

بسم الله الرحمن الرحيم



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

بهره‌برداری و نگهداری از تجهیزات بخش کنترل مرکزی سامانه‌های آبیاری میکرو

نویسندگان:

مهدی اکبری، جواد باغانی و علیرضا کیانی

۱۳۹۷

سرشناسه	: اکبری، مهدی، ۱۳۴۳ -
عنوان و نام پدید آور	: بهره برداری و نگهداری از تجهیزات بخش کنترل مرکزی سامانه های آبیاری میکرو / نویسندگان مهدی اکبری، جواد باغانی، علیرضا کیانی.
مشخصات نشر	: کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۱۰ ص: مصور، جدول؛ ۹/۵ × ۱۹/۵ س م.
شابک	: 978-964-520-461-5
وضعیت فهرست	: فیا
نویسی	
موضوع	: آبیاری قطره ای
موضوع	: Microirrigation
موضوع	: آبیاری قطره ای -- وسایل و تجهیزات
موضوع	: Microirrigation -- Equipment and supplies
موضوع	: آبیاری -- مهندسی
موضوع	: Irrigation engineering
شناسه افزوده	: باغانی، جواد، ۱۳۳۷ -
شناسه افزوده	: کیانی، علیرضا، ۱۳۴۲ -
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	: ۵۶۱۹/ ۱۳۹۷ الف ۲۲
رده بندی دیویی	: ۶۳۱/۵۸۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۴۰۷۰۳۲

ISBN:978-964-520-461-5

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۴۶۱-۵



عنوان: بهره برداری و نگهداری از تجهیزات بخش کنترل مرکزی سامانه های آبیاری میکرو
نویسندگان: مهدی اکبری، جواد باغانی و علیرضا کیانی
ویراستاران ترویجی: فرانک صحرایی، حسام الدین غلامی
مدیر داخلی: شیوا پارسا نیک
ویراستاری ادبی: محسن ربیعی
سر ویراستار: وحیبه سادات فاطمی
تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
ناشر: نشر آموزش کشاورزی
شمارگان: ۲۵۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷
قیمت: رایگان
مسئولیت صحت مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۴۴۱۸
 به تاریخ ۹۷/۸/۹ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،
 ص. پ. ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵
 تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

فهرست

مقدمه	۷
روش آبیاری میکرو	۸
مزایا و محدودیت‌های آبیاری میکرو	۱۰
الف- مزیت‌های آبیاری میکرو	۱۰
ب- محدودیت‌های آبیاری میکرو	۱۳
تجهیزات بخش کنترل مرکزی	۱۷
پمپ و اجزای آن	۲۰
شیرفلکه‌ها	۵۳
تصفیه فیزیکی و شیمیایی آب	۵۵
کاربرد کود و سم در سامانه‌های آبیاری میکرو	۸۳
روش‌های تزریق کود و مواد شیمیایی	۹۵
سرویس‌های لازم در شروع فصل آبیاری	۹۹
سرویس‌های لازم در انتهای فصل آبیاری	۱۰۰
منابع	۱۰۲

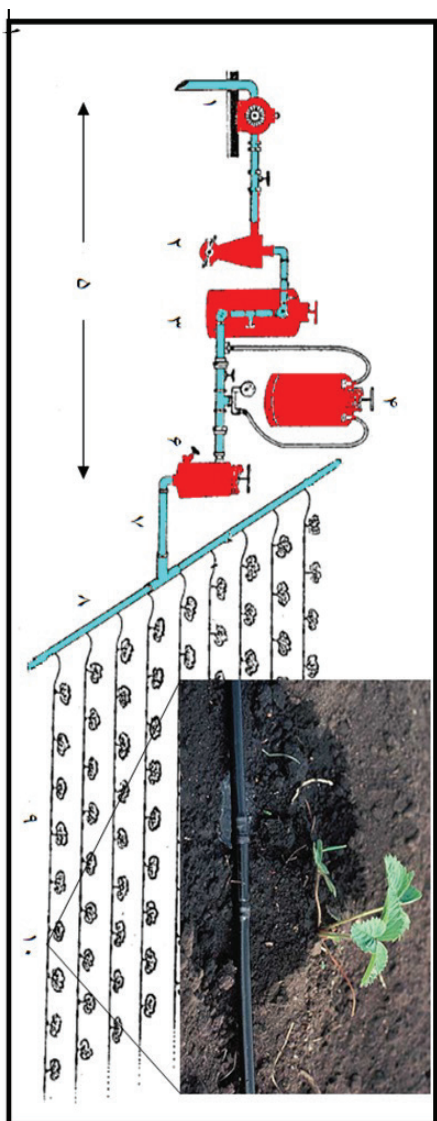
مقدمه

محدودیت منابع آب در سال‌های اخیر باعث شده روش‌های آبیاری تحت فشار جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی پیدا کنند. در روش‌های آبیاری میکرو (خُردآبیاری یا آبیاری موضعی) آب فقط در نزدیکی ریشه گیاه جریان دارد و بخشی از زمین که فاقد گیاه است، آبیاری نمی‌شود. در این روش‌ها، آب توسط لوله‌هایی در مزرعه منتقل و توزیع می‌شود و از تلفات انتقال جلوگیری می‌شود. سامانه‌های آبیاری میکرو شامل انواع قطره‌چکان‌ها، فواره‌ها یا حباب‌سازها، لوله‌های نواری منفذدار، لوله‌های تراوا، خُردآپاش‌ها، میکروجت‌ها و... هستند که بسته به وضعیت کمی و کیفی آب، نوع محصول، امکانات فنی موجود، نوع خاک، پستی و بلندی زمین و شرایط آب‌وهوایی به کار می‌روند. اگر سامانه‌های آبیاری میکرو در طراحی و اجرا از دقت لازم برخوردار باشند و تجهیزات و وسایل باکیفیت در آن‌ها به کار رود، اما سرویس و نگهداری و مراقبت‌های بهره‌برداری به‌درستی اجرا نشود، این سامانه‌ها در مدت کوتاهی پس از بهره‌برداری با مشکل جدی مواجه می‌شوند. بنابراین در این دستورالعمل سعی شده ضمن معرفی اجزاء، به برخی

ملاحظات ضروری بهره‌برداری، سرویس و نگهداری تجهیزات بخش کنترل مرکزی در سامانه‌های آبیاری میکرو پرداخته شود.

روش آبیاری میکرو

در روش‌های آبیاری میکرو، آب از یک منبع مرکزی دریافت می‌شود و با دبی و فشار مناسبی که توسط پمپ تأمین می‌شود، در داخل شبکه‌ای از لوله‌های اصلی، نیمه‌اصلی، آبرسان و آبده جریان می‌یابد. لوله‌های آبده که معمولاً از کنار ردیف گیاهان عبور می‌کنند، به قطره‌چکان‌هایی مجهزند که جریان آب توسط آن‌ها با فشار کم روی زمین پخش می‌شود (شکل ۱). از وسایل و تجهیزات جانبی مورد استفاده در این سامانه‌ها می‌توان به شیرهای یک‌طرفه قطع و وصل، اتصالات و تجهیزات تزریق کود و سم و اسید، و ادوات اندازه‌گیری و تصفیه آب اشاره کرد. عملکرد صحیح سامانه‌های آبیاری میکرو به عوامل مختلفی از جمله طراحی و اجرای صحیح، استفاده از تجهیزات و وسایل باکیفیت، مدیریت بهره‌برداری، سرویس و نگهداری مناسب بستگی دارد.



مزایا و محدودیت‌های آبیاری میکرو

این روش آبیاری، مانند سایر روش‌های آبیاری، دارای ضعف‌ها و قوت‌هایی مرتبط با مسائل فنی، اقتصادی یا عوامل مربوط به آب و خاک و گیاه است. برای انتخاب سامانه آبیاری میکرو لازم است طرح از جنبه‌های مختلف ارزیابی شود، ضعف‌ها و قوت‌هایش تعیین شود و طرحی انتخاب شود که قوت‌هایش از ضعف‌هایش بیش‌تر باشد. در ادامه مزایا و معایب سامانه آبیاری میکرو بررسی می‌شود.

الف - مزیت‌های آبیاری میکرو

روش آبیاری میکرو در مقایسه با روش‌های آبیاری بارانی، کرتی یا جوی‌وپشته‌ای دارای مزایایی به شرح زیر است:

➤ صرفه‌جویی در مصرف آب: در آبیاری میکرو به دلیل خیس‌نشدن تمام سطح مزرعه، کاهش تبخیر از سطح خاک، فقدان رواناب و کنترل نفوذ عمقی، مقدار مصرف آب کم می‌شود. علاوه بر این، در آبیاری میکرو می‌توان از آب‌های با کیفیت پایین استفاده کرد. برای مثال، در تعدادی از کشورهای

جهان از جمله آمریکا و کشورهای حاشیه خلیج فارس از پساب تصفیه‌شده فاضلاب‌های خانگی نیز در آبیاری میکرو استفاده می‌شود.

➤ رشد بهتر گیاه و افزایش محصول: چون در این روش آبیاری نیاز آبی گیاه تأمین می‌شود، رطوبت منطقه ریشه همیشه در حد مطلوب باقی می‌ماند و گیاه برای جذب آب دچار کمبود نمی‌شود؛ بنابراین کم‌تر دچار تنش‌های آبی می‌شود و مقدار محصول تولیدی معمولاً بیش‌تر از سایر روش‌ها یا حداقل برابر با آنهاست.

➤ کاهش اثرات مضر شوری بر گیاه: در روش آبیاری میکرو چون همیشه خاک مرطوب نگه داشته می‌شود، غلظت نمک در محلول خاک کم‌تر از سایر روش‌های آبیاری است.

➤ امکان کاربرد کود و سم همراه آبیاری: در آبیاری میکرو این امکان هست که کودهای شیمیایی محلول را بتدریج همراه آب آبیاری در کنار بوته گیاه یا درخت و در عمق توسعه ریشه، با یکنواختی مناسب وارد خاک کرد. علاوه بر کودها، قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها را نیز می‌توان همراه با آب به خاک داد.

◀ کاهش رویش علف‌های هرز: چون در روش آبیاری میکرو بذر علف‌های هرز توسط آب آبیاری منتقل نمی‌شود و تمام سطح مزرعه نیز خیس نمی‌شود، علف‌های هرز کم‌تر می‌رویند. چنانچه باغ یا مزرعه به‌طور مداوم توسط روش قطره‌ای آبیاری شود و با علف‌های هرز مبارزه شود، کل بذر علف‌های هرز در مزرعه کاهش چشمگیری می‌یابد.

◀ نیاز به نیروی انسانی کم‌تر: در صورت خودکار کردن سامانه، نیاز به کارگر به حداقل ممکن می‌رسد. علاوه بر آن، در زمان آبیاری نیز امکان تردد کارگران و ادوات در مزرعه وجود دارد.

◀ صرفه‌جویی در مصرف انرژی: فشار مورد نیاز سامانه‌های آبیاری قطره‌ای کم‌تر از سایر روش‌های آبیاری تحت فشار است.

◀ بالابودن بازدهی آبیاری: در مجموع بازدهی روش‌های آبیاری میکرو در دنیا حدود ۸۵ درصد برآورد شده است. این سامانه‌ها اگر به‌درستی طراحی و اجرا و بهره‌برداری شوند می‌توانند بالاترین بازدهی را در بین تمام سامانه‌های آبیاری داشته باشند.

ب- محدودیت‌های آبیاری میکرو

روش‌های آبیاری میکرو ضعف‌هایی نیز دارند که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

➤ گرفتگی چکاننده‌ها: یکی از مسائل مهم سامانه آبیاری میکرو، گرفتگی چکاننده‌ها توسط ذرات خاک، مواد آلی، باکتری‌ها و جلبک‌هاست که ممکن است باعث شکست طرح شود. برای رفع این مشکل راهکارهای مختلفی ارائه شده است. از جمله این راهکارها می‌توان به استفاده از چکاننده‌هایی که در برابر گرفتگی مقاوم‌اند و همچنین تصفیه آب، اصلاح شیمیایی آن، شست‌وشوی لوله‌ها و چکاننده‌ها اشاره کرد.

➤ خسارت‌های ناشی از جوندگان: در بعضی مناطق ممکن است جوندگانی نظیر موش به لوله‌های پلی‌اتیلنی که قطرشان کم است، صدمه بزنند.

➤ تجمع نمک در سطح خاک: در مناطق خشک و نیمه‌خشک که معمولاً آبیاری با آب شور انجام می‌شود، در سطح خاک و حاشیه پیاژِ رطوبتی املاح تجمع می‌کنند و در صورتی که بارندگی اتفاق بیفتد، چنانچه سامانه در حال کار نباشد، نمک‌هایی

که در اطراف منطقه مرطوب خاک تجمع کرده‌اند، به سمت ریشه هجوم می‌آورند و به گیاه خسارت می‌زنند. علاوه بر این، اگر آبخوئی لازم در طول دوره داشت یا در پایان آن انجام نشود، شرایط برای رشد گیاه در سال زراعی بعدی مناسب نخواهد بود؛ مگر اینکه در آبیاری پایان فصل، آبخوئی کافی انجام شود و نمک‌هایی که در طول فصل رشد در خاک جمع شده است، به خارج از محدوده ریشه‌ها رانده شود و به عمق پایین‌تر از ریشه هدایت شود. در مناطقی که میزان بارندگی بیش از ۴۵۰ میلی‌متر باشد، نمک‌ها پیش از آنکه در منطقه ریشه تجمع کنند، شسته می‌شوند.

◀ حرکت محدود آب در خاک و نبودن امکان توسعه زیاد ریشه: در توزیع آب در خاک، عوامل متعددی نظیر خاک (بافت و خصوصیات نفوذ)، گیاه (جذب آب و شدت تعرق)، مقدار و فاصله آبیاری‌ها، تعداد قطره‌چکان‌ها برای هر گیاه و دبی آن‌ها دخالت دارد و چنانچه به هر علتی محیط توسعه ریشه محدود شود، رشد گیاه نیز محدود می‌شود و گیاه در مقابل عوامل خارجی نظیر باد، مقاوم‌تر را از دست می‌دهد.

