

بررسی تأثیر فشار بر گسیلندگی آب با روش کیت آبیاری قطره‌ای بدون استفاده از پمپ، در چهار نوع قطره‌چکان مختلف

مرتضی خواست، موسی حسام*، ابوطالب هزارجریبی و امید محمدی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۶)

چکیده

با توجه به افزایش روزافزون قطعات زراعی کوچک، سیستم کیت آبیاری قطره‌ای بدون پمپ، می‌تواند روش مقرون به صرفه‌ای باشد. از این‌رو در این پژوهش ویژگی‌های پخش آب (دبی، ضریب یکنواختی پخش (CU) و ضریب تغییرات دبی) در آبیاری کیت مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق با ایجاد فشار کارکردهای ۱، ۲، ۳ و ۴ متر و سه تکرار آبیاری، ویژگی‌های گسیلندگی چهار نوع قطره‌چکان کوزه‌ای ۲ نازل، ۸ نازل، آسان درپیر و نتافیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در فشار ۱ متری، قطره‌چکان‌های کوزه‌ای ۲ نازل و ۸ نازل با ضرایب یکنواختی پخش برابر با ۹۸/۳۹ و ۹۹/۳۰ درصد و دبی خروجی ۳/۶۰ و ۳/۶۲ لیتر بر ساعت، در فشار ۲ متر قطره‌چکان آسان درپیر با دبی پخش ۳/۸۵ لیتر بر ساعت و یکنواختی پخش ۹۹/۴۴ درصد و در ارتفاع ۳ و ۴ متر قطره‌چکان نتافیم با دبی خروجی به ترتیب برابر با ۳/۸۷ و ۳/۹۷ لیتر بر ساعت و ضرایب یکنواختی ۹۹/۳۲ و ۹۹/۴۷ درصد، بهترین شرایط پخش را داشتند. در فشار کارکردهای کمتر از ۲ متر قطره‌چکان‌های کوزه‌ای و در فشارهای بیش از ۳ متر انواع نتافیم و آسان درپیر به دلیل وجود تنظیم کننده‌های فشار، گسیلندگی بهتری داشتند. در حالت کلی هر چهار نوع قطره‌چکان یکنواختی پخش و دبی مطلوبی را در فشارهای مختلف ایجاد کردند.

واژه‌های کلیدی: کیت آبیاری، قطره‌چکان، دبی، ضریب یکنواختی پخش

۱. گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

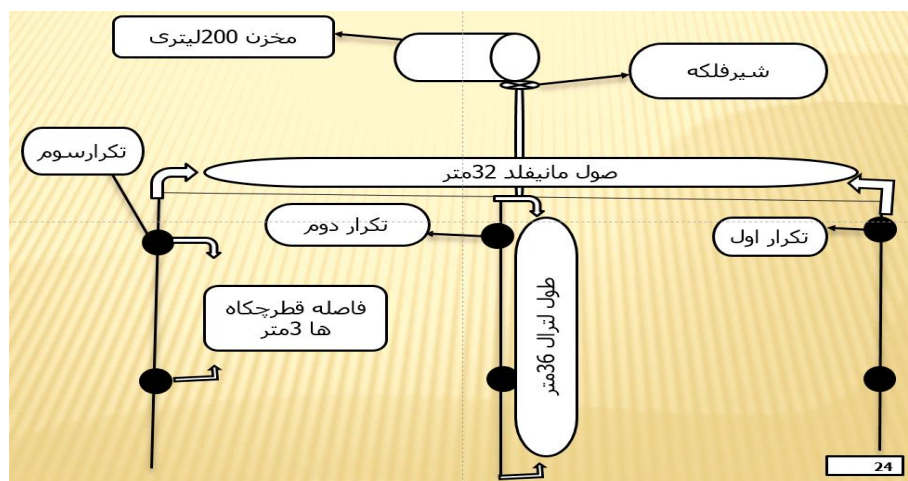
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mhesam@yahoo.com

مقدمه

(Turbo Plus) و یورودریپ (Eurodrip) که همگی دبی ۴ لیتر در ثانیه داشتند انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که هم کیفیت و هم نوع قطره‌چکان، در کاهش دبی موثر است. دیتو و همکاران (۴) یک مطالعه منطقه‌ای در بورکینافاسو، مالزی، نیجر و سنگال انجام دادند تا تأثیر آبیاری قطره‌ای و عوامل موثر بر آن را بررسی کنند. این مطالعه به این نتیجه رسید که هزینه‌های ایجاد یک سیستم آبیاری قطره‌ای موثر و پایدار، بیش از توانایی‌های بیشتر گروه‌های کوچک کشاورزان است.

کیت‌های آبیاری (Irrigation Kitt)، سیستم‌های آبیاری قطره‌ای کم‌هزینه هستند، که با کمترین میزان فشار کارکرد، قابل بهره‌برداری هستند. کیت‌های آبیاری بیشتر برای آبیاری سبزیجات و در بعضی موارد درختان میوه در قطعه‌های کوچک استفاده می‌شوند. یک کیت آبیاری قطره‌ای معمولی برای تأمین آب مورد نیاز سیستم، از یک مخزن آب (در قالب یک سطل پلاستیکی، درام بشکه، یک مخزن پلاستیکی) با ظرفیت متفاوت از ۱۰ لیتر تا ۳ متر مکعب استفاده می‌شود. آب به صورت دستی یا از طریق پمپ به مخزن انتقال داده می‌شود. یکی از تفاوت‌های مهم بین آبیاری قطره‌ای معمولی با تکنولوژی بالا و نسخه ارزان‌قیمت کیت آبیاری، فشار در خطوط انتقال است. به این صورت که در سیستم‌های قطره‌ای متداول فشاری معادل ۲۰ تا ۴۰ متر برای انتقال آب در خطوط، با استفاده از پمپ تأمین می‌شود. اما در سیستم مذکور (کیت‌های تخلیه با گرانش) بر خلاف سیستم‌های آبیاری متداول، بهره‌برداری با فشار کارکرد در حدود ۱ تا ۳ متر انجام می‌شود. نیروی گرانش با تغییر ارتفاع مخزن آب، فشار لازم برای انتقال آبرسانی و خروج آب از مجاری قطره‌چکان‌ها را تأمین می‌کند. بدین ترتیب از هزینه‌های اولیه مانند خرید پمپ و هزینه‌های جاری مانند تأمین سوخت و ... کاسته می‌شود. اندازه مخزن آب بستگی به مساحت تحت پوشش کیت قطره‌ای دارد (۹ و ۱۱). در تحلیل رفتار شبکه دو نوع رویکرد تحلیل مبتنی بر فشار و مبتنی بر تقاضا وجود دارد. تحلیل مبتنی بر فشار حالت کلی

