

## ارزیابی پتانسیل گرفتگی قطره چکان ها و روشهای کنترل و جلوگیری از آن در سیستم آبیاری قطره ای

احمد عسگری، کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی ahmad\_Asgari56@yahoo.com

فرید اجلالی، دکترای آبیاری و زهکشی و هیئت علمی دانشگاه پیام نور farid.ejlali@gmail.com

فخرالدین قاسمی صاحبی\*، دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی ghassemi\_f19@yahoo.com

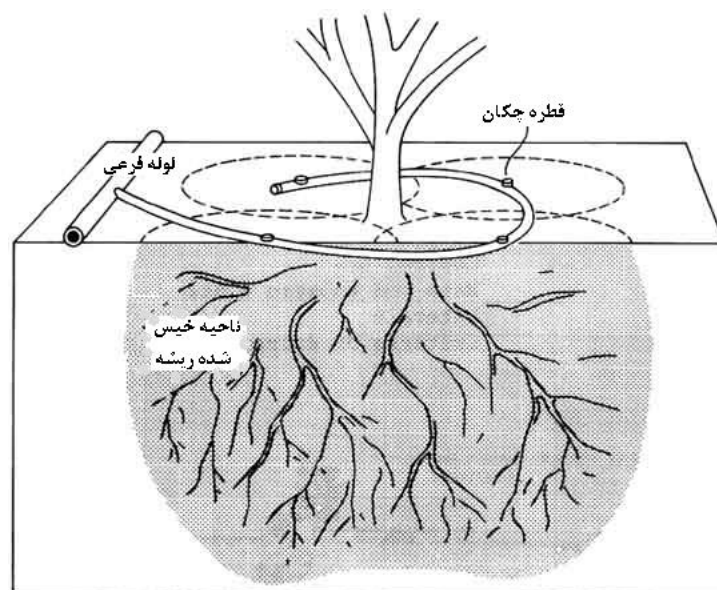
سید برومند هاشمی، کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی b\_hashemi1356@yahoo.com

### چکیده

آبیاری قطره ای، کود و دیگر مواد شیمیایی را به میزان مورد نیاز و با تناوب زیاد مستقیماً در پای ریشه گیاه مهیا می سازد. در حال حاضر، این سیستم برای انواع درختان و گیاهان ردیفی بکار رفته و با توجه به محدودیت منابع آبی از این روش آبیاری در بسیاری از مناطق استفاده گسترده ای می شود. با وجود فوائد زیاد روش آبیاری مشکل گرفتگی و انسداد قطره چکانها می تواند به طور جدی کارایی سیستم و راندمان توزیع آب را در سیستم کاهش دهد. در این تحقیق کارایی ۱۴ سیستم آبیاری قطره ای در نقاط مختلف استان های گلستان، مازندران و سمنان بررسی شد و از ۷ سیستم که دارای کارایی مناسبی بودند نمونه گیری کیفیت آب انجام گرفت. سپس با استفاده از شاخص اشباع لائزیرلر و ونیز معیارهای فنی کیفیت آب برای استفاده در سیستم آبیاری قطره ای پتانسیل آب در ایجاد رسوب کربنات کلسیم و گرفتگی قطره چکان ها و روش های کنترل و جلوگیری از آن ارائه گردید. نتایج نشان داد که کلیه سیستم ها از نظر وضع آهن، منگنز و قلیائیت درای مشکلات زیاد نبوده، اما اکثر آنها به لحاظ وضع سختی آب و نمک های محلول در وضعیت مناسبی نیستند.