➤ محدودیت‌های اقتصادی: روش‌های آبیاری میکرو نسبت به سایر روش‌های آبیاری هزینه بیشتری دارند و برای به‌کارگیری، علاوه بر مدیریت خاص در آبیاری، به نیروی فنی بیشتری نیاز دارند. هزینه سرمایه‌گذاری اولیه نیز در آبیاری میکرو بیش‌تر از سایر روش‌های آبیاری است. در حال حاضر هزینه سرمایه‌گذاری اولیه برای اجرای یک سامانه آبیاری میکرو شامل موتور پمپ، وسایل تصفیه، دستگاه تزریق کود و لوله‌ها در سطح بین‌المللی ۲۰۰۰ تا ۷۰۰۰ دلار برای هر هکتار است. البته هزینه واقعی سامانه بستگی به نوع دستگاه‌های تصفیه آب، وسایل کود و سم و تمهیدات خودکارسازی آن دارد. هزینه مورد نیاز برای احداث هر هکتار آبیاری میکرو در ایران بر اساس اطلاعات اداره کل توسعه روش‌های نوین برای سال ۱۳۹۶ تا ۱۵۰ میلیون ریال برآورد شده است. این سامانه بیش‌تر مناسب درختان و گیاهانی مانند صیفی‌جات است که با فاصله ردیف نسبتاً زیاد از یکدیگر کشت می‌شوند. ضمن اینکه برای گیاهان ردیفی مانند ذرت، گوجه‌فرنگی، بادنجان و... نیز کاربرد دارد. تقریباً در تمام کشورها گزارش شده است که هزینه سامانه‌های میکرو

و لوله‌های نواری منفذدار برای آبیاری سبزیجات و گلخانه به‌مراتب گران‌تر از سامانه‌های کلاسیک آبیاری است. هزینه‌های به‌کارگیری و بهره‌برداری از این سامانه در کشورهای مختلف بین ۱۰۰ تا ۸۰۰ دلار پیش‌بینی شده است که تا حد زیادی به نوع سامانه، نوع گیاه و شرایط مدیریتی مزرعه بستگی دارد. با توجه به این هزینه‌ها و از آنجایی که در سامانه میکرو همیشه خطر گرفتگی لوله‌ها یا توزیع نایک‌نواخت آب وجود دارد، باید در طراحی و اجرای آن دقت کافی به‌عمل آید. این کار را مهندسان خبره و مطلع انجام دهند تا جنبه‌های فنی و اقتصادی در آن رعایت شود. استفاده نکردن از مواد با کیفیت در ساخت لوله و اتصالات یکی از اشکال‌هایی است که زارعان در عمل با آن مواجه‌اند. مشکلاتی مانند ترک‌خوردگی و ایجاد شکاف در لوله به‌دلیل مقاومت نداشتن لوله‌ها در برابر تنش‌های وارده در محل اتصالات ناشی از ساخت لوله با مواد نامرغوب است. طراحی و اجرای سامانه‌های آبیاری میکرو توسط افراد غیرمتخصص مشکلات فراوانی در پی دارد که سرانجام به شکست سامانه منتهی می‌شود و این از جمله مواردی است که در هر طرح آبیاری میکرو،

هرچند کوچک، باید رعایت شود. بر اساس مطالعات کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی که عملکرد سامانه‌های آبیاری میکرو را از نظر مشکلات گرفتگی چکاننده‌ها و مدیریت امور مربوط به استفاده از آب شور بررسی می‌کند؛ در کشورهایی که زارع سامانه آبیاری میکرو را کنار گذاشته یا آن را با سامانه‌های دیگر آبیاری تعویض کرده است، طراحی سامانه آبیاری نیز ضعیف بوده است. اجزای مختلف سامانه آبیاری میکرو باید به‌لحاظ هیدرولیکی و فنی به‌طور صحیح و مناسب طراحی شوند. هر ضعفی در یکی از این بخش‌ها می‌تواند به شکست کل سامانه منتهی شود.

تجهیزات بخش کنترل مرکزی

برای اینکه سامانه آبیاری میکرو بتواند به‌طور صحیح کار کند، بایستی تعدادی وسایل جانبی را به مجموعه اضافه کرد؛ این مجموعه وسایل و دستگاه‌ها «سامانه کنترل مرکزی» را تشکیل می‌دهند. بسته به نوع منبع آب به‌لحاظ کیفیت یا نوع خروجی‌ها، تعداد و نوع دستگاه‌های مورد استفاده در کنترل مرکزی نیز تغییر می‌کند. این لوازم جانبی عبارت‌اند از:

◀ شیر یک‌طرفه: بلافاصله بعد از پمپ نصب می‌شود تا در صورت خاموش شدن موتور، از برگشت آب به داخل پمپ جلوگیری کند.

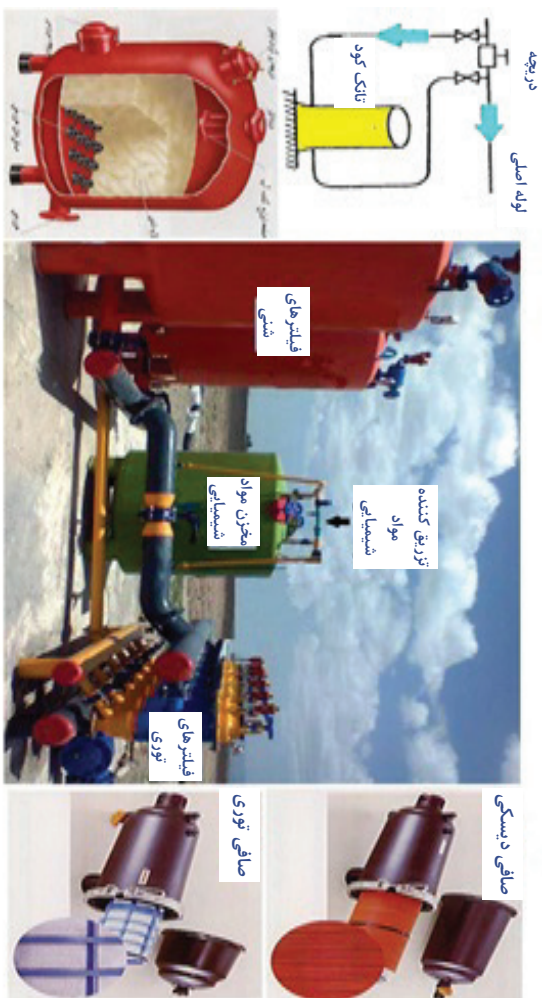
◀ جداکننده‌های شن یا سیکلون: در این دستگاه، در اثر چرخش آب در داخل آن و ایجاد نیروی گریز از مرکز، ذرات جامد و درشت و معلق آب از آن جدا می‌شوند.

◀ صافی‌های سنگریزه‌ای و شن دانه‌بندی: برای جداکردن مقادیر زیاد ذرات جامد ریز و مواد آلی از آب به کار می‌رود.

◀ دستگاه‌های تزریق کود و سم: این دستگاه‌ها به روش‌های مختلفی کود و سم را وارد جریان آب می‌کنند.

◀ صافی‌های توری یا دیسکی: برای جداکردن ذرات شن ریز به کار می‌رود.

◀ وسایل اندازه‌گیری آب: برای کنترل میزان آب مصرفی، از فشارسنج‌ها برای کنترل عملکرد سامانه و تجهیزات تصفیه آب و از شیرهای کنترل جریان و فشار به‌منظور ثابت نگه‌داشتن فشار پایین‌دست (مستقل از نوسانات در بالادست در شرایطی که فشار ورودی بیش‌تر از فشار تنظیمی تعریف شده است) استفاده می‌شود. در زیر تصاویر مربوط به تجهیزات سامانه کنترل مرکزی آبیاری میکرو آمده است (شکل ۲).



شکل ۲- نمونه‌ای از تجهیزات سامانه کنترل مرکزی آبیاری میکرو

پمپ و اجزای آن

پمپ‌ها ماشین‌های آبی هستند که برای انتقال، بالا کشیدن و حرکت دادن مایعات به کار برده می‌شوند. از نظر فیزیکی، کار پمپ عبارت است از تبدیل انرژی مکانیکی موتور به انرژی پتانسیل یا جنبشی مایعی که از آن عبور می‌کند؛ به عبارت دیگر، پمپ ماشینی است که آب یا یک مایع را از یک محل به ارتفاع بالاتری پمپاژ می‌کند. دامنه وسیع کاربرد پمپ‌ها در شاخه‌های مختلف صنعت و کشاورزی سبب شده است که انواع مختلفی از پمپ‌ها ساخته شوند که از نظر ساختمان و طرز کار با هم تفاوت زیادی دارند.

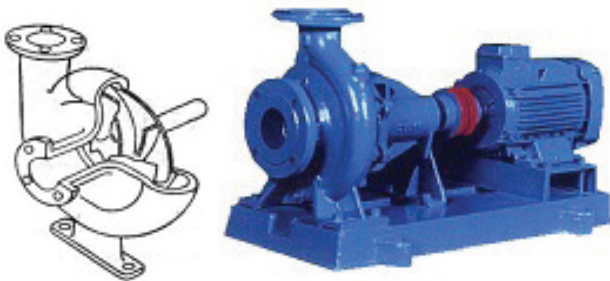
پمپ‌های سانتریفوژ از یک چرخ پره‌دار به نام پروانه تشکیل شده‌اند که درون یک پوشش یا محفظه احاطه‌کننده بسرعت می‌چرخد و نیروی گریز از مرکز آن افزایش می‌یابد. چرخ گردنده پمپ گریز از مرکز، توسط منبع قدرت خارجی چرخانده می‌شود. وقتی موتور خارجی پره‌ها را می‌چرخاند، حرکتی گردابی در مایع ایجاد می‌کند و بدین ترتیب ارتفاع بار مایع افزایش می‌یابد و در نتیجه آب،

محیط خارجی پره‌ها را با سرعت و فشار زیاد ترک می‌کند. چون آب به قسمت خارجی پروانه رانده می‌شود، یک خلاء نسبی در قسمت مرکز چرخ به وجود می‌آید و در نتیجه مایع توسط لوله مکش به درون قسمت مذکور راه می‌یابد و جریان مداوم در پمپ به وجود می‌آید. در حقیقت وقتی پروانه پمپ مایع را از محل تخلیه پمپ به درون لوله رانش می‌راند، انرژی جنبشی آن به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود. ارتفاع نیز مثل فشار در این نوع پمپ‌ها به نوع و شکل پره‌ها و قطر چرخ بستگی دارد. افت بار در این پمپ‌ها در برابر آب بسیار اندک و تقریباً صفر است. ارتفاع مکش برای این نوع پمپ در کنار دریا تا ۸ متر نیز می‌رسد، ولی در صورتی عمل مکش شروع می‌شود که مقداری آب در لوله مکش و محفظه پمپ موجود باشد. اگر پمپ بدون آب باشد، با شروع به کار پمپ، نیروی گریز از مرکز بسیار کم است (به علت سبکی وزن هوا) و عمل مکش آب از منبع به درون پمپ انجام نمی‌شود. برای این منظور، در پمپ‌ها عمل هواگیری یا آب خورانی^۱ انجام می‌شود که این عمل به شیوه مخصوصی

۱. در مرحله آب‌خورانی (Priming) معمولاً محفظه پمپ و لوله مکش را قبل از شروع به کار پمپ پر آب می‌کنند.

انجام می‌شود که در ساختمان هر پمپ منظور شده است.

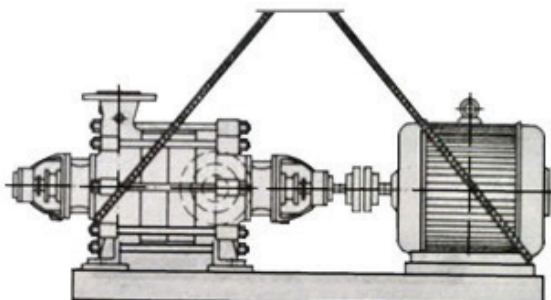
پمپ‌های سانتریفوژ به علت سادگی ساختمان، ارزانی قیمت و توانایی کار در شرایط گوناگون، متداول‌ترین انواع پمپ‌ها به‌شمار می‌روند. این پمپ‌ها برای بالا بردن مایعات مختلف تا ارتفاع چند هزار متری و دمای بالا نیز کاربرد دارند. این پمپ‌ها دو مزیت برجسته دارند: اولاً جریان سیال یکنواخت و پیوسته است؛ ثانیاً اگر لوله تخلیه پمپ مسدود یا تنگ شود، فشار زیادی که برای ساختمان پمپ مضر است، تولید نمی‌شود و بار آن به اندازه‌ای نمی‌رسد که موتور محرکه خود را از کار بیندازد (شکل ۳).



شکل ۳- تصویر یک پمپ گریز از مرکز

در زمان حمل یا نصب الکتروپمپ‌ها ممکن است رعایت نکردن بعضی نکات بسیار ساده، خساراتی به مجموعه وارد کند که رفع آن‌ها مستلزم صرف وقت و هزینه زیادی باشد. لذا نکات مهمی که لازم است برای انتقال و نصب دستگاه الکتروپمپ (مخصوصاً در قدرت‌های بالا) رعایت شود، به شرح زیر است:

الف - حمل: برای حمل مجموعه الکتروپمپ، از وصل کردن طناب به قلاب روی الکتروموتور جداً خودداری شود. طناب باید در زیر مجموعه موتور و پمپ قرار گیرد (شکل ۴).



شکل ۴- روش صحیح حمل الکتروپمپ

ب- نصب: مواردی که باید برای نصب الکتروپمپ‌ها رعایت شوند عبارت‌اند از:

* احداث محلی (فونداسیون) محکم برای نصب الکتروپمپ،

* نصب شاسی موتور پمپ روی ارتعاش‌گیر؛
نوارهای فلزی ارتعاش‌گیر در دو طرف و نزدیک پیچ‌های شاسی قرار می‌گیرند و اگر طول یا فاصله پیچ‌ها بیش‌تر از ۸۰ سانتی‌متر باشد، نوار دیگری نیز در وسط قرار گیرد،

* نصب لرزه‌گیر (ضربه‌گیر) بین خروجی و ورودی پمپ با لوله‌های رانش و مکش،

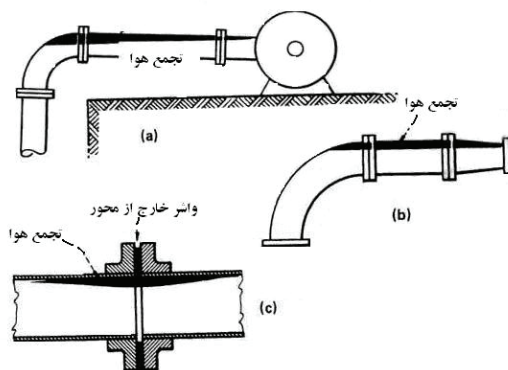
* تراز کردن الکتروموتور و پمپ (هم‌محور کردن دو سامانه گردنده) به وسیله فیلر یا میکرومتر.

پمپ عموماً یکی از اجزای اصلی سامانه آبیاری است. وجود هوا در پمپ می‌تواند مشکلاتی را برای پمپ به وجود آورد؛ به‌طوری‌که اگر در داخل پمپ هوای زیادی باشد، در شروع کار آبی پمپاژ نخواهد شد.

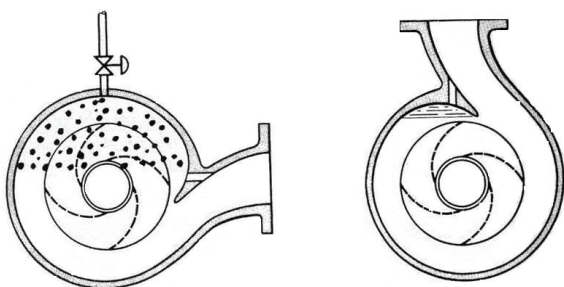
بعد از راه‌اندازی پمپ و برقرار شدن جریان آب، اگر مقدار هوای ورودی به پمپ زیاد باشد، گاهی ممکن است به

قطع آبدهی پمپ منجر شود. بنابراین، باید تدابیری به شرح زیر اتخاذ شود تا امکان ورود هوا به پمپ در حال کار به حداقل ممکن کاهش یابد.

نصب نادرست لوله مکش می‌تواند باعث ورود هوا به پمپ شود که به لرزش و تولید صدا در پمپ و کاهش مقطع جریان آب منجر می‌شود. شکل ۵ نصب نادرست لوله مکش را نشان می‌دهد. توده هوا در محل‌های مشخصی حبس شده است که در اثر نوسانات دبی جریان ممکن است هوا به داخل پمپ منتقل شود و با کم‌شدن سطح مقطع عبور جریان، موجب افزایش افت فشار و در بسیاری موارد تولید ارتعاش و صدا در لوله‌ها شود. در حلزونی پمپ نیز مسیرهایی برای تخلیه هوا تعبیه می‌شود که در شکل ۶ نمونه‌ای از آن نشان داده شده است.



