

مقایسه فنی و هیدرولیکی قطره چکان های تنظیم شونده و معمولی در اراضی شیب دار

مسعود نوشادی^{۱*} و علی باب الحکمی^۲

چکیده مقاله

یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری قطره ای تحت تاثیر شیب لوله رابط بوده و به همین دلیل ارزیابی سیستم های آبیاری قطره ای در اراضی شیب دار مهم است. در این پژوهش برای بررسی اثر شیب روی پارامترهای یکنواختی در قطره چکان های معمولی و تنظیم شونده، شیب های ۰/۲، ۰/۶، ۱/۱، ۱/۶، ۲/۰ و ۲/۵ درصد بر روی زمین اجرا شد و لوله های رابط به طول ۷۰ متر و قطرهای ۵۰، ۶۳ و ۷۵ میلیمتر در جهت شیب و لوله های فرعی به طول ۴۰ متر و قطر ۱۶ میلیمتر روی خطوط تراز قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در قطره چکان های معمولی در شیب های فوق مقادیر $QV_{(avg)}$ به ترتیب ۲۸۹، ۶۷۴۰، ۴۶، ۱۳۵، ۳۸ و ۲۷ درصد، $QV_{(max)}$ به ترتیب ۲۲۲، ۴۸، ۵۳، ۹۰، ۲۷ و ۹ درصد و CV به ترتیب ۳۰۰، ۱۱۴، ۳۳، ۱۴۰، ۶۳ و ۲۵ درصد از قطره چکان های تنظیم شونده بیشتر بود. ولی مقادیر EU به ترتیب ۳۳، ۳۴، ۱۲، ۲۵، ۱۷ و ۹ درصد، EU_a به ترتیب ۲۶، ۲۳، ۶، ۲۱، ۱۵ و ۱۳ درصد، UC به ترتیب ۱۷، ۱۶، ۴، ۱۳، ۱۴ و ۹ درصد و US به ترتیب ۱۰، ۸، ۲، ۸، ۵ و ۴ درصد از قطره چکان های تنظیم شونده کمتر بود. بنابراین حتی در شیب های زیاد (۲۰ و ۲۵ درصد) نیز راندمان های آبیاری در قطره چکان های تنظیم شونده بهتر بود. همچنین رابطه تعیین شده بین شیب و دبی قطره چکان ها بیانگر تغییرات اندک دبی قطره چکان های تنظیم شونده در اراضی شیب دار بود.

واژه های کلیدی: شیب، دبی، فشار، یکنواختی

مقدمه

قرار گرفتن ایران در منطقه گرم و خشک، کمبود آب، مصرف بالای آب در بخش کشاورزی و راندمان پایین آبیاری به روش سنتی، نیاز به افزایش راندمان سیستم های آبیاری را بیش از پیش نشان می دهد. یکی از راه های افزایش راندمان سیستم های آبیاری

۱. دانشیار بخش مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد بخش مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* نویسنده مسئول: Email:noshadi@shirazu.ac.ir

استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد که آبیاری قطره‌ای به عنوان یک سیستم کارا در استفاده بهینه از آب در مناطق مختلف به خصوص مناطق شیب‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرد. افزایش شیب لوله‌های نیمه‌اصلی و رابط روی عملکرد قطره‌چکان‌ها و توزیع آب در سیستم آبیاری قطره‌ای تاثیر دارد. برادران هزاوه و همکاران (۲) به ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در شهرستان اراک پرداختند. نتایج نشان داد در نیمی از طرح‌های مورد بررسی مقدار آب آبیاری بیشتر از نیاز آبی بوده و در نتیجه تلفات آب وجود داشت در حالی که در نیمی دیگر مقدار آب آبیاری به مراتب از نیاز آبی کمتر بود و در نتیجه عملاً کم-آبیاری ناخواسته صورت می‌گرفت. چیکریو و همکاران (۵) به ارزیابی فنی آبیاری قطره‌ای با فشار پایین در زیمباوه پرداختند. نتایج نشان داد که کشاورزان می‌توانند در دو نوع سیستم آبیاری با فشار پایین سرمایه‌گذاری کنند، یک سیستم دارای قطره‌چکان‌های در خط (IN-LINE) با فشار پایین و دبی پایین (حدود کمتر از ۰/۳ لیتر در ساعت) و دیگری سیستمی که دارای قطره‌چکان‌های میکروتیوب با فشار پایین و دبی بالا (حدود یک لیتر در ساعت) می‌باشد. اکرام‌نیا (۱) چندین نمونه قطره‌چکان ساخت داخل را مورد ارزیابی هیدرولیکی قرار داد و ضریب تغییرات ساخت آنها را به دست آورد. او نمونه قطره‌چکان‌های با دبی متغیر را غیرقابل قبول، نمونه قطره‌چکان‌های جبران‌کننده فشار را ضعیف و چند نمونه از قطره‌چکان‌های داخل خط روزنه‌ای و داخل خط مسیر بلند را خوب تشخیص داد. جوانا و همکاران (۹) با ارائه یک روش جدید برای ارزیابی مزرعه‌ای توزیع آب در واحدهای آبیاری قطره‌ای، راندمان کاربرد را در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای تخمین زدند. این روش بر مبنای اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌هایی که نماینده کل مزرعه است استوار می‌باشد. نوشادی و قائمی (۳) به بررسی فنی و هیدرولیکی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در کل استان فارس پرداختند. فشار ورودی قطره‌چکان‌ها در سیستم‌های مختلف بین ۰/۳ تا ۲۲/۹ متر با میانگین ۸ متر بود و در حدود ۶۴ درصد از طرح‌ها، مقدار فشار ورودی قطره‌چکان‌ها کمتر از فشار متوسط مورد نیاز (۱۰ متر) بود. آن‌ها نشان دادند دبی قطره‌چکان‌ها به طور میانگین ۵ لیتر در ساعت بود در حالی که در ۷۱/۴ درصد از طرح‌های مورد بررسی دبی کمتر از ۳ لیتر در ساعت بوده است. پیتس و همکاران (۱۲) عنوان نمودند که یکنواختی توزیع در سیستم‌های خرد آبیاری نه تنها تحت تاثیر طراحی هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها بوده، بلکه تحت تاثیر متغیرهایی همچون کارخانه سازنده، نوع قطره‌چکان‌ها و اتصالات نیز می‌باشد. مادرمتو و همکاران (۱۱) طی مطالعه‌ای به بررسی عملکرد هیدرولیکی پنج نوع قطره‌چکان روزنه‌ای (LPC-4L، LPC-2L، کاتیف، COR-2L، SO-2) در شرایط آزمایشگاهی پرداختند. آزمایش‌ها در پنج فشار کارکرد مختلف، از ۶۹ تا ۱۳۸ کیلوپاسکال انجام شد. منحنی‌های آبدی-فشار به دست آمده از آزمایش‌ها برای همه قطره‌چکان‌ها با منحنی‌های کارخانه سازنده $\pm 10\%$ اختلاف داشت. آزمایش‌های آنان نشان

