



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و هفتم، شماره ششم، ۱۳۹۹

۱۸۵-۱۹۹

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2021.18149.3375

مقاله کامل علمی - پژوهشی

بررسی تأثیر هم‌زمان دمای آب آبیاری و فشار روی دبی نوارهای آبیاری قطره‌ای درزدار و پلاک‌دار

فرونوش گوازی^۱، شنیما امانی^۲ و *عیسی معروف‌پور^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه کردستان،

^۲دانش‌آموخته کارشناسی گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه کردستان، ^۳دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه کردستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: از سامانه‌های نوین آبیاری تحت‌فشار، روش آبیاری قطره‌ای- نواری است. عملکرد سامانه آبیاری قطره‌ای نواری به انتخاب نوار آبیاری و هیدرولیک آن بستگی دارد و عدم توجه به آن، باعث کاهش راندمان آبیاری و یکنواختی پخش آب، افزایش مدت کار سامانه و تعویض پیوسته نوارها می‌گردد. عوامل متعددی دبی قطره‌چکان‌های نوار آبیاری قطره‌ای را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به تغییرات فشار و دمای آب آبیاری اشاره نمود. تغییرات توپوگرافی مزرعه، طراحی نامناسب سامانه آبیاری و همچنین استفاده از نوارهای با طول بلند، موجب اختلاف فشار بین قطره‌چکان‌های نوارهای آبیاری می‌گردد. آب‌های گرم هم در جهان جزء منابع آب شیرین به حساب می‌آیند که در برخی کشورها به‌طور مستقیم برای آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین دمای آب لوله‌های فرعی که در معرض تابش مستقیم نور خورشید قرار می‌گیرند، به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد. در برخی پژوهش‌ها اثر افزایشی و یا کاهش دمای آب آبیاری بر دبی نوارهای آبیاری قطره‌ای درزدار مورد مطالعه قرار گرفته است اما در این پژوهش اثر دما در فشارهای کارکرد مختلف بر دبی هر دو نوع نوار آبیاری قطره‌ای درزدار و پلاک‌دار مورد مطالعه قرار می‌گیرد و سعی بر آن است که نتایج به‌صورت معادلات کاربردی ارائه شود و با هم مقایسه گردد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، ۱۰ نوع نوار آبیاری قطره‌ای از دو نوع پلاک‌دار و درزدار با کدهای T4، B، S، P، T1، T2، T3، I، ID و YD انتخاب شد. در هر کدام از نوارها، ۲۵ برش که هر برش حداقل شامل ۳ واحد قطره‌چکان‌دار بود مورد آزمون قرار گرفت. طول هر کدام از برش‌ها در محدوده ۱۰۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متر بود. به‌منظور بررسی تأثیر هم‌زمان فشار و دمای آب آبیاری بر دبی نوارهای آبیاری، یک مدل فیزیکی در آزمایشگاه تحقیقاتی علوم و مهندسی آب دانشگاه کردستان در سال ۱۳۹۷ طراحی و ساخته شد. چهار دمای مختلف آب آبیاری شامل ۱۳، ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد در فشارهای کارکرد ۱ متر تا ۱/۲ برابر فشار حداکثر، بر نوارهای آبیاری اعمال شد. تمامی آزمایش‌ها بر اساس استاندارد ISO ۹۲۶۱ و IRISI ۶۷۷۵ انجام شد. معادله عمومی دبی- فشار و معادله دبی نرمال- دما، تمامی نوارها استخراج گردید. به‌منظور بررسی اثر دما بر میزان دبی نوارهای آبیاری، آزمایشی در قالب

* مسئول مکاتبه: e.maroufpoor@uok.ac.ir

طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۲۵ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۴ دمای مختلف (۱۳، ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد) بودند. تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD صورت گرفت.

یافته‌ها: در تمامی نوارهای آبیاری قطره‌ای و دماهای مورد مطالعه، توان معادله دبی - فشار بزرگ‌تر از ۰/۲ و کم‌تر از ۰/۸ بود که نشان می‌دهد تمامی نوارها از نوع غیرتنظیم‌کننده فشار و میزان انعطاف‌پذیری آن‌ها از لحاظ تغییرات فشار مطلوب و قابل قبول است. اثر دما بر دبی تمامی نوارهای آبیاری معنی‌دار ($P < 0/05$) و غالباً با افزایش دما میزان دبی نوارها افزایش می‌یافت. همچنین تغییرات دما، موجب تغییراتی در ضرایب معادلات شد که البته روند مشخصی نداشت. میزان حساسیت نوارهای آبیاری قطره‌ای پلاک‌دار نسبت به تغییرات دما کم‌تر از نوارهای آبیاری قطره‌ای درزدار بود و از تغییرات دبی کم‌تری برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری: تمامی نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه از لحاظ حساسیت به تغییرات فشار در درجه کیفی مطلوبی قرار دارند. همچنین با توجه به این‌که افزایش دمای آب آبیاری سبب افزایش دبی نوارها می‌گردد بنابراین پیشنهاد می‌شود در مناطقی که تغییرات دمای آب آبیاری در محدوده ۱۳ تا ۴۳ درجه سانتی‌گراد است از نوارهای آبیاری قطره‌ای پلاک‌دار و معادلات دبی نرمال شده پیشنهادی پژوهش حاضر استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: توپوگرافی، تیپ، معادله دبی - دما، معادله دبی - فشار، یکنواختی پخش

مقدمه

با افزایش نیاز به منابع آب در بخش‌های شرب و صنعت، سهم بخش کشاورزی کاهش یافت و سامانه‌های آبیاری تحت فشار به منظور امکان افزایش بهره‌وری آب کشاورزی مورد توجه کارشناسان قرار گرفت (۳۰). از سامانه‌های نوین آبیاری تحت فشار، روش آبیاری قطره‌ای - نواری است. محاسن این روش شامل افزایش کمی و کیفی محصول، صرفه‌جویی در مصرف آب، کود و انرژی، یکنواختی توزیع بالای آب، قابلیت اجرا در زمین‌های مختلف، رشد کم علف‌های هرز، عدم ایجاد محدودیت در کاربرد ماشین‌های کشاورزی به دلیل خشک ماندن شیارها و همچنین این‌که گیاه کم‌تر در معرض بیماری قرار گیرد، است (۵، ۱۲ و ۱۵). سامانه آبیاری قطره‌ای در صورتی موجب یکنواختی بالا و افزایش بهره‌وری می‌شود که اصول کلی و مبانی علمی آن، در مراحل

