

بررسی تاثیر آب شور بر گرفتگی برخی قطره‌چکان های مورد استفاده در ایران¹

مسعود فرزام نیا¹، سیدابوالقاسم حقایقی مقدم²

1- مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

2- مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

تاریخ پذیرش: 88/12/11

تاریخ دریافت: 86/9/6

چکیده

گرفتگی قطره چکانها یک مشکل جدی است که می تواند افزایش هزینه نگهداری و مقدار آب مصرفی، کاهش یکنواختی توزیع آب و عدم اعتماد کاربران را در پی داشته باشد. از طرفی حجم زیادی از منابع آب زیرزمینی مناطق مختلف کشور از جمله استان کرمان شور و لب شور است و در سالهای اخیر بدلیل برداشت های بیش از حد مجاز، افت کیفی آبهای زیرزمینی در حال افزایش می باشد. به منظور ارزیابی تأثیر آب شور بر گرفتگی قطره‌چکانهای داخل خط، میکروفلاپر، توربو، روی خط و نوار تیپ، آزمایشی در 5 خط 20 متری که هر خط شامل 50 قطره‌چکان بود در زمینی به ابعاد 8×25 متر و با شوری آب 8 dS/m اجرا گردید. محل انجام آزمایش روستای کاظم آباد چترود استان کرمان و زمان آن سالهای 81-1380 بود. در طول آزمایش پارامترهای متوسط دبی قطره‌چکانها، یکنواختی پخش² (EU)، ضریب یکنواختی کریستیانسن³ (CU) و ضریب تغییرات قطره‌چکان⁴ (CV) به تعداد 15 بار محاسبه گردید. نتایج نشان داد که پس از آخرین اندازه‌گیری، قطره‌چکانهای داخل خط و میکروفلاپر 2 درصد، روی خط 10 درصد، توربو 18 درصد و چکاننده‌های نوار تیپ 68 درصد دچار گرفتگی کامل ناشی از رسوبات املاح مختلف شدند. گرفتگی قطره‌چکانها و پراکندگی آبدهی آنها از مقدار متوسط، باعث کاهش متوسط آبدهی قطره‌چکانها، یکنواختی پخش و ضریب یکنواختی کریستیانسن و افزایش ضریب تغییرات قطره‌چکان گردید. قطره‌چکانهای روی خط، توربو و نوارهای تیپ به دلیل گرفتگی زیاد در حالت استفاده از آب شور قابل توصیه برای کاربرد در این شرایط نیستند ولی با مدیریت صحیح میتوان از قطره‌چکانهای میکروفلاپر و داخل خط در شرایط آب شور استفاده کرد.

کلید واژه‌ها: قطره‌چکان، آب شور، گرفتگی، یکنواختی پخش

مقدمه

پارامترهای کیفی آب است. شوری ممکن است در گرفتگی قطره‌چکانها دخالتی نداشته باشد مگر اینکه یونهای محلول با یکدیگر وارد واکنشهای شیمیایی شده و مواد غیر محلول ایجاد نمایند. کربنات کلسیم یکی از املاح رایج در آبهای کربناته و بی کربناته مناطق خشک و نیمه خشک است که می تواند ایجاد رسوب کند. در شرایط استفاده از آب شور گرفتگی قطره‌چکانها می تواند بر روی میزان آب کاربردی،

در آبیاری قطره‌ای آب به مقدار کم ولی دفعات زیاد توسط قطره‌چکانها به گیاه داده می شود. بنابراین استفاده از روش فوق به هنگام استفاده از آبهای شور بر روشهای بارانی و سطحی ارجحیت دارد. از مزایای دیگر این روش افزایش نسبی عملکرد، کاهش آب مصرفی و توزیع بهتر آب و مواد غذایی می باشد (13). شوری یکی از مهمترین

1- برگرفته از طرح تحقیقاتی: تعیین بهترین نوع خروجیها در مقابل گرفتگی در سیستم آبیاری موضعی

