

یادداشت فنی

ارزیابی و کاربرد مدل Chemflow در افزایش راندمان آبیاری سیستم آبیاری قطره‌ای

محمد‌هادی نظری فر^{۱*}، رضوانه مومنی^۲

چکیده

طراحی مناسب عمق و مدت آبیاری در سیستم‌های آبیاری مانع از تلفات آب و یا وارد کردن تنش به گیاه می‌شود. عمق و مدت آبیاری دو پارامتر اساسی در طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای است. در اکثر موارد، ارزیابی سیستم در زمان بهره‌برداری نشان می‌دهد که این دو پارامتر با هدف موردنظر تطابق ندارند. از آنجایی که برای ارزیابی و تعیین مطلوب این پارامترها از طریق آزمایش‌های صحرائی نیاز به صرف زمان و هزینه زیاد است، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی اهمیت زیادی در این خصوص دارد. هدف این مطالعه، ارزیابی و کاربرد مدل Chemflow برای مصرف بهینه آب و افزایش راندمان آب در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای است. در این تحقیق پارامترهای طراحی برای تأمین نیاز آبی درخت زیتون تعیین شد. پس از اعمال دو پارامتر مذکور در زمان آبیاری، عمق خیس شدگی اندازه‌گیری شد و مشخص شد که پارامترها بیش از حد برآورد شده است و عمق خیس شدگی فراتر از مقدار مورد نیاز است. با تکمیل داده‌های لازم و کالیبراسیون مدل، مقادیر مطلوب با کمک مدل تعیین شد و با اعمال آبیاری مجدد تحت این شرایط مشخص شد که عمق خیس شدگی به شرایط ایده‌آل رسیده است. نتایج این را هم نشان داد که رطوبت اولیه خاک و زمان مناسب قطع جریان تأثیر به‌سزایی در عمق خیس شدگی مطلوب دارند. بنابراین مدل Chemflow امکان کالیبره کردن پارامترهای مذکور را پس از طراحی، فراهم می‌کند و منجر به استفاده مناسب از آب، کاهش تلفات آن و یا تنش به گیاه و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه سیستم شود.

واژه‌های کلیدی: مدل Chemflow، مدیریت آبیاری، عمق خیس شدگی، آبیاری قطره‌ای.

ارجاع: نظری فر م. و مومنی ر. ۱۳۹۰. ارزیابی و کاربرد مدل Chemflow در افزایش راندمان آبیاری سیستم آبیاری قطره‌ای. مجله پژوهش آب ایران. ۵(۸): ۲۱۳-۲۱۶.

۱- کارشناس پژوهشی، گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

۲- کارشناس پژوهشی، گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

* نویسنده مسئول: nazarifar@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۹/۳۰

مقدمه

سیستم‌های آبیاری تحت فشار و مخصوصاً آبیاری قطره‌ای از کاراترین روش‌های آبیاری هستند که در شرایط رایج و رو به گسترش کمبود آب می‌توانند از جمله گزینه‌های برتر در مناطق خشک و نیمه خشک باشند. آبیاری قطره‌ای علاوه بر مزیت‌های بالقوه‌ای که دارد محدودیت‌هایی نیز دارد از جمله این محدودیت‌ها که به روابط آب و خاک مربوط می‌شود می‌توان به تعیین مطلوب پارامترهای طراحی برای تأمین عمق خیس‌شدگی موردنظر اشاره کرد (فروغی و قائمی، ۱۳۸۴).