کلمات کلیدی: کارایی سیستم-گرفتگی قطره چکان - شاخص اشباع لائزیرلر

آبیاری قطره ای یکی از روشهای توزیع آب در واحد های آبیاری است که در آن آب بوسیله شبکه تحت فشار تا پای گیاه منتقل می شود و در آنجا توسط قطره چکانها آب مورد نیاز گیاه تامین می شود (خیرابی، ۱۳۷۵). بنا براین در سیستم آبیاری قطره ای بر خلاف آبیاری سطحی و بارانی که همه نیم رخ خاک مرطوب می شود، تنها بخشی از خاک که در آن ریشه رشد می کند خیس می شود. شکل (۱)



شکل (۱) نیم رخ خیس شده خاک در آبیاری قطره ای

از جمله فوائد این سیستم می توان حفظ و ذخیره آب، کم فشار بودن سیستم، کاربرد مواد شیمیایی، امکان استفاده از آبهای شور و لب شور، بهبود کیفیت محصول، سازگاری با هر نوع توپوگرافی، کنترل علف های هرز و همچنین کم شدن آسیب های ناشی از حشرات و بیماریها در اقلیم های خشک و نیمه خشک و نیز بی تاثیر بودن وزش باد بر توزیع آب را برشمرد.

قطره چکانها را می توان قلب تپنده سیستم آبیاری قطره ای نامید. اهمیت و دقت و ظرافت کار آنها موجب شده است که حجم بسیار بزرگی از کارهای فنی، تحقیقاتی، اجرایی و ساخت و سرمایه گذاریهای مربوطه را این خروجی های به ظاهر کوچک به خود اختصاص دهد. قطره چکانها باید به گونه ای طراحی و ساخته شوند که فشار درون سیستم را در محل خروجی ها به صفر تنزل دهد تا در نتیجه آب بصورت قطرات همسان و به طور یکنواخت و با فواصل زمانی منظم سقوط کند و مشکل انسداد در میان نباشد و یا کم باشد و کاربرد و تعمیر و تعویض آن آسان و از نظر اقتصادی ارزان باشد و با تغییر فشار، بده آنها تغییر نکند و یا اندک تغییر نماید (خیرابی ۱۳۷۵).

از جمله عمده ترین محدودیت های این روش گرفتگی روزنه قطره چکانها است. روزنه های کوچک به سادگی توسط ذرات خاک، مواد آلی، لجن های باکتریایی، جلبک ها و رسوبات شیمیایی گرفته می شود. بطور کلی گرفتگی و انسداد

قطره چکانها در اثر عوامل فیزیکی، بیولوژیک و شیمیایی است. در زیر در مورد هر یک از عوامل گرفتگی به طور مجزا توضیح داده می شود:

### الف - عوامل فیزیکی

منشاء مشکلات انسداد فیزیکی، ذرات شن و باقیمانده مواد معلق به شمار می آیند که از روزنه قطره چکانها عبور نمی کنند. ذرات شن که غالباً از چاه پمپاژ می شوند موجب انسداد می گردند. البته آب حاوی مواد جامد معلق که ذرات رس آن به هم چسبیده نباشد را می توان برای سیستم استفاده نمود. تحقیقات نشان داده است که استفاده از آب بیش از ppm ۵۰۰ که ذرات بزرگ تر آن به خوبی تصفیه شده است موجب انسداد نمی شود. تحت شرایطی ذرات رس انبوه و توده شده و مشکلاتی را بوجود می آورد. هرچند که کدر بودن آب نمایانگر وجود مواد جامد معلق است ولی به تنهایی بر اساس آن نمی توان قابلیت انسداد منابع آبی را ارزیابی نمود و باید از تست های آزمایشگاهی بهره گرفت (Pitts, et. al 1990).