طراحی، اجرا و بهره‌برداری در نظر گرفته شود (۲۸) و (۱۳). عملکرد سامانه آبیاری قطره‌ای نواری به انتخاب نوار آبیاری و هیدرولیک آن بستگی دارد و عدم توجه به آن، باعث کاهش یکنواختی پخش آب، افزایش مدت کار سامانه و تعویض پیوسته نوارها می‌گردد (۲۱). عوامل مؤثر بر دبی قطره‌چکان‌ها شامل ضریب تغییرات ساخت، گرفتگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، تغییرات فشار در سامانه، توپوگرافی زمین و دمای آب آبیاری است که یکنواختی پخش آب را تحت‌تأثیر قرار داده و سبب پایین آمدن راندمان آبیاری می‌گردد (۱ و ۶). همچنین اگر ورودی قطره‌چکان آبرودینامیک نباشد، ممکن است سبب جدایی جریان و کاهش فشار آب در ورودی و کاهش دبی گردد (۸). به عبارتی تغییرات فشار آب، یکی از عوامل اصلی تغییر دبی قطره‌چکان می‌باشد (۲۷).

افزایش دما بر کاهش گرفتگی قطره‌چکان هم اثر دارد (۳). در لوله قطره‌چکان‌دار معمولی، با افزایش دما، دبی افزایش یافته است ولی در لوله قطره‌چکان‌دار خود تنظیم، اثر افزایش دما در بازه‌های مختلف، متفاوت گزارش شده است (۴). کلارک و همکاران (۲۰۰۵) میزان حساسیت دبی نوارهای آبیاری قطره‌ای در ضخامت‌های مختلف به تغییرات دما را متفاوت گزارش کردند (۹).

نوارهای آبیاری قطره‌ای در دو نوع درزدار و پلاک‌دار تولید داخل و خارج کشور به‌صورت گسترده در بازار موجود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از نوارهای آبیاری قطره‌ای برای آبیاری گیاهان ردیفی، نسبت به سایر سامانه‌های آبیاری تحت فشار از لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به‌صرفه بوده و در سال‌های اخیر مورد استقبال خوب کشاورزان قرار گرفته است (۱۱). پژوهش‌های فراوانی در رابطه با اثر دما بر دبی قطره‌چکان‌ها و برخی نوارهای آبیاری قطره‌ای انجام شده، اما در پژوهش‌های مذکور، اثر افزایشی و یا کاهش دما بر دبی نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش اثر دما در فشارهای کارکرد مختلف نوار آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه قرار می‌گیرد و سعی بر آن است که نتایج به‌صورت معادلات کاربردی ارائه شود. همچنین در این پژوهش، هر دو نوع نوار آبیاری قطره‌ای درزدار و پلاک‌دار ساخت داخل و یا وارداتی در ضخامت‌های متفاوت مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

مشخصات نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه: در جدول ۱ مشخصات کامل نوارهای آبیاری مورد مطالعه و تصویر آن‌ها در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در انجام این پژوهش از استاندارد IRISI ۶۷۷۵ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی

از عوامل اصلی دیگر مؤثر بر دبی قطره‌چکان نوار آبیاری قطره‌ای، دمای آب آبیاری است. دمای آب آبیاری بر روی مواد تشکیل‌دهنده، شکل هندسی و مجرای عبور جریان در قطره‌چکان تأثیر گذاشته و می‌تواند دبی خروجی را تغییر دهد. همچنین با افزایش دما لزجت سینماتیک کاهش یافته و دبی قطره‌چکان افزایش می‌یابد (۷). آب‌های گرم در جهان جزء منابع آب شیرین به حساب می‌آیند. در تونس آب‌های گرم با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، به‌طور مستقیم برای آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند که در سامانه آبیاری قطره‌ای منجر به افزایش محصول نیز شده است (۲۲). دمای آب لوله‌های فرعی که در معرض تابش مستقیم نور خورشید قرار می‌گیرند، به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد (۱۴) و در طول روز می‌تواند به ۴۲ درجه سانتی‌گراد برسد (۲۶). در مناطق خشک و نیمه‌خشک، دمای آب در عمق ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متری خاک می‌تواند به نزدیک ۵۰ درجه سانتی‌گراد برسد (۲). تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها نسبت به دمای آب آبیاری بستگی به وضعیت رژیم جریان در قطره‌چکان دارد. قطره‌چکان‌های با رژیم جریان آرام نسبت به لزجت آب حساسیت بیشتری دارند (۷). در مدل سولومان (۱۹۷۹)، دبی قطره‌چکان تابعی از فشار کارکرد، دمای آب آبیاری، ضریب تغییرات ساخت و گرفتگی قطره‌چکان است (۲۹). پارچوم چوک (۱۹۷۶) گزارش کرد که در قطره‌چکان‌های معوج مسیر، با افزایش دما از ۲۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دبی تا ۵۰ درصد افزایش یافت (۲۶). همچنین افزایش دما سبب افزایش دبی قطره‌چکان معمولی و نوار آبیاری می‌گردد (۱۰، ۲۳ و ۲۴). در قطره‌چکان تنظیم‌شونده فشار، اثر افزایش دما بر دبی قطره‌چکان گاهی اندک (۱۰)، در برخی موارد کاهش دبی (۲۳) و یا توانایی تنظیم‌کنندگی مطلوب آن‌ها (۲۵) در دماهای مختلف گزارش شده است.

