

بررسی عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده و غیر تنظیم‌کننده فشار در فشار و دماهای مختلف

علی حیدر نصرالهی^۱، مجید بهزاد^۲، سعید برومند نسب^۳ و جواد رضوانی مقدم^۴

^۱ - نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز aliheidar_20@yahoo.com

^۲ - استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

^۳ - استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

^۴ - دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۳

چکیده

دبی قطره‌چکان تحت تأثیر عوامل گوناگونی همچون فشار، ضریب تغییرات ساخت، گرفتگی و دمای آب آبیاری تغییر می‌کند. به منظور بررسی اثر دما بر دبی قطره‌چکان‌ها، ۱۰ نوع قطره‌چکان در آزمایشگاه آبیاری دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز مورد آزمایش قرار گرفت. در این تحقیق اثر چهار دمای مختلف آب شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در چهار فشار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بررسی شد. با محاسبه ضریب تغییرات ساخت و استفاده از استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا طبقه بندی کیفی قطره‌چکان‌ها صورت گرفت که در نتیجه آن چهار نمونه عالی، دو نمونه غیر قابل استفاده و بقیه در بین این دو حالت بودند. برای انجام آزمایش‌های در دمای ۱۰ درجه از یخ و در دماهای ۳۰ و ۴۰ درجه از مخزنی مجهز به المنت و دستگاه کنترل‌کننده درجه حرارت استفاده شد. با توجه به نتایج به دست آمده، با افزایش دمای آب آبیاری دبی قطره‌چکان‌های غیر تنظیم‌کننده فشار افزایش یافت. در تنظیم‌کننده‌های فشار افزایش دما در سه مورد اثر معنی‌دار روی دبی قطره‌چکان‌ها نداشت، در دو نوع باعث کاهش دبی و در یک مورد باعث افزایش دبی شد. در پایان مشخص شد دما اثر معنی‌دار روی ضریب تغییرات ساخت و یکنواختی پخش آب ندارد.

کلید واژه‌ها: قطره‌چکان، ضریب تغییرات ساخت، فشار، دمای آب.

مقدمه

موجود در بازار بسیار متنوع بوده و با توجه به تفاوت بالای درجه حرارت در نواحی مختلف ایران، بررسی اثر تغییرات دمای آب بر خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های رایج در بازار امری ضروری می‌باشد. دمای آب آبیاری از جنبه‌های مختلف روی دبی قطره‌چکان اثر می‌گذارد. از جمله اینکه مواد تشکیل‌دهنده، شکل هندسی و مجرای عبور جریان در قطره‌چکان می‌تواند در اثر تغییرات دما تغییر کرده و روی دبی اثر گذار باشند. اما اثر دیگر دما روی دبی قطره‌چکان به دلیل اثر آن بر لزوجت آب است. به طوریکه با افزایش دما لزوجت سینماتیک کاهش یافته در نتیجه دبی قطره‌چکان افزایش می‌یابد. تغییرات دبی نسبت به لزوجت آب بستگی به وضعیت کنترل دبی در قطره‌چکان دارد. قطره‌چکان‌های با رژیم جریان آرام نسبت به لزوجت آب حساسیت بیشتری دارند و در نتیجه تغییرات دمای آب آبیاری در تغییرات دبی آنها نقش موثرتری دارد. به طوریکه اگر در یک قطره‌چکان

سیستم‌های آبیاری قطره‌ای راندمان بسیار بالایی در تأمین آب و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان دارند (۴). انتخاب قطره‌چکان در این روش آبیاری از مهمترین عوامل طراحی به شمار می‌رود، زیرا راندمان یک سیستم قطره‌ای به انتخاب قطره‌چکان و معیارهای طراحی بستگی داشته و عدم توجه به مشکلات قطره‌چکان‌ها باعث کاهش یکنواختی پخش آب، افزایش مدت کار سیستم و تعویض پیوسته قطره‌چکان‌ها می‌گردد (۵). عوامل بسیاری مثل گرفتگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، فشار، دمای آب و تغییرات ساخت، دبی قطره‌چکان‌ها و در نتیجه یکنواختی پخش آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۱). در اکثر مطالعات انجام شده در مورد ارزیابی قطره‌چکان‌ها، تغییرات دبی نسبت به تغییرات فشار، ضریب تغییرات ساخت و گرفتگی مورد بررسی قرار گرفته است در حالی که عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها با تغییرات دمایی آب کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. از طرفی قطره‌چکان‌های

