وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی
مؤسسه تحقیقات پسته کشور

نگهداری سیستمهای خرد آبیاری

نگارنده:
ناصر صداقتی
عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور

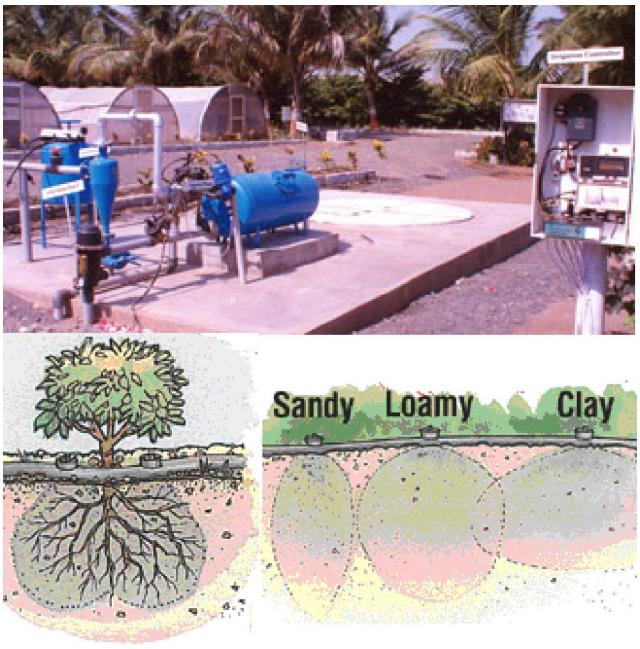
۱۳۸۴

نشریه شماره ۲۴

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی
مؤسسه تحقیقات پسته کشور

نگهداری سیستمهای خرد آبیاری



نگارنده:
ناصر صداقتی

عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور

۱۳۸۳

نام نشریه: نگهداری سیستمهای خرد آبیاری
نویسنده: ناصر صداقتی
ناشر: شورای انتشارات موسسه تحقیقات پسته کشور
چاپ اول– ۱۳۸۴
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
امور فنی: نجمه صابری ، اعظم طاهری
مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است.
شماره ثبت در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ۸۳/۱۲۷۲ به تاریخ ۸۳/۱۰/۱ می باشد.
قیمت: ۵۰۰۰ ریال
نشانی: رفسنجان، میدان شهید حسینی، موسسه تحقیقات پسته کشور
صندوق پستی: ۴۳۵–۷۷۱۷۵

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۷
فاکتورهای مهم در نمونه برداری ازآب	۸
ارزیابی کیفیت آب	۹
خطرات گرفتگی فیزیکی	۱۲
جداکننده شن(سیکلون)	۱۳
فیلترهای توری	۱۴
خطرات گرفتگی بیولوژیکی	۱۷
فیلترهای شنی	۱۸
فیلترهای دیسکی	۲۰
خطرات گرفتگی شیمیایی	۲۳
شستشوی لوله ها	۲۵
اصلاح شیمیایی آب	۲۶
تزریق مواد شیمیایی به داخل سیستم خرد آبیاری	۲۶
آزمون سازگاری	۲۷
تزریق کلر	۲۸
آماده کردن محلول با HTH	۲۹
مدت زمان تزریق	۳۲
نکات مهم عمل تزریق کلر	۳۳
اسیدشویی	۳۴
انجام اسید شویی بطور عملی و قدم به قدم	۳۵
نگهداری از استخرهای ذخیره آب	۳۸
جمع بندی بحث ارزیابی مشکلات موجود در آب آبیاری و روشـهای پیشـگیری از آنها	۳۹
تزریق کودهای شیمیایی در سیستم	۴۱
خلاصه بحث	۴۳
منابع	۴۵

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱) – شاخصهای ارزیابی منبع آب از نظر احتمال گرفتگی قطره چکانها	۸
جدول (۲)– طبقه بندی خاکها بر اساس اندازه ذره خاک و عدد مش مربوط به آن در فیلترهای توری	۱۱
جدول (۳)– اندازه فیلترهای شنی و عدد مش معادل آنها در فیلترهای توری	۱۳
جدول (۴)– کاربرد انواع فیلترها در سیستمهای خرد آبیاری	۱۶
جدول (۵)– توصیه های ضروری برای تزریق کلر در سیستم	۲۱
جدول (۶)– محاسبه میزان دبی تزریق کلر در سیستمهای خرد آبیاری	۲۴
جدول (۷)– غلظت توصیه شده اسید برای اصلاح آب	۲۵
جدول (۸)– روشهای جلوگیری از انسداد در سیستم های خرد آبیاری	۲۹

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

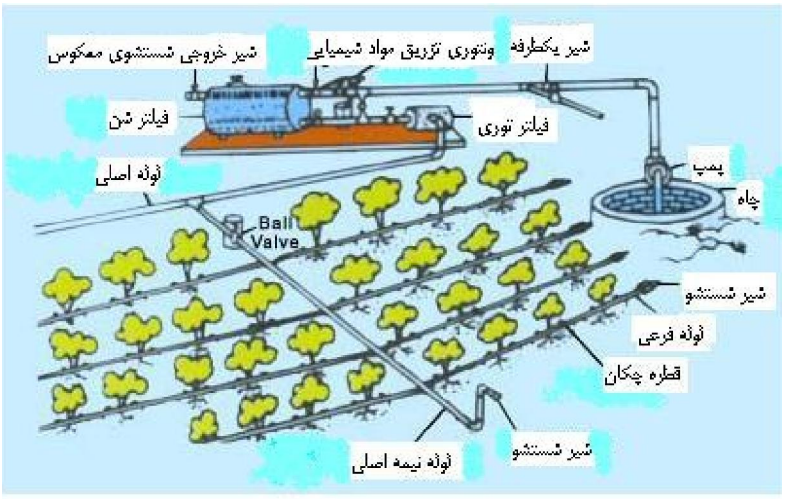
شکل(۱)- نمایی کلی از یک سیستم آبیاری قطره ای ۶
شکل(۲)- نمونه ای از یک سیستم تصفیه آب در سیستمهای خرد آبیاری ۱۰
شکل (۳)- نمونه ای ازجداکننده های شن (سیکلون) ۱۰
شکل (۴)- فیلترهای توری قابل شستشو ۱۲
شکل(۵)- نمایی از فیلترهای شنی و چگونگی عملکرد آنها دردو وضعیت تصفیه آب و ۱۴
شستشوی معکوس
شکل (۶)- نمای کلی از فیلترهای دیسکی و نحوه نصب آنها در سیستم تصفیه آب ۱۵
شکل(۷)- تجمع گل و لای و سایر رسوبات درانتهای لوله های فرعی و نحو ۱۸
شستشوی آن
شکل(۸)- نمای کلی ایستگاه تزریق مواد شیمیایی به داخل سیستم آبیاری قطره ای ۲۰
شکل(۹)-منحنی تیتراسیون برای دو منبع آب مختلف ۲۷

مقدمه

سیستمهای خردآبیاری[1] به سیستمهایی اطلاق می گردد که آب را با دبی کم و یکنواختی بالا در سطحی محدود و مشخص و مستقیما در ناحیه ریشه برای مصرف گیاه توزیع نمایند.در یک طبقه بندی ساده ، سیستمهای خرد آبیاری برحسب دبی خروجی از آنها به دوگروه : قطره ای[2] با دبی نازلهای کمتر از ۱۰ لیتر در ساعت و میکروجت[3] و بابلر[4](حبابی) با دبی نازلهای بیشتر از ۱۰ لیتر در ساعت تقسیم می شوند. اما این نوع طبقه بندی نیز قراردادی بوده و جامعیت ندارد. لذا دراین نشریه جهت سادگی بیان در مورد تمام این قبیل نازلها از واژه آبیاری قطره ای استفاده می نماییم.

کلید موفقیت هر سیستمی در سه فاکتور انتخاب صحیح ، طراحی دقیق و استفاده ونگهداری مناسب از آن سیستم خلاصه می گردد. سیستم آبیاری قطره ای نیز از این امر مستثنی نبوده و در صورت رعایت این سه اصل از طول عمر مناسبی (حداقل ۱۵سال) برخوردار خواهد بود. براساس منابع بسیاری که در زمینه استفاده از این سیستم وجود دارد، علت اصلی شکست آن گرفتگی قطره چکانها می باشد. روزنه قطره چکانها به دلیل کوچکی به آسانی مسدود می گردد. لذا شناخت نیازهای نگهداری و تصفیه آب این سیستمها بسیار حائز اهمیت می باشد. این سیستمها با شبکه گسترده ای از تاسیسات ، لوله ها و اتصالات ، آب را به قطره چکانها و در نهایت به گیاه می رسانند. اجزای اصلی یک سیستم آبیاری قطره ای در شکل (۱) نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است ، این اجزا به ترتیب عبارتند از: پمپ آب ، شیر یکطرفه(جهت جلوگیری از جریان برگشتی) ، دبی سنج(کنتور) ، سیستم تزریق مواد شیمیایی نظیر کلرو.. ، سیستم تصفیه آب ، لوله های اصلی ، لوله های نیمه اصلی(مانیفلد) ،لوله های فرعی(لاترال) و بالاخره لوله ها وشیرهای شستشو.

[1] Microirrigation
[2] Drip irrigation
[3] Microjet
[4] Bubbler



شکل(۱)- نمایی کلی از یک سیستم آبیاری قطره ای

اولین قدم جهت انتخاب سیستم ، دانستن مشخصات شیمیایی منبع آب مورد استفاده می باشد. با داشتن این اطلاعات دو گزینه خواهیم داشت:

۱) امکان استفاده از این آب در سیستمهای آبیاری قطره ای وجود ندارد.

۲) امکان استفاده از این آب در سیستمهای آبیاری قطره ای وجود دارد.

درحالت دوم ، اطلاعات موجود به ما در جهت پیش بینی مسائل و مشکلاتی که ممکن است برای سیستم بوجود آید و پیشگیری در جهت رفع آنها کمک می کند. جهت بدست آوردن این اطلاعات اولین قدم نمونه برداری از آب می باشد

.

فاکتورهای مهم در نمونه برداری از آب

۱) نمونه ها باید در ظرف پلاستیکی تمیز و به میزان تقریبی ۲ لیتر جمع آوری گردد.

۲) در نمونه برداری از آب چاه در حالت عادی ، باید نمونه ها حداقل ۳۰ دقیقه بعد از شروع کار پمپ گرفته شوند. در صورتیکه پمپ پس از چند ماه خاموشی ، شروع به کار کرده باشد ، حداقل بعد از ۳۰ ساعت کارکرد ، نمونه برداری انجام گیرد.

۳) در صورت استفاده از آبهای سطحی، نمونه ها باید از قسمت زیر سطح آب برداشته شوند.

٤) اگر کیفیت آب در طول زمان پمپاژ در فصل رشد گیاه تغییر می کند باید نمونه ها را در بدترین حالت و یا به صورت چندگانه و در زمانهای مختلف بردارید.
٥) در صورتی که در منطقه مورد نظرافت سطح آبهای زیرزمینی اتفاق افتد ، لازم است که هر سال نمونه جدیدی جهت تجزیه شیمیایی تهیه گردد.
٦) آنالیز نمونه ها باید حداکثر ۳ ساعت پس از نمونه برداری انجام شود. در صورتیکه این عمل ممکن نیست ، باید نمونه ها در یخچال و یا در درجه حرارت (پایین تر از $40^{\circ}f$ ($5^{\circ}c$) نگهداری شوند
۷) بهتر است نمونه برداری توسط افراد متخصص انجام گیرد.

