

بسم الله الرحمن الرحيم



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

دستورالعمل کاربرد کود و سم همراه با آب آبیاری (شیم آبیاری)

سرشناسه	قدیمی فیروزآبادی، علی، ۱۳۵۲-
عنوان و نام پدیدآور	دستورالعمل کاربرد کود و سم همراه با آب آبیاری (شیم آبیاری) نویسندگان علی قدیمی فیروزآبادی، علیرضا توکلی، علی داداری؛ مدیر داخلی شیوا پارسا نیک؛ ویراستاران ترویجی فرانک صحرایی، نصیبه پورفاتح؛ ویراستار ادبی سمیرا میرنظامی؛ تهیه شده در معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی؛ [ایر] وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی.
مشخصات نشر	تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	۳۲ ص.: مصور (رنگی).
شابک	978-964-520-786-9
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	آبیاری -- نوآوری -- دستنامه‌ها
موضوع	Irrigation -- Technological innovations -- Handbooks, manuals, etc.
موضوع	شیمیایی -- دستنامه‌ها
موضوع	Chemigation -- Handbooks, manuals, etc.
شناسه افزوده	توکلی، علیرضا، ۱۳۴۸ -
شناسه افزوده	داداری، علی، ۱۳۴۹ -
شناسه افزوده	پارسا نیک، شیوا، ۱۳۴۹ -
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	SP۱۳
رده بندی دیویی	۶۳۱/۷
شماره کتابشناسی ملی	۷۵۱۶۸۰۳
وضعیت رکورد	فیبا

ISBN:978-964-520-786-9

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۷۸۶-۹



نشر آموزش کشاورزی

عنوان: دستورالعمل کاربرد کود و سم همراه با آب آبیاری (شیم آبیاری)
نویسندگان: علی قدیمی فیروزآبادی، علیرضا توکلی و علی داداری
مدیر داخلی: شیوا پارسا نیک
ویراستاران ترویجی: فرانک صحرایی، نصیبه پورفاتح
ویراستار ادبی: سمیرا میرنظامی
تهیه شده در: معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
ناشر: نشر آموزش کشاورزی
نمونه خوان: افسانه شایسته
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۹
قیمت: رایگان
مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۸۷۵۱ به تاریخ ۹۹/۱۰/۱۱ است.

نشانی: تهران، خیابان آزادی، بین نواب و رودکی، پلاک ۲۰۵، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی،

تلفن: ۶۶۴۳۰۴۶۵ تلفکس: ۶۶۴۳۰۴۶۴

کد پستی: ۱۴۵۷۸۹۶۶۸۱



مخاطبان:

کشاورزان و باغداران
کارشناسان و مروجان پهنه‌های تولیدی.

اهداف آموزشی:

شما پس از مطالعه این دستورالعمل با روش‌های انجام شیم آبیاری و
استفاده آن در انواع سامانه‌های آبیاری آشنا می‌شوید.

فهرست

صفحه

عنوان

۹	مقدمه.....
۱۰	تعریف شیم آبیاری
۱۰	مزایا و معایب شیم آبیاری
۱۱	روش‌های انجام شیم آبیاری.....
۱۱	روش ایجاد اختلاف فشار
۱۲	مشخصات تانک ذخیره
۱۳	مراحل تزریق به روش منبع با کاهش فشار.....
۱۵	روش پمپ تزریق
۱۶	روش استفاده از ونتوری
۱۷	مراحل تزریق محلول شیمیایی به روش ونتوری.....
۱۸	شیم آبیاری در سیستم آبیاری بارانی
۲۱	شیم آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای
۲۳	شیم آبیاری در روش آبیاری سطحی
۲۶	حلالیت کودها.....
۲۸	کیفیت آب در کودآبیاری
۲۹	روش‌های کاهش یا افزایش pH آب آبیاری.....
۳۰	توصیه‌ها.....

مقدمه

تقاضا برای محصولات کشاورزی، به دلیل رشد جمعیت در جهان روز به روز در حال افزایش است و امروزه روش‌های سنتی کشاورزی کارایی لازم را ندارند و باید از روش‌های نوین کشاورزی بهره گرفت. شیم آبیاری یکی از این روش‌هاست که در آن امکان استفاده مکرر و مناسب سم، کود و سایر عناصر غذایی وجود دارد و می‌توان عناصر غذایی و کودهای مورد نیاز گیاه را به صورت تقسیطی و در طول دوره رشد، همراه با آب آبیاری به مصرف رساند. همچنین می‌توان با مدیریت مناسب سیستم آبیاری، کود و سم را به صورت یکنواخت در مزرعه و باغ پخش کرد.

تعریف شیم آبیاری

شیم آبیاری کاربرد هر نوع ماده شیمیایی کشاورزی (کود، سم و...) همراه آب آبیاری است. بنابراین می‌توان شیم آبیاری را معادل به کارگیری دو واژه سم آبیاری و کود آبیاری برای کاربرد انواع مختلف سموم و کودها دانست. شیم آبیاری علاوه بر سهولت در استفاده، کارایی و سودآوری بیشتری دارد و اغلب دارای سازگاری بهتری با محیط زیست است.