2- Emission uniformity

3- Christiansen coefficient of uniformity

4- Manufacturer's coefficient of variation of emitters

و 5 لوله فرعی 40 متری که قطره چکانهای مسدود با آرایشهای مختلف روی آنها نصب شده بودند بر روی شیبهای صفر، 3 و 7 درصد قرار گرفتند و پارامترهای افت بار، تغییرات فشار در طول لوله‌ها و ضریب یکنواختی در طول آزمایش اندازه‌گیری شدند. این مطالعه نشان داد شیب لوله‌های فرعی عامل اصلی تغییرات فشار در طول این لوله‌ها بود ولی تأثیر آن بر یکنواختی ناچیز بود. همچنین معلوم شد تعداد و محل قرار گرفتن قطره چکان‌هایی که گرفتگی آنها جزئی بود، عوامل تأثیرگذار بر ضریب یکنواختی بودند و این موضوع هنگامی که چکانده‌های مذکور در یک سوم اول لوله قرار داشتند حادث‌تر بود. کیکرو و همکاران (8) آزمایشهایی برای تخمین اثرات پساب تصفیه شده بر روی گرفتگی و ضریب یکنواختی 6 نمونه قطره چکان انجام دادند. بدین منظور پساب کلرزی شده را بین دو خط لوله که یکی شامل فیلتر شنی به همراه فیلتر دیسکی (مش 120) و دیگری شامل فقط یک فیلتر دیسکی بود، تقسیم کردند. هر خط، 6 لوله فرعی با قطره چکان‌های مختلف داشت. فیلترهای دیسکی قادر نبودند از گرفتگی قطره چکان‌ها و کاهش شدید یکنواختی جلوگیری کنند. فیلترهای شنی همراه با فیلتر دیسکی کیفیت آب را بهبود بخشید و باعث افزایش یکنواختی توزیع و کاهش گرفتگی قطره چکان‌ها شدند. میرلطیفی و همکاران (4)، 12 طرح آبیاری قطره‌ای در مناطق رفسنجان و چهارم را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد در تمام طرحهای منطقه رفسنجان خطر گرفتگی خروجی‌ها نسبت به عامل اسیدیته به مقدار زیاد و نسبت به مقدار کل املاح محلول در آب کم تا متوسط است. در منطقه چهارم خطر گرفتگی نسبت به این دو عامل عمدتاً متوسط ارزیابی شد. با توجه به استفاده از منابع آب زیرزمینی در تمامی طرحها، خطر گرفتگی نسبت به عوامل آهن و منگنز در هر دو منطقه کم ارزیابی گردید. نتیجه محاسبه LSI

یکنواختی توزیع آب، هزینه نگهداری و از بین بردن اعتماد کشاورز تأثیر زیادی بگذارد. اگر چه با بکار بردن صافی‌های مناسب اضافی و استفاده از مواد شیمیایی می‌توان براین مشکل غلبه کرد، اما بکارگیری این روش‌ها موجب گرانی سیستم می‌شود و احتیاج به مدیریت خوب و علمی دارد (6 و 12). تاکنون تحقیقات بسیار زیادی در زمینه علل گرفتگی قطره چکان‌ها صورت گرفته است. نتیجه این تحقیقات نشان می‌دهد عوامل مهم ایجادکننده گرفتگی را می‌توان به سه گروه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تقسیم کرد. عوامل فیزیکی عبارت از مواد غیرآلی (شن، سیلت و رس) و مواد آلی (فیتوپلانکتونها، زئوپلانکتونها، باکتریها) و ضایعات پلاستیک میباشند. عوامل شیمیایی عبارت از آلکانهای معدنی شامل فلزات سنگین، کاتیونها، آمیونها و کودهای شیمیایی هستند. عوامل بیولوژیک شامل جلبکها، باکتریهای رشته‌ای و چسبناک، بیوفعالهای آهن و منگنز می‌باشند (11).

اگرچه سامانه‌های آبیاری قطره‌ای منتج از تجربه کاری دراز مدت‌اند و به سطح بالایی از تکنولوژی رسیده‌اند، این سامانه‌ها اغلب قادر به ارائه فواید اسمی خود نیستند. گرفتگی قطره چکان‌ها از مسائل مهم در ارتباط با نگهداری این سامانه‌ها می‌باشد. در حقیقت گرفتگی کامل یا جزئی، یکنواختی پخش، متوسط دبی خروجی قطره چکان‌ها و در نهایت راندمان آبیاری را کاهش، حجم آب مورد نیاز رشد گیاهان را افزایش و در نتیجه باعث هدر رفتن هزینه‌های آب و انرژی، شسته شدن کود و نیاز به زهکشی می‌شود (7). بنابراین شناسایی عوامل تأثیرگذار بر گرفتگی قطره چکان‌ها و بالعکس و ارائه راهکارهای مناسب برای مقابله با آن و یا معرفی قطره چکان‌های مناسب، امری اجتناب‌ناپذیر است.

طی یک بررسی توسط قائمی و چینگ (9) برای تعیین تأثیر قطره چکان‌های مسدود بر پارامترهای هیدرولیکی آبیاری میکرو، 5 لوله فرعی 20 متری

