

ارزیابی مشخصه‌های هیدرولیکی چند نوع از نوارهای آبیاری قطره‌ای

فرنوش گوازی و عیسی معروف‌پور^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۱)

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی مشخصه‌های هیدرولیکی نوارهای آبیاری قطره‌ای رایج در کشور بود. بدین منظور در این تحقیق، ۱۰ نوع نوار آبیاری قطره‌ای ساخت داخل و خارج کشور مورد آزمون قرار گرفت و اثر دماهای مختلف آب شامل ۱۳، ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد بر نوارهای آبیاری بررسی شد. آزمایش‌ها براساس استاندارد ISO ۹۲۶۱ و IRISI ۶۷۷۵ انجام شد. ابتدا آزمایش‌ها در دمای استاندارد ۲۳ درجه سانتی‌گراد انجام شد تا شاخص‌های ارزیابی کیفی نوارها به دست آید. نتایج این تحقیق عبارتند از: به لحاظ ضریب تغییرات ساخت، ۸ مدل در درجه خوب و بقیه در درجه متوسط قرار گرفتند، از نظر نسبت تفاوت دبی اندازه‌گیری شده با دبی اسمی، ۳ مورد در درجه خوب، ۳ مدل در درجه متوسط، ۳ مدل در درجه قابل قبول و ۱ مدل در درجه غیرقابل قبول دسته‌بندی گردیدند، در مورد یکنواختی پخش آب، ۹ مورد در درجه عالی و ۱ مورد در درجه خوب قرار گرفتند، در رابطه با ضریب کریستیان‌سن، تمامی نوارها از UC بیش از ۷۰ درصد برخوردار بودند و لذا تغییرات دبی آنها از توزیع نرمال پیروی می‌کند، از نظر میزان ضریب تغییرات دبی ۳ مدل در درجه قابل قبول، ۲ مدل در درجه خوب و در نهایت ۵ مدل در درجه غیرقابل قبول بودند. به‌طور کلی وضعیت نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد آزمایش از لحاظ تمامی شاخص‌های هیدرولیکی کیفیت تولید به‌جز ضریب تغییرات دبی مطلوب ارزیابی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: یکنواختی پخش، ضریب تغییرات دبی، شاخص کیفیت، ضریب تغییرات ساخت

۱. گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

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

مقدمه

کمبود آب و کاهش منابع آبی با کیفیت مناسب، از مهمترین عوامل محدود کننده تولیدات زراعی در اکثر نقاط مختلف جهان، نظیر ایران به شمار می‌رود (۸). از اینرو پژوهش در زمینه استفاده بهینه از آب و صرفه‌جویی در مصرف آن از راهکارهای کلیدی افزایش تولید می‌باشد. یکی از راهکارهای صرفه‌جویی در مصرف آب استفاده از روش آبیاری قطره‌ای می‌باشد (۱۲). از سال ۱۹۸۶ در مناطقی از آمریکای مرکزی نسل جدیدی از لوله‌های آبیاری قطره‌ای ابداع و ساخته شد که انقلابی نوین در عرصه آبیاری تحت فشار پدید آورد و بعدها به نام نوارهای آبیاری قطره‌ای به جهانیان معرفی گردید (۱۱). نوارهای آبیاری قطره‌ای با بالا بردن راندمان تا ۹۵ درصد، قابل استفاده برای کلیه کشت‌های ردیفی و انواع گلخانه‌ها، مزارع و غیره می‌باشد. از محاسن این روش افزایش محصول، کیفیت بهتر، صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی، یکنواختی توزیع در تقسیم بهتر آب و عدم ایجاد محدودیت در کاربرد ماشین آلات کشاورزی به دلیل خشک ماندن فاروها می‌باشد (۱۴). اگر چه روش نوارهای آبیاری قطره‌ای دارای مزایایی از لحاظ استفاده از آب، رشد بهتر گیاه و افزایش محصول، عملیات زراعی، نگهداری، مهندسی و اقتصادی می‌باشد، چنانچه اصول کلی و مبانی علمی در طراحی در نظر گرفته نشود، این روش نه تنها مفید نخواهد بود بلکه موجب هدر رفتن سرمایه نیز خواهد گردید (۱۳ و ۱۵). شجاعیان در تحقیقی با عنوان تأثیر انواع گسیلنده آب و تزریق کننده کود بر یکنواختی پخش آب و کود در سیستم آبیاری قطره‌ای پرداخته شد (۳). برای انجام این تحقیق از دو نوع گسیلنده آب (روی خط و نوار آبیاری) و سه نوع تزریق کننده کود (تانک کود، ونتوری و پمپ تزریق) استفاده شد. نتایج نشان داد که یکنواختی پخش آب فقط به نوع گسیلنده آب وابسته است، اما یکنواختی پخش کود هم به نوع گسیلنده و هم به نوع تزریق کننده کود بستگی دارد. پروینی و معروف‌پور (۲) اثرات دما و فشار بر خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های تنظیم کننده را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعات، ۹ نوع