فشار و پنج دمای مختلف تعیین و نتیجه گرفتند دبی یک نمونه از آنها به تغییرات دمایی حساس بوده و نوار تیپ (T-Tape) حساسیتی به تغییرات دمایی نشان نمی‌دهد، همچنین مشخص شد با افزایش ضخامت، تأثیر دما بر دبی خروجی از قطره‌چکان کاهش می‌یابد (۶). مصطفی‌زاده و کهنوجی در تحقیقات خود نشان دادند در قطره‌چکان‌های بلند مسیر^۴ داخل خط، قطره چکان تفنگی^۵ و لوله دو محفظه‌ای^۶ با افزایش دمای آب از ۱۱ تا ۴۳/۵ درجه سانتی‌گراد دبی قطره چکان به طور خطی افزایش می‌یافت ولی در قطره چکان تنظیم کننده فشار دبی با افزایش دمای آب به طور خطی کاهش یافت، همچنین مقادیر یکنواختی پخش مطلق و ضریب یکنواختی کریستیان‌سن نیز متأثر از تغییرات دبی قطره‌چکان گردید (۳). نتایج علی‌حوری نشان داد که دمای آب اثر محسوسی بر عملکرد قطره‌چکان‌های مورد آزمایش به همراه نداشته است (۱). با توجه به موارد فوق و تنوع زیاد قطره‌چکان در بازار چند نمونه از آنها که امروزه در بسیاری از سیستم‌های آبیاری استفاده می‌شوند، انتخاب شده و اهداف زیر مورد بررسی قرار گرفت:

- ۱- بررسی تأثیر دمای آب آبیاری بر دبی قطره‌چکان‌ها
 - ۲- تعیین رابطه دبی - درجه حرارت
 - ۳- بررسی تأثیر درجه حرارت بر ضریب تغییرات ساخت.
- در نهایت قطره‌چکان‌ها از نظر موارد ذکر شده طبقه‌بندی می‌گردند.

مواد و روش‌ها

تهیه قطره‌چکانها

به منظور انجام آزمایش‌های، نمونه‌های مورد آزمایش از قطره‌چکان‌های موجود در آزمایشگاه آبیاری دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز که در دوره‌های قبل تهیه شده بود، انتخاب گردید. این نمونه‌ها به خاطر استفاده گسترده در سطح کشور انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای انجام آزمایش‌های ۱۰ نوع قطره‌چکان انتخاب و پس از کدگذاری مورد بررسی قرار گرفتند که مشخصات آنها داده شده است (جدول ۱).

روش انجام عملیات آزمایشگاهی

برای انجام هر آزمایش ابتدا قطره‌چکان‌ها به فواصل ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر بر روی یک خط لوله پلی‌اتیلن به قطر ۱۶ میلی‌متر و در طول مورد نیاز نصب گردید. سپس لوله‌ی مورد نظر از طریق لوله آبرسان به یک مخزن مجهز به پمپ متصل شد. دماهای مورد آزمایش شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بودند که در هر دما چهار فشار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بر

غیرروشنه‌ای رژیم جریان آرام باشد دبی از معادله زیر به دست می‌آید (۲).

$$q = \frac{\pi g d^4 \Delta p}{128 \nu l} \quad (1)$$

دما و لزوجت آب بر دبی قطره‌چکان‌های با رژیم جریان متلاطم اثر ناچیزی دارد. در این حالت معادله فوق به شکل زیر است (۲):

$$q = K \nu^{-\frac{1}{7}} \left(\frac{\Delta p}{l} \right)^{\frac{4}{7}} d^{\frac{19}{7}} \quad (2)$$

در معادله‌های بالا Δp اختلاف فشاری است که قطره‌چکان مستهلک می‌کند، q دبی قطره‌چکان، l طول مسیر جریان، d قطر مجرای عبور آب، g شتاب ثقل، ν لزجت سینماتیک و K ضریب ثابتی است.

همان‌طور که در معادله‌های بالا ملاحظه می‌شود دبی قطره‌چکان‌های با رژیم جریان متلاطم به تغییرات لزوجت آب حساس نبوده و لذا دمای آب در تغییرات دبی آنها نقش چندانی ندارد.