مواد و روشها

به منظور بررسی تأثیر آب شور بر گرفتگی 4 نوع قطره چکان ساخت داخل و یک نوع قطره چکان ساخت خارج (جدول 1) آزمایشی در کاظم آباد چترود استان کرمان به مدت 9 ماه بین سالهای 1380 تا 1381 اجرا گردید. در این آزمایش برای هر نوع قطره چکان از یک خط لوله پلی اتیلن به قطر 16 میلی متر و به طول 20 متر استفاده شد. هر خط لوله شامل 50 عدد قطره چکان به فاصله 40 سانتی متر از همدیگر بود. در ردیفی که شامل نوار آبیاری تیپ بود، با توجه به ساختار این نوارها فاصله چکاندها 30 سانتی متر بوده است. هر ردیف مجهز به شیرفلکه و فشارسنج برای کنترل فشار آب بود و قبل از ورود آب به مجموعه لوله ها، از یک فیلتر شنی 16 اینچ و یک فیلتر دیسکی 2 اینچ (مش 130) استفاده گردید. جدول 2 تجزیه کیفی آب مورد استفاده در طرح را نشان می دهد. بر اساس طبقه بندی ویل کوکس آب مورد استفاده در کلاس C4-S4 یعنی آب با درجه شوری و سدیمی خیلی زیاد قرار می گیرد.

برای بررسی امکان رسوب کربنات کلسیم و منیزیم با استفاده از جدول 2، شاخص اشباع لانتزلیر (LSI) محاسبه شد (3). عبارت است از اختلاف بین اسیدیته آب آبیاری (pH_m) و اسیدیته محاسبه شده (pH_c) یعنی:

$$LSI = pH_m - pH_c \quad (1)$$

اگر LSI مثبت باشد نشان دهنده این است که در آب پتانسیل رسوب کربنات کلسیم وجود دارد.

$$pH_c = p(Ca + Mg + Na + K) + \quad (2)$$

$$p(Ca + Mg) + p(CO_3 + HCO_3)$$

که در آن:

$$p(Ca + Mg + Na + K) = \text{نمایه کاتیونهای}$$

آب است و بستگی به مجموع غلظت کاتیونهای

موجود در آب دارد و مقدار آن با توجه به مجموع

کاتیونهای موجود آب به دست می آید.

(شاخص اشباع لانتزلیر)¹ و K_{sp} (ثابت حاصلضرب حلالیت)² نشان داد که ترکیبات شیمیایی کربنات کلسیم و سولفات کلسیم در تمامی طرحهای ارزیابی شده در دو منطقه رفسنجان و جهرم عامل مهم ایجاد رسوب شیمیایی در قطره چکانها است. احمد و ولف (5) یک واحد آبیاری قطره ای در مقیاس کوچک ایجاد نموده و قطره چکانهای مختلف را مورد آزمایش قرار دادند. آنها ملاحظه کردند که قطره چکانهای دارای مجرای بزرگتر کمتر دچار گرفتگی می شوند.

سولومون (14) مطالعاتی بر روی یکنواختی عمومی آبیاری قطره ای انجام داد. در این مطالعات یک مدل شبیه سازی برای مطالعه یکنواختی آبیاری قطره ای تهیه شد. در این مدل کلیه عوامل شناخته شده که روی دبی قطره چکانها مؤثرند، بکار برده شد. نتایج نشان داد که میزان گرفتگی قطره چکانها، تعداد قطره چکانها در شبکه آبیاری و اختلاف در ساخت آنها جزو مهمترین عوامل مؤثر در یکنواختی آبدی قطره چکانها می باشند.

با توجه به تحقیقات مختلف پژوهشگران، در سامانه های آبیاری قطره ای، پارامترهای یکنواختی پخش، ضریب یکنواختی و متوسط دبی خروجی قطره چکانها بطور محسوسی تحت تأثیر گرفتگی قطره چکانها قرار می گیرند. بنابراین بررسی روند تغییرات آنها در قطره چکان های مختلف می تواند مقاومت یا حساسیت قطره چکانها را به گرفتگی مشخص کند.

در این بررسی سعی شده است با توجه به شرایط آبهای مناطق مختلف استان کرمان که هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی دچار مشکل هستند، قطره چکان مناسب از نظر مقاومت به گرفتگی مشخص گردد.

1- Langelier saturation index
2- Solubility product constant

جدول 1- مشخصات قطره چکانهای آزمایش

نوع قطره چکان	ساخت	محدوده فشار (متر)	محدوده دبی (لیتر در ساعت)
داخل خط IEM کد W ₁₆₄	ایران	10-20	4-7
روی خط، D-1	ایران	8-15	3-5
روی خط، Turbo	ایران	10-20	4-7
نوار تیپ	ایران	3-15	0/8-1/2
میکروفلاپر، Mf- 8	امریکا	10-33	7/2-8

جدول 2- خصوصیات کیفی آب مورد استفاده در طرح

pH	EC (dS/m)	TDS (ppm)	آنیونها (meq/lit)						کاتیونها (meq/lit)				SAR
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	
7/1	8	5120	-	5/2	57/2	41	21/4	13/4	-	69	0/078	0/014	16/5

توضیح: واحد مورد استفاده برای Fe و Mn میلی گرم بر کیلوگرم می باشد.