داد که ضریب تغییرات ساخت (CV) قطره‌چکان‌های غیرجبران کننده فشار تحت تاثیر فشار قرار می‌گیرند ولی قطره‌چکان‌های جبران کننده فشار نسبت به تغییرات فشار غیرحساس بوده و در تمام گستره تغییرات فشار عملکرد خوبی داشتند. الا و همکاران (۸) به بررسی تاثیر ارتفاع هیدرولیکی و شیب زمین بر توزیع یکنواختی در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در آزمایشگاه پرداختند. آنها اثر شیب صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد و فشار ورودی ۱، ۲ و ۳ متر بر توزیع یکنواختی آبیاری قطره‌ای را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد EU و UC با افزایش فشار ورودی برای همه شیب‌ها افزایش می‌یابند. EU و UC با افزایش شیب کاهش می‌یابد و این کاهش برای شیب‌های بیش از ۳۰ درصد خیلی بیشتر است. UC، به صورت خطی با شیب و ارتفاع ورودی مرتبط می‌باشد.

یکنواختی سیستم‌های آبیاری

کریستیانسن (۴) معادله زیر را برای محاسبه ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها ارائه کرده است:

$$UC = 100[1 - (\frac{1}{nq_s}) \sum |q_i - q_s|] \quad (1)$$

که در آن، UC ضریب یکنواختی کریستیانسن (درصد)، n تعداد مشاهدات، q_i : دبی هر قطره‌چکان (لیتر در ساعت)، q_a متوسط دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) می‌باشد. یکنواختی پخش (Emission uniformity)، اساسی‌ترین عامل تأثیرگذار بر بازده کاربرد آب در آبیاری قطره‌ای است. برای بیان یکنواختی پخش از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود. کلو و کارملی (۱۰) برای یکنواختی پخش رابطه (۲) را ارائه کردند.

$$EU = \frac{100q_n}{q_s} \quad (2)$$

که در آن، EU یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها (درصد)، q_n : میانگین یک چهارم کمترین دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) و q_a میانگین دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) می‌باشد. کلو و کارملی پارامتر یکنواختی پخش مطلق، (EU_a) را که در برگیرنده مقادیر میانگین، بیشترین و کمترین مقادیر دبی قطره‌چکان‌هاست به صورت زیر معرفی کردند:

$$EU_a = 50(\frac{q_n}{q_s} + \frac{q_s}{q_n}) \quad (3)$$

که در آن، EU_a ، یکنواختی پخش مطلق (درصد)، q_x ، متوسط یک هشتم بیشترین مقادیر دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) و بقیه پارامترها در رابطه (۲) معرفی شده‌اند. یکی دیگر از روش‌های بررسی تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها مقایسه حداکثر و حداقل دبی در قطره‌چکان است که به وسیله روابط زیر قابل محاسبه می‌باشد (۷):

$$qv(max) = \frac{q_{max} - q_{min}}{q_{max}} \quad (4)$$

$$qv(avg) = \frac{q_{max} - q_{min}}{q_{avg}} \quad (5)$$

که در این روابط، $qv(max)$ ، تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها نسبت به حداکثر دبی، $qv(avg)$ ، تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها نسبت به متوسط دبی قطره‌چکان‌ها، q_{max} ، حداکثر دبی در قطره‌چکان‌ها و q_{min} ، حداقل دبی در قطره‌چکان‌ها می‌باشد.

انجمن مهندسين کشاورزی آمریکا (ASAE) برای محاسبه ضریب تغییرات (Coefficient of variation) یک سیستم یا زیر واحد آبیاری و یکنواختی آماری دبی قطره‌چکان‌ها معادلات زیر را ارائه داده است (۴):

$$V_{qs} = \frac{C_v}{q_a} \quad (6)$$

$$CV = \{\sqrt{(q_1^2 + q_2^2 + \dots + q_n^2 - nq_a^2) / (n-1)}\} / q_a \quad (7)$$

