عملکرد بهتر قطره‌چکان‌ها شده و گرفتگی قطره‌چکان‌ها را کنترل و درنتیجه یکنواختی پخش بالاتری را ایجاد می‌کند (Aali *et al*. 2009).

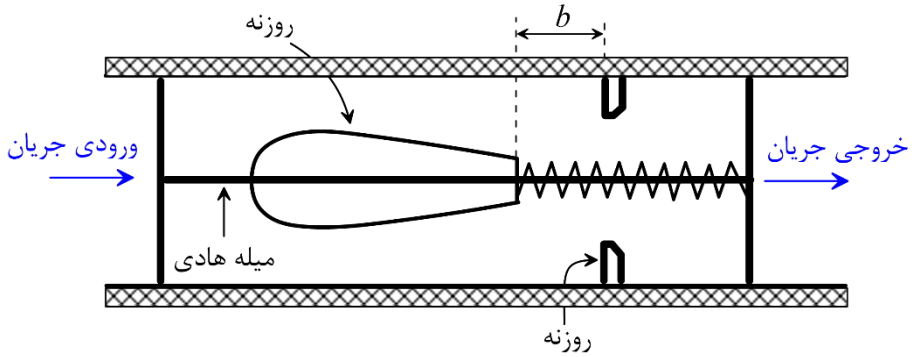
در ارزیابی صورت گرفته بر روی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای شهرستان سرباز عمده‌ترین مشکلات کم بودن مساحت خیس شده، ناکافی بودن عمق آب آبیاری، مناسب نبودن فشار و توزیع آن و دانش ناکافی بهره‌بردران اعلام شده است، که این موضوع در برخی سامانه‌ها منجر به آبیاری بیش از اندازه و در بیشتر موارد منجر به عدم یکنواختی پخش آب شده است (Piri, 2012). همچنین ارزیابی یازده سیستم آبیاری قطره‌ای اجرا شده در استان قم نیز نشان داده است که در برخی از این سیستم‌ها به علت بهره‌برداری نامناسب از سیستم، عدم شستشوی به موقع فیلترها و همچنین استفاده از گسیلنده‌های غیر استاندارد عملکرد مطلوبی حاصل نگردیده است و یکنواختی ریزش در این سامانه‌ها به ۱۸/۸، ۳۶/۶، ۲۰/۳ و ۳۸/۴ درصد رسیده که از این حیث در وضعیت ضعیف قرار گرفته‌اند (Aali *et al*. 2018).

Yeganeh *et al*. (2013) با بررسی هفت سیستم آبیاری قطره‌ای اجرا شده در شهرستان مرند و با توجه به شاخص‌های اندازه‌گیری شده، وضعیت سیستم‌های مذکور را مناسب و عملکرد آنها را قابل قبول ارزیابی کرده‌اند، از دلایل ذکر شده برای این موضوع علاوه بر طراحی، اجرا و بهره‌برداری مناسب از سیستم‌های اجرا شده نامبردگان مواردی همچون پایین بودن ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها، تغییرات کم دبی قطره‌چکان‌ها و در نهایت کیفیت ساخت تجهیزات استفاده شده را نیز مؤثر دانسته‌اند که در مورد ویژگی‌های خاص قطره‌چکان‌های استفاده شده در این طرح‌ها که از نوع نتافیم بوده است، خصوصا به خودشوینده بودن و جبران کنندهٔ فشار بودن و نقش آن در عملکر مناسب این سیستم‌ها اشاره شده است (Yeganeh *et al*. 2013). در تحقیقی دیگر با بررسی ۲۰ طرح آبیاری قطره‌ای که در استان گلستان اجرا شده بودند، ضمن اندازه‌گیری پارامترهای توزیع و راندمان بر اساس دستورالعمل اداره حفاظت خاک آمریکا (SCS) وضعیت کلی سیستم‌های مذکور را از نظر کارایی و یکنواختی پخش متوسط ارزیابی کرده و مشکلات موجود را در همه سطوح طراحی، اجرا و بهره‌برداری دانسته و از مهمترین موارد به گرفتگی قطره‌چکان‌ها، بالا بودن ضریب تغییرات ساخت در برخی از مدل‌های قطره‌چکان مورد استفاده و همچنین نامناسب بودن فشار و توزیع آن اشاره نموده‌اند (Shaker at al. 2014).

Bagheri *et al*. (2014) از بررسی پارامترهای ضریب تغییرات دبی، ضریب یکنواختی آماری و ضریب تغییرات عملکرد قطره‌چکان‌ها در یک سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی اجرا شده در یک باغ پرتقال و هلو در کردکوی وضعیت آن را ضعیف ارزیابی نموده و علت پایین بودن ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها را به دلیل طراحی ضعیف و در نتیجه عدم تنظیم فشار، نوسانات غیرمجاز فشار و همچنین در برخی موارد گرفتگی قطره‌چکان‌ها به دلیل ورود ریشه گیاهان و خاک گزارش کرده‌اند (Bagheri *et al*. 2014). ارزیابی‌های صورت گرفته از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در کشور همان‌طور که در بالا به تعدادی از آنها اشاره شده است پایین بودن یکنواختی پخش آب در سیستم‌های آبیاری موضعی را نشان می‌دهد. عدم طراحی، اجرا و بهره‌برداری مناسب و دقیق باعث بروز ناکارآمدی و پایین بودن ضریب یکنواختی شده است، لذا استفاده از ابزار و تکنیک‌هایی که باعث کاهش تغییرات فشار در حین بهره‌برداری شود ضروری به نظر می‌رسد.

شیر کنترل دبی ابزاری است که می‌تواند برای ارتقای عملکرد سامانه‌های آبیاری مورد استفاده قرار گیرد. در تحقیقاتی که توسط Zhang and Wang (2015) انجام شده است یک شیر برای کنترل فشار-دبی ورودی به لوله‌ها طراحی و ساخته شد. این شیر کنترل از قرار گرفتن یک دوک فنردار انسداد یافته، در یک صفحه روزنه‌دار معمولی ساخته شده است. در شکل ۱) نمایی از شیر کنترل دبی آورده شده است. Zhang and Wang (2015) برای طراحی شیر کنترل دبی ابتدا مطالعاتی در مورد شکل دوک و تأثیر آن بر میزان جریان عبوری انجام دادند. در نهایت شیر کنترل دبی با وجود اختلاف فشار در پایین و بالادست توانست

دبی ثابتی را از خود عبور دهد.