جدول 3- امکان رسوب کربنات کلسیم و سولفات کلسیم آب مورد استفاده در طرح

امکان رسوب	[Ca ²⁺][SO ₄ ²⁻] (mol ² /l ²)x10 ⁵	Ca ²⁺ (mol/l)x10 ³	SO ₄ ²⁻ (mol/l)x10 ³	LSI	pH _c	pH _m
سولفات کلسیم کربنات کلسیم	219/76	26/8	82	0/2	6/9	7/1

نمک های مختلف در یک درجه حرارت مشخص، ثابت می باشد. حال چنانچه حاصل ضرب غلظت یونهای کلسیم و سولفات اندازه گیری شده در آب آبیاری مورد استفاده (بر حسب مول بر لیتر) از مقدار K_{sp} بیشتر باشد، امکان رسوب کردن سولفات کلسیم وجود دارد. مقدار K_{sp} یا ثابت حاصل ضرب حلالیت برای کربنات کلسیم در دمای 25 درجه سانتیگراد، $(mol^2.l^{-2}) \times 10^{-5}$ می باشد. محاسبات مربوط به K_{sp} و LSI در جدول 3 نشان داده شده است.

($p(Ca + Mg)$ = نمایه کلسیم و منیزیم است و فقط بستگی به مجموع غلظت کلسیم و منیزیم آب دارد و مقدار آن با توجه به غلظت کلسیم به اضافه منیزیم به دست می آید.
 $p(CO_3 + HCO_3)$ = نمایه کربنات و بی کربنات است و مقدار آن براساس مجموع غلظت کربنات و بی کربنات موجود در آب به دست می آید.
 برای بررسی امکان ترسیب سولفات کلسیم (گچ)، از ثابت حاصل ضرب حلالیت (K_{sp}) استفاده گردید (10):
 مقدار K_{sp} که حاصل ضرب غلظت یونهای ناشی از حل شدن می باشد، ثابت حاصل ضرب حلالیت نامیده می شود و برای

جدول 4- طبقه‌بندی قطره‌چکانها براساس ضریب تغییرات ساخت (CV)

نوع قطره‌چکان	ضریب تغییرات ساخت (CV)	طبقه‌بندی
	$CV \leq 0.04$	عالی
	$0.04 < CV \leq 0.07$	متوسط
نقطه‌ای	$0.07 < CV \leq 0.11$	در مرز خوب و ضعیف
	$0.11 < CV \leq 0.15$	ضعیف
	$0.15 < CV$	معمولاً غیر قابل قبول
خطی	$CV \leq 0.1$	خوب
	$0.1 < CV \leq 0.2$	متوسط
	$0.2 < CV$	ضعیف تا
		غیر قابل قبول

1- میانگین دبی قطره‌چکانها :

$$q_{ave.} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n} \quad (3)$$

که در آن:

$$q_{ave.} = \text{متوسط دبی قطره‌چکانها (l/h)}$$

$$q_i = \text{دبی هریک از قطره‌چکانها (l/h)}$$

$$n = \text{تعداد قطره‌چکانها}$$

2- ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان (CV) :

$$CV = S/q_{ave.} \quad (4)$$

یکی از پارامترهای مؤثر در انتخاب قطره‌چکانها، ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان (CV) میباشد. عوامل مؤثر بر ضریب تغییرات ساخت عبارتند از نوع موادی که قطره‌چکان با آن ساخته می‌شود، قالبهای بکار رفته، دما و فشاری که مواد با آن قالب‌ریزی میشوند و نیز سایر عملیاتی که در ساخت قطره‌چکان در کارخانه اعمال میشود (3). طبقه‌بندی کیفی این شاخص برای انواع قطره‌چکانها در جدول 4 نشان داده شده است (2).

در اولین روز آزمایش با اندازه‌گیری آبدهی قطره‌چکانها با فشارهای مختلف در سه تکرار این نتیجه حاصل شد که متوسط دبی قطره‌چکانهای نوار تیپ، داخل خط، میکروفلاپر، توربو و روی خط به ترتیب در فشارهای (0/7، 0/8، 1، 0/8 و 1 بار) در حدود دبی اسمی آنها بودند. سپس برای تعیین روند گرفتگی قطره‌چکانها، آزمایش به صورت روزانه (هر روز 6 ساعت) و به مدت 9 ماه ادامه یافت. در طی این 9 ماه، آبدهی قطره‌چکانها در 15 نوبت (به فواصل حدود 15 تا 20 روز) اندازه‌گیری شد (جدول 5). در هر نوبت آزمایش با قرار دادن ظرف زیر قطره‌چکانها به مدت 6 دقیقه، حجم آب جمع‌آوری شده به وسیله استوانه مدرج اندازه‌گیری و داده‌ها تبدیل به لیتر در ساعت شدند (پس از پایان 6 دقیقه، لوله مربوط به وسیله 2 نفر یک مرتبه از روی ظروف برداشته می‌شد). در تمام اندازه‌گیریها از یک فشارسنج دستی که در آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه شهیدباهنر کرمان واسنجی شده بود برای کنترل فشارسنجهای دیگر استفاده گردید. در هر اندازه‌گیری پارامترهای زیر محاسبه گردیدند:

3- یکنواختی توزیع آب ربع پایین :

$$EU = \frac{q'_n}{q_{ave.}} \times 100 \quad (5)$$

که در آن :

EU = یکنواختی پخش (بر حسب درصد)

q'_n = متوسط دبی در یک چهارم قطره چکانها که پایین ترین دبی ها را دارا می باشند (l/h)

یکنواختی پخش (EU) پارامتری مؤثر بر بازده

آبیاری است و سامانه هایی که یکنواختی پخش آنها به ترتیب بیشتر از 90 و کمتر از 70 درصد باشد بازدهی آنها به ترتیب عالی و ضعیف می باشد (3).

4- ضریب یکنواختی کریستیانسن :

$$CU = 100 \left(1 - \frac{\sum |x|}{q_{ave.} \times n} \right) \quad (6)$$

که در آن :

CU = ضریب یکنواختی کریستیانسن (بر حسب درصد)

X = انحراف هر کدام از مشاهدات از مقدار متوسط (q_{ave})

ضریب یکنواختی کریستیانسن (CU) نشان دهنده میزان یکنواختی توزیع آب در مزرعه از نظر کمی می باشد. بدیهی است CU بیشتر دلیل بر توزیع یکنواخت تر آب و بهتر کار کردن سامانه می باشد. معمولاً ضریب یکنواختی بیشتر از 85 درصد نشان دهنده توزیع آب با یکنواختی خوب است (1).

نتیجه گیری

اندازه گیری پارامترهای مورد نظر به فواصل حدوداً 15 روز به غیر از فروردین ماه 1381 که سیستم پمپاژ مزرعه دچار مشکل شد، انجام گرفت و نتایج در جدول 5 نشان داده شده است (اعداد جدول، متوسط 50 عدد قطره چکان می باشد). همچنین در آخرین اندازه گیری، تعداد قطره چکان های مسدود شده از هر نمونه، شمارش و بر تعداد اولیه (50 عدد) تقسیم شد و در نتیجه درصد گرفتگی هر نمونه مشخص شد. نمودار 1 تعداد و درصد گرفتگی هر نمونه را نشان میدهد.

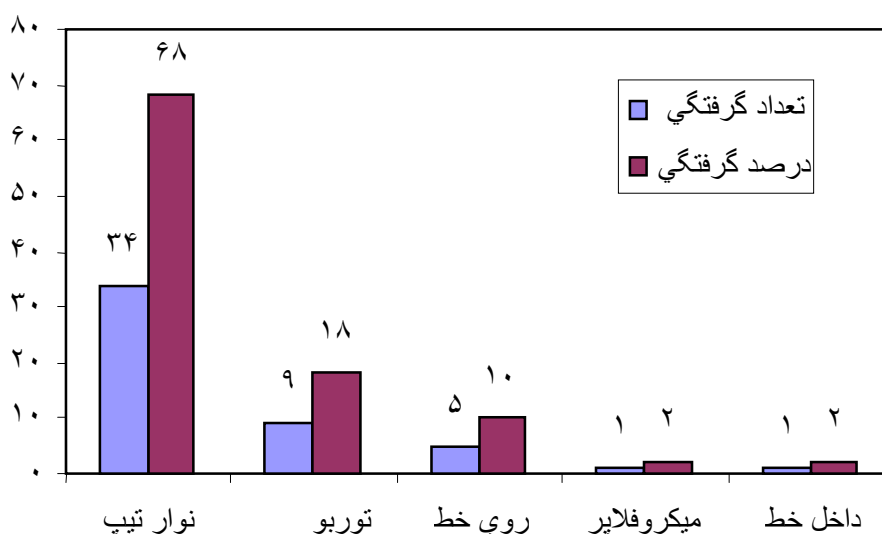
جدول 5- مقادیر پارامترهای اندازه گیری شده در تاریخهای مختلف مربوط به قطره چکانهای داخل خط (a)، میکروفلاپر (b)، روی خط D-1 (c)، روی خط توربو (d) و نوار تیپ (e).