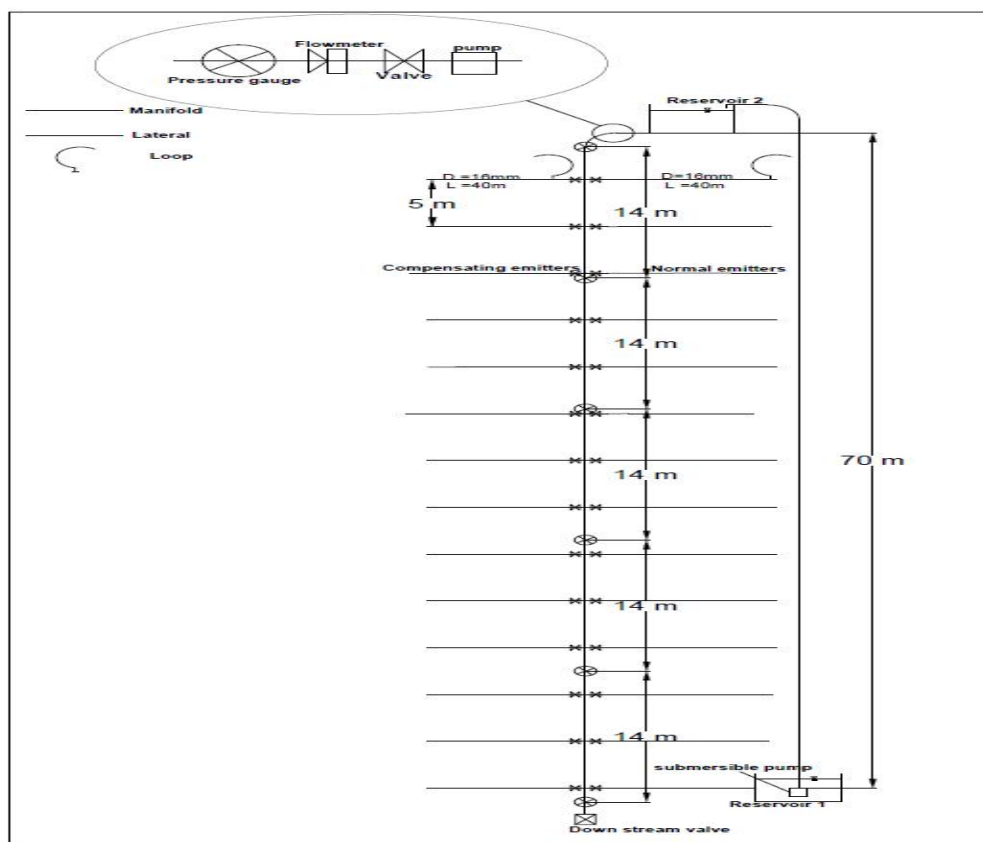
$$Us = 100(1 - V_{qs}) \quad (8)$$

در این روابط، V_{qs} ، ضریب تغییرات زیر واحد یا سیستم، CV ، ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها و Us ، یکنواختی آماری دبی قطره‌چکان‌ها می‌باشد.

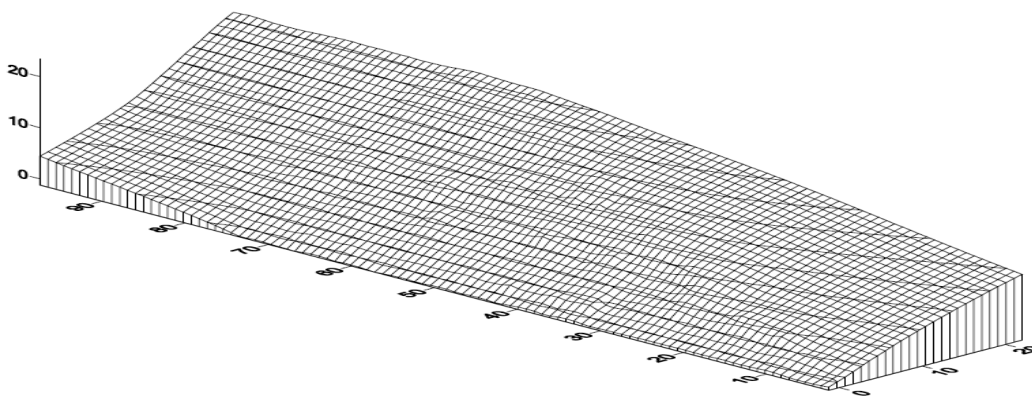
روش پژوهش

آزمایش‌های مورد نظر در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۶ کیلومتری شمال شرقی شیراز انجام گردید. منطقه مورد آزمایش بر روی دامنه کوه قرار داشته که نقشه توپوگرافی آن در شکل (۱) ارائه شده است. بر روی این محل از طریق نقشه برداری و برداشت پروفیل طولی شیب‌های یکنواخت مختلف شامل ۰/۲، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۰ و ۲۵ درصد بر روی زمین پیاده گردید و لوله‌های رابط با قطرهای ۵۰، ۶۳ و ۷۵ میلی‌متر در این شیب‌ها قرار داده شدند. لوله رابط به طول ۷۰ متر در جهت شیب و

لوله‌های فرعی به قطر ۱۶ میلی‌متر و طول ۴۰ متر بر روی خطوط تراز قرار داشتند و به صورت دوطرفه به لوله رابط متصل شده بودند. فاصله لوله‌های فرعی و حلقوی از یکدیگر ۵ متر بود که بر روی هر لوله حلقوی ۵ قطره‌چکان نصب شده بود. قطره‌چکان به کاربرده شده از دو نوع تنظیم‌شونده فشار (نتافیم) و معمولی داخل خط (آیری دلکو) (با دبی اسمی ۴ لیتر در ساعت) بود. تعداد ۱۵۰ آزمایش برای فشارها و دبی‌های مختلف ورودی به سیستم انجام گرفت. دبی قطره‌چکان‌ها در ابتدا، یک چهارم، یک دوم، سه چهارم و انتهای لترال‌هایی که در ابتدا، دو پنجم، سه پنجم، چهار پنجم و انتهای لوله رابط قرار گرفته بودند، اندازه‌گیری شدند. به این ترتیب که دبی در پنج قطره‌چکان نصب شده بر روی لوله‌های حلقوی، در مقاطع ذکر شده در بالا با سه تکرار اندازه‌گیری شد. با استفاده از معادلات ذکر شده در قسمت قبل یکنواختی پخش آب در تمام آزمایش‌ها محاسبه شد و عملکرد قطره‌چکان‌ها مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند.



(الف)



(ب)

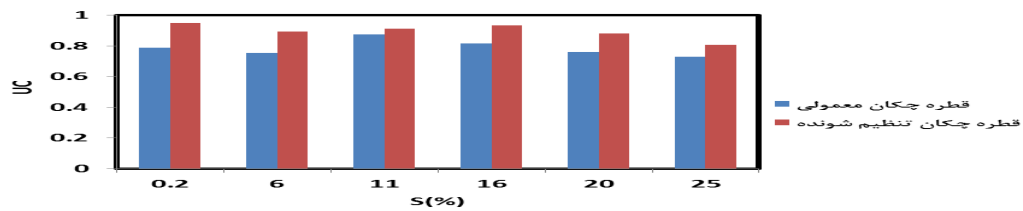
شکل ۱- الف- نمایی شماتیک از سیستم مورد نظر و ب- خطوط تراز منطقه مورد آزمایش