### ب-عوامل بیولوژیکی

یک سیستم آبیاری قطره ای محیطی مناسب برای رشد باکتری ها ایجاد نموده که در نتیجه آن لجن شکل می گیرد. این لجن با مواد معدنی موجود در آب ترکیب شده و به شکل توده های نسبتاً بزرگ در آمده و قطره چکانها را مسدود می نماید. برخی از باکتری ها موجب تشکیل رسوباتی از منگنز، سولفور و آهن می شوند. علاوه بر آن ممکن است جلبک هایی که به داخل سیستم راه می یابند شرایطی را بوجود آورده که تشکیل توده های لجن شدید شود. مشکل گرفتگی و انسداد در آبهایی که دارای فعالیت بیولوژیک زیاد و غلظت آهن و سولفید هیدروژن بالا هستند امری متداول است. فرو سولفور آهن منبع اولیه انرژی برای باکتری ویژه رسوب آهن می باشد. این باکتری ها به سطوح چسبیده و آهن فرو را به شکل آهن فریک غیر قابل حل اکسید می کنند. در این فرآیند باکتری ها لجن و در نهایت توده هایی را بوجود می آورند که در اثر ترکیب با مواد دیگر موجود در شبکه لوله ها باعث ایجاد مشکل در سیستم قطره چکان می شوند. این توده ها و لجن ها معمولاً به رنگ قرمز، زرد یا قهوه ای مایل به زرد است. انباشتگی سولفید هیدروژن (H<sub>2</sub>S) در آبهای زیر زمینی به نوعی مرتبط با اختلال در محیط های بی هوازی است. لجن سولفوری توسط باکتریهای میله ای به خصوصی تولید می شود که سولفید هیدروژن را اکسید نموده و تولید عنصر سولفور غیر محلول می کند. مشکل باکتریهای سولفور تا زمانیکه آب از سیستم تخلیه شود و هوا با آن در تماس نباشد، به حداقل می رسد. در این رابطه بروز اشکال در اثر خرابی دریچه ها یا لوازم پمپ در قسمت مکش آن معمول است. همچنین در صورتی که از منبع یا مخزن برای تامین فشار استفاده شود، تماس آب مخزن با هوا منجر به رشد این باکتری ها می شود (Pitts, et. al 1990).

### ج- عوامل شیمیایی

اکثر رسوبات و ذرات جامدی که بیشترین منشاء بروز گرفتگی شیمیایی در سیستم آبیاری قطره ای می باشند عبارتند از:

-کربنات کلسیم و کربنات منیزیم

-سولفید آهن و سولفید منگنز

## -اکسید آهن و اکسید منگنز

گاهی اوقات رسوبات گچ، سیلیکات و حتی سولفور مشکلاتی را از نظر گرفتگی در سیستمها ایجاد می نمایند ولی عمومیت نداشته و بندرت اتفاق می افتد(فرزانه ۱۳۷۵).

از آنجاییکه هر ماده ای تا حدی در آب قابل حل است غالباً آب به عنوان یک حلال جامع محسوب می شود. حلالیت یک ماده در آب تحت تاثیر تغییرات دما، فشار، PH، پتانسیل اکسیداسیون و احیاء و غلظت نسبی اجزاء دیگر محلول است. سه گاز اکسیژن، دی اکسید کربن و سولفید هیدروژن در تعیین خصوصیات حلالیت آب اهمیت دارند و به اندازه مهمی تعیین کننده قابلیت حل مواد معدنی با توجه به منبع آب هستند. در این رابطه شناخت فرآیند تجزیه مواد معدنی به منظور پیش بینی امکان وجود گرفتگی شیمیایی بسیار مهم است

## مواد و روشها

### الف- بازدیدهای میدانی

به منظور بررسی کارایی سیستم های آبیاری در کشور با توجه به امکانات موجود و هماهنگی بعمل آمده با کشاورزان بهره بردار، از ۱۴ سیستم آبیاری قطره ای در استان های گلستان، مازندران و سمنان بازدید به عمل آمد. در بازدیدهای بعمل آمده عواملی چون نحو شستشوی سیستم فیلتراسیون و لوله ها، دفعات شستشو، وضعیت انسداد و گرفتگی قطره چکان ها، میزان رضایت مندی بهره بردار از سیستم و سایر نکات فنی که موجب بهره برداری مناسب از سیستم های آبیاری قطره می شود، بررسی شد. سپس از ۷ سیستم آبیاری قطره ای که دارای لوازم و قطره چکان های نسبتاً مشابهی بودند و کارکرد سیستم ها رضایت بخش بود نمونه برداری کیفیت آب انجام گرفت.

