بررسی اثر دما و فشار بر عملکرد قطره چکان‌های تنظیم‌کننده و غیرتنظیم‌کننده فشار رایج در شمال خوزستان

میلاد قماشی[۱]، سعید طاهری‌قناد[۲*]

کارشناسی ارشد، مهندسی منابع آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، ایران

استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران

[*]نویسنده مسئول: staheri2007@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۱**

چکیده

از آن جا که دبی قطره چکان‌ها تحت تاثیر عوامل مختلفی همچون فشار، ضریب تغییرات ساخت، گرفتگی و دمای آب آبیاری تغییر می‌کند، بنابراین برای ارزیابی اثرات دما و فشار بر دبی قطره چکان‌ها، چهار نوع قطره چکان رایج در بازار خوزستان تهیه گردیدند و در آزمایشگاه آبیاری دانشکده مهندسی آب دانشگاه آزاد دزفول مورد بررسی قرار گرفتند. در این پژوهش اثر چهار دمای آب شامل ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد در چهار فشار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بررسی شدند. برای انجام این کار ابتدا در دمای آزمایشگاه (۲۰ درجه سانتی‌گراد) دبی قطره چکان‌ها بدست آمد و ضریب تغییرات ساخت برای هر کدام تعیین شد. برطبق این ضریب و با استفاده از انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا طبقه‌بندی کیفی قطره چکان‌ها انجام شد که درنتیجه آن قطره چکان‌های A،B،D عالی بودند و C در مرز متوسط قرار گرفت. برای انجام این آزمایش در دماهای ۳۰،۴۰،۵۰ درجه از مخزنی مجهز به المنت و دستگاه کنترل درجه حرارت استفاده شد. در دو مورد شامل B و D اثر دما بر روی دبی معنی‌دار و در بقیه موارد (A و C) افزایش دما روی دبی تاثیر معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج بدست آمده با افزایش دمای آب، دبی قطره چکان‌های غیر تنظیم‌کننده فشار افزایش می‌یابد به صورتی‌که با بالا رفتن X در معادله دبی- فشار این افزایش با شیب بیش‌تری صورت می‌گیرد. در قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار افزایش دما در دو مورد A و C اثر معنی‌دار بر روی دبی قطره چکان‌ها نداشت و در مورد قطره چکان D باعث کاهش دبی شد.

کلمات کلیدی: قطره چکان، معادله دبی – فشار، ضریب تغییرات ساخت، درجه حرارت آب.