بخش اول دمای آب با استفاده از قالب‌های یخ به ۱۳ درجه سانتی‌گراد رسید و نمونه‌های برگزیده در گام‌هایی که بزرگ‌تر از ۵۰ کیلوپاسکال (۵ متر) نباشد، از فشار ۱ متر تا ۱/۲ برابر حداکثر فشار کاری آزمایش شد. فشارهای مورد آزمایش نوارها، ۱، ۳، ۵، ۶، ۹، ۱۰ و ۱۲ متر بود. میزان جریان قطره‌چکان، حداقل ۵ دقیقه بعد از رسیدن به فشار آزمون اندازه‌گیری می‌گردید. در بخش دوم، سوم و چهارم دمای آب با استفاده از ترموستات دیجیتالی و گرماده الکتریکی، در دماهای ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد تثبیت شد و آزمایش‌ها مطابق بخش اول انجام گرفت. در تمامی آزمایش‌ها، میزان جریان در واحد قطره‌چکان‌دار وسط، اندازه‌گیری می‌شد.

ایران و همچنین از استاندارد ISO ۹۲۶۱ به صورت تکمیلی استفاده شد (۱۷ و ۱۸). از هر مدل نوار آبیاری قطره‌ای، ۲۵ نمونه آزمایش به صورت تصادفی انتخاب گردید. هر نمونه آزمایش حداقل شامل ۳ واحد قطره‌چکان‌دار بود. به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، نوارهای مورد مطالعه حداقل به مدت زمان ۰/۵ ساعت کار کردند. در این مطالعه تأثیر ۴ دمای ۱۳، ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد، در محدوده دمای آب آبیاری مزارع، در فشارهای مختلف، روی میزان جریان نوارهای آبیاری قطره‌ای بررسی شد (۲۳). دمای استاندارد 23 ± 3 درجه سانتی‌گراد و حداکثر دمای مناسب نوار آبیاری قطره‌ای ۶۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. مجموعه آزمایش‌ها شامل ۴ بخش بود. در



شکل ۱- تصاویری از نوارهای آبیاری قطره‌ای پلاک‌دار مورد مطالعه.

Figure 1. Images of Plaque equipped irrigation tapes.



شکل ۲- تصاویری از نوارهای آبیاری قطره‌ای درزدار مورد مطالعه.

Figure 2. Images of drip irrigation seaming tapes.

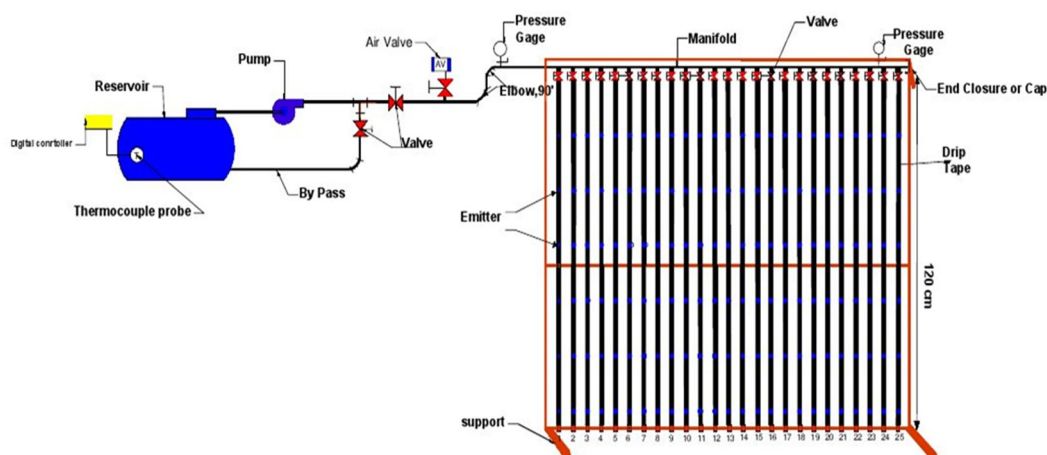
جدول ۱- مشخصات نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه.

Table 1. Specifications of drip Irrigation tapes studied.

فشار اسمی (بار) Nominal pressure (Bar)	کشور سازنده Manufacturing Country	ضخامت (میکرون) Thickness (Micron)	فاصله قطره‌چکان (سانتی‌متر) Drippers distance (CM)	دبی اسمی (لیتر بر ساعت) Nominal discharge (L/hr)	نوع نوار آبیاری Irrigation tape type	معرف نوار آبیاری Irrigation tape code
1.0	ایران Iran	200	20	3.0	پلاک‌دار Plaque equipped tape	ID
1.0	کانادا Canada	800	20	1.6	پلاک‌دار Plaque equipped tape	I
0.6	ایران Iran	200	20	1.7	درزدار seaming tape	T1
0.6	ایران Iran	200	30	1.5	درزدار seaming tape	T2
0.6	ایران Iran	200	20	1.4	درزدار seaming tape	T3
0.6	ایران Iran	200	10	0.86	درزدار seaming tape	T4
1.0	ایتالیا Italy	150	20	2.6	پلاک‌دار Plaque equipped tape	B
1.0	ایران Iran	800	30	1.6	پلاک‌دار Plaque equipped tape	S
1.0	ایران Iran	200	10	3.0	درزدار seaming tape	P
1.0	ایران Iran	175	20	2.1	درزدار seaming tape	YD

شد. به منظور تأمین فشار آزمون و تنظیم نقطه کار الکتروپمپ از لوله کنارگذر استفاده گردید. برای اندازه‌گیری فشار آزمون، دو دستگاه فشارسنج در ابتدا و انتهای لوله رابط نصب شده بود. برای اندازه‌گیری دبی نوار آبیاری از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم استفاده شد. برای تأمین آب با دمای ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد از دستگاه ترموستات و گرماده الکتریکی استفاده شد که امکان تأمین دما در محدوده ۲۰ الی ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد را داشت. علاوه بر دماسنج دیجیتالی ترموستات از دماسنج الکلی نیز برای اندازه‌گیری دمای آب منبع استفاده شد. از قالب‌های یخ جهت تأمین آب با دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید.

