

نگهداری سیستم های خرد آبیاری

قسمت دوم: خطرات گرفتگی شیمیایی

نگارنده: ناصر صداقتی، عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور

مقدمه

در قسمت اول این مقاله توضیحاتی را در مورد طبقه بندی سیستم های خرد آبیاری، فاکتورهای مهم در نمونه برداری و ارزیابی کیفیت آب آبیاری مورد استفاده در این سیستم ها، خطرات گرفتگی فیزیکی و بیولوژیکی و در نهایت تجهیزات مورد نیاز جهت رفع این مشکلات و روش های جلوگیری از این گرفتگی ها بطور مفصل بحث کردیم. در این قسمت سعی داریم شما را با خطرات گرفتگی شیمیایی و روش های مبارزه با آنها آشنا کنیم.

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 در pH 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 کار کند تا شسته شود. اسید عموماً بر روی 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 اکسید شدن منگنز و تبدیل آنها از حالت محلول به رسوب کافی باشد.

اصلاح شیمیایی آب

اصلاح شیمیایی آب 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

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 مهندسين کشاورزی آمریکا (ASAE) پیش بینی گردد (شکل ۸) 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
- ۴) موتور الکتریکی و پمپ آب

- ۵ شیر از بین برنده خلا ایجاد شده در سیستم پس از خاموش شدن آن
- ۶ شیر کنترل پمپ آب
- ۷ زهکش (خروجی) خود کار با فشار کم
- ۸ پمپ تزریق کود
- ۹ لوله تزریق کود
- ۱۰ همزن (در صورت استفاده از کودهای 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
- ۱۴ 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 خود کار مرتبط با شستشوی معکوس فیلتر شن. هدف از تعبیه این قفل خاموش کردن خود کار پمپهای تزریق مواد شیمیایی به محض شروع بکار شستشوی 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»^۱ جهت ارزیابی احتمال خطرات گرفتگی انجام گیرد. روش کار بصورت زیر می باشد:
- ۱) یک قطره از ماده شیمیایی مورد نظر را 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.

¹ JAR TEST

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

بطور مثال اگر از منبع کلرهپوکلریت کلسیم (HTH^۲) 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.

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

که در آن C_H ، M_H ، P و V_w به ترتیب عبارتست از غلظت HTH در محلول (٪)، مقدار HTH بکار رفته، درجه خلوص HTH بکار رفته (عموماً ۶۵ تا ۷۵ درصد) و حجم آب تانکر.

مثال: با کاربرد ۳ Kg از HTH با درجه خلوص ۷۵٪ در بشکه ای به حجم ۲۰ لیتر غلظت محلول HTH بصورت زیر محاسبه می گردد.

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

پس از تهیه محلول کلر با غلظت مشخص جهت محاسبه میزان تزریق محلول کلر (lit/h) در سیستم برای ایجاد غلظت مورد نظر (ppm) از فرمول زیر استفاده می گردد.

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

با فرض اینکه دبی سیستم ۵۰ m³/h و غلظت مورد نظر کلر در سیستم ۱۰ ppm باشد خواهیم داشت:

^۲ High Test Hypochlorite

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

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

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

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

مثال: در صورتیکه غلظت کلر مورد نظر در سیستم ۱۰ ppm، دبی پمپ تزریق ۱۰۰ lit/h، دبی سیستم ۳۰ m³/h و حجم تانکر ۵۰۰ lit باشد چند کیلوگرم HTH مورد نیاز می باشد؟

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

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

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 ۳۰ m³/h 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 در دقیقه (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 کلر در سیستم ۵ ppm باشد و دبی سیستم نیز ۲۰ lit/s باشد. مقدار تزریق از منبع هیپوکلریت سدیم (P = ۵/۲۵) چقدر خواهد بود.

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

جهت سادگی جداولی تهیه شده است که با استفاده از آنها می توان میزان دبی تزریق کلر را برای ترکیبات مختلف کلر و دیبهای مختلف سیستم آبیاری و غلظت های مختلف موردنظر کلر در سیستم استخراج کرد. جداول (۶) نمونه ای از این جداول می باشد.