قطره چکان تنظیم کننده فشار، مورد آزمون قرار گرفت. آنان گزارش کردند که کیفیت تولید قطره‌چکان‌های مورد آزمایش از لحاظ شاخص‌های هیدرولیکی رضایت‌بخش می‌باشد. نصراللهی عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌های تنظیم کننده و غیرتنظیم کننده فشار را مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق اثر ۴ دمای مختلف آب شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در ۴ فشار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بررسی شد (۱۰). به لحاظ ضریب تغییرات ساخت، ۴ نمونه در درجه عالی، ۲ نمونه غیرقابل استفاده و بقیه در بین این دو حالت بودند. همچنین معروف‌پور و پروینی با مطالعه رابطه دبی- فشار و دبی - دما بر روی ۹ نوع قطره‌چکان تنظیم کننده فشار گزارش کردند که در تمامی دماهای ذکر شده هیچ قطره‌چکانی در معادله دبی فشار، توان بیشتر از ۰/۲ نداشت و همگی از نوع قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار بودند (۹). همچنین جز دو نمونه که به لحاظ انعطاف‌پذیری فشار، در درجه خوب بودند، سایر قطره‌چکان‌ها از انعطاف‌پذیری خیلی خوب برخوردار بودند. تاکنون تحقیقی در رابطه با کیفیت تولید نوارهای آبیاری قطره‌ای رایج در کشور از لحاظ شاخص‌های هیدرولیکی آنها، انجام نشده و یا گزارش نشده است. از طرف دیگر استفاده از این نوارها برای محصولات مختلف و شرایط اقلیمی متفاوت در حال افزایش است و در بیشتر مناطق به دلیل کمبود شدید منابع آبی و خودداری از کاهش سطح زیر کشت، به استفاده از نوارهای آبیاری قطره‌ای روی آورده‌اند. لذا هدف از این تحقیق ارزیابی مشخصه‌های هیدرولیکی کیفیت تولید برخی از نوارهای آبیاری قطره‌ای ساخت داخل و خارج کشور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی پارامترهای مربوط به کیفیت تولید نوارهای آبیاری نیاز به یک دستگاه مدل فیزیکی بود که بتوان با استفاده از آن آزمایش‌ها را انجام داد و پارامترهای مورد نیاز را به دست آورد. مدل فیزیکی در آزمایشگاه آب دانشگاه کردستان ساخته شد، یک منبع آب فایبر گلاس به عنوان منبع ذخیره و به منظور



شکل ۱. نمای مدل فیزیکی آزمایشگاهی مورد استفاده در تحقیق

معرفی نوارهای آبیاری و جمع‌آوری نمونه‌های مورد نیاز
در ابتدا مطالعات جامعی جهت تهیه لیست تولیدکنندگان داخل و نمایندگی‌های شرکت‌های خارجی تولیدکننده نوارهای آبیاری قطره‌ای به عمل آمد. با بیشتر این شرکت‌ها و نمایندگی‌ها ارتباط برقرار شد تا از فعال بودن و تولید یا موجودی آنها اطمینان حاصل شود. در نهایت، ۱۰ نوع نوار آبیاری جمع‌آوری شد، که ترکیبی از دو نوع نوار آبیاری درزدار (شکل ۲) و پلاک‌دار (شکل ۳) بودند. با توجه به عدم ذکر نام کارخانه سازنده و نمایندگی فروش در ایران، نوارهای آبیاری تهیه شده کدگذاری گردیدند. مشخصات کامل این نوارها در جدول (۱) ارائه شده است.

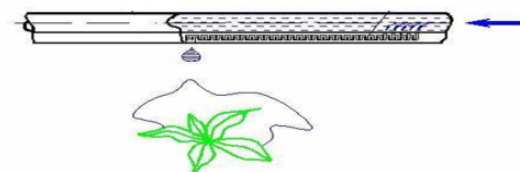
روش انجام عملیات آزمایشگاهی

عملیات آزمایشگاهی مربوط به این تحقیق شامل اندازه‌گیری پارامترهای مربوط به کیفیت تولید و یکنواختی پخش نوارهای آبیاری می‌باشد. مطابق استاندارد (۱) لازم است آب