شکل ۵- نمونه‌هایی از نصب نادرست لوله مکش پمپ

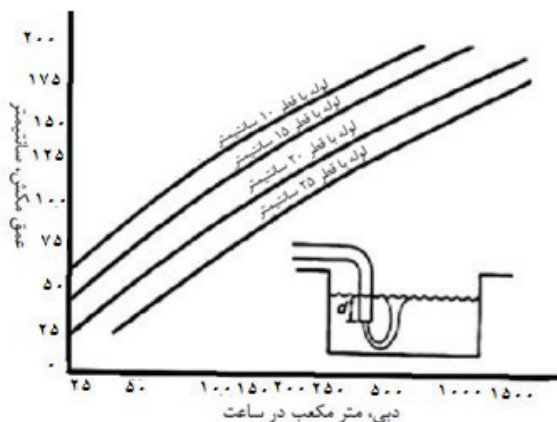


شکل ۶- نمونه‌ای از تجمع هوا در داخل پوسته پمپ و روش‌های تخلیه آن

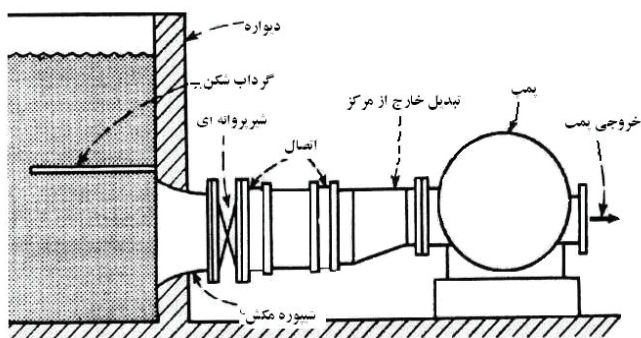
ورودی لوله مکش باید تا عمق مشخصی در آب داخل حوضچه مکش فرو رفته باشد؛ زیرا اگر مقدار عمق آبی که در روی ورودی لوله مکش پمپ قرار دارد به حد کافی نباشد، با شروع کار پمپ گردابی در اطراف لوله مکش ایجاد می‌شود و همراه جریان آب، هوا نیز به داخل پمپ وارد می‌شود. همان‌طور که در شکل ۷ می‌بینید، برای یک دبی مشخص، هرچه قطر لوله مکش کوچک‌تر باشد، بایستی فاصله دهانه ورودی لوله مکش از سطح آب بیش‌تر شود (شکل ۷).

در برخی موارد در نزدیک دهانه لوله مکش، گرداب‌شکن نصب می‌کنند تا از چرخش آب قبل از ورود به داخل لوله مکش جلوگیری شود. در شکل ۸

تأسیسات مورد نیاز پمپ و یک گرداب‌شکن قبل از شیپوره افقی یک پمپ با محور افقی نصب نشان داده شده است.



شکل ۷- حداقل عمق لوله مکش برای جلوگیری از تشکیل گرداب و ورود هوا به داخل لوله مکش



شکل ۸- نمایش یک گرداب‌شکن نصب شده قبل از شیپوره پمپ

خصوصیات لوله مکش و رانش

لوله مکش تا حد امکان بایستی کوتاه باشد و برای داشتن کم‌ترین تلفات انرژی ناشی از اصطکاک، قطرش باید زیاد انتخاب شود. سرعت حرکت آب کم‌تر از $0/6$ متر در ثانیه در لوله مکش مناسب است. تاحدامکان باید لوله مکش بدون خم و قوس باشد، چون وجود زانویی‌ها و خم‌ها در لوله مکش باعث نشست هوا می‌شود و در هواگیری پمپ اختلال ایجاد می‌کند و باعث کاهش ظرفیت پمپ می‌شود.

اگر ارتفاع بالابری پمپ کافی باشد، محدودیتی برای طول یا ارتفاع لوله رانش وجود ندارد و فقط کافی است که لوله به اندازه لازم در مقابل فشار مقاومت داشته باشد. سرعت‌های بین $0/8$ تا $1/3$ متر در ثانیه در لوله رانش به‌عنوان سرعت مطلوب پیشنهاد شده است، ولی در صورت لزوم می‌توان از سرعت‌های بالاتر نیز استفاده کرد.

نحوه اتصال لوله‌های رانش و مکش به پمپ

لوازم و اتصالاتی که روی لوله مکش پمپ‌ها نصب می‌شوند، بسته به اینکه سطح پمپ پایین‌تر از مخزن آب نصب شده باشد یا بالاتر از آن، تفاوت می‌کند؛ اما به‌طور کلی در اتصال لوله‌های مکش و رانش به پمپ بایستی نکات زیر رعایت شود:

➤ بین لوله مکش و فلنج مکش پمپ و بین لوله رانش و فلنج رانش پمپ ضربه‌گیر (لرزه‌گیر) نصب شود؛

➤ در خروجی پمپ (لوله رانش) شیرفلکه نصب شود؛

➤ زمانی که سطح آب در منبع، پایین‌تر از محور پمپ است، از نصب شیرفلکه در لوله مکش خودداری شود؛ ولی نصب شیر یک‌طرفه و توری الزامی است؛

➤ چنانچه سطح آب در منبع بالاتر از محور پمپ است، نیازی به نصب شیر یک‌طرفه نیست؛ ولی نصب شیرفلکه و توری لازم است؛

➤ از لوله‌های رانش و مکش هرگز به‌عنوان تکیه‌گاه پمپ استفاده نشود؛

➤ از ایجاد زوایای تند در لوله مکش پمپ خودداری شود؛

➤ حداکثر ارتفاع پمپ تا سطح آب رعایت شود.

نکات کاربردی در راه‌اندازی پمپ‌های سانتریفوژ

علاوه بر رعایت نکات درج‌شده در دفترچه راهنمای هر پمپ (بروشور)، قبل از راه‌اندازی باید به موارد زیر توجه شود:

➤ قسمت‌های گردنده موتور و پمپ بازرسی شود. پیچ و مهره‌های اتصالات و روغن‌کاری قسمت‌های روغن‌خور سفت باشد. وضعیت نوارهای آب‌بند یا کاسه‌نمدها درست باشد. در مواقعی که بلبرینگ‌ها با گریس روان‌کاری می‌شوند، گریس داخل آن‌ها به‌ازای هر سه هزار ساعت کار یا حداقل بعد از یک سال عوض شود (شکل ۹)؛

➤ بازرسی از سامانه کنترل (شامل فشارسنج، کنتور، شیرهای یک‌طرفه و...)

➤ هم‌راستابودن محور الکتروموتور و پمپ؛

➤ حرکت‌دادن محور پمپ به‌وسیله دست یا آچار و اطمینان از حرکت روان آن،

- اطمینان از درست بودن جهت گردش موتور محرکه (در زمان نصب و راه‌اندازی موتور)؛
- بازدید از لاستیک کوپلینگ محل اتصال محور پمپ و الکتروموتور و اطمینان از سلامت آن؛
- بازرسی و کنترل کلیه سرسیم‌های برق، ترمینال‌ها، سیم اتصال زمین و اطمینان از سفت بودن آن‌ها و سلامت کنتاکتورها (این بازرسی‌ها و تعمیرات بهتر است توسط متخصص برق انجام شود)؛
- تمیزبودن جعبه و تابلو برق؛
- حصول اطمینان از کافی بودن آب در مخزن؛
- بازبینی سوپاپ مکش و اطمینان از سلامت کار آن؛
- هواگیری کامل پمپ و اطمینان از اینکه لوله مکش پر از آب است؛
- روشن کردن موتور و بررسی و کنترل الکتروپمپ از لحاظ سروصدا، لرزش، نشت جریان آب از اتصالات، حرارت یاتاقان‌های پمپ و الکتروموتور، مقدار جریان آب برای خنک کردن محور، آبدهی و فشار خروجی پمپ به مدت حدود یک ساعت.



شکل ۹- نمای یک الکتروپمپ

۱- نکات کاربردی در روشن کردن پمپ‌های سانتریفیوژ

◀ شیرفلکه خروجی پمپ بسته شود و شیر فلکه‌های لوله مکش (در صورت وجود) کاملاً باز شوند؛

◀ در مواردی که پمپ بالاتر از سطح آب نصب شده است، ابتدا پمپ هواگیری شود. چنانچه اتصالات لوله مکش صحیح نصب شده باشد و سوپاپ یا شیر یک‌طرفه درست کار کند، تا پایان فصل بهره‌برداری نیازی به هواگیری مجدد نیست. اگر پس از هر بار خاموش کردن موتور، برای روشن کردن مجدد به هواگیری نیاز باشد، بایستی حتماً سوپاپ و کلیه اتصالات روی لوله مکش کنترل شوند؛

➤ موتور الکتریکی یا دیزلی روشن شود یا کلاچ درگیر شود؛

➤ بلافاصله پس از روشن کردن پمپ، شیر فلکه خروجی پمپ باز شود و ظرفیت آبدهی لازم تنظیم شود. توجه شود که شیر تنظیم نباید هرگز بیش از مدتی محدود (مثلاً بیش‌تر از ۲ دقیقه) بسته باقی بماند، زیرا این عمل باعث گرم‌شدن پمپ و صدمه‌دیدنش می‌شود. تأکید می‌شود هرگز نباید تنظیم ظرفیت آبدهی به‌وسیله شیرهای روی لوله مکش (در صورت وجود) انجام شود، زیرا کم‌کردن آبدهی پمپ به‌وسیله کم‌کردن شیر فلکه روی مکش آن، باعث ایجاد خلاء، تبخیر آب در ورودی پروانه پمپ و در نهایت صدمه‌دیدن پروانه و بروز ارتعاش در پمپ می‌شود؛

➤ در صورت بروز اشکال در کار موتور یا پمپ، بلافاصله دستگاه خاموش و رفع عیب شود.

۲- هواگیری پمپ‌های سانتریفیوژ

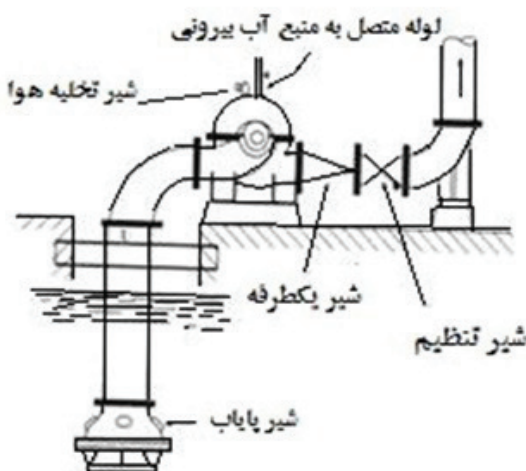
در پمپ‌هایی که بالاتر از سطح آب نصب شده‌اند، بالاآمدن آب در لوله مکش، نتیجه خلأی است که به‌علت گردش پروانه حاصل می‌شود. در صورتی این عمل انجام می‌شود که داخل لوله

مکش پمپ پر آب باشد، یعنی لازم است پمپ و لوله مکش قبل از شروع به کار، هواگیری یا آبخورانی شوند. آبخورانی ممکن است به روش‌های مختلفی انجام شود، از جمله به وسیله یک سوپاپ یک طرفه که روی قسمت انتهایی لوله مکش نصب می‌شود و مانع خروج و برگشت آب می‌شود. مایع به وسیله یک لوله که به قسمت فوقانی پمپ متصل است، وارد پمپ می‌شود و هوای داخل آن از شیر مخصوص هواگیری خارج می‌شود. به علاوه، هواگیری ممکن است با استفاده از دستگاه تخلیه هوا انجام شود.

هواگیری پمپ‌های گریز از مرکز که دارای لوله مکش هستند، معمولاً به یکی از روش‌های زیر انجام می‌شود:

الف- به وسیله لوله برگشتی به لوله مکش (یا پمپ) که پس از بازکردنش، آب به پمپ و لوله مکش جریان می‌یابد (شکل ۱۰).

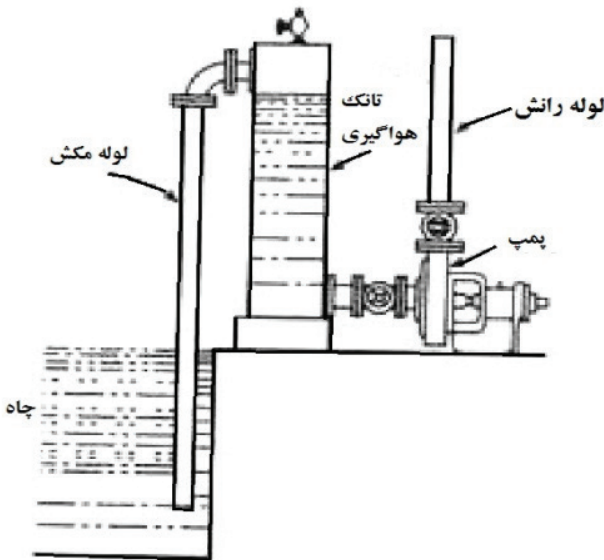
در این روش شیر یک طرفه پایاب از برگشت آب به منبع اصلی جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۰- هواگیری به وسیله منبع آب بیرونی

ب- با وارد کردن آب به وسیله سطل با دست از طریق قیف مخصوص روی پمپ.

ج- نصب یک تانک هواگیری قبل از پمپ. در این روش وقتی پمپ روشن می‌شود، ابتدا آب داخل تانک به داخل پمپ کشیده می‌شود و در آن خلاء ایجاد می‌کند. این کار باعث می‌شود آب از چاه یا منبع پایاب به داخل تانک کشیده شود. لازم است یادآوری کنیم که طول لوله مکش نباید بیش از اندازه مجاز باشد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- هواگیری به وسیله تانک هواگیری

۳- خلاءزایی در پمپ‌ها

آب یا هر سیال دیگری در هر درجه حرارت، در فشار معینی شروع به جوشیدن می‌کند. این فرایند در پمپ‌ها تابع درجه حرارت آب ورودی به پمپ و فشار مطلق روی آب است. هرگاه در زمان عبور جریان آب در ورودی پمپ، فشار آب در نقطه‌ای از مسیر جریان از فشار تبخیر آب در درجه حرارت موجود آب کمتر شود، حباب‌های بخار به وجود

می‌آید (پدیده خلا‌زایی^۱ یا کاویتاسیون اتفاق می‌افتد) و این حباب‌ها همراه با آب به نقاط دیگر پمپ انتقال می‌یابند که فشار بالاتری دارند. با افزایش فشار، به‌طور ناگهانی تقطیر بخار آب موجود در داخل حباب‌ها اتفاق می‌افتد که با ضربه‌های فشاری بزرگی (حدود ۴۰۰ مگاپاسکال) همراه است. در حباب‌های نزدیک تیغه پروانه، جبهه موج با سطح دیواره برخورد می‌کند و باعث کنده‌شدن و خورده‌شدن تیغه می‌شود. این پدیده با صدای ممتدی همراه است که بسیار شبیه صدای برخورد شن‌ریزه در داخل یک قوطی در حال تکان است. این فرایند خلا‌زایی یا کاویتاسیون نامیده می‌شود که باعث خوردگی پمپ می‌شود.

جنس تیغه از نظر مقاومت در برابر فرسایش ناشی از پدیده خلا‌زایی اهمیت دارد. مواد شکل‌پذیر نسبت به مواد ترد و شکننده در مقابل فرسایش ناشی از خلا‌زایی مقاومت بیش‌تری از خود نشان می‌دهند. خلا‌زایی علاوه بر تخریب تیغه‌های پمپ، باعث می‌شود که:

◀ جرم مخصوص متوسط سیال میان تیغه‌ها کاهش یابد و به عبارت دیگر، آبدهی واقعی پمپ کم‌تر شود؛

◀ با کم‌شدن ارتباط میان سیال و سطح تیغه، میزان آب انتقالی کاهش می‌یابد و در نتیجه توان و بازدهی پمپ، حتی قبل از اینکه تیغه‌ها تخریب شوند، کاهش پیدا می‌کند؛

◀ صدای دائمی در پمپ ایجاد شود؛

شرکت‌های سازنده پمپ برای هر پمپی مشخصاتی ارائه کرده‌اند که با رعایت آن‌ها، این پدیده اتفاق نخواهد افتاد.

نکات کاربردی در بهره‌برداری و نگهداری از پمپ‌ها

برای عملکرد مطلوب و بازده مناسب در طول زمان بهره‌برداری و همچنین به منظور افزایش عمر مفید پمپ و موتور محرکه، رعایت نکات زیر ضروری است:

◀ بعد از نصب پمپ‌ها، برای ثبت امور انجام‌شده و اتفاقات احتمالی یک دفترچه در نظر گرفته شود و زمان بازرسی، نتایج و نوع تعمیرات در آن یادداشت شود.