قطره‌چکان‌هایی که از مواد انعطاف پذیر ساخته می‌شوند، مانند قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار، در معرض تغییر دبی ناشی از تغییرات ویژگی‌های مواد به کار رفته در ساختمان آنها در اثر دما قرار می‌گیرند (۲).

پارچوم چوک^۱ اثر دما را بر روی لوله‌های میکرو و قطره‌چکان‌های ماریپچی، روزنه‌ای و گردابی در محدوده‌ی دمای پنج تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد بررسی نمود، برای لوله‌های میکرو، قطره‌چکان روزنه‌ای و قطره‌چکان‌های ماریپچی دبی (تا زمان ورقه‌ای بودن جریان) نسبت به دما به طور خطی افزایش یافت، اما در قطره‌چکان‌های گردابی بر خلاف سایر خروجی‌ها با افزایش دمای آب، مقدار دبی در دامنه ۳۸-۸ درجه سانتی‌گراد حدود ۸ درصد تقلیل یافت (۹). در تحقیقات سینوباس و همکاران^۲ اثر درجه حرارت بر خصوصیات آب (دانسیته و لزوجت) همچنین اجزای پلاستیکی قطره چکان به وسیله آنالیز ابعادی جریان آب از داخل مجرای با سطح مقطع کوچک بررسی و مشاهده شد که فقط اثر درجه حرارت بر لزوجت آب قابل ملاحظه بود، دبی خروجی قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار در محدوده ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌دار تغییر نکرد و تغییرات دبی در اثر دما بستگی به نوع قطره‌چکان داشت، به طوری که با افزایش دما میزان دبی در قطره‌چکان‌های با $X > 0.5$ افزایش و در قطره‌چکان‌های با $X < 0.5$ کاهش یافت (۱۰). کلارک و همکاران^۳ دبی دو نوع نوار تیپ را تحت سه

4 - Long path
5 - Gun
6 - Double-chamber

1 - Parchomchuk
2 - Sinobas et al.
3 - Clark et al.

جدول ۱ - خصوصیات قطره‌چکانه‌های مورد استفاده

نوع قطره‌چکان	دبی اسمی (لیتر در ساعت)	فشار اسمی (متر)	نوع اتصال	کد قطره‌چکان
تنظیم کننده فشار	۸	۷-۴۰	On-line	A
غیرتنظیم کننده فشار	۴	۱۰	In-line	B
تنظیم کننده فشار	۴	۵-۴۰	On-line	C
تنظیم کننده فشار	۳/۷۵	۵-۴۰	On-line	D
تنظیم کننده فشار	۲۵	۱۰-۴۰	On-line	E
تنظیم کننده فشار	۴	۱۰	On-line	F
غیرتنظیم کننده فشار	۴	۱۰	In-line	G
تنظیم کننده فشار	۸	۷-۴۰	On-line	H
تنظیم کننده فشار	۴	۵-۴۰	On-line	I
تنظیم کننده فشار	۴	۵-۴۰	On-line	M

q_a : متوسط دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت)

q_i : دبی اندازه‌گیری شده در قطره‌چکان i از n قطره‌چکان مورد آزمایش (لیتر در ساعت)

نسبت بین حداقل و متوسط دبی خروجی در قطره‌چکان‌ها نقش اساسی و بسیار مهمی در یکنواختی توزیع به عهده دارد که در سال ۱۹۷۴ توسط کارملی و کلا^۱ پیشنهاد گردید (۸):

$$EU = 100 \left(\frac{q_n}{q_a} \right) \quad (۶)$$

که در آن EU یکنواختی پخش (درصد)، q_a متوسط دبی قطره‌چکان (لیتر در ساعت) و q_n متوسط دبی در چارک پایین قطره‌چکان‌ها می‌باشد. در پایان با استفاده از نرم‌افزار $SPSS$ برای هر قطره‌چکان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اثر دما و فشار روی دبی مورد بررسی آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