به منظور افزایش میزان بهره‌وری آب در بخش کشاورزی و جلوگیری از تلفات ناشی از انتقال آب در این بخش، به کارگیری سیستم‌های آبیاری قطره‌ای رویکردی نوین در حل مسئله هدر رفت آب است (۵). در زمینه ابعاد مختلف پارامترهای سنجش کیفی آبیاری قطره‌ای، مطالعات زیادی صورت گرفته است. عرب‌فرد و همکاران (۳) کارایی روش‌های آبیاری کوزه‌ای، قطره‌ای ثقیلی و تراوا در محدوده فشارهای ثقیلی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، با توجه پایین بودن ضریب تغییرات ساخت و بالا بودن یکنواختی توزیع به‌عنوان مشخصه‌های برتری هیدرولیکی، از بین سه روش مذکور به ترتیب روش آبیاری قطره‌ای ثقیلی و روش آبیاری کوزه‌ای (با اعمال فشار ثقیلی) قابل توصیه هستند. ملایی و همکاران (۱۰) مطالعه‌ای در زمینه آبیاری قطره‌ای کم فشار به صورت آزمایشگاهی انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که در ارتفاع‌های آبی ۵/۰ تا ۱/۸ متر در طول‌های مختلف لترال از ۱۶ متر تا طول ۸۹ متر و در قطرهای مختلف لترالی به طول ۱۶ متر، سیستم دارای یکنواختی مطلوب و بیش از ۸۸ درصد حتی در کمترین ارتفاع آبی بود. همچنین نتایج به طول لترال حداکثر تا ۸۹ متر (آن هم فقط برای قطر ۳۲ میلی‌متر) محدود شد. هزارجریبی و همکاران (۷) به بررسی عملکرد هیدرولیکی سه نوع قطره‌چکان خارجی تنظیم شونده در فشارهای کارکرد مختلف پرداختند. هدف از انجام این پژوهش اندازه‌گیری دبی سه نوع قطره‌چکان مختلف ساخت خارج از کشور (سپیلاست (Siplas)، اینلاینه ۱۶۸ (Inline168) و کتیف ۸ (Katif8)) در چهار فشار کارکرد مختلف بود. نتایج این تحقیق نشان داد هر سه نوع قطره‌چکان آب را به صورت یکنواخت توزیع می‌کند. عابدی کویایی و بختیاری‌فر (۲) به بررسی تأثیر استفاده از پساب بر خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای پرداختند. ارزیابی‌ها روی چهار نوع قطره‌چکان طولانی مسیر داخل خطی (اصفهان قطره)، میکروفلاپر (Microflopper)، توربویلاس



شکل ۱. نمادین آرایش به کار گرفته شده در این پژوهش (کیت درام)

شود. هدف اصلی این تحقیق ایجاد شرایط مناسب برای آبیاری قطره‌ای قطعات زراعی کوچک بدون استفاده از پمپ و یا تأمین نیرو محرکه غیرثقلی، برای تأمین بار هیدرولیکی مناسب آبیاری است.

مواد و روش‌ها

مواد و تجهیزات مورد استفاده

این پژوهش به مدت یک فصل زراعی در شرکت کشت و صنعت اسفراین واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اسفراین در استان خراسان شمالی انجام پذیرفت. میانگین بارندگی سالانه طبق آمار هواشناسی شهرستان اسفراین ۱۷۰ میلی‌متر و متوسط رطوبت نسبی ۴۰ درصد است. شهرستان اسفراین بین ۵۶ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. شکل ۱ نمادین یک کیت آبیاری را نشان می‌دهد.