### ب- آنالیز داده های کیفیت آب

ارزیابی کیفیت منابع آبی برای طراحی، عملکرد و نگهداری سیستم آبیاری قطره ای ضروری می باشد. تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی اطلاعات لازم را به منظور ارزیابی مناسب در اختیار ما قرار می دهد (Storlie, 2000). در این رابطه بررسی فنی قابلیت انسداد پارامترهای کیفی آب با توجه به غلظت و یا مقدار آنها بسیار مهم است.

در این تحقیق آنالیز داده های کیفیت آب و تمایل به رسوب کربنات کلسیم با توجه به شاخص اشباع لائزیر (LSI) انجام گرفت. LSI عبارت است از اختلاف بین اسیدیته آب آبیاری (pH<sub>m</sub>) که با پ-هاش متر اندازه گیری می شود و اسیدیته ای که با فرمول زیر محاسبه می شود (علیزاده، ۱۳۸۱).

$$pH_c = (pK_d - pK_s) + p[Ca^{2+}] + p[HCO_3^-] + p(ACF)$$

یعنی:

$$LSI = pH_m - pH_c$$

اگر LSI مثبت بود نشان دهنده این است که در آب پتانسیل رسوب  $\text{CaCO}_3$  وجود دارد و اگر منفی باشد نشان دهنده این است که کربنات کلسیم رسوب نخواهد کرد. در این تحقیق پس از بدست آوردن شاخص اشباع لائزیرلر، تمایل رسوب کربنات کلسیم در سیستم های مورد بررسی ارائه شد.

از جمله استانداردهای دیگر برای بررسی قابلیت کیفیت آب در گرفتگی قطره چکان ها، استاندارد ناکایاما و باکس است. جدول زیر معیارهای فنی کیفیت آب برای استفاده در آبیاری قطره ای ارائه شده است. با توجه به این جدول فوق کیفیت آب مورد استفاده در سیستم های آبیاری قطره مورد مطالعه ارزیابی شد.

جدول (۱) معیار کیفیت آب برای استفاده در سیستم آبیاری قطره ای

میزان خطر			عامل
زیاد	متوسط	کم	
<b>فیزیکی</b>			
>۱۰۰	۵۰-۱۰۰	<۵۰	مواد جامد معلق (ppm)
<b>شیمیایی</b>			
>۷/۵	۷-۷/۵	<۷	PH
>۲۰۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰	<۵۰۰	نمک های محلول (ppm)
>۱/۵	۰/۱-۱/۵	<۰/۱	منگنز (ppm)
>۱/۵	۰/۱-۱/۵	<۰/۱	آهن (ppm)
>۲	۰/۵-۲	<۰/۵	سولفات هیدروژن (ppm)
>۳۰۰	۱۵۰-۳۰۰	<۱۵۰	Hardness*
<b>بیولوژیکی</b>			
>۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	<۱۰۰۰۰	جمعیت باکتریایی در هر گالن

\*Hardness as ppm  $\text{CaCO}_3$ , Todd, 1980 (Modified from Nakayama and Bucks, 1986)

## بحث و نتایج

### الف- عوامل گرفتگی و انسداد قطره چکانهای در سیستم های مورد مطالعه

در سیستم های مورد بررسی بخصوص آنهاییکه انسداد شدید قطره چکان های موجب کارکرد نامناسب سیستم شده بودند، گرفتگی قطره چکان هادر اثر ترکیبی از سه عامل فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی به وجود آمده بودند. از آنجائیکه غالب منابع آبی مورد استفاده در سیستم های مورد مطالعه چاه ها بودند، گرفتگی قطره چکان ها را بیشتر می توان به عوامل شیمیایی منتسب دانست. بر طبق منابع مشکل انسدادی که از آب چاه های کم عمق تر (کمتر از ۳۰ متر) ایجاد می شود، مربوط به وجود باکتری ها است و رسوب مواد شیمیایی در آبهای چاههای عمیق بیشتر است. همچنین مشکل انسداد فیزیکی در آبهای زیر زمینی از شدت کمتری برخوردار است.