تأمین فشارهای مورد نیاز از یک دستگاه الکتروپمپ افقی خشک استفاده گردید. شبکه لوله‌ها، شامل لوله‌های انتقال، رابط، فرعی و کنارگذر بود. هر انشعاب شامل یک شیر فلکه برنزی و یک بست ابتدایی نوار تیپ همراه با نوار تیپ موردنظر بود. طول هر کدام از نوارهای آبیاری هر انشعاب در محدوده ۱۰۰ الی ۱۲۰ سانتی‌متر و انتهای آنها بست انتهایی تیپ نصب می‌شد. با توجه به ارتفاع لوله رابط از سطح زمین، یک دستگاه چهار پایه فلزی به طول ۶ متر، عرض ۱۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع متناسب با لوله رابط جهت تکیه‌گاه نوارهای آبیاری استفاده شد. جهت تأمین آب با درجه حرارت‌های ۲۳، ۳۳ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد از دستگاه ترموستات و المنت در دامنه ± 1 درجه سانتی‌گراد استفاده شد. دمای آب منبع با دماسنج الکلی و دماسنج ترموستات دیجیتالی اندازه‌گیری و بسته به مراحل آزمایش تنظیم می‌شد. جهت تأمین آب با درجه حرارت ۱۳ درجه سانتی‌گراد از قالب‌های یخ استفاده گردید (شکل ۱).



شکل ۳. نوار آبیاری پلاک‌دار



شکل ۲. نوار آبیاری درزدار

جدول ۱. مشخصات نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد استفاده در تحقیق

نوار آبیاری	نوع نوار آبیاری	دبی اسمی (hr/L)	فاصله قطره‌چکان (Cm)	ضخامت نوار (میکرون)	ساخت	فشار اسمی (بار)
ID	پلاک دار	۳	۲۰	۲۰۰	ایران	۱
I	پلاک دار	۱/۶	۲۰	۸۰۰	کانادا	۱
T1	درزدار	۱/۷	۲۰	۲۰۰	ایران	۰/۶
T2	درزدار	۱/۵	۳۰	۲۰۰	ایران	۰/۶
T3	درزدار	۱/۴	۲۰	۲۰۰	ایران	۰/۶
T4	درزدار	۰/۸۶	۱۰	۲۰۰	ایران	۰/۶
B	پلاک دار	۲/۶	۲۰	۱۵۰	ایتالیا	۱
S	پلاک دار	۱/۶	۳۰	۸۰۰	ایران	۱
P	درزدار	۳	۱۰	۲۰۰	ایران	۱
YD	درزدار	۲/۱	۲۰	۱۷۵	ایران	۱

۲۵ نمونه آزمایش از هر نوع نوار آبیاری روی مدل نصب گردید. جهت انجام آزمایش، آماده‌سازی نمونه‌ها ضروری می‌باشد. به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، سعی شد نمونه‌ها حداقل به مدت زمان ۰/۵ ساعت در محدوده فشار صفر تا ۱/۲ برابر فشار حداکثر، کار کنند تا هر گونه تغییرات احتمالی در ساختمان واحدهای قطره‌چکان‌دار روی دهد و شرایط پایداری ایجاد شود. سپس میزان جریان نوارهای آبیاری هنگامی که فشار آب در ورودی واحدهای قطره‌چکان‌دار معادل فشار اسمی آزمون باشد به روش حجمی اندازه‌گیری می‌شد. نوارها حداقل به مدت ۱۵ دقیقه در فشار اسمی آزمون کار می‌کردند سپس حجم آب جمع‌آوری شده توسط ظروف مدرج در مدت حداقل ۵ دقیقه، اندازه‌گیری و دبی قطره‌چکان‌ها به‌دست می‌آمد. سعی شد واحد قطره‌چکان‌داری که در وسط نمونه آزمایش بود، مورد آزمون قرار گیرد. در زیر روش محاسبه هر یک از معیارهای کیفی ارائه شده است.

مورد استفاده در آزمایشات از میان صافی با منافذ اسمی ۷۵ تا ۱۰۰ میکرومتر (یا مطابق توصیه کارخانه سازنده) عبور نماید تا میزان بار معلق آن از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر تجاوز ننماید. در این تحقیق از آب شرب تصفیه شده شهرستان سنندج استفاده گردید.

برای نیل به اهداف تحقیق پس از شناسایی و انتخاب انواع نوارها، طبق استاندارد نوارهای آبیاری باید از یک بهر محصول که حداقل دارای ۵۰۰ واحد قطره‌چکان است انتخاب می‌شد، برای اندازه‌گیری ۲۵ نمونه آزمایش به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. این حداقل تعدادی است که می‌بایستی به‌طور هم‌زمان جهت ارزیابی کیفی قطره‌چکان‌ها در آزمایش به‌کار گرفته شود. هر نمونه آزمایش حداقل شامل ۳ واحد قطره‌چکان‌دار بود. در اولین مرحله آزمایشات، برای به‌دست آوردن معیارهای کیفی، دمای آب با استفاده از ترموستات دیجیتال المنت‌دار، در دمای استاندارد 23 ± 1 درجه سانتی‌گراد تثبیت شد و به ترتیب تعداد