➤ هر ماه، هم‌محوری پمپ و موتور محرکه بازدید و کنترل شود.

➤ لاستیک ضربه‌گیر بین کوپلینگ محور موتور و محور پمپ کنترل شود و در صورت خرابی تعویض شود.

➤ روغن یا گریس یاتاقان‌ها کنترل شود. به‌طورکلی هرگاه دمای یاتاقان‌ها از ۳۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر رود، نشانگر کمبود یا خرابی روغن و گریس است که باید کمبودش تأمین شود یا تعویض شود. اگر برای روان‌کاری از روغن استفاده می‌شود، هر سه ماه یک بار باید کسری روغن تأمین شود یا تعویض شود و اگر از گریس استفاده می‌شود، هر سال تعویض شود.

➤ صدای پمپ هر روز کنترل شود و در صورت تغییر صدا که ممکن است ناشی از موارد متعددی نظیر ورود جسم خارجی به پمپ، خلاءزایی، مشکل یاتاقان‌ها و... باشد، نسبت به رفع آن اقدام شود.

➤ در طول زمان بهره‌برداری ارتعاش پمپ به‌طور مرتب کنترل شود. زیادشدن ارتعاش پمپ ممکن است به‌علت ناهم‌راستایی محور پمپ و

محور موتور، شل‌بودن پیچ‌های نصب موتور و پمپ، شل‌بودن فونداسیون یا خلاء نسبی (کاویتاسیون) در داخل پمپ اتفاق بیفتد. در صورت زیادبودن ارتعاش پمپ باید آن را خاموش کنید و عیب آن رفع شود.

➤ برای آب‌بندی فضای بین شافت و پوسته اکثر پمپ‌ها در ایستگاه‌های پمپاژ از نوارهای آب‌بند استفاده می‌شود. همچنین برای خنک‌کردن و کاهش اصطکاک ناشی از چرخش شافت پمپ و نوار آب‌بند از نشت آب استفاده می‌شود. بنابراین، زیاد سفت کردن پیچ‌های کلاhek آب‌بند از طرفی باعث کم‌شدن نشت جریان آب می‌شود و از طرف دیگر باعث داغ‌شدن و آسیب‌دیدن نوار آب‌بند می‌شود و به خرابی شافت یا داغ‌شدن پمپ منجر می‌شود. به‌منظور جلوگیری از داغ‌شدن نوار آب‌بند و خرابی آن، همیشه باید مقداری آب از اطراف آب‌بند نشت کند که با شل و سفت کردن پیچ‌های کلاhek، مقدار نشتی تنظیم شود.

➤ در صورت آسیب‌دیدن حلقه‌های سایشی پروانه، مقدار نشت از کنار محور پمپ افزایش می‌یابد. برای کاهش نشت می‌توان مقداری کلاhek آب‌بند را سفت کرد یا نوارهای آب‌بند را تعویض کرد.

اگر با این کار نشت آب کم نشد، حلقه‌های سایشی پروانه تعویض شود.

◀ در زمان شروع به کار پمپ‌های متوسط و بزرگ، برای جلوگیری از خسارت احتمالی ضربات وارده به پمپ و خط لوله بایستی شیر روی لوله رانش بسته شود و سپس موتور روشن شود. پس از رسیدن چرخش موتور به دور نهایی، شیر به آرامی باز شود. دقت کنید که شیر برای مدت طولانی بسته نماند، زیرا گردش پروانه باعث می‌شود آب و محفظه پمپ گرم شود که به صدمه دیدن اجزای پمپ منجر می‌شود.

نحوه خاموش کردن پمپ

در هنگام خاموش کردن الکتروپمپ‌های بزرگ، برای جلوگیری از وارد شدن صدمه به پمپ یا شبکه آبرسانی رعایت موارد زیر توصیه می‌شود:

◀ قبل از خاموش کردن پمپ، شیر فلکه خروجی (روی لوله رانش) به آرامی بسته شود. با این کار عملاً جلوی ضربات ناشی از تغییرات زیاد شدت جریان گرفته می‌شود و هوا نیز وارد پمپ نمی‌شود؛

➤ پس از بستن شیرفلکه خروجی پمپ، بلافاصله الکتروموتور خاموش شود؛

➤ برای خاموش کردن الکتروموتور لازم است دستورالعمل کارخانه سازنده نیز مطالعه شود.

مراقبت‌ها و تمهیدات لازم برای جلوگیری از ضربه قوچ

اگر با بستن شیرفلکه‌ای مسیر حرکت جریان آب در خط لوله مسدود شود، در پشت شیر فلکه تغییر فشار ایجاد خواهد شد که این تغییر فشار عامل ایجاد موج فشاری است؛ لذا شرایط ثابت جدیدی در پشت شیرفلکه ایجاد می‌شود که تا مدتی ماندگار است. موج ایجادشده در طول لوله منتشر می‌شود و به سمت مخزن حرکت می‌کند و در طول مسیر، قطر لوله را متناسب با افزایش فشار تغییر می‌دهد. در نهایت، موج به محل اتصال لوله به مخزن می‌رسد که در انتهای دیگر لوله قرار دارد و تا این زمان، لوله را تا این نقطه منبسط می‌کند. در نقطه اتصال لوله و مخزن، شرایط مخزن برقرار است و پس از گذشت تأثیر موج فشار رسیده به محل اتصال، این نقطه نمی‌تواند در وضعیت جدید باقی بماند و باید به شرایط قبلی خود برگردد، لذا موج جدیدی تولید و در لوله منتشر می‌شود.

موج جدید از طرف مخزن به سمت شیرفلکه حرکت می‌کند و افزایش قطر لوله متناسب با فشار منتشرشده از طرف مخزن پیدا می‌کند. موج ایجادشده به محل شیرفلکه اولیه (که بسته‌شدنش باعث شروع تغییر فشار شده بود) می‌رسد. تا زمانی که این افزایش فشار در اثر اصطکاک لوله‌ها و اتصالات مسیر از شیر فلکه تا مخزن از بین برود، پدیده به همین صورت بارها تکرار می‌شود.

این عمل در زمان خاموش شدن پمپ‌های دورانی یا خاموشی‌های پیش‌بینی‌نشده ناشی از قطع برق نیز اتفاق می‌افتد. با قطع برق الکتروموتور، نیروی دوران‌دهنده پره‌های پمپ ناگهان از بین می‌رود، ولی به‌علت ادامه جریان آب در پمپ و انرژی جنبشی آن، حالت فشار و مکش در پمپ تغییر می‌کند و در مدت زمان کوتاهی پمپ مانند توربین آبی عمل می‌کند. معمولاً جرم آبی که در زمان قطع برق به پمپ فشار می‌آورد ناچیز است و جرم آبی که از پمپ دور می‌شود و در پمپ ایجاد مکش می‌کند، بسیار زیاد است. اگر این کاهش فشار زیاد باشد، باعث تبخیر آب و قطع جریان در لوله پشت سر پمپ می‌شود. کاهش فشار بعد از پمپ، به‌صورت موجی با سرعت

ثابت به سمت منبعی که آب به آنجا پمپ می‌شود، حرکت می‌کند تا به منبع برسد. سپس این موج در منبع منعکس می‌شود و به صورت موج افزایش فشار دوباره به سوی پمپ برمی‌گردد و به آن ضربه می‌زند که به ضربه قوچ معروف است. پدیده ضربه قوچ در موقع روشن کردن پمپ نیز رخ می‌دهد، ولی معمولاً خطرش کم‌تر از زمان خاموش شدن پمپ است.

به‌طور کلی ممکن است ضربه قوچ در اثر یکی از عوامل زیر اتفاق بیفتد:

- باز کردن یا بستن سریع شیرفلکه‌ها؛
- روشن یا خاموش کردن پمپ؛
- عبور جریان آب از تبدیل‌ها؛
- حرکت هوای محبوس شده در طول لوله.

۱- روش مدیریتی کاهش ضربه قوچ

با راه‌اندازی صحیح شبکه آبیاری می‌توان از بروز ضربات ناشی از ضربه قوچ جلوگیری کرد. به‌طور کلی برای این منظور باید شبکه به آرامی پر آب شود یا از تغییر سرعت ناگهانی آب در داخل لوله‌ها جداً جلوگیری شود. برای دستیابی به این هدف:

◀ اگر شبکه به شیر تخلیه هوا مجهز نباشد، تمام شیرهای آگیری آن باز شود؛

◀ قبل از راهاندازی پمپ، شیرفلکه اصلی ابتدای شبکه بسته شود؛

◀ اگر شبکه از یک منبع تحت فشار تغذیه می‌شود، بایستی شیرفلکه اصلی ورودی شبکه به آرامی باز شود. چنانچه فشار مورد نیاز توسط پمپ تأمین می‌شود، پس از روشن کردن الکتروپمپ باید شیر خروجی پمپ به آرامی باز شود. سرعت حرکت آب به داخل لوله‌ها بیش‌تر از $0/3$ متر در ثانیه نباشد؛

◀ چنانچه در زمان پرکردن لوله‌ها به عللی قطع جریان آب ضرورت پیدا کند، بایستی به آرامی شیرفلکه خروجی بسته شود و سپس الکتروپمپ خاموش شود. برای روشن کردن مجدد، چون قسمتی از شبکه دارای آب و هوا است، بایستی پس از روشن کردن الکتروپمپ، شیرفلکه اصلی آهسته‌تر از بار قبل باز شود (حداکثر سرعت آب در لوله $0/15$ متر در ثانیه باشد)؛

◀ پس از خارج شدن آب از لوله‌های انتهایی شبکه و خالی شدن هوای حبس شده در آن، شیرفلکه‌ها

بتدریج و به آرامی از پایین دست بسته شوند تا فشار به حد مورد نظر برسد؛

◀ در صورت متوقف شدن انتقال آب در شبکه، برای راه‌اندازی مجدد باید موارد ذکر شده رعایت شود.

۲- روش‌های اجرایی برای جلوگیری از اثر ضربه قوچ

روش‌های گوناگونی برای کاهش اثرات ضربه قوچ وجود دارد که باتوجه به جنبه‌های اقتصادی و فنی، یکی از آن‌ها انتخاب می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

◀ افزایش قطر لوله: ساده‌ترین روش برای کاهش اثر ضربه قوچ است که همیشه باید جنبه اقتصادی کاربرد آن بررسی شود. این روش به کاهش سرعت آب در لوله منجر می‌شود؛

◀ قراردادن چرخ لنگر در محور پمپ: با این کار، مدت زمان ایستادن محور پمپ پس از خاموش کردن موتور طولانی‌تر می‌شود. در این روش باید جرم چرخ محاسبه شود. این روش برای پمپ‌هایی که به‌طور خودکار و به تعداد دفعات زیاد خاموش و روشن می‌شوند، مناسب نیست؛

➤ بستن آهسته شیر فلکه‌ها؛

➤ نصب شیرهای الکتریکی بعد از پمپ: با این کار می‌توان زمان بستن و بازکردن شیر را به‌دلخواه تنظیم کرد و تا پیش از روشن و خاموش کردن پمپ از آن استفاده کرد. این روش برای زمانی که پمپ به‌طور ناگهانی متوقف می‌شود (مانند قطع برق پیش‌بینی نشده)، مناسب نیست و کارآیی ندارد؛

➤ نصب خفه‌کننده‌هایی مانند منبع هوای فشرده و برج تعادل^۱: این دستگاه‌ها از کاهش سریع سرعت جریان در لوله‌ها جلوگیری می‌کنند. وقتی در داخل لوله کاهش فشار اتفاق می‌افتد، از منبع مذکور مقداری آب وارد لوله می‌شود و زمانی که افزایش فشار در لوله به‌وجود می‌آید، مقداری از آب لوله را در خود ذخیره می‌کند؛

➤ نصب دو لوله روی خط لوله اصلی خروجی پمپ که روی یک لوله شیر یک‌طرفه و روی لوله دوم، شیر فشارشکن قرار می‌گیرد و انتهای هر دو لوله داخل حوضچه مکش قرار می‌گیرد. در صورت خاموش شدن پمپ، مقداری کاهش فشار در لوله خروجی پمپ ایجاد می‌شود که از طریق

1. Surge tank

شیر یک‌طرفه مقداری آب از حوضچه مکش وارد لوله خروجی پمپ می‌شود. در زمان بعدی که برگشت موج فشاری (ضربه قوچ) به محل پمپ می‌رسد و فشار به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد، مقداری آب از طریق شیر فشارشکن خارج می‌شود و به حوضچه پمپاژ ریخته می‌شود؛

انتخاب جنس لوله (از نظر مقاومت به فشار) متناسب با مقدار ضربه قوچ.

عیب‌ها و اشکالات پمپ و روش رفع آن‌ها

پمپ‌های آبیاری ممکن است با اشکالاتی در راه‌اندازی یا در حین کار مواجه شوند. مشکل عمده‌ای که در زمان کار پمپ‌ها اتفاق می‌افتد، کم‌شدن آبدهی و فشار است. در این حالت معمولاً بیش‌ترین مشکل مربوط به قسمت مکش پمپ است. برای مثال، ممکن است به‌دلیلی هوا وارد پمپ شده باشد که این امر نیز ممکن است ناشی از موارد زیر باشد:

دهانه ورودی لوله مکش (دور توری مکش) آشفال گرفته باشد؛

در گلوپی مکش پمپ آشفال یا مواد خارجی گیر کرده باشد؛

- هواگیری اولیه کافی نبوده است؛
 - از محل اتصالات لوله مکش هوا وارد شود؛
 - دهانه لوله مکش به قدر کافی زیر آب نباشد.
به علت سرعت زیاد جریان آب در اطراف لوله مکش و عمق کم آب روی دهانه آن، هوا وارد لوله مکش می شود؛
 - به علت پایین رفتن سطح آب، فاصله محور پمپ تا سطح آب بیش تر از حد مجاز شده باشد؛
 - به علتی سرعت پمپ کم شده باشد. این حالت بیش تر در پمپ‌هایی اتفاق می افتد که با نیرویی غیر از برق کار می کنند؛
 - ممکن است صافی های مسیر لوله خروجی پمپ گرفته باشد. در این حالت، فشار در قبل از صافی افزایش و دبی خروجی کاهش می یابد؛
 - ممکن است یاتاقان های پمپ خراب شده باشد و آب به قسمت مکش برگردد.
- برای آشنایی با عیوبی که ممکن است برای پمپ به وجود آید و به منظور سهولت در امر رفع مشکلات، عیوب و چگونگی رفع آنها در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- عیب‌یابی پمپ‌ها و روش رفع آن

عیب	روش رفع عیب
آبدهی پمپ کم است	- پمپ و لوله‌ها را هواگیری کنید. - شیرفلکه خروجی را بیش‌تر باز کنید تا پمپ راحت‌تر کار کند. - پروانه را بزرگ‌تر انتخاب کنید. - دور موتور را افزایش دهید. - اجسام خارجی را از داخل پمپ یا لوله مکش خارج کنید.
موتور روان کار نمی‌کند و بار زیادی را تحمل می‌کند	- با بستن شیرفلکه خروجی پمپ، فشار را زیاد کنید. - فیوزها را کنترل کنید و از وجود هر سه فاز برق مطمئن شوید. - دور را کم کنید (در موتورهای که دور موتور را می‌توان تنظیم کرد). - تا رفع اشکال، الکتروموتور روشن نشود. - با دفتر فنی سازنده تماس بگیرید.
فشار خروجی پمپ زیاد است	- دور موتور بیش از اندازه است، دور را کم کنید (در موتورهای که دور موتور را می‌توان تنظیم کرد) یا با دفتر فنی سازنده تماس بگیرید.