مقدمه

آب و بحران آن یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر و یکی از عمده‌ترین مشکلات بشریت در آینده، بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک جهان به حساب می‌آید. این مسائل با عنایت به وجود مشکلاتی چون پایین بودن راندمان استفاده از آب، تبخیر و تعرق بالا، عامل محدود کننده مهمی در رشد اقتصادی و توسعه ملی بسیاری از کشورهای جهان به شمار می‌رود. در کشور ما نیز اکثر مناطق از مشکلات کم آبی رنج می‌برند که ضرورت اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار (قطره‌ای) را ضروری نموده است. در عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای کارایی و دوام اجزای تشکیل دهنده آن که از مواد ترموپلاستیک ساخته می‌شوند، نقش اساسی دارد. عملکرد یک سیستم آبیاری قطره‌ای به طور مستقیم متاثر از مشخصات قطره چکان و کیفیت ساخت آن، درصد مساحت خیس شده، تغییرات مجاز فشار، سیستم تصفیه آب، نحوه مدیریت، نیروی انسانی، منبع تامین انرژی و منابع آب می‌باشد. از بین این عوامل کیفیت ساخت قطره چکان و درصد مساحت خیس شده دو معیار مهم در انتخاب نوع قطره چکان به حساب می‌آید. تفاوت‌های اندک در ساخت قطره چکان‌ها موجب تغییرات زیادی در مقدار دبی خروجی قطره چکان می‌شود که این مساله بر توزیع یکنواخت آب آبیاری اثر منفی خواهد داشت. زیرا ابعاد حساس مسیر جریان آب در قطره چکان بسیار کوچک بوده و ساخت آن‌ها به طور دقیق دشوار می‌باشد. از طرف دیگر برخی قطره چکان‌ها از جنس مواد ارتجاعی هستند تا مواد معلق را از داخل خود خارج سازند و یا تغییرات فشار را جبران نمایند که ساختن این قطعات با ابعاد ثابت کار دشواری است. البته در حال حاضر در تولید قطره چکان‌ها از مواد ترموپلاستیک که می‌توانند به دفعات متعدد در اثر افزایش یا کاهش دما نرم یا سخت شوند، استفاده گردیده تا پس از تولید، قطره چکان‌ها از کم‌ترین تغییرات در ساخت برخوردار باشند. بنابراین در یک فشار یکسان، دبی خروجی از قطره چکان‌های ساخت یک کارخانه با یکدیگر متفاوت است. این ویژگی با ضریب تغییرات ساخت (cv) مشخص می‌شود که باید توسط کارخانه سازنده ارائه گردد تا طراح بتواند در اجرای یک سیستم آبیاری قطره‌ای از آن استفاده کند. معروف‌پور و پروینی (۱۳۹۲) گزارش نمودند که در دماهای آزمایش شده (۱۳، ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد) هیچ قطره چکانی در معادله دبی – فشار، توان بیشتر از ۰/۲ نداشت و همگی از نوع قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار بودند. هم‌چنین با افزایش دما، دبی قطره چکان‌ها افزایش یافت. Duran-Ros و همکاران (۲۰۰۹) طی تحقیقی به بررسی تأثیر فیلتر و نوع قطره چکان و فاصله آن‌ها بر گرفتگی قطره چکان‌ها پرداختند. نتایج نشان داد، گرفتگی قطره چکان‌ها عمدتًا وابسته به نوع و موقعیت آن‌ها بر روی خط لاترال و هم‌چنین اثر متقابل بین آن‌ها بود. Puig-Bargues و همکاران (۲۰۱۰) به تأثیر شستشوی متناوب بر گرفتگی قطره چکان‌های در حال کار با پساب پرداختند. نتایج نشان داد که گرفتگی در درجه اول تحت تاثیر تعامل بین موقعیت و نوع قطره چکان و میزان فرکانس شستشو بود. به‌طوری‌که گرفتگی قطره چکان‌های جبران‌کننده فشار به میزان ۳/۷ درصد کمتر از نوع عادی آن برای سیستم قطره‌ای

زیرسطحی بود. معروف‌پور و عبدی (۱۳۹۵) گزارش نمودند که بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایشات دبی - دما، در تمامی لوله‌های قطره چکان‌دار غیر خود تنظیم، اثر دما در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر دبی معنی‌دار و با افزایش دما، دبی افزایش یافته بود. در لوله‌های قطره چکان‌دار خود تنظیم با افزایش دما از ۱۳ درجه سانتی گراد به ۲۳ درجه سانتی گراد، میزان دبی افزایش یافته و این میزان افزایش دبی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است، اما از دمای ۲۳ درجه سانتی گراد تا دمای ۴۳ درجه سانتی گراد اختلاف معنی‌داری بین دبی‌ها وجود نداشت. هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر دما و فشار بر عملکرد قطره چکان‌های تنظیم‌کننده و غیرتنظیم‌کننده فشار رایج در شمال خوزستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای رسیدن به اهداف تحقیق، از بین ۱۰۰ عدد قطره چکان موجود در بازار و از هر نوع، ۲۵ عدد به طور تصادفی انتخاب شدند. بعد از انتخاب قطره چکان‌ها برای هر کدام کد خاصی (A,B,C,D) در نظر گرفته شد. برای انجام هر آزمایش ابتدا قطره چکان‌ها به فواصل ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر بر روی یک خط لوله پلی‌اتیلن به قطر ۱۶ میلی‌متر نصب گردیدند. سپس لوله‌ی مورد نظر از طریق لوله آبرسان به یک مخزن مجهز به پمپ متصل شد. برای انجام آزمایشات اثر چهار دمای ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد در چهار فشار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بر روی قطره چکان‌ها اعمال گردید. در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (دمای آزمایشگاه) دبی قطره چکان‌ها در چهار فشار مذکور بدست آمد. دماهای ۳۰ و ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از یک منبع جداگانه که مجهز به المنت برای ایجاد گرما و ترموستات برای کنترل دما بود، اعمال شدند. زمان اندازه‌گیری حجم آب در هر آزمایش ۵ دقیقه درنظر گرفته شد. بدین صورت که با شروع آزمایش حجم آب جمع شده در ظروف پلاستیکی در مدت ۵ دقیقه با استفاده از استوانه‌های مدرج ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر اندازه‌گیری شده و دبی قطره چکان بدست می‌آمد. در هر فشار با استفاده از دو فشارسنج تعبیه شده در ابتدا و انتهای لوله فشار مورد نظر کنترل می‌شد. پس از خاتمه اندازه‌گیری‌ها، ارزیابی کیفی قطره چکان‌ها به لحاظ ساخت و طبقه‌بندی آن‌ها بر اساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE) صورت گرفت. برای اندازه‌گیری ضریب تغییرات ساخت قطره چکان‌ها از رابطه زیر استفاده شد:

$$Cv = \frac{sd}{qa} \qquad (۱)$$

$$sd = \left[\frac{\sum(qi-qa)}{n-1}\right]^{2^{0.5}} \qquad i = 1,2,\ldots \qquad (۲)$$

که در آن‌ها، cv: ضریب تغییرات ساخت قطره چکان‌ها، sd: انحراف معیار دبی‌های اندازه‌گیری شده (لیتر در ساعت)، qa: متوسط دبی قطره چکان‌ها (لیتر در ساعت)، qi: دبی اندازه‌گیری شده در قطره چکان مورد آزمایش (لیتر در ساعت) می‌باشد. به طورکلی

هرچه میزان cv برای یک نوع قطره چکان کمتر باشد، آن قطره چکان به لحاظ ساخت از کیفیت بهتری برخوردار می‌باشد. طبقه‌بندی قطره چکان‌ها معمولا براساس ضریب تغییرات ساخت آن‌ها صورت می‌گیرد که در این مورد انتخاب محدوده‌ها بسته به شرایط متفاوت است. در حال حاضر از طبقه‌بندی انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (ASAE) به عنوان استاندارد استفاده می‌شود. براساس اندازه‌گیری‌های انجام شده و با استفاده از نرم‌افزار SPSS، رابطه دبی- فشار و ضریب تغیرات ساخت و روابط دبی و دما بدست آمد.

نتایج و بحث

در این تحقیق عملکرد و کارایی چهار نوع قطره چکان در چهار دمای مختلف آب شامل ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد و چهار فشار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر مورد ارزیابی قرار گرفت. در ابتدای امر به منظور تعیین ضریب تغییرات ساخت، همه انواع قطره چکان‌ها در دمای آزمایشگاه (حدود ۲۰ درجه) مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج حاصل در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: ضریب تغییرات ساخت چهار نوع قطره چکان مورد آزمایش در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

نوع قطره چکان	۵	۱۰	۱۵	۲۰
A	۰/۰۳۴	۰/۰۲۸	۰/۰۴۷	۰/۰۴
B	۰/۰۲۳	۰/۰۱۱	۰/۰۳۵	۰/۰۲۳
C	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۱
D	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۵	۰/۰۴۸

نتایج این طبقه‌بندی در (جدول ۲) آمده است. با توجه به این جدول، برخی از قطره چکان‌ها از نظر ضریب تغییرات ساخت در فشارهای مختلف متفاوت عمل می‌کنند. چنانچه در مورد C این درجه‌بندی از ضعیف در فشار ۵ متر تا متوسط در فشار ۲۰ متر تغییر کرده است. به عبارت دیگر این قطره چکان در فشارهای بالاتر از ۱۰ متر، دارای درجه بهتری از نظر ضریب تغییرات ساخت می‌باشند. در مورد بقیه قطره چکان‌های مورد آزمایش نتیجه این درجه‌بندی در فشارهای ۵ تا ۲۰ ثابت است.