جدول (۶) - محاسبه میزان دبی تزریق کلر در سیستمهای خرد آبیاری

lit/h مقدار کالر تزریقی از منبع کالر با درجه خلوص ۲۵/۵۰ بر حسب										C (ppm)
Q(lit/s)										
۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	
۳،۴۳	۳،۰۹	۲،۷۴	۲،۴۰	۲،۰۶	۱،۷۱	۱،۵۳۷	۱،۰۳	۰،۶۹	۰،۳۴	۱
۶،۸۶	۶،۱۷	۵،۴۹	۴،۸۰	۴،۱۱	۳،۴۳	۲،۷۴	۲،۰۶	۱،۵۳۷	۰،۶۹	۲
۱۷،۱۴	۱۵،۴۳	۱۳،۷۱	۱۲،۰۰	۱۰،۲۹	۸،۵۷	۶،۸۶	۵،۱۴	۳،۴۳	۱،۷۱	۵
۳۴،۲۹	۳۰،۸۶	۲۷،۴۳	۲۴،۰۰	۲۰،۵۷	۱۷،۱۴	۱۳،۷۱	۱۰،۲۹	۶،۸۶	۳،۴۳	۱۰
۵۱،۴۳	۴۶،۲۹	۴۱،۱۴	۳۶،۰۰	۳۰،۸۶	۲۵،۷۱	۲۰،۵۷	۱۵،۴۳	۱۰،۲۹	۵،۱۴	۱۵
۶۸،۵۷	۶۱،۷۱	۵۴،۸۶	۴۸،۰۰	۴۱،۱۴	۳۴،۲۹	۲۷،۴۳	۲۰،۵۷	۱۳،۷۱	۶،۸۶	۲۰
۸۵،۷۱	۷۷،۱۴	۶۸،۵۷	۶۰،۰۰	۵۱،۴۳	۴۲،۸۶	۳۴،۲۹	۲۵،۷۱	۱۷،۱۴	۸،۵۷	۲۵
۱۰۲،۸۶	۹۲،۵۷	۸۲،۲۹	۷۲،۰۰	۶۱،۷۱	۵۱،۴۳	۴۱،۱۴	۳۰،۸۶	۲۰،۵۷	۱۰،۲۹	۳۰
۱۳۷،۱۴	۱۲۳،۴۳	۱۰۹،۷۱	۹۶،۰۰	۸۲،۲۹	۶۸،۵۷	۵۴،۸۶	۴۱،۱۴	۲۷،۴۳	۱۳،۷۱	۵۰

مدت زمان تزریق

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

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 ۴۰ ppm 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 $pH = 7/5$ و بالاتر و بیکربنات بیشتر از ۱۰۰ ppm 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 تنهایی 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.

۴- اسید سیتریک

۵- اسید هیدروکلریک

رایج ترین اسیدی که در اسیدشویی سیستم های آبیاری قطره ای مورد استفاده قرار می گیرد اسید سولفوریک ۹۸٪ می باشد. در کشاورزی 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 ۵۰ ppm 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 ۴ 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
۰/۶٪	اسید هیدروکلریک (HCL)	۳۳-۳۵٪
۰/۶٪	اسید سولفوریک (H_2SO_4)	۶۵٪
۰/۶٪	اسید نیتریک (HNO_3)	۶۰٪
۰/۶٪	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 $(\frac{65}{98} \times 0.6)$ یعنی ۰/۴٪ می باشد.

اسیدشویی باعث پایین آوردن pH آب تا حد (۲-۳) 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 (۱۰-۱۲) 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 ۰/۶٪ 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 ۰/۶٪ اسید در زمان ۱۰ دقیقه

مثال: در صورتیکه دبی سیستم آبیاری $20 \text{ m}^3/\text{h}$ و دبی پمپ تزریق 180 lit/h باشد برای ایجاد غلظت ۰/۶٪ اسید در سیستم در مدت زمان ۱۰ دقیقه میزان اسید لازم را تعیین نمائید.