ادامه جدول ۱- عیب‌بابی پمپ‌ها و روش رفع آن

عیب	روش رفع عیب
درجه حرارت بلبرینگ زیاد است	- وضعیت لوله‌ها را کنترل کنید و محل اتصال پمپ را محکم کنید. - کوپلینگ را کنترل کنید و در صورت لزوم مجدداً تراز کنید. - سوآرچ‌های بالانس پروانه را تمیز کنید. - رینگ‌های محفظه حلزونی را عوض کنید.
آب از پمپ نشت می‌کند.	- واشر بین درپوش و محفظه آب‌بندی را عوض کنید و پیچ‌ها را سفت کنید.
آب زیادی از رینگ آب‌بندی محور نشت می‌کند	- واشر بین درپوش و محفظه آب‌بندی را عوض کنید و پیچ‌ها را سفت کنید. - پوش محافظ محور را عوض کنید. - وضعیت مکش را تغییر دهید. پمپ را دوباره تراز کنید. روتور را بالانس دینامیکی کنید. - وضعیت لوله‌ها را کنترل کنید و محل اتصال پمپ را محکم کنید.

ادامه جدول ۱- عیب‌یابی پمپ‌ها و روش رفع آن

عیب	روش رفع عیب
پمپ روان کار نمی‌کند	- پمپ و لوله‌ها را هواگیری کنید. - ارتفاع مکش را کم کنید. - شیرفلکه لوله مکش را کاملاً باز کنید. - با بستن شیرفلکه خروجی پمپ، فشار را زیاد کنید. - واشرهای آب‌بندی را عوض کنید و پیچ‌ها را سفت کنید.
درجه حرارت داخل پمپ بیش از اندازه زیاد شده است.	- پمپ و لوله‌ها را هواگیری کنید، شیرفلکه لوله مکش را کاملاً باز کنید. وضعیت صافی‌ها را در لوله مکش کنترل کنید. - کوپلینگ را کنترل کنید و در صورت لزوم مجدداً تراز کنید.

شیرفلکه‌ها

از شیرفلکه‌ها در اندازه‌ها و انواع مختلفی استفاده می‌شود که ممکن است در رو یا زیر سطح زمین نصب شوند. از آن‌ها برای اهدافی چون کنترل، جداسازی و عملیات شست‌وشو استفاده می‌شود. شیرفلکه‌های دستی معمولاً به تعمیرات زیادی نیاز ندارند، ولی برای جلوگیری از نشت آب و افزایش عمر شیرها لازم است نکاتی به شرح زیر رعایت شود:

◀ در صورت نشت آب از جدار شافت شیرفلکه‌ها، با سفت کردن درپوش محفظه آب‌بندی می‌توان از نشت آب جلوگیری کرد. اگر نشت آب قطع نشود، لازم است نوار آب‌بند تعویض شود. چنانچه باز هم جلوی نشت آب گرفته نشد، ممکن است شافت شیرفلکه خوردگی پیدا کرده باشد یا کج شده باشد؛ در این حالت باید شیر باز شود و شافت آن تعمیر یا تعویض شود؛

◀ اگر چرخش فلکه بیش از حد سفت است، ممکن است پیچ‌های درپوش آب‌بندی زیاد سفت شده باشند که با کمی شل کردن آن‌ها مشکل برطرف می‌شود. اگر مشکل حل نشود، باید روی

شیرفلکه باز شود و داخل آن بازبینی و تعمیر یا تعویض شود؛

◀ بعضی مواقع ممکن است با سفت کردن شیرفلکه، جریان عبوری از لوله قطع نشود. در این حالت ممکن است مواد خارجی مانند شن در مسیر دريچه قرار گرفته باشد. در این صورت اگر با چندین بار باز و بسته کردن شیرفلکه مشکل حل نشد، بایستی روی شیرفلکه برداشته شود و مواد خارجی از مسیر دريچه پاکسازی شود. اگر مواد خارجی نباشد، مشکل مربوط به خوردگی دريچه یا نشیمنگاه آن در بدنه شیر است که باید تعمیر اساسی شود یا شیر تعویض شود؛

◀ شیرفلکه‌های دستی در اندازه‌های بزرگ معمولاً از جنس چدن هستند. اگر داخل این شیرفلکه‌ها آب باشد، نسبت به یخ‌زدگی و تغییر حجم آب بسیار حساس‌اند و ترک می‌خورند. برای جلوگیری از ترکیدن شیرها لازم است قبل از فصل یخبندان آب داخل شبکه کاملاً خالی شود؛

◀ در مناطقی که سرمای زمستان زیاد است، لازم است که در فصل یخبندان روی شیر فلکه‌ها با

موادی مانند کاه و پوشال پوشانده شود؛

➤ برای جلوگیری از زنگ‌زدگی شیرها توصیه می‌شود زیر شیرفلکه‌های داخل حوضچه‌ها بستری از شن درشت ریخته شود تا در صورت نشت آب، شیرفلکه داخل آب قرار نگیرد؛

➤ شیرفلکه‌های پلاستیکی معمولاً بیش‌تر در تجهیزات تزریق مواد شیمیایی استفاده می‌شود. اجزای پلاستیکی این شیرها ممکن است به ترک‌خوردگی یا خطرات فیزیکی دیگر و بویژه یخ‌زدگی حساس باشند. تمام قسمت‌های سامانه باید قبل از وقوع درجه حرارت‌های یخ‌زدگی، برای جلوگیری از خطر ترکیدن از آب تخلیه شود.

تصفیه فیزیکی و شیمیایی آب

تصفیه فیزیکی و اصلاح شیمیایی آب روشی مؤثر در پیشگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها و لوله‌ها، بویژه در آبیاری قطره‌ای است. نتایج تحقیقات نشان داده است که بیش از ۸۱ درصد از دلایل انسداد چکاننده‌ها را عوامل فیزیکی (۵۵ درصد)، شیمیایی (۱۴ درصد) و بیولوژیک (۴ درصد) تشکیل می‌دهند. مواد معلق درشت‌دانه و ریزدانه در آب، لجن‌های باکتریایی، جلبک‌ها، رسوب آهن سولفور و کربنات‌ها باعث این انسداد می‌شوند. روش‌ها و تجهیزات

آبیاری که برای رفع و جلوگیری از انسداد چکاننده‌ها و لوله‌های آبیاری به کار گرفته می‌شوند، تصفیه آب آبیاری نامیده می‌شود. بسته به عوامل گرفتگی، روش‌های تصفیه به سه نوع کلی تقسیم‌بندی می‌شوند: تصفیه فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی (جدول ۲).

جدول ۲- عوامل اصلی گرفتگی قطره‌چکان‌ها

بیولوژیکی (باکتری‌ها و جلبک‌ها)	شیمیایی (رسوب)	فیزیکی (مواد جامد معلق)
فیلامان‌ها	کربنات کلسیم یا منیزیم	مواد غیر آلی:
لجن‌ها	سولفات کلسیم	شن
نهشته‌های میکروبی:	سولفید آهن و منگنز	رس
آهن	اکسید آهن و منگنز	پلاستیک
سولفور	هیدرواکسیدهای فلزات سنگین	مواد آلی
منگنز	سیلیکات‌ها	گیاهان آبی:
	روغن و مواد مشابه	فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌ها
	کودها:	جانوران آبی:
	فسفات، آمونیاک	ژئوپلانکتون‌ها و باکتری‌ها
	آهن، مس، روی و منگنز	

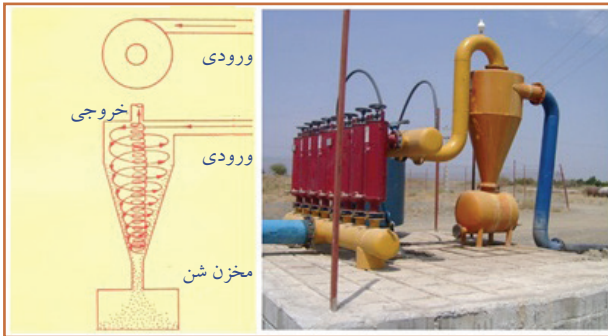
تصفیه فیزیکی آب

در تصفیه فیزیکی مواد درشت آلی و غیر آلی معلق در آب از آن جدا می‌شود. بدین منظور از تجهیزات مختلفی از جمله جداکننده‌ها یا سیکلون، صافی‌های شنی، صافی‌های توری یا دیسکی استفاده می‌شود.

۱- جداکننده یا سیکلون

سیکلون‌ها قادرند بخش عمده‌ای از ذرات شن و سیلت معلق در آب آبیاری را از آب جدا سازند. در اثر حرکت چرخشی آب، ذرات موجود در آب که جرم مخصوص آن‌ها از آب بیش‌تر است با دیواره سیکلون برخورد می‌کنند و به سمت پایین حرکت می‌کنند و از آب جدا می‌شوند. اما این دستگاه قادر به جداسازی ذرات ریز و ذراتی که جرم مخصوص آن‌ها از آب کم‌تر است، نیست. در زیر هر سیکلون محفظه‌ای برای تجمع ذرات جامد جداشده از آب تعبیه شده است (شکل ۱۲). بر اساس میزان مواد معلق موجود در آب ضروری است که روزانه یا هر چند روز یک بار دریچه این محفظه را باز کنید و مواد موجود در آن را تخلیه کنید تا مجدداً برای کار آماده شود. اگر محفظه مذکور پر باشد، سیکلون وظیفه خود را

(که همان جداسازی ذرات معلق در آب است) بخوبی انجام نمی‌دهد و در نتیجه کل ذرات موجود در آب وارد صافی‌های شنی می‌شود.



شکل ۱۲- شمای کلی و روش جداسازی ذرات شن از آب در سیکلون

۲- صافی‌های شنی

اساساً صافی‌های شنی در مواردی به‌کار می‌روند که آب آبیاری حاوی مقدار زیادی مواد معلق در آب یا ذرات مواد آلی نظیر جلبک و خزه باشد (شکل ۱۳). این صافی‌ها در زمان جداکردن ذرات قادرند جریان زیادی را از خود عبور دهند.

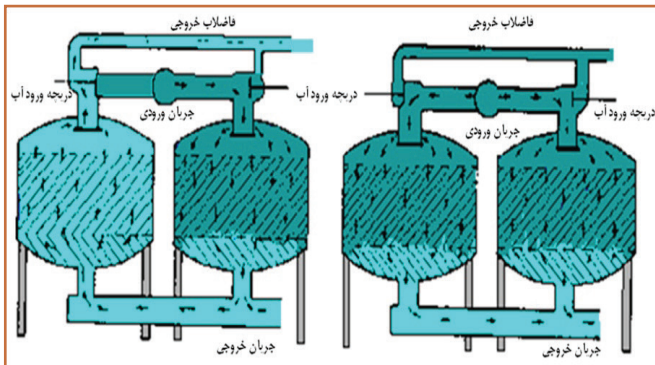


شکل ۱۳- قسمت‌های مختلف صافی شنی

برای شست‌وشوی صافی‌های شنی معمولاً از جریان معکوس آب استفاده می‌شود که به شست‌وشوی معکوس (بک‌واش)^۱ معروف است. طی این فرایند تمام ذراتی که در لایه‌های ذرات شن محبوس شده‌اند به خارج رانده می‌شوند. جریان معکوس باید به اندازه‌ای باشد که ذرات معلق از آن خارج شود و دانه‌های اصلی صافی را جابه‌جا

1. backwash

نکند و از خروج ذرات شن جلوگیری کند. آب ناشی از شست‌وشو از طریق لوله‌های آبگیر به‌صورت فاضلاب خارج می‌شود (شکل ۱۴). صافی‌های شنی برای جذب مواد آلی بیش‌ترین کارایی را دارند و قادرند مواد آلوده‌کننده را در عمق بستر شن جمع‌آوری کنند. هرگاه مواد آلوده‌کننده بیش‌تر از نوع مواد دراز و باریک نظیر جلبک‌ها یا دیاتومه‌ها باشند، احتمال جذب این مواد به‌وسیله صافی‌های شنی با چند بستر شن بیش‌تر است.



(الف) هر دو صافی شنی در حال کار هستند (ب) صافی شنی سمت چپ در حال شست‌وشوی معکوس است
شکل ۱۴- طرز کار و شست‌وشوی صافی‌های شنی

برای عملکرد درست صافی‌های شنی و داشتن بازدهی مناسب در تصفیه فیزیکی آب، باید موارد زیر رعایت شوند:

◀ معمولاً حداکثر افت مجاز در صافی‌های شنی را حدود ۷ متر ستون آب (۰/۷ اتمسفر) در نظر می‌گیرند. بر اساس پژوهش‌ها هر زمان که اختلاف فشار بین ورودی و خروجی صافی‌های شنی حدود ۳ تا ۳/۵ متر ستون آب بیش‌تر از اختلاف فشار در حالت تمیزبودن آن‌ها باشد، شست‌وشوی صافی‌ها باید انجام شود. در این مورد، بروشور ارائه‌شده از سوی شرکت سازنده نیز می‌تواند ملاک عمل قرار گیرد؛

◀ شست‌وشوی صافی‌های شنی می‌تواند به‌صورت دستی یا خودکار انجام شود. ملاک زمان شست‌وشوی صافی، اختلاف فشار ورودی و خروجی صافی است؛

◀ دبی عبوری از صافی نقش مهمی در عملکرد درست آن دارد و باید محدوده دبی تعیین‌شده توسط کارخانه سازنده رعایت شود. بر اساس استاندارد انجمن مهندسی کشاورزی امریکا^۱ (ASAE)، امروزه

1. American Society of Agricultural Engineers

قدرت اسمی عبور آب از صافی‌های با سرعت زیاد حدود ۱۴ لیتر در ثانیه به‌ازای هر مترمربع است که قادر به جداسازی ذراتی با قطر بین ۲۵ تا ۱۰۰ میکرون است؛

➤ در سامانه‌های آبیاری میکرو به‌دلیل امکان شست‌وشوی راحت‌تر و نیز ایمن‌تر بودن سامانه تصفیه، استفاده از دو یا چند صافی شنی کوچک بهتر از یک صافی بزرگ است؛

➤ ضخامت لایه‌های سنگریزه و شن نباید از ۵۰ سانتی‌متر کم‌تر باشد؛

➤ در طول دوره بهره‌برداری، بازدید دوره‌ای از سطح، مقدار و شکل روی هم قرار گرفتن شن و سنگریزه‌های داخل مخازن امری ضروری است؛

➤ در صورتی که در زمان بهره‌برداری، سنگریزه‌های موجود در فیلترها همراه با آب از مخزن خارج شوند، ممکن است یک یا تعدادی از نازل‌های صافی‌ها (زیر لایه سنگریزه‌ها) از محل خود درآمده باشند یا صدمه دیده باشند. در این صورت با خارج کردن سنگریزه‌ها از دریچه تخلیه، امکان تعویض و نصب مجدد نازل‌ها میسر می‌شود؛

◀ جریان معکوس برای شست‌وشوی شن‌های داخل صافی‌ها نباید از حد مجاز قیدشده در بروشور شرکت سازنده صافی بیش‌تر شود و باید به اندازه‌ای باشد که ذرات معلق گرفته‌شده توسط شن‌ها، از آن خارج شود، ولی دانه‌های شن و سنگریزه را جابه‌جا نکند و موجب به‌هم‌خوردن دانه‌بندی و خروج سنگریزه‌ها در زمان شست‌وشوی معکوس نشود؛

◀ چنانچه تعداد دفعات شست‌وشوی صافی‌های شنی از دو بار در روز تجاوز کند، توصیه می‌شود از روش شست‌وشوی خودکار استفاده شود؛

◀ در پایان دوره بهره‌برداری بهتر است شیرهای تخلیه زیر مخازن و کلیه شیرهای ورودی و خروجی و مسیر شست‌وشوی معکوس فیلترها را باز کنید و آب داخل آن‌ها به‌طور کامل تخلیه شود.

◀ راهکارهای پیشنهادی برای رفع اشکال صافی‌های شنی، به‌صورت خلاصه در جدول ۳ ارائه شده است که می‌تواند به‌عنوان راهنما استفاده شود.