ارزیابی کیفی قطره‌چکان‌ها

در ابتدای امر به منظور تعیین ضریب تغییرات ساخت، همه انواع قطره‌چکان‌ها و از هر کدام ۲۵ نمونه در دمای آزمایشگاه (۲۰ درجه) مورد آزمایش قرار گرفتند که نتایج حاصل به صورت جدول (۲) می‌باشد. با توجه به اعداد جدول و بر اساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا (۷) طبقه بندی قطره‌چکانها از نظر ضریب تغییرات ساخت صورت گرفت. بر این اساس چهار نمونه A ، B ، D و H از نظر ضریب تغییرات ساخت در درجه عالی است، دو نوع F و M غیر قابل استفاده و بقیه موارد در بین این دو حالت قرار دارند (جدول ۳). نتایج این طبقه‌بندی نشان داد برخی قطره‌چکان‌ها از نظر ضریب تغییرات ساخت در فشارهای مختلف متفاوت عمل می‌کنند. در مورد قطره‌چکان نوع G

قطره‌چکان‌ها اعمال شد و حجم آب خروجی در مدت پنج دقیقه و در نهایت دبی هر قطره‌چکان بدست آمد. قبل از شروع اندازه‌گیری به منظور تعادل دمایی، آب با دمای مورد نظر به مدت ۳۰ الی ۶۰ دقیقه در سیستم جریان داشت. اولین دمای مورد آزمایش استفاده از دمای آزمایشگاه بود که در حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود (در زمان‌های مختلف آزمایش، تغییرات دما ثبت و تغییرات در حد ± ۱ درجه مشاهده شد). در مراحل بعدی، با استفاده از یخ دمای آب به ۱۰ درجه سانتی‌گراد رسید و دماهای ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از یک منبع جداگانه که مجهز به گرم کننده الکتریکی و ترموستات برای کنترل دما بود انجام شد. برای اعمال چهار فشار مذکور از یک دستگاه الکتروپمپ استفاده گردید و هر آزمایش در سه تکرار انجام شد.

پس از جمع‌آوری اطلاعات برای هر آزمایش، رابطه دبی-فشار، ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها و یکنواختی پخش با استفاده از معادله‌های زیر برای هر قطره‌چکان محاسبه و مورد ارزیابی قرار گرفتند:

$$q = Kh^X \quad (۳)$$

در رابطه فوق، q دبی قطره‌چکان بر حسب لیتر در ساعت، K ضریب تناسب قطره‌چکان، h فشار بر حسب متر و X نمای دبی قطره‌چکان است.

$$C_V = \frac{S_d}{q_a} \quad (۴)$$

$$S_d = \left[\frac{\sum (q_i - q_a)^2}{n-1} \right]^{0.5} \quad (۵)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

C_V : ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان

S_d : انحراف معیار دبی‌های اندازه‌گیری شده (لیتر در ساعت)

رابطه دبی- فشار در قطره‌چکانهای مختلف

به منظور تعیین تغییرات دبی با فشار و میزان توانایی هر قطره‌چکان در تنظیم کنندگی فشار، رابطه دبی- فشار برای هشت نوع قطره‌چکان باقی‌مانده به دست آمد. با توجه به مقادیر جدول (۴) و طبق استاندارد ISO9261 قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار دارای مقدار X کمتر از $0/2$ هستند در نتیجه دو نوع قطره-چکان B و G غیرتنظیم کننده و سایر آنها تنظیم کننده فشار می‌باشند. این قطره‌چکان‌ها از نظر تنظیم کنندگی فشار متفاوت بوده و هر چه توان معادله دبی- فشار کمتر باشد قدرت تنظیم کنندگی بهتری دارند که از این نظر نوع D با مقدار X برابر

همان‌گونه که از جدول مشخص است با افزایش فشار ضریب تغییرات ساخت در درجه بهتری قرار می‌گیرد. به جز قطره‌چکان-هایی که براساس این طبقه‌بندی در گروه غیر قابل استفاده قرار می‌گیرند (نوع F و M) بقیه موارد برای ارزیابی اثر دما بر روی خصوصیات هیدرولیکی آنها در دماهای دیگر مورد آزمایش قرار گرفتند.