مزایا و معایب شیم آبیاری

از جمله مزایای کاربرد سم و کود با استفاده از روش شیم آبیاری نسبت به سایر روش‌ها می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- ✓ یکنواختی توزیع؛
- ✓ خطرات کم‌تر برای کارگر یا آبیاری؛
- ✓ صدمه کم‌تر مکانیکی به محصول طی عملیات سم یا کود آبیاری؛
- ✓ کاهش مصرف کود؛
- ✓ کاهش هزینه‌های کارگری؛
- ✓ سازگاری با کشاورزی پایدار؛
- ✓ صرفه‌جویی در زمان؛
- ✓ سهولت دسترسی و افزایش سرعت جذب مواد غذایی مورد نیاز گیاه در هر زمان؛
- ✓ افزایش کیفیت محصول؛
- ✓ دقت عمل بالا (به نحوی که تمامی نقاط خیس‌خورده سم یا علف‌کش را دریافت کنند).

البته انجام شیم آبیاری باید به صورت اصولی و علمی انجام شود و توجه خاصی به زمان، مدت تزریق و مدت زمان آبیاری وجود داشته باشد. زیرا اجرای نامطلوب شیم آبیاری باعث تلفات سم و کود می شود و ممکن است به آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی و نیز به آلودگی های زیست محیطی منجر شود. بنابراین نظارت دقیق و مستمر بر نحوه کارکرد سیستم آبیاری و تزریق مواد شیمیایی کاملاً ضروری است. در واقع مدیریت و سیستم آبیاری مناسب باعث توزیع یکنواخت سم و کود در سطح مزرعه و انتقال مؤثر آن به گیاه می شود. از جمله معایب شیم آبیاری نیز می توان نیاز به تخصص بالا و تجهیزات نسبتاً گران (هزینه اولیه بالا) را برشمرد.

روش های انجام شیم آبیاری

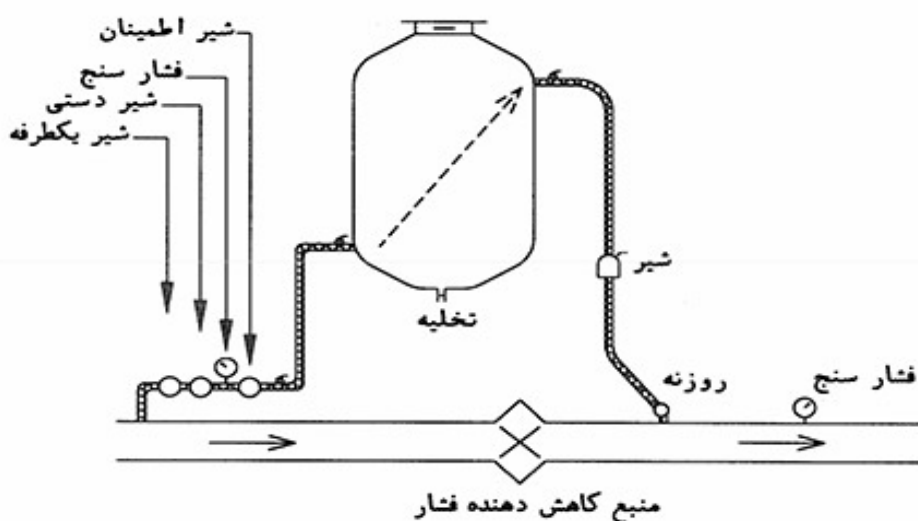
در شیم آبیاری معمولاً یکی از سه روش زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

- ✓ تانک تزریق با منبع کاهش دهنده فشار؛
- ✓ ونتوری؛
- ✓ پمپ تزریق برای انجام اختلاط ماده شیمیایی با آب آبیاری.

روش ایجاد اختلاف فشار

اساس کار این روش بر افت فشار در خط اصلی است که توسط یک شیر تنظیم کننده فشار ایجاد می شود. در این روش با ایجاد اختلاف فشار در سامانه آبیاری، آب وارد تانک (مخزن ذخیره) شده و سپس محلول مورد نظر به تدریج از تانک خارج می شود (شکل ۱). معایب این روش عبارتند از: تغییر غلظت محلول شیمیایی در طول زمان مصرف، محدودیت در

مصرف دقیق محلول و نیاز به ایجاد افت فشار در خط اصلی یا نیاز به پمپ بوستر. از مزایای این روش می‌توان به این موارد اشاره کرد: سهولت در اجرا، بهره‌برداری و نگهداری آسان، تغییر آسان مقدار کود و سم‌های مصرفی و بی‌نیازی از انرژی الکتریکی یا سایر منابع انرژی.