نتایج و بحث

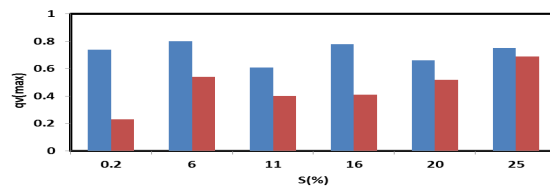
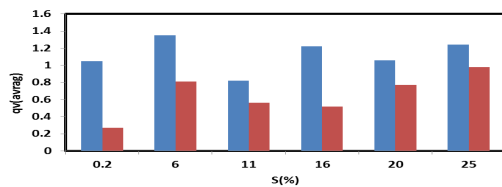
شکل (۲) مقادیر پارامترهای یکنواختی توزیع آب برای قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده و معمولی در شیب‌های ۰/۲، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۰ و ۲۵ درصد را نشان می‌دهد. طبق این شکل در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده در شیب‌های لوله رابط ۰/۲، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۰ و ۲۵ درصد مقدار $Q_v(avg)$ به ترتیب ۲۷، ۸۱، ۵۶، ۵۲، ۷۷ و ۹۸ درصد، $Q_v(max)$ به ترتیب ۲۳، ۵۴، ۴۰، ۴۱، ۵۲ و ۷۰ درصد و مقدار CV به ترتیب ۳، ۷، ۶، ۵، ۸ و ۱۲ درصد بودند. در قطره‌چکان‌های معمولی مقدار $Q_v(avg)$ به ترتیب ۱۰۵، ۱۳۵، ۸۲، ۱۲۲، ۱۰۶ و ۱۲۴ درصد، مقدار $Q_v(max)$ به ترتیب ۷۴، ۸۰، ۶۱، ۷۸، ۶۶ و ۷۵ درصد و مقدار CV به ترتیب ۱۲، ۱۵، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۵ بود. بنابراین در قطره‌چکان‌های معمولی مقدار $Q_v(avg)$ به ترتیب ۲۸۹، ۶۷، ۴۶، ۱۳۵، ۳۸ و ۲۷ درصد، مقدار $Q_v(max)$ به ترتیب ۲۲۲، ۴۸، ۵۳، ۹۰، ۲۷ و ۹ درصد و مقدار CV به ترتیب ۳۰۰، ۱۱۴، ۳۳، ۱۴۰، ۶۳ و ۲۵ درصد از قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بیشتر بود. در شیب‌های لوله رابط ۰/۲، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۰ و ۲۵ درصد در قطره‌چکان‌های معمولی مقدار EU به ترتیب ۳۳، ۳۴، ۱۲، ۲۵، ۱۷ و ۹ درصد، EU_a به ترتیب ۲۶، ۲۳، ۶، ۲۱، ۱۵ و ۱۳ درصد، UC به ترتیب ۱۷، ۱۶، ۴، ۱۳، ۱۴ و ۹ درصد و US به ترتیب ۱۰، ۸، ۲، ۸، ۵ و ۴ درصد از قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده کمتر بود. الا و همکاران (۸) در پژوهشی آزمایشگاهی در شیب صفر و فشار ورودی ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵،

۳ و ۳/۵ متر مقادیر UC را به ترتیب ۶۴/۸، ۶۹/۸، ۶۹/۹، ۶۴/۶ و ۷۱ و ۷۰/۴ درصد و EU را به ترتیب ۴۵، ۵۰/۴، ۵۱، ۴۳/۸، ۵۳/۵ و

۵۰ درصد بدست آوردند. طبق شکل (۲) مقادیر ضریب تغییرات دبی (CV) در شیب‌های مختلف در قطره‌چکان‌های معمولی بین ۰/۱۲ تا ۰/۱۵ و در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بین ۰/۰۳ تا ۰/۱۲ بود. بیشترین ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها مربوط به شیب ۲۵ درصد بود. با توجه به مقادیر CV در قطره‌چکان‌های معمولی، این قطره‌چکان‌ها در رده قطره‌چکان‌های ضعیف و قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده در رده قطره‌چکان‌های خوب تا متوسط قرار می‌گیرند. البته باید این مساله را در نظر داشت که قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار، در فشارهای کمتر از مقدار فشار کاری قطره‌چکانها به صورت یک روزنه عمل می‌کنند و خاصیت تنظیم‌کنندگی خود را از دست می‌دهند که در نتیجه باعث افزایش ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها شده است. در صورتی که در فشار کاری، ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده کاهش یافته است. تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها نسبت به مقدار متوسط ($q_v(\text{avg})$) در قطره‌چکان‌های معمولی بین ۰/۸۲ تا ۱/۳۵ و در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بین ۰/۲۷ تا ۰/۹۸، تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها نسبت به مقدار حداکثر ($q_v(\text{max})$) در قطره‌چکان‌های معمولی بین ۰/۶۱ تا ۰/۸۰ و در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بین ۰/۲۳ تا ۰/۶۹، ضریب یکنواختی پخش (EU) در قطره‌چکان‌های معمولی بین ۵۷/۵۷ تا ۷۸/۳۷ و در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بین ۶۳/۳۹ تا ۹۲/۸۴، ضریب یکنواختی پخش مطلق (EU_a) در قطره‌چکان‌های معمولی بین ۶۱/۶۷ تا ۷۹/۰۷ و در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بین ۷۰/۷۹ تا ۹۱/۳۳ درصد و ضریب یکنواختی پخش کریستیانسن (UC) در قطره‌چکان‌های معمولی بین ۷۳/۰۳ تا ۸۷/۵ درصد و در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بین ۸۰/۶۹ تا ۹۴/۹۸ درصد متغیر بود. نوшادی و قائمی (۳) با بررسی پارامترهای CU، DU، EU و CV طرح‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در استان فارس نشان دادند که مقادیر پارامترهای مذکور به ترتیب ۹۷-۶۱، ۹۵-۵۰، ۹۳-۴۳ و ۵۲-۵ درصد بوده است. در این طرح‌ها فشار در ابتدای قطره‌چکان‌ها در سیستم‌های مختلف بین ۰/۳ تا ۲۲/۹ متر با میانگین ۸ متر بوده و در ۶۴ درصد طرح‌ها مقدار فشار کمتر از فشار متوسط مورد نظر (۱۰ متر) بوده است. دبی قطره‌چکان‌ها ۵ لیتر بر ساعت بوده ولی در ۷۱ درصد طرح‌های مورد بررسی دبی کمتر از ۳ لیتر بر ساعت بوده است.

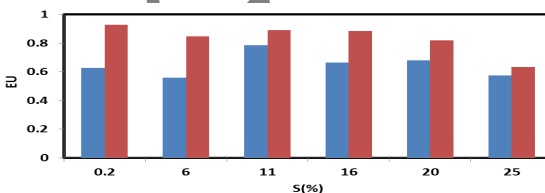
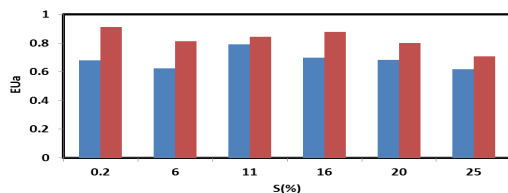


(الف)