جدول ۲. طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها براساس Cv (برگرفته از منبع ۷)

قطره‌چکان	ضریب تغییرات ساخت	گروه
	$< 0/05$	عالی
	$0/05 - 0/07$	متوسط
قطره‌چکان‌های نقطه‌ای	$0/07 - 0/11$	مرز متوسط و ضعیف
	$0/11 - 0/15$	ضعیف
	$> 0/15$	غیر قابل قبول
	$< 0/1$	خوب
قطره‌چکان‌های خطی	$0/1 - 0/2$	متوسط
	$> 0/2$	مرز متوسط تا غیر قابل قبول

جدول ۴. توصیف عملکرد نوارها بر مبنای یکنواختی پخش

(برگرفته از منبع ۴)

یکنواختی پخش EU	طبقه‌بندی
> 90	عالی
$80-90$	خوب
$70-80$	متوسط
< 70	ضعیف

جدول ۳. طبقه‌بندی براساس قدرمطلق درصد خطای

اندازه‌گیری دبی (q_d)٪ (برگرفته از منبع ۴)

طبقه‌بندی	نسبت تفاوت دو مقدار q_d ٪
خوب	$5 \leq$
متوسط	$5 < \text{نسبت تفاوت دو مقدار} < 10$
قابل قبول	$10 < \text{نسبت تفاوت دو مقدار} < 15$
غیر قابل قبول	$\text{نسبت تفاوت دو مقدار} \leq 15$

با همان فشار و دما مقادیر دیگری را نشان می‌دهد، لذا درصد خطای اندازه‌گیری دبی (q_d) برابر است با:

$$q_d = 100 \cdot \frac{q_r - q_a}{q_r} \quad (2)$$

سپس نوارها با توجه به جدول (۳) براساس q_d طبقه‌بندی می‌شوند (۴).

یکنواختی پخش، اساسی‌ترین عامل تأثیر گذار بر بازده کاربرد آب در آبیاری قطره‌ای است برای بیان یکنواختی پخش از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود. یکنواختی پخش با استفاده از معادله پیشنهادی کلر و کارملی از رابطه (۳) به دست می‌آید:

$$EU = 100 \left(\frac{q_n}{q_a} \right) \quad (3)$$

که در آن: EU یکنواختی پخش (درصد)، q_a میانگین دبی ۲۵ نوار مورد آزمایش برحسب (لیتر در ساعت) و q_n متوسط دبی در چارک پایین نوارهای آبیاری می‌باشد. سپس با توجه به جدول (۴)، می‌توان عملکرد نوارها را بر مبنای یکنواختی پخش

در شرایط فشار یکسان دبی خروجی از نوارهای ساخت یک کارخانه که حتی تحت عنوان یک مدل تولید شده‌اند، متفاوت است این ویژگی با ضریب تغییرات ساخت (Cv) مشخص می‌شود که از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد، سپس نوارها مطابق جدول (۲)، استاندارد انجمن مهندسين کشاورزي آمريکا، طبقه‌بندی می‌گردند (۷).

$$Cv = \frac{\left[\frac{\sum (q_i - q_a)^2}{n-1} \right]^{0.5}}{q_a}, \quad i = 1, 2, \dots, 25 \quad (1)$$

که در آن: q_i دبی نوارها (یک واحد قطره‌چکان‌دار) در فشار اسمی، q_a میانگین دبی ۲۵ نوار مورد آزمایش و $n=25$ می‌باشد.

کارخانه سازنده هر نوع نوار آبیاری در کاتالوگ خود میزان دبی نوار را در یک فشار مشخص و دمای استاندارد با (q_r) معرفی می‌کند، اما اندازه‌گیری‌های واقعی (q_a) در آزمایشگاه،

جدول ۶. طبقه‌بندی نوارهای آبیاری بر اساس ضریب تغییرات ساخت در فشار اسمی و دماهای مختلف

کد نوار آبیاری	دماهای مورد آزمایش (درجه سانتی‌گراد)				طبقه‌بندی در دمای استاندارد و فشار اسمی
	۱۳	۲۳	۳۳	۴۳	
ID	۷	۹	۸	۷	خوب
I	۲۵	۱۰	۳۲	۳	متوسط
T1	۹	۶	۳	۳	خوب
T2	۱۰	۷	۴	۳	خوب
T3	۵	۱۳	۱۰	۱۱	متوسط
T4	۹	۸	۱۰	۵	خوب
B	۲	۳	۴	۳	خوب
S	۵	۲	۶	۲	خوب
P	۳	۵	۴	۱	خوب
YD	۴	۴	۵	۶	خوب