شکل ۱- نمایی از تانک تزریق کود با منبع کاهش‌دهنده فشار

مشخصات تانک ذخیره

برای تهیه محلول کودی نیاز به تانک ذخیره است (شکل ۲). تانک ذخیره باید به اندازه‌ای بزرگ باشد تا در یک استقرار آبیاری بتوان با غلظت مناسب شیم آبیاری را انجام داد. تانک ذخیره علاوه بر کدربودن، برای جلوگیری از رشد جلبک‌ها و تجمع خس و خاشاک یا مواد معدنی محیط باید سرپوشیده باشد. زیرا ناخالصی‌های تجمع‌یافته در تانک ذخیره می‌تواند باعث گرفتگی نازل تزریق و عدم تأمین کود یا ماده

شیمیایی مورد نیاز محصول، به اندازه کافی شود. سرپوشیده نبودن تانک ذخیره و در نتیجه افزایش تبخیر از سطح آن، علاوه بر احتمال خطر آلودگی محیط و مشکلات تنفسی برای کارگر یا آبیار (بسته به نوع ماده شیمیایی مصرفی)، باعث افزایش غلظت کود و مواد شیمیایی موجود در تانک می شود و احتمال صدمه به محصول را افزایش می دهد.



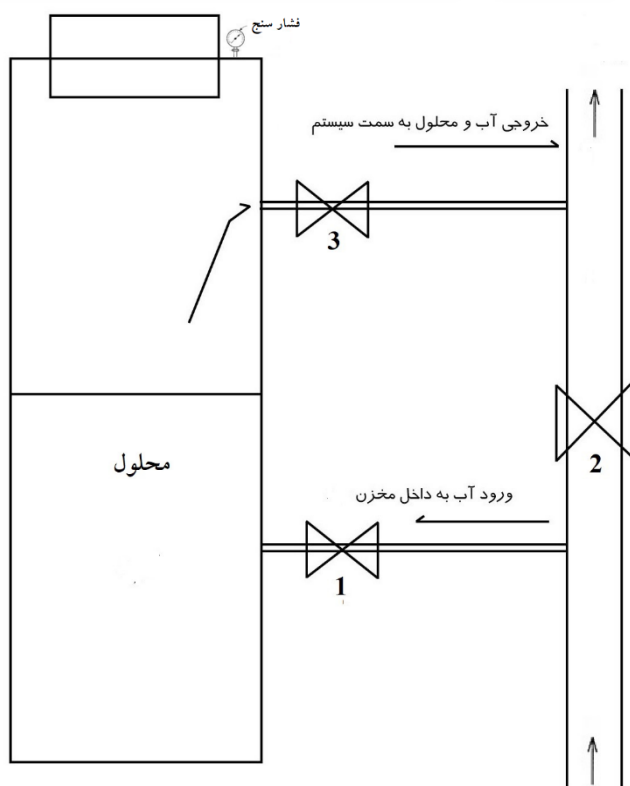
شکل ۲- تانک ذخیره کود و مواد شیمیایی در ایستگاه پمپاژ

مراحل تزریق به روش منبع با کاهش فشار

۱. برای تزریق کود و سموم کشاورزی، بهتر است این مواد پیش از ریختن در تانک ذخیره یا تانک کود، در ظروف جداگانه در آب محلول شود و پس از اینکه کودها یا سمها کاملاً با آب حل شد و همه ناخالصی های موجود در آن در آب ته نشین شد، محلول مورد نظر را

در تانک ذخیره ریخت و سپس به حجم مد نظر رساند.
 ۲. ابتدا باید محلول حل شده در داخل مخزن (تانک) ریخته شود، سپس شیر ۱ باز، شیر ۲ نیمه بسته و شیر ۳ بسته می شود تا آب وارد مخزن شده و آب و ماده شیمیایی در داخل تانک به خوبی مخلوط شود (شکل ۳).

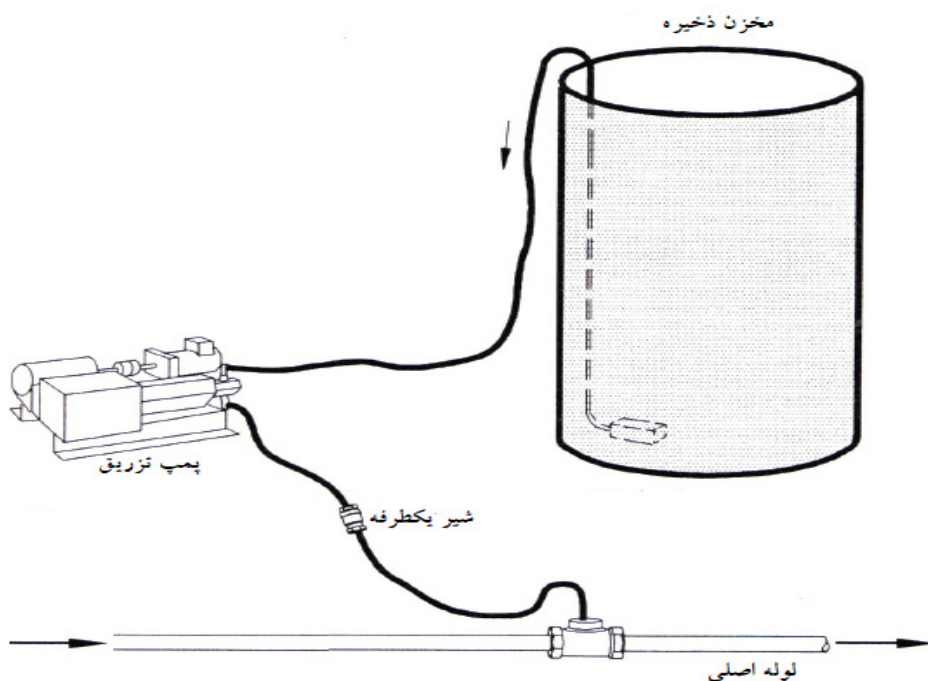
۳. پس از پر شدن تانک، فشار در فشارسنج نصب شده در بالای مخزن تغییر می کند و بالا می رود. در این حالت شیر ۱ نیمه باز، شیر ۲ نیمه باز و شیر ۳ کاملاً باز می شود تا محلول وارد سیستم شود.
 ۴. با کم و زیاد کردن میزان بازشدگی شیر ۳ می توان میزان سرعت تزریق محلول به سیستم را کنترل کرد.