تاریخ	قطره چکان	q_{ave} (l/h)	S (l/s)	Cv	EU (%)	CU (%)
80/12/15	a	4/18	0/188	0/045	94/4	96/7
	b	8/3	1/057	0/127	83/8	91
	c	3/44	0/349	0/101	87/4	91/7
	d	3/91	0/45	0/115	84/4	91/4
	e	1/28	0/166	0/129	82/3	89/8
80/12/27	a	4/08	0/226	0/055	93/7	96/4
	b	8/21	1/103	0/134	82/7	90/4
	c	3/3	0/496	0/15	80	88/8
	d	3/89	1/122	0/288	65/9	80/6
	e	1/17	0/23	0/197	71/1	84
81/2/1	a	3/98	0/448	0/113	90	94/9
	b	7/87	1/294	0/164	77/3	88
	c	3/02	0/844	0/28	63/3	81/6
	d	3/66	1/871	0/511	33/8	58/9
	e	0/98	0/415	0/424	35/9	64/3
81/2/18	a	3/91	0/537	0/137	88/6	94/3

ادامه جدول 5

CU (%)	EU (%)	Cv	S (l/s)	q _{ave} (l/h)	قطره چکان	تاریخ
83/4	67/2	0/262	1/982	7/56	b	
79/4	59/2	0/31	0/908	2/93	c	
46/2	13/2	0/653	2/344	3/59	d	
54/4	17/3	0/561	0/51	0/91	e	
93/7	87/4	0/153	0/585	3/83	a	81/3/5
83/6	67/3	0/266	1/992	7/49	b	
76/1	52/1	0/362	1/053	2/91	c	
45/7	13	0/651	2/383	3/66	d	
52/9	13/7	0/581	0/511	0/88	e	
93/6	87/4	0/153	0/573	3/75	a	81/3/22
83/8	67/8	0/266	1/938	7/29	b	
75/7	51/3	0/367	1/041	2/84	c	
44/3	9/2	0/675	2/398	3/55	d	
54/3	14/4	0/566	0/464	0/82	e	
93/4	87/9	0/155	0/557	3/6	a	
82/7	65/7	0/273	1/949	7/14	b	
74/9	50/4	0/369	0/849	2/3	c	81/4/5
42/1	10	0/691	2/349	3/4	d	
50/6	13/4	0/615	0/485	0/79	e	
91/6	84/4	0/166	0/557	3/36	a	
82/6	65/3	0/282	2/01	7/13	b	
74/2	48/3	0/374	0/818	2/19	c	81/4/23
41/9	13/2	0/687	2/383	3/47	d	
29/8	0	0/835	0/56	0/67	e	
88	80	0/188	0/588	3/12	a	
83/2	66/4	0/276	1/929	7	b	
68/9	40	0/431	0/745	1/73	c	81/5/8
42/5	13/6	0/675	2/273	3/37	d	
28/1	0	0/811	0/47	0/58	e	
86/8	78/2	0/198	0/597	3/02	a	
82/9	66	0/283	1/972	6/97	b	
64/6	35/5	0/463	0/599	1/29	c	81/5/26
37/6	10/4	0/737	2/293	3/11	d	
0	0	1/411	0/607	0/43	e	
83/1	73/9	0/219	0/613	2/8	a	
82/5	65/2	0/284	1/955	6/88	b	
63/9	35/4	0/485	0/527	1/09	c	81/6/11
38/6	10/5	0/721	2/35	3/26	d	
0	0	1/312	0/512	0/39	e	
83/7	73/3	0/224	0/603	2/69	a	
82/7	65/8	0/279	1/92	6/88	b	
55/6	33	0/569	0/562	0/99	c	81/6/26
39/2	10/8	0/711	2/212	3/11	d	
0	0	1/351	0/419	0/31	e	

تاریخ	قطره چکان	q_{ave} (l/h)	S (l/s)	Cv	EU (%)	CU (%)
81/7/9	a	2/55	0/603	0/236	70/6	82/5
	b	6/83	1/947	0/285	65/2	82/4
	c	0/78	0/44	0/568	34/8	55/8
	d	3	2/204	0/735	8/9	37/1
	e	0/3	0/483	1/609	0	0
81/7/25	a	2/4	0/63	0/263	66/4	80/2
	b	6/62	1/865	0/282	65/4	82/5
	c	0/59	0/358	0/603	30/3	52/2
	d	2/88	2/246	0/78	3/6	33/5
	e	0/26	0/438	1/686	0	0
81/8/11	a	2/02	0/669	0/331	58/4	73/2
	b	5/99	1/73	0/289	64/1	81/7
	c	0/49	0/33	0/668	25/6	48/3
	d	2/69	2/149	0/799	2/2	31
	e	0/18	0/35	1/946	0	0



نمودار 1- تعداد و درصد گرفتگی قطره چکانها در آخرین اندازه گیری

گرفتگی می شوند. بنابراین استفاده از این نوارها در حالت شوری آب آبیاری توصیه نمی شود. قطره چکانهای روی خط توربو و روی خط D-1، برتریب 18 و 10 درصد دچار گرفتگی شده اند و شاخصهای یکنواختی پخش و ضریب یکنواختی آنها بسیار کم بوده و قابل قبول نمی باشد که دلیل آن می تواند ساختار این نوع قطره چکانها باشد. قطره چکانهای فوق طوری طراحی شده اند که قابل شستشو می باشند ولی با توجه به اینکه در این