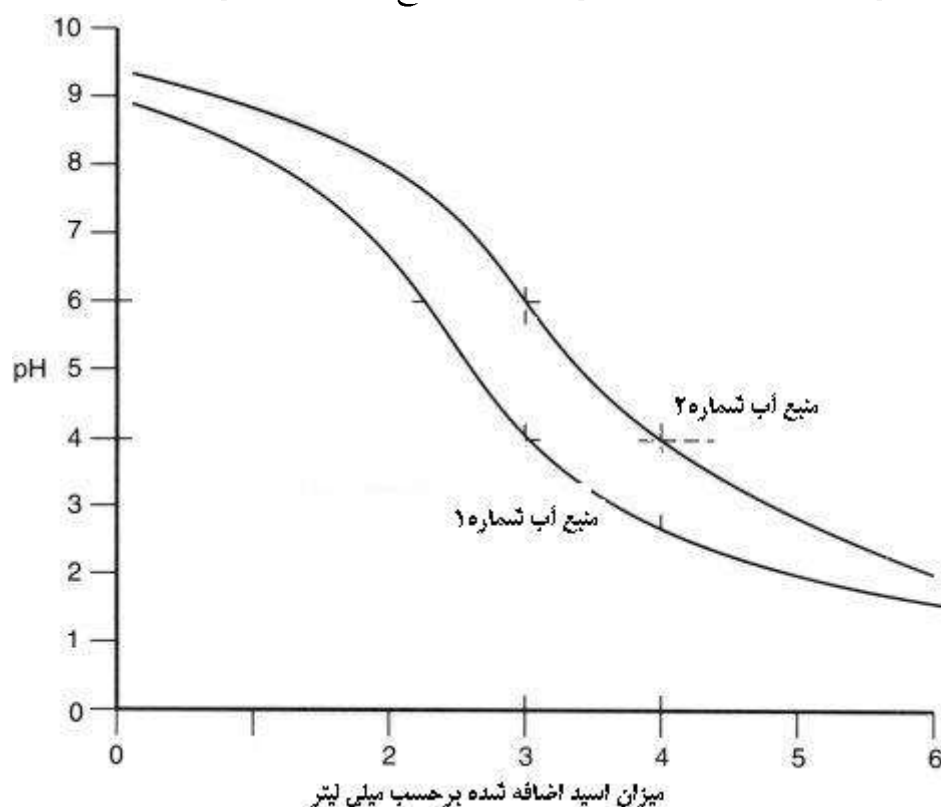
$$\begin{aligned} \text{حجم آب تزریقی به داخل سیستم} &= 20000 \text{ lit/h} \times 10 / 60 \text{ min} = 3333/3 \text{ Lit} \\ \text{میزان اسید لازم برای تهیه غلظت } 0/6\% &= 3333/3 \times 0/6/100 = 20 \text{ Lit} \\ \text{میزان تزریق در } 10 \text{ دقیقه} &= 180 \text{ lit/h} \times 10 / 60 \text{ min} = 30 \text{ Lit} \\ \text{میزان آب مورد نیاز برای اضافه کردن به اسید در تانک} &= 30 \text{ lit} - 20 \text{ lit} = 10 \text{ Lit} \end{aligned}$$

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 ۰/۶٪ 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 خوردگی تسریع می گردد. pH ایده آل بین ۵/۸ تا ۶/۲ می باشد. در pH بزرگتر از ۶/۵ ، 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 دو منبع 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 ۶/۵ 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 ۵ 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 بعلاوه امکان تغییر کیفیت آب در فصول مختلف سال هر چند وقت یکبار آزمایش 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، حادثر است. اگر آب محتوی مواد غذایی و بخصوص کودهای ازته و فسفره باشد باعث رشد جلبکها در آن می شود. جلبکها حتی کاربرد صافیهای توری و شنی را با مشکل مواجه ساخته و ممکن است رشته های آن با اجزای صافی طوری تنیده شود که شستشوی معکوس نیز نتواند آنها را از یکدیگر 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. باید 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 مقدار ۱/۵ 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 قبلاً 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 HCO_3 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 ۴ و کمتر به مدت ۳۰ تا ۶۰ 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
۴- باکتریهای آهن دوست - لجن مایل به قرمز محدوده خطر: - غلظت آهن بزرگتر از ۰/۱ ppm	۱) تزریق کلر به میزان ۱ ppm کلر آزاد بطور مداوم ۲) تزریق ۱۰ تا ۲۰ ppm کلر به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در روز
۵- باکتریهای سولفوردوست - لجن نخ مانند سفید رنگ محدوده خطر: - غلظت سولفیدها بزرگتر از ۰/۱ ppm	۱) تزریق کلر بطور پیوسته به میزان ۱ ppm در هر ۴ تا ۸ پی پی ام از سولفید هیدروژن ۲) تزریق کلر بطور متناوب به میزان ۱ ppm کلر آزاد به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در روز
۶- لجن باکتریایی و جلبک ها (خزه ها)	۱) تزریق ۰/۵ تا ۱ ppm کلر بطور پیوسته ۲) تزریق ۲۰ ppm 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 ۰/۱ ppm	۱) محلول کردن آهن با تزریق اسید بطور پیوسته و پایین آوردن pH بین ۵ 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.
 - ۴) اضافه کردن برخی از کودهای جامد، باعث سرد شدن آب و یا محلول کودی شده و در نهایت حلالیت آنها را کند کرده و به تاخیر می اندازد.
 - ۵) لزوم توجه خاص به کیفیت آب آبیاری در هنگام تزریق مواد شیمیایی فسفر دار نظیر اسید فسفریک.
 - ۶) 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 در کف 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 حتماً 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.