توجه : توصیه می گردد که نحوه نمونه برداری و دستورالعمل های نگهداری آنها را حتماً رعایت نموده و از اطلاعات علمی انجام دهندگان آزمایش ها حتماً مطمئن گردید.

ارزیابی کیفیت آب

کیفیت آب آبیاری تعیین کننده میزان و شدت تصفیه، نگهداری و اصلاح آب مورد نیازجهت جلوگیری از گرفتگی قطره چکانها می باشد. گرفتگی قطره چکانها ممکن است در اثر عواملی نظیر ذرات معلق، رسوبات منیزیم و کلسیم، سولفید و اکسیدهای آهن و منگنز، لجن ها، باکتریها و ریشه گیاهان ایجاد گردد. خصوصیات قطره چکانها بویژه اندازه باز شدگی (روزنه) آنها از جمله عوامل دیگر مهم در بحث ارزیابی کیفی آب می باشد. در هنگام ارزیابی کیفی آب ، فاکتورهای لیست شده در جدول (۱) باید مورد توجه قرار گیرد.

جدول(۱)- شاخصهای ارزیابی منبع آب از نظر احتمال گرفتگی قطره چکانها

عوامل گرفتگی	فاکتور کیفی	خطر گرفتگی قطره چکان بر اساس غلظت		
		کم	متوسط	زیاد
عوامل فیزیکی	ذرات معلق (TSS) [۱]	<۵۰	۵۰-۱۰۰	>۱۰۰
عوامل شیمیایی	PH	<۷	۷-۷/۵	>۷/۵
	مواد محلول (TDS)	<۵۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰
	منگنز(ppm)	<۰/۱	۰/۱-۱/۵	>۱/۵
	آهن(ppm)	<۰/۱	۰/۱-۱/۵	>۱/۵
	سولفید هیدروژن(ppm)	<۰/۲	۰/۲-۲	>۲
	سختی آب[۲](ppm)	<۱۵۰	۱۵۰-۳۰۰	>۳۰۰
	SAR[5] تصحیح شده	<۳	۳-۹	>۹
عوامل بیولوژیکی	آلودگی باکتریایی [۳]	<۱۰۰۰۰	۵۰۰۰۰-۱۰۰۰۰	>۵۰۰۰۰

۱- ماکزیمم غلظت اندازه گیری شده که بیانگر غلظت کل نمونه باشد بر حسب ppm

۲- سختی بعنوان مقدار کربنات کلسیم($CaCo_3$) بر حسب ppm

۳- تعداد باکتری در ۱۰۰ ml از آب

[5] Adjusted Sodium Adsorption Ratio

بطور مثال اگـر منبـع آب ، زیرزمینـی اسـت بطوریکـه عمـق چـاه بـیش از ۳۰ متـر باشـد آلودگی های باکتریایی می تواند حذف شود و یا در منابع آب سطحی ، سولفید هیدروژن وجود نداشته و از پارامترهای مورد نیاز جهت اندازه گیری حذف می شود.

دو مورد از خطرات گرفتگـی لیسـت شـده در جـدول شـماره (۱) ممکـن اسـت از طـرف آزمایشگاه بصورتی متفاوت گزارش گردد. غلظت مواد محلول در آب در برخی موارد با فاکتور هدایت الکتریکی[6] (EC) مشخص می گردد. EC معمولاً با واحد میکروموس بـر سانتیمتر (μ mhos/cm) ، میلی موس بر سانتیمتر(mmhos/cm) ویا دسـی زیمـنس برمتر(ds/m) بیان می گردد. فرمول زیر جهت تبدیل TDS بـه EC و بـالعکس اسـتفاده می گردد.

$$TDS(mg/l) = 0.64 \times EC(\mu mho/cm)$$

بطور مثال آبی با EC = ۱۰۰۰ μ mho/cm دارای ٦٤۰ ppm مواد محلول می باشد. در ضمن TDS نیز گاهی اوقات بر حسب ppm بیان می شود که در واقع معادل همان میلـی گرم بر لیتر (mg/l) می باشد.

سختی منبع آب نیز مربوط به غلظت کلسیم و منیزیم محلول در آب می باشد. اگر غلظت کلسیم و منیزیم بر حسب ppm یا mg/l داده شده باشد ، سختی آب[7] از رابطه زیر تعیین می گردد.

$$Hardness = 2.5 \times (Ca) + 4.1 \times (Mg)$$

آبیاری باآبهای با pH = ۷/۵ و بالاتر و بیکربنات بیشتر از ۱۰۰ ppm بسته به میزان سختی آب ، احتمال بروز مشکلات رسوب کربنات کلسیم (آهک) را دارند.

پس از اینکه با استفاده از جدول(۱) مسائل ومشکلات موجود درآب آبیاری شناسایی شد ، باید در جهت برطرف نمودن آنها اقدام نمود. روش کار شامل دو مرحله می باشد:

۱) تصفیه فیزیکی آب توسط فیلترها

۲) اصلاح آب با تزریق موادشیمیایی

---

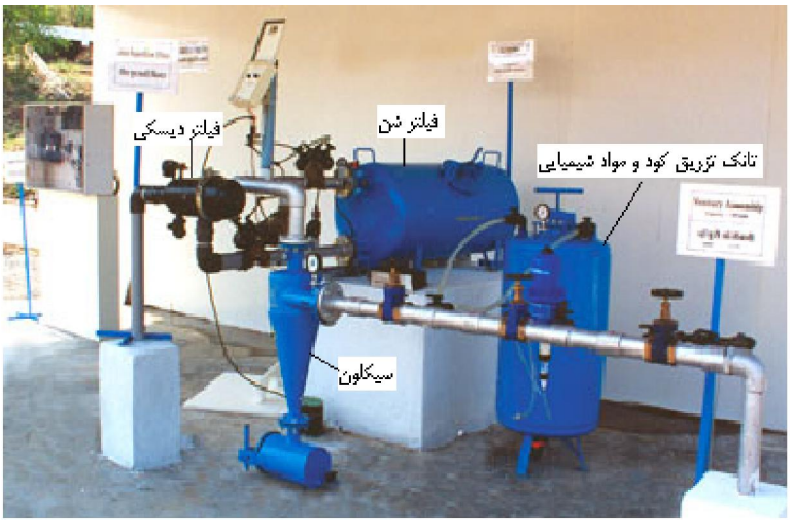
[6] Electrical conductivity

[7] Hardness

خطرات گرفتگی فیزیکی

علت اصلی گرفتگی فیزیکی وجود ذرات شن و ذرات معلق دیگریست که اندازه آنها بزرگتر از روزنه های قطره چکان باشد. همانطور که قبلاً ذکر شد خصوصیات هیدرولیکی قطره چکان بویژه اندازه روزنه آن نقش اصلی را در انتخاب سیستم تصفیه بازی می کنند. تحقیقات نشان داده است که منابع آب با ذرات معلق تا ppm ۵۰۰ تنها با کاربرد سیستم تصفیه آب قابل استفاده در سیستمهای خرد آبیاری می باشند. در صورتیکه غلظت این مواد بیش از ppm ۵۰۰ باشد ، فیلترها به تنهائی جوابگوی تصفیه آب نبوده و حتماً باید از حوضچه های رسوبگیر جهت ته نشینی ذرات سیلت و رس موجود در آب استفاده نمود. فیلترها در واقع قلب سیستم بوده و نقش بسزایی در جلوگیری از گرفتگی فیزیکی و موفقیت هر سیستم دارند.

چهار نوع اصلی فیلترها عبارتند از سیکلونها (جداکننده های شن گریز از مرکز) ، فیلترهای توری ، فیلترهای دیسکی و بالاخره فیلترهای شنی. اغلب سیستمهای تصفیه آب شامل ترکیبی از این فیلترها جهت بالا بردن راندمان کارمی باشند. شکل (۲) یک نمونه از ترکیب این فیلترها در سیستم تصفیه آب نشان می دهد.



شکل(۲)- نمونه ای از یک سیستم تصفیه آب در سیستمهای خرد آبیاری

جداکننده شن(سیکلون)

در برخی از موارد که آب حاوی مقادیر زیادی از شن باشد از سیکلون استفاده می گردد (شکل ۳). در سیکلونها ، چرخش آب با استفاده از عمل سانتریفوژ باعث جدا شدن ذرات شن و سایر مواد سنگین از آب می گردد. کارکرد مناسب سیکلونها باعث جداسازی ۷۰ تا ۹۵ درصد ذرات سنگین با قطرهای بزرگتر از ۰/۰۷۵ میلیمتر از آب می شود. در صورت نیاز به سیکلون ، این فیلتر باید قبل از تمام فیلترهای دیگر نصب گردد.

شکل (۳)- نمونه ای ازجداکننده های شن (سیکلون)

عملیات نگهداری: این فیلترها به نگهداری خاصی نیاز ندارند فقط باید بطور منظم شستشو گردند. میزان آب مورد استفاده، میزان ذرات معلق در آن و ظرفیت مخزن تحتانی سیکلون جهت انباشته شدن این مواد در آن، چگونگی و زمان شستشوی سیکلون را برای ما مشخص می سازد. مواد جدا شده از آب می توانند بصورت دستی و یا خودکار از سیستم خارج گردند. در حالت شستشوی دستی با باز کردن شیر کف سیکلون این عمل انجام می گیرد. در سیستمهای خودکار یک شیر الکترونیکی و یک زمان سنج (تایمر) عمل باز شدن شیر شستشو را انجام می دهد. نحوه عملکرد شیر خودکار در طول فصل باید کنترل گردد.

فیلترهای توری

مواد معلق و شن موجود در آب، اغلب توسط فیلترهـای توری(شـکل ٤) از آب جـدا مـی گردد. اندازه فیلترهای توری بر اساس ماکزیمم اندازه ذره ای که اجازه ورود به سیستم را دارد، کیفیت آب آبیاری و افت فشار مجاز در فیلترها تعیین می شود. ماکزیمم اندازه ذره ای که مجاز به ورود به سیستم می باشد عموماً توسط کارخانه سـازنده قطـره چکـان ارائـه می گردد. اگر این اطلاعات در دسترس نبود بعنوان یـک قـانون کلـی بایـد ذرات بـا قطـر بزرگتر از ۰/۱ قطر کوچکترین روزنه قطره چکان از آب جـدا شـود. جداسـازی ذرات بـا قطر ۰/۱ قطر کوچکترین روزنه قطره چکان و بزرگتر از پدیده پـل بنـدی یـا «بریجینـگ»[8] جلوگیری می کند. «بریجینـگ» پدیـده ای اسـت کـه در آن ذرات کوچـک بـه یکـدیگر متصل شده و تشکیل ذرات با قطر بزرگتر را می نمایند و ایـن ذرات باعـث مسـدود شـدن روزنه های قطره چکان ها می گردند.

جدول (۲) طبقه بندی استاندارد ذرات خاک و عدد مش معادل آن برای فیلترهـای تـوری را نشان می دهد.