روش‌ها

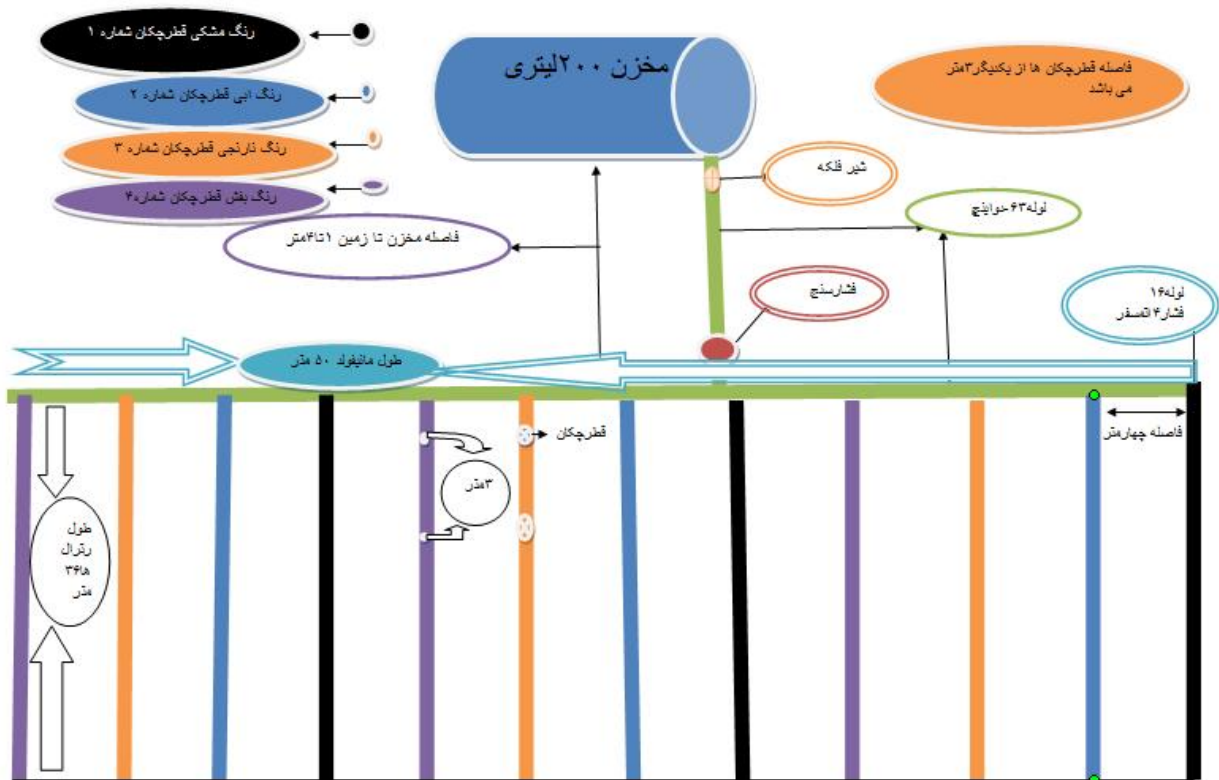
آرایش قطره‌چکان‌ها

در این پژوهش از روش کیت‌های درام (Dram Kits) یا مجموعه‌های باغ گیاهان استفاده شده است. برای تأمین آب از

تحلیل شبکه است که می‌تواند رفتار شبکه را در همه شرایط حتی در شرایط غیرنرمال به خوبی توجیه کند. اما در شرایطی که فشار شبکه به طور کامل تأمین شده باشد می‌توان از تحلیل مبتنی بر تقاضا استفاده کرده به طوری که شرایط واقعی را بهتر شبیه‌سازی می‌کند (۶).

ضرورت و اهداف

تحولات بعد از تصویب قانون اصلاحات ارضی در سال ۱۳۴۲ هجری شمسی در ایران سبب شد که مالکیت زمین‌های کشاورزی از مالکان کلان به کشاورزان عادی و خرده مالک‌ها انتقال یابد. این امر موجب شد که زمین‌های کشاورزی از یک کشاورز به وراثت و فرزندانش منتقل شده و با گذشت زمان، زمین‌ها از لحاظ مساحتی کوچک‌تر و بر تعداد مالکان افزوده شود. از آنجایی که تجهیز زمین‌های کوچک‌تر از یک هکتار به ایستگاه پمپاژ مقرون به صرفه نیست، ارتفاع قرارگیری تانک و انتخاب قطره‌چکان مناسب در روش آبیاری کیت، می‌تواند نقش بسزایی در تعیین کیفیت و کمیت پخش مناسب آب در منطقه زراعی داشته باشد. با وجود بررسی ابعاد مختلف آبیاری قطره‌ای در مطالعات انجام شده توسط محققان مختلف، خلاء بررسی تأثیر ارتفاع قرارگیری تانک آبیاری در آبیاری قطره‌ای بدون پمپ، بر ویژگی‌های کیفی و کمی آبیاری احساس می‌



شکل ۲. نمای کلی سیستم آبیاری مورد مطالعه

و همچنین روی لترال‌های شماره ۴، ۸ و ۱۲ قطره‌چکان‌های نوع چهارم (نتافیم) نصب شد. فاصله نصب قطره‌چکان‌ها روی لترال ۳ متر و برای انجام آزمایش‌ها ۹ بار آبیاری صورت پذیرفت. شکل ۲ نمای کلی سیستم مورد مطالعه و نحوه آبیاری در این سیستم را نشان می‌دهد. شکل ۳ قطره‌چکان‌های مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد. سیستم در زمینی با شیب ناچیز صورت گرفته است و عامل انتقال آب تنها ارتفاع مخزن از سطح زمین است.

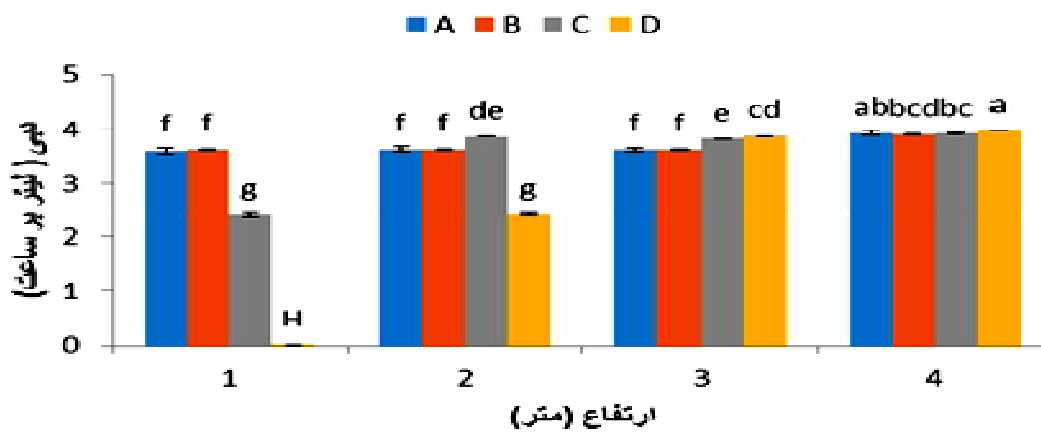
دبی خروجی از قطره‌چکان

برای اندازه‌گیری دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها از روش حجم سنجی زمانی با ظرف مدرج استفاده شد. و در هر آبیاری با سه تکرار میزان دبی اندازه‌گیری شد و میانگین این دبی‌ها، میزان دبی خروجی از قطره‌چکان مشخص در یک آبیاری در فشاری مشخص را نشان می‌داد.