شکل ۳- شماتیک تزریق مواد شیمیایی به سیستم با منبع کاهش دهنده فشار

روش پمپ تزریق

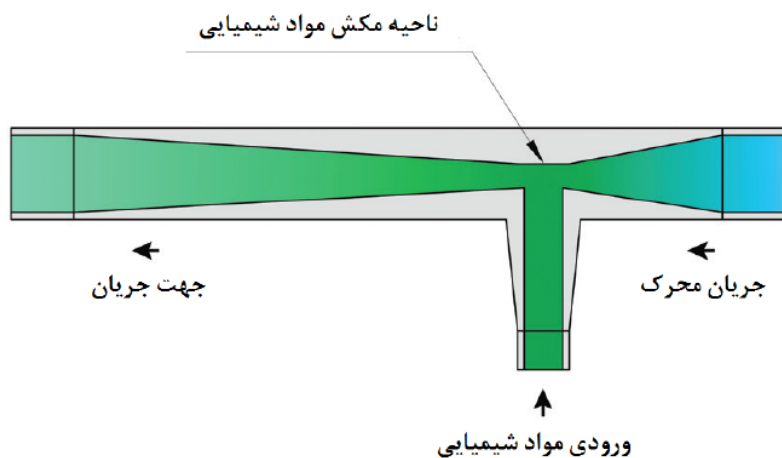
در این روش برای تزریق محلول کود از منبع تغذیه به سیستم، از پمپ استفاده می‌شود. انرژی مورد نیاز برای تزریق می‌تواند توسط موتورهای الکتریکی یا هیدرولیکی تأمین شود. این فشار باید از فشار موجود در داخل لوله اصلی سیستم آبیاری بیش‌تر باشد. مزایای این روش دقت بالا برای شیم آبیاری بدون افت فشار در خط لوله اصلی و سهولت در خودکار کردن سامانه است (شکل ۴). از معایب این روش نیز می‌توان به هزینه اضافی برای تهیه پمپ تزریق، افزایش جزئی در هزینه‌های مصرفی انرژی و از کار افتادن سیستم در صورت خراب شدن احتمالی پمپ تزریق اشاره کرد.



شکل ۴- نمایی از تزریق کود یا مواد شیمیایی به سیستم آبیاری با استفاده از پمپ تزریق

روش استفاده از ونتوری

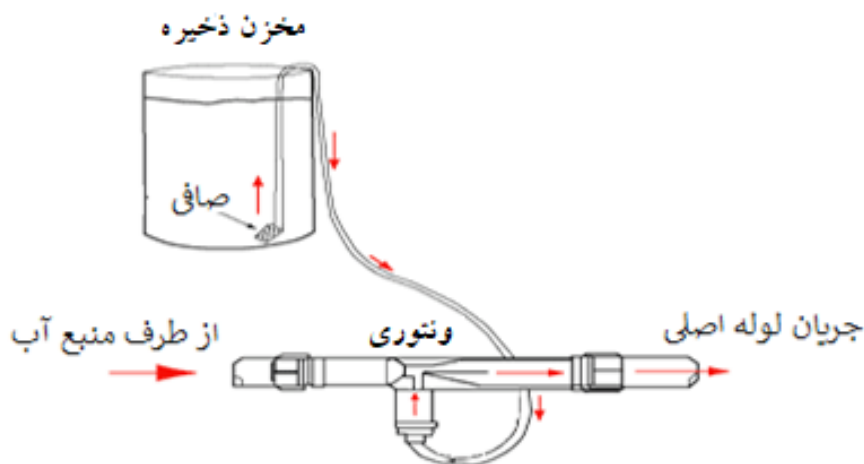
در این روش از خاصیت ونتوری به منظور کاهش فشار (ایجاد مکش) برای تزریق محلول شیمیایی از تانک ذخیره به داخل سیستم استفاده می شود. مزایای استفاده از ونتوری عبارتند از: سهولت زیاد در بهره برداری، مقاوم در برابر خوردگی، نگهداری بسیار آسان بدون حرکت قطعات، سهولت نصب و نگهداری، امکان کنترل تزریق توسط یک شیر اندازه گیری و مناسب برای کوددهی یا تزریق مواد شیمیایی با مقدار یا نسبت معین و حتی کم. برای بهره مندی از خاصیت ونتوری می توان آن را در داخل خط اصلی، برای تزریق مواد شیمیایی استفاده کرد (شکل ۵) یا با گرفتن دو انشعاب از لوله اصلی و مطابق با شکل ۵ نسبت به تزریق ماده شیمیایی اقدام کرد.