[8] Bridging

جدول(۲)- طبقه بندی خاکها بر اساس اندازه ذره خـاک و عـدد مش مربوط به آن در فیلترهای توری [۱]

طبقه بندی خاک	اندازه ذره			عدد مش توری
	میلیمتر	میکرون	اینچ	
شـــن خیلـــی درشت	۲-۱	۲۰۰۰- ۱۰۰۰	۰/۰۷۸۶-۰/۰۳۹۳	۱۰-۱۸
شن درشت	۱-۰/۵	۱۰۰۰-۵۰۰	۰/۰۳۹۳-۰/۰۱۹۷	۱۸-۳۵
شن متوسط	۰/۵-۰/۲۵	۵۰۰-۲۵۰	۰/۰۱۹۷-۰/۰۰۹۸	۳۵-۶۰
شن ریز	۰/۲۵-۰/۱	۲۵۰-۱۰۰	۰/۰۰۹۸-۰/۰۰۳۹	۶۰-۱۶۰
شن خیلی ریز	۰/۱-۰/۰۵	۱۰۰-۵۰	۰/۰۰۳۹-۰/۰۰۲۰	۱۶۰-۲۷۰
سیلت	۰/۰۵-۰/۰۰۲	۵۰-۲	۰/۰۰۲۰-۰/۰۰۰۰۸	۲۷۰-۴۰۰ [۲]
رس [۳]	< ۰/۰۰۲	<۲	< ۰/۰۰۰۰۸	-

۱- از منبع کلر و بلیزنر(Keller and Bliesner)

۲- توری با مش ۴۰۰ دارای کوچکترین انـدازه روزنـه هـا بـا حـدود ۰/۰۳ mm مـی باشد.

۳- این ذرات قابل رویت نمی باشند. باکتریها و ویروسها نیـز از ذرات رس کـوچکتر می باشند.

توجه: یک فیلتر توری با مش ۲۰۰ که قطر روزنه های آن حدود ۰/۰۷۵میلیمتر می باشد، قادر است ذرات شن ریز و بزرگتـر را از آب جدا کند و معمولاً این فیلتر توری در مـورد سیسـتم هـای خرد آبیاری با منبع آب زیرزمینی کفایت می نماید.

میزان جریان در فیلترهـای تـوری نبایـد از ۱۳۰ lit/s در هـر مترمربـع (۲۰۰ gpm در هـر فوت مربع) از سطح موثر فیلتر بیشتر گردد. سطح موثر فیلتر نیز بعنوان مجموع سطح روزنه ها در فیلتر می باشد. کارخانه سازنده معمـولاً سـطح مـوثر فیلتـر تولیـدی خـود را بایـد در اختیار مصرف کننده قرار دهد.

شکل (٤)- فیلترهای توری قابل شستشو

عملیات نگهداری:

در فیلترهای توری از صافی های نایلونی استفاده می گردد که به دلیل داشتن سـوراخهای کوچک باید بطور دوره ای تمیز شوند. شستشوی فیلترها بوسیله شیرهای مخصوصی انجام می گیرد که ممکن است بصورت دستی یا اتوماتیک عمل نمایند. شستشوی فیلترها زمانی صورت می گیرد که افت فشار بین دو فشار سنج قبـل و بعـد از فیلترهـا نسـبت بـه شـرایط ابتدایی و تمیـز بـودن فیلترهـا حـدود۳/۵متـر (۵psi) افـزایش یابـد. فیلترهـایی بـا سیسـتم شستشوی خودکار، دارای قطعه ای بنام کلید اختلاف فشار می باشند که قادر است میـزان اختلاف فشار بین دو طرف فیلترها را بطور خودکار کنترل نماید. سیستم های دیگر عموماً شامل یک زمان سنج (تایمر) هستند که معمولاً بوسیله اپراتـور سیسـتم تنظـیم مـی گـردد.

عمل شستشو بر اساس مدت آبیاری و کیفیت آب می تواند زمان بندی گردد. فاصله بین دو شستشوی متوالی نیز بر اساس اختلاف فشار دو طرف فیلترها تنظیم می گردد. در سیستم های بزرگ دستگاههای شستشوی خودکار هر چند روز یکبار باید بازبینی گردند.

خطرت گرفتگی بیولوژیکی

باکتریها، جلبک ها و بقایای آلی آنها اغلب به قدری کوچک هستند که قادرند به راحتی از فیلترها عبور کرده و به داخل سیستم آبیاری وارد گردند. این مواد با تشکیل توده هایی باعث گرفتگی قطره چکانها می شوند. علاوه بر آن سیستم خرد آبیاری محیط مناسبی را جهت رشد باکتریها فراهم می نماید. تشکیل لجن های باکتریایی نیز مسئله گرفتگی را در سیستم تشدید می نماید. آهن با غلظت های خیلی پایین (۰/۳-۰/۱ ppm) نیز می تواند باعث گرفتگی بیولوژیکی سیستم گردد. باکتریهای آهن دوست، آهن موجود در آب را بعنوان یک منبع انرژی استفاده نموده و آهن فرو (Fe^{+2}) را به آهن فریک (Fe^{+3}) تبدیل می نمایند. همانطور که باکتریها رشد می نمایند، تشکیل مواد لجن مانندی به نام گل اخرا نموده که این ماده با ترکیب شدن با سایر مواد دیگر باعث گرفتگی قطره چکانها می شود. آبهای آبیاری که شامل بیشتر از ۰/۱ ppm از سولفیدها باشند رشد باکتریهای سولفور دوست را در داخل سیستم زیاد می نمایند. کلرزنی منظم در این حالت ممکن است مورد نیاز باشد.علاوه بر این موارد، آبهای سطحی ممکن است حاوی مواد آلی درشت تری نظیر خزه، حلزون و بقایای گیاهی باشند که لازم است جهت جلوگیری از مشکلات گرفتگی نازلها ،این مواد از آب جدا گردند. برای جداسازی مواد آلی درشت از آب معمولاً از توریهای با مش کمتر (روزنه های بزرگتر) در لوله ورودی پمپ استفاده می شود. در هنگام استفاده از آبهای سطحی در سیستم آبیاری جهت بهبود سیستم تصفیه اغلب از فیلترهای شنی و دیسکی استفاده می شود.

فیلترهای شنی

فیلترهای شنی (شکل ۵) برای جداسازی لجن هـای باکتریـایی و جلبـک هـا از آب بسـیار خوب عمل می کنند. عمق فیلتر شنی باعث ایجاد یک جریان سه بعدی تصفیه مـی گـردد که قابلیت تصفیه آب را بسـیار بیشـتر از فیلترهـای تـوری خواهـد داشـت. برخـی از انـواع فیلترهای شنی در جدول (۳) آمده است.

جدول (۳)- اندازه فیلترهای شنی و عدد مش معادل آنها در فیلترهای توری

شماره فیلتر شنی	نوع ماده بکار رفته در آن	میانگین اندازه موثر فیلتر شنی		اندازه مش فیلتر توری
		میلیمتر	اینچ	
۸	گرانیت خرد شده	۱/۵	۰/۰۵۹	۱۰۰-۱٤۰
۱۱	گرانیت خرد شده	۰/۷۸	۰/۰۳۱	۱٤۰-۲۰۰
۱٦	سیلیکای خرد شده	۰/٦٦	۰/۰۲٦	۱٤۰-۲۰۰
۲۰	سیلیکای خرد شده	۰/٤٦	۰/۰۱۸	۲۰۰-۲۳۰
۳۰	سیلیکای خرد شده	۰/۳٤	۰/۰۱۳	۲۳۰-٤۰۰

میانگین اندازه موثر فیلتر شاخصی است از اندازه ذره ای که توسط فیلتر قابل جداسازی از آب می باشد. کیفیت تصفیه با کمتر شدن این شاخص افزایش مـی یابـد. همـانطور کـه بـا افزایش عدد مش فیلتر توری ، ذرات با قطر کوچکتر از آب خارج می گردند.

میزان جریان در فیلترهای شنی نباید از lit/s ۱۶ در هر متـر مربـع (gpm ۲۵ در هـر فـوت مربع) از سطح فیلتر تجاوز نماید. سطح فیلتر عبارت است از مجموع سطح شن فیلترهـا در تانکهای شن.

شکل(۵)- نمایی از فیلترهای شنی و چگونگی عملکرد آنها دردو وضعیت تصفیه آب و شستشوی معکوس

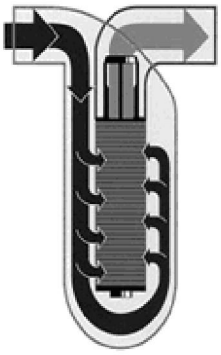
عملیات نگهداری :

در مورد این فیلترها مهمترین قسمتی که باید کنترل شود شیرهای محدودکننده جریان شستشوی معکوس می باشد. اگر میزان جریان این شیرها زیاد باشد، شنها بطور کامل از داخل فیلترخارج می شوند. اگر هم میزان جریان خیلی کم باشد ذرات آلوده کننده هرگز به خارج از فیلتر شستشو نمی شوند. اپراتور سیستم باید بهترین میزان جریان را انتخاب نماید. آلودگیهای باکتریایی و شیمیایی باعث چسبیدن و سیمانه شدن ذرات فیلتر شنی گردیده و این وضعیت باعث ایجاد مجراها و کانالهایی در فیلتر شنی می گردد. این مجراها اجازه ورود آلودگیها را به داخل آب سیستم می دهد. بهترین راه برای رفع این

مشکل کلرزنی آب می باشد. در اغلب سیستمهای تصفیه از چند واحد تانک شنی (۳ یا بیشتر) استفاده می گردد. در این حالت می توان همزمان با عملیات آبیاری از آب تصفیه شده یک فیلتر جهت شستشوی فیلترهای دیگر استفاده نمود. حتی در صورتیکه شستشوی فیلتر در زمانی صورت گیرد که عملیات آبیاری انجام نمی گردد، حداقل دو واحد فیلتر شنی (جهت تامین آب تمیز شستشو) برای عملیات شستشوی فیلترها ضروری می باشد. هنگامی که افت فشار در مسیر فیلترهای شنی به حدود ۷متر (۱۰ psi) یا مقدار توصیه شده کارخانه سازنده برسد باید عملیات شستشو انجام گیرد. برای کاهش تعداد شستشوها در صورتیکه منبع آب دارای بیش از ۱۰۰ ppm مواد معلق باشد باید از دبیهای جریان کمتری استفاده نمود. اکثر کارخانجات سازنده نصب فیلترهای توری را بعد از فیلترهای شنی جهت جلوگیری از ورود ذرات شن خارج شده از فیلتر شنی به داخل سیستم توصیه می نمایند.

فیلترهای دیسکی

فیلترهای دیسکی (شکل ٦) اغلب جهت خارج کردن مواد بیولوژیکی از آب آبیاری استفاده می گردند. فیلترهای دیسکی در واقع ترکیبی از فیلترهای توری و شنی هستند. شیارهای میکروسکوپی بین دیسک ها (معمولاً پلاستیکی هستند) باعث گرفتن مواد اضافی موجود در آب شده که این مواد توسط جریان معکوس شستشو از فیلتر خارج می گردد. هنگام برقراری جریان شستشو دیسک های داخل فیلتر از هم جدا شده و تمیز می شوند. فیلتر های دیسکی نسبت به فیلترهای شنی به میزان آب کمتری نیاز دارند اما فشار لازم جهت شستشو ممکن است تا۳۵ متر هم برسد. برای تامین چنین فشاری ممکن است نیاز به شیرهای تغذیه، پمپهای تقویت کننده و یا هر دو باشد. بعنوان یک توصیه عمومی برای تصفیه آب زیرزمینی با فیلتر دیسکی معادل مش ۲۰۰، میزان جریانی در حدود۳۲ لیتربرثانیه در هرمتر مربع لازم است.