## ب- کنترل و جلوگیری از گرفتگی و انسداد قطره چکانها

بر طبق منابع، روشهای پیشنهادی برای جلوگیری از گرفتگی قطره چکانها تصفیه آب (شامل تصفیه فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی) و نیز شستشوی لاترالها می باشد.

بدلیل اهمیتی که گرفتگی قطره چکانها در سیستم آبیاری قطره ای دارد تلاشهای بسیاری در کیفیت ساخت آنها صورت می پذیرد. اما این تلاشها شاید بیشتر در جلوگیری از انسداد فیزیکی قطره چکانها مفید باشد و برای گرفتگی شیمیایی که تدریجاً به وقوع می پیوندد چندان موثر نباشد و در این رابطه انجام مطالعات در مورد کیفیت آب مورد استفاده و تصفیه آب مفید باشد.

بطور کلی در خصوص روشهای کنترل و جلوگیری از گرفتگی و انسداد قطره چکانها بایستی موارد زیر را در نظر گرفت:

- آنالیز کیفیت آب عامل حیاتی در طراحی و عملکرد مناسب سیستم آبیاری قطره ای است.
- همه سیستمهای آبیاری قطره ای کم و بیش نیاز به روش های تصفیه دارند.
- غالب سیستمهای آبیاری قطره ای نیاز به تصفیه شیمیایی منع آبی دارند.
- شستشوی مرتب لاترالها و خطوط لوله اصلی بسیار مهم است.

### ۱- نتایج آنالیز کیفیت آب

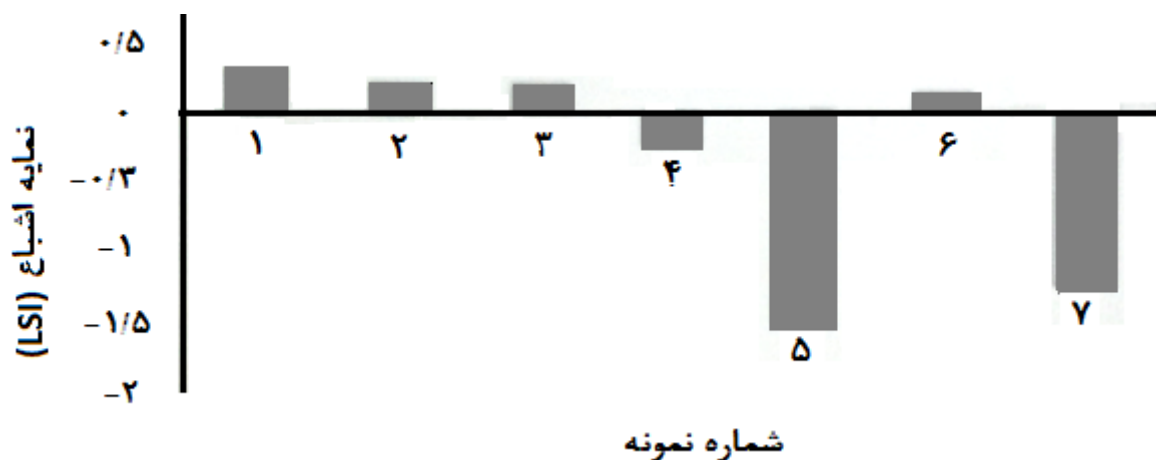
نتایج آنالیز کیفیت آب و مقایسه آنها با معیار کیفیت آب در آبیاری قطره ای در جدول (۲) زیر ارائه شده است:

جدول (۲) ارزیابی کیفیت آب سیستم های مورد مطالعه

شماره سیستم	PH	Fe	ارزیابی	Mn	ارزیابی	TDS	ارزیابی	سختی	ارزیابی
۱	۷/۴	۰	متوسط	۰/۰۲	کم	۳۱۲	کم	۲۶۸	متوسط
۲	۷/۳	۰/۰۴	متوسط	۰/۰۲	کم	۴۹۲	کم	۳۱۳	زیاد
۳	۷/۳	۰/۰۴	متوسط	۰	کم	۳۲۶	کم	۳۰۸	زیاد
۴	۶/۷	۰	کم	۰/۰۱	کم	۴۵۱	کم	۴۰۷	زیاد
۵	۶/۳	۰	کم	۰/۰۲	کم	۲۹۲۳	کم	۲۰۴۰	زیاد
۶	۷/۸	۰	زیاد	۰/۰۲	کم	۳۰۲۹	کم	۱۹۴۰	زیاد
۷	۶/۵	۰/۰۳	کم	۰/۰۲	کم	۴۹۷۰	کم	۱۹۹۰	زیاد

با توجه به جدول فوق اکثر سیستم ها به لحاظ وضع سختی آب در وضعیت مناسبی نیستند. همچنین سیستمهای شماره ۵، ۶ و ۷ نیز به لحاظ نمک های محلول دارای مشکل جدی هستند. کلیه سیستمها نیز از نظر وضع آهن، منگنز و قلیائیت درای مشکلات زیاد نیستند.

نتایج ارزیابی کیفیت آب سیستم های آبیاری قطره ای بر اساس شاخص یا نمایه اشباع لائتریلر که معرف تمایل به ایجاد رسوب کربنات کلسیم می باشد، در نمودار شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲) شاخص لائتریلر برای کیفیت منابع آب سیستم های مورد مطالعه

همانگونه در شکل فوق دیده می شود مقدار شاخص لائتریلر برای سیستم های ۴، ۵ و ۷ منفی می باشد. پایین بودن PH در این سه سیستم نسبت به بقیه سیستم ها تاثیر زیادی در منفی شدن این شاخص داشته است.

## ۲- سیستم فیلتراسیون

سیستم فیلتراسیون بیشتر به منظور جلوگیری از خطر انسداد فیزیکی و گاهی نیز بیولوژیکی احداث می شود. متأسفانه در بسیاری از طرح های سیستم فیلتراسیون تنها بر اساس ظرفیت یا دبی مورد نیاز طراحی می شود و به آنالیز کیفیت آب توجهی نمی شود. حال آنکه خصوصیات قطره چکان بویژه اندازه روزنه آن نقش عمده ای در انتخاب سیستم فیلتراسیون بازی می کند. مطابق استاندارد ASAE (EP405.1) یک دستورالعمل جامع در طراحی سیستم تصفیه در برگیرنده موقعیت فیلتر ها، اندازه آنها، ویژگی ابعاد ذرات معلق مجاز عبوری از فیلتر، نوع فیلتر و نیازمندیهای نگهداری از سیستم تصفیه می باشد (۴).

## ۳- تصفیه شیمیایی آب

در برخی از سیستم ها بازدید شده وجود عوامل بیولوژیکی از جمله خزه ها و رستی ها در استخر تامین آب برای سیستم آبیاری قطره ای مشهود بود. از این رو برای تداوم کارکرد این سیستم ها نیاز به تصفیه شیمیایی است. برای ای کار از اسید ها و باکتری کش ها می توان هم برای جلوگیری از گرفتگی قطره چکان ها و هم پس از ایجاد گرفتگی استفاده می شود. برخی از مهمترین ملاحظات که در طراحی سیستم تزریق مواد شیمیایی یا کود باید در نظر گرفته شود عبارتند از: میزان و روش تزریق، غلظت، ظرفیت تانک ذخیره، آلاینده های موجود در آب و مقاومت ادوات نسبت به مواد شیمیایی. در استاندارد ASAE و EP409 ملاحظات لوازم مناسب برای این کار بیان شده است (۵).