شکل ۱-شیر کنترل دبی و اجزای تشکیل دهنده آن

Rezazadeh *et al.* (2019) به باز طراحی شیر کنترل در طرح اولیه Zhang and Wang (2015) پرداختند. شیر کنترل توسط Rezazadeh *et al.* (2019) در اندازه‌های ۰/۴ و ۰/۶ لیتر بر ثانیه و به ترتیب در اختلاف فشار کارکردهای ۱ تا ۷ و ۲/۶ تا ۲۰ متر توسعه داده شد. در بازه طراحی جدید عملکرد شیر بهبود پیدا کرد.

Atashparvar *et al.* (2019) نیز شیر کنترل دبی را در اندازه‌های بزرگتر ۵ و۱۰ لیتر بر ثانیه و به ترتیب در فشار کارکردهای ۱ تا ۱۰ و ۳ تا ۱۵ متر طراحی نمودند و به بررسی کاربرد آن در سامانه‌های پمپاژ پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که با نصب شیر کنترل دبی روی یک پمپ سانتریفیوژ، با وجود تغییر دور موتور پمپ، دبی خروجی از آن (مقادیر طراحی ۵ و ۱۰ لیتر بر ثانیه) تقریبا ثابت می‌باشد.

کاربرد شیر خودکار کنترل دبی در افزایش یکنواختی پخش آب در آبیاری تیپ می‌تواند به لحاظ کاربردی بسیار جالب توجه باشد. در نتیجه در تحقیق حاضر به بررسی اثر نصب این نوع از شیرها بر روی لوله‌های فرعی متصل به نوار تیپ‌ها پرداخته شده است. این تحقیق با هدف افزایش ضریب یکنواختی فشار و بواسطه آن دبی و پخش آب، در نوارهای تیپ و لوله‌های فرعی با وجود افزایش فشار در شبکه صورت می‌گیرد. همچنین، در این تحقیق تلاش شده تا محدوده تغییرات مجاز طول برای جلوگیری از ترکیدگی تیپ‌ها در شبکه آبیاری تعیین شود.

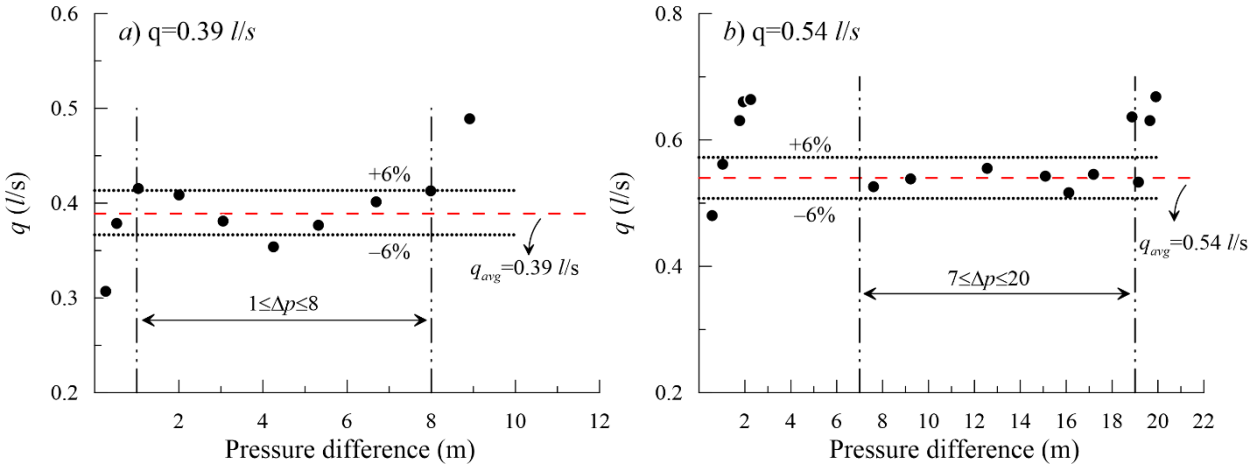
مواد و روش‌ها

مجموعه آزمایشگاهی

این پژوهش در مزرعه دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) انجام شد. برای این منظور دو سامانه مجزا برای تامین فشار و دبی تهیه شد. در سامانه اول از یک پمپ گریز از مرکز حلزونی با ارتفاع پمپاژ ۳۷/۵ متر و دبی ۲ لیتر بر ثانیه (۱۲۰ لیتر در دقیقه) برای آزمایش‌های شیر کنترل ۰/۴ لیتر بر ثانیه بهره گرفته شد. در سامانه دیگر برای تامین فشارهای بالاتر از یک پمپ فشار قوی ۴ طبقه که قادر به تولید فشار ۱۳۳ متر و دبی ۹/۱۷ لیتر بر ثانیه (۳۳ متر مکعب بر ساعت) بود استفاده شد. در هر دو سامانه آب از یک حوضچه مکش با حجم ذخیره ۲۰ متر مکعب، تامین شد. برای تنظیم دبی از یک درایو تنظیم دور موتور استفاده شد. برای اندازه‌گیری فشار نیز یک فشارسنج دیجیتال ساخت شرکت Rosemont آمریکا، به‌کار گرفته شد. دبی عبوری از سازه با استفاده از یک دبی‌سنج ونتوری که قبلا به صورت حجمی واسنجی شده بود، اندازه‌گیری شد. نوار تیپ درزجوشی ۱۷۵ میلیمتری با مشخصات آبدهی ۸×۱۰^{-۴} لیتر بر ثانیه (۳ لیتر در ساعت)، فاصله قطره‌چکان ۲۰ سانتی متر و فشار کارکرد اسمی ۰/۸ بار استفاده شد. به‌منظور ارزیابی یکنواختی توزیع آب در طول نوار تیپ‌ها، مقدار آب خروجی از قطره‌چکان‌ها در مدت زمانی مشخص، با استفاده از یک ظرف ۱ لیتری، جمع آوری و مقدار آن با استفاده از یک ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. زمینی که در آن آزمایش‌ها انجام شد بدون شیب (شیب صفر) بود.