در حالت تصفیه آب

در حالت شستشوی معکوس

شکل (٦)- نمای کلی از فیلترهای دیسکی و نحوه نصب آنها در سیستم تصفیه آب

اگر ذرات شن در آب زیاد باشد بهتر است کـه از کـاربرد فیلترهـای دیسـکی خـودداری گردد ، چرا که در طول جریان شستشوی فیلتر که دیسـک هـا از هـم جـدا مـی گردنـد ، ذرات شن ممکن است بین دیسک ها قرار گیرند. اگر این اتفاق بیفتـد انـدازه مـش مـوثر فیلتر کاهش یافته و رانـدمان تصـفیه را پـایین مـی آورد. در چنـین شـرایطی بهتـر اسـت از فیلترهای شنی استفاده شود. در صورت استفاده از فیلتر دیسکی در این حالـت حتمـاً بایـد قبل از آن از یک جداکننده شن (سیکلون) هم استفاده گردد.

برای اصلاح آب جهت جلوگیری از گرفتگی بیولوژیکی عموما کلر به داخل سیسـتم تزریق می شود. که در این مورد درقسمت تزریق مـواد شـیمیایی بـه داخـل سیسـتم بحـث خواهد شد

خلاصه ای از کاربردهـای معمـول، مزایـا و معایـب فیلترهـای مختلـف در جـدول (٤) آورده شده است.

جدول(٤)- کاربرد انواع فیلترها در سیستمهای خردآبیاری

انواع فیلترها	کاربرد	مزایا	معایب
جداکننده های شن (سیکلون)	آبهای با میزان شن زیاد (جریانهای رودخانه ای با سرع ت زیاد و چاههای با وضعیت دیواره نامناسب)	۷۰ تا ۹۵ درصد ذرات بزرگتر از شن متوسط را از آب خارج می نماید.	ذرات کوچکتر از شن ریز را نمی تواند از آب جدا سازد.
فیلترهای توری	در حالتی که مشکل گرفتگی بیشتر مربوط به ذرات معلق (گرفتگی فیزیکی) باشد.	نسبتاً ارزان قیمت بوده و برای سیستمهایی که از آبهای زیرزمینی تغذیه می شوند بسیار مناسب است.	نوع ارزان قیمت آن معمولاً باید بوسیله دست تمیز گردد.
فیلترهای شنی	قابل کاربرد برای تصفیه مواد فیزیکی و بیولوژیکی می باشد.	ایجاد محیط سه بعدی تصفیه باعث افزایش کارآئی آن نسبت به فیلترهای توری می گردد.	برای سیستمهای با میزان جریان کم (کمتر از۳/۵ لیتر در ثانیه) تناسب خوبی ندارند، اغلب باید از چند تانک شن همزمان استفاده گردد.
فیلترهای دیسکی	قابل کاربرد برای تصفیه مواد فیزیکی و بیولوژیکی می باشد.	نصب چندین فیلتر بطور موازی با هم کاربرد آنها را برای سیستمهای با میزان دبی زیاد مقدور می سازد.	در طول زمان شستشوی خودکار نیاز به فشار بالا دارد که در این صورت ممکن است به پمپهای تقویت کننده نیاز باشد، برای آبهای با مقدار شن زیاد مناسب نمی باشد.

سیستم تصفیه حتماً باید شامل یک کنتور و دو عدد فشارسنج ، یکی قبل از فیلترها و دیگری بعد از فیلترها باشد. این تجهیزات سبب می گردد که ما بتوانیم کنترل سریعی از وضعیت کار فیلترها داشته باشیم و اینکه آیا سیستم بطور مناسب کار می کند یا خیر.

پایین بودن فشار در فشار سنج بعد از فیلترها به معنی این است که در جائی از سیستم نشت آب داریم و یا قسمتی از لوله ها دچار شکستگی شده است. اختلاف فشار زیاد بین دو فیلتر نیز ممکن است مربوط به عدم کارکرد مناسب سیستم شستشوی معکوس فیلترها بوده و اینکه فیلترها نیاز به تمیز کردن داشته باشند.

خطرات گرفتگی شیمیایی

آبهای زیرزمینی اغلب شامل مقادیر زیادی مواد محلول می باشند که رسوب این مواد و تشکیل پوسته های رسوبی می تواند باعث گرفتگی قطره چکانها گردد.

دو عامل اساسی و عمده گرفتگی شیمیایی رسوب کربنات کلسیم ($CaCo_3$) یا آهک و نیز تشکیل رسوبات آهن می باشند. رسوب کربنات کلسیم عمدتاً به دو دلیل صورت می گیرد. یکی تبخیر آب و بجای ماندن نمکهای آن بر روی قطره چکانها و دوم تغییر در حلالیت آب که عمدتاً به دلیل تغییر pH و یادرجه حرارت آب اتفاق می افتد. افزایش pH یادرجه حرارت آب باعث کاهش حلالیت کلسیم در آب شده و ایجاد رسوب کربنات کلسیم می نماید. کربنات کلسیم در pH های بالا (بزرگتر از ۷/۵) و غلظت های بالای بیکربنات (بزرگتر از ۲ meq/l) ممکن است باعث بروز مشکلاتی گردد. از علائم رسوب کلسیم تشکیل یک لایه یا ورقه سفید رنگ بر روی لوله های قطره چکاندار و یا اطراف قطره چکانها و یا رسوبات سفید در آب شستشوی لوله ها می باشد. راه حل عمومی (معمول) جلوگیری از رسوب کلسیم اسیدی کردن آب تا pH کمتر از ۷ و یا پایین تر با تزریق مداوم اسید می باشد. کلسیم درpH پایین حلالیت بیشتری دارد. بی کربنات بطور طبیعی می تواند با کلسیم موجود در آب واکنش نشان داده و تشکیل پوسته های رسوبی نماید.

اسیدهای سولفوریک ، هیدروکلریک و فسفریک عموماً جهت اسیدشویی مورد استفاده قرار می گیرند. اگر هدف از اسیدشویی از بین بردن پوسته های رسوبی ایجادشده در داخل سیستم باشد باید PH تا حدود ۲ پائین آورده شود.

البته باید توجه کرد که کاهش PH باعث خسارت به ریشه درختان در خاک نگردد. پس از عملیات اسیدشویی نیز باید سیستم برای مدتی با آب معمولی کارکند تا شسته شود. اسید عموماً برروی ظروفی از جنس پی وی سی و پلی اتیلن اثرنمی گذارند ولی ممکن است بر روی فولاد و آلومینیوم خوردگی ایجاد نمایند.

علاوه بر خطرات بیولوژیکی ناشی از فعالیت باکتریهای آهن دوست در اثر اکسید کردن آهن که در قسمت قبلی ذکر شد، اکسیدهای آهن ممکن است خطرات گرفتگی شیمیایی را نیز سبب گردند. آهن اکسید شده (فریک) باعث ایجاد رسوباتی می گردد که گرفتگی قطره چکانها را به همراه خواهد داشت. اگر آهن موجود در آب یکی از عوامل اصلی در گرفتگی باشد دو راه برای رفع مشکل آن وجود دارد. اول استفاده از یک استخر جهت هوادهی آب و رسوب دهی آهن در مخزن قبل از ورود به سیستم ،که در اثر این عمل آهن فرو موجود در آب قبل از ورود به سیستم در اثر اکسید شدن به آهن فریک تبدیل شده و رسوب می نماید و به این ترتیب وارد سیستم نمی شود. راه دوم استفاده از یک عامل اکسید کننده قوی در بالا دست فیلترها جهت رسوب دهی آهن می باشد. آهن رسوب کرده سرانجام بوسیله فیلترها از آب خارج می گردد. کلر از جمله موادی است که می تواند بعنوان عامل اکسید کننده بکار رود. روش کار در مورد منگنز نیز به همین صورت است. اما به دلیل اینکه میزان اکسیداسیون منگنز خیلی کندتر از آهن می باشد، لذا باید زمان واکنش و هوادهی جهت اکسیده شدن منگنز و تبدیل آنها از حالت محلول به رسوب کافی باشد.

شستشوی لوله ها

ذرات خیلی ریزی که از فیلترها عبور کرده و به داخل سیستم وارد می گردند می تواند باعث گرفتگی قطره چکانها شوند. تا زمانی که سرعت آب زیاد است و حالت متلاطم دارد این ذرات بصورت معلق می مانند. با کم شدن سرعت و تلاطم آب این ذرات ممکن است رسوب کرده و سرانجام از انتها به ابتدای لوله با رسوبات پر شود. سیستم باید طوری طراحی شود که سرعت مناسب جریان (بزرگتر از ۰/۳۵ m/sec) جهت شستشو در لوله های اصلی، لوله های فرعی و شیرها تامین گردد. لوله های اصلی، نیمه اصلی و مانیفلندها با استفاده از شیرهایی که در انتهای آنها نصب می گردد قابل شستشو هستند. لوله های فرعی ممکن است بصورت دستی یا خودکار شستشو شوند (شکل ۷). توصیه می گردد که شستشوی لوله ها حداقل بعد از هر ۲ نوبت آبیاری انجام گیرد. یک برنامه منظم بازرسی و شستشوی سیستم، کمک قابل ملاحظه ای در جلوگیری از گرفتگی قطره چکانها خواهد کرد.

شکل(۷)- تجمع گل و لای و سایر رسوبات درانتهای لوله های فرعی و نحوه شستشوی آن

اصلاح شیمیایی آب

اصلاح شیمیایی اب شامل دو مرحله می باشد:

۱) تزریق کلر جهت جلوگیری از خطرات گرفتگی بیولوژیکی و برخی گرفتگیهای شیمیایی

۲) تزریق اسید جهت جلوگیری از رسوب مواد محلول در آب و حذف خطرات گرفتگی شیمیایی

۳) تزریق مواد شیمیایی به داخل سیستم خرد آبیاری

در هنگام تزریق مواد شیمیایی و یا کودها به داخل سیستم آبیاری باید تاسیسات مناسبی جهت جلوگیری از برگشت آب به داخل چاه یا منبع آب منطبق بر استانداردهای موجود نظیر استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا (ASAE) پیش بینی گردد (شکل۸) این تاسیسات جهت اطمینان از عدم آلودگی منبع آب نصب می گردد. اجزای اصلی یک سیستم تصفیه آب به همراه تاسیسات تزریق مواد شیمیایی به شرح زیر می باشد:

۱) مخزن تامین کننده اسید

۲) پمپ تزریق اسید

۳) شیر کنترل مخزن اسید

٤) موتور الکتریکی و پمپ آب

٥) شیر از بین برنده خلا ایجاد شده در سیستم پس از خاموش شدن آن

٦) شیر کنترل پمپ آب

۷) زهکش(خروجی) خودکار با فشار کم

۸) پمپ تزریق کود

۹) لوله تزریق کود

۱۰)همزن(در صورت استفاده ازکودهای جامد دانه ای)

۱۱)مخزن تزریق کود

۱۲)فیلتر قبل از پمپ تزریق

۱۳)محل اتصال لوله آب شیرین جهت شستشوی تاسیسات تزریق مواد شیمیایی

١٤)دبی سنج مواد شیمیایی

۱۵)لوله شستشوی معکوس فیلتر شن

۱۶)ورودی آب به داخل فیلتر شن

۱۷)لوله خروجی آب به داخل سیستم آبیاری

۱۸)مجرای خروجی آب از فیلتر شن به لوله خروجی آب به داخل سیستم آبیاری

۱۹)قفل داخلی خودکارمرتبط با شستشوی معکوس فیلتر شن. هدف از تعبیه این قفل خاموش کردن خودکار پمپهای تزریق مواد شیمیایی به محض شروع بکارشستشوی معکوس فیلتر شن ، قطع تزریق مواد شیمیایی به محض خاموش شدن پمپ آبیاری و بالعکس می باشد.

توجه: بعنوان یک قانون کلی همه مواد شیمیایی باید در قسمت بالا دست واحد تصفیه آب به سیستم آبیاری تزریق گردند.