لازم به ذکر است، معمولاً کلرین به سیستم آبیاری قطره تزریق می شود تا هر گونه مواد بیولوژیکی فیلتر نشده را از بین ببرد. اگر مقدار مواد زائد بیولوژیک در آب آبیاری زیاد باشد تزریق کلرین به غلظت ۱ تا ۲ PPM مورد نیاز است. در حالت کلی مقدار غلظت تزریق کلرین با توجه به میزان دبی عبوری از سیستم و دستورالعمل مربوطه صورت می گیرد. اگر مقدار مواد زائد بیولوژیک کم تا متوسط باشد می توان تصفیه آب را به صورت هر چند وقت یک بار یا به طور مداوم با شوک کلرین انجام داد.

هیپوکلریت سدیم (NAOCL) یا مایع سفید کننده یک ماده بی خطر است و حدود ۵ درصد کلرین دارد. برای سیستمهایی که از آب زیر زمینی استفاده می کنند تصفیه آب با شوک کلرین هر شش ماه یکبار برای پیشگیری از انسداد بیولوژیک کافی است. البته کاربر سیستم باید بطور مداوم کارکرد سیستم را واریسی کند و جدول زمانی تصفیه آب را تنظیم نماید (Storlie, 2000).

اگر در سیستم آبیاری قطره ای PH آب بالا باشد ممکن است بطور همزمان تزریق اسید و کلرین نیاز شود. تزریق کلرین برای کنترل باکتری ها در زمانیکه PH بالاتر از ۷٫۵ است به تنهایی کافی نیست و برای کم کردن قلیائیت آب و افزایش اثر بخشی کلرین در از بین بردن مواد بیولوژیک، نیاز به اضافه کردن اسید است.

نقاط تزریق اسید و کلرین حداقل باید ۶۰ تا ۹۰ سانتی متر از هم فاصله داشته باشند. ضمناً اسید و کلرین هرگز نباید باهم در یک ظرف مخلوط شوند زیرا امکان آزاد شدن گاز خطرناک کلرین وجود دارد.

#### (د) - شستشوی خطوط لوله ها

در اکثر طرحها عمل شستشوی لوله ها توسط بهره برداران انجام نمی گرفت و دستورالعمل مدونی برای آن وجود نداشت. بر طبق تحقیقات هامان و همکاران (۱۹۸۹) شستشوی خطوط لوله سیستم های آبیاری قطره ای، جزء ضروری برنامه مراقبت برای کارکرد مناسب و طولانی مدت این سیستمها است. فیلتر ها رس، سیلت و برخی از ذرات شن بسیار کوچک را از خود عبور می دهند. هرچند که این ذرات از روزنه قطره چکانها خارج می شوند، اما چنانچه به مقدار کافی وجود داشته باشند و در صورتی که به باقی مانده های مواد آلی چسبیده شوند باعث انسداد می شوند. از این رو شستشوی خطوط لوله ها از تجمع ذرات کوچک و تشکیل ذرات بزرگتر جلوگیری خواهد نمود.

در انتهای لوله های فرعی، مقدار جریان آب کاهش یافته، به طوریکه مقدار آن به اندازه شدت جریان قطره چکان آخری می شود. بیشترین تجمع مواد زائد در این نقطه است. زیرا سرعت به اندازه کافی زیاد نیست تا بتواند مواد ریز دانه را از سیستم بیرون کند. در نتیجه مواد در کف لوله لاترال رسوب می کند. به کمک شستشوی خطوط لوله می توان از انباشت مواد جلوگیری نمود. سرعت شستشو و دفعات آن باید به اندازه کافی باشد تا مواد زائد جمع شده را از جای خود کنده و انتقال دهد.