بحث

با توجه به نمودار 1، 68 درصد قطره چکانهای نوار آبیاری تیپ در پایان آزمایش بطور کامل دچار گرفتگی شده اند و همین امر یکنواختی پخش (EU) و ضریب یکنواختی (CU) را تحت تاثیر قرار داده و به صفر رسانده است (جدول 5) که دلیل آن می تواند قطر بسیار ریز روزنه های نوار تیپ باشد. احمد و ولف در این مورد اظهار داشته اند قطره چکانهای دارای مجرای بزرگتر کمتر دچار

هر دو قطره‌چکان برای استفاده از آب شور مناسب نمی‌باشند. درصد گرفتگی کامل در قطره‌چکانهای میکروفلاپر و قطره‌چکانهای داخل خط با هم مساوی و 2 درصد می‌باشد. برای مقایسه روند تغییرات یکنواختی‌پخش و ضریب یکنواختی در دو قطره‌چکان میکروفلاپر و داخل خط در طول آزمایش، از آزمون t دو به دو استفاده شد و با استفاده از جدول 5، مقادیر نسبی مربوط به شاخصهای مذکور در هر دو قطره‌چکان با هم مقایسه شدند (جدول 7). نتایج نشان داد بین شاخصهای یکنواختی‌پخش و ضریب یکنواختی دو قطره‌چکان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. جدول 5 نشان می‌دهد متوسط دبی قطره‌چکانهای میکروفلاپر و داخل خط در آخرین اندازه‌گیری نسبت به اولین، به ترتیب 28 و 52 درصد کاهش یافته است. بنابراین در آبهای شور قطره‌چکانهای میکروفلاپر در مقایسه با قطره‌چکانهای داخل خط عملکرد بهتری دارند.

آزمایش هدف تعقیب روند گرفتگی بوده است، قطره‌چکانهای مزبور در تمام طول آزمایش تمیز نشدند. (تمیز کردن قطره‌چکانها در سطوح بزرگ وقت‌گیر و هزینه‌بر است). لذا این دو قطره‌چکان نیز برای آبهای شور مناسب نمی‌باشند. جدول 5 نشان می‌دهد مقادیر شاخصهای ارزیابی در قطره‌چکانهای روی خط بیشتر از قطره‌چکانهای توربو می‌باشد. برای تعیین معنی‌دار بودن این اختلاف از لحاظ آماری، میانگین شاخص‌های فوق با استفاده از آزمون t دو به دو مورد مقایسه قرار گرفتند و مشخص شد اختلاف بین آنها در سطح 1 درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول 6). همچنین جدول 5 نشان می‌دهد متوسط دبی قطره‌چکانهای توربو به طور متوسط در اکثر اندازه‌گیری‌ها حدود 0/5 لیتر در ساعت بیشتر از قطره‌چکانهای روی خط D-1 می‌باشد. اگرچه این نتایج قضاوت در مورد برتری این دو قطره‌چکان نسبت به یکدیگر از نظر گرفتگی در شرایط استفاده از آب شور را مشکل می‌سازد ولی آنچه مسلم است

جدول 6- مقایسه میانگین‌های یکنواختی‌پخش (EU) و ضریب یکنواختی (CU) قطره‌چکانهای

توربو (d) و روی خط (c) با استفاده از آزمون t جفتی

شاخص	میانگین	انحراف معیار	انحراف استاندارد	t	درجه آزادی
EU _d - EU _c	-28/26	11/1839	2/8877	-9/786**	14
CU _d - CU _c	-22/74	9/6035	2/4796	-9/171**	14

** در سطح 1٪ معنی‌دار است.

جدول 7- مقایسه میانگین‌های نسبی یکنواختی‌پخش (EU)، ضریب یکنواختی (CU) و میانگین دبی

(Mean) قطره‌چکانهای داخل خط (a) و میکروفلاپر (b) با استفاده از آزمون t جفتی

شاخص	میانگین	انحراف معیار	انحراف استاندارد	t	درجه آزادی
EU _a - EU _b	0/034	0/084	0/0217	1/579 ^{n.s}	14
CU _a - CU _b	-0/007	0/057	0/0147	-0/49 ^{n.s}	14

^{n.s} معنی‌دار نیست.