روند مشخصی را پیدا کرد، همچنین ملاحظه می‌شود در دمای استاندارد و محدوده فشار مورد آزمایش، تمامی نوارهای آبیاری در شاخص ضریب تغییرات ساخت از درجه خوب و تعداد اندکی از درجه متوسط برخوردار هستند. در فشار اسمی و دمای استاندارد، ۸ نوع نوار آبیاری ID، T1، T2، T4، B، S، P و YD از نظر ضریب تغییرات ساخت در درجه خوب و دو مدل I و T3 در درجه متوسط هستند، به‌طور خلاصه می‌توان گزارش کرد که وضعیت نوارهای مورد آزمایش از لحاظ ضریب تغییرات ساخت مطلوب ارزیابی می‌شود. صدر قائن (۵) در تحقیق خود ضریب تغییرات ساخت ۵ نوع نوار آبیاری را در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد در سه سطح فشار و دو تکرار به‌دست آورد، که ۲ نمونه در درجه خوب، ۲ نمونه دیگر در درجه متوسط و نمونه آخر آن در درجه ضعیف قرار داشت. پروینی و معروف‌پور (۲) اثرات دما و فشار بر خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده را مورد مطالعه قرار دادند و گزارش کردند به لحاظ ضریب ساخت ۲ مورد در درجه عالی، ۳ مدل متوسط، ۲ قطره‌چکان در درجه مرز متوسط و ضعیف و در نهایت ۲ مورد غیرقابل استفاده بودند.

توصیف کرد (۴).

ضریب یکنواختی کریستیان‌سن با توجه به تغییرات دبی نوارها از رابطه زیر به‌دست می‌آید (۷).

$$UC = 100 \left(1 - \frac{|q_i - q_a|}{nq_a} \right) \quad (4)$$

در این تحقیق برای به‌دست آوردن ضریب تغییرات دبی در انواع نوارها از رابطه زیر استفاده شد:

$$q_{var} = \left(\frac{q_{max} - q_{min}}{q_{max}} \right) \quad (5)$$

سپس با به‌دست آوردن (q_{var}) می‌توان ضریب تغییرات دبی در نوارها را به‌صورت زیر نیز طبقه‌بندی کرد (۷):

نتایج و بحث

نتایج ضریب تغییرات ساخت (Cv)

با توجه به نتایج جدول (۶) مقادیر ضریب تغییرات ساخت تمامی نوارهای آبیاری به‌جز نوار آبیاری I در دماهای مختلف و فشار اسمی در محدوده خوب تا متوسط قرار گرفتند. همچنین در نوار آبیاری I در دماهای ۱۳ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد، در فشار اسمی مقدار Cv غیرقابل قبول بودند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در تمامی نوارهای مورد آزمایش، فاکتور دما بر ضریب تغییرات ساخت اثر داشت، اما نمی‌توان

جدول ۷. درصد خطای اندازه‌گیری دبی q_d (%) نوارهای آبیاری مورد آزمایش

کد نوار آبیاری	درصد خطای اندازه‌گیری دبی q_d (%)	متوسط دبی اندازه‌گیری شده (L/hr)	دبی اسمی (L/hr)	طبقه‌بندی بر اساس q_d
ID	-۴	۳/۱۲	۳	خوب
I	-۰/۶۲	۱/۶۱	۱/۶	خوب
T۱	-۹	۱/۸۶	۱/۷	قابل قبول
T۲	۹	۱/۳۶	۱/۵	قابل قبول
T۳	۲۰	۱/۱۲	۱/۴	غیرقابل قبول
T۴	۵	۰/۸۱	۰/۸۶	متوسط
B	۱/۹۲	۲/۵۵	۲/۶	خوب
S	۵	۱/۵۲	۱/۶	متوسط
P	۱۱	۳/۳۳	۳	قابل قبول
YD	۵/۷	۱/۹۸	۲/۱	متوسط

کمتر از ۱۰ درصد = خوب، بین ۱۰ تا ۲۰ درصد = قابل قبول، بیشتر از ۲۰ درصد = غیرقابل قبول

نتایج درصد خطای اندازه‌گیری دبی (q_d)

با توجه به جدول (۷) ملاحظه می‌شود که بیشترین درصد خطا، در نوار آبیاری مدل T۳ و کمترین آن نیز در نوار آبیاری I است براساس درصد خطای اندازه‌گیری دبی از ۱۰ نوع نوار آبیاری مورد آزمایش، ۳ مدل در درجه خوب، ۳ مدل در درجه متوسط، ۳ مدل در درجه قابل قبول و یک مدل در درجه غیرقابل قبول قرار دارند. همچنین در ۳ مدل، دبی اندازه‌گیری شده بیشتر از دبی اسمی بوده است. براساس این معیار نیز وضعیت نوارهای آبیاری مورد آزمایش رضایت بخش می‌باشد. در تحقیق علی‌حوری (۶) از میان ۱۰ قطره‌چکان مورد آزمایش، ۵ نمونه از نظر q_d در درجه خوب، ۱ مورد قابل قبول و ۴ نمونه دیگر غیرقابل استفاده گزارش شدند. در تحقیق پروینی و معروف‌پور (۲) با آزمایش بر روی ۹ قطره‌چکان، از لحاظ درصد خطای اندازه‌گیری دبی ۳ مدل در درجه خوب، ۴ مدل در درجه متوسط و ۲ مدل در درجه غیرقابل استفاده گزارش شدند (۶).