بشکه ۲۰۰ لیتری به‌عنوان منبع تغذیه (ذخیره) استفاده شده که از طریق یک سه‌راهی به وسط خط تغذیه با قطر ۵ سانتی‌متر و طول ۵۰ متر متصل شد. برای انجام کیت آبیاری، یک زمین به ابعاد ۵۰ در ۳۶ انتخاب شد به‌گونه‌ای که مانیفولد در ضلع ۵۰ متری، لترال‌ها موازی با بعد ۳۶ متری زمین و قطره‌چکان‌ها روی لترال‌هایی به طول ۳۶ متر و قطر ۱۶ میلی‌متر قرار گرفتند. و مخزن تغذیه نیز در حد وسط ضلع ۵۰ متری به مانیفولد (مانیفولد به قطر ۵ سانتی‌متر) متصل شد که در طول پژوهش با تغییر محل کارگذاری منبع آب در ارتفاع‌های مختلف (با ایجاد فشارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ متر) آزمایش‌ها انجام شد، شکل ۴ دبی قطره‌چکان‌ها در ارتفاع‌های مختلف را نشان می‌دهد. روی مانیفولد ۱۲ لترال با فاصله تقریبی ۴ متر قرار داده شد. به‌صورت تناوبی روی لترال‌های شماره ۱، ۵ و ۹ قطره‌چکان نوع اول (کوزه‌ای ۲ نازله) روی لترال‌های شماره ۲، ۶ و ۱۰ قطره‌چکان‌های نوع دوم (کوزه‌ای ۸ نازله) و شماره‌های ۳، ۷ و ۱۱ قطره‌چکان نوع سوم (آسان دریپر)



شکل ۳- الف) قطره‌چکان کوزه‌ای ۲ نازل، ب) قطره‌چکان ۸ نازل، ج) قطره‌چکان آسان دریبر و د) قطره‌چکان نتافیم



شکل ۴. دبی قطره‌چکان‌ها در ارتفاع نصب مخزن‌های مختلف

یکنواختی پخش

برای محاسبه میزان یکنواختی پخش آب در روش کیت آبیاری از ضریب یکنواختی پخش کریستیانسن (Uniformity Coefficient) استفاده شد. به صورتی که برای هر قطره‌چکان در فشارهای مختلف، ضرایب یکنواختی پخش با استفاده از میزان دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها محاسبه شد. ضریب یکنواختی پخش با استفاده از معادله ارائه شده توسط کریستیانسن (معادله ۱) محاسبه شد (۸):

$$UC = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|X_i - \bar{X}|}{\bar{X}} \quad (1)$$

که در آن UC: ضریب یکنواختی کریستیانسن، N: تعداد نقاط اندازه‌گیری شده، X_i : مقدار آب نفوذ یافته یا جمع شده در هر نقطه و \bar{X} : متوسط عمق آب نفوذ یافته یا جمع شده هستند.

ضریب تغییرات (Coefficient of Variation) دبی

یکی از پارامترهای تکمیلی که برای تشریح یکنواختی پخش آب استفاده می‌شود ضریب تغییرات گسیلنده است، از این رو در این مطالعه علاوه بر محاسبه ضریب یکنواختی پخش، ضریب تغییرات گسیلنده‌های مورد بحث نیز با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد (۸).

$$Cv = \frac{sd}{qa} \quad (2)$$

که در آن، Cv: ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان، qa: میانگین دبی‌های اندازه‌گیری شده بر حسب لیتر در ساعت و sd: انحراف از معیار مقادیر دبی‌های اندازه‌گیری شده بر حسب لیتر در ساعت هستند. برای مقایسه قطره‌چکان‌ها از شاخص‌های آماری دبی میانگین، ضریب تغییرات در فشارهای مختلف و ضریب یکنواختی کریستیانسن استفاده شد. به این ترتیب دبی کارکرد هر گسیلنده در فشارهای مختلف تعیین شد. سپس با استفاده از معادله مزبور ضریب تغییرات دبی گسیلنده‌ها تحت تأثیر تغییرات ساخت کارخانه محاسبه شد. طرح آزمایش‌های به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با دو تیمار ارتفاع نصب منبع آب (در سطوح ۱، ۲، ۳ و ۴ متر ارتفاع از سطح زمین) و نوع قطره‌چکان (در سه سطح نوع اول، دوم،

سوم و چهارم) برای اندازه‌گیری دو صفت دبی خروجی از قطره‌چکان و ضریب یکنواختی پخش (UC) در سه آبیاری مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد تکرارها برای هر سطح مورد مطالعه مربوط به دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها، برابر با حاصل ضرب تعداد آبیاری‌ها در تعداد نقطه خروج آب از یک نوع قطره‌چکان خاص نصب شده (مثلاً قطره‌چکان نوع نتافیم) است. کلیه آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شد. پس از ثبت میزان دبی‌ها و ضرایب یکنواختی پخش مختلف و انتقال داده‌های به دست آمده به فضای اکسل، میانگین و انحراف معیار (Standard Deviation (SD)) داده‌ها محاسبه شدند. اثر هر یک از تیمارها و متغیرها با کاربرد آنالیز واریانس یک‌طرفه و استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ مورد ارزیابی قرار گرفتند تا فاکتورهای مؤثر از لحاظ آماری شناسایی شوند. سپس مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن برای بررسی معنی‌دار بودن اثر متغیرها ($P < 0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها نسبت به ارتفاع

با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در این مطالعه قطره‌چکان کوزه‌ای ۲ نازله، با کارگذاری منبع آب در ارتفاع ۱ متری، به طور متوسط آب را با دبی ۳/۶۶ لیتر بر ساعت پخش می‌کند. میانگین این دبی پخش برای ارتفاع‌های مخزن با فشار ۲، ۳ و ۴ متری به ترتیب برابر با ۳/۷۶، ۳/۷۵ و ۴/۰۴ لیتر بر ساعت بوده است. همان‌طور که از اعداد مشخص است، میزان دبی خروجی قطره‌چکان ۲ نازله با افزایش ارتفاع نصب مخزن از ۱ متر به ۴ متر افزایش یافته است اما بین ارتفاع نصب‌های ۲ و ۳ متری در قطره‌چکان کوزه‌ای ۲ نازله تفاوت معنی‌داری دیده نشد که این امر را می‌توان به بالا بودن ضریب تغییرات ساخت برای قطره‌چکان‌های غیرتنظیم کننده فشار نسبت داد. همچنین با نتایج حاصل در تحقیق و عبدی و معروف‌پور (۱) از نقطه نظر افزایش دبی با افزایش فشار و کارکرد به نسبت مناسب قطره‌چکان‌های غیرتنظیم کننده فشار در فشارهای مختلف همخوانی داشت.