شاخصهای CU و EU مربوط به دو قطره‌چکان داخل خط و میکروفلاپر اختلاف معنی‌داری با هم نداشته‌اند و برتری قطره‌چکانهای میکروفلاپر از نظر درصد کاهش متوسط دبی در آخرین آزمایش نسبت به اولین (قبلاً توضیح داده شد)، می‌تواند به دلیل شدت پخش بیشتر آب، بزرگتر بودن مجرای خروجی و خودشوینده بودن آن‌ها باشد که تا حدی قابل انتظار بود (در این آزمایش هدف بیشتر پی‌گیری گرفتگی قطره‌چکان‌ها و یکنواختی پخش آب در طول زمان نسبت به همدیگر بوده‌است). همچنین در آخرین اندازه‌گیری، CV قطره‌چکانهای داخل خط نسبت به میکروفلاپر کمتر افزایش پیدا کرده‌است و به عبارت دیگر کاهش دبی در این قطره‌چکانها تدریجی‌تر بوده‌است. بنابراین با توجه به اینکه قطره‌چکان داخل خط ساخت ایران می‌باشد و می‌تواند ارزانتر و راحتتر در اختیار مصرف‌کننده قرار گیرد، لذا استفاده از قطره‌چکان داخل خط در صورتی که ساختار و مدیریت بهره‌برداری از آن اصلاح و کنترل شود، مقرون به صرفه‌تر می‌باشد.

در این تحقیق از CV بعنوان شاخص ضریب تغییرات استفاده شد که از نظر آماری بیانگر میزان تغییرات در نمونه‌ها می‌باشد. پارامتر فوق در آخرین آزمایش در قطره‌چکانهای میکروفلاپر، داخل خط، روی خط، توربو و تیپ به ترتیب 2/28، 7/36، 6/6، 6/95 و 15 برابر مقدار اولیه خود شده‌است. استفاده از قطره‌چکانهای روی خط، توربو و تیپ در آبهای شور، پارامترهای EU و CU را که بترتیب معرف بازده آبیاری و توزیع آب از نظر کمی می‌باشند، بشدت کاهش می‌دهند و سامانه آبیاری را با مشکل مواجه می‌کنند، ولی از قطره‌چکانهای میکروفلاپر و داخل خط می‌توان در شرایط آبهای شور و با مدیریت صحیح استفاده کرد. برتری نسبی دو قطره‌چکان مذکور در مدت زمان این آزمایش بوده و در صورت ادامه آزمایش آنها هم احتمالاً دچار مشکل می‌شدند. باید توجه داشت مقایسه‌ها نسبی و برای مدت زمان این آزمایش انجام گرفته‌است. جدول 5 نشان می‌دهد در اوایل آزمایش شاخصهای EU، CU، CV مربوط به قطره‌چکانهای داخل خط برتری محسوسی نسبت به میکروفلاپر داشته‌اند. در پایان آزمایش هم

منابع

- 1- رحیم‌زادگان، ر. 1372. آبیاری بارانی، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص 280.
- 2- صحاف‌امین، ب. و فرشی، ع.ا. 1378. آبیاری قطره‌ای (اصول و مبانی طراحی شبکه آبیاری قطره‌ای)، نشر آموزش کشاورزی، ص 252.
- 3- علیزاده. 1376. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ص 450.
- 4- میرلطیفی، م.، تجربی، م. و طاهرپور، م. 1377. بررسی علل گرفتگی خروجیها در آبیاری قطره‌ای و ارتباط آن با کیفیت آب در مناطق رفسنجان و جهرم. گزارش پژوهشی نهایی طرح تحقیقاتی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

- 5- Ahmad, N. and Wolff, R.L. 1992. Construction, evaluation and preliminary field testing of a small scale drip irrigation system . Sarhad - Journal of Agriculture, 8 (6): 697-701.
- 6- Bucks, D.A., Nakayama, F. A. and Gilber, R.G. 1979. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance. Agricultural water management, 2 (2): 149-162.
- 7- Capra, A. and Scicolone, B. 1998. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. J. agric. Eng. Res. 70, 355-365.
- 8- Cicero, S., Pumo, D. and Hamdy, A. 1997. Experimental study on drip irrigation with reclaimed wastewater. Ciheam International Conference, pp: 195-211.
- 9- Ghaemi, A. and Cheieng, S.T. 1999. Emitter clogging and hydraulics in micro-irrigation lines- ASAE- CSAE- SCGR Annual International Meeting, Canada, 8 pp.
- 10- Lindsay, W. L. 1979. Chemical equilibria in soils. New York, NY: John Wiley & Sons, 449 p.
- 11- Nakayama, F.S. and Bucks, D.A. 1991. Water Quality in Drip/ Trickle irrigation: a Review. Irrig. Sci, 12 (4): 187-192.
- 12- Pathak, S.K. 1994. Clogging problem in trickle irrigation and its remedial measures. Irrigation and power Journal, Central Board of Irrigation and Power, 51 (3): 141-142.
- 13- Smajstrla, A.G. 1991. Prevention of Microirrigation Emitter clogging. South Texas Irrigation Conference, Texas Agricultural Extension Service, college Station, 132-139.
- 14- Solomon, K. H. 1985 . Global uniformity of trickle irrigation systems. Trans. Of the ASAE, 28 (4): 1151-1158.