نتایج یکنواختی پخش آب (EU)

مقادیر یکنواختی پخش آب (EU)، برای کلیه نوارهای آبیاری

در فشار و دماهای مختلف براساس معادله ۳ تعیین شده است و طبقه‌بندی نوارهای آبیاری با توجه به جدول ۴ صورت گرفته است. با توجه به جدول ۸ میزان یکنواختی پخش آب، در مورد همه نوارهای آبیاری در دمای استاندارد در درجه عالی و در نوار آبیاری T۳ در درجه خوب قرار دارد و در سایر دماهای دیگر نیز شرایط به همین وضعیت می‌باشد، لذا عملکرد هیدرولیکی تمامی نوارهای مورد آزمایش براساس شاخص یکنواختی پخش مطلوب ارزیابی می‌شود. پروینی و معروف‌پور نیز در تحقیق خود مقدار یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها را که طبق شرایط استاندارد در آزمایشگاه بررسی کرده بودند، گزارش کردند که، ۴ مورد در درجه عالی، ۳ مورد خوب و ۲ مدل در درجه ضعیف بودند (۲).

نتایج ضریب یکنواختی کریستیان سن (UC)

براساس مطالعات، قطره‌چکان‌هایی که از UC بیش از ۷۰ درصد برخوردار باشند، تغییرات دبی آنها از توزیع نرمال پیروی می‌کند. به عبارتی در چنین شرایطی تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها تقریباً با یکدیگر قرینه می‌باشند. این امر نیز تأثیر زیادی در

جدول ۸. میزان یکنواختی پخش آب (EU) نوارهای آبیاری در فشار اسمی و دماهای مختلف

کد نوار آبیاری	دماهای مورد آزمایش (درجه سانتی گراد)				طبقه بندی در دمای استاندارد و فشار اسمی
	۴۳	۳۳	۲۳	۱۳	
ID	۹۰/۵۶	۹۲/۰۳	۸۹/۷۴	۹۰/۸۷	عالی
I	۸۵/۱۷	۹۵/۵۳	۹۱/۳۸	۹۶/۴۴	عالی
T1	۸۵/۰	۹۰/۶۳	۹۰/۰	۹۲/۱	عالی
T2	۸۵/۳	۹۲/۱۵	۹۰/۰	۹۳/۰	عالی
T3	۹۱/۶۰	۸۳/۰۳	۸۲/۲۰	۹۱/۳	خوب
T4	۹۲/۰	۹۰/۹۴	۸۵/۲	۹۳/۰	عالی
B	۹۶/۳۲	۹۵/۴۶	۹۴/۹۴	۹۵/۰	عالی
S	۹۵/۷۱	۹۶/۷۲	۹۶/۸۴	۹۴/۲۲	عالی
P	۸۹/۶۲	۹۴/۶۱	۹۴/۷۲	۹۳/۸۷	عالی
YD	۹۳/۲۱	۹۳/۳۵	۹۲/۱۹	۹۱/۵۸	عالی

جدول ۹. میزان یکنواختی کریستیان سن (UC) نوارهای آبیاری در فشار اسمی و دماهای مختلف

کد نوار آبیاری	دماهای مورد آزمایش (درجه سانتی گراد)				طبقه بندی در دمای استاندارد و فشار اسمی
	۴۳	۳۳	۲۳	۱۳	
ID	۹۴/۹۵	۹۴/۲۰	۹۴/۰۱	۹۴/۲۶	عالی
I	۸۷/۶۹	۹۶/۲۸	۶۹/۶۷	۹۷/۸۱	عالی
T1	۹۲/۰	۹۳/۰	۹۸/۰	۹۵/۰	عالی
T2	۹۱/۰	۹۴/۵۸	۹۶/۱۲	۹۵/۰	عالی
T3	۹۵/۰	۹۰/۳۲	۹۳/۰	۹۱/۰	عالی
T4	۹۱/۰	۹۴/۲۷	۹۳/۰	۹۵/۰	عالی
B	۹۷/۶۰	۹۷/۵۲	۹۶/۸۰	۹۷/۳۰	عالی
S	۹۶/۹۳	۹۷/۹۲	۹۳/۸۸	۹۸/۰۳	عالی
P	۹۷/۴۸	۹۶/۷۹	۹۷/۴۲	۹۸/۶۹	عالی
YD	۹۶/۲۲	۹۶/۰۶	۹۵/۸۹	۹۵/۰۶	عالی

حوری نیز در تحقیق خود مقدار UC را در دماهای مختلف ۲۵،۴۵ و ۶۵ درجه سانتی گراد، برای تمامی قطره چکان های مورد آزمایش، بیشتر از ۷۰ درصد گزارش کرد (۶).