اصلاح پیاز رطوبتی با توجه به شرایط موجود، موجب افزایش کارایی سیستم آبیاری و کارایی مصرف آب می‌شود. عوامل مؤثر در الگوی خیس‌شدگی خصوصیات خاک، عمق و ساعت آبیاری است. با توجه به ثابت بودن پارامتر خصوصیات خاک، تنها ابزار مدیریتی به‌منظور بهبود الگوی خیس‌شدگی دو پارامتر عمق و ساعت آبیاری است. در ارتباط با ارزیابی و تعیین مناسب پارامترهای طراحی در سیستم آبیاری قطره‌ای تاکنون تحقیقاتی صورت پذیرفته است. میرزایی و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از یک مدل فیزیکی، ابعاد پیاز رطوبتی و گسترش آن در زمان‌های مختلف در آبیاری قطره‌ای را بررسی کردند. روابطی با دخالت عوامل فیزیکی مؤثر در حجم خاک مرطوب شده در زیر منبع تغذیه و با استفاده از قضیه II باکینگهام و آنالیز ابعادی برای نمونه‌سازی جبهه رطوبتی به‌دست آوردند. کو و توکر (۱۹۷۵) آزمایشات مختلفی برای مقایسه میزان رطوبت خاک از یک منبع نقطه‌ای در خاک‌های با بافت متفاوت کردند. آن‌ها تأثیر دی‌های گوناگون بر توزیع رطوبت خاک تحت آبیاری قطره‌ای را در باغات مرکبات بررسی کردند و دریافتند که در خاک‌های با بافت ریز، حرکت جانبی آب نسبت به خاک‌های با بافت درشت بیشتر است. نوفیزجر و همکاران (۲۰۰۰) اثر پتانسیل ماتریک اولیه و شدت بارش در دو نوع خاک رسی و رسی-سنی را بر زمان شروع رواناب با استفاده از مدل Chemflow مورد مطالعه قرار داده و سپس روند نتایج به‌دست آمده از مدل با روند تغییرات قابل استنباط از مفاهیم تئوری مقایسه کردند و مشخص شد که با افزایش شدت بارش در کلیه خاک‌ها در یک شرایط ثابت،

زمان شروع رواناب کاهش پیدا کرده و به‌عبارتی رواناب زودتر پدیدار می‌شود.

مدیریت بهینه آب در سیستم آبیاری قطره‌ای بستگی به دو پارامتر اصلی طراحی یعنی مدت و عمق آبیاری است و از طرفی آزمایش‌های صحرائی تعیین این پارامترها نیاز به صرف زمان و هزینه زیاد است، تعمیم و استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی اهمیت زیادی دارد.

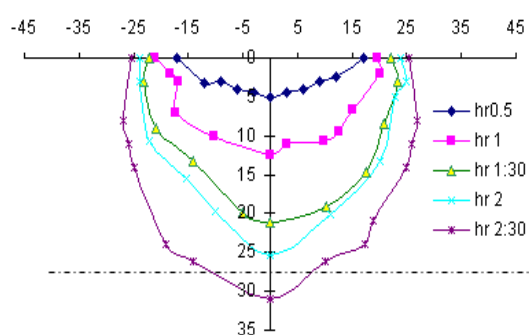
هدف این مطالعه ارزیابی و کالیبره کردن مدل Chemflow در سیستم آبیاری قطره‌ای است.

مواد و روش‌ها

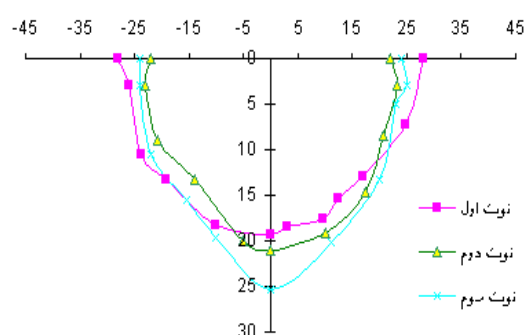
تحقیق حاضر در مزرعه پژوهشی گروه آبیاری پردیس ابوریحان دانشگاه تهران صورت گرفت. ۱۲ واحد آزمایشی به‌صورت جعبه‌هایی مربعی شکل که سه طرف آن محدود به دیواره آجری و طرف مقابل آن توسط قاب شیشه‌ای تکمیل شده بود در این طرح استفاده شد. ابعاد جعبه‌ها ۷۰ در ۷۰ سانتی‌متر و عمق آن‌ها ۸۰ سانتی‌متر بود، که ۱۵ سانتی‌متر کف آن برای زهکشی با شن درشت پر شد و بقیه آن با خاک پر شد. کلیه خصوصیات لازم مربوط به خاک شامل هدایت هیدرولیکی (۰/۵۶ متر در روز)، رطوبت اشباع خاک (۳۸ درصد وزنی) و چگالی ظاهری (۱/۳۷ گرم بر متر مکعب) و همچنین پارامترهای طراحی مشتمل بر عمق خالص آبیاری (۹/۵ میلی‌متر)، طول مدت آبیاری (۲/۳۰ ساعت) و دور آبیاری (۲ روز) اندازه‌گیری و تعیین شد.