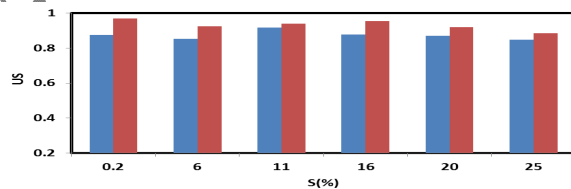
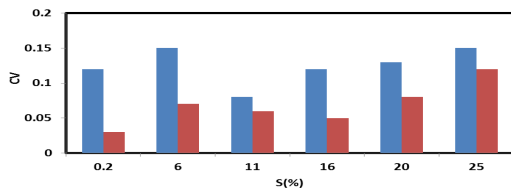
(ب)

(ج)



(د)

(ه)



(و)

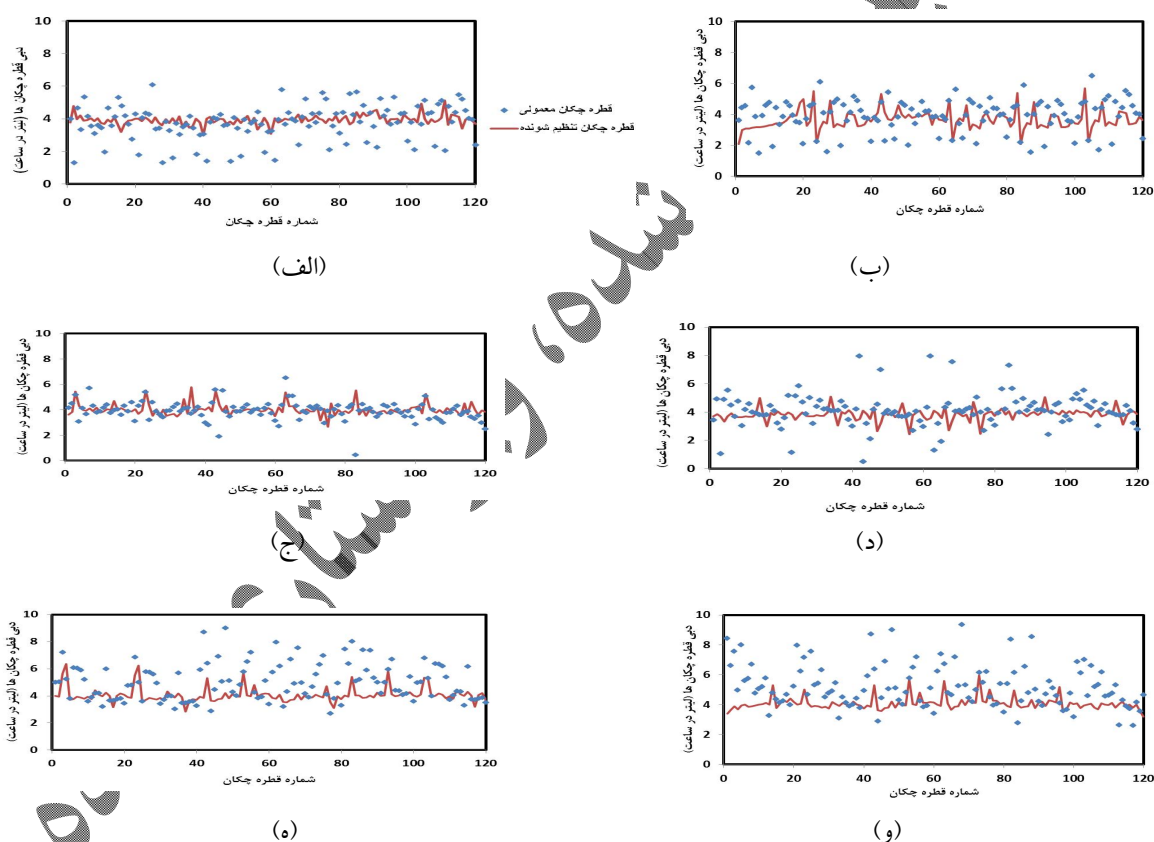
(ز)

شکل (۲): مقادیر پارامترهای یکنواختی قطره‌چکان‌های معمولی و تنظیم‌شونده در شیب‌های مختلف: الف- UC ، ب- $q_v(\text{max})$ ، ج-

$q_v(\text{avg})$ ، د- EU ، ه- EU_a ، و- US ، ز- CV

در شکل (۳) مقادیر دبی ۱۲۰ قطره‌چکان در شیب‌های ۰/۲، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۰ و ۲۵ درصد برای قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده و معمولی ارائه شده است. در شیب‌های ۰/۲، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۰ و ۲۵ درصد میانگین دبی در قطره‌چکان‌های معمولی به ترتیب ۳/۷۶، ۳/۹۰، ۳/۹۲، ۴/۱۱، ۴/۹۷ و ۵/۲۱ لیتر در ساعت با انحراف معیار به ترتیب ۱۰۷، ۱۰۸، ۷۳، ۱۱۵، ۱۳۵ و ۱۴۲ درصد و در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده به ترتیب ۳/۹۴، ۳/۶۴، ۴/۰۲، ۴/۰۸/۸۲، ۴/۰۹ و ۴/۰۹ لیتر در ساعت با انحراف معیار به ترتیب ۲۹، ۶۳، ۴۶، ۴۱، ۵۶ و ۴۲ درصد بود. تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در شیب ۰/۲ درصد در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بسیار کم بوده و قطره‌چکان‌ها

در همان محدوده دبی اسمی (۴ لیتر در ثانیه) کار کرده‌اند. اما در قطره‌چکان‌های معمولی تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها زیاد بوده و بین ۱/۳ تا ۶/۱ لیتر در ساعت بود. در شیب‌های ۲۰ و ۲۵ درصد تغییرات دبی قطره‌چکان‌های معمولی زیاد بوده و این تغییرات بیشتر در جهت افزایش دبی قطره‌چکان‌ها بوده است، تا جایی که دبی قطره‌چکان‌های معمولی تا بیش از ۲ برابر دبی اسمی افزایش یافته است. در حالی که در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده تغییرات دبی با افزایش شیب به مراتب کمتر از قطره‌چکان‌های معمولی بوده است. اکثر دبی قطره‌چکان‌های معمولی در شیب‌های ۲۰ و ۲۵ درصد بیشتر از دبی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار می‌باشد که در آنها روند دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها ثابت می‌باشد (شکل ۳-ه و ۳-و).