آزمون سازگاری

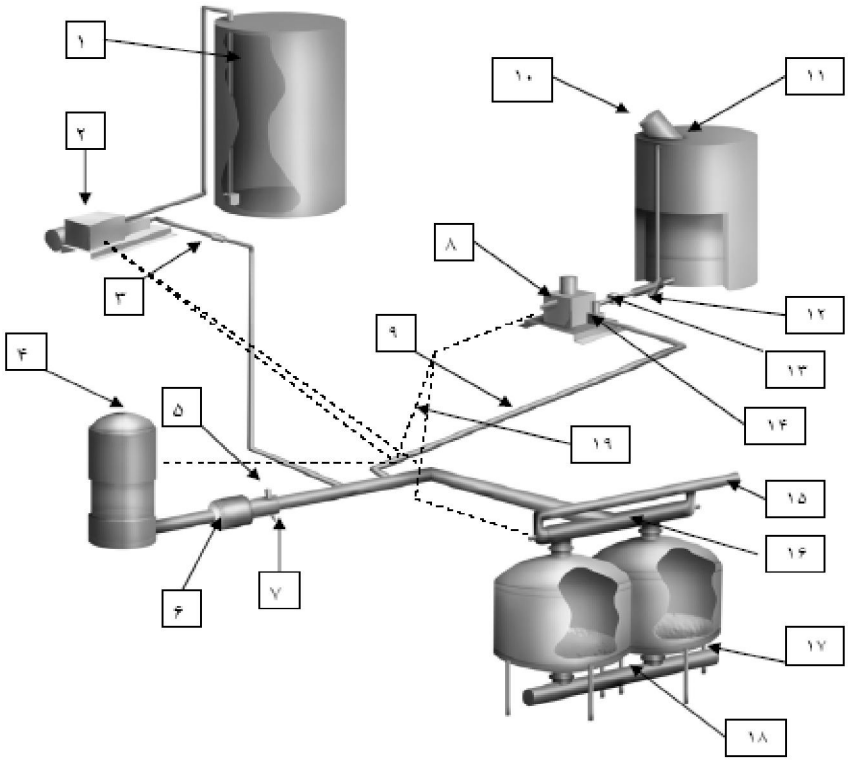
قبل از تزریق هر ماده شیمیایی یا قبل از مخلوط کردن هر ماده شیمیایی با آب آبیاری باید «آزمون سازگاری[9]» جهت ارزیابی احتمال خطرات گرفتگی انجام گیرد. روش کار بصورت زیر می باشد:

۱) یک قطره از ماده شیمیایی مورد نظررا به داخل نمونه ای از آب آبیاری ریخته، بطوریکه غلظت آن معادل با غلظت مورد نظر در سیستم گردد.

۲) روی ظرف حاوی محلول را پوشانیده و به مدت حداقل ۱۲ ساعت در یک مکان تاریک و سرد قرار دهید.

۳) یک چراغ روشن را در کف ظرف حاوی محلول جهت مشخص کردن رسوبات احتمالی تشکیل شده قرار دهید در صورتی که هیچ رسوبی در کف ظرف تشکیل نشده بود می توان با اطمینان ماده شیمیایی موردنظر را در سیستم با این منبع آب خاص بکار برد.

[9] JAR TEST



شکل(۸)- نمای کلی ایستگاه تزریق مواد شیمیایی به داخل سیستم آبیاری قطره ای

تزریق کلر

هدف از تزریق کلر اصلاح مشکلات گرفتگی آب مربوط بـه بقایـای مـواد آلـی نظیـر باکتریها، جلبک ها و لجن ها می باشـد. ترکیبـات مختلفـی از کلـر جهـت تزریـق مـورد استفاده قرار می گیرد. از رایج ترین آنها می توان به هیپوکلریت کلسیم (۷۵٪-۶۵٪ = P)، هیپوکلریت سدیم یا وایتکس (۵/۲۵٪ = P) و هیپوکلریت لیتیم (۳۶٪ = P) اشاره نمود. P درجه خلوص ماده شیمیایی مورد نظر می باشد.

جدول (۵)- توصیه های ضروری برای تزریق کلر در سیستم

هدف از تزریق کلر	روش کاربرد	غلظت مورد نیاز بر حسب ppm	
		در ابتدای سیستم	در انتهای سیستم
اصلاح مسائل مربوط به بقایای مواد آلی	تزریق مداوم	۳-۵	>۱
	تزریق دوره ای	۱۰	>۳
شستشوی سیستم	تزریق مداوم	۵-۱۰	>۳
	تزریق دوره ای	۱۵	>۵

زمانیکه هدف از تزریق کلر بهبود کارکرد فیلترها (عموماً فیلترهای شنی) می باشد، توصیه می گردد جهت اطمینان از توزیع یکنواخت کلر در فیلترها ، محل تزریق نزدیک به سیستم تصفیه آب باشد.

غلظت کلر بعد از فیلترها در حالت تزریق مداوم و دوره ای به ترتیب نباید کمتر از ppm (۲-۱) و ۳ ppm باشد.

بطورمثال اگر از منبع کلرهیپوکلریت کلسیم(HTH[10]) بصورت جامد و دانه ای با غلظت ۷۵٪ استفاده شود،مراحل کار به صورت زیر می باشد:

آماده کردن محلول با HTH

ابتدا از یک تانکر تمیز و یا بشکه پلاستیکی جهت تهیه محلول استفاده می گردد. جهت آماده سازی محلول HTH با غلظت مشخص (۱۰٪ ±) از فرمول زیر استفاده می گردد.

$$C_H = \frac{M_H(kg) \times P(\%)}{V_w(lit)}$$

[10] High Test Hypochlorite

که در آن C_H ،M_H ، P و V_w بـه ترتیـب عبارتسـت از غلظـت HTH در محلـول (٪) ، مقدارHTH بکار رفته ، درجه خلوص HTH بکار رفته(عموما ٦٥ تا ٧٥ درصد) و حجم آب تانکر.

مثال: با کاربرد ۳ Kg از HTH بـا درجـه خلـوص ۷۵٪ در بشـکه ای بـه حجـم ۲۰ لیتـر غلظت محلول HTH بصورت زیر محاسبه می گردد.

$$C_H = \frac{3kg \times 75\%}{20lit} = 11.25\%$$

پـس از تهیـه محلـول کلـر بـا غلظـت مشـخص جهـت محاسـبه میـزان تزریـق محلـول کلر(lit/h) در سیستم برای ایجاد غلظت مـورد نظـر (ppm) از فرمـول زیـر اسـتفاده مـی گردد.

$$IR = \frac{C_R(ppm) \times Q_s(m^3/h)}{10 \times C_H}$$

با فرض اینکه دبی سیستم m3/h ۵۰ و غلظـت مـوردنظر کلـر در سیسـتم ppm ۱۰ باشـد خواهیم داشت:

$$IR = \frac{10ppm \times 50m^3/h}{10 \times 11.25\%} = 4.4lit/h$$

حال اگر ما یک پمپ تزریق با دبی مشخص(q_i) داشته باشیم روش محاسبه بصـورت زیـر خواهد بود:

$$C_H = \frac{C_R(ppm) \times Q_s(m^3/h)}{10 \times q_i(lit/h)}$$

$$M_H = \frac{C_H(\%) \times V_w(lit)}{P(\%)}$$

مثال: در صورتیکه غلظت کلر مـوردنظر در سیسـتم ppm ۱۰، دبـی پمـپ تزریـق lit/h ۱۰۰، دبی سیستم ۳۰m3/h و حجم تانکر lit ۵۰۰ باشد چند کیلوگرم HTH مـورد نیـاز می باشد؟

$$C_H = \frac{10ppm \times 30m^3/h}{100lit/h} = 0.3\%$$

$$M_H = \frac{0.3\% \times 500lit}{75\%} = 2kg$$

بطور خلاصه برای تهیه محلولی با ۳٪ کلر نیاز به حل ۲ kg از HTH در ۵۰۰ lit آب می باشد که اگر این محلول با پمپ تزریقی به دبی ۱۰۰ lit/h در سیستمی با دبی m^3/h ۳۰ تزریق گردد غلظت کلر در نقطه تزریق ۱۰ ppm خواهد شد.

در صورتیکه از منبع کلر مایع نظیر هیپو کلریت سدیم(وایتکس) جهت تزریق استفاده گردد با توجه به اینکه نیاز به تهیه محلول کلر نمی باشد، از روابط زیر می توان میزان کلر تزریقی را محاسبه نمود:

۱) سیستم متریک

$$IR = \frac{0.36 \times Q \times C}{P}$$

که:

IR: میزان تزریق کلر بر حسب لیتر در ثانیه (lit/h)

Q: میزان جریان سیستم بر حسب lit/sec

C: غلظت مورد نظر کلر در سیستم بر حسب ppm

۲) سیستم انگلیسی:

$$IR = \frac{0.006 \times Q \times C}{P}$$

که:

IR: میزان تزریق کلر بر حسب گالن در ساعت (gph)

Q: میزان جریان سیستم بر حسب گالن دردقیقه (gpm)

C: غلظت مورد نظر کلر در سیستم بر حسب (ppm)

P در هر دو فرمول درصد کلر در ترکیبات مختلفی از کلر که برای تزریق استفاده می گردد.

مثال: باغداری قصد تزریق کلر در سیستم خود را دارد در صورتیکه بخواهد غلظت کلردر سیستم ۵ ppm باشد و دبی سیستم نیز ۲۰ lit/s باشد. مقدار تزریق از منبع هیپوکلریت سدیم (P = ٪۵/۲۵) چقدر خواهد بود.

$$IR = \frac{0.36 \times 20 \times 5}{5.25} = 6.86 lit/h$$

جهت سادگی جداولی تهیه شده است که با استفاده از آنها می توان میزان دبی تزریق کلر را برای ترکیبات مختلف کلر و دبیهای مختلف سیستم آبیاری و غلظت های مختلف موردنظر کلر در سیستم استخراج کرد. جداول (٦) نمونه ای از این جداول می باشد.

مدت زمان تزریق

عمل تزریق کلر را تا زمانی که میزان کلر آزاد در دورترین قطره چکان در سیستم به حدود ppm (۳-۱) برسد ادامه می دهیم. اگر فعالیت مواد بیولوژیکی در آب سیستم شدید باشد زمان تزریق را افزایش می دهیم.