مدل فیزیکی مورد مطالعه: برای انجام آزمایش‌ها، یک دستگاه مدل فیزیکی سامانه آبیاری قطره‌ای نواری، در آزمایشگاه تحقیقاتی آب دانشگاه کردستان اجرا گردید (شکل ۳). منبع آب مدل از جنس فایبرگلاس و حجم آن ۱۰۰ لیتر بود. از یک دستگاه الکتروپمپ سانتریفیوژ افقی خشک برای تأمین فشارهای آزمون استفاده گردید. لوله رانش پمپ، به یک لوله رابط پلی‌اتیلن به قطر ۵۰ میلی‌متر و طول ۶ متر وصل بود. ۲۵ نوار آبیاری مورد آزمون به وسیله کمربندهای پلیمری ۱۶×۵۰ میلی‌متری، به لوله رابط وصل بودند. طول هرکدام از نوارهای آبیاری در محدوده ۱۰۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متر بود. از یک دستگاه چهارپایه فلزی به طول ۶ متر و عرض ۱۲۰ سانتی‌متر برای نگهداری نوارها در زمان آزمون، استفاده



شکل ۳- نمای کلی از مدل فیزیکی سامانه آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه.

Figure 3. Overview of the physical model of the drip irrigation system under study.

$$x = \frac{\sum(\log p_i)(\log q_i) - \frac{1}{n}(\sum \log p_i)(\sum \log q_i)}{\sum(\log p_i)^2 - \frac{1}{n}(\sum \log p_i)^2} \quad (2)$$

$$k = \exp \left[\left(\frac{\sum \ln q_i}{n} \right) - \frac{x(\sum \ln p_i)}{n} \right] \quad (3)$$

به‌طوری‌که، q_i دبی بر حسب لیتر در ساعت و p_i فشار آزمون بر حسب کیلو پاسکال می‌باشد. توان x میزان انعطاف‌پذیری نوار آبیاری قطره‌ای را نسبت به فشار کارکرد نشان می‌دهد که طبقه‌بندی آن در جدول ۲ ارائه شده است. باال بودن میزان انعطاف‌پذیری نوار آبیاری قطره‌ای در برابر تغییرات فشار، سبب یکنواختی بیش‌تر پخش آب در مزرعه می‌شود (۳۱).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: به‌منظور بررسی اثر دما بر میزان دبی نوارهای آبیاری، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۲۵ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۴ دمای مختلف (۱۳، ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد) بودند. تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD صورت گرفت. رابطه دبی - فشار نوارهای مورد مطالعه در هر دمای مورد آزمون، با استفاده از رابطه ۱ نشان داده شد.

$$q = kp^x \quad (1)$$

برای به‌دست آوردن توان x و ضریب k ، از معادلات زیر استفاده شد (۱۷):

جدول ۲- میزان انعطاف‌پذیری نوارهای آبیاری قطره‌ای در برابر تغییرات فشار کارکرد (۳۱).

Table 2. The flexibility of drip irrigation tapes vs pressure.

مقدار x Amounts x	0.8 - 0.6	0.6 - 0.5	0.5 - 0.2	بیش‌تر از ۰/۸ More than 0.8
درجه‌بندی Grading	انعطاف‌پذیری کم Low flexible	انعطاف‌پذیر flexible	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible	انعطاف‌پذیری خیلی کم Very low flexible

دبی قطره‌چکان کمتر تحت تأثیر فشار قرار گرفته و نوار آبیاری از قابلیت کاربرد بالاتری برخوردار است. هرچه مقدار x به عدد یک نزدیک‌تر باشد که نشان‌دهنده تمایل رژیم جریان آب به سمت ورقه‌ای کامل هست مطلوب نبوده، زیرا در این نوع جریان رابطه بین دبی و فشار خطی می‌شود (۲۱). رابطه دبی- فشار تمامی نوارها با تغییرات دمای آب آبیاری، تغییر نموده است. در برخی نوارها، این تغییرات سبب تغییر درجه انعطاف‌پذیری نوار آبیاری قطره‌ای شده است. نوارهای آبیاری قطره‌ای B و S از حداقل تغییرات برخوردار هستند و در تمامی دماهای آزمون، توان رابطه آن‌ها کم‌تر از ۰/۵ باقی‌مانده است. در نوارهای آبیاری قطره‌ای با درجه انعطاف‌پذیری بالا در دماهای متفاوت، طول نوارها در واحد آبیاری می‌تواند بیش‌تر انتخاب شود که علاوه بر اقتصاد بودن آن، از لحاظ بهره‌برداری و عملیات کشاورزی نیز مؤثر می‌باشد (۱۹). به‌طورکلی وضعیت نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه از لحاظ درجه انعطاف‌پذیری آن‌ها نسبت به تغییرات فشار در دماهای آزمون مطلوب گزارش می‌شود.

جهت بررسی تأثیر دمای آب آبیاری بر رابطه دبی- فشار نوارها از رابطه ۴ استفاده شد (۷).

$$q_e = \frac{q_T}{q_{23}} \times 100 = m.T + b \quad (4)$$

که در آن، q_e دبی نرمال شده در دمای T درجه سانتی‌گراد بر حسب درصد مقدار دبی در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد، q_T دبی نوار آبیاری در دمای T درجه سانتی‌گراد، q_{23} دبی نوار آبیاری در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد، T دمای آب (سانتی‌گراد)، m و b ضرایب ثابت هستند که از رگرسیون خطی بین T و $\frac{q_T}{q_{23}}$ به دست می‌آیند.

نتایج و بحث

بررسی رابطه دبی- فشار در نوارهای آبیاری: رابطه دبی- فشار تمامی نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه در دماهای مورد آزمون در جدول ۳ گزارش شده است. توان رابطه دبی- فشار در دمای استاندارد ۲۳ درجه سانتی‌گراد در ۶ نمونه از نوارهای آبیاری قطره‌ای، از ۰/۵ کم‌تر بوده و از درجه خیلی انعطاف‌پذیر برخوردار هستند. با کم بودن مقدار x ,

جدول ۳- رابطه دبی- فشار نوارهای آبیاری قطره‌ای در دماهای مورد آزمایش.