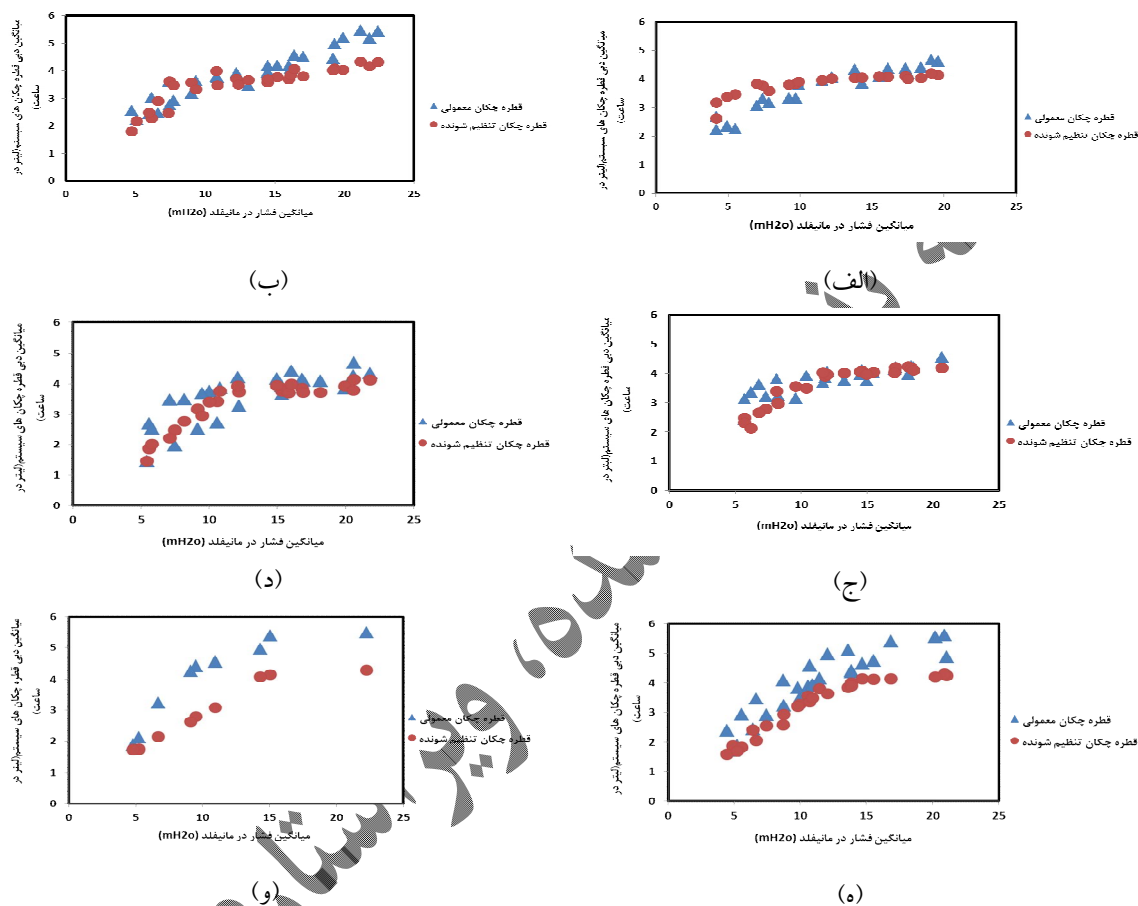


شکل (۳): دبی قطره‌چکان‌های معمولی و تنظیم‌شونده در شیب‌های: الف- ۰/۲، ب- ۶، ج- ۱۱، د- ۱۶، ه- ۲۰، و- ۲۵ درصد

رابطه بین میانگین فشار آب در لوله رابط با دبی میانگین قطره‌چکان‌ها در شیب‌های مختلف

در شکل (۴) اثر فشار آب در لوله رابط بر روی دبی میانگین قطره چکان‌ها در شیب‌های ۰/۲، ۰/۶، ۰/۱۱، ۰/۱۶، ۰/۲۰ و ۰/۲۵ درصد نشان داده شده است، طبق این شکل در شیب ۰/۲ درصد در فشارهای پایین میانگین دبی در قطره چکان‌های معمولی کمتر از قطره چکان‌های تنظیم‌شونده بود. اما با افزایش فشار این اختلاف کاهش یافت و در فشار حدود ۱۰ تا ۱۵ متر، میانگین دبی قطره چکان‌های معمولی و تنظیم‌شونده به هم نزدیک شدند و با افزایش فشار دبی قطره چکان‌های تنظیم‌شونده تغییر چندانی نداشت ولی دبی قطره چکان‌های معمولی افزایش یافتند. روند کلی تغییرات دبی قطره چکان‌ها نشان داد که میانگین دبی قطره چکان‌های تنظیم‌شونده با تغییرات فشار تغییر چندانی نداشته ولی دبی قطره چکان‌های معمولی با افزایش فشار روند افزایشی داشته‌اند. با افزایش شیب به ۰/۶ درصد در فشارهای پایین دبی قطره چکان‌های معمولی و تنظیم‌شونده نزدیک به یکدیگر بوده، اما با افزایش فشار میانگین دبی قطره چکان‌های معمولی افزایش یافته و از میانگین دبی قطره چکان‌های تنظیم‌شونده بیشتر شده است. از فشار حدود ۱۰ متر در داخل لوله رابط، قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار در شیب ۰/۶ درصد به خوبی دبی خروجی را با افزایش فشار کنترل کرده‌اند که این مسئله در قطره چکان‌های معمولی مشاهده نمی‌گردد. در شیب ۰/۱۱ درصد میانگین دبی خروجی از قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار در فشارهای پایین (کمتر از ۸ متر) کمتر از دبی خروجی از قطره چکان‌های معمولی بوده است. این روند در سایر شیب‌ها نیز وجود داشت که دلیل آن شیب لوله رابط بوده است. زیرا فشار ارایه شده در شکل‌ها میانگین فشار آب در لوله رابط بوده است در حالی که با افزایش شیب، گرادین فشار ابتدا و انتهای لوله رابط افزایش یافته و در قسمت ورودی فشار پایین و در انتهای لوله رابط فشار بالا بوده است. مقادیر پارامترهای یکنواختی CV ، EU ، DU ، $q_{v(max)}$ ، $q_{v(avg)}$ و EU در فشار بالاتر از ۱۰ متر برای قطره چکان‌های تنظیم‌شونده به ترتیب ۰/۰۵، ۰/۹۳، ۰/۹۰، ۰/۱۹، ۰/۲۱ و ۰/۹۳ و در قطره چکان‌های معمولی به ترتیب ۰/۱۲، ۰/۸۸، ۰/۸۶، ۰/۳۵، ۰/۴۵ و ۰/۸۸ بود. مشاهدات مزرعه‌ای و نمودارها نشان داد که در فشارهای پایین قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار خوب کار نمی‌کردند و نمی‌توانستند تغییرات دبی قطره چکان‌ها را کنترل کنند و دبی پایین‌تری از قطره چکان‌ها خارج می‌شد، ولی در انتهای لوله رابط که فشار بالا بود این قطره چکان‌ها به طور مناسبی دبی خروجی را کنترل می‌کردند و تغییرات دبی قطره چکان‌ها زیاد نبود. اما در قطره چکان‌های معمولی با وجود اینکه در فشار پایین دبی خروجی از این نوع قطره چکان کاهش می‌یافت اما در انتهای لوله رابط که فشار بالا بود دبی خروجی از این نوع قطره چکان‌ها افزایش یافته و این باعث می‌شد که در شیب‌های خیلی زیاد مانند ۰/۲۰ و ۰/۲۵ درصد میانگین دبی خروجی از قطره چکان‌های معمولی بیشتر از قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار باشد. شکل (۴) نشان می‌دهد عملکرد قطره چکان‌هایی تنظیم‌شونده در فشارهای بیشتر از ۱۰ متر آب مناسب بوده اما در فشارهای کمتر از ۱۰ متر عملکرد مناسبی