جدول ۳- راهنمای رفع مشکلات صافی‌های شنی

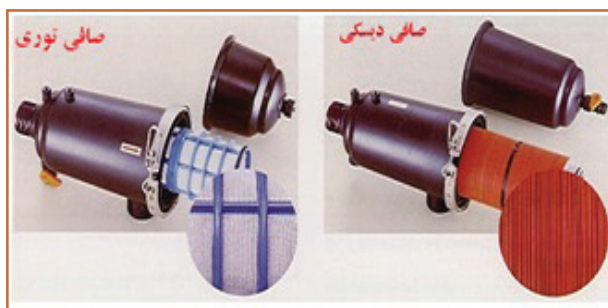
عیب	علت ایجاد عیب	روش رفع عیب
تصفیه ضعیف است	ارتفاع فیلتر شنی کم است	شن تا سطح مورد نیاز افزایش یابد
	اختلاف فشار در دو طرف صافی (افت فشار) زیاد است	صافی شنی تعویض شود
	دبی عبوری زیاد است	نیاز به شست‌وشوی معکوس است
تصفیه ضعیف است و پدیده قیف‌مانند در لایه‌های میانی صافی شن تشکیل شده است	در تانک هوا وجود دارد	تعداد تانک‌ها افزایش و دبی عبوری کاهش داده شود

ادامه جدول ۳- راهنمای رفع مشکلات صافی‌های شنی

عیب	علت ایجاد عیب	روش رفع عیب
دفعات شست‌وشوی معکوس افزایش یافته است	ضخامت لایه شن کم است	تعداد صافی‌ها افزایش داده شود
	شست‌وشوی معکوس کافی نیست	شست‌وشو ادامه پیدا کند
	میزان دبی عبوری زیاد است	عمق شن در داخل مخزن کم است؛ تا سطح مورد نیاز افزایش داده شود
شن و سنگریزه در آب آبیاری دیده می‌شود		دبی کاهش داده شود
	انتخاب صافی نادرست بوده است	قطر ذرات شن فیلتر اصلاح شود
	شن در اثر وجود هوا در تانک پخش شده است	سامانه تخلیه هوا (خودکار یا دستی) نصب شود

۳- صافی‌های توری یا دیسکی

در داخل صافی توری، صفحات مشبک توری وجود دارد که معمولاً از جنس فولاد ضدزنگ یا پلاستیک هستند. در صورت استفاده بجا و درست، این صافی‌ها دارای بیش‌ترین بازده تصفیه هستند. این توری‌ها در داخل محفظه استوانه‌ای قرار می‌گیرند. اندازه سوراخ‌ها و همچنین کل سطح سوراخ‌ها، تعیین‌کننده کارایی و محدودیت‌های کاربرد آن‌هاست. این صافی‌ها برای جداسازی شن‌های خیلی ریز و مقادیر کم جلبک کاربرد دارند و مقادیر متوسط جلبک‌ها می‌توانند به‌سرعت توری آن‌ها را مسدود کنند. برای تمیزکردن لازم است صافی باز شود و پس از بیرون‌آوردن، توری تمیز شود. در داخل صافی‌های دیسکی نیز دیسک‌های صافی وجود دارد که باید در هر نوبت آبیاری بازدید و تمیز شوند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نمونه‌ای از صافی‌های توری و دیسکی

صافی‌های توری دست‌ساز که در تعدادی از طرح‌های آبیاری میکرو استفاده شده‌اند، در تصفیه آب خوب عمل نمی‌کنند و تقریباً اکثرشان مقداری از مواد فیزیکی موجود در آب را از خود عبور می‌دهند و دارای اشکالات اساسی هستند. اشکالات صافی‌های توری دست‌ساز عبارت‌اند از:

◀ معمولاً طول این توری‌ها یکسان نیست و از نظر آب‌بندی در داخل محفظه فلزی ایراد دارند؛

◀ تراز و عمودنبودن برش‌های بالا و پایین لوله حامل توری باعث می‌شود بدرستی روی و اثر لاستیکی سر و ته محفظه فلزی صافی قرار نگیرد و مقداری از آب ورودی به صافی بدون عبور از شبکه توری مستقیماً به خارج هدایت شود؛

◀ له‌شدگی و دوپهن‌شدن سر لوله‌ها (تغییر مقطع لوله از دایره‌ای به تقریباً بیضی‌شکل) در اثر اختلاف فشار دو طرف توری، مخصوصاً زمانی که شست‌وشوی صافی به تعویق می‌افتد یا دبی اضافی از صافی عبور می‌کند، باعث می‌شود صافی از آب‌بندی خارج شود و مقداری از جریان آب بدون تصفیه‌شدن از بالا و پایین لوله حامل توری عبور می‌کند؛

➤ در هنگام درآوردن توری‌ها از داخل محفظه فلزی برای شست‌وشوی دستی، امکان باقی‌ماندن شن‌های درشت در کف صافی‌ها زیاد است. شن‌های باقی‌مانده معمولاً در زیر لوله حامل توری قرار می‌گیرند و بستن در محفظه توری با مشکل مواجه می‌شود. در صورت بسته‌شدن نیز آب از زیر توری عبور می‌کند و بدون تصفیه فیزیکی وارد سامانه آبیاری می‌شود؛

➤ تعداد سوراخ‌هایی که با دست روی لوله‌های توری‌ها ایجاد می‌شود، ممکن است کم باشد و سطح لازم برای عبور جریان را ایجاد نکند.

در مجموع، هرچند این توری‌ها در اغلب پروژه‌ها استفاده شده‌اند، ولی به‌علت دارا بودن اشکالات ذکر شده، مورد تأیید استاندارد کشور قرار نگرفته‌اند.

۴- تمیز کردن صافی‌های توری و دیسکی

شست‌وشوی صافی‌های توری و دیسکی معمولاً زمانی انجام می‌شود که اختلاف فشار بین ورودی و خروجی صافی، بیش‌تر از حداکثر مقدار درج‌شده در

بروشور شرکت سازنده (معمولاً حدود ۴ متر) شود. سه روش برای شست‌وشو و تمیزکردن صافی‌ها وجود دارد.

الف- تمیزکردن دستی

در شست‌وشوی دستی صافی‌های توری و دیسکی، موارد زیر باید رعایت شود:

- ◀ شیرفلکه‌های ورودی و خروجی صافی بسته شوند؛
- ◀ شیرتخلیه انتهای صافی را باز کنید تا آب داخل آن خارج شود و فشار داخل صافی صفر شود. در غیر این صورت، مخصوصاً در صافی‌های دیسکی، ممکن است درپوش پرت شود و به کاربر صدمه بزند؛
- ◀ در صافی را باز کنید، سپس دو شبکه توری را از داخل محفظه فلزی بدون اینکه به آن‌ها آسیبی برسد، با احتیاط خارج کنید و در محلول آب و شوینده در دمای ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه نگه دارید. سپس سطح توری‌ها را با آب معمولی و برس پلاستیکی تمیز کنید. دقت کنید که شبکه‌های توری‌ها پارگی نداشته باشند و در صورت مشاهده پارگی، توری تعویض شود؛

◀ قبل از اینکه توری‌های دست‌ساز را در محل محفظه فلزی خود قرار دهید، حتماً دقت کنید در زیر یا روی واشر لاستیکی کف استوانه، مواد خارجی مانند شن باقی نمانده نباشد؛

◀ در صورت نیاز به تعویض توری‌های لوله‌ای دست‌ساز (لوله پلی‌اتیلنی) داخل استوانه فیلتر، دقت کنید ارتفاع صافی‌های جدید متناسب با استوانه فلزی صافی باشد و پس از بستن در صافی، توری‌ها از بالا و پایین با واشرهای تخت آب‌بندی شوند؛

◀ دیر تمیز کردن توری‌ها، با ایجاد اختلاف فشار زیاد در دو طرف صافی، ممکن است به پارگی شبکه توری یا دوپهن شدن توری‌های لوله‌ای دست‌ساز منجر شود؛

◀ برای تمیز کردن صافی‌های دیسکی نیز دیسک‌ها را از داخل محفظه خارج کنید و پس از باز کردن پیچ نگهدارنده دیسک‌ها، همان‌طور که قبلاً نیز توضیح داده شد، آن‌ها را با کمک برس بشوید؛

◀ صافی‌های دیسکی به جلبک‌ها حساس‌اند و سریعاً مسدود می‌شوند؛ به همین علت در آب‌های حاوی جلبک باید شست‌وشوی آن‌ها زودتر انجام شود؛

◀ در چاه‌هایی که برای بالاکشیدن آب از شافت و غلاف استفاده شده است، روغن استفاده در روانکاری قطعات شافت و غلاف، همراه آب به سامانه فیلتراسیون وارد می‌شود و باعث گرفتگی سریع صافی‌های دیسکی می‌شود. صافی‌های توری حساسیت کم‌تری از صافی‌های دیسکی نسبت به گرفتگی با روغن موجود در آب دارند؛

◀ برای جلوگیری از ورود روغن به سامانه آبیاری توصیه می‌شود استخر ذخیره کم‌آب نشود و روغن‌های روی آب به‌گونه‌ای از استخر خارج شوند؛

◀ فاضلاب حاصل از شست‌وشوی صافی‌ها نباید وارد آب آبیاری شود.

ب- تمیز کردن خودکار صافی‌های توری یا دیسکی

◀ تمیز کردن و شست‌وشوی صافی‌ها به دو صورت پیوسته یا متناوب انجام می‌شود. برای این منظور ممکن است از دستگاه‌های تایمردار استفاده شود یا هنگامی که افت فشار بین دو یا سه صافی از حد معینی تجاوز کرد، عمل تمیز کردن به‌صورت خودکار انجام شود.

ج - شست‌وشوی نیمه خودکار صافی های توری یا دیسکی

➤ در این روش بدون خارج کردن صافی‌ها، ابتدا شیر ورودی جریان آب به صافی بسته می‌شود و سپس شیر خروجی فاضلاب که معمولاً قطر کمی دارد، باز می‌شود. جریان برعکس باعث می‌شود موادی که در توری یا دیسک صافی‌ها گیر کرده‌اند، خارج شوند. دقت کنید که با این عمل، عمداً شن و ماسه‌های گرفته‌شده توسط صافی‌ها از طریق فاضلاب خارج می‌شوند؛ اما اگر صافی‌ها با موادی مانند روغن گرفته شده باشند، حتماً باید صافی‌ها را خارج کنید و با روشی که قبلاً توضیح داده شد، بشوید و بقیه مراحل را انجام دهید.

تصفیه شیمیایی آب

کیفیت شیمیایی آب آبیاری نقشی مؤثر در انسداد خروجی‌ها دارد. مواد محلول در آب آبیاری در اثر تغییر اسیدیته و دما ممکن است به حالت نامحلول درآیند و رسوب کنند. مواد رسوبی همراه با آب آبیاری در داخل لوله‌ها و خروجی‌ها جریان می‌یابند و باعث گرفتگی جزئی و در نهایت انسداد کامل خروجی‌ها می‌شود. رسوب کربنات کلسیم و آهن، مشکل بالقوه

آب در اکثر چاه‌هاست و معمول‌ترین ماده‌ای است که در آب‌های کربناته و بی‌کربناته مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌وجود می‌آید. بررسی امکان رسوب کربنات کلسیم و منیزیم و رسوبات آهن از طریق تجزیه آب و محاسبه «شاخص اشباع لانژیلر» (LSI)^۱ است. اگر مقدار عددی این شاخص مثبت باشد، نشان‌دهنده این است که آب، پتانسیل رسوب کربنات کلسیم را دارد. نتایج تحقیقات نشان داده است که مقدار بی‌کربنات بیش از ۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر به همراه اسیدیتته بیش‌تر از ۷/۵ می‌تواند مشکل گرفتگی ایجاد کند. چنانچه آب آبیاری محتوی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کلسیم یا منیزیم باشد و pH آب نیز از ۸ بیش‌تر باشد، آب ممکن است رسوبات کربنات کلسیم و منیزیم تشکیل دهد. معمول‌ترین روش برای کاهش تشکیل رسوب کربنات کلسیم افزودن اسید به آب آبیاری است. اسید با بی‌کربنات موجود در آب ترکیب می‌شود و غلظت بی‌کربنات و کربنات را کاهش می‌دهد. در غیاب بی‌کربنات، رسوب کربنات کلسیم و منیزیم به‌سهولت تشکیل نخواهد شد. متداول‌ترین اسیدهایی که برای این منظور

1. Langelier Saturation Index

به کار می‌روند، عبارت‌اند از اسید فسفریک، اسید سولفوریک و اسید نیتریک. این اسیدها در کنترل pH مؤثرند. مقدار اسید مورد نیاز و حد مطلوب اسیدیته، تابعی از کیفیت آب آبیاری، وسایل، دمای آب، نوع و غلظت اسید است. نگهداشتن اسیدیته آب در حد پایین (۵/۵ تا ۷) در از بین بردن رسوبات در آب‌های مشکل‌دار مؤثر است. معمولاً برای نگهداری اسیدیته آب در سطح پایین، دبی اسید تزریقی باید در حدود ۰/۰۲ تا ۰/۲ درصد دبی آب باشد. تزریق در پایان هر آبیاری یا تزریق متناوب، برخی اوقات از نظر اقتصادی بصرفه است. روش‌های دیگری که برای غلظت‌های بیش‌تر بی‌کربنات توصیه می‌شود، هوادهی آب و نگهداری آن در یک مخزن ذخیره تا رسیدن به تعادل و ته‌نشینی مواد قابل‌رسوب است. بهترین راه برای تشخیص مقدار اسیدی که باید اضافه شود، روش تیتراسیون است. به‌هر حال، مقدار اسید مورد استفاده نباید باعث کاهش بیش‌از حد pH شود؛ زیرا pH کم‌تر از ۵/۵ باعث خوردگی جدار لوله و اتصالات فلزی خواهد شد.

رسوب آهن نیز در سامانه آبیاری میکرو مسئله‌ساز است. بر اساس استاندارد آب سازمان

بهداشت عمومی ایالات متحده آمریکا، حداکثر مقدار آهن ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر است که همین مقدار جزئی نیز با گذشت زمان می‌تواند مشکلاتی را در آبیاری میکرو به وجود آورد.

با تزریق کلر به آب آبیاری می‌توان از اکسیدشدن آهن و تشکیل رسوب آهن جلوگیری کرد. برای جلوگیری از رسوب آهن در خروجی‌ها باید تصفیه مورد نیاز قبل از ورود به شبکه لوله‌ها انجام شود. می‌توان یک تزریق‌کننده مواد شیمیایی را در آنجا قرار داد تا مقدار محلول کلر لازم برای اکسیدکردن آهن (و سایر ترکیبات آلی موجود) را تزریق کند و کلر باقیمانده در آب آبیاری را در حد ۱ قسمت در میلیون نگه دارد. در مواردی که میزان کربنات کلسیم آب آبیاری بیش از ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، استفاده از هیپوکلریت سدیم بهتر از هیپوکلریت کلسیم است؛ زیرا هیپوکلریت کلسیم تمایل به رسوب‌دادن کلسیم دارد. هرگاه غلظت آهن در آب آبیاری بیش از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر باشد، هوادهی مکانیکی و استفاده از مخزن برای رسوب عملی‌ترین راه‌حل است. با تزریق هوا توسط وسایل مکانیکی به داخل منبع آب و تصفیه فیزیکی بعد از آن می‌توان آهن را دفع کرد.

نتایج بررسی تأثیر کیفیت آب آبیاری بر گرفتگی خروجی‌ها و علائم ظاهری رسوبات مختلف به‌ترتیب در جدول ۴ و ۵ ارائه شده است که می‌تواند به‌عنوان راهنما استفاده شود.