خروجی شده است. با توجه به نتایج و آنچه در نمودار شکل ۳ مشاهده می‌شود، می‌توان گفت که در قطره‌چکان‌های نوع اول و دوم (کوزه‌ای ۲ نازل و ۸ نازل) با افزایش ارتفاع کارگذاری منبع آب از ۱ تا ۴ متر میزان دبی خروجی قطره‌چکان‌ها همان‌طور که قابل تصور بود افزایش یافته، اما بین دو ارتفاع ۲ و ۳ متری اختلاف معنی‌داری در دبی خروجی قطره‌چکان‌ها ملاحظه نشد. همچنین در قطره‌چکان‌های نوع سوم و چهارم (آسان درپیر و نتافیم) به ترتیب از ارتفاع‌های ۲ و ۳ متری و بیشتر می‌توان دبی به نسبت مناسبی را برای کارکرد سیستم متصور بود. که نتایج دو قطره‌چکان نوع سوم و چهارم با نتایج حاصل از تحقیق عبدی و معروف‌پور در زمینه کارکرد مطلوب قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار همخوانی داشت (۱). همچنین جدول ۱ میزان خطای استاندارد دبی هر کدام از قطره‌چکان‌ها را در فشارهای مختلف نشان می‌دهد.

ضریب تغییرات

ضریب تغییرات دبی از جمله پارامترهای مهمی است که برای تعیین کیفیت پاشش گسیلنده از آن استفاده می‌شود. جدول ۲ میزان ضرایب تغییرات دبی در ارتفاع‌های مختلف برای هر کدام از چهار نوع قطره‌چکان مورد مطالعه در این تحقیق را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج درج شده در جدول ۳ می‌توان گفت در ارتفاع ۱ متر، قطره‌چکان کوزه‌ای ۲ نازل کمترین میزان ضریب تغییرات دبی را داشته همچنین در ارتفاع ۲ متر کمترین میزان ضریب تغییرات مربوط به قطره‌چکان آسان درپیر بوده است. در ارتفاع‌های ۳ و ۴ متری نیز قطره‌چکان نتافیم کمترین ضریب تغییرات دبی را داشته است. که این میزان ضریب تغییرات مؤید مطالب گفته شده است.

یکنواختی پخش در انواع قطره‌چکان‌ها

در این بخش یکنواختی پخش برای هر کدام از قطره‌چکان‌ها در فشارهای مختلف، با استفاده از ضریب یکنواختی پخش کریستیانسن (CU) محاسبه شد. که در ادامه به گزارش نتایج به دست آمده پرداخته شده است (جدول ۳). در قطره‌چکان نوع اول میزان ضریب یکنواختی پخش آب در

میزان دبی پخش قطره‌چکان ۸ نازل در ارتفاع نصب منبع ۱ متری به‌طور متوسط برابر با ۳/۶۵ لیتر بر ساعت بود و برای محل کارگذاری منبع آب در فشار ۲، ۳ و ۴ متری به ترتیب برابر با ۳/۸۰، ۳/۸۱ و ۳/۹۶ لیتر بر ساعت بود. که در این نوع قطره‌چکان نیز با افزایش ارتفاع کارگذاری منبع آب از ۱ متر تا ۴ متر، میزان دبی پخش آب همان‌طور که انتظار می‌رفت، افزایش یافته است. اما بین دبی پخش آب در ارتفاع ۲ و ۳ متری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. که دلیل این امر را می‌توان به اختلال در کارکرد قطره‌چکان با ایجاد شوک وارده از افزایش دبی نسبت داد. نتایج حاصل از بررسی تأثیر ارتفاع بر متوسط دبی پخش با قطره‌چکان ۲ نازل مشابه بود. لازم به ذکر است نتایج حاصل با نتایج تحقیق گرانه‌مهر و همکاران (۶) از نقطه نظر توجیه مناسب رویکرد تحلیل مبتنی بر فشار (در گره‌ها) در زمانی که سیستم فشاری کمتر از فشار کارکرد را تأمین می‌کند همخوانی دارد.

نتایج مطالعه برای قطره‌چکان آسان درپیر نشان داد در ارتفاع ۱، ۲، ۳ و ۴ متری، دبی پخش قطره‌چکان نوع سوم به ترتیب برابر با ۲/۵۸، ۳/۸۸، ۳/۸۹ و ۳/۹۶ لیتر بر ساعت بوده است که مشابه ۲ نوع قطره‌چکان دیگر با افزایش ارتفاع کارگذاری منبع، میزان دبی پخش نیز افزایش یافته است. نقطه تمایز مهم نتایج این نوع قطره‌چکان اختلاف قابل ملاحظه بین دبی خروجی در ارتفاع ۱ متری با دبی خروجی در دیگر ارتفاع‌های کارگذاری منبع است که دلیل این امر را می‌توان به عدم کارکرد صحیح این نوع قطره‌چکان با بار ارتفاعی کمتر از ۲ متر و تأثیر زیاد بار هیدرولیکی بر میزان دبی خروجی از این نوع قطره‌چکان نسبت داد چرا که این نوع قطره‌چکان تنظیم کننده فشار بوده و دارای درپرهایی با قطر بزرگ‌تری نسبت به دیگر قطره‌چکان‌ها هستند.