شیرهای خودکار کنترل دبی بر اساس روش و ابعاد ارائه شده توسط Rezazadeh *et al.* (2019) و Tayebi *et al.* (2019) مورد استفاده قرار گرفت. در شکل ۲) نموداری از رفتار شیر کنترل دبی در مسیر جریان آب در لوله آورده شده است. شکل ۲)**Error! Reference source not found.** قسمت الف مربوط به شیر کنترل دبی با دبی طراحی ۰/۴ لیتر بر ثانیه و محدوده اختلاف فشار کارکرد ۱ تا ۸ متر می‌باشد. ملاحظه می‌شود که در این حالت دبی میانگین، q_{avg}، عبوری در فشار کارکرد ۱ تا ۸ متر حدودا برابر ۰/۳۹ لیتر بر ثانیه است که تطابق بسیار خوبی با دبی طراحی ۰/۴ لیتر بر ثانیه را نشان می‌دهد. همچنین، تغییرات دبی در مقابل اختلاف فشار برای شیر کنترل دبی با دبی طراحی ۰/۶ لیتر بر ثانیه و محدوده اختلاف فشار ۷ تا ۲۰ متر در شکل ۲)

آورده شده است. با توجه به شکل ۲) قسمت ب مشاهده می‌شود که دبی میانگین در فشار کارکرد حدودا ۷ متر تا ۲۰ متر، برابر با ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه می‌باشد. به صورت کلی می‌توان نتیجه گرفت که شیرهای کنترل دبی در محدوده‌ی اختلاف فشار طراحی، دبی تقریبا ثابتی را با اختلاف ٪۶± نسبت به دبی میانگین از خود عبور می‌دهند.



شکل ۲- دبی در مقابل اختلاف فشار الف) میانگین دبی ۰/۳۹ لیتر بر ثانیه و ب) میانگین دبی ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه (برگرفته از Tayebi *et al.*, 2019)

باید توجه داشت که بعد از شیر کنترل دبی به اندازه کافی قطره‌چکان وجود داشته باشد تا مجموع دبی آنها برابر دبی عبوری از شیرکنترل باشد. در این حالت شیر کنترل دبی به طور خودکار فشار مورد نیاز را به فشار طراحی قطره‌چکان می‌رساند.

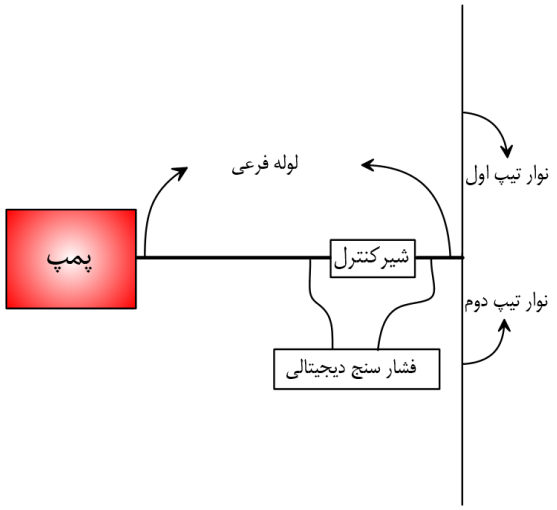
با توجه به قانون پیوستگی لازم است تا مجموع دبی عبور یافته از کل قطره‌چکان‌ها با دبی عبوری از شیر کنترل دبی برابر باشد. بر این اساس، برای محاسبه طول مورد نیاز نوار تیپ‌ها با توجه به دبی طراحی شیر کنترل دبی، Q_d، از رابطه زیر استفاده شد:

$$L = l\left(\frac{Q_d}{q_i}\right) \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه l فاصله قطره‌چکان‌ها و q_i دبی اسمی هر یک از قطره‌چکان‌ها با توجه به کاتالوگ و L طول مورد نیاز نوار تیپ طراحی می‌باشند.

با استفاده از رابطه **Error! Reference source not found.** طول نوار تیپ برای شیر کنترل با دبی‌های میانگین طراحی ۰/۳۹ و ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه به‌ترتیب معادل ۲×۴۷ و ۲×۶۰ متر محاسبه شد.

نمایی از نحوه قرار گیری لوله‌ی فرعی و تیپ‌ها در مزرعه در شکل ۳) آورده شده است. در هر مرحله از آزمایش طول تیپ‌ها با توجه به دبی طراحی شیرکنترل و مجموع دبی خروجی از قطره چکان‌ها محاسبه و به صورت دو نوار تیپ در زمین پهن شد. آب از طریق یک لوله فرعی ۱ اینچی که فشار در آن توسط پمپ تنظیم می‌شد به تیپ‌ها منتقل شد. کل دبی عبوری از لوله ۱ اینچی با استفاده از یک روزنه که قبلا به صورت حجمی واسنجی شده بود اندازه‌گیری می‌شد. فشار ایجاد شده در لوله‌ی فرعی در محدوده کارکرد شیرکنترل دبی قرار داشت.



شکل ۳- نمای شماتیک مدل آزمایش انجام شده در مزرعه

روش انجام آزمایش‌ها به این صورت بود که در محدوده فشار کارکرد شیرهای کنترل، با اعمال تغییر فشار در سامانه، دبی و فشار متناظر قبل و بعد از شیر برداشت شدند. همچنین دبی خروجی از نوار تیپ‌ها در سه محل واقع در ابتدا، میانه و انتهای هر نوار تیپ به صورت حجمی اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است که در هر محل میزان آب خروجی از ۶ قطره چکان اندازه‌گیری شد.

به‌منظور بررسی یکنواختی توزیع آب قطره‌چکان‌ها در طول نوار تیپ ابتدا با استفاده از رابطه (۱) بازای دبی‌های ۰/۳۹ و ۰/۵۴

لیتر بر ثانیه به ترتیب طول‌های ۴۷×۲ و ۶۰×۲ متر، به‌عنوان طول‌های اصلی محاسبه و آزمون شد. همچنین در شرایط مشابه مقادیر دیگری از طول نوار تیپ‌ها، مطابق با جدول (۱)، برای بررسی اثر این پارامتر روی عملکرد شیر کنترل دبی انتخاب شد. برای بررسی اثر تغییرات فشار ورودی نوار تیپ‌ها بر یکنواختی توزیع آب از طول‌های اصلی محاسبه شده و همین‌طور طول‌های دیگر که در جدول (۲) آمده است، استفاده شد. شایان ذکر است که تمام آزمایش‌ها در حضور شیر کنترل و بدون نصب آن انجام و نتایج مورد مقایسه قرار گرفته است.