با جمع‌آوری اطلاعات و استفاده از دستورالعمل‌های موجود، پارامترهای لازم طراحی برای تأمین نیاز آبی درخت زیتون محاسبه شد. برای تغییر در مدت زمان آبیاری، قطره‌چکان‌های میکرو فلاپر با دی‌های ۲ و ۴ لیتر در ساعت برای سیستم آبیاری قطره‌ای موجود در مزرعه با دور ثابت آبیاری در نظر گرفته شد. آبیاری واحدهای آزمایش با توجه به مشخص شدن دو پارامتر عمق و مدت آبیاری پس از طراحی صورت پذیرفت. عمق خیس‌شدگی تا ۴ ساعت پس از زمان قطع جریان در گام‌های زمانی ۱۰ دقیقه‌ای از طریق مشاهده مستقیم اندازه‌گیری شد. آزمایش برای سه نوبت آبیاری، براساس دور آبیاری انجام گرفت و کلیه داده‌های لازم اندازه‌گیری و پس از اتمام آزمایش، مدل Chemflow پارامتردهی و با استفاده از نتایج آزمایش کالیبره شد. در این

جبهه خیس شده از عمق بیشتری برخوردار بوده ولی در دبی‌های بیشتر، پیش‌روی افقی افزایش یافته و از عمق نفوذ کاسته می‌شود. در مجموع در دبی‌های کمتر حجم خیس شده افزایش می‌یابد. اجرا و ارزیابی سناریوهای مختلف نشان داد که در صورتی که دبی قطره‌چکان ۴ لیتر در ساعت انتخاب شود، آبیاری به مدت ۲ ساعت مناسب است.



شکل ۱- الگوی خیس شدگی در مدت زمان آبیاری برای نوبت سوم آبیاری



شکل ۲- الگوی خیس شدگی در نوبت‌های آبیاری در زمان ۹۰ دقیقه پس از شروع آبیاری

در این وضعیت در زمان قطع جریان تا عمق ۲۱ سانتی متری خاک آبیاری می‌شود اما پس از گذشت ۳۰ دقیقه فرایند نفوذ باعث می‌شود که عمق موردنظر به رطوبت ظرفیت زراعی برسد. درحالی که از قطره‌چکان با دبی ۲ لیتر در ساعت استفاده شود، آبیاری باید به مدت ۱ ساعت و ۵۰ دقیقه پس از قطع جریان عمق موردنظر از طریق فرایند نفوذ مرطوب شود.

همچنین نتایج نشان می‌دهد در صورتی که رطوبت اولیه در خاک تحت تاثیر یکی از عوامل مانند دور آبیاری یا افزایش میزان تبخیر و تعرق تغییر کند پارامترهای طراحی تغییر می‌کند. در شکل ۳ نتایج حاصل از اجرای مدل پس از

طرح از مدل پیشنهادی وان گنوختن برای انجام محاسبات مربوط به خصوصیات خاک استفاده شد. در مدل وان گنوختن از دو ضریب α و n استفاده شده است که این ضرایب تجربی است و برای هر نوع بافت خاک تعریف شده است. شرایط اولیه در مدل، شرایط یکنواخت در نظر گرفته شد و برای شرایط مرزی نیز، در مرز بالا مقدار شار رطوبتی و در مرز پایین زهکشی آزاد لحاظ شد.