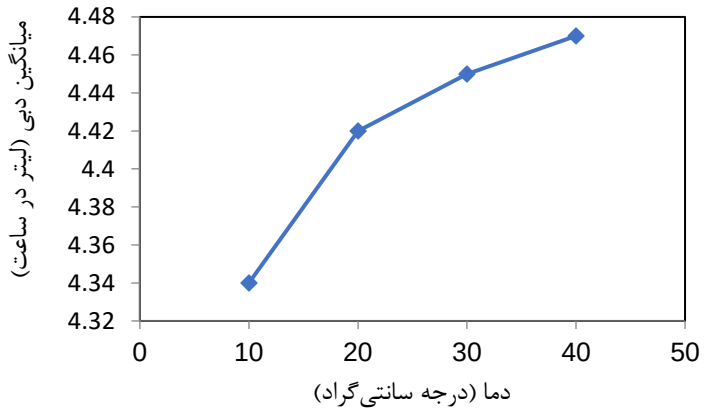
جدول ۲: طبقه‌بندی قطره چکان‌ها بر اساس انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا

نوع قطره چکان	۵	۱۰	۱۵	۲۰
A	عالی	عالی	عالی	عالی
B	عالی	عالی	عالی	عالی
C	ضعیف	مرز متوسط ضعیف	مرز متوسط ضعیف	مرز متوسط ضعیف
D	عالی	عالی	عالی	عالی

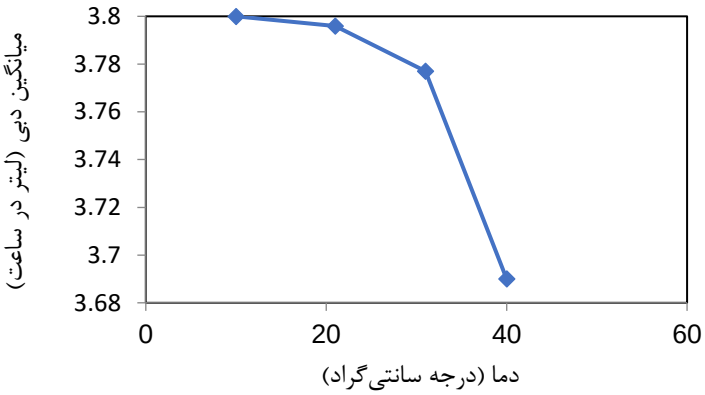
باتوجه به نتایج (جدول ۲)، ۳ نمونه A، B و D از نظر ضریب تغییرات ساخت در درجه عالی است، برای بهبود این ضریب در بقیه قطره چکان‌ها ضروری است که کنترل و نظارت بیشتری در نوع و کیفیت مواد اولیه مصرفی برای ساخت آن‌ها برای استفاده در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای به عمل آید. Solomon (۱۹۸۵) گزارش کرد که یک عامل مهم و موثر بر یکنواختی دبی خروجی قطره چکان‌ها، ضریب تغییرات ساخت در بین آن‌ها است که نتیجه نحوه طراحی هیدرولیکی، مواد مصرفی و میزان دقت اعمال شده در مراحل ساخت آن‌ها می‌باشد.