معرف نوار آبیاری Irrigation tape code	دماهای آزمون (درجه سانتی‌گراد) Tested Temperatures (°C)	x	$q=kh^x$	درجه توصیفی Grading flexible
ID	13	0.5217	$q=1.0099 h^{0.5217}$	انعطاف‌پذیر flexible
	23	0.3928	$q=1.2743 h^{0.392}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	33	0.3940	$q=1.2946 h^{0.394}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	43	0.2741	$q=1.75 h^{0.2741}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
I	13	0.3573	$q=0.7062 h^{0.3573}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	23	0.7526	$q=0.2717 h^{0.7526}$	انعطاف‌پذیری کم Low flexible
	33	0.6803	$q=0.6803 h^{0.3712}$	انعطاف‌پذیری کم Low flexible
	43	0.3301	$q=0.7623 h^{0.3301}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible

ادامه جدول ۳-

Continue Table 3.

معرف نوار آبیاری Irrigation tape code	دماهای آزمون (درجه سانتی‌گراد) Tested Temperatures (°C)	x	$q=kh^x$	درجه توصیفی Grading flexible
T1	13	0.4994	$q=0.6741 h^{0.4994}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	23	0.4555	$q=0.7817 h^{0.4555}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	33	0.5393	$q=0.7407 h^{0.5393}$	انعطاف‌پذیر flexible
	43	0.3923	$q=1.0121 h^{0.3923}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
T2	13	0.6560	$q=0.3642 h^{0.6}$	انعطاف‌پذیری کم Low flexible
	23	0.4106	$q=0.6556 h^{0.4106}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	33	0.4106	$q=0.4254 h^{0.6481}$	خیلی انعطاف‌پذیر very flexible
	43	0.6041	$q=0.4798 h^{0.6041}$	انعطاف‌پذیری کم Low flexible
T3	13	0.5021	$q=0.76 h^{0.5021}$	انعطاف‌پذیر flexible
	23	0.7343	$q=0.3011 h^{0.7343}$	انعطاف‌پذیری کم Low flexible
	33	0.5807	$q=0.4737 h^{0.5807}$	انعطاف‌پذیر flexible
	43	0.5969	$q=0.4852 h^{0.5969}$	انعطاف‌پذیر flexible
T4	13	0.5868	$q=0.267 h^{0.5858}$	انعطاف‌پذیر flexible
	23	0.5808	$q=0.3261 h^{0.5078}$	انعطاف‌پذیر flexible
	33	0.4396	$q=0.4005 h^{0.4396}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	43	0.4648	$q=0.3999 h^{0.4648}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
B	13	0.3804	$q=1.0225 h^{0.3804}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	23	0.4899	$q=0.845 h^{0.4899}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	33	0.4284	$q=0.9551 h^{0.4284}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	43	0.3545	$q=1.1881 h^{0.3545}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
S	13	0.4260	$q=0.5736 h^{0.426}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	23	0.3696	$q=0.6617 h^{0.3669}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	33	0.2791	$q=0.8486 h^{0.2791}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible
	43	0.2734	$q=0.8817 h^{0.2734}$	خیلی انعطاف‌پذیر High flexible

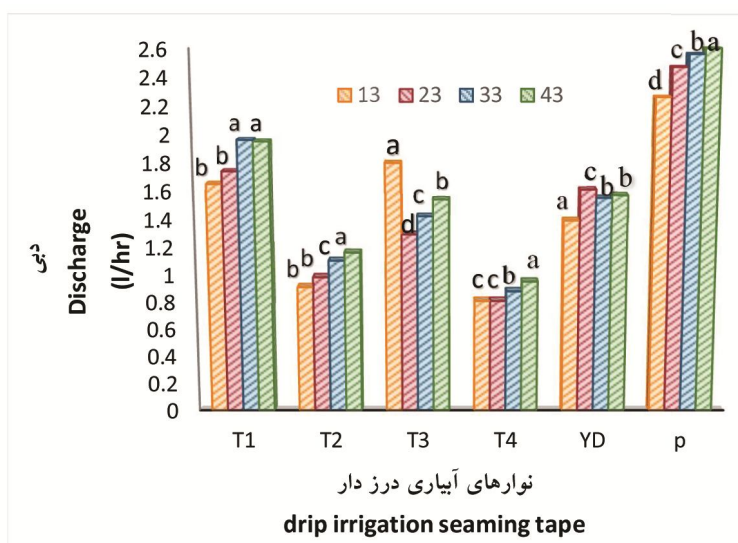
ادامه جدول ۳-

Continue Table 3.

معرف نوار آبیاری Irrigation tape code	دماهای آزمون (درجه سانتی‌گراد) Tested Temperatures (°C)	x	$q=kh^x$	درجه توصیفی Grading flexible
P	13	0.8107	$q=0.4689 h^{0.8107}$	انعطاف‌پذیری خیلی کم Very low flexible
	23	0.8618	$q=0.8618 h^{0.5768}$	انعطاف‌پذیری خیلی کم Very low flexible
	33	0.5595	$q=0.9145 h^{0.5595}$	انعطاف‌پذیر flexible
	43	0.5354	$q=0.9904 h^{0.5354}$	انعطاف‌پذیر flexible
YD	13	0.6890	$q=0.3835 h^{0.689}$	انعطاف‌پذیری کم Low flexible
	23	0.5616	$q=0.5432 h^{0.5616}$	انعطاف‌پذیر flexible
	33	0.4966	$q=0.6195 h^{0.4966}$	خیلی انعطاف‌پذیر very flexible
	43	0.5949	$q=0.5283 h^{0.5944}$	انعطاف‌پذیر flexible