جدول ۱- طول نوارهای تیپ برای بررسی یکنواختی توزیع آب قطره‌چکان‌ها در طول نوار

میانگین دبی عبوری از شیر کنترل دبی (l/s)	طول نوار تیپ (m)
۰/۳۹	۲×۶۰ ،۲×۴۷
۰/۵۴	۲×۶۰ ،۲×۵۳

جدول ۲-طول نوارهای تیپ برای بررسی اثر تغییرات فشار ورودی بر یکنواختی توزیع آب

میانگین دبی عبوری از شیر کنترل دبی (l/s)	طول نوار تیپ (m)
۰/۳۹	۲×۶۰ ،۲×۴۷ ،۲×۳۰
۰/۵۴	۲×۶۷ ،۲×۶۰ ،۲×۵۳

برای بررسی میزان یکنواختی توزیع آب از ضریب یکنواختی پخش (EU) استفاده شد. اندازه‌گیری مقدار یکنواختی پخش در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از فاکتورهای تعیین کننده کیفیت محصول به دست آمده، یکنواختی پخش در مزرعه است. Keller and Karmeli (1975) بررسی کردند که EU تحت تاثیر تغییرات جریان ناشی از تغییرات هیدرولیکی و ضریب ساخت قطره چکان‌ها می‌باشد. از این‌رو از معادله (**Error! Reference source not found.**) برای اندازگیری مقدار یکنواختی پخش در آزمایش‌های انجام شده، استفاده می‌شود (Nikbakht and karami 2018):

$$E_u = 100\left(\frac{q_{Lq}}{q_a}\right) \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

که در آن، E_u، یکنواختی خروج آب (درصد)؛ q_{Lq}، میانگین یک چهارم کمترین دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت)، q_a، متوسط دبی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش (لیتر در ساعت) می‌باشند.

نتایج و بحث

در تحقیق حاضر یکنواختی توزیع آب به دو شکل مورد بررسی قرار گرفت:

الف) با اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها به بررسی تغییرات دبی در طول نوارهای تیپ‌ها پرداخته شد،

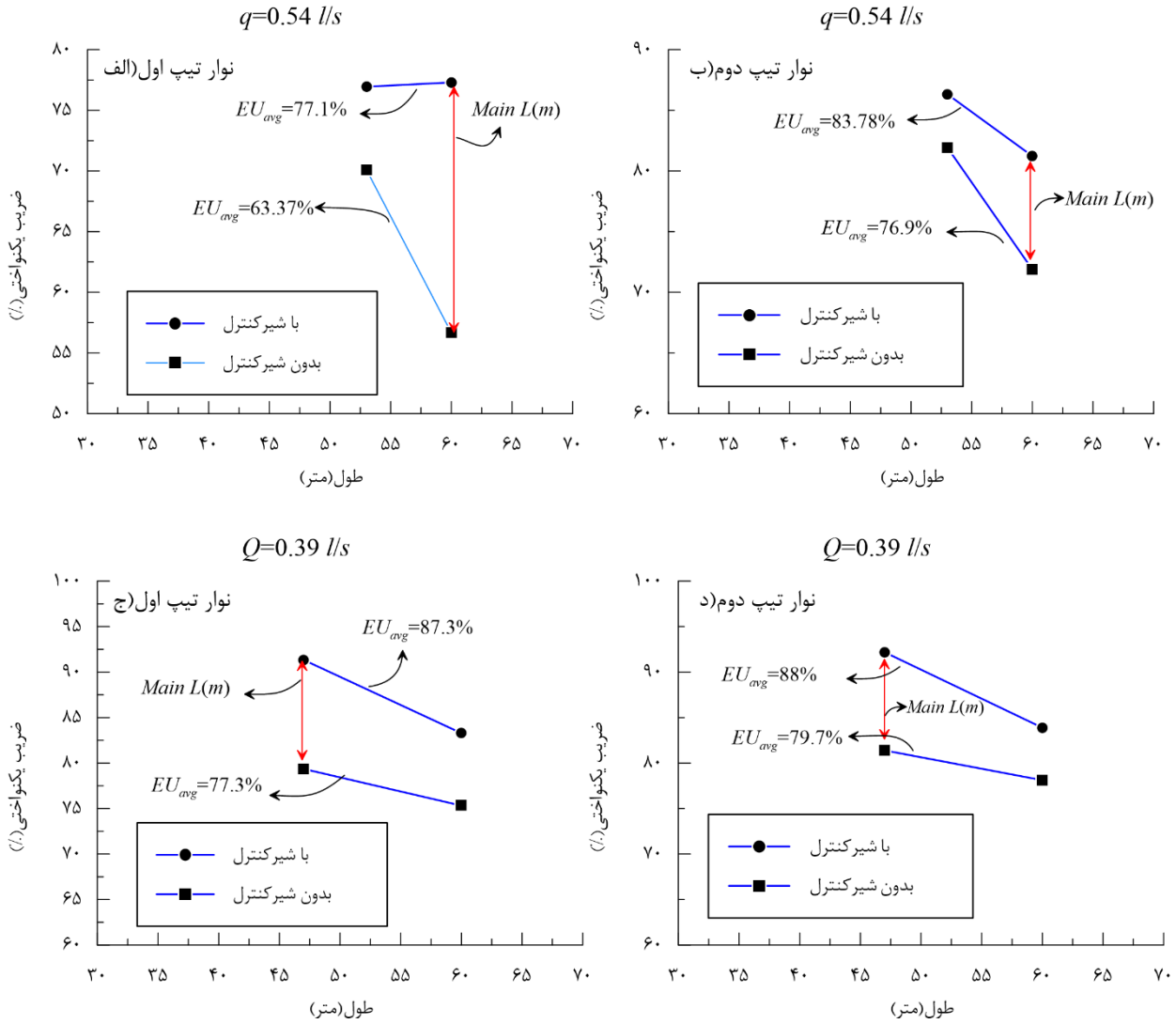
ب) با اندازه‌گیری کل دبی ورودی به دو ردیف نوار تیپ‌ها به بررسی اثر تغییرات فشار در لوله فرعی پرداخته شد. به‌عبارت دیگر در اثر تغییرات فشار در لوله فرعی دبی کل ورودی به نوار تیپ‌ها نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد و در نتیجه لازم است در این حالت به بررسی تغییرات توزیع یکنواختی به دلیل تغییرات فشار در لوله فرعی پرداخته شود.