ندارند. همچنین قطره‌چکان‌های معمولی عملکرد مناسبی با تغییر فشار ورودی نداشته است به طوری که با تغییر فشار، دبی خروجی از این قطره‌چکان‌ها تغییر کرده است.



شکل (۴): میانگین فشار در لوله رابط و دبی میانگین قطره‌چکان‌ها در شیب‌های: الف- ۰/۲، ب- ۶، ج- ۱۱، د- ۱۶، ه- ۲۰، و- ۲۵ درصد

درصد

در شکل (۵) میانگین فشار در لوله رابط در برابر میانگین دبی قطره‌چکان‌ها برای دو حالت استفاده از قطره‌چکان‌های تنظیم شونده و معمولی ارایه شده است. در این شکل‌ها میانگین فشار در لوله رابط در شیب‌های مختلف از ۰/۲ تا ۲۵ درصد نشان داده شده است. شکل (۵-الف) نشان می‌دهد یک روند صعودی در افزایش میانگین دبی قطره‌چکان‌های معمولی با افزایش فشار وجود داشته و دبی قطره‌چکان‌های معمولی با افزایش فشار افزایش یافته و قطره‌چکان‌های معمولی توانایی کنترل دبی را با تغییر فشار نداشته‌اند. اما شکل (۵-ب) نشان می‌دهد در فشارهای پایین قطره‌چکان‌های تنظیم شونده توانایی مناسبی در کنترل دبی نداشته ولی در فشارهای

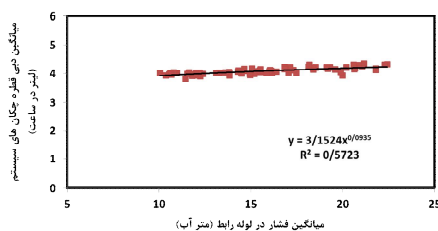
بالا توانایی قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده در کنترل دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها مناسب بوده است. رابطه بین فشار در لوله رابط و

میانگین دبی قطره‌چکان‌ها به ترتیب برای قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده و معمولی به صورت $R^2 = 0.57$ ، $q = 3.1524 P^{0.09}$ و $R^2 =$

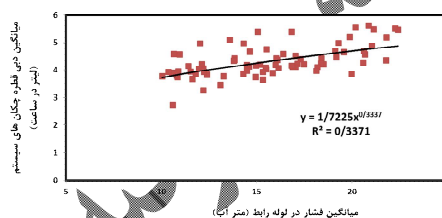
0.34، $q = 1.722 P^{0.33}$ بود. که در آن، P، فشار آب در لوله رابط (متر) و q دبی قطره‌چکان (لیتر در ساعت) در لترال‌های متصل

به لوله رابط (در همان نقطه ای که فشار تعیین شده است) می‌باشد. روابط فوق بین میانگین فشار آب در لوله رابط و میانگین دبی

قطره‌چکان‌های سیستم برای فشارهای بیشتر از ۱۰ متر آب توصیه می‌گردد.



(ب)



(الف)

شکل (۵): تغییرات میانگین فشار در لوله رابط با میانگین دبی در قطره‌چکان‌های: الف- معمولی و ب- تنظیم‌شونده

رابطه بین شیب لوله رابط و میانگین دبی قطره‌چکان‌ها

شکل (۶) رابطه بین شیب لوله رابط و میانگین دبی قطره‌چکان‌های سیستم آبیاری قطره‌ای در دو حالت استفاده از قطره‌چکان

تنظیم‌شونده و معمولی را نشان می‌دهد. رابطه بین شیب لوله رابط و دبی میانگین قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده و معمولی به ترتیب به

صورت $R^2 = 0.52$ ، $q = 0.0335 S + 3.5773$ و $R^2 = 0.63$ ، $q = -0.0188 S + 3.9039$ بدست آمد که در آن، S شیب

کارگذاری لوله رابط (%/،) q دبی قطره‌چکان (لیتر در ساعت) است. طبق روابط فوق شیب معادلات در قطره‌چکان‌های تنظیم-

شونده به مراتب کمتر از قطره‌چکان‌های معمولی بوده و در نتیجه تغییرات دبی آن کمتر می‌باشد. روند تغییرات دبی با افزایش

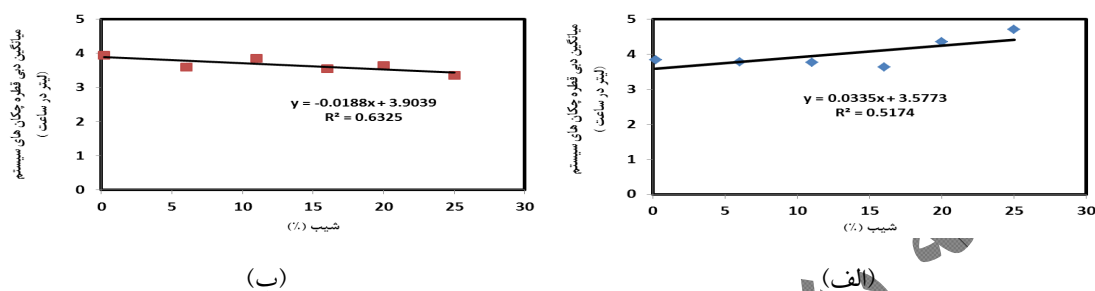
شیب نشان داد که با افزایش شیب دبی میانگین قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده از یک روند تقریباً ثابت پیروی کردند و در شیب‌های

زیاد میانگین دبی قطره‌چکان‌ها اندکی کاهش یافت، چون در شیب‌های زیاد در ابتدای لوله رابط، فشار در ابتدای لوله‌های فرعی

کاهش می‌یابد و قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده در این حالت عملکرد مناسبی ندارند ولی در انتهای لوله رابط که فشار بالاست

عملکرد قطره‌چکان‌ها مناسب است. دبی میانگین در قطره‌چکان‌های معمولی بیشتر از قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بود چون در

لترال‌های واقع بر انتهای لوله رابط، با افزایش زیاد فشار دبی قطره‌چکان‌های معمولی به دلیل عدم تنظیم فشار، خیلی بیشتر از قطره-چکان‌های تنظیم‌شونده بود.