تحقیقات گذشته نیز حاکی از آن است که یک عامل مهم و مؤثر بر یکنواختی دبی خروجی قطره‌چکان‌ها، ضریب تغییرات ساخت در بین آنها است که نتیجه‌ی نحوه طراحی هیدرولیکی، مواد مصرفی و میزان دقت اعمال شده در مراحل ساخت آنها می‌باشد. بررسی

جدول ۲- ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌های مورد آزمایش در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

فشار (متر)				نوع قطره‌چکان
۲۰	۱۵	۱۰	۵	
۰/۰۴	۰/۰۴۷	۰/۰۲۸	۰/۰۳۴	A
۰/۰۲۳	۰/۰۳۵	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳	B
۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۷	C
۰/۰۴۸	۰/۰۳۵	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	D
۰/۰۶	۰/۰۵۶	۰/۰۹	۰/۱۳	E
۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۱۸	F
۰/۰۵۲	۰/۰۵۱	۰/۰۵	۰/۱	G
۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۲۷	۰/۰۴۹	H
۰/۰۵۴	۰/۰۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۵	I
۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۸	M

جدول ۳- طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها بر اساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا

فشار (متر)				نوع قطره‌چکان
۲۰	۱۵	۱۰	۵	
عالی	عالی	عالی	عالی	A
عالی	عالی	عالی	عالی	B
مرز متوسط وضعیف	مرز متوسط وضعیف	مرز متوسط وضعیف	مرز متوسط وضعیف	C
عالی	عالی	عالی	عالی	D
متوسط	متوسط	مرز متوسط وضعیف	ضعیف	E
غیرقابل استفاده	غیرقابل استفاده	غیرقابل استفاده	غیرقابل استفاده	F
متوسط	متوسط	متوسط	مرز متوسط وضعیف	G
عالی	عالی	عالی	عالی	H
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	I
غیرقابل استفاده	غیرقابل استفاده	غیرقابل استفاده	غیرقابل استفاده	M

جدول ۴- ضرایب معادله دبی- فشار در قطره‌چکانهای مختلف در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

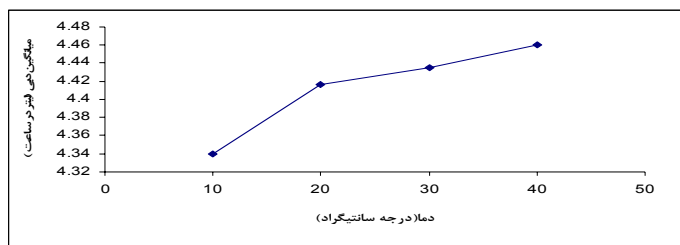
قطره‌چکان	K	X	R^2
A	۶/۷۴۷	۰/۰۹۱	۰/۵۵۰
B	۱/۶۰۰	۰/۴۱۰	۰/۹۸۲
C	۳/۶۰۴	۰/۰۹۵	۰/۲۰۲
D	۳/۶۸۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹
E	۱۴/۵۶	۰/۱۵۹	۰/۴۳۰
G	۱/۱۷۴	۰/۵۲۶	۰/۹۵۴
H	۶/۶۸۳	۰/۰۵۵	۰/۳۳۵
I	۳/۷۶۲	۰/۰۵۲	۰/۱۹۸

چکان متفاوت است زیرا همانطور که ملاحظه شد در سه نوع تنظیم کننده فشار (D ، H و I) تغییرات دما اثر معنی‌دار روی دبی قطره‌چکان‌ها داشت. با استفاده از آزمون دانکن میانگین دبی در تیمارهای مختلف مقایسه شد. در شکل‌های (۱) تا (۵) تغییرات میانگین دبی در چهار دمای مورد آزمایش نشان داده شده است. با توجه به شکل‌های مذکور در مورد قطره‌چکان‌های B ، G و I با افزایش دما دبی افزایش، اما در مورد دو نوع دیگر با افزایش دما دبی کاهش می‌یابد. مصطفی‌زاده و کهنوجی (۳) نیز در تحقیقات خود نشان دادند که با افزایش دما دبی در قطره‌چکان‌های بلند مسیر غیر تنظیم کننده افزایش و در مورد قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار کاهش می‌یابد (۳). ملاحظه می‌شود در دو نمونه B و G با افزایش مقدار X از ۰/۴۱ به ۰/۵۲۶، درصد افزایش دبی به ازای هر درجه افزایش دمای آب از ۰/۰۹ به ۰/۲ رسیده است. می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مقدار X در قطره‌چکان‌های غیر تنظیم کننده فشار اثر 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 (۲).