یکنواختی توزیع آب در طول نوار تیپ

با تغییر فشار در لوله‌های فرعی انتظار می‌رود که یکنواختی توزیع آب در طول نوار تیپ‌ها نیز تحت تاثیر قرار گیرد. از این رو، در این بخش داده‌های مربوط به دبی برداشت شده از قطره‌چکان‌ها در طول نوار تیپ و به ازای فشارهای مختلف در لوله فرعی مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). سپس یکنواختی پخش در طول نوار تیپ‌ها با استفاده از رابطه **Error! Reference source not found.** محاسبه و در مقابل طول نوار تیپ در شکل (۴) **Error! Reference source not found.** رسم شد. لازم به ذکر است که از آنجایی‌که نوار تیپ‌ها به‌صورت دوطرفه بود در شکل (۴) هر یک از این ردیف‌ها با عناوین نوار تیپ اول و دوم نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود به‌صورت کلی، زمانی‌که از شیر کنترل دبی استفاده می‌شود، یکنواختی توزیع بیشتری در طول تیپ‌ها مشاهده شده است. با توجه به مقادیر میانگین ضرائب یکنواختی محاسبه شده که روی شکل (۴) نیز نشان داده شده‌اند می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با استفاده از شیر کنترل دبی می‌توان ضریب یکنواختی توزیع آب در طول تیپ‌ها را به اندازه حدود ۱۰ درصد افزایش داد.

با توجه به شکل (۴) ملاحظه می‌شود که به‌ازای دبی ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه، زمانی‌که از شیر کنترل دبی استفاده نشده است تفاوت زیادی بین نوار تیپ اول و دوم وجود دارد. شایان ذکر است که نوار تیپ‌های مورد استفاده در این تحقیق طبق کاتالوگ شرکت سازنده، برای دبی اسمی قطره‌چکان‌ها، فشار کارکردهایی در محدوده ۰/۸ تا ۱/۲ بار مورد انتظار می‌باشد. در نتیجه این امکان وجود دارد که نوار تیپ‌ها به‌ازای یک فشار کارکرد یکسان، آبدهی‌های متفاوتی داشته باشند که به نوعی روی توزیع یکنواختی آنها تاثیرگذار می‌باشد. از آنجایی که شیرهای کنترل دبی قارند تا علی‌رغم وجود نوسانات فشار دبی تقریباً ثابتی را تحویل دهند در نتیجه وجود این نوع از شیرها می‌تواند نوسانات مربوط به فشار کارکردهای مختلف ناشی از ساخت نوار تیپ‌ها را نیز مرتفع سازد. همان طور که در شکل دیده می‌شود برای دبی

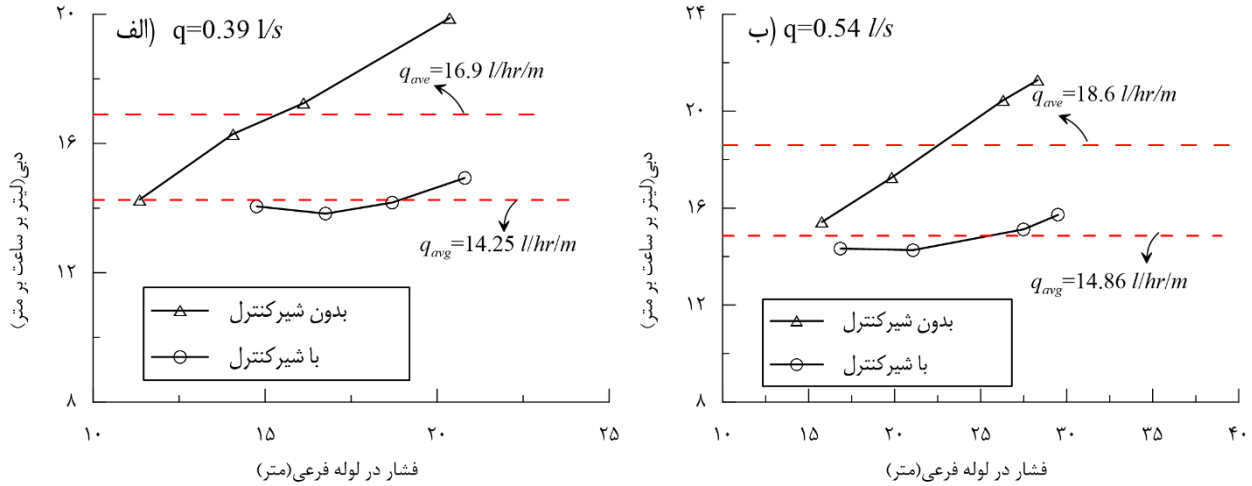
۰/۳۹ لیتر بر ثانیه در طول اصلی ۲×۴۷ متر، مقدار یکنواختی در نوار تیپ اول و دوم با شیر کنترل به تر تیب ۹۱ و ۹۲ درصد است و در دبی۰/۵۴ نیز مقادیر یکنواختی برای طول اصلی برای نوار تیپ اول و دوم به ترتیپ ۷۷ و ۸۱ درصد است، که تفاوت چندانی ندارند.