میزان دبی متوسط پخش در قطره‌چکان نوع چهارم (نتافیم) در ارتفاع‌های کارگذاری منبع ۲، ۳ و ۴ متری، به ترتیب برابر با ۲/۴۶، ۳/۹۰ و ۳/۹۹ لیتر بر ساعت بود که همانند قطره‌چکان نوع سوم (آسان درپیر)، با افزایش ارتفاع محل نصب مخزن، دبی پخش نیز افزایش یافته است و کارکرد پخش در ارتفاع کمتر از ۳ متر برای این نوع قطره‌چکان باعث کاهش قابل ملاحظه در میزان دبی

جدول ۱. میزان خطای استاندارد دبی هر کدام از قطره‌چکان‌ها در فشارهای مختلف

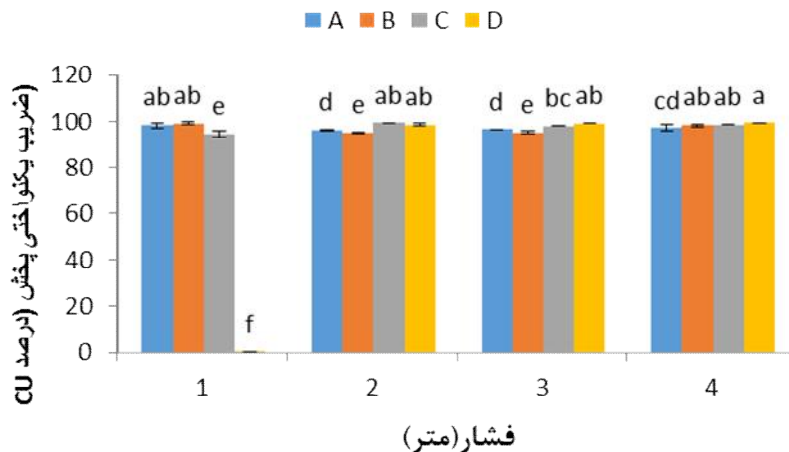
نوع قطره‌چکان	فشار (ارتفاع نصب منبع آب) بر حسب متر			
	۴	۳	۲	۱
۲ نازل (A)	۰/۰۵۲۹۷۵	۰/۰۳۶۵۱	۰/۰۴۲۱۴۷	۰/۰۵۳۷۸
۸ نازل (B)	۰/۰۱۸۷۷۱	۰/۰۱۵۰۱۱	۰/۰۰۸۰۸۳	۰/۰۱۵۶۹۵
آسان دریپر (C)	۰/۰۰۸۵۴۴	۰	۰/۰۰۱۷۳۲	۰/۰۳۳۵۰۱
تتافیم (D)	۰	۰	۰/۰۲۱۵۷۲	-

جدول ۲. ضریب تغییرات دبی در فشارهای مختلف برای قطره‌چکان‌های مختلف

نوع	فشار			
	۴	۳	۲	۱
۱	۰/۰۲۲۷	۰/۰۰۷۳	۰/۰۳۳۶	۰/۰۱۶۵
۲	۰/۰۷۵۵	۰/۰۲۴۱	۰/۰۲۲۱	۰/۰۱۲۸۲
۳	۰/۰۱۰۴	۰/۰۲۲۸	۰/۰۰۴۹	۰/۰۴۸۵
۴	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۷۷	-

جدول ۳. میانگین ضریب یکنواختی پخش و خطای استاندارد انواع قطره‌چکان‌ها در فشارهای مختلف

نوع	فشار				
	۴	۳	۲	۱	
A	۹۷/۱۷۲	۹۶/۶۳۳	۹۶/۵۳۲	۹۸/۳۹۰	ضریب یکنواختی (U)
	۱/۵۴	۰/۰۹۵	۰/۲۷۹	۱/۰۱۵۴	خطای استاندارد (SD)
B	۹۸/۴۰۱	۹۵/۲۴۰	۹۵/۱۸۰	۹۹/۳۰۸	ضریب یکنواختی (U)
	۰/۵۳۳	۰/۵۰۶	۰/۳۱۰	۰/۵۹۹	خطای استاندارد (SD)
C	۹۸/۷۷۳	۹۸/۱۸۰	۹۹/۴۴۱	۹۴/۴۰۲	ضریب یکنواختی (U)
	۰/۰۹۹	۰/۰۹۷	۰/۰۹۸	۱/۵۶۱	خطای استاندارد (SD)
	۹۹/۴۷۸	۹۹/۳۲۳	۹۸/۷۸۰	-	ضریب یکنواختی (U)
	۰/۰۷۲	۰/۰۷۵	۰/۵۳۱	-	خطای استاندارد (SD)



شکل ۵. ضرایب یکنواختی پخش (CU) قطره‌چکان‌ها در ارتفاع نصب مخزن‌های مختلف

ذکر است آنالیز آماری صورت گرفته حاکی از آن بود بین فشار کارکردهای ۲ و ۴ متر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقادیر ضرایب یکنواختی پخش آب برای قطره‌چکان نوع آسان در پیر در ارتفاع‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ متری به ترتیب برابر با ۹۴/۴۰، ۹۹/۴۴، ۹۸/۱۸ و ۹۸/۷۷ درصد بود.

در قطره‌چکان نوع چهارم (نتافیم) اختلاف معنی‌داری بین ضرایب یکنواختی پخش در فشار کارکردهای مختلف وجود داشت به طوری که با افزایش ارتفاع کارگذاری منبع آب از ۲ متر به ۴ متر روند تغییرات ضرایب یکنواختی پخش کاملاً صعودی بود. مقادیر به دست آمده پارامتر CU در فشارهای ۲، ۳ و ۴ متر برای قطره‌چکان نتافیم به ترتیب برابر با ۹۸/۷۸، ۹۹/۳۲ و ۹۹/۴۸ درصد بود. نتایج حاصل میزان یکنواختی پخش مطلوب (بیش از ۹۰ درصد) را در تمامی فشارها برای هر چهار نوع قطره‌چکان مورد مطالعه نشان داد. که با مطالعه عبودی و معروف پور مشابه است (۱).

شکل ۵ نمودار تغییرات ضرایب یکنواختی انواع قطره‌چکان‌ها را در فشارهای مختلف نشان می‌دهد.

انتخاب قطره‌چکان مناسب در فشار مشخص

با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری دبی در ارتفاع ۱ متری، میانگین دبی برای قطره‌چکان نوع اول و دوم، ۳/۷ لیتر بر ساعت محاسبه شده است این در حالی است که میانگین دبی

فشار ۱ متری برابر با ۹۸/۳۹ درصد بوده و در فشار کارکرد ۲، ۳ و ۴ متری برابر با ۹۸/۵۳، ۹۶/۶۳ و ۹۷/۱۷ درصد بود. نتایج حاصل از تحلیل آماری نشان داد که بین نصب مخزن در ارتفاع ۲ و ۳ متری اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و در این نوع قطره‌چکان بیشترین ضریب یکنواختی پخش و کمترین درصد خطا مربوط به کارگذاری منبع آب در ارتفاع ۱ متر یا همان فشار کارکرد ۱ متر بوده است. که نتایج حاصل حاکی از یکنواختی پخش مناسب (بیش از ۹۰ درصد) برای این نوع قطره‌چکان است.