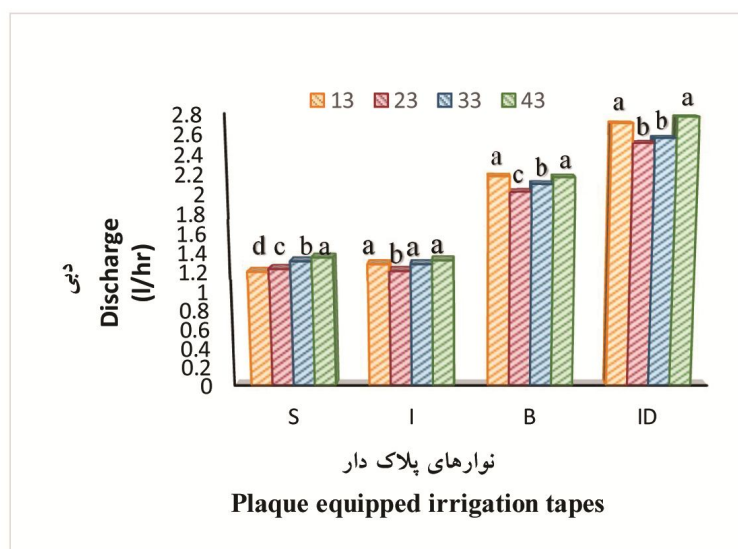
مطابقت و علی حوری (۱۹۹۹) مغایرت دارد (۶، ۱۰ و ۲۴). در تمامی نوارها به استثنای یک مورد، تغییرات دبی در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای استاندارد، معنی‌دار بوده که در برخی موارد سبب افزایش دبی و در برخی موارد سبب کاهش دبی شده است. یکی از دلایل نامنظم بودن تغییرات دبی با تغییرات دما، عکس‌العمل غیریک‌نواخت و متفاوت مواد تشکیل‌دهنده نوار آبیاری و تغییرات ساختمان هندسی آنها نسبت به تغییرات دما می‌باشد.

بررسی تأثیر دما بر دبی نوارهای آبیاری قطره‌ای: در شکل‌های ۴ و ۵ اثر دمای آب آبیاری بر میانگین دبی نوارهای آبیاری مورد مطالعه نشان داده شده است. به‌طور کلی تغییرات دما سبب تغییرات دبی قطره چکان نوارهای آبیاری شده که این تغییرات معنی‌دار ($P < 0.05$) می‌باشد. با افزایش دمای آب آبیاری از دمای استاندارد ۲۳ درجه سانتی‌گراد، دبی نوارها افزایش یافته که با دبی دمای استاندارد اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) دارد که با نتایج پژوهش‌های دوگان و کرناک (۲۰۱۰) و امید و همکاران (۲۰۰۸)



شکل ۴- اثر دمای آب آبیاری بر میانگین دبی نوار های درزدار.

Figure 4. The effect of irrigation water temperature on average discharge of seaming tapes.



شکل ۵- اثر دمای آب آبیاری بر میانگین دبی نوارهای پلاک.

Figure 5. The effect of irrigation water temperature on the average discharge of Plaque equipped irrigation tapes.

حساسیت دبی نوار آبیاری به تغییرات دما می‌باشد. کم‌ترین مقدار m مربوط به نوار آبیاری B و بیش‌ترین مقدار m مربوط به نوار آبیاری T1 است. نوار آبیاری B از نوع پلاک‌دار و نوار آبیاری T1 از نوع درزدار است. به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که میزان حساسیت نوارهای آبیاری قطره‌ای پلاک دار نسبت به تغییرات دما کم‌تر از نوارهای آبیاری قطره‌ای

به‌منظور بررسی میزان تغییرات دبی نوارها، رابطه خطی بین دبی نرمال شده نوار و دما با رابطه ۴ برازش داده شد و ضرایب معادلات به‌دست آمده در جدول ۴ ارائه شده است. مقادیر m و b برای قطره‌چکان‌های با رژیم جریان آشفته به‌ترتیب $۰/۲۵$ و $۹۵/۴$ و برای قطره‌چکان‌های با رژیم جریان ورقه‌ای $۲/۵۸۶$ و $۴۲/۲$ گزارش شده است (۷). شیب معادله بیانگر میزان

یکنواختی پخش آب در مزرعه مؤثر خواهد بود. سایر پژوهشگران نیز افزایش دبی قطره‌چکان‌های غیر خود تنظیم را با افزایش دما گزارش کرده‌اند (۴، ۱۶، ۲۰، ۲۳ و ۲۵).

درزدار می‌باشد و از تغییرات دبی کم‌تری برخوردار هستند. اگرچه تغییرات دبی تمامی نوارهای مورد مطالعه با تغییرات دما در سطح آماری ۰/۰۵ معنی‌دار بود اما اندک تغییرات دبی، بر ضریب

جدول ۴- رابطه دبی- دما در نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد آزمایش.

Table 4. The relationship discharge – temperature of drip irrigation tapes tested.

نوار آبیاری Irrigation tape code	m	b	R ²	q = mT + b
ID	0.0767	85.77	0.87	q = 0.0767T + 85.8
I	0.1188	76.21	0.87	q = 0.1188T + 76.2
T1	0.6588	88.91	0.88	q = 0.6588T + 88.9
T2	0.5800	52.93	0.988	q = 0.5800T + 52.9
T3	0.4643	121.04	0.93	q = 0.4643T + 121.0
T4	0.5698	84.34	0.89	q = 0.5698T + 84.3
B	0.0192	80.90	0.76	q = 0.0192T + 80.9
S	0.2938	71.62	0.93	q = 0.2938T + 71.6
P	0.3700	72.06	0.89	q = 0.3700T + 72.1
YD	0.2286	66.46	0.61	q = 0.2286T + 66.5

تقدیر و تشکر

نویسندگان از تمامی شرکت‌های سازنده نوارهای آبیاری قطره‌ای که در این پژوهش همکاری داشته‌اند، تقدیر و تشکر می‌نمایند.