## دستورالعمل شستشو

شستشوی خطوط لوله آبیاری با باز کردن انتهای لوله ها و شستشوی آنها انجام می شود. خطوط لوله بایستی به شیر فلکه یا دیگر وسایلی که با آن می توان به سرعت خطوط لوله را باز کرد مجهز باشد. در این زمینه می توان از شیر فلکه های دستی یا اتوماتیک استفاده نمود. شیر فلکه های دستی اغلب در صورتی که دفعات شستشوی کم کافی باشد کاربرد دارد و برعکس در صورتیکه شستشوی مرتب مورد نیاز باشد از شیر فلکه های اتوماتیک استفاده می شود. در هنگام شستشوی خطوط لوله بررسی نوع و مقدار مواد زائد تخلیه شده مهم است. با استفاده از یک سطل تمیز یا دیگر ظروف مناسب می توان مقداری مواد شستشو شده را به محض اینکه شیر فلکه باز شد جمع نمود. جمع آوری مرتب و مشاهده مواد شستشو شده مهم است زیرا کیفیت آب ممکن است تغییر کند و در نتیجه نیاز به تغییر در برنامه زمانی شستشو در طول سال باشد. اگر مقدار مواد زائد زیاد باشد دفعات زیادتر شستشو نیاز است و اگر مقدار این مواد کم باشد این امکان وجود دارد که فاصله زمانی بین شستشو ها را افزایش داد. ترتیب شستشو ابتدا از مانیفلدها و سپس شستشوی لوله های فرعی تنها بوسیله مانیفلدهایی که تمیز شده اند صورت می گیرد (Smajstrla and Boman, 1999).

در استانداردهای بین المللی آبیاری قطره ای (ASAE ۱۹۹۸) و دیگر کتابهای استاندارد آبیاری (Jensen, 1980) حداقل سرعت آب در لوله ها ۱ فوت بر ثانیه (۰/۳ متر در ثانیه) پیشنهاد شده است. در برخی دیگر از تحقیقات سرعت را ۲ فوت بر ثانیه بویژه در جائیکه نیاز به تخلیه ذرات با اندازه درشت باشد پیشنهاد می کنند. حداقل سرعت ۲ فوت بر ثانیه اغلب برای سیستمهای خرد آب پاش که به فیلترهای زیر تر نسبت به فیلترهای مورد استفاده در آبیاری قطره ای نیاز دارند پیشنهاد می شود. در حالت کلی، سرعت نباید کمتر از ۱ فوت بر ثانیه باشد. سرعت شستشوی بالاتر به انتقال ذرات کمک می کند و زمان شستشوی کوتاهتری مورد نیاز می است. در صورتیکه بتوان از سرعت بیشتری در شستشوی لوله ها استفاده نمود بهتر است، اما نباید از شیر فلکه های کوچکتر از حد استاندارد استفاده گردد.

## منابع

- [1] خیرابی، جمشید. (۱۳۷۵). آبیاری قطره ای و ناگفته ها (قسمت اول). ماهنامه آب، خاک، ماشین. شماره ۲۱.
- [2] خیرابی، جمشید. (۱۳۷۵). آبیاری قطره ای و ناگفته ها (قسمت دوم). ماهنامه آب، خاک، ماشین. شماره ۲۲.
- [3] علیزاده، امین. (۱۳۸۱). طراحی سیستم های آبیاری، چاپ چهارم، انتشارات آستان قدس رضوی.
- [4] فرزانه، عزت الله. (۱۳۷۵). دستورالعمل بهره برداری و نگهداری از سیستم آبیاری میکرو (بخش اول). ماهنامه آب، خاک، ماشین. شماره ۲۲.

[5] ASAE standard, (2001), "Design and installation of microirrigation systems (EP405.1)", 889-893.

[6] ASAE standards, (2001), "Safety devices for chemigation (EP409)", 904-906.

[7] Hamman, D.Z., Izuno F.T., (1998), "Principles of Micro Irrigation", cooperative extension service-university of florida, fact sheet: AE-24.

- [8]Hamman,D.Z., Smajstrla, A.G.,Zazueta F.S., (1989), "Settling basin for trickle irrigation in florida", cooperative extension service-university of florida, fact sheet: AE-65.
- [9]Pitts, D.J., Hamman, D.Z., Smajstrla, A.G., (1990), " Causesand Prevention of Emitter Plogging in Microirrigation Systems", University of florida. Bulletin:258.
- [10]Storlie,C.A.,(2000), "treating drip irrigation with chlorine", New Jersey Agricultural Experiment station (RUTGERS), FS795.