



وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه فنی  
"سم آبیاری": اصول و روش ها

نگارندگان:  
محمد رضا نعمت الهی و علیرضا مامن پوش

شماره ثبت:

۵۸۲۷۹

۱۳۹۹

وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

"سم آبیاری": اصول و روش ها

نگارندگان:  
محمد رضا نعمت اللهی و علیرضا مامن پوش

۱۳۹۹

مخاطبان نشریه فنی: کشاورزان پیشرو، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی،  
پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، نشریه ترویجی

"سم آبیاری": اصول و روش‌ها

نگارندگان: محمدرضا نعمت‌اللهی و علیرضا مامن‌پوش

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

سال نشر: ۱۳۹۹

شماره و تاریخ ثبت نشریه: ۵۸۲۷۹ مورخ ۹۹/۷/۵

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران،

خیابان یمن، پلاک ۱ - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

## فهرست مندرجات

۵	پیش گفتار.....
۵	مقدمه.....
۷	محاسن و محدودیت‌های شیم آبیاری و سم آبیاری.....
۸	تاریخچه سم آبیاری.....
۱۰	اصول سم آبیاری.....
۱۲	سم آبیاری در انواع سیستم‌های آبیاری.....
۱۲	الف) آبیاری سطحی.....
۱۴	ب) انواع آبیاری تحت فشار.....
۱۴	ب-۱) آبیاری بارانی.....
۱۵	دستورالعمل سم آبیاری در سیستم آبیاری بارانی.....
۱۶	محاسبه میزان سم تزریقی در سیستم آبیاری بارانی.....
۱۹	ب-۲) آبیاری قطره‌ای.....
۲۱	دستورالعمل سم آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای.....
۲۴	تأثیر کیفیت آب آبیاری بر عملیات سم آبیاری.....

۲۴ ..... فهرست واژگان انواع شیم آبیاری

۲۵ ..... فهرست منابع

## پیش گفتار

برای رشد مناسب محصول مقدار آب موجود در خاک معمولاً باید در محدوده در دسترس باشد. وقتی رطوبت خاک به نقطه پژمردگی دائم برسد ممکن است باعث مرگ گیاه گردد. مقداری از آب در دسترس گیاه که می تواند بدون ایجاد هر نوع تنش خشکی توسط گیاه جذب شود در اصطلاح آب در دسترس نامیده می شود. چگونگی آبیاری به سیستم آبیاری و نحوه مدیریت آن بستگی دارد. در این مورد سه فاکتور مهم است:

- ۱- توزیع یکنواخت: اینکه در کل سطح آبیاری شده، هر گیاه یا سطح معین زمین مقدار مساوی آب را دریافت کرده است یا اختلاف زیادی بین آنها وجود دارد؟
- ۲- کارایی: اینکه چه مقدار از آب آبیاری توسط محصول یا گیاه جذب شده است؟
- ۳- برنامه ریزی: که در واقع زمان بندی آبیاری است. یعنی اینکه محصول با چه فاصله زمانی آبیاری شود و در هر آبیاری چه مقدار آب مصرف شود.

## مقدمه

بنا به تعریف شیم آبیاری<sup>۱</sup> عبارت است از کاربرد هر نوع ماده شیمیایی کشاورزی در آب از طریق سیستم آبیاری. شایع ترین ماده ای که به طور معمول به این روش استفاده می شود کود ازته مایع است، اما ترکیبات دیگر از قبیل آفت کش ها (شامل حشره کش، علف کش، قارچ کش و نماتد کش)، سم بیولوژیک، تنظیم کننده های رشد و انواع مختلف کودها نیز به این روش استفاده می شوند.

شیم آبیاری بر اساس نوع ماده شیمیایی که همراه آب آبیاری استفاده می شود به انواع مختلف تقسیم می شود (به قسمت فهرست واژگان انواع شیم آبیاری در انتهای

---

<sup>۱</sup> chemigation

نشریه مراجعه شود). بعضی محققین واژه شیم آبیاری را به مفهوم خاص کاربرد انواع مختلف ترکیبات آفت کش در آب از طریق سیستم آبیاری در نظر گرفته‌اند و آن را در مقابل واژه کود آبیاری قرار داده‌اند. در زبان فارسی برای کاربرد انواع مختلف کودهای شیمیایی در سیستم آبیاری واژه کود آبیاری رایج شده است و به همین ترتیب با توجه به اینکه انواع مختلف حشره کش، علف کش، قارچ کش و نماتد کش همگی ترکیبات آفت کش<sup>۳</sup> یا سم می‌باشند، واژه سم آبیاری معادل مناسبی می‌باشد.

شیم آبیاری یکی از بهترین روش‌های مصرف بسیاری از ترکیبات شیمیایی است. طی دهه ۱۹۷۰ تزریق کودهای شیمیایی در سیستم‌های آبیاری تحت فشار (= کود آبیاری) با موفقیت انجام گردید. مدتی بعد در دهه ۱۹۸۰ مطالعه درباره تزریق انواع سموم شیمیایی (عمدتاً سموم حشره کش و علف کش) در سیستم‌های آبیاری تحت فشار (= سم آبیاری) شروع گردید. امروزه در دنیا مواد شیمیایی مختلف که دارای برچسب مصرف در آب آبیاری هستند ارائه شده‌اند که اصولاً در انواع سیستم‌های آبیاری تحت فشار (شامل بارانی و قطره‌ای) با موفقیت استفاده می‌شوند.

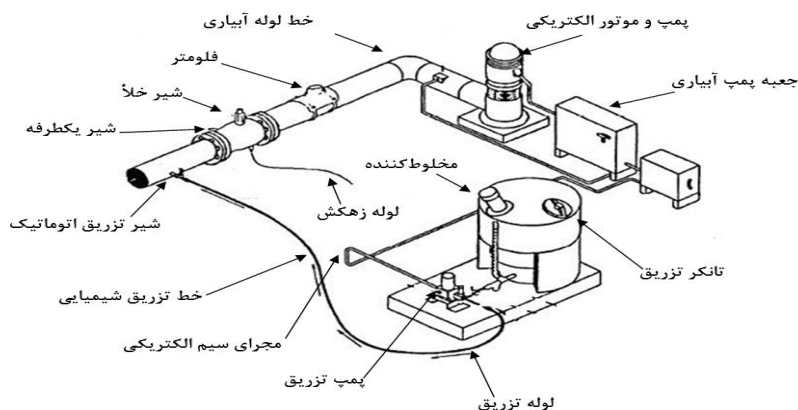
به طور کلی مجموعه شیم آبیاری از دو سیستم عمده تشکیل شده است که عبارت‌اند از: سیستم آبیاری و سیستم تزریق مواد شیمیایی. برای جلوگیری از آلوده شدن منابع آب به مواد شیمیایی، لازم است روی هر یک از این سیستم‌ها تجهیزات خاصی نصب شوند. در شکل (۱) تجهیزات اصلی مورد نیاز برای یک سیستم شیم آبیاری نمایش داده شده است.

---

fertigation<sup>۲</sup>

۳

pesticide



شکل ۱- نمای کلی یک سیستم آبیاری تحت فشار و تجهیزات مورد نیاز در یک سیستم شیم آبیاری.

## محاسن و محدودیت های شیم آبیاری و سم آبیاری

مهم ترین محاسن شیم آبیاری عبارت اند از:

❖ افزایش تولید محصول.

❖ کاهش خطرات زیست محیطی مصرف ترکیبات شیمیایی.

شیم آبیاری دارای محدودیت هایی است که مهم ترین آن ها عبارت اند از:

➤ برای اینکه عملیات شیم آبیاری از ایمنی و کارایی مناسب برخوردار باشد،

مدیریت سیستم آبیاری بایستی در حد عالی باشد. به این منظور روی سیستم آبیاری که برای عملیات شیم آبیاری استفاده می شود بایستی ادوات ایمنی سیستم و دستگاه مناسب تزریق مواد شیمیایی نصب شده باشد و کل سیستم در تمام مدت عملیات در شرایط مطلوب کار کند.

➤ سیستم آبیاری می بایستی بتواند طی عملیات شیم آبیاری آب را به طور یکنواخت توزیع کند، این امر در مورد مصرف سموم نسبت به سایر مواد



شیمیایی اهمیت بیشتری دارد.

➤ قبل از شروع عملیات شیم آبیاری باید سیستم آبیاری کاملاً چک شده و از سالم بودن قطعات مختلف سیستم اطمینان حاصل شود.

سم آبیاری نسبت به روش‌های مرسوم کاربرد سموم مزایای زیر را دارد:

۱- یکنواختی توزیع سم بیشتر است.

۲- صدمه مکانیکی به محصول طی عملیات کمتر است.

۳- خطر کمتری برای کارگر سم‌پاش یا مسئول آبیاری دارد.

۴- کارایی سم آبیاری بیشتر است. به عنوان نمونه مشخص شد که با یک یا دو بار تزریق

سموم حشره کش در سیستم آبیاری قطره‌ای می‌توان آفات مختلف شامل آفات مکنده و لاروهای پروانه‌ها را در محصولات مختلف به ویژه سبزی و صیفی

(از جمله فلفل، کدو و ...) کنترل نمود. این در حالی است که در روش مرسوم

برای کنترل این آفات سم‌پاشی مکرر اقدام‌های هوایی ضروری است.

مهم‌ترین محدودیت سم آبیاری این است که طی عملیات سم آبیاری نظارت

مستمر و دقیق سیستم آبیاری ضروری است تا از آبیاری اضافی که باعث مصرف زیادی

سم می‌گردد، ممانعت شود. به عبارت دیگر اجرای نامطلوب عملیات سم آبیاری نه تنها

باعث کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی به سموم نگردیده بلکه ممکن است به آلودگی

آب‌های سطحی و زیرزمینی به سموم نیز منجر شود. بدین ترتیب بایستی از کاربرد سموم

در آب آبیاری وقتی خاک خیس است خودداری شود.

## تاریخچه سم آبیاری

اولین مطالعات درباره سم آبیاری در اواخر دهه ۱۹۶۰ و مربوط به سموم

علف‌کش بود. سپس در اواسط دهه ۱۹۷۰ مطالعاتی درباره سم آبیاری با استفاده از سموم

حشره‌کش و قارچ‌کش آغاز گردید. با پیشرفت این فناوری، امروزه از سم آبیاری برای

کنترل طیف وسیعی از آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز در انواع محصولات زراعی، گلخانه‌ای و باغی استفاده می‌شود. در حال حاضر در دنیا اجرای عملیات سم‌آبیاری عمدتاً به دو منظور مرسوم است. یکی کنترل علف‌های هرز به صورت پیش‌رویشی در محصولات زراعی به‌ویژه غلات، و دوم کنترل آفات مختلف شامل آفات خاکزی و آفات اندام‌های هوایی (عمدتاً آفات مکنده و برخی لاروهای حشرات از راسته‌های دوبالان، بال‌پولکداران و قاب‌بالان) در محصولات سبزی و صیفی.

در ایران مطالعه درباره عملیات سم‌آبیاری در دهه ۱۳۷۰ و با تزریق علف‌کش‌ها آغاز شده و در برخی موارد نیز به‌طور موفقیت‌آمیز استفاده شده است. در حال حاضر در کشور کاربرد سایر سموم (حشره‌کش، قارچ‌کش و نماتدکش) در آب‌آبیاری عمدتاً به روش قدیمی خیساندن خاک انجام می‌گیرد. این در حالی است که در کشورمان سیستم‌های آبیاری تحت فشار به صورت بارانی و قطره‌ای در بسیاری از محصولات متداول شده است و عملیات کودآبیاری نیز مرسوم می‌باشد.

با توجه به در دسترس بودن این سیستم‌ها می‌توان با کمترین هزینه، سیستم را برای انجام عملیات سم‌آبیاری آماده نمود. به این منظور لازم است یک پمپ تزریق و تجهیزات ایمنی مانند سویچ‌ها و والف‌ها به سیستم آبیاری اضافه شود. نکته دیگر این است که در عملیات سم‌آبیاری می‌توان علاوه بر سموم جدید از برخی سموم قدیمی نیز استفاده نمود. به‌عنوان نمونه در بین حشره‌کش‌ها علاوه بر سموم جدید (مانند کلران-ترانیلی‌پرول از گروه آترانیلیک‌دی‌آمید، ایمیداکلوپراید و تیمتوکسام از گروه نئونیکوتینوئید) برخی سموم قدیمی‌تر (مانند متومیل و اکسامیل از گروه کارباماته، مالاتیون، دیازینون و دیمتوات از گروه فسفره) در مناطق مختلف دنیا به روش سم‌آبیاری استفاده شده است.

نمونه‌هایی از موارد موفقیت‌آمیز سم‌آبیاری در محصولات مختلف به صورت فهرست‌وار عبارتند از: کنترل شته‌ها در کاهو با استفاده از سم ایمیداکلوپراید، کنترل

سوسک منقوط خیار<sup>۴</sup> در صیفی جات با استفاده از نماتدهای بیماری‌زای حشرات، کنترل آفات برگ‌خوار و میوه‌خوار (مانند اسپودوپترا<sup>۵</sup> و هلیوتیس<sup>۶</sup>) در گوجه‌فرنگی با استفاده از سم کلران ترانیلی پرول، کنترل کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت<sup>۷</sup> در فلفل با استفاده از سم کلران ترانیلی پرول، کنترل علف‌های هرز در ذرت با استفاده از سم اردیکان، کنترل علف‌های هرز باریک برگ در سیب زمینی با استفاده از سم EPTC، کنترل گل‌جالیز در گوجه‌فرنگی با استفاده سموم کلروسولفورون و تریاسولفورون.

با توجه به اینکه در کشورمان کاربرد برخی از این سموم قدیمی هنوز به روش‌های خیساندن خاک (محلول ریزی پای گیاه) و محلول‌پاشی اندام‌های هوایی رایج است، مطالعه در خصوص استفاده از آن‌ها به صورت سم‌آبیاری می‌تواند گام مؤثری در راستای کنترل بهینه آفات و نیز کاهش عوارض سوء سموم باشد.

## اصول سم‌آبیاری

آفت‌کش‌های مناسب برای عملیات سم‌آبیاری باید دارای ویژگی‌هایی باشند تا بتوانند مجوز و برچسب استفاده در آب‌آبیاری را به دست بیاورند. مهم‌ترین این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:

- در مراحل خاصی از رشد محصول به این سموم نیاز باشد.
  - ترجیحاً در روغن قابل حل و در آب غیرقابل حل باشند.
  - ترجیحاً به صورت سیستمیک قابل جذب از ریشه باشند و در بافت گیاه به‌طور یکنواخت توزیع شوند.
- برای اجرای عملیات سم‌آبیاری رعایت اصولی به شرح زیر ضروری است.

---

*Diabrotica undecimpunctata* <sup>۴</sup>  
*Spodoptera* spp. <sup>۵</sup>  
*Helicoverpa* spp. <sup>۶</sup>  
*Ostrinia nubilalis* <sup>۷</sup>

- ۱- باید کیفیت سیستم آبیاری و مدیریت آن مناسب باشد. این شرایط، توزیع یکنواخت سم در سطح مزرعه یا محصول و انتقال مؤثر آن به منطقه ریشه، یعنی جایی که باید این سم جذب گیاه شود تا بتواند گیاه را علیه آفات و بیماری‌های خاکزی محافظت کند، تضمین می‌نماید.
  - ۲- لازم است قبل از سم‌آبیاری، یکنواختی پاشش سیستم آبیاری بازدید شود و تجهیزات ایمنی روی سیستم آبیاری نصب شده باشد. علاوه بر این ضرورت دارد اتصالات بین پمپ آبیاری و پمپ تزریق و همچنین والف‌ها، لوله‌های آبیاری و اتصالات آن‌ها بازدید شده تا در وضعیت مطلوب، سالم و بدون چکه قرار داشته باشند.
  - ۳- لازم است سیستم آبیاری قبل از عملیات کالیبره شود به نحوی که مقدار معین و مطلوب سم به منطقه هدف برسد.
  - ۴- پس از پایان عملیات سم‌آبیاری شستشوی سیستم آبیاری و تجهیزات آن ضرورت دارد.
- رعایت نکات فوق در اجرای عملیات کودآبیاری نیز ضروری است، اما در عملیات سم‌آبیاری از اهمیت بیشتری برخوردار است. اصولاً دز یا میزان مصرف سموم مشخص است و بنابراین کالیبره نبودن سیستم ممکن است سبب نرسیدن دز مطلوب سم و عدم تأثیر آن و یا دز بیش از حد مجاز سم و آلودگی محصول و محیط‌زیست شود.
- اگر کیفیت سیستم آبیاری و مدیریت آن ضعیف باشد، بایستی از تزریق سم در سیستم آبیاری (سم‌آبیاری) خودداری شود و در عوض از روش‌های دیگر استفاده شود. یکی از این روش‌ها ریختن محلول سم است، که پس از آماده کردن محلول سم موردنظر، آن را پای گیاهان می‌ریزند به نحوی که خاک پای گیاه کاملاً خیس شود. این روش در اصطلاح خیساندن خاک<sup>۸</sup> نامیده می‌شود (نعمت‌اللهی و جلالی، ۱۳۸۶).

---

soil drench<sup>۸</sup>

## سم آبیاری در انواع سیستم‌های آبیاری

در اینجا با در نظر گرفتن سیستم‌های مختلف آبیاری امکان و نحوه استفاده از هر سیستم برای انجام عملیات سم آبیاری بحث می‌شود.

### الف) آبیاری سطحی

از حدود ۸/۳ میلیون هکتار اراضی آبی کشور بالغ بر ۹۰ درصد آن به صورت آبیاری سطحی است، بنابراین آگاهی از اصول مدیریت سم آبیاری در این نوع سیستم آبیاری اهمیت ویژه‌ای خواهد داشت. آبیاری سطحی به انواع شیاری، کرتی، نواری و غیره تقسیم می‌شود. از آنجائی که مدیریت آبیاری به صورت کرتی یا نواری مشکل است، نمی‌توان از این سیستم‌ها برای عملیات سم آبیاری استفاده نمود. در مقابل، آبیاری شیاری می‌تواند از کیفیت بالایی برخوردار بوده و برای عملیات سم آبیاری مناسب است. در این سیستم به منظور ایجاد یکنواختی باید سیستم هیدرولیک در امتداد شیب (شیب صفر تا ۵ درصد) تنظیم شود، به طوری که جریان آب به طور دائم افقی باشد. علاوه بر این بایستی نفوذپذیری خاک خیلی زیاد نباشد.

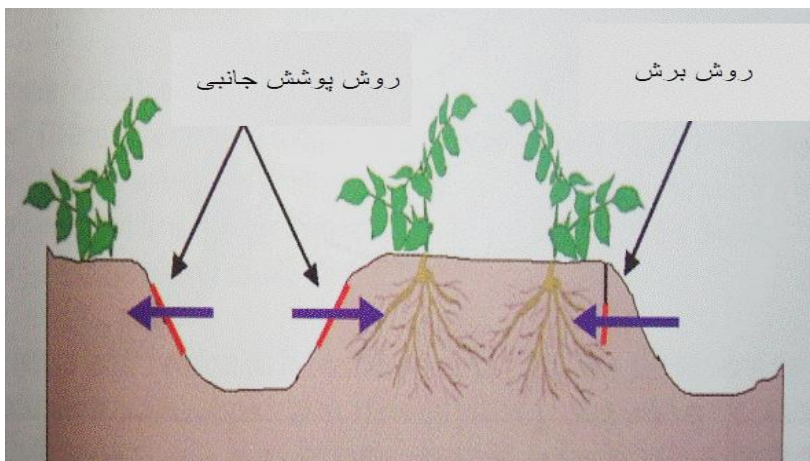
سم آبیاری در سیستم آبیاری شیاری به دو روش انجام می‌گیرد (شکل ۲).  
➤ روش برش<sup>۹</sup>: در این روش سم مورد نظر به صورت یک خط، به طور موازی در کنار ردیف محصول یا در زمان نشاء کاری محصول در خاک تزریق می‌شود. این روش در زمان کاشت یا پس از آن انجام می‌گیرد. به طور کلی در این روش زمان بندی کاربرد سم خیلی مهم نیست، زیرا که سم از ابتدا در خاک قرار می‌گیرد و درون خاک از نور ماوراء بنفش حفاظت شده و معمولاً در خاک با رطوبت پایین حرکت زیادی در خاک نخواهد داشت. زمانی که شیاری

---

knife-in<sup>۹</sup>

ایجادشده پر از آب شود و آب در خاک نفوذ کند، سم به ریشه‌های گیاه منتقل می‌شود. روش برش به ماشین‌آلات نیاز دارد و برای مزارع کوچک مناسب نیست.

➤ روش پوشش جانبی<sup>۱۰</sup>: در این روش سم در شانه یا حاشیه شیار کاشت استفاده می‌شود. سم بایستی بلافاصله قبل از آبیاری استفاده گردد تا از تجزیه مواد قرار گرفته در سطح خاک توسط نور ماوراءبنفش جلوگیری شود. سم همراه آب آبیاری به منطقه ریشه منتقل خواهد شد. کاربرد روش پوشش جانبی راحت بوده و می‌توان حتی آن را با یک سم‌پاش پشتی انجام داد و همچنین در هر مرحله رشدی گیاه قابل اعمال می‌باشد.



شکل ۲- نحوه سم آبیاری در سیستم آبیاری شیاری.

مسئله مهم در مورد هر دو تکنیک محل قرار گرفتن سم است. بدین ترتیب که سم بایستی در مسیر جریان آب بین شیار و ریشه‌های گیاه قرار بگیرد. هر دوی این

<sup>۱۰</sup> side dress

تکنیک‌ها خوب عمل می‌کنند و خطای توزیع غیر یکنواخت آن‌ها کم است، زیرا که سم همراه با آب به سمت ریشه‌ها حرکت خواهد کرد. البته این حالت تنها زمانی صادق است که آبیاری به نحو مطلوب انجام گیرد. در غیر این صورت بهتر است از روش خیساندن خاک استفاده شود.

## ب) انواع آبیاری تحت فشار

آبیاری تحت فشار واژه‌ای است که بیشتر متخصصان آبیاری و کشاورزی آن را به کار می‌برند و به سیستم‌هایی گفته می‌شود که در آن‌ها توزیع و پخش آب در مزرعه توسط لوله و با فشار پمپ انجام می‌شود. زارعین و باغداران اکثراً تنها با واژه‌های آبیاری بارانی و آبیاری قطره‌ای آشنایی دارند. طبق آخرین آمار، در سال ۱۳۹۵ حدود ۹۵۰۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی کشور به سیستم‌های آبیاری تحت فشار مجهز شده‌اند.

## ب-۱) آبیاری بارانی

آبیاری بارانی شامل سیستم‌های بارانی چرخان و سیستم‌های با حرکت دائم شامل بارانی دورانی، بارانی چرخ‌دار و بارانی تفنگی می‌باشد. مقبولیت آبیاری بارانی تفنگی و بارانی چرخ‌دار بیشتر است، در حالی است که این سیستم‌ها برای اجرای عملیات سم آبیاری مناسب نیستند، زیرا که خطر بادبردگی سم در آن‌ها زیاد است. در مقابل، در سیستم‌های آبیاری از نوع بارانی دورانی خطر بادبردگی کمتر است. علاوه بر این، یکنواختی توزیع سم در این سیستم بیشتر است. بنابراین سیستم آبیاری بارانی دورانی برای عملیات سم آبیاری بسیار مناسب می‌باشد.

در این سیستم سم توسط پمپ پمپاژ شده و سپس به وسیله دزنسج، پمپ اندازه‌گیری یا لوله و تنوری در لوله اصلی تزریق می‌گردد. زمانی که سم در سیستم آبیاری

تزریق می‌شود، مراقبت‌های خاصی لازم است. مهم‌تر از همه این است که بایستی از بروز شرایط زیر جلوگیری شود. الف) اینکه در اثر شکسته شدن پمپ، سم مورد استفاده به واسطه جریان برگشتی به منبع آب آبیاری وارد شده و آن را آلوده نماید. ب) اینکه جریان برگشتی به سمت مخزن سم وجود داشته باشد

## دستورالعمل سم آبیاری در سیستم آبیاری بارانی

ابتدا آبیاری را سریعاً شروع کنید تا حدی که لوله‌ها آبیگری شده و زمین خیس شود. جهت توزیع یکنواخت سم، تزریق بایستی حداقل ۱۵ دقیقه ادامه داشته باشد. زمانی که تزریق خاتمه یافت، لوله‌های آبیاری را یک یا دو بار با زمانی معادل طول زمان تزریق سم شستشو داده تا سیستم آبیاری تمیز شود. انجام این کار به خیس ماندن بیشتر سم استفاده شده در خاک کمک می‌کند.

زمان بندی تزریق به حلالیت سم در آب و همچنین بافت خاک بستگی دارد. بدین ترتیب که با افزایش حلالیت سم و با افزایش مقدار شن در خاک، بایستی تزریق بیشتر در انتهای چرخه آبیاری انجام گیرد. به طور کلی از سیستم آبیاری بارانی در یک مساحت مشخص، که توسط چند سیستم بارانی به حد کافی پوشش داده شده باشد، استفاده می‌شود. اصولاً سم آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری بارانی برای سطوح کوچک مناسب نیست.

در سیستم بارانی دورانی مسئله مهم برای عملیات سم آبیاری سیستم تزریق است. در واقع لازم است سیستم تزریق به درستی کار کند تا جریان دائم سم در آب آبیاری تضمین شود. از آنجایی که این سیستم دائماً در حال حرکت است، سم آبیاری را نمی‌توان به چرخه آبیاری خاصی محدود کرد بلکه بایستی به طور دائم در تمام چرخه‌های آبیاری جریان داشته باشد. تنها عاملی که می‌توان آن را تغییر داد مقدار آبی است که وارد مزرعه می‌شود و این با تغییر سرعت چرخش سیستم قابل تنظیم است. در عمل چرخه‌های آبیاری کوتاه‌تر برای عملیات سم آبیاری دقیق‌تر و مناسب‌تر هستند، زیرا که در این حالت



آب کمتری مصرف می‌شود و بنابراین احتمال خطر آبیاری اضافی کاهش خواهد یافت. اصولاً مزارع کوچک مناسب اجرای سیستم آبیاری بارانی دورانی نمی‌باشند، اما می‌توان قطر چرخ‌های سیستم آبیاری را کوچک کرده و در هر کرت یا هر قسمت مزرعه آن را اجرا نمود.

## محاسبه میزان سم تزریقی در سیستم آبیاری بارانی

به طور کلی در عملیات سم آبیاری قبل از تزریق سم در سیستم‌های آبیاری (شامل آبیاری بارانی و قطره‌ای) لازم است دز سم به‌طور دقیق محاسبه شود و مراحل زیر به ترتیب اجرا گردد.

۱- نرخ دز و غلظت را مشخص کنید: اگر دز توصیه‌شده سم ۴۰۰ گرم در هکتار با غلظت ۵ گرم در لیتر باشد، مقدار محلول سم لازم برای یک هکتار معادل ۸۰ لیتر خواهد شد.

۲- سطحی که می‌بایست آبیاری شود و حجم محلول لازم برای سم آبیاری را محاسبه کنید: میزان محلول سم برای مساحت ۶۰ هکتار معادل ۴۸۰۰ لیتر خواهد شد (  $۶۰ * ۸۰ = ۴۸۰۰$  ).

۳- زمان آبیاری و نرخ تزریق را تعیین کنید: اگر زمان آبیاری ۱۴ ساعت طول بکشد، حجم آبیاری در هر هکتار معادل ۳۴۲ لیتر در ساعت می‌شود ( $۴۸۰۰ / ۱۴ = ۳۴۲$ ).

۴- پمپ تزریق را برای ۳۴۲ لیتر در هکتار تنظیم نمایید.

بهترین نتیجه برای عملیات سم آبیاری در سیستم آبیاری بارانی در صورتی حاصل می‌شود که سیستم آبیاری در زمان خاص و مناسب صرفاً برای عملیات سم آبیاری اجرا شده باشد. در این حالت بهتر است مدت آبیاری (= چرخه آبیاری) کوتاه‌تر باشد تا خطر آبیاری اضافی کاهش یابد. به‌هر حال برای اطمینان از توزیع یکنواخت سم، اجرای چرخه‌های آبیاری کوتاه با محدودیت همراه است. زیرا که به‌طور معمول حداقلی که

باید در این سیستم اعمال شود ۱ تا ۳ میلی متر آب است که معادل ۱۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ لیتر در هکتار می باشد. در عمل حجم آبیاری بایستی کافی باشد به طوری که بتواند سم مورد استفاده را به داخل خاک منتقل کرده و تنها مقادیر اندکی از آن روی برگ ها باقی بماند. بنابراین در سیستم آبیاری بارانی هر نوع عملیات سم آبیاری به صورت خاک کاربرد است و نه به صورت پاشش سم روی شاخ و برگ گیاه. بدین ترتیب در این سیستم صرفاً مقادیر خاک کاربرد سموم استفاده می شود. البته لازم به ذکر است که سموم خاک کاربرد علاوه بر کنترل آفات خاکزی، در عمل برای کنترل آفات اندام های هوایی شامل آفات مکنده و لاروهای حشرات از راسته های دوبالان، بال پولکداران و قاب بالان نیز قابل استفاده است.

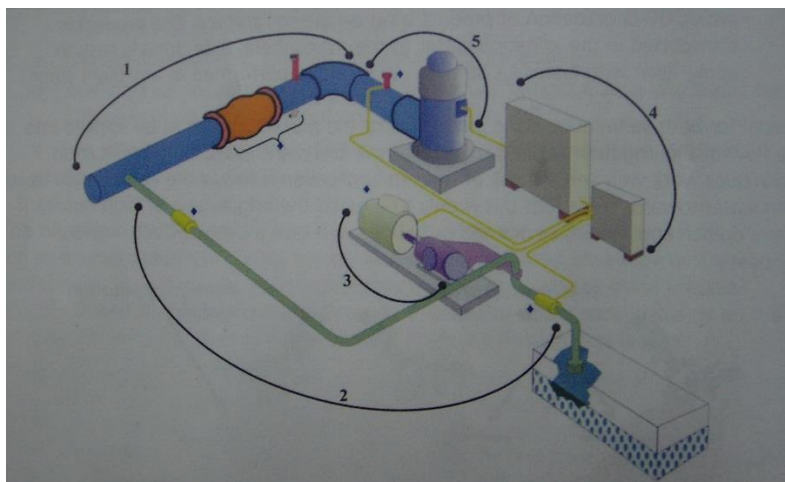
اصولاً آبیاری بارانی برای بسیاری از موارد شیم آبیاری از جمله پاشش ترکیبات شیمیایی مختلف روی اندام های هوایی گیاه و کاربرد مواد شیمیایی در خاک مناسب است، اما همان طور که ذکر شد در عملیات سم آبیاری در سیستم های آبیاری تحت فشار (شامل آبیاری بارانی و یا قطره ای) صرفاً باید از سموم خاک کاربرد استفاده شود. در این موارد، همانند سایر موارد مصرف مواد شیمیایی به صورت خاک کاربرد، جهت تأثیر بهتر سم بایستی رطوبت خاک در حد مناسب باشد. به این منظور خاک نباید آبیاری اضافی شده باشد و همچنین پس از عملیات سم آبیاری لازم است تا آبیاری بعدی فاصله طولانی تری لحاظ شود.

استفاده از آبیاری بارانی برای عملیات سم آبیاری مستلزم رعایت اقدامات ایمنی خاصی است. مهم ترین مسئله، این است که مسئول آبیاری باید در تمام مدت عملیات در مزرعه حضور داشته باشد و مصرف سم را ردیابی نماید. همچنین بایستی مطمئن شد کسی از این آب برای آبیاری استفاده ننماید. علاوه بر این، به خاطر مصرف مواد شیمیایی در آب باید در خارج از مزرعه، علائم هشدار دهنده برای دور ماندن مردم از سیستم نصب شود.

در هنگام استفاده از سیستم آبیاری بارانی برای عملیات سم آبیاری رعایت

نکات زیر الزامی است (شکل ۳).

- ۱- سیستم آبیاری باید دارای یک والف تنظیم مناسب، شیر اطمینان خلأ و شیر تخلیه فشار پایین باشد. این تجهیزات بایستی به صورت مناسب روی لوله مسیر آبیاری نصب شده باشند تا بتوانند از آلودگی منبع آب با جریان برگشتی ممانعت نماید.
- ۲- لوله تزریق سم بایستی دارای یک شیر تنظیم مناسب و خود کار باشد که با بسته شدن سریع آن از برگشت جریان به سمت پمپ تزریق جلوگیری نماید. لوله تزریق همچنین بایستی دارای یک دریچه الکترومغناطیسی معمولاً بسته باشد که به سمت پمپ تزریق واقع شده باشد و به سیستم درونی متصل باشد، به نحوی که وقتی سیستم آبیاری به طور خود کار یا دستی قطع می شود، مانع برگشت سم به مخزن اصلی گردد.
- ۳- سیستم آبیاری باید دارای یک پمپ مناسب مثلاً از نوع پمپ دیافراگمی باشد. جنس پمپ بایستی از موادی باشد که با سموم سازگاری داشته باشد و همچنین به راحتی درون لوله های سیستم جا بگیرد.
- ۴- سیستم آبیاری باید دارای شیرهای کنترل مناسب باشد تا بتواند به طور خود کار پمپ تزریق سم را در زمانی که پمپ آب متوقف می شود، قطع نماید.
- ۵- لوله آبیاری یا پمپ آب بایستی یک شیر کنترل فشار داشته باشد تا در زمانی که فشار آب به حدی کاهش پیدا کرده که روی توزیع سم تأثیر می گذارد، بتواند پمپ آب را متوقف نماید.



شکل ۳- مراحل اجرای عملیات سم آبیاری در سیستم آبیاری بارانی (به توضیحات متن مراجعه شود).

## ب-۲) آبیاری قطره‌ای

در سیستم آبیاری قطره‌ای آب در شبکه‌ای از لوله‌ها پمپ شده و سپس در قطره‌چکان توزیع می‌گردد. قطره‌چکان‌ها ممکن است در روی خاک قرار داده شوند. در این سیستم آب آبیاری به‌طور عمودی (بر اساس نیروی جاذبه) و به‌طور افقی (بر اساس نیروی موئینگی) در خاک نفوذ می‌نماید. بدین ترتیب در این سیستم در خاک‌های شنی، به خاطر ضعیف بودن نیروی موئینگی آب اساساً به‌صورت عمودی جریان می‌یابد و در مقابل در خاک‌های رسی حرکت افقی قوی آب دیده می‌شود.

در سیستم آبیاری قطره‌ای اصولاً از دو نوع قطره‌چکان به شرح زیر استفاده می‌شود، که کارایی آن‌ها برای عملیات سم آبیاری متفاوت است (شکل ۴).

➤ قطره چکان‌های با دبی متغیر یا بدون قابلیت جبران فشار<sup>۱۱</sup>: در این نوع قطره چکان‌ها، با تخلیه آب از لوله‌های فرعی فشار موجود در شبکه بین لوله‌ها پخش و پراکنده می‌شود و بنابراین فشار آب خروجی از قطره چکان‌ها یا دبی آن‌ها به تدریج کاهش می‌یابد.

➤ قطره چکان‌های با دبی ثابت یا دارای قابلیت جبران فشار<sup>۱۲</sup>: در این نوع قطره چکان‌ها، فشار کاهش نمی‌یابد و جبران فشار نیز می‌شود. این حالت به قابلیت قطره چکان‌ها برای جبران فشار بستگی دارد. دبی آب در قطره چکان‌هایی که قابلیت جبران فشار ندارند، به میزان فشار بستگی دارد، اما در مقابل در قطره چکان‌هایی که قابلیت جبران فشار دارند دبی آب در طیف وسیعی از فشارها تقریباً ثابت خواهد بود. البته تخلیه از قطره چکان‌های بدون قابلیت جبران فشار هم ممکن است یکنواخت باشد به این شرط که به واسطه شیب مزرعه اختلاف فشار به وجود نیامده باشد.



شکل ۴- انواع قطره چکان‌های مورد استفاده در سیستم آبیاری قطره‌ای: راست) با دبی متغیر، چپ) با دبی ثابت.

<sup>۱۱</sup> non-compensated= pressure reduced emitters

<sup>۱۲</sup> pressure-compensated emitters

آبیاری با استفاده از قطره‌چکان‌های با دبی ثابت از کیفیت بالایی برخوردار است، زیرا که این نوع سیستم مستقل از پستی و بلندی زمین می‌باشد. در مقابل قطره‌چکان‌های با دبی متغیر بایستی فقط در زمین‌های بدون شیب استفاده شوند. بنابراین سیستم‌های با دبی ثابت را می‌توان مستقل از وضعیت پستی و بلندی زمین برای عملیات سم‌آبیاری استفاده نمود، ولی سیستم‌های با دبی متغیر را فقط در صورتی می‌توان برای عملیات سم‌آبیاری استفاده نمود که قبلاً از نظر توزیع یکنواخت سم در سطح مزرعه آزمون شده باشند. نکات ایمنی که برای انجام سم‌آبیاری در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بایستی مدنظر باشند، همانند دیگر سیستم‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد. در حال حاضر در سطح دنیا عملیات سم‌آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای برای کاربرد سموم مختلف در خاک، به‌ویژه برای کنترل آفات خاکزی و آفات اندام هوایی (عمدتاً شامل آفات مکنده و لارو پروانه‌ها) با حشره‌کش‌های جدید در محصولات سبزی و صیفی استفاده می‌شود.

## دستورالعمل سم‌آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای

- به منظور تعیین مدت زمانی که طول می‌کشد تا آب در سیستم جریان پیدا کند و برای اطمینان از اینکه همه قطره‌چکان‌های موجود در سیستم یک مقدار مساوی آب دریافت کرده باشند، در هر بار اجرای آبیاری لازم است سیستم به‌طور جداگانه کالیبره شود. به این منظور باید به شرح زیر عمل شود.
- ۱- قبل از اینکه کالیبراسیون را شروع کنید، سیستم آبیاری را راه‌اندازی نمایید تا همه قطره‌چکان‌ها میزان آب یکسانی را دریافت کنند و سیستم در حالت فشار کامل اجرا شود.
- ۲- برای کالیبراسیون، یک ماده شوینده غلیظ را به‌جای محلول سم موردنظر در تانک تزریق یا مخزن بریزید. نکته مهم این است که حجم محلول شوینده با حجم محلول

سم مورد استفاده برابر باشد.

۱- یک لوله ۳۰ سانتی متری قابل انعطاف را به نزدیک ترین قطره چکان به مرکز تزریق، متصل کنید و یک لوله ۳۰ سانتی متری دیگر را به دورترین قطره چکان به مرکز تزریق متصل نمایید. با خروج محلول شوینده از قطره چکان‌ها، کف تولید خواهد شد.

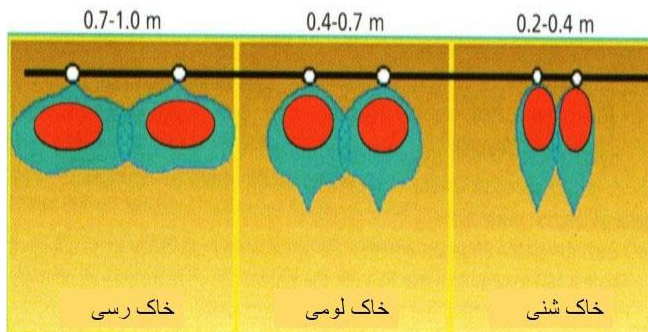
۲- به تزریق محلول شاخص ادامه دهید و جریان محلول را از لوله‌های قابل انعطاف به یک محفظه متصل نمایید. سپس زمانی را که محلول شاخص برای اولین بار در محفظه دیده می‌شود و زمانی که محلول شاخص دیگر در محفظه دیده نمی‌شود تعیین کنید.

۳- در صورتی که دوره تشخیص محلول شاخص بین نزدیک‌ترین و دورترین قطره چکان‌ها در محدوده ۲ دقیقه باشد، پوشش محلول سم مطلوب در خاک مطلوب خواهد بود. در غیر این صورت باید تنظیماتی انجام شود. به این منظور بایستی از آب بیشتری استفاده شود تا محلول سم رقیق‌تر گردد و یا پمپ تزریق به نحوی تنظیم گردد که سرعت جریان آب در سیستم کندتر شود.

برای اجرای عملیات سم آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای، ابتدا عملیات سم آبیاری را با آب شروع نمایید به طوری که لوله‌ها با آب پر شده و خاک خیس شود. برای ایجاد یک توزیع یکنواخت لازم است تزریق‌های متوالی هر کدام حداقل ۱۵ دقیقه طول بکشد. زمانی که تزریق خاتمه یافت، سیستم را یک یا دو بار با آب با مدت زمان معادل با مدت زمان تزریق شستشو دهید تا سیستم آبیاری تمیز شده و سم مورد استفاده وارد خاک شود.

زمان بندی تزریق به حلالیت سم در آب و بافت خاک بستگی دارد. بدین ترتیب که با افزایش میزان حلالیت سم در آب و با افزایش مقدار شن، تزریق سم بایستی بیشتر در انتهای چرخه آبیاری انجام گیرد. اصولاً در سیستم آبیاری قطره‌ای فاصله بین قطره چکان‌ها، نحوه حرکت آب در خاک و زمان بندی کاربرد سم به بافت خاک بستگی

دارد. برای اینکه سم در منطقه ریشه قرار بگیرد، در خاک‌های رسی تزریق سم بایستی در اواسط چرخه آبیاری تزریق گردد، در حالی که در خاک‌های شنی تزریق سم بایستی در اواخر چرخه آبیاری انجام شود. علاوه بر این، فاصله بین قطره چکان‌ها در خاک رسی نسبت به خاک شنی بایستی بیشتر باشد (شکل ۵).



شکل ۵- تأثیر بافت خاک بر فاصله بین قطره چکان‌ها و زمان بندی تزریق سم در سیستم آبیاری قطره‌ای.

در مواردی که در طی یک روز چندین چرخه آبیاری کوتاه انجام می‌گیرد، تزریق سم بایستی طی اولین یا دومین چرخه آبیاری و در صبح انجام شود. برای اطمینان از اینکه سم جذب محصول شده است، بایستی فاصله زمانی تا آبیاری بعدی را طولانی‌تر کنید. آبیاری قطره‌ای برای آبیاری کرت‌های کوچک مناسب است. کوتاه‌ترین واحد آبیاری یک ردیف محصول است که به اندازه طول یک بازوی جانبی سیستم آبیاری باشد که روی آن قطره چکان‌ها مستقر شده‌اند (شکل ۶).





شکل ۶- اجرای عملیات سم آبیاری در مزرعه گوجه‌فرنگی تحت پوشش خاک پوش و آبیاری قطره‌ای.

## تأثیر کیفیت آب آبیاری بر عملیات سم آبیاری

بر اساس استانداردهای موجود، در سیستم‌های آبیاری تحت فشار استفاده از آب آبیاری با هدایت الکتریکی (EC) بیش از ۳ دسی‌زیمنس بر متر (3ds/m) دارای محدودیت شدید می‌باشد و استفاده از آب آبیاری با هدایت الکتریکی تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر دارای محدودیت کم تا متوسط می‌باشد. در عمل، با توجه به حجم کم آب مصرفی در عملیات سم آبیاری، لازم است از آب با کیفیت مناسب، یعنی آب با هدایت الکتریکی کمتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر، استفاده شود.

## فهرست واژگان انواع شیم آبیاری

Chemigation: کاربرد هر نوع ماده شیمیایی کشاورزی از طریق سیستم آبیاری

Fertigation: مصرف انواع کودهای شیمیایی از طریق سیستم آبیاری  
Insectigation: مصرف انواع ترکیبات حشره کش از طریق سیستم آبیاری  
Herbigation: مصرف انواع ترکیبات علف کش از طریق سیستم آبیاری  
Fungigation: مصرف انواع ترکیبات قارچ کش از طریق سیستم آبیاری  
Nematigation: مصرف انواع ترکیبات نماتد کش از طریق سیستم آبیاری

## فهرست منابع

- حجازی، م.ع. و گرجی، ع. ۱۳۸۶. ضرورت توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار  
و بررسی روند اجرای طرح. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار  
و توسعه پایدار، کرج. صفحات ۴۱-۵۲.
- دهقانی سانتیج، ح. ۱۳۸۶. معرفی برنامه راهبردی تحقیقات توسعه پایدار روش‌های  
آبیاری تحت فشار. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه  
پایدار، کرج. صفحات ۱-۸.
- سپاسخواه، ع.ر.، رحیمی، ح.، موحد دانش، ع.ا.، صدقی، ح.، خلیلی، ع.، علیزاده،  
ا. و فرهودی، ج. ۱۳۸۲. فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی. جلد چهارم:  
آبیاری. انتشارات دانشگاه تهران.
- صادقی، س.ح.، قیصری، م.، خوش‌روش، م. و قره‌داغی، م. ۱۳۸۹. شیم آبیاری  
در آبیاری تحت فشار. سومین سمینار ملی توسعه پایدار روش‌های  
آبیاری تحت فشار. کرج. صفحات ۳۶۹-۳۷۴.
- عبادزاده، ح.ر.، احمدی، ک.، محمدنیا افروزی، ش.، عباس طاقانی، ر.، عباسی، م.  
و یاری، ش. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۵، جلد دوم. وزارت  
جهاد کشاورزی. ۴۲۰ صفحه.
- کشتکار، ا.، علیزاده، ح. و عباسی، ف. ۱۳۸۹. کاربرد علف‌کش اردیکان

- EPTC+دی کلرواستامید) به روش سم آبیاری و مقایسه آن با روش معمول مصرف در کنترل علف‌های هرز ذرت (*Zea mays L.*). مجله علوم گیاهان زراعی. جلد ۴۱. صفحات ۱-۱۰.
- نعمت‌اللهی، محمدرضا و جلالی، صادق. ۱۳۸۶. اصول و نحوه کاربرد سموم در خاک. مجله فصلنامه سازمان نظام‌مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۱۶. صفحات ۳۲-۳۷.
- نوشادی، ا.، همایی، م.، محمودیان شوشتری، م. و عباسی، ف. ۱۳۹۳. انتقال و تجزیه علف‌کش‌ها در خاک در سیستم‌های مختلف سم آبیاری. تحقیقات آب و خاک ایران. جلد ۴۵. صفحات ۲۵۵-۲۶۶.
- Burt, C.M. 2003. Chemigation and fertigation basics for California. 20 pp. Available at: <http://www.itrc.org/reports/pdf/chemigationbasics.pdf>.
- DuPont. 2008. Drip chemigation: best management practices. DuPont Crop Protection Bulletin K-14594. E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, DE.
- Eberlean, C. H. V., King, B. A. and Guttieri, M. J. 2000. Evaluating an automated irrigation control system for site-specific herbigation. *Weed Technology*. 14: 182-187.
- Ghidiu, G. M. 2012. Insectigation in vegetable crops: the application of insecticides through a drip, or trickle, irrigation system, pp. 173–190. *In* Soloneski, S. (Ed.). *Integrated pest management and pest control: current and future tactics*. InTech Press, Rijeka, Croatia.
- Ghidiu, G. M., Ward, D. L. and Rogers, G. S. 2009. Control of European corn borer in bell peppers with chlorantraniliprole applied through a drip irrigation system. *International Journal of*

- Vegetable Science. 15: 193–201.
- Ghidiu, G., Kuhar, T., Palumbo, J. and Schuster, D. 2012. Drip chemigation of insecticides as a pest management tool in vegetable production. *Journal of Integrated pest management*. 3(3): DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/IPM10022>.
- Goodman, N. 2004. Private pesticide applicator training manual. University of Minnesota Extension Service, 18. Second Edition. pp 197.
- Johnson, A. M., Young, J. R., Threadgill, E. D., Dowler, C. C. and Sumner, D. R. 1986. Chemigation for crop protection management. *Plant Disease*. 70: 998-1005.
- Stephanie, T. and Andrew, I. 2014. B. C. Sprinkler irrigation manual. Chapter 11. Ministry of Agriculture, British Columbia.
- Syngenta. 2004. Manual of field trials in crop protection. 4th Ed. Syngenta Crop Protection, Inc. Greensboro, NC.
- Syngenta. 2009. Best use guidelines for drip application of crop protection products. *Syngenta Bulletin G&S* 409.6026. Syngenta Crop Protection, Inc. Greensboro, NC.
- Viera, R. F., Silva, A. A., and Ramos, M. M. 2003. Applying postemergence herbicide through sprinkler irrigation- Review. *Planta Daninha Journal*. 21: 495- 506.
- Wade, H., Seal, D., Clark, C., Perry, J., Walls, B. and Messick, K. 2003. Chemigation and fertigation: anti-pollution devices for irrigation systems. North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services. 8 pp.
- Wande, H., Seal, D., Clark, C., Perry, J., Walls, B. and Messick, K. 2005. Chemigation and fertigation: antipollution devices for irrigation systems. North

Carolina Cooperative Extension Service.7 pp.  
Werner, H. 2005. Chemigation management. Cooperative  
Extension Service. South Dakota Univ. Available  
at:  
<http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/FS862.pdf>.



e-Agriculture

Ministry of Jihad-  
Agricultural Research, Education & Extension Organization  
Iranian Research Institute of Plant Protection

## **Chemigation: principles and methods"**

**Mohammad Reza Nematollahi and Alireza  
Mamanpoush  
Iranian Research Institute of Plant  
Protection**

**Registration No.**

**58279**

**2020**