الف- شماتیک قسمت های اصلی ونتوری

شکل ۵- سیستم ونتوری برای تزریق کود و مواد شیمیایی به سیستم آبیاری

با نصب در خط لوله اصلی



ب- ونتوری نصب شده داخل خط اصلی

ادامه شکل ۵- سیستم ونتوری برای تزریق کود و مواد شیمیایی به سیستم آبیاری

با نصب در خط لوله اصلی

مراحل تزریق محلول شیمیایی به روش ونتوری

۱. ابتدا محلول مورد نظر در داخل مخزن (تانک) ریخته می شود، سپس شیر ۱ باز و شیر ۲ و ۳ نیمه باز نگاه داشته می شود (شکل ۶).
۲. پس از عبور جریان آب از ونتوری به دلیل افزایش سرعت در داخل ونتوری مکش به وجود می آید و تحت تأثیر این مکش مواد شیمیایی به داخل سیستم تزریق می شود.
۳. پس از خاتمه شیم آبیاری، برای شسته شدن کامل سیستم آبیاری را ادامه می دهیم.



شکل ۶- نمونه‌ای از تزریق کود یا مواد شیمیایی به سیستم آبیاری با استفاده از ونتوری با گرفتن انشعاب از لوله اصلی

شیم آبیاری در سیستم آبیاری بارانی

۱. ابتدا ماده شیمیایی مد نظر (سم یا کود) را در مخزن مورد نظر حل کنید و به غلظت مناسب برسانید.
۲. سیستم آبیاری مد نظر را از نظر نشت و شکستگی کنترل کنید و برای رفع آن اقدام کنید.
۳. فشار سیستم را کنترل کنید و به فشار مناسب کاری برسانید.
۴. برای جلوگیری از آلودگی شیمیایی مناطق اطراف پمپ‌های تزریق و آبیاری، جریان را در آب‌پاش‌هایی که در نزدیکی یا مجاورت این مناطق هستند، قطع کنید.

۵. برای جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی، آب‌پاش‌هایی که آب را به جاده‌ها، نهرها یا مناطق زندگی جانداران می‌پاشند، خاموش کنید تا سبب تجمع سم و مواد شیمیایی و ایجاد تالاب‌های مصنوعی در جاده‌ها، نهرها و اطراف چاه‌های تأمین‌کننده آب نشود.
۶. شیم آبیاری باید زمانی انجام شود که سرعت باد پایین باشد. وجود باد شدید می‌تواند باعث پخش غیریکنواخت مواد شیمیایی (سم و کود) در مزرعه و تلفات زیاد مواد شیمیایی شود (شکل ۷). از طرف دیگر خطر آلودگی محیط‌زیست نیز وجود دارد و ممکن است حیات انسان‌ها و جانوران به خطر بیفتد.
۷. به برچسب روی پاکت سموم و آفت‌کش‌ها توجه شود؛ چون امکان دارد بعضی از آن‌ها برای بعضی از روش‌های آبیاری منع شده باشد یا توصیه نشده باشند.
۸. در شیم آبیاری، از تزریق آفت‌کش به قسمت مکش پمپ سیستم آبیاری خودداری شود.
۹. قبل از تزریق ماده مورد نظر، ابتدا سیستم آبیاری را راه‌اندازی کنید تا لوله‌ها آبگیری شود و زمین خیس شود. سپس تزریق ماده شیمیایی مورد نظر را انجام دهید.
۱۰. برای توزیع یکنواخت ماده شیمیایی در مزرعه، تزریق باید حداقل ۱۵ تا ۲۰ دقیقه ادامه داشته باشد. بعد از اتمام تزریق، آبیاری را با حداقل یک یا دو برابر مدت زمان تزریق ادامه دهید تا سیستم آبیاری کاملاً تمیز شود.



شکل ۷- شیم آبیاری در سیستم آبیاری بارانی

در انجام شیم آبیاری باید حلالیت ماده شیمیایی و نوع خاک را در نظر گرفت. برای مثال چنانچه بافت خاک سبک (شنی) و حلالیت سم بالا باشد، بهتر است که تزریق ماده شیمیایی تقریباً اواخر زمان آبیاری انجام شود تا از دسترس گیاه خارج نشود.

شیم آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای

در این روش نیز باید از یکنواختی توزیع آب در سیستم آبیاری اطمینان حاصل کرد تا محلول مورد نظر به صورت یکنواخت در مزرعه پخش شود. در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای با قطره‌چکان‌های با دبی ثابت، یکنواختی توزیع آب تقریباً بالاست، مگر اینکه در جایی قطره‌چکان‌ها دچار گرفتگی شده باشند. زیرا دبی این نوع قطره‌چکان‌ها مستقل از پستی و بلندی زمین است (شکل ۸).



شکل ۸- تزریق ماده شیمیایی به روش ونتوری در سیستم آبیاری قطره‌ای

در شیم آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای باید موارد زیر را نیز در نظر گرفت:

✓ کودهایی که با هم قابل اختلاط نیستند، هم‌زمان استفاده نشوند؛ چون

سبب گرفتگی قطره چکان ها می شوند. کودهای سولفات و فسفات را نباید با کودهایی که دارای کلسیم هستند، یکجا استفاده کرد.

✓ کنترل چشمی لاترال ها از لحاظ یکنواختی و نشتی در ابتدای آبیاری، هنگامی که جریان و فشار در سامانه ثابت شده باشد.

✓ کنترل فشار در انتهای دورترین لاترال هنگامی که جریان و فشار در سامانه ثابت شده باشد.

✓ قبل از شروع عملیات شیم آبیاری، ابتدا سیستم را با آب بدون ماده شیمیایی راه اندازی کنید تا خاک خیس شود.

✓ سیستم آبیاری باید واسنجی (کالیبره) شود. برای واسنجی، یک ماده رنگی یا ماده شوینده غلیظ (ماده شاخص) را به جای محلول مورد نظر (سم یا کود) در تانک تزریق (مخزن) می ریزیم. نکته مهم این است که سعی شود تا حجم محلول شاخص با حجم محلول ماده شیمیایی مورد استفاده برابر باشد. سپس یک لوله انعطاف پذیر را به نزدیک ترین و دورترین قطره چکان به مرکز تزریق وصل می کنیم و هر کدام از این لوله ها را به یک محفظه هدایت می کنیم. سپس تزریق ماده شاخص به سیستم آبیاری را شروع می کنیم. با ثبت زمان مشاهده و قطع این ماده در اولین و آخرین قطره چکان می توان به زمان مورد نیاز برای انجام تزریق و یکنواختی توزیع سیستم پی برد. اگر زمان مشاهده این ماده شاخص در اولین و آخرین قطره چکان حدود ۲ دقیقه تأخیر داشته باشد، توزیع محلول در داخل سیستم یکنواخت است. در غیر این صورت یا باید پمپ تزریق را طوری تنظیم کرد تا سرعت جریان آب در سیستم کندتر شود یا محلول (سم یا کود) را رقیق تر کرد تا یکنواختی توزیع محلول در سیستم عاید شود.

✓ بعد از انجام واسنجی، اقدام به تزریق ماده شیمیایی مورد نظر (کود یا سم) می‌کنیم. برای ایجاد توزیع یکنواخت سم یا کود در سرتاسر سیستم باید فشار سیستم را ثابت و معادل فشار طراحی در نظر گرفت.

✓ پس از خاتمه تزریق، باید آبیاری را ادامه داد تا سیستم آبیاری تمیز شود و سم یا کود مورد نظر وارد ناحیه ریشه گیاه در خاک شود.

شیم آبیاری در روش آبیاری سطحی

با وجود مزایای ذکر شده برای شیم آبیاری، در روش‌های آبیاری سطحی کمتر از آن استفاده شده است (شکل ۹). برخی کشاورزان با قراردادن کیسه کود اوره در داخل جوی بالای مزرعه و در مسیر جریان آب از این روش استفاده می‌کنند. اما باید توجه داشت که قراردادن کیسه کود اوره در مسیر جریان، باعث حل شدن سریع کود در آب می‌شود و غلظت زیاد کود در زمان‌های اولیه آبیاری را به همراه دارد. این روش باعث تلفات زیاد کود در کانال آبیاری و غیریکنواختی توزیع آن در طول مزرعه می‌شود.



شکل ۹- تزریق ماده شیمیایی در سیستم آبیاری سطحی

برای تزریق کود یا سم به آب آبیاری به روش آبیاری سطحی توصیه می‌شود که ماده شیمیایی مورد نیاز بخش‌هایی که قرار است با هم آبیاری شوند، در داخل یک بشکه حل شوند و با توجه به موارد توصیه‌شده زیر در اختیار مزرعه قرار گیرد (شکل ۱۰):

۱. در این شیوه با استفاده از یک بشکه کامل و یک بشکه نصفه، محلول سم یا کود به نهر آبیاری هدایت می‌شود. برای این منظور، ابتدا یک بشکه ۲۰۰ لیتری کامل و یک برش از بشکه دیگری که گنجایش حداقل ۵۰ لیتر محلول را داشته باشد، انتخاب می‌کنیم و خروجی بشکه بزرگ را درون نیم‌بشکه قرار داده و خروجی نیم‌بشکه را در نهر آبیاری قرار می‌دهیم. علت استفاده از نیم‌بشکه در این سیستم اصلاح افت فشار و دبی محلول است؛ زیرا در هنگام عملیات به تدریج که ارتفاع محلول در بشکه کاهش می‌یابد، دبی خروجی محلول نیز به دلیل کاهش ارتفاع محلول کم می‌شود. برای اصلاح این امر، خروجی بشکه را در نیم‌بشکه قرار می‌دهیم و نیم‌بشکه را همیشه در میزان ثابتی از ارتفاع محلول ثابت نگاه می‌داریم.

۲. مناسب‌ترین زمان اختلاط در رژیم‌های انتها باز (شیار یا نوار دارای خروجی) ابتدای زمان آبیاری است. تزریق دیر هنگام محلول به آب آبیاری باعث تلفات بخش عمده‌ای از ماده شیمیایی به طریق رواناب سطحی در انتهای مزرعه می‌شود.

۳. برای کاهش تلفات کود در رژیم‌های انتها باز بهتر است پس از پیشروی حدود ۸۰ درصد از طول مزرعه، دبی ورودی کاهش یابد یا پس از تکمیل جبهه پیشروی، دبی ورودی به مزرعه قطع شود.

۴. در رژیم‌های انتها بسته، هرچه زمان اختلاط محلول به آب آبیاری به تأخیر بیفتد، بر یکنواختی توزیع محلول تأثیر مثبت دارد. در رژیم‌های انتها بسته، شروع اختلاط محلول به آب آبیاری قبل از رسیدن جبهه پیشروی به انتهای مزرعه است. در این حالت یکنواختی توزیع محلول در آب آبیاری در بیش‌ترین حد است. اختلاط محلول پس از تکمیل پیشروی در رژیم‌های انتها بسته به دلیل پس‌زدن آب و نرسیدن محلول به انتهای مزرعه باعث کاهش یکنواختی توزیع کود یا سم در مزرعه می‌شود.



شکل ۱۰- اختلاط و تزریق ماده شیمیایی در سیستم آبیاری سطحی توسط کشاورز

شایان ذکر است که زمان تزریق کود یا سم به آب آبیاری تأثیر بسزایی در یکنواختی توزیع کود یا سم دارد. مناسب ترین زمان تزریق کود و سم به سیستم آبیاری به عوامل مختلفی از جمله شیب، طول مزرعه و شیوه آبیاری بستگی دارد.

حلالیت کودها

در تزریق کود و سم به سیستم آبیاری باید توجه داشت که هر کودی را نمی توان با استفاده از سیستم آبیاری در مزرعه توزیع کرد؛ زیرا بسیاری از کودها قابلیت حلالیت کمی دارند. عموماً کودهای مایع یا کودهای با حلالیت بالا برای کودآبیاری مناسب هستند. میزان حلالیت بعضی کودها در جدول ۱ ارائه شده است. کودهای نیتروژن و برخی ترکیبات پتاسیم برای کودآبیاری مناسب هستند. بهتر است در کودآبیاری اختلاط کودها با هم انجام نشود؛ زیرا در برخی حالتها، اختلاط کودها با هم باعث کاهش حلالیت کود می شود. به عنوان مثال ترکیب سولفات آمونیوم و کلرید پتاسیم در یک مخزن حلالیت را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد و باعث تولید ترکیب سولفات پتاسیم می شود. فهرست کودهایی که نباید هم زمان با هم اختلاط شوند، در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- میزان حلالیت برخی از کودها

کود	میزان حلالیت (کیلوگرم در صد لیتر)
اوره	۱۱۰
سولفات آمونیم	۷۱
فسفات اوره	حلالیت بالا
کودهای مایع	حلالیت بالا
نیتрат آمونیم	۱۱۹
کلراید پتاسیم	۲۸
نیترات پتاسیم	۳۲
سولفات پتاسیم	۷
سولفات منیزیم	۷۱
فسفات مونو آمونیوم	۲۳
فسفات دی آمونیوم	۵۸
فسفات مونو کلسیم	غیرمحلول
فسفات دی کلسیم	غیرمحلول

در کودآبیاری بهتر است که از دو تانک جداگانه برای اختلاط کودها استفاده شود و در یک تانک کلسیم و منیزیم و عناصر غذایی ریزمغذی و در تانک دیگر فسفر و سولفات مخلوط شوند.

جدول ۲- کودهایی که نباید هم‌زمان با هم در کودآبیاری استفاده شوند

نیتрат کلسیم	با ترکیبات سولفات و فسفات
سولفات منیزیم	با دی یا مونو فسفات منیزیم
اسید فسفریک	با سولفات‌های مس، روی، آهن و منگنز

کیفیت آب در کودآبیاری

به یکی از مسائلی که باید قبل از کودآبیاری توجه شود، کیفیت آب آبیاری است. میزان pH و نوع نمک‌های موجود در آب در حلالیت و رسوب کودها مؤثر است. pH مناسب آب آبیاری برای کودآبیاری ۵/۶ تا ۵/۸ است. بنابراین قبل از انجام کودآبیاری باید pH آب آبیاری اندازه‌گیری شود. در pH کمتر از ۵/۶ اثر سمیت بعضی عناصر غذایی برای گیاه مشاهده می‌شود و در pH بیش‌تر از ۶/۵ قابلیت جذب برخی ریزمغذی‌ها کاهش می‌یابد. در pH‌های قلیایی، یون‌های بی‌کربنات، منیزیم و کلسیم تشکیل رسوب می‌دهند که این امر باعث گرفتگی اجزای سامانه آبیاری می‌شود.

مقدار نمک‌های محلول در آب آبیاری با دو معیار شوری (EC) و کل مواد جامد محلول (TDS) اندازه‌گیری و بیان می‌شود. هنگام کودآبیاری با حل شدن کودهای محلول در آب، میزان شوری آب آبیاری افزایش می‌یابد و ممکن است از آستانه تحمل گیاه به شوری بالاتر رود. آستانه شوری برای گیاهان مختلف متفاوت است. به‌طور مثال برای محصولات گلخانه‌ای بهتر است شوری آب آبیاری از ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌تر نباشد.

علاوه بر میزان شوری توجه به اثرات سمی برخی یون‌ها نیز ضروری است. برخی یون‌ها نظیر بی‌کربنات، سدیم، کلرید و بور علاوه بر افزایش میزان شوری ممکن است باعث اثر سمیت برای برخی محصولات نظیر سبزی، صیفی یا گیاهان زینتی شوند.

روش‌های کاهش یا افزایش pH آب آبیاری

برای کاهش pH آب آبیاری می‌توان از اسیدهای مختلف بر اساس درجه خلوص و هزینه آن‌ها استفاده کرد. اسید فسفریک، اسید نیتریک و اسید سولفوریک از جمله اسیدهایی هستند که برای کاهش pH استفاده می‌شوند. اسید فسفریک و اسید نیتریک به دلیل داشتن نیتروژن و فسفر علاوه بر کاهش pH، منبع غذایی خوبی بوده و گران قیمت هستند. برای محاسبه مقدار اسید مورد نیاز برای کاهش pH، باید به تدریج به حجم مشخصی از آب مثلاً ۱۰ لیتر، میزان مشخصی از اسید به میلی‌لیتر را اضافه کرد و pH را در هر نوبت اندازه‌گیری کرد تا به مقدار مد نظر رسید. با توجه به میزان اسید محاسبه شده برای حجم معین (۱۰ لیتر) و در نظر گرفتن حجم تانک، میزان کل اسید مورد نیاز برای حجم تانک محاسبه می‌شود. با در نظر گرفتن مقدار خروج محلول کود از تانک (مدت زمان تخلیه) فواصل زمانی و تعداد دفعات مصرف اسید به دست می‌آید.

در مواردی که pH آب آبیاری کم‌تر از ۵/۵ است، از مواد قلیایی چون

هیدروکسید پتاسیم (KOH) یا کربنات پتاسیم (KCO_3) با $pH = 8$ استفاده می‌شود. روش تعیین حجم مورد نیاز ترکیبات قلیایی، برای افزایش pH آب آبیاری مشابه روش محاسبه اسید مورد نیاز برای کاهش pH آب آبیاری است.

توصیه‌ها

✓ محل تزریق کود یا مواد شیمیایی در شیم آبیاری باید قبل از فیلترهای میکرونی باشد تا با عبور از این فیلترها، ناخالصی‌های آن جدا شود و موجب مسدود شدن قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای نشود.

✓ زمان تزریق کود یا مواد شیمیایی به داخل سیستم نباید ابتدا و انتهای آبیاری باشد. بهترین زمان وقتی است که مدت زمانی از شروع آبیاری گذشته باشد تا عمق خاک تا ابتدای محل استقرار و گستردگی ریشه خیس شده باشد. بهتر است مدت زمانی قبل از انتهای آبیاری (بسته به نوع سیستم آبیاری ۰/۵ تا ۲ ساعت) مراحل تزریق کود پایان یابد تا شست‌وشوی سیستم با آب تمیز صورت گیرد و پس از آبیاری، رسوب ناشی از مواد معدنی یا آلی در لوله‌ها به جا نماند.

✓ در مناطقی که آب شور است می‌توان مقدار کود توصیه‌شده برای یک شیفت آبیاری را در دو نوبت آبیاری تزریق کرد. با این روش میزان کود مصرفی در یک نوبت نصف می‌شود و غلظت پایین می‌آید. به‌طور مثال کودهای ازته که شوری بالاتری دارند می‌توانند در دو یا سه نوبت آبیاری با غلظت کم‌تری استفاده شوند.

✓ مخلوط کردن کودها و سم‌ها در یک مخزن به صلاح نیست؛ زیرا ممکن است ترکیب آن‌ها موجب رسوب ناخواسته در سیستم شود. قبل از استفاده از کود یا سم، حتماً راهنمای روی بسته‌بندی آن با دقت مطالعه شود.

✓ به دلیل اسیدی یا قلیایی بودن محلول کودها یا خطر مسمومیت ناشی از سم‌ها، از تماس محلول با دست و صورت جلوگیری شود و اقدامات ایمنی لازم از جمله استفاده از ماسک و دستکش رعایت شود.

✓ از مصرف کودهای غیرقابل حل (مواد با قابلیت حل کم‌تر) یا محلول‌هایی که به رسوب‌گذاری در سیستم منجر می‌شوند، به‌صورت شیم آبیاری خودداری شود.

یادداشت

.....