داده‌ها و اطلاعات

منبع اطلاعات مورد استفاده در این مقاله، پایان‌نامه کارشناسی ارشد بوده که در آزمایشگاه تحقیقاتی علوم و مهندسی آب دانشگاه کردستان در سال ۱۳۹۷ انجام شد.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

نتیجه‌گیری کلی

نمای رابطه دبی - فشار تمامی نوارهای آبیاری بزرگ‌تر از ۰/۲ بوده و بنابراین همه نوارهای آبیاری در تمامی دماهای مورد آزمایش از نوع غیرتنظیم‌کننده فشار و درجه انعطاف‌پذیری آن‌ها از لحاظ تغییرات فشار غالباً مطلوب و قابل قبول بود. همچنین تغییرات دما، موجب تغییراتی در ضرائب معادلات شد که البته روند مشخصی نداشت. به‌طور کلی رابطه دبی - فشار در تمامی نوارهای مورد مطالعه و در تمامی دماهای مورد آزمایش مطلوب و قابل قبول ارزیابی می‌شود. اثر دما بر دبی نوارها معنی‌دار و به‌صورت افزایشی بود. به عبارتی نوار آبیاری B کم‌ترین حساسیت و نوار آبیاری T1 بیش‌ترین حساسیت را در مقابل تغییرات دما از خود نشان داد.

منابع

1. Al-Amoud, A. 1995. Significance of energy losses due to emitter connections in trickle irrigation lines. *J. Agric. Engin. Res.* 60: 1-5.
2. Abu-Gharbieh, W. 1997. Pre-and post-plant soil solarization Plant protection and production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 147. Rome .
3. Abdi, Ch., and Fathi, P. 2014. Studying the effect of temperature on the physical clogging of the long path emitters. *J. Water Soil Cons.* 22: 5. 275-286. (In Persian)
4. Abdi, S., and Maroufpoor, E. 2014. Investigation of the relationship between discharge – pressure and discharge – temperature in the conventional non-compensating and compensating emitting pipes. *J. Water Soil Cons.* 23: 1. 233-245. (In Persian)
5. Abdel-Mawgoud, A.S.A., Gameh, M.A., Abd-Elaziz, S.H., and El-Sayed, M.M. 2009. Sunflower water relation at various irrigation regimes with modern irrigation systems under climatic conditions of Assiut governorate, Upper Egypt. Thirteenth international Water Technology Conference. IWTC Hurghada. Egypt, Pp: 589-609.
6. Ali Hourii, M. 1999. Hydraulic performance and characteristics of various drippers at different pressures and temperatures. M.Sc. Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.
7. Alizadeh, A. 2009. Drip Irrigation (Principles and Operations). Second Edition. Astan Quds Razavi Publications. 460p. (In Persian)
8. Chamba, D., Zubelzu, S., and Juana, L. 2019. Determining hydraulic characteristics in laterals and drip irrigation systems. *Agricultural Water Management.* 226: 105791.
9. Clark, G.A., Lamm, F.R., and Rogers, D.H. 2005. Sensitivity of thin-walled drip tape emitter discharge to water temperature. *Applied Engineering in Agriculture.* 21: 5855-863.
10. Doga, E., and Kirnak, H. 2010. Water temperature and system pressure effect on drip lateral properties *J. Irrig. Sci.* 28: 407-419.
11. 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. *Agricultural water management.* 96: 1. 67-79.
12. Dhuyvetter, K.C., Lamm, F.R., and Rogers, D.H. 1994. Subsurface drip irrigation for field corn. Cooperation and Ext. Service. Manhattan. Kansas. Rapid Prototype J. 9: 2. 104-110.
13. Decroix, M., and Malaval, A. 1985. Laboratory evaluation of trickle irrigation equipment for field system design. Proceedings of the third International Drip/Trickle Irrigation Congress, California, USA. 1: 325-338.
14. Evan, J., and Thompson. 2009. Hydraulics of IDEal Drip Irrigation Systems. Master Thesis. Utah State University. 170p.
15. Ghasemi-Sahebi, F., Ejlali, F., Ramezani, M., and Pourkhiz, I. 2013. Comparison of Tape Drip Irrigation and Furrow Irrigation Systems on Base of Water Use Efficiency and Yield of Potato in West of Iran. *Inter. J. Biol.* 5: 1. 52-62.
16. Hezarjaribi, A., Ghorbani Naserabad, G.H., Fazl Oula, R., and Abedinpour, M. Evaluation of hydraulic performances of various drippers under different operation pressures and lab condition. *J. Water Soil Cons.* 20: 1. 199-211.
17. ISO 9261. 1991. Agricultural Irrigation Equipment - Emitting- Pipe Systems - Specification and Test Methods First Edition. 16p.
18. IRISI 6775 1st. revision 2007. Agricultural Machinery - Irrigation Equipment - Instrument Cheetahs and Instrument Drip Pipes - Features and Test Methods, Standard and Industrial Research Institute of Iran. 35p. (In Persian)
19. Liu, M.X., Yang, J.S., Li, X.M., Yu, M., and Wang, J. 2012. Effects of Irrigation Water Quality and Drip Tape Arrangement on Soil Salinity, Soil