بررسی اثر دما بر دبی قطره چکان‌ها

برای بررسی اثر دما روی دبی قطره چکان‌ها ابتدا از طریق آزمون‌های آماری و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اثر دما روی دبی قطره چکان‌های مختلف بررسی شد. در قالب این طرح اثرات چهار دمای (۴۰،۳۰،۲۰ و۵۰ درجه سانتی‌گراد) به عنوان تیمار و اثرات چهار فشار (۵، ۱۰ ،۱۵ و ۲۰ متر) اعمال شده به عنوان بلوک در نظر گرفته شد. در این پژوهش برای هر دما، چهار فشار مذکور اعمال گردید و میانگین دبی اندازه‌گیری شده در سه تکرار محاسبه و ثبت شد. در مورد قطره چکان‌های B و D (اشکال ۱ و ۲) اثر دما روی دبی معنی‌دار است، ولی در بقیه موارد این اثر معنی‌دار نمی‌باشد. همه قطره چکان‌هایی که تغییرات دما روی دبی آن‌ها اثر معنی‌داری ندارد، از نوع تنظیم‌کننده فشار می‌باشند. Gil و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیقات خود نشان دادند که دبی خروجی قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار در محدوده دمای ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری تغییر نکرده و تغییرات دبی در اثر دما بستگی به نوع قره چکان دارد. در مورد هر قطره چکان با استفاده از آزمون توکی میانگین دبی در تیمارهای مختلف مقایسه شد. باتوجه به نتایج بدست آمده در مورد قطره چکان‌های غیرتنظیم‌کننده فشار، با افزایش دما دبی افزایش یافت و در تنظیم‌کننده فشار با افزایش دما دبی کاهش نشان داد. مصطفی‌زاده و کهنوجی (۱۳۸۱) نیز در تحقیقات خود نشان دادند که با افزایش دما، دبی در قطره چکان‌های بلند مسیر غیرتنظیم‌کننده فشار افزایش یافته و در مورد قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار کاهش می‌یابد. البته این تغییرات بسته به نوع قطره چکان متفاوت است. همچنان که دیده شد در قطره چکان‌های تنظیم‌کننده فشار مورد بحث در این تحقیق، افزایش دما در مورد A اثر معنی‌داری نداشت و درمورد D باعث کاهش دبی گردید. ولی در مورد غیرتنظیم‌کننده فشار، افزایش دما باعث افزایش دبی گردید. نکته قابل توجه میزان افزایش دبی با مقدار X در نمونه B است. به نحوی که با افزایش مقدار x از ۰/۴۱به ۰/۵۲۶ درصد افزایش دبی به ازای هر درجه افزایش دمای آب از ۹/ ۰به ۰/۲رسیده است. از این می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مقدار X در قطره چکان‌های غیرتنظیم‌کننده فشار، دما افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد علت این امر نزدیک شدن رژیم جریان به رژیم جریان آرام باشد. زیرا در جریان آرام با افزایش دمای آب، لزوجت کاهش یافته و دبی افزایش می‌یابد .



شکل ۱: تغییرات میانگین دبی در تیمارهای مختلف برای قطره چکان B



شکل۲: تغییرات میانگین دبی در تیمارهای مختلف برای قطره چکان D

نتیجه‌گیری

تغییر در دمای آب آبیاری با توجه به تاثیراتی که روی شکل هندسی و مجرای عبور آب در قطره چکان دارد، باعث تغییر در دبی قطره چکان می‌شود. اثر دیگر دما به دلیل اثر آن بر لزوجت آب است. نسبت تغییرات دبی به لزوجت آب بستگی به وضعیت کنترل دبی در قطره چکان دارد. قطره چکان‌های با رژیم جریان آرام نسبت به لزوجت آب حساسیت بیشتری دارند و در نتیجه دمای آب آبیاری در تغییرات دبی آن‌ها نقش موثرتری دارد. باتوجه به نتایج این پژوهش از قطره چکان‌های مورد آزمایش سه مورد (A، B و D) دارای ضریب تغییرات پایین و از این لحاظ دارای درجه عالی می‌باشند و مورد C بین متوسط تا ضعیف است. افزایش دمای آب اثر معنی‌داری روی دبی خروجی از قطره چکان‌های A و C که هردو تنظیم‌کننده فشار می‌باشند، ندارد. در قطره چکان نوع B به ازای هر درجه افزایش دمای آب، دبی خروجی به میزان ۰/۰۹درصد دبی اولیه افزایش می‌یابد. در قطره چکان نوع D به ازای هر درجه افزایش دما، دبی خروجی به میزان ۰/۰۸ درصد کاهش نشان داد. افزایش دما اثر معنی‌داری روی ضریب تغییرات ساخت ندارد.