ضرایب یکنواختی پخش آب برای قطره‌چکان نوع دوم (۸ نازله) در فشارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ متری به ترتیب برابر با ۹۹/۳۱، ۹۵/۱۸، ۹۵/۲۴ و ۹۸/۴۰ درصد به دست آمد. با توجه به آنالیز صورت گرفته روی مقادیر به دست آمده، بیشترین ضرایب یکنواختی پخش آب برای این نوع قطره‌چکان در فشار ۱ و ۴ متری اتفاق افتاده است و بین مقادیر ضریب یکنواختی این دو فشار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بین ضرایب یکنواختی فشار کارکردهای ۲ و ۳ متر نیز اختلاف معنی‌داری (در سطح $P < 0/05$) وجود نداشت.

با توجه به اندازه‌گیری میزان ضریب یکنواختی پخش در فشارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ متر، ضریب یکنواختی پخش در قطره‌چکان نوع سوم (آسان در پیر) با افزایش ارتفاع کارگذاری منبع آب (فشار کارکرد) روندی تقریباً افزایشی داشت. لازم به

یکنواختی پخش ۹۹/۴۸ درصد نسبت به سایر قطره‌چکان‌ها داری شرایط گسیلندگی مناسب‌تری است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به آنچه گفته شد در شرایط مساوی در صورت ثابت بودن محل کارگذاری منبع آب برای انتخاب نوع گسیلنده، می‌توان نتایج زیر را ارائه داد:

(الف) در ارتفاع‌های کمتر از ۲ متر بین ۴ گسیلنده معرفی شده، بهتر است از گسیلنده‌های ۲ و ۸ نازل استفاده کرد.

(ب) گسیلنده‌هایی با تنظیم کننده فشار در ارتفاع‌های پایین (فشار پایین) با کاهش شدید دبی روبه‌رو هستند.

(ج) در ارتفاع‌های بالاتر (۳ تا ۴ متر) گسیلنده‌های آسان دریپر و نتافیم دارای دبی و یکنواختی پخش بالاتری نسبت به انواع ۲ نازل و ۸ نازل هستند.

در آبیاری قطره‌ای هرچه دبی خروجی قطره‌چکان‌ها یکنواخت‌تر باشد، بازده سیستم بالاتر خواهد بود. فشار، ویژگی‌های فیزیکی قطره‌چکان‌ها و گرفتگی از عوامل مهمی هستند که بر یکنواختی توزیع دبی در قطره‌چکان‌ها تأثیر می‌گذارند. بررسی‌های انجام شده در این مطالعه حاکی از آن بود که هر چهار گسیلنده مورد مطالعه از لحاظ دبی و یکنواختی، پخش عملکرد به نسبت مطلوبی داشتند. نوع قطره‌چکان انتخابی و ارتفاع کارگذاری منبع آب، تأثیر معنی‌داری در یکنواختی توزیع و دبی پخش آب داشته است. به طوری که با انتخاب قطره‌چکان نوع چهار یا نتافیم در ارتفاع منبع ۳ و ۴ متری بیشترین ضریب یکنواختی و کمترین ضریب تغییرات را داشته و در این ارتفاع کارایی بهتری را نسبت به بقیه قطره‌چکان‌ها داشته است. در صورتی که بهترین شرایط کارکرد (بیشترین ضریب یکنواختی و کمترین ضریب تغییرات) برای قطره‌چکان نوع آسان دریپر با نصب مخزن در ارتفاع ۲ متری اتفاق افتاده است و در این ارتفاع نسبت به انواع دیگر قطره‌چکان‌های مورد مطالعه، شرایط کارکرد مناسب‌تری داشته است. همچنین در ارتفاع نصب مخزن ۱ متری بالاترین یکنواختی توزیع در

برای قطره‌چکان نوع سوم (آسان دریپر)، ۲/۵ لیتر بر ساعت محاسبه شده است. قطره‌چکان نوع نتافیم در ارتفاع ۱ متری قادر به خروج دبی نبود از این‌رو می‌توان گفت در فشار کارکردهای پایین استفاده از این قطره‌چکان توصیه نمی‌شود. قطره‌چکان‌های نوع اول و دوم در ارتفاع ۱ متری نسبت به دو قطره‌چکان نوع سوم و چهارم، دبی بهتری داشته‌اند. از نقطه نظر یکنواختی پخش نیز، در ارتفاع مخزن ۱ متر ۲ قطره‌چکان نوع اول و دوم به ترتیب با ۹۸/۳۹ و ۹۹/۳۱ درصد شرایط بهتری نسبت به دو نوع دیگر را دارا بودند که این امر نیز می‌تواند از عدم وجود تنظیم کننده فشار در این دو نوع قطره‌چکان نشأت گرفته باشد. لازم به ذکر است بین میانگین دبی و میانگین ضریب یکنواختی دو قطره‌چکان نوع اول و دوم اختلاف معنی‌داری (در سطح $P < 0.05$) وجود نداشت.

در ارتفاع ۲ متری میانگین دبی قطره‌چکان‌های نوع اول و دوم ۳/۶، نوع سوم ۳/۸ و نوع چهارم ۲/۴ لیتر بر ساعت بود. در این ارتفاع، قطره‌چکان نوع سوم (آسان دریپر) از دبی بهتری برخوردار است. که این امر را می‌توان به سهولت خروج آب به دلیل وضعیت مجرای خروجی متفاوت این قطره‌چکان در فشار کارکردهای متوسط نسبت داد. از نقطه نظر یکنواختی نیز این قطره‌چکان با ضریب یکنواختی پخش ۹۹/۴۴ درصد بیشترین یکنواختی پخش را در فشار ۲ متر دارا بود.