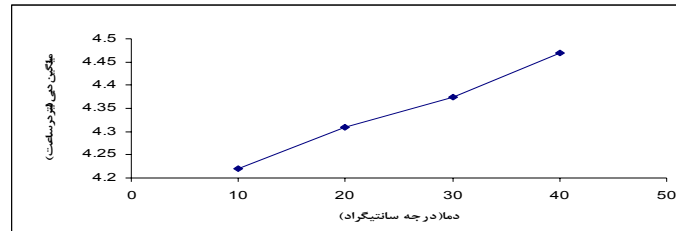
۰/۰۱۱ بهترین تنظیم کننده فشار می‌باشد. در قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار مقدار ضریب R^2 کم است و هرچه این مقدار کمتر باشد نشان می‌دهد که وابستگی دبی به فشار کمتر است و از نقطه نظر تنظیم کنندگی فشار مطلوبتر می‌باشد. با توجه به معادله دبی- فشار قطره‌چکانی بهینه خواهد بود که با تغییرات فشار دبی یکنواخت از خود خارج کند و نمودار آن به سمت خط مستقیم متمایل شود.

بررسی اثر دما بر دبی قطره‌چکان‌ها

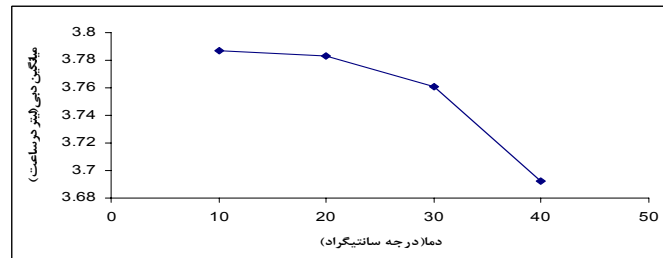
برای بررسی اثر دما روی دبی قطره‌چکان‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اثر چهار دمای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) به عنوان تیمار و اثر چهار فشار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر اعمال شده به عنوان بلوک در نظر گرفته شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS در مورد هر نوع قطره‌چکان برای تأیید یا رد فرض صفر انجام شد (جدول ۵). در مورد قطره‌چکان‌های B ، D ، G ، H و I اثر دما روی دبی با سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار ولی در بقیه موارد این تأثیر معنی‌دار نیست. تمام قطره‌چکان‌هایی که اثر تغییرات دما روی دبی آنها معنی‌دار نبود از نوع تنظیم کننده فشار می‌باشند که با تحقیقات سینوباس و همکاران (۶) نیز مطابقت دارد. البته این تأثیر بسته به نوع قطره-



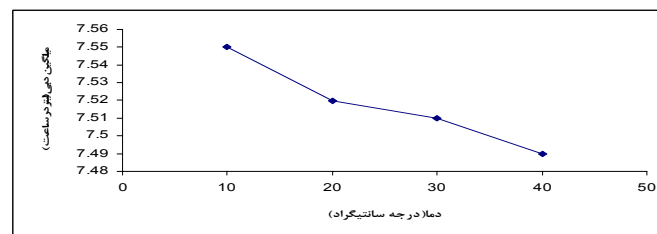
شکل ۱- تغییرات میانگین دبی در تیمارهای مختلف برای قطره‌چکان B



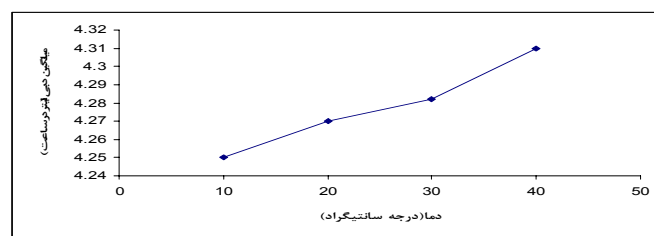
شکل ۲- تغییرات میانگین دبی در تیمارهای مختلف برای قطره‌چکان G



شکل ۳- تغییرات میانگین دبی در تیمارهای مختلف برای قطره‌چکان B



شکل ۴- تغییرات میانگین دبی در تیمارهای مختلف برای قطره‌چکان H



شکل ۵- تغییرات میانگین دبی در تیمارهای مختلف برای قطره‌چکان I

به دست آوردند. با توجه به مقدار A در جدول (۶) برای قطره‌چکان‌های نوع G ، B و I مشخص است که در این قطره‌چکان‌ها با افزایش دما دبی افزایش می‌یابد. مقایسه این ضریب در سه مورد بالا شدت تغییر دبی با دما را نشان می‌دهد به طوری که این مقدار برای نوع G از دو نوع دیگر بیشتر است. این نتیجه قبل از این نیز تأیید شد که در قطره‌چکان G میزان افزایش دما به ازای هر درجه سانتی‌گراد بیشترین مقدار است. همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد در جریان آرام افزایش دما باعث