جدول ۴- خطر گرفتگی خروجی‌ها با آب‌هایی با کیفیت مختلف

خطر گرفتگی			آلودگی	
زیاد	متوسط	کم	عامل	نوع
بیش‌تر از ۱۰۰	۵۰-۱۰۰	کم‌تر از ۵۰	مواد جامد معلق (قسمت در میلیون)	فیزیکی
> ۸	۷-۸	< ۷	pH	
> ۲۰۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰	< ۵۰۰	مواد محلول (قسمت در میلیون)	
> ۱/۵	۰/۱-۱/۵	< ۰/۱	منگنز (قسمت در میلیون)	
> ۱/۵	۰/۱-۱/۵	< ۰/۱	آهن (قسمت در میلیون)	شیمیایی
> ۲	۰/۵-۲	< ۰/۵	سولفید هیدروژن (قسمت در میلیون)	
> ۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	< ۱۰۰۰۰	باکتری‌ها (حداکثر تعداد در میلی‌لیتر)	بیولوژیکی

جدول ۵- علائم ظاهری رسوبات مختلف و روش های اصلاح آب برای مقابله با گرفتگی

نوع رسوب	علائم ظاهری	راهکار
رسوب کربنات	رسوب سفید	۱- تزریق پیوسته اسید: نگه داشتن pH بین ۵ تا ۷ ۲- تزریق متناوب اسید: نگه داشتن pH زیر ۴ برای ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در روز
رسوب آهن	رسوب قرمز	۱- هوادهی ۲- کلرزنی (تزریق کلر برای رسوب آهن) ● استفاده از ۱ میلی گرم در لیتر کلر به ازای ۰/۷ میلی گرم در لیتر آهن ● تزریق قبل از فیلتر به طوری که رسوبات جدا شوند. ۳- کاهش pH به ۴ یا کمتر به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه روزانه
رسوب منگنز	رسوب سیاه	تزریق ۱ میلی گرم در لیتر کلر به ازای هر ۱/۳ میلی گرم در لیتر منگنز قبل از فیلتر
باکتری های آهن	لجن قرمز	تزریق کلر با غلظت ۱ میلی گرم در لیتر به طور پیوسته یا ۱۰ تا ۲۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در هر روز (برای مؤثر بودن این کار pH باید زیر ۷ باشد).
باکتری های 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 در روز (pH بایستی زیر ۶ باشد).
لجن باکتریایی و جلبک	لجن سبز	تزریق پیوسته کلر با غلظت ۵/۱ تا ۱ میلی گرم در لیتر یا با غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۲۰ دقیقه در آخر هر چرخه آبیاری
سولفید آهن	سیاه شبیه مواد آلی	حل کردن آهن به وسیله تزریق پیوسته اسید برای اینکه pH بین ۵ تا ۷ بماند.

تصفیه بیولوژیکی آب

رشد موجودات زنده در سامانه آبیاری میکرو موجب گرفتگی بیولوژیکی خروجی‌ها می‌شود. روش استاندارد برای کنترل رشد این موجودات عبارت است از تزریق یک ترکیب شیمیایی که سبب ازبین‌رفتن این موجودات یا مانع رشد و تکثیر آن‌ها شود. از معمول‌ترین ترکیباتی که در این خصوص استفاده می‌شود می‌توان به کلر، محلول هیپوکلریت، آکرولین و سولفات مس اشاره کرد. رشد جلبک‌ها یا دیگر گیاهان آبی در اکثر منابع آب سطحی مشاهده می‌شود. برای کنترل رشد جلبک‌ها، بخصوص در مخازن روباز آب، می‌توان از کات کبود یا سولفات مس استفاده کرد. این ماده را می‌توان هم به‌صورت پودر در سطح مخزن پخش کرد و هم با کمک حلقه‌های مخصوص به‌صورت سنگ‌های آبی‌رنگ در نقاط مختلف مخزن به‌صورت شناور قرار داد. بسته به نوع جلبک، غلظت سولفات مس برای کنترل رشد جلبک‌ها از ۰/۵ تا ۲ میلی‌گرم در لیتر متفاوت است. البته جلبک‌های سبز فقط در روشنایی مناسب رشد می‌کنند و نمی‌توانند درون لوله‌های سیاه‌رنگ پلی‌اتیلن و خروجی‌ها رشد

کنند. کلرزنی روش ارزان، مؤثر و مناسب مبارزه با این مشکلات است. جلبک‌ها و مواد آلی موجود در سامانه‌های آبیاری میکرو را می‌توان با تزریق مداوم کلر با غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر یا با غلظت ۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر حداقل در مدت ۲۰ دقیقه آخر هر دور آبیاری کنترل کرد. غلظت‌های معمول توصیه‌شده کلر به شرح زیر است:

➤ برای جلبک‌ها ۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر به‌طور مداوم، یا ۲۰ میلی‌گرم در لیتر برای ۲۰ دقیقه آخر آبیاری؛

➤ برای سولفید هیدروژن ۳/۶ تا ۸/۴ برابر سولفید هیدروژن موجود در آب آبیاری؛

➤ برای باکتری‌های آهن ۱ میلی‌گرم در لیتر بیش از تعداد میلی‌گرم در لیتر آهن موجود در آب؛

➤ برای رسوب آهن ۰/۶۴ ضرب در مقدار آهن (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) در آب آبیاری؛

➤ برای رسوب منگنز ۱/۳ ضرب در مقدار منگنز (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) در آب آبیاری؛

➤ برای ماده لاعابی باید کلر باقی‌مانده در انتهای

لوله‌های آبده معادل یک میلی گرم در لیتر باشد.

معمولاً تزریق کلر و اسید به منظور مبارزه با باکتری‌ها و مواد رسوبی به دو صورت انجام می‌شود: با غلظت کم و به‌طور دائمی، یا با غلظت بالا و به‌صورت متناوب (غالباً در پایان هر آبیاری). برای کاهش خطرات گرفتگی باید مواد شیمیایی در بالادست صافی‌های توری یا دیسکی واقع در قسمت کنترل مرکزی تزریق شود. تزریق کلر موجب می‌شود موجودات زنده از بین بروند، اما آن‌ها را حل نمی‌کند. لذا لاشه آن‌ها باید با شست‌وشوی لوله‌های آبده از سامانه خارج شود.

برای اینکه کلرزنی به سامانه آبیاری با بازده بالاتری انجام شود، رعایت نکات زیر توصیه می‌شود:

◀ بازده کلرزنی به خاصیت اسیدی بودن آب بستگی دارد؛ لذا هر چه pH آب بیش‌تر باشد، مقدار کلر بیش‌تری برای تصفیه آب لازم است؛

◀ کلرزنی با غلظت کم‌تر در مدت طولانی‌تر تزریق، مناسب‌تر است؛ ولی افزایش زمان تزریق بیش از ۴ ساعت اثر زیادی در بهبود نتیجه ندارد؛

◀ غلظت کلر نباید بیش‌تر از ۴۰ میلی گرم

در لیتر باشد، زیرا غلظت‌های بالاتر خطر رسوب کربنات کلسیم و منیزیم را بیش‌تر می‌کند. اگر تزریق کلر با این غلظت در مدت زمان ۴ ساعت نیز تأثیری بر رفع گرفتگی قطره‌چکان‌ها نداشته باشد، باید گرفتگی قطره‌چکان‌ها یا با دست باز شود یا تعویض شوند؛

◀ در آب‌هایی که منگنز دارند، کلرزنی می‌تواند موجب تولید رسوب شود؛ بنابراین باید بتدریج انجام شود.

◀ در آب‌های اسیدی ($\text{pH} < 7$) کلرزنی تأثیر بیش‌تری دارد؛

◀ در صورتی که آب دارای کلسیم یا pH بالاتر از ۸ باشد، توصیه می‌شود به‌جای گاز کلر از هیپوکلریت کلسیم استفاده شود. در غیر این صورت رسوب کربنات کلسیم تشکیل می‌شود و لازم است اسیدشویی انجام گیرد؛

◀ برای سطوح کوچک، هیپوکلریت کلسیم و هیپوکلریت سدیم مناسب‌تر است و در سطوح بزرگ، گاز کلر مقرون‌بصرفه‌تر است؛

◀ بعد از تزریق کلر، میزان کلر آزاد را در نزدیک‌ترین قطره‌چکان اندازه‌گیری کنید و با مقدار مورد انتظار مقایسه کنید. در صورت وجود

اختلاف، مقدار کلر تزریقی تغییر داده شود. تفاوت مقدار کلر آزاد آب خروجی از نزدیک‌ترین و دورترین قطره چکان‌ها را با هم مقایسه کنید. چنانچه تفاوت این مقدار که نشان‌دهنده مقدار کلر جذب شده است، متناسب با مقدار مورد انتظار نباشد، باز هم می‌توان مقدار کلر تزریقی را تغییر داد.

کاربرد کود و سم در سامانه‌های آبیاری میکرو

در بیش‌تر روش‌های آبیاری میکرو اگر کود روی سطح خاک پاشیده شود، همراه با آب آبیاری به ناحیه ریشه نمی‌رسد. بنابراین لازم است قسمت اعظم کود مورد نیاز (بخصوص ازت) مستقیماً به آب آبیاری افزوده شود. از جمله مزایای بسیار مهم سامانه‌های آبیاری میکرو، توانایی توزیع همزمان کود و سموم از طریق آب آبیاری است. در این روش چون کود مستقیماً در اختیار هر گیاه قرار می‌گیرد، کارایی مصرفش افزایش می‌یابد. صرفه‌جویی در نیروی کارگر، ماشین‌آلات و هزینه‌های انرژی از مزایای دیگر آن است. اما در استفاده از کود و سم باید به نکات زیر توجه کرد تا از بروز هرگونه مشکلی جلوگیری شود.

- کودهای مورد استفاده بسرعت در آب حل شوند؛
- چنانچه دو یا چند ماده شیمیایی همراه با هم به سامانه تزریق می‌شوند، به تولید رسوب منجر نشود؛
- کود و سم تزریقی با مواد موجود در آب وارد کنش شیمیایی نشود؛
- کود و سم از نوع خورنده نباشند؛
- کود و سم همیشه قبل از واحد تصفیه وارد سامانه شوند.

بسیاری از کودهای تجاری را می‌توان در فصل رشد و بدون ایجاد هیچ‌گونه زبانی به سامانه آبیاری اضافه کرد و به این ترتیب میزان کود را در طول فصل رویش حتی در خاک‌های شنی در حد مطلوب نگاه داشت. کودهایی را که عموماً در زراعت و باغبانی استفاده می‌شوند می‌توان به چهار گروه اصلی تقسیم کرد: کودهای حاوی ازت، فسفر، پتاسیم، و عناصر میکرو.

کودهای ازته عمدتاً به سه شکل کلی اوره، نترات آمونیوم و سولفات آمونیوم موجود هستند.

به‌طور کلی توانایی حل نمک‌های ازت در آب زیاد است، اما استفاده از کودهای آمونیوم‌دار باعث بالا رفتن pH آب آبیاری می‌شود. این امر موجب رسوب کلسیم و منیزیم موجود در آب آبیاری می‌شود و خطر انسداد چکاننده‌ها را در پی دارد. این نوع مشکلات را می‌توان با افزودن مواد سختی‌گیری مانند هگزامتافسفات سدیم (کالگون)^۱ قبل از تشکیل گاز آمونیاک برطرف کرد. ماده کالگون، کلسیم و منیزیم را به‌صورت ترکیب درمی‌آورد و مشکل را برطرف می‌کند. اما باتوجه‌به قیمت میزان کالگون مصرفی، هزینه کوددهی به میزان هنگفتی افزایش می‌یابد. کودهای ازته به‌شکل نیتрат یا اوره بخوبی حل می‌شوند و آن‌ها را بدون ترس از خطر رسوب و گرفتگی می‌توان استفاده کرد. اما کودهای ازته فسفردار به‌علت اثرات متقابل فسفر در آب و خاک نباید جز کودهای عمومی ازته در نظر گرفته شوند. سولفات آمونیم و نیترات آمونیم از جمله کودهای بسیار متداولی هستند که می‌تواند بسادگی در سامانه آبیاری تزریق شوند. اوره و ازت نیتراتی هر دو تمایل دارند که در خاک به‌صورت محلول باقی

1. Calgon

بمانند و بدین لحاظ در جهت حرکت رطوبت در خاک حرکت می‌کنند. بنابراین در صورت کاربرد آب اضافی بسادگی از دسترس گیاه خارج می‌شوند.

کودهای فسفره عمدتاً به دو شکل سوپر فسفات تریپل و انواع فسفات‌های آمونیوم در بازار موجود است. سوپر فسفات تریپل حلالیت کمی در آب دارد؛ بنابراین مناسب کودآبیاری نیست. از طرف دیگر، فسفات آمونیوم براحتی و سرعت در آب حل می‌شود و به همین دلیل این نوع کودهای فسفره برای استفاده همراه با آب آبیاری بیش‌تر مورد توجه قرار می‌گیرند. اما اگر آب آبیاری حاوی مقدار زیادی کلسیم باشد، ممکن است فسفر به‌صورت فسفات دی‌کلسیم رسوب کند و موجب بسته‌شدن مسیر جریان آب و انسداد خروجی‌ها شود. چندین نوع از فسفات‌های آمونیوم در بازار موجود است و به‌طور معمول هم به‌عنوان کود ازته و هم کود فسفره استفاده می‌شود. این کودها عبارت‌اند از فسفات آمونیوم، منو فسفات آمونیوم و دی‌فسفات آمونیوم. کلیه این ترکیبات بخوبی در آب حل می‌شوند، بنابراین این نوع ترکیبات فسفره اکثراً مناسب سامانه آبیاری هستند.

اسید فسفریک بهترین ترکیب برای تزریق به داخل آب به فرم فسفات معدنی است و با تنظیم دقیق اسیدیته آب آبیاری می‌توان از رسوب آن جلوگیری کرد. برخی آب‌های اسیدی که کلسیم و منیزیم اندک دارند ممکن است مستعد گرفتگی ناشی از به‌کارگیری فسفات آلی باشند که با استفاده از اسید سولفوریک یا اسید هیدروکلریک بلافاصله پس از مصرف اسید فسفریک می‌توان مشکل گرفتگی احتمالی را برطرف کرد؛ زیرا این عمل باعث می‌شود که اسیدیته آب برای مدت زمانی که لازم است آب کاملاً از سامانه تخلیه شود، در حد اسیدی باقی بماند. ترکیبات فسفات آلی مثل اسید گلیسیروفوسفریک برای تزریق به داخل سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بدون ترس از رسوب در داخل سامانه مناسب هستند. ترکیبات آلی را می‌توان از نظر رابطه آن‌ها با خاک همانند اوره دانست، اما این ترکیبات از فرم‌های محلول فسفرهای معدنی گران‌ترند.

نکته مهم دیگر درباره فسفر، بی‌حرکتی آن در خاک است. بنابراین کودهای فسفاته که به آب آبیاری تزریق می‌شوند، به‌طور کلی در قسمت سطحی خاک جمع می‌شوند و در نتیجه در اختیار

گیاه قرار نمی‌گیرند؛ ولی در سال‌های بعد در صورت زیرورو شدن خاک در اثر شخم می‌توان از آن‌ها استفاده کرد. در آبیاری قطره‌ای فسفات اضافه‌شده به خاک بیش‌تر در نقطه‌ای که به خاک داده شده، جمع می‌شود. استفاده بیش‌تر فسفات در منطقه کوچک باعث می‌شود که خاصیت جذب خاک در آن نقطه اشباع شود و فسفر بتواند به حرکت درآید. معمولاً این مقدار حرکت به اندازه‌ای است که بتوان در آبیاری قطره‌ای فسفر را به ناحیه ریشه گیاه رساند.

پتاسیم عنصری است که به‌آسانی می‌تواند به داخل آب تزریق شود و مشکلی برای به‌کارگیری پتاسیم در آب آبیاری وجود ندارد. اکسید پتاسیم که معمول‌ترین منبع کود پتاسه است، بخوبی در آب حل می‌شود. کود پتاسه به‌آسانی در خاک حرکت می‌کند و مولکول‌های پتاسیم در ترکیب خاک مورد تبادل قرار می‌گیرند و بنابراین سریعاً از دسترس گیاه خارج نمی‌شوند.