شکل ۴- تغییرات ضریب یکنواختی با و بدون شیر کنترل دبی

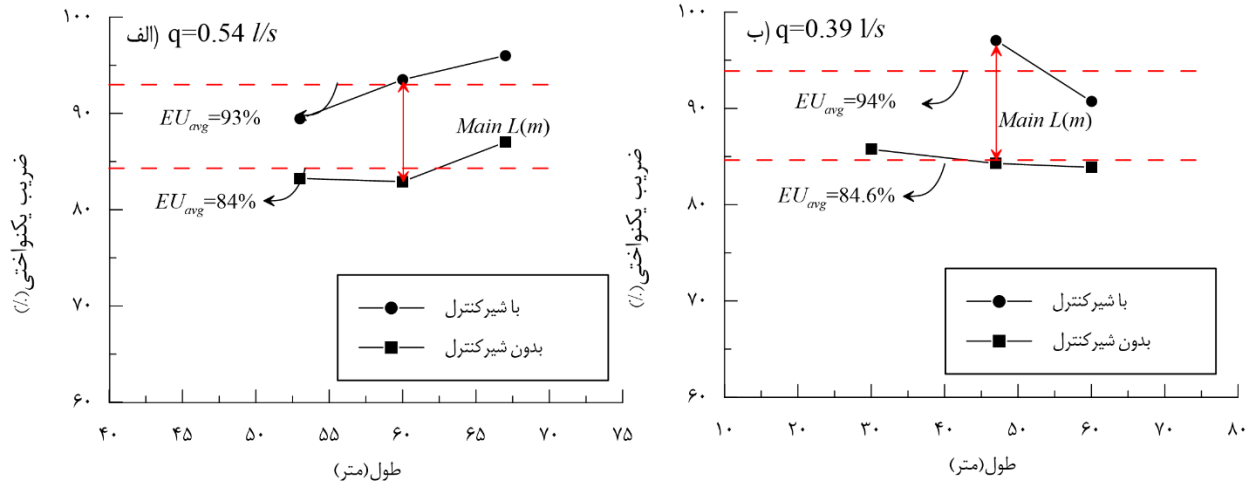
بررسی اثر تغییرات فشار ورودی نوار تیپ‌ها بر یکنواختی توزیع آب

مقادیر دبی در واحد طول نوار تیپ محاسبه و در مقابل فشار سر لوله فرعی (ورودی به تیپ‌ها) در دو حالت با شیر کنترل دبی و بدون آن در شکل ۵) رسم شدند. همان‌طور که در شکل ۵- الف) ملاحظه می‌شود به‌ازای دبی طراحی ۰/۳۹ لیتر بر ثانیه زمانی‌که شیر کنترل دبی در ابتدای نوار تیپ‌ها نصب شده باشد، با وجود افزایش فشار تا ۲۰/۸ متر میانگین دبی در حدود ۱۴/۲۵ لیتر بر ساعت بر متر طول تیپ می‌باشد. در حالی‌که بدون استفاده از شیر کنترل دبی با هر گام افزایش فشار دبی به صورت قابل توجهی افزایش داشته و دبی میانگین آن ۱۶/۹ لیتر بر ساعت بر متر طول تیپ است. همچنین، در حالتی‌که از شیر کنترل با دبی طراحی ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه استفاده شده است، با وجود افزایش فشار سر لوله فرعی تا حدود ۳۰ متر، دبی در واحد طول تیپ تغییرات چندانی ندارد و میانگین آن معادل ۱۴/۸۶ لیتر بر ساعت بر متر طول تیپ می‌باشد. در حالی‌که میانگین دبی عبوری از تیپ زمانی‌که از شیر کنترل استفاده نمی شود ۱۸/۶ لیتر بر ساعت بر متر طول تیپ است.



شکل ۵- تغییرات دبی متوسط در طول تیپ‌ها با تغییرات فشار

بر اثر تغییرات فشار در طول لوله‌های فرعی، بسیار محتمل است که فشار در ورودی نوار تیپ‌های نصب شده روی آن با یکدیگر متفاوت باشد. در این شرایط دبی ورودی به هر نوار تیپ، می‌تواند در طول لوله فرعی تغییر کند و باعث ایجاد عدم یکنواختی توزیع آب در لوله فرعی گردد. در شکل ۶) مقدار یکنواختی آب ورودی به نوار تیپ‌ها در مقابل طول مورد استفاده رسم شده است. برای این منظور کل دبی ورودی به نوار تیپ‌ها با استفاده از رابطه **(Error! Reference source not found.** مقادیر مربوط به یکنواختی کل آب ورودی به آنها در اثر فشارهای مختلف درون لوله فرعی بدست آمد. شکل ۶) نشان می‌دهد که با نصب شیر کنترل دبی یکنواختی توزیع آب به صورت قابل توجهی افزایش یافته است به‌طوری‌که در دبی ۰/۳۹ لیتر بر ثانیه به‌ازای طول طراحی اصلی نوار تیپ‌ها یکنواختی توزیع آب به حدود ۹۷ درصد رسیده است (شکل ۶). با توجه به شکل ۶) همچنین ملاحظه می‌شود که شیرهای کنترل دبی با دبی طرح ۰/۳۹ و ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه به صورت میانگین، قادر به ایجاد یکنواختی توزیع آب به ترتیب معادل ۹۴ و ۹۳ هستند. این در حالی است که اگر از شیر کنترل دبی استفاده نشود در هر دو مورد میانگین یکنواختی توزیع آب به حدود ۸۴ درصد تقلیل خواهد یافت.

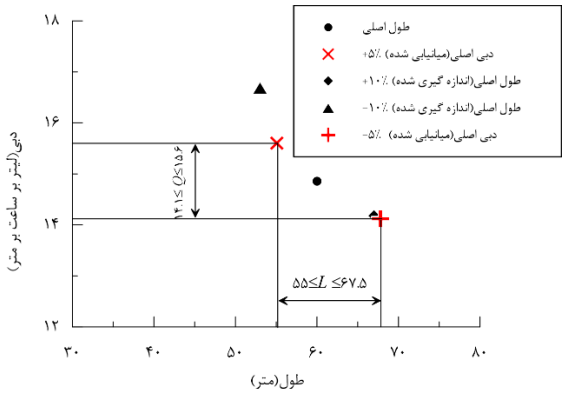


شکل ۶- یکنواختی توزیع آب در ورودی نوار تیپ‌ها در مقابل طول نوار مورد استفاده

تعیین محدوده تغییرات مجاز طول نوار تیپ

چنانچه طول نوار تیپ‌ها متفاوت از مقادیر محاسبه شده از رابطه (۱) باشد عملکرد سامانه می‌تواند تحت تاثیر قرار گیرد. با درنظر گرفتن ۱۰± درصد تغییر نسبت به طول اصلی (بدست آمده از رابطه ۱)، آزمایش‌هایی انجام شد و دبی خروجی در هر حالت اندازه‌گیری شد. به‌ازای طول‌های مختلف از نوار تیپ، دبی در واحد طول نوار تیپ‌ها محاسبه و در مقابل طول نوار تیپ در شکل ۷) رسم شد. مشاهده می‌شود که با افزایش طول، دبی در واحد طول نوار تیپ‌ها کاهش پیدا می‌کند و با کاهش طول، متوسط دبی در واحد طول تیپ افزایش پیدا کرد. با درنظر گرفتن محدوده