جدول (٦)- محاسبه میزان دبی تزریق کلر درسیستمهای خرد آبیاری

C (ppm)	(IR)مقدار کلر تزریقی از منبع کلر با درجه خلوص ۵/۲۵٪ بر حسب lit/h									
	Q(lit/s)									
	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠
١	٠.٣٤	٠.٦٩	١.٠٣	١.٣٧	١.٧١	٢.٠٦	٢.٤٠	٢.٧٤	٣.٠٩	٣.٤٣
٢	٠.٦٩	١.٣٧	٢.٠٦	٢.٧٤	٣.٤٣	٤.١١	٤.٨٠	٥.٤٩	٦.١٧	٦.٨٦
٥	١.٧١	٣.٤٣	٥.١٤	٦.٨٦	٨.٥٧	١٠.٢٩	١٢.٠٠	١٣.٧١	١٥.٤٣	١٧.١٤
١٠	٣.٤٣	٦.٨٦	١٠.٢٩	١٣.٧١	١٧.١٤	٢٠.٥٧	٢٤.٠٠	٢٧.٤٣	٣٠.٨٦	٣٤.٢٩
١٥	٥.١٤	١٠.٢٩	١٥.٤٣	٢٠.٥٧	٢٥.٧١	٣٠.٨٦	٣٦.٠٠	٤١.١٤	٤٦.٢٩	٥١.٤٣
٢٠	٦.٨٦	١٣.٧١	٢٠.٥٧	٢٧.٤٣	٣٤.٢٩	٤١.١٤	٤٨.٠٠	٥٤.٨٦	٦١.٧١	٦٨.٥٧
٢٥	٨.٥٧	١٧.١٤	٢٥.٧١	٣٤.٢٩	٤٢.٨٦	٥١.٤٣	٦٠.٠٠	٦٨.٥٧	٧٧.١٤	٨٥.٧١
٣٠	١٠.٢٩	٢٠.٥٧	٣٠.٨٦	٤١.١٤	٥١.٤٣	٦١.٧١	٧٢.٠٠	٨٢.٢٩	٩٢.٥٧	١٠٢.٨٦
٥٠	١٣.٧١	٢٧.٤٣	٤١.١٤	٥٤.٨٦	٦٨.٥٧	٨٢.٢٩	٩٦.٠٠	١٠٩.٧١	١٢٣.٤٣	١٣٧.١٤

نکات مهم عمل تزریق کلر

- محلول کلر فعال برای انسان و حیوان بسیار خطرناک می باشد. باید به توصیه های کارخانجات سازنده این عناصر به دقت عمل نمود. دقت کنید این مواد با چشم یا پوست بدن شما تماس پیدا نکنند. از خوردن محلول و یا استنشاق بخارهای آن به شدت خودداری کنید.

- تماس مستقیم کلر با برخی از کودها ممکن است ایجاد یک واکنش حرارتی و ایجاد انفجار نماید که بسیار خطرناک می باشد.

- اسیدشویی و تزریق کلر باید در دو قسمت جداگانه انجام گیرد. مخلوط کردن اسید و کلر مایع در یک تانک باعث ایجاد گاز سمی کلر می شود. لذا هرگز اسید و کلر را در یک ظرف نگهداری نکنید.

- ترکیب عملیات تزریق کلر با مواد علف کش و آفت کش باعث کاهش کارآئی این سموم می گردد چراکه کلر بر روی ترکیبات آلی این سموم اثر می گذارد.

- همیشه کلر (مایع یا جامد) را به آب اضافه نمائید نه برعکس.

- کلرزنی در آبهای حاوی منگنز باید با احتیاط صورت گیرد. چراکه ممکن است یک واکنش با تاخیر زمانی بین کلرزنی و زمان تشکیل رسوب صورت گیرد. این عمل ممکن است باعث ایجاد رسوب منگنز در بعد از فیلترها شده و موجبات مسدود شدن قطره چکانها را فراهم آورد.

- در هنگامی که کلر به سیستم تزریق می گردد باید توسط ابزارهای مخصوص از کافی بودن میزان کلر تزریقی اطمینان حاصل نمود. برای این کار باید غلظت کلر را در دورترین خروجی های شستشوی سیستم اندازه گیری نمود که در این صورت غلظت کلر در آن نقطه باید در حد غلظت موردنظر جهت اصلاح آب باشد.

- همراه با کلر زنی باید شستشوی لوله ها نیز انجام شود زیرا کلر موجودات زنده نظیر جلبکها و... را از بین می برد اما آنها را حل نخواهد کرد لذا بقایای آنها بایست از سیستم خارج گردد.

- غلظت کلر تزریقی در آب نباید از ppm ۴۰ تجاوز کند زیرا در غلظتهای بالاتر خطر رسوب کربنات کلسیم و منیزیم تشدید می شود.

اسیدشویی

هدف از اصلاح آب از طریق اسیدشویی جلوگیری از ایجاد رسوب و یا انحلال مجدد پوسته های رسوبی (کربنات ها، هیدرواکسیدها، فسفات ها و ...) تشکیل شده در سیستم می باشد. آبهای با pH = ۷/۵ و بالاتر و بیکربنات بیشتر از ppm ۱۰۰ بسته به میزان سختی آب احتمال بروز مشکلات رسوب آهک را دارند. این اصلاح در مورد آلودگی مربوط به بقایای مواد آلی موثر نمی باشد. البته همانطور که قبلاً ذکر شد اسیدها باعث افزایش اثر کلرزنی می شوند. حتی اسیدها به تنهائی برای از بین بردن باکتریهای لجن مانند کوچک کفایت می نماید. اسیدهای معمولی که استفاده می شوند عبارتند از:

۱- اسید سولفوریک

۲- اسید فسفریک

۳- اسیدسولفوریک اوره دار که دارای ازت بوده و باعث تامین بخشی از نیاز کودی نیز می گردد.

٤- اسید سیتریک

٥- اسید هیدروکلریک

رایج ترین اسیدی که در اسیدشویی سیستم های آبیاری قطره ای مورد استفاده قرار می گیرد اسید سولفوریک ۹۸٪ می باشد. درکشاورزی غیرشیمیایی یا ارگانیک می توان از اسید سیتریک یا سرکه استفاده نمود اگرچه هزینه های بیشتری را در بر خواهد داشت..

توجه: اگر آب آبیاری بیش از ppm ٥٠ کلسیم داشته باشد نباید از اسید فسفریک استفاده نمود مگر اینکه میزان تزریق به حدی زیاد باشد که pH آب را تا حد کمتر از ٤ پائین بیاورد.

جدول(۷)- غلظت توصیه شده اسید برای اصلاح آب

غلظت توصیه شده اسید خاص در آب اصلاح شده	نوع اسید	درصد تجاری هر اسید
٪۰/٦	اسید هیدروکلریک (HCL)	٪۳۳-۳۵
٪۰/٦	اسید سولفوریک (H_2So_4)	٪٦۵
٪۰/٦	اسید نیتریک (HNo_3)	٪٦۰
٪۰/٦	اسید فسفریک (H_3Po_4)	٪۸۵

اگر اسیدی که در اختیار دارید از نظر درصدی با اسیدهای لیست شده در جدول فوق متفاوت است باید غلظت توصیه شده در آب را اصلاح نمایید. بطور مثال اگر اسید سولفوریک ۹۸٪ در اختیار دارید غلظت مورد نیاز در آب جهت اصلاح آن ($0.6\times\frac{65}{98}$) یعنی ٠/٤٪ می باشد.

اسیدشویی باعث پایین آوردن pH آب تا حد (۳-۲) نیز می گردد ، بنابراین باید بصورتی انجام شود که بویژه در محیط های کشت مصنوعی ، با گیاه تماس نداشته باشد. اسید را همراه کود وارد سیستم نکنید. مدت زمان اصلاح آب باید حدود (۱۲-۱۰) دقیقه باشد و بعد از اسیدشویی سیستم باید حداقل یک ساعت با آب تمیز کار کند.

انجام اسید شویی بطور عملی و قدم به قدم

۱) تانک مخصوص تزریق کود و مواد شیمیایی را به قطعه ای که باید اسیدشویی گردد متصل نموده و سیستم را تحت فشار قرار می دهیم.

۲) تانک را از آب پر می کنیم. سپس پمپ تزریق را با حداکثر ظرفیت تزریق به کار انداخته (با آب تمیز) و حجم تزریق آب را دقیقاً در ۱۰ دقیقه کنترل می نمائیم.

اگر سیستم بطور صحیح کالیبره شده باشد میزان دقیقی از حجم آب در مدت ۱۰ دقیقه تزریق می گردد و غلظت اسید در آب هم همان ۰/٦٪ خواهد شد.

۳) بعد از اتمام اسیدشویی با تزریق آب تمیز به سیستم، دستگاههای تزریق را از بقایای اسید باقی مانده شستشو می دهیم. برای اینکار آبیاری را حداقل به مدت ۱ ساعت پس از عملیات تزریق ادامه می دهیم.

تعیین میزان اسید مورد نیاز برای تهیه محلول ۰/٦٪ اسید در زمان ۱۰ دقیقه

مثال: در صورتیکه دبی سیستم آبیاری ۲۰ m^3/h و دبی پمپ تزریق ۱۸۰ lit/h باشد برای ایجاد غلظت ۰/٦٪ اسید در سیستم در مدت زمان ۱۰ دقیقه میزان اسید لازم را تعیین نمائید.

حجم آب تزریقی به داخل سیستم = ۲۰۰۰۰ lit/h × ۱۰ / ٦۰ min = ۳۳۳۳/۳ Lit

میزان اسید لازم برای تهیه غلظت ۰/٦٪ = ۳۳۳۳/۳ × ۰/٦/۱۰۰ = ۲۰ Lit

میزان تزریق در ۱۰ دقیقه = ۱۸۰ lit/h × ۱۰ / ٦۰ min = ۳۰ Lit

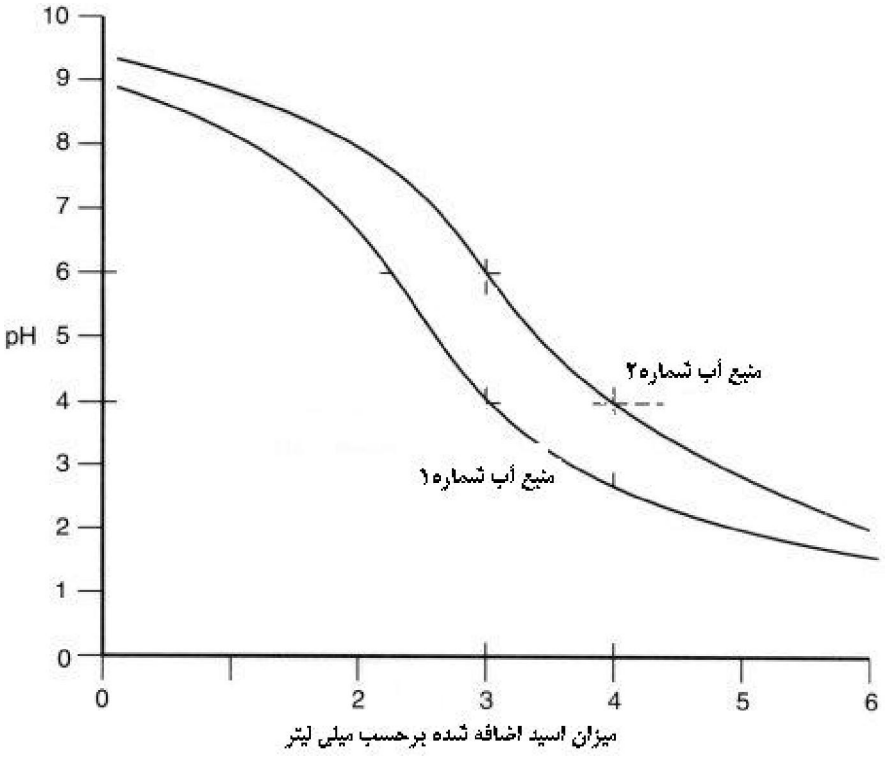
میزان آب مورد نیاز برای اضافه کردن به اسید در تانک = ۳۰ lit − ۲۰ lit = ۱۰ Lit

بطور خلاصه باید ۲۰ lit اسید را با ۱۰ lit آب در تانک مخصوص مخلوط نمود. در اینصورت با توجه به دبی جریان مربوط به این بلوک که ۱۰ min / ۳/۳۳ m3 می باشد غلظت اسید در سیستم ۰/٦٪ خواهد شد.