بطورکلی تاثیر دما روی دبی قطره چکان‌ها بستگی به نوع قطره چکان دارد. قطره چکان نوع A از لحاظ ضریب تغییرات ساخت و از لحاظ تغییرات دبی در اثر تغییر دما به عنوان بهترین نوع شناخته شد.

منابع

مصطفی‌زاده، ب. و کهنوجی، م. (۱۳۸۱). تاثیر دمای آب آبیاری در دبی برخی قطره چکان‌های ساخت ایران در آبیاری قطره‌ای. مجله علوم آب و خاک، شماره ۱، ص ۴۴-۳۱.

معروف‌پور، ع. و پروینی، م. (۱۳۹۲). بررسی رابطه دبی- فشار و دبی - دما در قطره چکان‌های تنظیم کننده فشار رایج در کشور. مجله علوم آب و خاک، شماره ۶۶، ص ۱۵۷-۱۴۷.

معروف‌پور، ع. و عبدی، س. (۱۳۹۵). بررسی رابطه دبی- فشار و دبی - دما در لوله‌های قطره چکان‌دار خودتنظیم و غیرخودتنظیم رایج در کشور. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره ۱، ص ۲۴۵-۲۳۳.

Duran-Ros, M., Puig-Bargues, J., Arbat, G., Barragan, J. and Ramirez, F. (2009). Effect of filter, emitter and location on clogging when using effluents. Agric. Water Manage. 96(1), pp: 67 – 79.

Gil, M., Rodriguez-Sinobas, L., Juana, L., Sanchez, R. and Losada, A. (2008). Emitter discharge variability of subsurface drip irrigation in uniform soils: effect on water-application uniformity. Irrigation Science, 26, pp: 451-458.

Puig-Bargués, J., Arbat, G., Elbana, M., Duran-Ros, M., Barragán, J., Ramírez de Cartagena, F. and Lamm, F.R. (2010). Effect of flushing frequency on emitter clogging in micro irrigation with effluents. Agric. Water Manage. 97(6), pp: 883-891.

Solomon, K.H. (1985). Global uniformity of trickle irrigation system. Trans. ASAE, 28(4), pp: 1151-1158.

Effect of temperature and pressure on regulating and non-regulating drippers performance on common pressure in northern Khuzestan

Milad Ghomashi[1], Saeed Taheri Ghanad[2*]

1) M.Sc. Student, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Dezful Branch, Iran

2) Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Dezful Branch, Dezful, Iran

*** corresponding author:** staheri2007@yahoo.com

Received Date: 2019. 07. 11 **Accepted Date: 2021. 04. 21**

Abstract

Since the flow of drippers varies with pressure, coefficient of variation(CV), clogging and temperature of irrigation water, so to evaluate the effects of temperature and pressure on the flow of drippers, four common types of drippers in Khuzestan market were prepared and examined in the laboratory. In this study, the effect of four water temperatures including 20, 30, 40 and 50 °C at four pressures of 5, 10, 15 and 20 meters were investigated. To do this, first at the laboratory temperature (20°C), the flow of droppers was obtained and the CV was determined for each drippers. According to this coefficient and using the American Association of Agricultural Engineers standards, the quality classification of the drippers was done, as a result of which the drippers A, B, D were excellent and C was in the middle range. To perform this test at temperatures of 30, 40, 50 degrees, a tank equipped with an element and a temperature control device was used. In two cases including B and D, the effect of temperature on the discharge was significant and in the other cases (A and C) the increase in temperature had no significant effect on the discharge. According to the results, with increasing water temperature, the flow of non-regulating pressure droppers increases, so that with increasing X in the flow-pressure equation, this increase occurs with a greater slope. In pressure regulating emitters, temperature increase in two cases A and C had no significant effect on the discharge of the emitters and in the case of emitter D it decreased the discharge.

Keywords: Dripper, flow-pressure equation, coefficient of variation (CV), water temperature