نتایج ضریب تغییرات دبی (q_{var})

نتایج به دست آمده از جدول (۱۰) بیانگر آن است که، میزان

افزایش یکنواختی پخش آب کاربردی خواهد داشت (۷).
براساس جدول (۹) در همه نوارهای آبیاری مطالعه شده در تمامی دماها مقدار ضریب یکنواختی بیش از ۷۰ درصد می باشد. پروینی و معروف پور نیز در تحقیق خود گزارش کردند همگی قطره چکان ها جز دو مدل دارای مقدار ضریب یکنواختی کریستیان سن بیش از ۷۰ درصد بودند (۲). علی

جدول ۱۰. ضریب تغییرات دبی، q_{var} (%) نوارهای آبیاری در فشار اسمی و دماهای مختلف

کد نوار آبیاری	دماهای مورد آزمایش (درجه سانتی گراد)				طبقه بندی در دمای استاندارد و فشار اسمی
	۱۳	۲۳	۳۳	۴۳	
ID	۳۱/۰	۱۳/۰	۳۴/۰	۳۰/۰	قابل قبول
I	۶۹/۰	۳۶/۰	۰/۰	۱۸/۰	غیرقابل قبول
T۱	۴۰/۰	۴۶/۰	۳۰/۰	۲۰/۰	غیرقابل قبول
T۲	۴۰/۰	۲۲/۰	۱۰/۰	۱۵/۰	غیرقابل قبول
T۳	۲۰/۰	۴۳/۰	۴۰/۰	۴۰/۰	غیرقابل قبول
T۴	۳۰/۰	۳۱/۰	۲۰/۰	۱۰/۰	غیرقابل قبول
B	۹/۰	۶/۰	۲۲/۰	۱۵/۰	خوب
S	۲۲/۰	۱۰/۰	۹/۰	۹/۰	خوب
P	۱۳/۰	۱۲/۰	۶/۰	۸/۰	قابل قبول
YD	۱۸/۰	۱۴/۰	۱۹/۰	۳/۰	قابل قبول

در سه مدل قابل قبول و در بقیه قطره‌چکان‌ها غیرقابل قبول بود. در تحقیق علی حوری ضریب تغییرات دبی به دست آمده بیانگر آن است که در کلیه قطره‌چکان‌های مورد آزمایش، جز در دو نمونه غیرقابل قبول بودند (۶).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق به بررسی کیفیت تولید نوارهای آبیاری و اثر دماهای مختلف بر روی آنها پرداخته شده است. تمامی نوارها از نظر کیفیت به وسیله معیارهای ضریب تغییرات ساخت (Cv)، درصد خطای اندازه‌گیری (q_d)، ضریب یکنواختی پخش آب (EU)، ضریب کریستیان‌سن (UC) و ضریب تغییرات دبی (q_{var}) ارزیابی گردیدند. براساس تمامی شاخص‌های کیفیت تولید و یکنواختی پخش، نوار B در تمامی معیارها از بالاترین درجه برخوردار بوده و رتبه اول را به خود اختصاص داد. نوارهای S و YD در اولویت دوم و نوار P در اولویت سوم ارزیابی‌ها قرار می‌گیرد.

ضریب تغییرات دبی نوارهای آبیاری در فشار اسمی و دماهای مختلف در محدوده صفر تا ۷۰ درصد می‌باشد. تغییرات دبی برای دما و فشار استاندارد در نوارهای آبیاری مدل B و S در درجه خوب، در نوارهای آبیاری نوع P، ID و YD قابل قبول و در مابقی نوارهای آبیاری غیرقابل قبول است. همچنین تغییرات دما روی میزان تغییرات دبی نوارها مؤثر بوده اما نمی‌توان روند مشخصی را ارائه نمود. اگر در زمان طراحی، فاصله بین واحدهای قطره‌چکان‌دار کم باشد به دلیل هم‌پوشانی قطره‌چکان‌ها، حساسیت به تغییرات دبی کاهش می‌یابد ولی در فواصل زیاد، ضریب تغییرات دبی بالای نوارها، عملکرد هیدرولیکی سیستم را به طور مؤثر کاهش می‌دهد. به هر حال وضعیت نوارهای مورد مطالعه از لحاظ ضریب تغییرات دبی مطلوب ارزیابی نمی‌شود. پروینی و معروف‌پور در تحقیق خود میزان تغییرات دبی در قطره‌چکان‌ها را در محدوده ۱۶/۲۱ تا ۸۴/۴۸ درصد برآورد کردند (۲). بر این اساس میزان ضریب تغییرات دبی در ۹ قطره‌چکان تنظیم کننده فشار مورد مطالعه،