بررسی رابطه دبی- دما

در هر مورد با استفاده از دبی‌های اندازه‌گیری شده در دماهای مختلف این مقادیر در برابر چهار دمای مورد آزمایش در فشارهای مختلف رسم و در هر مورد مدل‌های مختلف رگرسیونی برازش داده شد و در نهایت در هر پنج نوع، مدل خطی به خاطر داشتن ضریب R^2 بالاتر به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. مصطفی‌زاده و کهنوجی (۳) نیز در قطره‌چکان‌های مورد آزمایش خود رابطه خطی را برای توصیف تغییرات دما و دبی قطره‌چکان‌ها

جدول ۵- نتایج ارزیابی اثر دما برای قطره‌چکان‌های مختلف

نوع قطره‌چکان	منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
B	دما	۳	۰/۲۶۴	۱۲/۹۷۰	۰/۰۰۰
	خطا	۳۹۳	۰/۰۲۰		
	مجموع	۴۰۰			
D	دما	۳	۰/۱۹۶	۱۱/۳۳۹	۰/۰۰۰
	خطا	۳۹۳	۰/۰۱۷		
	مجموع	۴۰۰			
G	دما	۳	۱/۰۵۹	۱۸/۶۵۹	۰/۰۰۰
	خطا	۳۹۳	۰/۰۵۷		
	مجموع	۴۰۰			
H	دما	۳	۱/۵۵۲	۱۵/۹۰۲	۰/۰۰۰
	خطا	۳۹۳	۰/۰۹۸		
	مجموع	۴۰۰			
I	دما	۳	۱/۰۲۰	۲۳/۰۸۲	۰/۰۰۰
	خطا	۳۹۳	۰/۰۴۴		
	مجموع	۴۰۰			

جدول ۶- ضرایب معادله دبی - دما برای قطره‌چکان‌های مختلف

قطره‌چکان	فشار (متر)				A	B
	۲۰	۱۵	۱۰	۵		
B	-۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۲۸	-۰/۰۰۲۷	A	B
	۵/۳۷۷	۴/۷۲	۴/۱۱۵۲	۳/۶۲	A	B
G	-۰/۰۱۴۸	-۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۶۵	-۰/۰۰۱۲	A	B
	۵/۳	۴/۷	۳/۹	۲/۶	A	B
D	-۰/۰۰۳۱	-۰/۰۰۲۷	-۰/۰۰۰۴	-۰/۰۰۲۴	A	B
	۳/۹	۳/۸۵	۳/۸	۳/۸	A	B
H	-۰/۰۰۴۱	-۰/۰۰۰۳	-۰/۰۰۸۷	-۰/۰۰۲۰۶	A	B
	۷/۸۵	۷/۶۷	۷/۷۲	۷/۹۴	A	B
I	-۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۴	-۰/۰۰۱۲	A	B
	۴/۳	۴/۱۴	۴/۱	۳/۹۵	A	B

که از نوع تنظیم کننده فشار محسوب می‌شود اثر دما روی ضریب تغییرات ساخت معنی‌دار بود (جدول ۷).

بررسی اثر دما روی یکنواختی پخش آب

از آنجایی که یکنواختی پخش آب یکی از دو جزء مؤثر بر راندمان آبیاری قطره‌ای است، لذا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در اینجا با استفاده از آزمون *ANOVA* اثر دمای آب روی یکنواختی پخش بررسی و مشاهده شد که تغییرات دمایی اثر معنی‌دار روی یکنواختی پخش آب ندارد که با تحقیقات گذشته نیز سازگار است.

افزایش دبی خروجی از قطره‌چکان می‌گردد. در تنظیم کننده‌های فشار افزایش دما باعث افزایش حالت گردابی در قطره‌چکان شده و در نهایت منجر به کاهش دبی خروجی می‌گردد (۳).