- Moisture Distribution, and Cotton Yield (*Gossypium hirsutum* L.) Under Mulched Drip Irrigation in Xinjiang, China, 11: 3. 502-511.
20. Nasrollahi, A., Behzad, M., Bromandnasab, S., and Ramazani-Moghadam, G. 2012. Investigation of hydraulic performance of pressure regulating and non-regulating pressure drippers in different pressures and temperatures, *Irrig. Sci. Engin. Agric. Sci. J.* 35: 3. 27-35.
 21. Majnooni-Heris, A., Sadraddini, A., Nazemi-AH, M.R., Shakiba, M.R., Neyshaburi, M.R., and Tuzel, I.H. 2012. Determination of single and dual crop coefficients and ratio of transpiration to evapotranspiration for canola. *Annals of Biological Research.* 3: 4. 1885-1894. (In Persian)
 22. Mohamed, M.B. 2003. Geothermal resource development in agriculture in Kebili region. Southern Tunisia. *Geothermics*, 32: 501-511.
 23. Mostafa Zadeh, B., and Kenoji, M. 2002. The effect of irrigation water temperature on the discharge of some drippers made in Iran in irrigation. *J. Agric. Sci. Technol. Natur. Resour.* 6: 1. 31-43. (In Persian)
 24. Omid, M.H., Esmaili Varaki, M., Habibzadeh Gharehbaba, A., and Liaghat, A.M. 2008. Investigation on the hydraulic properties of drip tape irrigation pipes, Iran. *J. Irrig. Drain. Engin.* 2: 1. 127-137. (In Persian)
 25. Parvini, M., and Maroufpoor, E. 2013. Investigation of the Relationship between Discharge – Pressure and Discharge- temperature in the conventional Compensating Emitters. *J. Agric. Sci. Technol. Natur. Resour. Water and Soil Sciences.* 66: 147-156. (In Persian)
 26. Parchomchuk, P. 1976. Temperature effects on emitter discharge rates. *Trans. American Society of Agricultural and Biological Engineers.* 19: 4. 690-692.
 27. Seyedzadeh, A., Maroufpoor, S., Maroufpoor, E., Shiri, J., Bozorghaddad, O., and Gavazi, F. 2020. Artificial intelligence approach to estimate discharge of drip tape irrigation based on temperature and pressure. *Agricultural Water Management.* 228: 105905.
 28. Shaker, M., Hesam, M., Kiani, A.R., and Zakirinia, M. 2014. Technical evaluation of implemented drip irrigation systems in the gardens of Golestan Province. *J. Water Soil Cons.* 21: 4. 261-274. (In Persian)
 29. Solomon, K.H. 1979. Manufacturing variation of trickle emitters. *Trans. American Society of Agricultural and Biological Engineers,* 22: 5. 1034-1038.
 30. Wei, Z.H., Tang, Y., Zhao, W., and Lu, B. 2003. Rapid development technique for drip irrigation. *Rapid Prototyping J.* 9: 2. 104-110.
 31. Zehtabian, Gh. 1994. *Practical Guide to Irrigation.* Tehran University Pres. 352p. (Translated in Persian)



Investigating the simultaneous effect of irrigation water temperature and pressure on discharge of Irrigation drip tapes of seaming and plaque equipped

F. Gavazi¹, Sh. Amani² and *E. Maroufpoor³

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Water Science and Engineering, University of Kurdistan,

²B.Sc. Graduate, Dept. of Water Science and Engineering, University of Kurdistan,

³Associated Prof., Dept. of Water Science and Engineering, University of Kurdistan

Received: 07.02.2020; Accepted: 12.15.2020

Abstract

Background and Objectives: A drip tape irrigation system is a new pressurized irrigation system. The performance of this system depends on the choice of irrigation tape and its hydraulics and lack of attention to it will reduce the irrigation efficiency and water distribution uniformity, increase the system operating time, and tapes changing constantly. Numerous factors affect the discharge of the drip tape irrigation, the most important of which are the changes in pressure and temperature of the irrigation water. Changes in field topography, unsuitable design of the irrigation system, as well as the use of tapes with long length, cause a pressure difference between the drippers of the irrigation tapes. Hot water is also considered a freshwater resource in the world and is used directly for irrigation in some countries. Also, the water temperature of the laterals pipes exposed to direct sunlight increases significantly. In some studies, the effect of increasing or decreasing water temperature on the discharge of tapes of drip irrigation has been studied, but in this study, the effect of water temperature in different operating pressures on the two types of drip irrigation tapes of seaming and plaque equipped has been studied and was attempted to present the results as applied equations and compared.

Materials and Methods: In this study, 10 types of drip irrigation tapes were selected from two types of seaming and plaque equipped with the codes ID, I, T1, T2, T3, T4, B, S, P, and YD. In each tape, 25 incisions were tested, which every incision included at least 3 dripper units. The length of each incision was in the range of 100 to 120 cm. In order to investigate the simultaneous effect of pressure and irrigation water temperature on the discharge of irrigation tapes, a physical model was designed and built in the Research Laboratory of Water Science and Engineering, University of Kurdistan. 4 different irrigation water temperatures, including 13, 23, 33, and 43 centigrade, were applied to the irrigation tapes at operating pressures of 1 meter to 1.2 times the maximum pressure. All tests were performed according to ISO 9261 and IRISI 6775. General Equations of discharge - Pressure and normalized discharge - Temperature, all tapes were obtained. To investigate the effect of irrigation water temperature on the discharge of irrigation tapes, data analysis was performed by SAS statistical software in the form of a completely randomized block design. Then, if the temperature effect on the irrigation tape discharge was significant, the mean discharge at different temperatures was compared with the LSD test at a confidence level of $\alpha = 0.05$.

Results: In all drip irrigation tapes and temperatures studied, the power of the discharge-pressure equation was greater than 0.2 and less than 0.8, indicating that all the tapes were of the pressure-non compensating type and their flexibility is in terms of pressure changes desirable

* Corresponding Author; Email: e.maroufpoor@uok.ac.ir

and acceptable. The effect of temperature on the discharge of all irrigation tapes was significant ($P < 0.05$) and often increased with increasing temperature. Also, changes in temperature caused changes in the coefficients of the equations, which, of course, did not have a definite trend. The sensitivity of plaque equipped drip irrigation tapes to temperature changes was lower than seaming drip irrigation tapes and had lower discharge changes.

Conclusion: All of the drip irrigation tapes studied are of good quality in terms of sensitivity to pressure changes. Also, due to the fact that increasing the temperature of irrigation water increases the discharge of the tapes, it is recommended to use the plaque equipped tapes and normalized discharge equations proposed by the present study in areas where the changes in irrigation water temperature are significant.

Keywords: Irrigation water temperature, Plaque equipped drip irrigation tape, Seaming drip irrigation tape, Tape, Topography