شکل (۶): رابطه بین شیب خط لوله رابط و دبی میانگین قطره‌چکان‌های: الف- معمولی و ب- تنظیم‌شونده

نتیجه‌گیری

در این تحقیق دو نوع قطره‌چکان تنظیم‌شونده و معمولی با یکدیگر مقایسه گردید. با توجه به بالا بودن مقادیر پارامترهای یکنواختی CV، $qV_{(avg)}$ و $qV_{(max)}$ در قطره‌چکان‌های معمولی و بیشتر بودن مقادیر EU_a ، EU ، US و UC در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده، استفاده از قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده ارجحیت دارد، بخصوص در اراضی شیب‌دار که با افزایش شیب لوله نیمه‌اصلی عملکرد قطره‌چکان‌های معمولی به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. اما تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده بسیار کمتر از قطره‌چکان‌های معمولی می‌باشد. بررسی رابطه بین میانگین فشار آب در لوله رابط و میانگین دبی قطره‌چکان‌های سیستم آبیاری قطره‌ای در حالت استفاده از قطره‌چکان تنظیم‌شونده و معمولی نشان داد که با افزایش فشار آب، قطره‌چکان‌های معمولی قادر به کنترل دبی قطره‌چکان‌ها نبودند، در حالی که قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده توانایی مناسبی در کنترل دبی داشتند. هرچند قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده در فشارهای پایین عملکرد مناسبی نداشتند. به‌طور کلی نتایج نشان داد قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار در مناطق شیب‌دار که گرا دیان تغییرات فشار آب در لوله رابط زیاد است توانایی بالاتری نسبت به قطره‌چکان‌های معمولی برای پخش یکنواخت آب در مزرعه دارند.

منابع:

- (۱) اکرام نیا، ف. (۱۳۷۵). ارزیابی انواع قطره چکان و ارائه قطره چکان بهینه از لحاظ فنی و اقتصادی. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- (۲) برادران هزاوه، ف. م. بهزاد. س. برومند نصب. و. ا. محسنی موحد. (۱۳۸۵). ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در شهرستان اراک، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- (۳) نوشادی، م. و ع. قائمی. (۱۳۹۱). بررسی فنی و هیدرولیکی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۶ (۴) ۲۶۴-۲۵۴.
- 4) Bohrer, M. R. 2000. Drip distribution soil performance and operation in a nothern climate. MSc Thesis, University of Wisconsin-Madison.
- 5) Chigerwe, J., Manjengwa, N., van der Zaag, P., Zhakata, W., & Rockström, J. (2004). Low head drip irrigation kits and treadle pumps for smallholder farmers in Zimbabwe: a technical evaluation based on laboratory tests. Physics and Chemistry of the Earth Parts A/B/C, 29(15), 1049-1059.
- 6) Christiansen, J. E. (1941). The uniformity of application of water by sprinkler systems. Agricultural Engineering, 22(3), 89-92.
- 7) Jiang, S., and Y. Kang, (2010). Evaluation of micro irrigation uniformity on laterals considering field slopes. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 136(6), 429-434.
- 8) Ella, V. B., M. R. Reyes, and R. Yoder, (2009). Effect of hydraulic head and slope on water distribution uniformity of a low-cost drip irrigation system. Applied Engineering in Agriculture, 25(3), 349-356.
- 9) Juana, L., L. Rodriguez-Sinobas. R. Sanchez. And A. Losada, (2007). Evaluation of drip irrigation: Selection of emitters and hydraulic characterization of trapezoidal units. Agricultural water management, 90(1), 13-26.
- 10) Keller, J. and D. Karmeli. (1974). Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE, 17(4), 678-684.
- 11) Madramootoo, C. A., K. C. Khatri. and M. Rigby, (1988). Hydraulic performances of five different trickle irrigation emitters. Canadian agricultural engineering.
- 12) Pitts, D. J., D. Z. Haman and A. G. Smajstria, (1990). Causes and prevention of emitter plugging in micro irrigation systems. Bulletin-Florida Cooperative Extension Service.

Technical and hydraulic comparison of normal and compensating emitters in sloping lands

Abstract

The uniformity parameters in drip irrigation system affected by the slope of manifold and therefore, the evaluation of drip irrigation systems in slopping lands is important. In this research, different slopes of 0.2, 6, 11, 16, 20 and 25% were implemented on the ground surface and manifold of drip irrigation system with diameters of 50, 63 and 75 mm and length of 70 m were installed on these uniform slopes. The lateral pipes with 16 mm diameter and 40 m length were placed on the contour lines and were connected to manifold bilaterally. The results showed that in the normal emitters in above slopes, the $q_v(\text{avg})$ values were 289, 6740, 46, 135, 38 and 27 percent, respectively, $q_v(\text{max})$ values were 222, 48, 53, 90, 27 and 9 percent, respectively, and the CV values were 300, 114, 33, 140, 63 and 25 percent, respectively, higher than compensating emitters. But in the normal emitters in above slopes, the EU values were 33, 34, 12, 25, 17 and 9 percent, respectively, EUa values were 26, 23, 6, 21, 15 and 13%, respectively, UC values were 17, 16, 4, 13, 14 and 9%, respectively, and US values were 10, 8, 2, 8, 5 and 4 percent, respectively, less than compensating emitters. Therefore, even in high slopes (20 and 25%), the irrigation efficiency in compensating emitters were better than normal emitters. The relationship between slope and discharge of emitters represented the small changes in discharge of compensating emitters is sloping lands.

Key words: slope, discharge, pressure, uniformity