اسیدها در برابر موادی نظیر فولاد، سیمان و آلومینیوم خورنده بوده ، اما پلی اتیلن (PE) و پی وی سی (PVC) در مقابل اسید مقاوم می باشند. محلول با pH پائین باعث ایجاد خسارت به تاسیسات سیستم آبیاری می گردد. عموماً با کاهش pH به حد کمتر از ۵/۵ خورندگی تسریع می گردد. pH ایده آل بین ۵/۸ تا ٦/۲ می باشد. در pH بزرگتر از ٦/۵ ، کلسیم و فسفر با هم واکنش داده و ایجاد رسوب می نمایند.

خوردگی ممکن است بطور موضعی و در اطراف نقطه تزریق در لوله صورت گیرد. لذا نقطه تزریق باید جهت اطمینان کافی از مخلوط شدن آب و اسید در مرکز لوله قرار گیرد.

میزان اسید لازم جهت تزریق در سیستم بستگی به خصوصیات شیمیایی اسید بکار رفته و نیز آب آبیاری دارد. منحنی تیتراسیون رسم شده در آزمایشگاه نشان دهنده میزان اسید لازم جهت کاهش PH به یک حد مشخص می باشد. منحنی تیتراسیون هر منبع آب و هر نوع اسید منحصر بفرد می باشد. شکل (۹) نمونه ای از این منحنی در مورد دومنبع آب مختلف می باشد



شکل(۹)-منحنی تیتراسیون برای دو منبع آب مختلف

در این منحنی تغییرات pH آب با افزایش میزان اسید اضافه شده به آن نشان داده شده است. بطوریکه از منحنی مشخص می گردد، برای کاهش pH به یک حد مشخص منبع آب شماره (۲) نیاز به اسید بیشتری دارد. اگر منحنی تیتراسیون در دسترس نباشد باید از طریق سعی و خطا به میزان اسید لازم جهت کاهش pH تا حد ٦/٥ برسیم. جهت تعیین pH آب در انتهای لوله های فرعی می توان از ابزارهای سنجش تغییر رنگ (مانند کاغذ تورنسل) و یا pH مترهای دستی استفاده نمود. اغلب کشاورزان در ایالت تگزاس آمریکا ۱ تا ٥ گالن در ساعت از اسید سولفوریک را بسته به pH، کیفیت و دبی منبع آب به داخل سیستم خود تزریق می نمایند.

اسید سولفوریک یک ماده شیمیایی فوق العاده خطرناک است. این ماده بسیار خورنده بوده و باید با تجهیزات و پوشش مناسب حمل گردد. این اسید باید در ظروف پلی اتیلنی و یا مخازنی از جنس فولاد ضد زنگ با دیواره خیلی ضخیم نگهداری شود.

همیشه باید اسید را به آب اضافه کرد نه آب را به اسید. در ضمن هرگز نباید اسید و کلر را در یک ظرف با هم نگهداری کرد چرا که باعث تشکیل گازی بسیار سمی می گردد.

تزریق اسید علاوه بر تمیز کردن قطره چکانها باعث بهبود شرایط نفوذپذیری آب در برخی از خاکها شده و نیز به دلیل کاهش موضعی pH جذب برخی از مواد غذایی توسط گیاه را بهبود می بخشد. جهت کاهش هزینه ها می توان اسید را فقط در آخرین سه نوبت آبیاری به سیستم تزریق نمود.

در ضمن بعلت امکان تغییر کیفیت آب در فصول مختلف سال هر چند وقت یکبارآزمایش تیتراسیون باید انجام گیرد.

نگهداری از استخرهای ذخیره آب

یکی از مشکلاتی که کاربران سیستمهای خردآبیاری با آن مواجه هستند، رشد جلبکها در آب قبل از ورود به سیستم است. این مشکل در آبهای سطحی و یا آبهای زیرزمینی که ابتدا وارد استخرهای ذخیره می شو، حادتر است. اگرآب محتوی مواد غذایی و بخصوص کودهای ازته و فسفره باشد باعث رشد جلبکها در آن می شود.جلبکها حتی کاربرد صافیهای توری وشنی را با مشکل مواجه ساخته و ممکن است رشته های آن با اجزای صافی طوری تنیده شود که شستشوی معکوس نیزنتواند انها را ازیکدیگر جدا نماید. بهترین روش برای جلوگیری از رشد جلبکها استفاده از کات کبود(سولفات مس) یا کلر است.کافی است کیسه محتوی کات کبود را در نقاط مختلف استخر با طناب بصورت معلق قرار دهیم تا تماس آب با آن، کات کبود را در خود حل نماید. با ید توجه داشت که اگر در سیستم لوله آلومینیمی بکار رفته باشد از بکار بردن کات کبود خودداری شود. غلظت قابل توصیه برای کنترل جلبکها ۰/۰۵ تا ۲ میلی گرم در لیتر سولفات مس است. اکثر مهندسان مقدار۱/۵ گرم کات کبود را برای هر متر مکعب آب توصیه می کنند. در صورتی که جلبکها وارد سیستم شده باشند، برای از بین بردن آنها همانطور که قبلا ذکر شد، از تزریق کلر به داخل سیستم می توان استفاده کرد. در این صورت تزریق باید قطعه به قطعه انجام شده و بلافاصله شسته شود تا جلبکهای مرده به داخل قطره چکانها راه پیدا نکنند.

جمع بندی بحث ارزیابی مشکلات موجود در آب آبیاری و روشهای پیشگیری از آنها

علائم نشان دهنده مشکل و روشهای جلوگیری از خطرات مختلف گرفتگی قطره چکانها بطور خلاصه در جدول شماره ۸ آمده است.

جدول شماره(۸)- روشهای جلوگیری از انسداد در سیستم های خرد آبیاری

نوع مشکل	روش درمان
۱- رسوب کربنات – رسوب سفید رنگ محدوده خطر: - غلظت HCo3 بزرگتر از ۲ meq/l - pH بزرگتر از ۷/۵	۱) تزریق مداوم برای حفظ pH بین ۵ تا ۷ ۲) تزریق دوره ای: نگهداری pH کمتر از ۴ برای مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در روز
۲- رسوب آهن – رسوب مایل به قرمز محدوده خطر: - غلظت آهن بزرگتر از ۰/۱ ppm	۱) هوادهی و ته نشینی برای اکسید شدن آهن: این روش بهترین روش در غلظت های آهن ۱۰ ppm و بالاتر می باشد. ۲) کلرزنی: تزریق کلر جهت رسوب دادن آهن الف- تزریق ۱ ppm کلر در هر ۰/۷ ppm آهن ب- تزریق قبل از فیلتر بطوریکه رسوبات از آب جدا و خارج گردند. ۳) کاهش pH تا ٤ و کمتر به مدت ۳۰ تا ٦۰ دقیقه در هر روز
۳- رسوب منگنز - رسوب سیاه رنگ محدوده خطر: - غلظت منگنز بزرگتر از ۰/۱ ppm	۱) تزریق ۱ ppm کلر در هر ۱/۳ ppm منگنز قبل از فیلتر ۲) هوادهی و استفاده از حوضچه های ته نشینی

نوع مشکل	روش درمان
٤- باکتریهای آهن دوست – لجن مایل به قرمز محدوده خطر: – غلظت آهن بزرگتر از ppm ۰/۱	۱) تزریق کلر به میزان ppm ۱ کلر آزاد بطور مداوم ۲) تزریق ۱۰ تا ppm ۲۰ کلر به مدت ۳۰ تا ٦۰ دقیقه در روز
٥–باکتریهای سولفوردوست – لجن نخ مانند سفید رنگ محدوده خطر: – غلظت سولفیدها بزرگتر از ppm ۰/۱	۱) تزریق کلر بطور پیوسته به میزان ppm ۱ در هر ٤ تا ۸ پی پی ام از سولفید هیدروژن ۲) تزریق کلر بطور متناوب به میزان ppm ۱ کلر آزاد به مدت ۳۰ تا ٦۰ دقیقه در روز
٦– لجن باکتریایی و جلبک ها (خزه ها)	۱) تزریق ۰/٥ تا ppm ۱ کلر بطور پیوسته ۲) تزریق ppm ۲۰ کلر به مدت ۲۰ دقیقه در پایان هر دور آبیاری
۷– سولفید آهن – مواد شن مانند سیاه رنگ محدوده خطر: – غلظت آهن و سولفید بزرگتر از ppm ۰/۱	۱) محلول کردن آهن با تزریق اسید بطور پیوسته و پایین آوردن pH بین ٥ تا ۷

تزریق کودهای شیمیایی در سیستم

تزریق کود در سیستم ممکن است باعث تشدید مشکل گرفتگی قطره چکانها گردد. بررسی های مزرعه ای تغییرات قابل ملاحظه ای را در حلالیت کودها در منابع آبی مختلف نشان می دهد. بطور مثال آبهای مملو از سولفیدها، با آهن و منگنز محلول واکنش نشان داده و ایجاد رسوب می نمایند. این واکنش در مور فسفر، کلسیم و منیزیم هم ممکن است اتفاق افتد.

البته باید توجه داشت که مسائل سازگاری فقط در هنگام ترکیب کودهای مایع ممکن است اتفاق افتد. بطور کلی در هنگام آماده کردن محلول های کودی از منابع کودی مختلف باید به نکات زیر توجه نمود.

۱) توجه به حلالیت و درجه خلوص کود مورد نظر در موقع استفاده از کودهای جامد و جهت آماده سازی محلول کودی بطوریکه کودها به سرعت در آب حل شوند.

۲) اثر محلول کودی مایع بر روی سایر کودها در هنگام اضافه کردن آنها به یکدیگر در یک تانک.

۳) بررسی واکنش های کودهای مایع در سیستم آبیاری و در آب آبیاری با انجام آزمون سازگاری.

٤) اضافه کردن برخی از کودهای جامد، باعث سرد شدن آب و یا محلول کودی شده و در نهایت حلالیت آنها راکند کرده و به تاخیر می اندازد.

٥) لزوم توجه خاص به کیفیت آب آبیاری در هنگام تزریق مواد شیمیایی فسفر دار نظیر اسید فسفریک.

٦) پرهیز از تزریق کود و اسید با هم چراکه ماده حاصله بسیار خورنده بوده و باعث وارد آوردن خسارت به تجهیزات سیستم می گردد.

۷) برای جلوگیری از بروز مشکلات گرفتگی در هنگام تزریق کود، تمام تجهیزات مربوط به تزریق کود را نزدیک به پایان زمان آبیاری شستشو دهید.

اغلب کودهای جامدی که در کارخانجات ساخته می شوند روی دانه ها یشان از یک پوشش با مواد خاص استفاده می گردد که مانع جذب رطوبت توسط این ذرات گردد. از رایجترین این مواد پوششی می توان به attapulgite clay، diatomaceous و hydrated silica اشاره نمود. عموماً در هنگام ساخت محلول کودی این مواد درکف تانک باقی می مانند. لذا باید در هنگام تزریق کود دقت نمود که تانک کاملاً تخلیه نگردد چرا که این مواد وارد سیستم شده باعث ایجاد خطرات گرفتگی می گردند.

توجه : در هنگام اضافه کردن هر ماده شیمیایی به آب حتما باید ابتدا آزمون سازگاری انجام شود. در صورتی که در مورد ایمنی ساخت مخلوط کودی و یا سازگاری عناصر و کودها با یکدیگر سئوالی برای ما باقی بماند، مشورت با کارشناس مربوطه عاقلانه ترین راه است. بعنوان یک قانون کلی : « در هر کاری اگر دو دل هستید،از انجام آن خودداری کنید. »

خلاصه بحث

در هنگام استفاده از سیستمهای خرد آبیاری، ممکن است در اثر عوامل سه گانه فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی، گرفتگی قطره چکانها به وقوع بپیوندد. مقابله با خطرات گرفتگی قبل از وقوع گرفتگی بسیار حائز اهمیت است. جهت طراحی مناسب و عملکرد خوب سیستم، تجزیه شیمیایی آب امری ضروری می باشد. بهترین برنامه جهت جلوگیری از گرفتگی شامل سیستم تصفیه کارآمد، اصلاح شیمیایی آب و بالاخره رعایت روش مناسب نگهداری می باشد.