مجاز تغییرات دبی معادل ۵± درصد نسبت به مقدار طراحی (یعنی محدوده تغییرات دبی در واحد طول بین ۱۴/۱ تا ۱۵/۶ لیتر بر ساعت بر متر) و با استفاده از میان‌یابی خطی، طول مجاز محاسبه شد. همانطور که در شکل (۷) مشاهده می‌شود محدوده مجاز تغییرات طول نوار تیپ می‌تواند بین ۵۵ تا ۶۷ متر باشد. لازم به ذکر است که نتایج ارائه شده مربوط به اجرای نوار تیپ‌ها به صورت دوطرفه می‌باشد. در نهایت شایان ذکر است که در طول آزمایش‌های انجام شده مشاهد شده که با افزایش فشار در حدود ۲/۵ برابر فشار کارکرد اسمی تیپ، باعث ترکیدگی تیپ می‌شود (شکل ۸). بنابراین محاسبه طول مناسب تیپ برای جلوگیری از خسارت بسیار حائز اهمیت است.



شکل ۷-تعیین محدوده مجاز تغییرات طول نوار تیپ (دو طرفه) با وجود شیر کنترل برای دبی طراحی ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه

شکل ۸- ترکیدگی در تیپ به دلیل انتخاب طول نامناسب (این آزمایش بدون شیر کنترل انجام شده است)

هر چند نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که شیر کنترل دبی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کارآمد برای افزایش یکنواختی توزیع آب مورد استفاده قرار گیرد، لازم است تا قبل از کاربرد در مزرعه، به بررسی عملکرد آن در یک دوره زمانی طولانی (به عنوان مثال دو دوره کشت) پرداخته شود تا از کاربرد مطلوب شیر کنترل دبی اطمینان حاصل شود. همچنین استفاده از شیرهای کنترل دبی در ابتدای هر زیر واحد آبیاری می‌تواند بسیار مقرون بصرفه‌تر از کاربرد آنها روی نوار تیپ‌ها باشد. لذا برای انتخاب هر یک از این گزینه‌ها باید متناسب با نوع توپوگرافی زمین و هزینه‌های اجرای پروژه اقدام گردد.

بررسی تاثیر شیر کنترل دبی بر سرعت آب در نوار تیپ‌ها

به‌دلیل نوسانات فشار در سامانه، سرعت جریان درون لوله‌های اصلی و فرعی نیز تغییر می‌کند. شایان ذکر است که حداکثر سرعت در لوله‌های فرعی نباید از ۱/۵ متر بر ثانیه تجاوز کند (Keller and Karmeli 1975)، لذا لازم است تا به بررسی محدوده تغییرات سرعت در نوار تیپ‌ها پرداخته شود. برای این منظور بازای تمام طول‌های نوار تیپ آزمون شده در این تحقیق، مقادیر سرعت متوسط، سرعت کمینه و سرعت بیشینه محاسبه و در جداول (۳) و (۴) آورده شد. ملاحظه می‌شود که در تمام موارد سرعت متوسط در نوار تیپ کمتر از حداکثر مقدار ۱/۵ متر بر ثانیه است. همچنین تغییرات سرعت زمانی‌که در نوار تیپ برای حالتی‌که از شیر کنترل دبی استفاده شده است بسیار محدود می‌باشد. به عنوان مثال بازای دبی ۰/۳۹ لیتر بر ثانیه و بازای نوار تیپ دو ردیفه ۲×۴۷ متر (جدول ۳)، ملاحظه شد که تغییرات سرعت در محدوده ۰/۴۵ تا ۰/۴۸ متر بر ثانیه می‌باشد. این در حالی است که اگر در شرایط مشابه از شیر کنترل دبی استفاده نشود سرعت درون نوار تیپ از ۰/۴۶ تا ۰/۶۵ متر بر ثانیه تغییر می‌کند که این تغییرات سرعت منجر به عدم توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه نیز می‌گردد.

با توجه به جدول (۴) نیز می‌توان دریافت که شیر کنترل دبی ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه، قادر به تعدیل نوسانات سرعت در نوار تیپ می‌باشد. به عنوان مثال بازای طول نوار تیپ ۲×۶۰ متر، زمانیکه از شیر کنترل دبی استفاده شده است سرعت در محدوده ۰/۶ تا ۰/۷ متر بر ثانیه تغییر داشته است. این در حالی است که در شرایط مشابه بدون استفاده از شیر کنترل دبی سرعت درون نوار تیپ از ۰/۶۴ تا ۰/۸۸ متر بر ثانیه تغییر داشته است.