بررسی اثر دما روی ضریب تغییرات ساخت

برای بررسی اثر تغییر دما روی ضریب تغییرات ساخت، در مورد هر قطره‌چکان با استفاده از آزمون *ANOVA* اثر چهار تیمار دمایی بر روی ضریب تغییرات ساخت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون فوق نشان داد که به غیر از یک مورد در بقیه موارد دما اثر معنی‌دار روی ضریب تغییرات ساخت نمی‌گذارد که با تحقیقات قبل (۳۱) سازگار است. تنها در مورد قطره‌چکان نوع *I*

جدول ۷- نتایج ارزیابی اثر دما روی ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان نوع I

Sig.	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
۰/۰۲۷	۴/۳۳۳	۰/۰۰۰	۳	۰/۰۰۰	بین گروه‌ها
		۰/۰۰۰	۱۲	۰/۰۰۰	درون گروه‌ها
			۱۵	۰/۰۰۱	مجموع

افزایش مقدار X در معادله دبی-فشار، افزایش دمای آب آبیاری باعث افزایش دبی خروجی از قطره‌چکان می‌گردد. از طرفی با افزایش دمای آب آبیاری لزجت آن کاهش می‌یابد و در رژیم جریان آرام حساسیت دبی به لزجت و دمای آب به مراتب بیشتر از حالتی است که رژیم جریان کاملاً آشفته است.

تقدیر و تشکر

در پایان از همکاری و مساعدت قطب علمی مدیریت بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران کمال تشکر و قدردانی را داریم.

نتیجه‌گیری

در مورد قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار با افزایش دما در دو مورد (H و D) دبی کاهش یافت، در سه مورد تأثیر دما روی دبی معنی‌دار نبود (A، C و E) و در یک مورد (I) دبی با افزایش دما افزایش می‌یابد. در قطره‌چکان‌های غیر تنظیم کننده فشار (B و G) افزایش دما باعث افزایش دبی قطره‌چکان می‌شد. در حالت کلی اثر دما روی دبی با توجه به نوع قطره‌چکان متفاوت است. دلیل کاهش دبی با افزایش دما در قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار می‌تواند رژیم جریان آشفته در آنها باشد زیرا باعث ایجاد حالت گردابی بیشتر می‌شود، در نتیجه این عمل افت فشار در قطره‌چکان صورت می‌گیرد. این امر باعث می‌شود تا با افزایش دمای آب آبیاری، دبی این نوع قطره‌چکانها کاهش یابد. در نهایت اینکه بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در قطره‌چکانها با

منابع

- ۱- علی حوری، م. ۱۳۸۵. عملکرد و خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره‌چکان‌ها در فشارها و دماهای متفاوت. پایان نامه کارشناسی ارشد، آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی.
- ۲- عزیزاده، ا. ۱۳۸۸. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. انتشارات دانشگاه امام رضا(ع). ویرایش دوم، دانشگاه فردوسی مشهدص ۳۰-۳۰.
- ۳- مصطفی‌زاده، ب. و م. کهنوجی. ۱۳۸۱. تأثیر دمای آب آبیاری بر دبی برخی قطره‌چکان‌های ساخت ایران در آبیاری قطره‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره یک، صفحات ۱۲-۱۰.
- 4- Ahmed, B. A. O., Yamamoto, T., Fujiyama, H. and K. Miyamoto. 2007. Assesmsnt of emitter discharge in microirrigation system as affected by polluted water. Irrigation Drainage System, 21: 97- 107.
- 5- Bralts, V. F. and C. D. Kesner. 1983. Drip irrigation field uniformity estimation. Trans. ASAE, 26 (2):1369-1374.
- 6- Clark, G. A., Lamm, F. and D. H. Rogers. 2005. Sensitivity of thin-walled drip tape emitter discharge to water temperature. Applied Engineering in Agriculture, 21(5): 855-863.
- 7- Anonymous. 2004. Agricultural irrigation equipment – emitters- specification and test methods: International Standards Organization (ISO).P.9261.
- 8- Karmelli, D. and J. Keller. 1975. Trickle irrigation design . Rainbird.
- 9- Parchomchuk, P. 1976. Temperature effects on emitter discharge rates. Trans.ASAE., 19(4): 690-692.

- 10- Sinobas, L., Juana, L. and A. Losada. 1999. Effects of temperature changes on emitter discharge. J. Irrig. and Drain. ASCE., 125(2): 64-73.
- 11- Zhang, J., Zhoo, W., Wei, Z. h., Tang, Y. And B. Lu. 2007. Numerical and experimental study on hydraulic performance of emitters with arc labyrinth channels. Computers and Electronics in Agriculture, 56: 120-129.