برای سنجش نحوه عملکرد سیستم توسط بهره بردار آن و جهت اطمینان از اینکه تجهیزاتی نظیر فیلترها کارکرد مناسبی دارند، کنتورها و فشارسنج ها باید بطور صحیح نصب گردند. کنترل کنتورها و فشارسنج ها بطور مداوم احتمال بروز ناهنجاری و لزوم عملیات نگهداری خاص را در سیستم آشکار می سازد.

تجهیزات سیستم تصفیه آب خود به تنهایی ممکن است بیشترین هزینه را در هنگام نصب سیستم شامل گردد، اما هرگز نباید سعی در کم کردن تجهیزات لازم تصفیه آب صرفاً به خاطر کم کردن هزینه ها نمود. چرا که یک سیستمی که خوب طراحی شده باشد، عملاً هزینه های تعمیر و نگهداری را کاهش می دهد.

هر قدر هم که سیستم تصفیه خوب طراحی شده باشد برخی از عوامل آلودگی ممکن است به طرق مختلف وارد سیستم گردند. برای جلوگیری از تجمع این مواد در سیستم و

نهایتاً گرفتگی قطره چکانها شستشوی دوره ای ضروری می باشد. شستشوی منظم فاکتوری کلیدی در کارکرد مناسب و طول عمر سیستم می باشد.

هر سیستم خرد آبیاری که شامل تجهیزات تزریق مواد شیمیایی باشد حتماً باید به تجهیزات لازم جهت جلوگیری از برگشت مواد شیمیایی به داخل منبع آب و نهایتاً آلودگی آن مجهز باشد.

همیشه به خاطر داشته باشید که پیشگیری مقدم بر درمان می باشد یعنی تشخیص عوامل ایجاد کننده مشکل در صورتی که اقدام مناسب در مورد آنها صورت گیرد از بسیاری از مشکلات جلوگیری می نماید. رفع مشکلات در حال توسعه در مقایسه با یک سیستمی که کاملاً گرفتگی ایجاد نموده است بسیار آسانتر می باشد. لذا قبل از ایجاد مشکل در سیستم باید از بروز آن جلوگیری نمود. یک ضرب المثل انگلیسی است که می گوید: **یک انس پیشگیری ارزشمندتر از یک پوند درمان است.**

اگرچه عملیات نگهداری سیستم در ابتدا کار سختی به نظر می رسد، اما به مرور زمان، اغلب کاربران سیستم به سرعت با کارکرد آنها آشنا می گردند.

منابع

۱- زهتابیان، غلامرضا . ۱۳۷۳. راهنمای عملی آبیاری. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

۲- صحاف امین، بیوک. و علی اصغر فرشی. ۱۳۷۸. آبیاری قطره ای: اصول و مبانی طراحی شبکه آبیاری قطره ای. نشر آموزش کشاورزی.

۳- علیزاده، امین.۱۳۷۶. اصول و عملیات آبیاری قطره ای. دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.

4. Alam,M.,T.P.Trooien,F.R.Lamm,D.H.Rogers.2002.Filtration and maintance considerations for subsurface drip irrigation (SDI) systems.kansas state university. Agriculture experiment station and cooperative extension service.www.oznet.ksu.edu/sdi.

5. Benham,B.,B.Ross.2002.Filtration,treatment and maintance considerations for Micro-irrigation systems.Virginia polytechnic institute and state university. Publication 442-757.

6. Burns , R. T. 2002. Basic fertigation for micro-irrigation systems. The university of Tennessee agricultural extension servise. www.utextension.utk.edu/.

7. Burt , C. M. 2003. chemigation and fertigation basics for California. Irrigation training and research center (ITRC). www.itrc.org.

8. Enciso,J., D.Porter, J.Bordovsky and G. Fipper. 2002. Maintaining subsurface drip irrigation systems Taxas cooperative extension. http: //texaserc.tamu.edu.

9. Granberry , D. M., K. A. Harrison and W. T. Kelly. 1996. Drip chemigation: injecting fertilizer , Acid and chlorine. The university of Georgia college of agricultural & environmental sciences cooperative extension service. www.caes.uga.edu/.

10. Lamm,F.R., D.H.Rogers,M.Alam and G.A.Clark.2003.Design considerations for subsurface drip irrigation (SDI) systems kansas state university. Agriculture experiment station and cooperative extension service.www.oznet.ksu.edu/sdi.

11. Marais,A., 2000. subsurface drip irrigation systems. netafim S.A.P.O.Box 3240.

12. Rogers, D.H., F.R. Lamm and M. Alam. 2000.SDI water quality assessment guidelines. kansas state university. Agriculture experiment station and cooperative extension service.www.oznet.ksu.edu/sdi.

لیست نشریات مؤسسه تحقیقات پسته کشور مربوط به سالهای ۱۳۸٤ تا ۱۳۸٦

ردیف	نام نشریه	شماره نشریه	نویسنده	قیمت (ریال)
۱	رده بندی پسته	۲۳	علی تاج آبادی پور و همکاران	۵۰۰۰
۲	نگهداری سیستم های خرد آبیاری	۲۴	ناصر صداقتی	۵۰۰۰
۳	علل سمپاشی های بی رویه در باغ های پسته استان کرمان	۲۵	حمید هاشمی راد	۵۰۰۰
۴	زنبورهای مغزخوار پسته	۲۶	مهدی بصیرت	۵۰۰۰
۵	خصوصیات برخی ارقام مهم پسته ایران	۲۷	علی اسماعیل پور	۱۰۰۰۰
۶	توصیه های فنی نگهداری پسته در انبار	۲۸	فاطمه میردامادیها	۵۰۰۰
۷	ثبت فعالیت های کشاورزی و حسابداری ساده باغ در کاهش مشکلات پسته کاران	۲۹	محمد عبداللهی عزت آبادی و همکاران	۵۰۰۰
۸	روش های ساده تخمین میزان جریان آب جهت بهینه سازی مصرف آب در باغ های پسته	۳۰	ناصر صداقتی	۵۰۰۰
۹	معرفی بورس پسته	۳۱	محمد عبداللهی عزت آبادی	۸۰۰۰
۱۰	علل و انگیزه های بهره برداری از آبهای زیر زمینی در مناطق پسته کاری	۳۲	امان اله جوانشاه و همکاران	۵۰۰۰
۱۱	اقتصاد استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار در مناطق پسته کاری	۳۳	محمد عبداللهی عزت آبادی و همکاران	۵۰۰۰
۱۲	نماتودهای زیان آور پسته	۳۴	معصومه حقدل	۵۰۰۰
۱۳	اقتصاد استفاده از دستگاه های آب شیرین کن در مناطق پسته کاری	۳۵	محمد عبداللهی عزت آبادی و همکاران	۵۰۰۰
۱۴	کاربرد گچ در کشاورزی	۳۶	سلمان محمودی	۵۰۰۰
۱۵	پسته و نقش آن در تغذیه و سلامت انسان	۳۷	احمد شاکر اردکانی	۵۰۰۰
۱۶	مؤسسه تحقیقات پسته کشور در یک نگاه	۳۸	ناصر صداقتی	–

ردیف	نام نشریه	شماره نشریه	نویسنده	قیمت (ریال)
۱۷	تأمین نیاز سرمایی و اهمیت آن در پسته	۳۹	حسین حکم آبادی و همکاران	۵۰۰۰
۱۸	سنک های پسته	۴۰	حمید هاشمی راد	۵۰۰۰
۱۹	سوسک شاخک بلند پسته	۴۱	حمید هاشمی راد	۵۰۰۰
۲۰	سال آوری در پسته و عوامل موثر بر آن	۴۲	زنده یاد محمود سیدی و همکاران	۵۰۰۰
۲۱	میوه های غیر طبیعی پسته (علایم و دلایل)	۴۳	حمید هاشمی راد و همکاران	۱۲۰۰۰
۲۲	قارچ ریشه و کاربرد آن در کشاورزی	۴۴	فرامرز صالحی	۵۰۰۰
۲۳	ببمه محصول و نقش آن در مدیریت ریسک تولید پسته	۴۵	رضا صداقت	۵۰۰۰
۲۴	کاربرد سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی(HACCP) در واحدهای فرآوری پسته	۴۶	احمد شاکر اردکانی	۵۰۰۰
۲۵	قرارداد های متقابل کشاورزی و نقش آنها بر مدیریت تولید و بازار پسته	۴۷	رضا صداقت	۵۰۰۰
۲۶	راهنمای نمونه برداری آب، خاک و برگ در باغهای پسته	۴۸	ناصر صداقتی	۵۰۰۰
۲۷	اضافه کردن خاک به باغ های پسته، مشکل یا رفع مشکل؟	۴۹	سید جواد حسینی فرد و حسین رضائی تاج آبادی	۵۰۰۰
۲۸	استفاده از کودهای آلی در مناطق پسته کاری کشور	۵۰	سید جواد حسینی فرد	۵۰۰۰
۲۹	شاخص های مهم در انتخاب ارقام پسته	۵۱	عبدالحمید شرافتی	۵۰۰۰
۳۰	نحوه عمل آوری و استفاده از کودهای حیوانی در باغ های پسته	۵۲	سلمان محمودی میمند	۵۰۰۰
۳۱	شب پره هندی و روش های کنترل آن	۵۳	مهدی بصیرت	۸۰۰۰
۳۲	اصول و نکات ایمنی استفاده از سموم د رکشاورزی	۵۴	سید حسین علوی	۵۰۰۰
۳۳	Pistachio kernel and its role in nutrition and health	۵۵	احمد شاکر اردکانی	۵۰۰۰

لیست کتب مؤسسه تحقیقات پسته کشور

ردیف	نام کتاب	قیمت (ریال)	نام نویسنده
۱	بیماریهای درختان خشکباری در مناطق معتدله	۵۰۰۰۰	امیرحسین محمدی معصومه حقدل
۲	شناخت خاک و تغذیه درختان پسته	۲۲۰۰۰	فرامرز صالحی
۳	تشخیص و رفع عناصر غذایی در پسته	۲۲۰۰۰	حمید علیپور سید جواد حسینی فرد
۴	تقویم مدیریت باغ پسته(CD)	۲۵۰۰۰	گروه نگارندگان
۵	پسیل پسته و سایر پسیل های مهم ایران	۳۳۰۰۰	محمد رضا مهرنژاد
۶	برداشت، فرآوری، انبارداری و بسته بندی پسته	۳۳۰۰۰	احمد شاکر اردکانی
۷	گرمایش جهانی، رکود و نیاز سرمایی در درختان مناطق معتدله	۳۵۰۰۰	امان اله جوانشاه، فاطمه ناظوری

علاقه مندان به خرید نشریات و کتب می توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر با بخش خدمات فنی و تحقیقاتی این موسسه تماس حاصل فرمایند. هزینه پستی به عهده خریدار می باشد.

تلفن: ۷- ۴۲۲۵۲۰۴- ۰۳۹۱

دورنگار: ۴۲۲۵۲۰۸- ۰۳۹۱

آدرس: رفسنجان – ص پ ۴۳۵- ۷۷۱۷۵ – موسسه تحقیقات پسته کشور