منابع مورد استفاده

۱. استاندارد ۶۷۷۵ جمهوری اسلامی ایران ۱۳۸۵. ماشین‌های کشاورزی - تجهیزات آبیاری - قطره‌چکان‌ها و لوله‌های قطره‌چکان‌دار ویژگی و روش‌های آزمون، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۲. پروین م.، و ع. معروف پور. ۱۳۹۲. بررسی ضریب تغییرات ساخت و یکنواختی ریزش قطره چکان‌های تنظیم کننده فشار رایج در کشور. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۲(۷): ۲۴۲-۲۳۱.
۳. شجاعیان، ف. ۱۳۸۷. تأثیر انواع مختلف گسیلنده‌ها و تزریق کننده کود بر یکنواختی پخش آب و کود در آبیاری قطره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
۴. زهتابیان، غ. ۱۳۷۳. راهنمای عملی آبیاری (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.
۵. صدرقائن، ح. ۱۳۷۶. ارزیابی مشخصه‌های هیدرولیکی خروجی‌ها، لوله و اتصالات مورد استفاده در آبیاری قطره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۶. علی حوری، م. ۱۳۷۸. عملکرد و خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره‌چکان‌ها در فشارها و دماهای مختلف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
۷. علیزاده، ا. ۱۳۸۸. آبیاری قطره‌ای (اصول و عملیات). ویرایش دوم، انتشارات آستان قدس رضوی.
۸. محسنی موحد، اه.، م. اکبری و پ. صالحی مقدم. ۱۳۹۲. یک مدل ریاضی جدید برای طراحی بهینه آبیاری نواری بر مبنای تحلیل حساسیت ضریب وزنی شاخصها. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. شماره ۶۶.
۹. معروف پور، ع. و م. پروینی. ۱۳۹۲. بررسی ضریب تغییرات ساخت و یکنواختی ریزش قطره‌چکان‌های تنظیم کننده فشار رایج در کشور. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۲(۷): ۲۴۲-۲۳۱.
۱۰. نصرالهی، ع. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر دما بر دبی چند نوع قطره‌چکان موجود در بازار ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
11. Duran-Ros, M., J. puig-Bargues, G. Arbat, J. Barragan, F. Ramirez. 2009. Effect of filter, emitter and location on clogging when using effluents. *Agricultural water Manage.* 9(6): 67-79.
12. Ko, J., G. Piccinni, T. Marek and T. Howell. 2009. Determination of growth stage-specific crop coefficients (Kc) of cotton and wheat, *Agricultural Water Manage.* 96: 1691-1697.
13. Leap. J. 2003. Make the Most of Water Resources with Careful Irrigation Practices. The cultivar. The Center for Agroecology & Sustainable Food Systems. 21(1): 1-4.
14. Mawgoud, A. S. A., M. A. Gameh, S. H. Elaziz and M. M. El-Sayed. 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.
15. Majnooni-Heris, A., A. A. Sadraddini, A. H. Nazemi, M. R. Shakiba, M. R. Neyshaburi and I. H. Tuzel. 2012. Determination of single and dual crop coefficients and ratio of transpiration to evapotranspiration for canola. *Ann. Biol. Res.* 3(4):1885-1894.

Evaluation of Hydraulic Characteristics of Several Types of Drip Irrigation Tapes

F. Gavazi and E. Maroufpoor^{1*}

(Received: Nov. 9-2014 ; Accepted: Aug. 22-2016)

Abstract

The main purpose of this study is investigation of hydraulic properties in drip irrigation tape. In this study, 10 types of drip irrigation tape were tested, and the effect of 4 temperatures of water, 13, 23, 33 and 43 °C, was investigated according to the standard ISO 9261 and ISO IRISI. Initially all experiments were performed in standard temperature (23°C) in order to obtain qualitative evaluation indexes of tapes. The results obtained were as follows: According to the Cv, 8 models of tapes were ranked as good and 2 models as medium. According to the difference between the actual and nominal flow rates, 3 models were ranked as good, 3 models as medium, 3 models were acceptable and 2 models were unacceptable. According to the EU, 9 models were ranked as excellent and T3 was ranked as good. According to the UC, UC of all models was more than 70% and their flow rate variation follows normal distribution. According to q_{var} , flow rate changes in 3 models were acceptable, 2 models were ranked as good and 5 models were unacceptable.

Keywords: Emission uniformity, flow rate coefficient of variation, manufacturing coefficient of variation, quality index.

1. Dept. of Water Sci. and Eng., Faculty of Agric., Univ. of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

*: Corresponding Author, Email: isamarofpoor@yahoo.com