عناصر میکرو مانند روی، بُر، آهن و مس را می‌توان در سیستم آبیاری قطره‌ای تزریق کرد، اما در عمل کاری دشوار است؛ زیرا این عناصر باید به مقدار خیلی کم به آب اضافه شوند. این

عناصر ممکن است با املاح موجود در آب واکنش بدهند. مقادیر بیش از حد عناصر میکرو در گیاه ایجاد مسمومیت می‌کند. بنابراین برای انتخاب نوع کود مصرفی، اطلاع از املاح موجود در آب آبیاری ضروری است. پس از تجزیه آب باید ترکیبات کودی مناسب برای تزریق به داخل سامانه بدقت انتخاب شوند. تازمانی که جزئیات کامل تزریق عناصر میکرو به داخل آب آبیاری سامانه آبیاری میکرو در مزرعه عملاً کنترل نشده است، بهتر است از روش‌های متداول برای دادن این عناصر به گیاهان استفاده شود. این روش‌ها شامل پاشیدن مواد روی شاخ و برگ گیاهان (محلول پاشی) یا پخش مکانیکی و مخلوط کردن آن‌ها با خاک است. سازگاری و ناسازگاری کودهای مورد استفاده در کشاورزی در نمودار ۱ ارائه شده است که می‌تواند به عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد.

نمودار ۱- سازگاری و ناسازگاری اختلاط کودهای مورد استفاده در سامانه آبیاری قطره‌ای

اسید نیتریک			
اسید سولفوریک			
اسید فسفریک			
سولفات منیزیم			
کلات آهن، روی، مس و منگنز			
سولفات آهن، روی، مس و منگنز			
فسفات آمونیم			
سولفات پتاسیم			
کلراید پتاسیم			
نترات پتاسیم			
نترات کلسیم			
سولفات آمونیوم			
نترات آمونیوم			
اوره			
نوع کود مورد استفاده	اوره	نترات آمونیوم	سولفات آمونیوم

ادامه نمودار ۱- سازگاری و ناسازگاری اختلاط کودهای مورد استفاده در سامانه آبیاری قطره‌ای

اسید نیتریک			
اسید سولفوریک			
اسید فسفریک			
سولفات منیزیم			
کلات آهن، روی، مس و منگنز			
سولفات آهن، روی، مس و منگنز			
فسفات آمونیم			
سولفات پتاسیم			
کلراید پتاسیم			
نیترات پتاسیم			
نیترات کلسیم			
سولفات آمونیوم			
نیترات آمونیوم			
اوره			
نوع کود مورد استفاده	نیترات کلسیم	نیترات پتاسیم	کلراید پتاسیم

ادامه نمودار ۱- سازگاری و ناسازگاری اختلاط کودهای مورد استفاده در سامانه آبیاری قطره‌ای

			اسید نیتریک	نوع کود مورد استفاده
			اسید سولفوریک	
			اسید فسفریک	
			سولفات منیزیم	
			کلات آهن، روی، مس و منگنز	
			سولفات آهن، روی، مس و منگنز	
			فسفات آمونیوم	
			سولفات پتاسیم	
			کلراید پتاسیم	
			نترات پتاسیم	
			نترات کلسیم	
			سولفات آمونیوم	
			نترات آمونیوم	
			اوره	
سولفات آهن، روی، مس و منگنز	فسفات آمونیوم	سولفات پتاسیم		

ادامه نمودار ۱- سازگاری و ناسازگاری اختلاط کودهای مورد استفاده در سامانه آبیاری قطره‌ای

			اسید نیتریک
			اسید سولفوریک
			اسید فسفریک
			سولفات منیزیم
			کلات آهن، روی، مس و منگنز
			سولفات آهن، روی، مس و منگنز
			فسفات آمونیم
			سولفات پتاسیم
			کلراید پتاسیم
			نیترات پتاسیم
			نیترات کلسیم
			سولفات آمونیوم
			نیترات آمونیوم
			اوره
اسید فسفریک	سولفات منیزیم	کلات آهن، روی، مس و منگنز	نوع کود مورد استفاده

ادامه نمودار ۱- سازگاری و ناسازگاری اختلاط کودهای مورد استفاده در سامانه آبیاری قطره‌ای

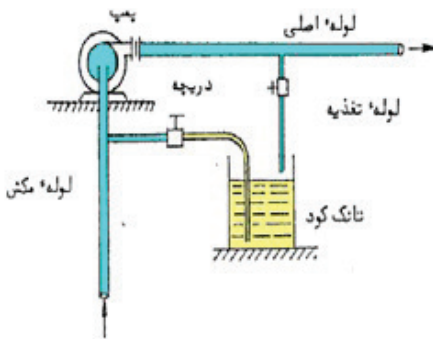
سازگار 			اسید نیتریک	
			اسید سولفوریک	
			اسید فسفریک	
			سولفات منیزیم	
			کلات آهن، روی، مس و منگنز	
کاهش توانایی حل 			سولفات آهن، روی، مس و منگنز	
			فسفات آمونیم	
			سولفات پتاسیم	
			کلراید پتاسیم	
			نترات پتاسیم	
ناسازگار 			نترات کلسیم	نوع کود مورد استفاده
			سولفات آمونیوم	
			نترات آمونیوم	
			اوره	
	اسید نیتریک	اسید سولفوریک		

روش‌های تزریق کود و مواد شیمیایی

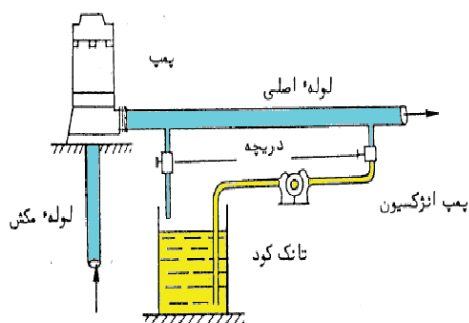
یکی از روش‌های متداول تزریق، مکش مواد شیمیایی از طریق قسمت مکنده پمپ است. در این روش دقت در میزان تزریق مواد شیمیایی بسیار مشکل است (شکل ۱۶). پمپ‌های پیستونی یا دیافراگمی مناسب‌ترین وسیله تزریق مواد شیمیایی به داخل سامانه آبیاری قطره‌ای هستند (شکل ۱۷). بعضی از پمپ‌های تزریق با استفاده از فشار آب کار می‌کنند و به عبارت دیگر، انرژی خود را از آب تحت فشار داخل لوله به دست می‌آورند. پمپ‌های پیستونی می‌توانند طوری طراحی و تنظیم شوند که مواد را به میزان کم یا زیاد به طور دقیق به سامانه تزریق کنند. پمپ‌هایی که با نیروی مکانیکی یا الکتریکی کار می‌کنند، نسبت به پمپ‌هایی که با نیروی آب کار می‌کنند کم‌هزینه‌ترند و هزینه نگهداری و تعمیرات آن‌ها نیز (به علت اینکه قطعات متحرک کم‌تری دارند) کم‌تر است.

اختلاف فشار نیز روشی برای تزریق مواد شیمیایی به داخل آب در سامانه تحت فشار است (شکل ۱۸). در روش اختلاف فشار، مخزن مواد شیمیایی تحت

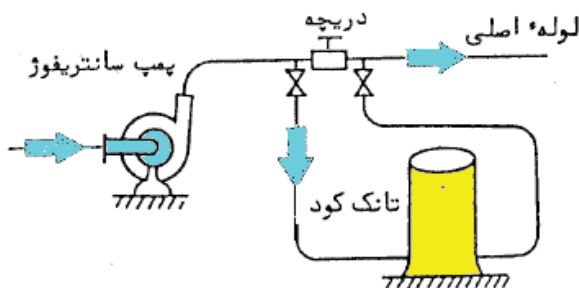
فشاری برابر فشار آب در لوله اصلی است. این روش ارزان‌تر از روش پمپاژ است. مهم‌ترین عیب روش تزریق با اختلاف فشار این است که غلظت محلول تزریقی با گذشت زمان کاهش می‌یابد و محلول شیمیایی باید در مخزنی با فشار مساوی فشار لوله اصلی قرار داده شود و نمی‌توان از مخازن روباز سبک وزن و نازکی که فشار در آن‌ها برابر فشار اتمسفر است، استفاده کرد. برای استفاده از این روش در قسمت کنترل مرکزی دو محل برای اتصال لوله‌های ورودی و خروجی تانک کود تعبیه شده است.



شکل ۱۶- تزریق مواد شیمیایی از طریق قسمت مکند پمپ



شکل ۱۷- تزریق مواد شیمیایی با استفاده از طریق پمپ انژکسیون

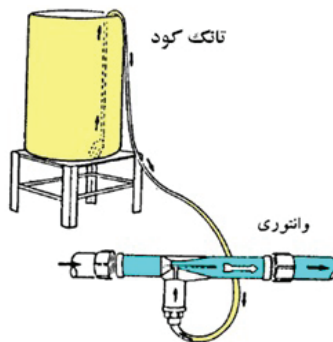


شکل ۱۸- سامانه تزریق مواد شیمیایی با ایجاد اختلاف فشار اندک

تانک کود به وسیله دو لوله پلاستیکی ورودی و خروجی به کنترل مرکزی متصل می‌شود. محلول کود را در داخل تانک کود بریزید و شیر فلکه بین لوله‌های ورودی و خروجی تانک کود را آن‌قدر ببندید

که اختلاف فشار بین دو نقطه ورود و خروج آب به داخل تانک به حدود ۵ متر برسد. برای کنترل تخلیه کود می‌توان لوله لاستیکی را در دست نگه داشت و باید عبور جریان آب از داخل لوله احساس شود.

استفاده از ونتوری یکی دیگر از روش‌هایی است که به کمکش می‌توان اختلاف فشار زیادی را بین دو نقطه از لوله با افت فشار مختصری ایجاد کرد (شکل ۱۹). از این روش تزریق می‌توان به‌عنوان یکی از مؤثرترین شیوه‌های تزریق مواد شیمیایی به داخل سامانه آبیاری تحت فشار نام برد. در این روش مواد تزریقی در مخزنی ریخته می‌شود و از طریق گلوی ونتوری به سامانه تزریق می‌شود. داشتن وسایل دقیق برای کنترل مقدار کود و مواد شیمیایی ورودی به سامانه از اهمیت خاصی برخوردار است.



شکل ۱۹- سامانه تزریق مواد شیمیایی با استفاده از لوله ونتوری

سرویس‌های لازم در شروع فصل آبیاری

◀ قبل از شروع فصل آبیاری از تمام صافی‌ها بازدید کنید و در صورت وجود خرابی، آن‌ها را تعویض یا تعمیر کنید؛

◀ در ابتدای بهره‌برداری و قبل از روشن کردن پمپ، برای روان‌شدن حرکت پروانه پمپ حتماً محور پمپ با دست یا آچار چرخانده شود. محور پمپ به این علت باید حرکت داده شود که ممکن است در مدتی که پمپ متوقف بوده است، قسمت‌های مختلف پمپ چسبندگی پیدا کرده باشد یا شیئی خارجی وارد پمپ شده باشد. در این صورت ممکن است روشن کردن پمپ منجر شود به پمپ، الکتروموتور یا سایر اجزایش صدمه وارد شود؛

◀ پمپ (الکتروپمپ) را سرویس کامل کنید و قطعات خراب و معیوبش را تعویض کنید؛

◀ انتهای لوله‌ها و کلیه شیرفلکه‌ها را ببندید؛

◀ کلیه لوله‌ها را بازدید کنید و در صورت خرابی، آن‌ها را تعمیر یا تعویض کنید؛

◀ استخرهای ذخیره آب بخوبی نگهداری و در

شروع فصل زراعی لایروبی و شست‌وشو شوند و تاحدممکن از رشد جلبک‌ها درون آن‌ها جلوگیری شود.

سرویس‌های لازم در انتهای فصل آبیاری

✓ پس از آخرین بهره‌برداری سالانه، برای جلوگیری از صدمات احتمالی ناشی از یخبندان به قطعات، آب داخل تمام فیلترها و شیرها و سایر تجهیزات موجود در سامانه کنترل مرکزی، لوله‌های پمپ و داخل محفظه پمپ تخلیه شود. معمولاً تخلیه محفظه پمپ توسط بازکردن یک عدد پیچ که در زیر حلزونی پمپ قرار دارد، انجام می‌شود؛

✓ بازکردن یا پوشاندن فشارسنج‌ها، شیرفلکه‌ها، شیرهای خودکار و... در بخش کنترل مرکزی؛

✓ بازکردن شیرهای تخلیه آب و خارج کردن آب داخل سامانه آبیاری؛

✓ در صورتی که پمپ و تجهیزات فیلتراسیون در فضای باز نصب شده است، برای حفاظت پمپ و تجهیزات فیلتراسیون در مقابل بارش‌های جوی، روی آن‌ها با نایلون یا عایق دیگری پوشانده شود؛

✓ قسمت‌های گریس‌خور پمپ و الکتروموتور گریس‌کاری شود؛

✓ برای جلوگیری از زنگ‌زدگی، مقداری روغن روی قسمت‌های فلزی مالیده شود؛

✓ برای جلوگیری از چسبیدن لاستیک‌های آب‌بندی به جداره، شیرفلکه‌ها باز گذاشته شوند؛

✓ اگر پمپ‌ها متحرک‌اند، پس از فصل بهره‌برداری به انبار منتقل و نگهداری شوند. موقع نگهداری در انبار پروانه پمپ با دست چرخانده شود و مقداری روغن روی سطوح فلزی مالیده شود. برای جلوگیری از ورود گرد و غبار و آشغال، دهانه ورودی و خروجی پمپ پوشانده شود.

منابع

- ۱- اکبری، م. و دهقانی‌سانبج، ح. ۱۳۸۶. نقش تحقیقات در بهبود و توسعه روش‌های آبیاری میکرو. اولین سمینار طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، معاونت صنایع و امور زیربنایی وزارت کشاورزی.
- ۲- اکبری، م. و صدقائین، ح. ۱۳۸۶. نقش ارزیابی و مدیریت بهره‌برداری و نگهداری در ترویج و توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار. اولین سمینار طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، معاونت صنایع و امور زیربنایی وزارت کشاورزی.
- ۳- اکبری، م. و دهقانی، ح. ۱۳۸۶. اصول طراحی، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری میکرو در گیاهان گلخانه‌ای. اولین کارگاه فنی ارتقای کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، معاونت امور باغبانی وزارت

کشاورزی و انجمن آبیاری و زهکشی ایران.

۴- باغانی، ج. ۱۳۹۲. آبیاری قطره‌ای (آشنایی، راهبری و مدیریت)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۵- دهقانی، ح. و اکبری، م. بررسی نقش مدیریت آبیاری بر عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، ۱۳۸۵، دومین کارگاه فنی خردآبیاری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر بهبود و توسعه روش‌های آبیاری معاونت آب و خاک و انجمن آبیاری و زهکشی ایران.

۶- فرزانه، ع. ۱۳۷۴. دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری از سامانه آبیاری میکرو: بخش اول فعل و انفعالات شیمیایی آب و معضل گرفتگی قطره‌چکان‌ها در سامانه آبیاری قطره‌ای.

۷- میرلطیفی، م.، تجریشی، م. و طاهرپور، م. ۱۳۷۷. بررسی علل گرفتگی خروجی‌ها در آبیاری قطره‌ای و ارتباط آن با کیفیت آب در مناطق رفسنجان و جهرم. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

1-Anon, 1994, Design and Installation of Micro-irrigation Systems, ASAE Standards, EP 405.1, DEC93.

2- Anon, 1995, Field Evaluation of Micro-irrigation Systems, ASAE Standards, EP458.

3- Anon, 2001, Safety Devices for Chemigation, ASAE Standards, EP409.1, 48th Ed, St. Joseph, Mi, USA.

4- Ayers, R. S., and Westcot, D. W., 1994, (Reprint) Water Quality for Agriculture, FAO, Irrigation and Drainage Paper, No. 29

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت