وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

AERI

معرفی سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) و مدیریت بهره‌برداری از آن

نگارش
مسعود فرزام‌نیا، نادر کوهی و حسین دهقانی‌سانیج

نشریه فنی، شماره ۳۸، سال ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

معرفی سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) و مدیریت بهره‌برداری از آن

تهیه و تدوین:

مسعود فرزام‌نیا، نادر کوهی و حسین دهقانی‌سانیج

سال انتشار:

زمستان ۱۳۸۹

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

عنوان نشریه:	معرفی سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) و مدیریت بهره‌برداری از آن
نگارش:	مسعود فرزام‌نیا، نادر کوهی و حسین دهقانی‌سانیچ
ناشر:	مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
سال انتشار:	۱۳۸۹
شمارگان:	۵۰۰
ویراستار:	سید حسین صدر قاین
صفحه‌آرایی:	بنفشه فرزانه

آدرس: کرج ، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۸۴۵-۳۱۵۸۵،
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
تلفن: ۲۷۰۵۳۲۰، ۲۷۰۵۲۴۲ و ۲۷۰۸۳۵۹ (۰۲۶۱)، دورنگار: ۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶۱)

پایگاه اطلاعاتی مؤسسه: www.aeri.ir

مخاطبان نشریه:

کارشناسان طراح و مجری سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار، مروجان، مهندسان ناظر و کشاورزان

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با

- سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و اجزای آن
- مزایا و معایب آن
- مراحل سرویس و نگهداری آن
- راهکارهای اصلاح کیفیت آب
- و روش‌های تزریق کود، کلرزنی و اسیدشویی

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فواید سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی	۱
محدودیت‌های سامانه	۲
اجزای سامانه	۵
راهکارهای اصلاح کیفیت آب	۱۳
سرویس و نگهداری	۱۵
کلرزنی	۱۸
تزریق اسید	۲۰
منابع مورد استفاده	۲٤

مقدمه

در دو دههٔ اخیر عمدتاً بر اساس نیاز به بهبود مدیریت آب در مزرعه و دستیابی به یک سامانهٔ آبیاری قابل اعتماد، استفاده از سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی افزایش یافته است.کاربرد آب زیر سطح خاک از طریق قطره‌چکان با شدت تخلیه مشابه آبیاری قطره‌ای را آبیاری قطره‌ای زیرسطحی گویند. تعریف دیگر آبیاری قطره‌ای زیرسطحی قرارگرفتن لوله‌های جانبی قطره‌چکان‌دار (لترال‌ها) در عمق مناسب توسعهٔ ریشه می‌باشد. ابتدا طراحی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، مخصوصاً هیدرولیک سامانه، مشابه با سامانهٔ آبیاری قطره‌ای سطحی انجام می‌گرفت. اما هم‌اکنون فرضیات ریاضی در ارتباط با حرکت آب در زیرسطح خاک و مسائلی مانند تصفیهٔ آب، رشد گیاه، عمق و فواصل لوله‌های جانبی به‌سرعت توسعه یافته است.

فواید آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

در مورد سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی فواید زیادی گزارش شده که بیشتر مشابه آبیاری قطره‌ای می‌باشد. در این نوشتار به فواید اختصاصی آبیاری قطره‌ای زیرسطحی اشاره می‌شود.

۱- کاهش نیروی کارگری مورد نیاز در صورت مواظبت و بهره‌برداری مناسب از سامانه

۲- بهبود راندمان جذب مواد غذایی در حاشیهٔ حجم خاک خیس شده

۳- کاهش تلفات آب از طریق کاهش تبخیر از سطح خاک

۴- کاهش رشد و جوانه‌زنی علف‌های هرز
۵- عدم محدودیت برای عملیات زراعی از قبیل سم پاشی و برداشت
۶- صرفه‌جویی در مصرف آب، کود، سم، مواد غذایی و بالا بردن کارآیی مصرف آنها
۷- افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول به‌واسطهٔ یکنواختی پخش مناسب آب و و مرطوب نگه داشتن محیط ریشه
۸- کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری

محدودیت‌های سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

گرفتگی چکاننده‌ها

پایین بودن کیفیت آب مهمترین عامل در گرفتگی قطره‌چکان‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی است. اولین گام در نگهداری از یک سامانه، اطلاع از نتایج کیفیت آب می‌باشد. لازم به ذکر است که اطلاع از کیفیت آب برای طراح در برآورد تجهیزات لازم برای شستشوی سامانه و انتخاب قطره‌چکان مناسب کمک می‌کند. عوامل گرفتگی آب آبیاری سه دسته‌اند: فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که طراح بایستی به آن توجه کند.

در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی یکنواختی پخش بالای آب می‌تواند با گرفتگی خروجی‌ها به آسانی از دست برود. سطح مقطع نازل خروجی‌ها معمولاً بین ۰/۵ تا ۱ میلی‌مترمربع می‌باشد و بنابراین به گرفتگی فیزیکی (شن، ماسه، سیلت)، نفوذ ریشه به داخل قطره‌چکان‌ها، میکروارگانیسم‌ها و

رسوبات شیمیایی حساس است. گرفتگی معمولاً ناشی از فیلتراسیون ناقص آب، عدم شستشوی لوله‌های جانبی و یا تزریق مواد شیمیایی است. نفوذ ریشه به داخل قطره‌چکان‌ها یکی از موارد گرفتگی قطره‌چکان‌ها در سامانهٔ آبیاری زیرسطحی می‌باشد. هنگامی که سامانهٔ آبیاری زیرسطحی خاموش می‌شود به واسطهٔ مکش منفی ایجاد شده در محل خروجی آب از قطره‌چکان‌ها، ذرات خاک به داخل قطره‌چکان‌ها مکیده می‌شوند و این عمل باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌شود. مشکلات ذکر شده از طریق طراحی مناسب (شامل بکارگیری شیر تخلیهٔ هوا در محل‌های لازم)، فیلتراسیون مناسب، انتخاب صحیح قطره‌چکان و اسیدشویی قابل کنترل می‌باشد.

بی‌کربنات‌ها، اکسید آهن، اکسید منگنز و سولفید آهن از مهم‌ترین عوامل شیمیایی هستند که باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌شوند. جدول ۱ راهنمای کیفی آب در ارتباط با پتانسیل گرفتگی در سامانه‌های آبیاری میکرو را نشان می‌دهد.

جدول ۱- راهنمای کیفیت آب برای پتانسیل گرفتگی در سامانه‌های آبیاری میکرو

عامل گرفتگی	واحد	طبقه‌بندی		
		کم	متوسط	شدید
pH		<۷	۷-۸	>۸
بی‌کربنات (HCO_3)	meq/l	<۲	>۲	>۲
آهن(Fe)	ppm	<۰/۲	۰/۲ -۱/۵	> ۱/۵
منگنز (Mn)	ppm	<۰/۱	۰/۱ -۱/۵	>۱/۵
سولفید هیدروژن (H_2S)	ppm	<۰/۲	۰/۲ -۲	>۲
کل مواد جامد محلول (TDS)	ppm	<۵۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰
کل مواد معلق	ppm	۵۰<	۵۰-۱۰۰	>۱۰۰
تعداد باکتری	no./Ml	<۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	>۵۰۰۰۰

تجمع نمک

هنگامی‌که آب شور باشد نمک در جلوی جبههٔ پیشروی رطوبت خاک تجمع پیدا می‌کند. در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی این تجمع نمک بیشتر در بالا نزدیک سطح زمین و میان لترال‌ها (وسط ردیف‌های لترال) صورت می‌گیرد. هنگامی که بارندگی کافی نداشته باشیم که نمک‌های تجمع یافته را بشوید و از منطقهٔ توسعهٔ ریشه دور کند، نمک‌ها می‌توانند باعث کاهش عملکرد محصول گردند. لذا در سال‌های خشک و کم‌باران، لازم است در انتهای زمستان یا قبل از شروع عملیات کاشت، نسبت به آبشویی سطحی اقدام شود.

خطر جوندگان

موش‌ها و بعضی از جوندگان با جویدن یا قطع نمودن نوارهای آبده یا لترال‌ها می‌توانند سامانهٔ آبیاری زیرسطحی را با مشکل مواجه کنند. به‌منظور کم‌کردن تأثیر منفی جوندگان، باید در انتخاب و آماده سازی مزرعه، نصب و نگهداری سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی دقت لازم به‌عمل آید.

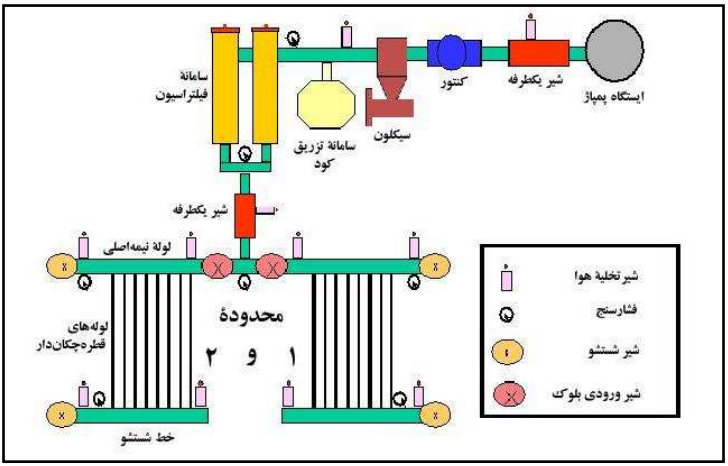
استقرار محصول

بافت خاک و عمق کارگذاری لوله‌های آبده (لترال‌ها) در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی قابلیت سامانه را در مرطوب کردن سطح خاک برای سبز و استقرار گیاه مشخص می‌کند. در مواردی که محصولات نمی‌توانند به‌تنهایی با استفاده از سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی سبز شوند در صورت امکان

می‌توان از روش آبیاری بارانی یا شیاری برای سبزشدن گیاه استفاده کرد (این روش از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست) ویا قبل از کاشت محصول با یک آبیاری سنگین پروفیل خاک را به وسیلهٔ سامانهٔ آبیاری زیرسطحی به اندازهٔ کافی مرطوب کرد، که در این شرایط کارآیی مصرف آب محصول کمی کاهش خواهد یافت.

اجزای سامانه

شکل ۱ اجزای اصلی و تشکیلات مربوط به سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی را نشان می‌دهد. وجود این اجزا برای مدیریت و نگهداری مناسب سامانهٔ آبیاری برای دستیابی به عملکرد مناسب و پیوسته ضروری است.



شکل ۱- اجزای اصلی و تشکیلات مربوط به یک سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

پمپ

پمپ فشار لازم برای عملکرد مناسب سامانه را تأمین می‌کند. قدرت آن بستگی به دبی و فشار لازم برای سامانهٔ آبیاری دارد. کل فشار لازم شامل تأمین فشار برای تلفات افت، توپوگرافی زمین، فشار کارکرد سامانه و تلفات فشار در فیلترها و سایر اجزای سامانه (شیرهای کنترل، آب‌سنج‌ها، شیرهای تنظیم، خطوط اصلی و نیمه‌اصلی) می‌باشد. سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی عموماً به فشار کارکرد پایینی نیاز دارد. حداقل لازم حدود ۱۰۰ kPa می‌باشد.

سامانهٔ فیلتراسیون

سامانهٔ فیلتراسیون از مهمترین قسمت‌های سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی می‌باشد و خلاصه کردن آن به‌منظور کاهش هزینه‌ها، عموماً سامانهٔ آبیاری را با شکست مواجه می‌کند. در مورد انتخاب و طراحی سامانهٔ فیلتراسیون بایستی به کیفیت آب آبیاری، قطر مسیر مجاری آب در قطره‌چکان‌ها، شدت جریان سامانهٔ آبیاری توجه شود.

سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای رسیدن به عملکرد مناسب احتیاج به تصفیهٔ آب از مواد شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی دارد. مکانیسم تصفیهٔ آب توسط فیلترها انجام می‌گیرد. فیلترها انواع مختلف دارند که رایج‌ترین آن‌ها فیلترهای سیکلون (سانتریفوژ)، شنی و دیسکی یا توری می‌باشد. بیشتر فیلترها قابلیت شستشوی معکوس را به‌طور اتوماتیک دارند(شکل‌های ۲ و ۳). شستشوی معکوس برای تمیز کردن فیلترها و بر طرف کردن افت ایجاد شده بین ورودی و خروجی آن‌ها انجام می‌گیرد. جداکننده‌های سانتریفوژ به‌راحتی

ذرات ماسه را از آب جدا می‌کنند. مواد آلی معلق و ذرات رس را نیز می‌توان به وسیله فیلترهای شن، توری یا دیسکی جدا کرد. اگر منبع آب بیش از ۲۰۰ ppm مواد جامد معلق داشته باشد توصیه می‌شود قبل از ورود آب به واحد فیلتراسیون از حوضچه‌های ته‌نشینی استفاده شود. لجن‌ها و خزه‌ها می‌توانند در جدارهٔ داخلی لوله‌ها و قطره‌چکان‌ها با ذرات رس مخلوط شده و قطره‌چکانها را مسدود کنند. رسوبات باکتریایی سولفور و آهن از مشکلات دیگر می‌باشند که به وسیلهٔ کلرزنی برطرف می‌شوند.

شکل ۲- نمایی از فیلترهای شنی

شکل ۳- نمایی از یک فیلتر دیسکی

فشارسنج

عملکرد مناسب فشارسنج در مدیریت سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نقش مهمی دارد و کنترل عملکرد سامانهٔ آبیاری از نظر هماهنگی با ضوابط طراحی از طریق آن انجام می‌گیرد. به‌همین دلیل در تعیین محل نصب آن‌ها باید نهایت دقت بکار رود و به صورت زیر عمل گردد:

- در ابتدا و انتهای سامانه: کنترل شدت جریان عبوری از دبی‌سنج و قرائت فشار کارکرد سامانه، می‌تواند اگر مشکلی در ارتباط با عملکرد قطره‌چکان‌ها، گرفتگی آن‌ها و یا ترکیدگی لوله‌های فرعی و لترال‌ها وجود داشته‌باشد را مشخص کند.
- در نقاط ورودی و خروجی فیلترها برای تعیین زمان شروع شستشو.

شیر یکطرفه

جهت جلوگیری از برگشت آب هنگام خاموش کردن پمپ و جلوگیری از

صدمات احتمالی به پمپ و سامانهٔ کنترل مرکزی و برگشت کود و ذرات ریز از تانک تزریق کود به منبع آب (چاه)، که باعث آلودگی محیط زیست و یا خطر مسمومیت برای انسان و دام می‌شود، ضروری‌است بعد از سامانهٔ کنترل مرکزی، ابتدای لولهٔ اصلی و ابتدای سامانهٔ کنترل مرکزی، ابتدای لولهٔ رانش پمپ از شیر یکطرفهٔ آب استفاده شود، به‌این منظور می‌توان از شیرهای خلأشکن و فشارشکن با هم و یا یک شیر یکطرفهٔ دوگانه استفاده کرد.

شیرهای تنظیم فشار

برای حفظ فشار مناسب در سامانهٔ آبیاری بایستی از شیرهای تنظیم فشار استفاده کنیم. با تنظیم فشار در ابتدای واحد آبیاری (که این فشار قبلاً توسط طراح براساس فشار کارکرد قطره‌چکان و افت‌های موجود محاسبه شده‌است) می‌توانیم به دبی مورد نظر قطره‌چکانها برسیم و همچنین پایداری سامانه و عمر شبکه لوله‌ها را افزایش دهیم.

تزریق کود

برای انجام کودآبیاری از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. از روش‌های متداول استفاده از انژکتور برای مکش کود از مخزن یا حوضچهٔ کود و تزریق آن به شبکهٔ آبیاری تحت فشار است. روش دیگر کودآبیاری مکش از حوضچهٔ کود با استفاده از انرژی الکتروپمپ اصلی سامانه می‌باشد که به آن، روش (T) نیز گفته می‌شود. در این روش از اختلاف فشار ایجاد شده در دو طرف مخزن

کود برای تزریق کود از مخزن به شبکه استفاده می‌شود و ابتدا کود با غلظت زیاد وارد شبکه می‌شود و با گذشت زمان از غلظت کود کاسته می‌شود. توصیه می‌شود هنگام استفاده از این روش کودآبیاری برای توزیع یکنواخت میزان کود در وسط مزرعه، سهم کود هر واحد آبیاری به‌طور جداگانه و مستقل داده شود. پمپ‌های تزریق دارای شدت ثابت (دیافراگمی،پیستونی و یا دنده‌ای) و یا متغیرند (ونتوری) که انتخاب آن بستگی به نوع مادهٔ تزریق شونده، شدت تزریق، روش تزریق و دقت مورد نیاز در تزریق دارد. دراین روش غلظت کود و یا به‌عبارتی میزان کود تزریق شده به شبکه در طول آبیاری ثابت می‌باشد. توصیه می‌شود کودآبیاری حداقل یک تا دو ساعت مانده به خاتمهٔ آبیاری قطع تا فرصت کافی برای شستشوی سامانه و مجاری عبور آب قطره‌چکان‌ها باشد.

دبی‌سنج (کنتور)

در این سامانه نصب دبی‌سنج برای کنترل حجم آب کاربردی ضروری است. از آنجا که قطره‌چکان‌ها در زیر خاک قرار دارند تنها با نصب دبی‌سنج می‌توان نسبت به گرفتگی قطره‌چکان‌ها و یا ایجاد ترکیدگی و پارگی لوله‌ها اطلاع حاصل کرد.

شیرهای مربوط به واحدهای آبیاری

برای قطع و وصل آب به هر واحد آبیاری از شیرهای مذکور استفاده

می‌شود. این شیرها اغلب دستی هستند. در سامانه‌هایی که به‌طور الکترونیکی کنترل می‌شوند شیرهای مذکور به‌صورت اتوماتیک کار می‌کنند.

شیر تخلیهٔ هوا

این شیرها برای جلوگیری از مکش منفی و مکیده شدن ذرات خاک به داخل مجاری قطره‌چکان‌ها هنگامی که سامانه خاموش می‌شود استفاده می‌شوند. محل نصب این شیرها در نقاط ارتفاعی و آخر لوله‌های نیمه‌اصلی می‌باشد.

خط تخلیهٔ (شستشوی) سامانه

در انتهای هر بلوک یا واحد آبیاری، لترال‌ها به یک مانیفلد که شستشوی سامانه را به عهده دارد، متصلند. در انتهای مانیفلد مذکور شیر تخلیه قرار دارد. وظیفهٔ مانیفلد شستشو یا خط تخلیه عبارت است از:

۱- شستشوی رسوبات و مواد اضافی باقیمانده در لترال‌ها و هدایت آن به محل مخصوص در نظر گرفته شده.

۲- متعادل ساختن فشار در لترال‌ها.

لوله‌های قطره‌چکان‌دار (لترال‌ها)

لوله‌های قطره‌چکان‌دار از مهمترین قسمت‌های یک سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی است. دقت در انتخاب قطره‌چکان‌ها، تضمین کننده طول عمرسامانه و پایداری یکنواختی پخش آب در زیر سطح خاک است.

ساختاربیشتر قطره‌چکان‌ها این است که جریان آب در آن‌ها به‌صورت متلاطم بوده و سپس آب از سوراخ قطره‌چکان به‌صورت قطره خارج می‌شود. جریان آشفتهٔ آب احتمال گرفتگی در قطره‌چکانهایی که مجرای عبور کوتاهتر دارند را کاهش می‌دهد. قطره‌چکان‌ها می‌توانند کوچک باشند و به جدار داخلی نوار متصل شوند یا می‌توانند کاملاً بزرگ و بخشی از نوار یا لوله باشند. در لوله‌هایی که جدار داخلی سخت دارند قطره‌چکانها داخل خط هستند. در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی قطره‌چکانها بیشتر تنظیم کنندهٔ فشار هستند، این نوع قطره‌چکان‌ها برای هنگامی که طول لترال‌ها زیاد و یا مزرعه دارای پستی و بلندی باشد، مناسب هستند. در انتخاب قطره‌چکان بایستی به نکات زیر توجه کنیم:

مقاوم به گرفتگی– مجاری بزرگ و دبی زیاد قطره‌چکان باعث کاهش خطر گرفتگی می‌شود. خاصیت آشفتگی جریان در قطره‌چکان‌ها نیز باعث می‌شود که حساسیت کمتری به گرفتگی داشته باشند.

ضریب تغییرات ساخت- ضریب تغییرات ساخت پایین نشان دهندهٔ آن است که قطره‌چکان‌ها در پروسهٔ ساخت دارای یکنواختی ساخت مناسبی بوده و در نتیجه یکنواختی پخش آب در آنها بالا است. طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها براساس ضریب تغییرات ساخت (Cv) و رابطه آن با یکنواختی پخش (DU_{cv}) در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها بر اساس ضریب تغییرات ساخت و یکنواختی پخش

Cv	DU_{cv} (درصد)	طبقه‌بندی
کمتر از ۰/۰۳	بیشتر از ۹۶	عالی
۰/۰۳ -۰/۰۷	۹۱-۹۶	متوسط
بیشتر از ۰/۰۷	کمتر از ۹۱	ضعیف

خود شویندگی– خاصیت خودشویندگی باعث می‌شود که قطره‌چکان‌ها حساسیت کمتری به گرفتگی داشته باشند. این خاصیت در قطره‌چکان‌های زیرسطحی که تشخیص گرفتگی در آنها عملاً غیرممکن می‌باشد دارای اهمیت بسیار زیادی است.

راهکارهای اصلاح کیفیت آب

راهکارهای اصلاح آب‌هایی که باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌شود، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- روش‌های اصلاح آب برای مقابله با گرفتگی در سامانه‌های آبیاری میکرو

مشکل	علائم ظاهری	راهکار
رسوب کربنات	رسوب سفید	۱- تزریق پیوسته : نگهداشتن pH بین ۵ تا ۷ ۲- تزریق متناوب: نگهداشتن pH زیر ۴ برای ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در روز
رسوب آهن	رسوب قرمز	۱- هوادهی ۲- کلرزنی – تزریق کلر به رسوب آهن ● استفاده از ۱ میلی گرم در لیتر کلر به ازای ۰/۷ میلی‌گرم در لیتر آهن ● تزریق قبل از فیلتر به‌طوری که رسوبات جدا شوند. ۳- تقلیل pH به ۴ یا کمتر به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه روزانه
رسوب منگنز	رسوب سیاه	تزریق ۱ میلی‌گرم در لیتر کلر به ازای هر ۱/۳ میلی‌گرم در لیتر منگنز قبل از فیلتر
باکتری های آهن	لجن قرمز	تزریق کلر با غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر به طور پیوسته و یا ۱۰ تا ۲۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در هر روز برای موثر بودن این کار pH باید زیر ۷ باشد.
باکتری‌های سولفور	لجن نرم سفید	۱- تزریق پیوسته کلر با غلظت ۱ میلی گرم در لیتر به ازای هر ۴ تا ۸ میلی گرم در لیتر سولفید هیدروژن (pH بایستی زیر ۶ باشد). ۲- تزریق متناوب کلر با غلظت ۱ میلی گرم در لیتر برای ۳۰ تا ۶۰ دقیقه روزانه (pH بایستی زیر ۶ باشد).
لجن باکتریایی و جلبک		تزریق پیوسته کلر با غلظت ۰/۵تا ۱ میلی‌گرم در لیتر و یا با غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۲۰ دقیقه در آخر هر دو سیکل آبیاری.
سولفید آهن	سیاه شبیه موادآلی	حل کردن آهن به وسیله تزریق پیوسته اسید جهت قرار گرفتن pH بین ۵ تا ۷

سرویس و نگهداری

مدیریت نگهداری مناسب از سامانه، بهترین پیشگیری برای هر گونه ایجاد اخلال در کار آن است. در ذیل به مواردی که هنگام استفاده از سامانهٔ آبیاری زیرسطحی باید رعایت شود اشاره شده‌است.

- بایستی از ورود سیلت و مواد آلی موجود در آب به داخل سامانه جلوگیری کنیم، این کار با استفاده از حوضچه‌های ته‌نشینی و تصفیهٔ مناسب امکان‌پذیر است که بایستی در مراحل طراحی به آن پرداخته شود.
- با بازرسی منظم از مزرعه می‌توانیم سامانهٔ آبیاری را بررسی و مشکل‌یابی کنیم. نمونه‌گیری آب از آخر لاترال‌ها می‌تواند عدم یا وجود رسوب و نوع آن را برای ما مشخص کند. شستشوی منظم سامانهٔ آبیاری براساس آنالیز کیفیت آب بایستی انجام گیرد و زمان شستشوی سامانه را می‌توان با رکوردگیری از دبی قطره‌چکان‌ها و مشاهدهٔ تغییر در آبدهی آن‌ها مشخص کرد.
- ماده‌ای (کود و سم) به سامانهٔ آبیاری تزریق نگردد مگر آنکه از حل شدن کامل آن در آب اطمینان حاصل شود. محل تزریق حتماً بایستی قبل از یک فیلتر توری باشد.
- از کم‌آبیاری در سامانهٔ آبیاری زیرسطحی بایستی پرهیز شودکه این امر باعث نفوذ ریشه در قطره‌چکانها می‌شود.
- اگر پدیدهٔ ورود ریشه به قطره‌چکانها وجود داشته باشد برای از بین بردن آنها از اسید استفاده کنید.

- فشار سامانهٔ آبیاری در نقاط دور دست کنترل و ثبت شود و با خصوصیات طراحی تطبیق داده شود تا از عملکرد مناسب سامانه اطمینان حاصل شود.
- لازم است، دقت فشارسنج‌ها همواره کنترل شود و در صورت معیوب بودن تعویض شوند. در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای کنترل فشار، توصیه می‌شود فشارسنج‌های با کیفیت بالا نصب گردد.

جدول ۴ خلاصه‌ای از برنامه‌ریزی جهت نگهداری سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی را نشان می‌دهد.

جدول ٤- توصیه‌های کاربردی در ارتباط با نگهداری از سامانهٔ آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

زمان	دستورالعمل
قبل از نصب سامانه	آنالیز کیفی آب
قبل از شروع اولین آبیاری فصل	۱- تنظیم فیلترهای شن ● شستشوی فیلترها ● تنظیم جریان شستشوی معکوس ● تنظیم دوره شستشوی معکوس ● تنظیم مدت شستشوی معکوس ● تنظیم فاصلهٔ زمانی بین شستشوی هرکدام از مخزن‌ها ۲- ارزیابی سامانه- تعیین شدت جریان، فشار عملکرد و توزیع یکنواختی پخش
قبل از شروع فصل آبیاری (سالانه)	۱- ارزیابی مقبولیت سامانه- تعیین شدت جریان، فشارعملکرد و یکنواختی توزیع پخش ۲- نظارت ایستگاه پمپاژ و حفاظت موتورپمپ ۳- ارزیابی تمامی اجزای سامانه و جایگزینی نواقص ۴- ارزیابی فیلترهای توری و شن ۵- کنترل سامانهٔ شستشو
در طول فصل آبیاری	۱- مشاهدات روزانه ● جستجو در مزرعه و تعمیر نابسامانی‌ها ● کنترل عملکرد فیلترها ● کنترل و ثبت دبی و فشار سامانه ۲- مشاهدات هفتگی ● کنترل گرفتگی قطره‌چکان‌ها ● شستشوی صافی‌ها و توری‌ها ● شستشوی لوله‌های فرعی ۳- مشاهدات ماهانه ● نگهداری از فیلترهای شنی و توری ● اندازه‌گیری و ثبت فشار لوله‌های فرعی و مقایسهٔ آن با طراحی ● اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها در محل‌های انتخابی ● کنترل pH آب و نگهداشتن مقدار آن زیر ۶/۵
در صورت نیاز	۱- اسیدشویی ۲- کلرزنی
قبل از خاموشی سامانه (سالانه)	۱- شستشوی سامانه ۲- کلرزنی

تمهیدات آخر فصل

اولین قدم شیر اصلی آب را بسته تا جریان آب به سامانه قطع شود. سپس زهکش‌هایی که در پایین‌ترین قسمت سامانه قرار دارند را باز کرده تا آب به صورت ثقلی خارج شود. در زمین‌های مسطح می‌توانیم از تانک هوای قابل‌حمل و یا کمپرسور برای دمیدن هوا در لوله‌ها برای خارج شدن آب استفاده کنیم. یک شیر هوا که بر روی مانیفلد نصب شده باشد و یا شیر سلونوئیدی انجام این مرحله را ساده می‌کند. روی تمام اتصالات به منظور جلوگیری از ورود آشغال از طریق ورودی‌های سامانه بایستی پوشانده شود. در تمام طول زمستان بایستی فیلترها و رگلاتورهای فشار در محیط بسته نگهداری شوند. آب داخل فیلترهای شنی بایستی خارج شوند تا از گرفتگی آن توسط جلبک و بقیهٔ موجودات زنده در تمام دوره‌ای که سامانه کار نمی‌کند جلوگیری شود. تمام خطوط لوله بایستی از یخزدگی حفظ شوند که می‌توان با دفن لوله‌های اصلی و مانیفلدها در زیر عمق یخزدگی خاک از یخ زدن آن‌ها ممانعت به عمل آورد. دامنهٔ عمق یخزدگی برای مناطق مختلف متفاوت است.

کلرزنی

کلرزنی برای از بین بردن و خارج کردن خزه‌ها و مواد آلی از سامانهٔ آبیاری بایستی به طور عادی انجام شود. این کار تأثیری بر مقدار رسوبات سامانهٔ آبیاری ندارد. کلر مورد استفاده بایستی از نوع هیدروکلریدسدیم مایع

باشد. کلر می‌تواند با استفاده از تجهیزات کودآبیاری به سامانهٔ آبیاری تزریق شود. کاربرد کلر می‌تواند پیوسته (با غلظت کم) و یا متناوب (با غلظت زیاد) صورت گیرد. غلظت کلر با زمان و مکان کاهش می‌یابد، لذا ضروریست محل تزریق کلر نزدیک به سامانه باشد. در جدول ۵ روش‌های استفاده از کلرزنی در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای ارائه شده است.

جدول ۵- راهنمای استفاده از کلرزنی در سامانهٔ آبیاری قطره‌ای

هدف از کلر زنی	روش کلر زنی	غلظت لازم (ppm)	
		اول سیستم	آخر سیستم
ممانعت از تشکیل رسوب	پیوسته	۳-۵	>۱
	متناوب	۱۰	>۳
شستشوی سیستم	پیوسته	۵-۱۰	>۳
	متناوب	۱۵-۲۰	>۵

هشدار

کلر فعال خیلی خطرناک است، هنگام استفاده از آن از وسایل ایمنی استفاده کنید. هرگز کلر را در تانکی که باقی‌ماندهٔ کود در آن هست نریزید. تماس مستقیم کلر و کود باعث انفجار می‌شود. لذا اگر از تانک کود برای کلرزنی استفاده می‌شود، بایستی از تمیز بودن تانک قبل از استفاده اطمینان حاصل شود.

تزریق اسید

تزریق اسید یا اسیدشویی فقط برای مقابله با رسوبات شیمیایی به‌کاربرده‌می‌شود (کربنات‌ها، هیدروکسیدها، فسفات‌ها) و برای رسوبات آلی هیچ تأثیری ندارد. در اسیدشویی هدف پایین آوردن سطح pH و در نتیجه حل کردن رسوبات و شستن آنها از سامانهٔ آبیاری است. اسیدهای رایج برای این منظور اسید فسفریک، اسید سولفوریک و اسید نیتریک می‌باشند. آنها را با غلظت‌های مختلف می‌توان از بازار تهیه کرد و از طریق تیتراسیون pH را به حد مورد نظر رساند. برای استفاده از این اسیدها بهتر است اسیدیتهٔ آب در حد پایین (۷- ۵/۵) باشد. قبل از اسیدشویی بایستی سامانهٔ آبیاری را کاملاً شستشو داد. در مدت زمان تزریق بایستی pH آب در انتهای سامانهٔ آبیاری کنترل شود. پس از خاتمهٔ اسیدشویی، آبیاری حداقل یک ساعت ادامه داده شود تا سامانهٔ آبیاری کاملاً شسته شود. اسیدها استیل ،سیمان و آلومینیوم را فاسد می‌کنند ولی پلی‌اتیلن و PVC در مقابل آنها مقاومند. پمپ تزریق بایستی مقاوم به اسید بوده و واسنجی شده باشد.

تذکر: از کلرزنی و اسیدشویی همزمان سامانهٔ آبیاری خودداری نمایید. این عمل می‌تواند منجر به واکنش شیمیایی گردد. در این‌گونه موارد بهتراست ابتدا اسیدشویی و سپس کلرزنی انجام شود.

محاسبهٔ مقدار اسید

برای محاسبهٔ مقدار اسید انتخابی مورد نیاز برای یک محل، ابتدا می‌بایست مقدار اسیدیته تخمین زده شود و پس از آن، آزمون تعیین عیار صورت پذیرد، در این آزمون مقدار اسید مورد نیازی که می‌تواند pH آب مورد استفاده را به مقدار تعیین شده برساند انجام می‌پذیرد. بنابراین مقدار اسید و حجم آبی که ضرورت دارد به سامانه تزریق گردد می‌بایست محاسبه شود. میزان تزریق اسید با تقسیم حجم آب به میزان جریان و ضرب نمودن حاصل به حجم اسید به دست می‌آید.

تیتراسیون

مقدار مشخصی از آب (از محل مورد نظر) را در یک ظرف آب آزمایشگاه و یا یک پی‌پت مدرج ریخته و سپس pH آن را اندازه‌گیری می‌نماییم (حجم ظرف نمی‌بایست از ۱۰ لیتر کم‌تر باشد). به ظرف یاد شده کم‌کم اسید اضافه می‌کنیم و پس از تکان دادن آن pH آن‌را اندازه می‌گیریم. این عمل را آنقدر ادامه می‌دهیم تا به pH مورد نظر برسیم.

مثال) یک سامانهٔ آبیاری با جریان ۲۰۰ گالن در دقیقه داریم. با فرض این‌که رسوبات به شکل سخت در سامانهٔ آبیاری تشکیل شده‌باشد و همچنین pH مورد نیاز ۴/۵ باشد و مدت زمان تزریق یک‌ساعت باشد، مقدار اسیدفسفریک مورد نیاز را محاسبه نمایید.

- ابتدا ۵۰ گالن آب را در یک بشکهٔ ۵۵ گالنی می‌ریزیم، سپس pH آن‌را اندازه‌گیری می‌کنیم که عدد ۷/۴ را نشان می دهد.

- مقدار ۸ میلی‌لیتر اسید فسفریک به آب اضافه می‌نماییم. پس از آن مجدداً pH را اندازه‌گیری می‌کنیم. در این حالت عدد ۶/۹ را به دست می‌آوریم.
- پس از اضافه کردن ۱۲ میلی‌لیتر دیگر اسید فسفریک در ۳ نوبت و آزمون سطح اسیدیته، دقیقاً عدد ۴/۵ را خواهیم داشت. بنابراین در مجموع ۲۰ میلی‌لیتر (۸+۱۲) اسید فسفریک برای کاهش سطح pH ۵۰ گالن آب از ۷/۴ به ۴/۵ مورد نیاز می‌باشد.
- در این قسمت مقدار جریان ۲۰۰ گالن در دقیقه را بر ۵۰ گالن آبی که داریم تقسیم می‌کنیم که عدد ۴ به‌دست می‌آید، حاصل را در مقدار اسید محاسبه شده (۲۰ میلی‌لیتر) ضرب می‌کنیم تا مقدار اسید لازم در دقیقه را به‌دست آوریم:

اسید فسفریک مورد نیاز برای یک دقیقه (میلی‌لیتر) ۸۰= ۲۰ × ۴

- در نهایت ۸۰ میلی‌لیتر اسید مورد نظر را در مدت یک‌ساعت عنوان شده ضرب می‌کنیم (۶۰ دقیقه) که ۴۸۰۰ میلی‌لیتر می‌شود. بدیهی است با توجه به ساعت تزریقی که در نظر می‌گیریم مقدار اسید مورد استفاده، کم و زیاد می‌شود.

هشدار

اسیدها خطرناکند و در استفاده از آنها بایستی احتیاط کرد. همیشه اسید را به آب اضافه کنید و هیچگاه آب را به اسید اضافه نکنید که نتیجه آن واکنش خطرناک اسید می‌باشد. اسیدشویی بایستی قبل از گرفتگی کامل

انجام شود در غیراین‌صورت در شرایط گرفتگی کامل رساندن اسید به رسوباتی که در مجاری مسدود شدهٔ قطره‌چکان‌ها هستند، مشکل و یا غیرممکن است. اسید می‌تواند برای سوزاندن ریشه‌های افشانی که دور قطره‌چکان‌ها را گرفته‌است به‌کار برده شود اما در این حالت میزان اسید مورد نیاز زیاد و بنابراین هزینهٔ نگهداری سامانهٔ آبیاری بالا می‌رود. بهتر است برای جلوگیری از ورود ریشه به مجرای قطره‌چکان‌ها از طریق انتخاب قطره‌چکان مناسب، نصب و مدیریت صحیح آبیاری و توصیهٔ سازندگان قطره‌چکان عمل نمود.

منابع مورد استفاده

ملکی، ف. ۱۳۸۰. کاربرد مواد شیمیایی در آبیاری قطره‌ای، تزریق کود، اسید و کلر (ترجمه). ادارهٔ کل توسعهٔ روش‌های آبیاری تحت‌فشار. ۲۸ صفحه.

Camp, C. R. F. R. Lamm, R. G. Evans, and C. J.Phene. 2000. Subsurface drip irrigation – past, present, and future. Proceedings of the 4th decennial National Irrigation Symposium. November 14-16, 2000. Phoenix, Arizona. Pp 363-372. St. Joseph, Mich.:ASAE.

Lamm, F. R., D. H. Rogers, M. Alam and G. A. Clark. 2003. Design Considerations for Subsurface Drip Irrigation (SDI) Systems. Water Quality Series Bulletin MF-2578. K-State Research and Extension. Manhattan, KS. 8 pgs.

Rogers, D. H., F. R. Lamm and M. Alam. 2003. Subsurface Drip Irrigation Systems (SDI) Water Quality Assessment Guidelines. Water Quality Series Bulletin MF-2575. K-State Research and Extension. Manhattan, KS. 8 pgs.