در ارتفاع ۳ متری میانگین دبی قطره‌چکان‌های نوع اول و دوم ۳/۶ لیتر در ساعت و قطره‌چکان‌های نوع سوم و چهارم به ترتیب ۳/۸ و ۳/۹ لیتر بر ساعت است. در این ارتفاع قطره‌چکان نوع چهارم (نتافیم) که جزء قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار است نسبت به سایر قطره‌چکان‌ها با دبی خروجی ۳/۹ لیتر بر ساعت و ضریب یکنواختی پخش ۹۹/۳۲ درصد، داری دبی و یکنواختی پخش مناسب‌تری بود.

در ارتفاع ۴ متری میانگین دبی قطره‌چکان‌های نوع اول، دوم، سوم و چهارم به ترتیب برابر با ۳/۹۳، ۳/۹۰، ۳/۹۱ و ۳/۹۷ لیتر در ساعت بود. در این ارتفاع نیز قطره‌چکان نوع چهارم (نتافیم) با دبی خروجی ۳/۹۷ لیتر بر ساعت و ضریب

نوع چهارم (نتافیم) کمترین ضریب تغییرات و بیشترین ضریب یکنواختی را داشته است. در ارتفاع ۴ متر قطره‌چکان نوع چهارم (نتافیم) کمترین ضریب تغییرات و بیشترین ضریب یکنواختی را داشته است.

قطره‌چکان نوع کوزه‌ای اتفاق افتاده است. در صورتی که ارتفاع کارگذاری منبع (فشار) عامل محدود کننده باشد در ارتفاع ۱ متر قطره‌چکان‌های کوزه‌ای ۲ نازل و ۸ نازل کمترین ضریب تغییرات و بیشترین یکنواختی پخش را داشته‌اند. ارتفاع ۲ متر قطره‌چکان نوع سه (آسان درپیر) کمترین ضریب تغییرات و بیشترین ضریب یکنواختی داشته است. ارتفاع ۳ متر قطره‌چکان

منابع مورد استفاده

1. Abdi, S. and A. Maroofpour. 2016. Investigation of the relationship between flow-pressure and flow-temperature in the self-regulating and non-regular regulation of the droplet tubes in the country, Water and soil conservation studies. *Journal of Water and Soil Conservation* 23(1): 233-245. (In Farsi).
2. Abedi Koupai, J. and A. Bakhtiari Far. 2004. Effect of wastewater treatment on hydraulic properties of drip irrigation system. *Journal of Water and Soil Sciences* 8(3): 33-42. (In Farsi).
3. Arab Fard, M., A. Shahnazari and M. Ziyatbar Ahmadi. 2016. Comparison of the Efficiency of Coarse Irrigation Methods, Grain Diameters and Permafrost in Grain Pressure Range. *Journal of Water and Soil (Agricultural Science and Technology)* 31(4): 1060-1069. (In Farsi).
4. Ditto, W. L., A. Miliotis, K. Murali, S. Sinha and M. L. Spano. 2010. Chaogates: Morphing logic gates that exploit dynamical patterns. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science* 20: 127-137
5. Gassim, A. 2003. Micro-irrigation: A situation analysis: institute of sustainable irrigated agriculture (ISIA) at Tatura. Australia, for the International Program for Technology & Research Irrigation & Drainage (IPTRID).
6. Granmehr, M. A., M. R. Chamani and K. Asghari. 2016. Pressure-based analysis in water distribution networks using particle swarm optimization algorithm. *Journal of Water and Soil Sciences (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)* 22(3): 23-39. (In Farsi).
7. Hezarjaribi, A., Gh. Ghorbani Nasr Abad, R. Fazlollahi and M. Abedinpour. 2013. Investigating the hydraulic performance of three types of exterior adjusting droplets in different operating pressures. *Journal of Water and Soil Conservation* 20(2): 199. (In Farsi).
8. Keller, J. and D. Karmeli. 1975. Trickle Irrigation Design. Glendora, California: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Crop.
9. Koushki, P. A., M. A. Bustan and N. Kartam. 2003. Impact of safety belt use on road accident injury and injury type in Kuwait. *Accident Analysis & Prevention* 35: 237-241.
10. Malae, M. S., A. Mahdi and A. R. Vatankhah. 2012. Laboratory study of hydraulic characteristics of irrigation systems for low pressure dams. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 45(1): 37-45. (In Farsi).
11. Pasternak, D., A. Nikiema, D. Senbeto, F. Dougbedji and L. Woltering. 2006. Intensification and improvement of market gardening in the Sudano-Sahel Region of Africa. *Chronica Horticulturae* 46: 87-101.

Investigating the Effect of Pressure on Water Leakage by Drip Irrigation without a Pump in Four Different Ejectors

M. Khast, M. Hesam*, A. Hezarjaribi and O. Mohamadi¹

(Received: Desember 18-2018 ; Accepted: July 28-2019)

Abstract

Due to the increasing number of small crops, the system of irrigation without a pump can be an economical way. Therefore, in this research, the effects of the type of droplet and the height of water supply system utilization on the characteristics of water distribution (discharge, dispersion uniformity coefficient (CU) and coefficients of variation of discharge) were investigated. In this research, the pressure functions of 1, 2, 3 and 4 meters and three irrigation repeats were investigated; also, the discharge characteristics of jet pots of 2 and 8 nozzles, easy dripper and netafim were addressed. The results indicated that at 1 m pressure, drippers of pots of 2 and 8 nozzles with the uniformity coefficients of distribution were equal to 89.39 and 99.30%, and the discharge rate was 3.60 and 3.62 liters per hour at a pressure of 2 m. An easy-drain drip with a discharge rate of 3.85 L / h and a uniform distribution of 99.44%, at a height of 3 and 4 m, the droplets of the netafim with an outlet discharge were 3.87 and 3.97 liters per hour and the uniformity coefficients of 99.32 and 99.47 percent had the best broadcast conditions. According to these significant differences ($P < 0.05$), it can be concluded that at pressures less than 2 m of jar droplets and at more than 3 m, netafim and Easy Dipper types could have better leakage due to pressure regulators. In general, each of the four types of emitters produced a uniform dispersion and the optimum discharge at different pressures.

Keywords: Irrigation kit, Drip irrigation, Discharge, Uniformity factor

1- Department of Irrigation and Drainage, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

*: Corresponding author, Email: mhesam@yahoo.com