جدول ۳-مقادیر سرعت متوسط، کمینه و بیشینه در نوار تیپ برای شیر کنترل دبی ۰/۳۹ لیتر بر ثانیه

طول (متر)	شیر کنترل دبی	سرعت متوسط (متر بر ثانیه)	سرعت ماکزیمم (متر بر ثانیه)	سرعت مینیمم (متر بر ثانیه)
۲×۴۷ (طول اصلی)	دارد	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۵
	ندارد	۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۴۶
۲×۶۰	دارد	۰/۵	۰/۵۶	۰/۴۶
	ندارد	۰/۶۵	۰/۷۵	۰/۵۶
۲×۳۰	ندارد	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۳۶

جدول ۴- مقادیر سرعت متوسط، کمینه و بیشینه در نوار تیپ برای شیر کنترل دبی ۰/۵۴ لیتر بر ثانیه

طول (متر)	شیر کنترل دبی	سرعت متوسط (متر بر ثانیه)	سرعت ماکزیمم (متر بر ثانیه)	سرعت مینیمم (متر بر ثانیه)
۲×۶۰ (طول اصلی)	دارد	۰/۶۳	۰/۷	۰/۶
	ندارد	۰/۷۷	۰/۸۸	۰/۶۴
۲×۵۳	دارد	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۵۵
	ندارد	۰/۷۱	۰/۸۲	۰/۶
۲×۶۷	دارد	۰/۶۷	۰/۷۴	۰/۶۵
	ندارد	۰/۸	۰/۹۲	۰/۷

نتیجه گیری

نتایج حاصل از مطالعات میدانی در این تحقیق نشان داد که شیر خودکار کنترل دبی می‌تواند به شکل موثری در افزایش ضریب یکنواختی توزیع آب در روش آبیاری نواری مورد استفاده قرار گیرد، به‌طوری‌که میانگین مقدار یکنواختی پخش در طول نوار تیپ‌ها با نصب شیر کنترل با دبی طراحی ۰/۶ لیتر بر ثانیه تا ۷۹/۹ درصد و در شیرکنترل با دبی طراحی ۰/۴ لیتر بر ثانیه تا ۸۷ درصد خواهد شد. بدون شیرکنترل این مقادیر به‌ترتیب برای شیرکنترل ۰/۵۴ و ۰/۴ لیتر بر ثانیه ۷۱ و ۷۸ درصد محاسبه شد. شیرهای کنترل دبی با دبی طرح ۰/۴ و ۰/۶ لیتر بر ثانیه به صورت میانگین، قادر به افزایش یکنواختی توزیع آب در ورودی به نوار تیپ‌ها به ترتیب معادل ۹۴ و ۹۳ درصد هستند. این درحالی است که اگر از شیر کنترل دبی استفاده نشود در هر دو مورد میانگین یکنواختی توزیع آب به حدود ۸۴ درصد تقلیل خواهد یافت. در پایان نشان داده شد که با استفاده از شیر کنترل دبی می‌توان تغییرات سرعت در نوار تیپ را تعدیل و از نوسانات شدید آن جلوگیری نمود. این موضوع خود عاملی برای افزایش یکنواختی توزیع آب می‌باشد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

Atashparvar, S., Bijankhan, M., Mahdavi Mazdeh, A. (2019). Application of constant flow rate control valve in pump discharge regulation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, (Accepted for Publication).

Aali, k. A., Liaghat, A., Dehghanisanij, H. (2009). The Effect of acidification and magnetic field on emitter clogging under saline water application. *Journal of agricultural science.Vol.1, No.1*.

Aali, k. A., Ramezani Etedali, H., Hosseini pazhouh, N. (2018). Assessment of modern irrigation systems in Qom province. *Iranian Journal of Irrigation and Drinage.* Volume 11_Issue 5_Pages 736-749. (in Farsi)

Bagheri, R., Hesam, M., Kiani, A.R., Hezarjaribi, A. (2014). Technical Evaluation of the Hydraulic Performance of Subsurface Drip Irrigation system. *Iranian Journal of Irrigation and Drinage*. Volume 8_Issue 2_Pages 413-422. (in Farsi)

Keller, J. and Karmeli, D., (1975). "Trickle irrigation design", Ed and publ. by Rain Bird Sprinkler Manufacturing Crop. , *Glendora*, CA91740.

Mohammed, A., Almajeed, A., Alabas. (2013). Evaluation the Hydraulic Performance of Drip Irrigation System with Multi Cases. *Global Journal of Researches in Engineering General Engineering*, Volume 13 Issue 2.

Shaker, m., Hesam, m., Kiani, A. R., Zakeri Nia, M. (2014).Technical evaluation of implemented drip irrigation systems in the gardens of Golestan Province. *Journal of water and soil conservation*. Volume 21_Issue 4_Pages 261-274. (in Farsi)

Monserrat, J., Barragan, J and Cots, L. (2018). Design of Paired Laterals on Uniformly Sloping Fields, *American Society of Civil Engineers*, DOI: 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001308.

Nikbakht, J., karami, s. (2018). Effect of pair connection of end laterals in drip irrigation system on system hydraulic properties. *Irrigation and water management*, doi:10.22059/jwim.2018.65508 .28-17.(1)7. (In Farsi)

Perea, H., Enciso-Medina, J., Singh, V. P., Dutta, D. P., Lesikar, B. J. (2013). Statistical analysis of Non-pressure-Compensating and pressure-compensating drip emitters. *American Society of Civil Engineers, DOI: 10/1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000644.*

Piri, A. (2012). Technical Evaluation of Drip Irrigation system (Case study: Sarbaz city). *Journal of Water Resources Engineering*. Volume 5_Issue 12_Pages 19-36. (in Farsi)

Tayebi, F.,Bijankhan, M., Ramazani Eatedali, H. (2019). Experimental study of parameters affecting the performance of discharge control valve: effects of the spring fatigue and valve assembly. *Irrigation and drainage structures engineering research*, doi: .88-73,(77)2010.22092/idser.2019.125696.1382. (In Farsi)

Rezazadeh, P., Bijankhan, M., Mahdavi Mazdeh, A. (2019). An Experimental study on a flow control device applicable in pressurized networks. *Journal*

Curve for Network Analysis, *American Society of Civil Engineers*, DOI: 10.1061/(ASCE)IR.19434774.0001372.

Yeganeh, Z., Behmanesh, J., Rezaei, H., (2013). Technical evaluation of drip irrigation in some gardens of Marand. Journal of Water Research in Agriculture. Volume 26_Issue 4_Pages 449-460. (in Farsi)

of Flow Measurement and Instrumentation, DOI:org/10.1016/j.flowmeasinst.2019.01.017.

Zhang, X. K., and Wang, D. (2015). A flow control device for incompressible fluids. *Flow Measurement and Instrumentation*, Vol. 41, pages 16.

Yeboah Gyasi-Agyei, M. (2019). Validation of Dripline Emitter Characteristics and Pump Performance