نتایج و بحث

هدف این مطالعه، بررسی و تدقیق عمق و مدت آبیاری طراحی شده با نتایج حاصل از آزمایش است. ترسیم داده‌های اندازه‌گیری شده برای نوبت سوم آبیاری، در شکل ۱ نشان می‌دهد که عمق آب آبیاری بیش از عمق موردنظر است. به طوری که عمق موردنظر ۲۸ سانتی‌متر است در صورتی که در زمان قطع جریان، بیش از این مقدار آبیاری شده است (۳۷ سانتی‌متر). به عبارتی دیگر، آبیاری برای مدت زمان طراحی شده باعث می‌شود که عمق خیس شدگی بیش از مقدار موردنیاز در خاک باشد. علاوه بر این در زمان قطع جریان به علت فرایند نفوذ عمقی، عمق خیس شدگی نیز افزایش می‌یابد که اگر امکان پیش‌بینی زمان و مقدار این فرایند پس از زمان قطع جریان فراهم شود می‌توان عمق آب آبیاری شده را کاهش و از تلافیات آب و مواد غذایی جلوگیری به عمل آورد. توزیع رطوبت در عمق برای نوبت‌های آبیاری متفاوت پس از گذشت نود دقیقه از شروع زمان آبیاری در شکل ۲ ارائه شده است. این تغییرات گویای این مطلب است که در نوبت‌های آبیاری نحوه پیشروی رطوبت در خاک متفاوت است. به طوری که به دلیل خشک بودن خاک در آبیاری نخست و یا در زمان‌هایی که رطوبت خاک به دلایل مختلف کمتر از حد مجاز است، شدت پیشروی افقی در نوبت آبیاری اول نسبت به نوبت‌های بعدی بیشتر است. چرا که در زمان شروع جریان نیروی موینگی، الگوی خیس شدگی را کنترل می‌کند و در آبیاری نوبت اول به دلیل کم بودن رطوبت اولیه خاک در مقایسه با سایر نوبت‌ها، گسترش افقی بیشتر از نفوذ عمقی است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که کاهش زمان آبیاری از طریق افزایش دبی قطره‌چکان‌ها، تأثیر چشم‌گیری در شکل پیاز رطوبتی دارد. به طوری که در دبی‌های پایین،

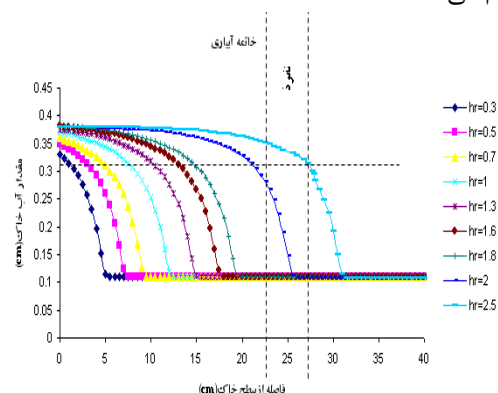
نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که مدل Chemflow امکان کالیبره کردن پارامترهای تعیین شده را پس از طراحی، فراهم می‌کند و منجر به استفاده مناسب از آب، کاهش تلفات آن و یا تنش به گیاه و کاهش هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه سیستم می‌شود. همچنین مدل این امکان را برای طراحان فراهم می‌کند که بتوانند سناریوهای متفاوت پارامترهای آبیاری را مورد بررسی قرار دهند و بهترین گزینه‌ها را انتخاب کند.

منابع

- ۱- فروغی ف. و قائمی ع. ا. ۱۳۸۴. تعیین عمق بهینه آب آبیاری گندم براساس خط‌مشی‌های مختلف مدیریتی در آبیاری بارانی عقربه‌ای. مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۹(۲): ۱-۱۵.
- ۲- میرزایی ف. لیاقت ع. سهرابی ت. و امید م. ح. ۱۳۸۴. نمونه‌سازی جبهه رطوبتی خاک از منبع تغذیه خطی در آبیاری قطره‌ای- نواری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۶(۲۳): ۵۳-۵۹.
- 3- Koo. R.C.J. and Tucker D.P.H. 1975. soil moisture distribution in citrus groves under drip irrigation. Citrus Industry 56(5): 12-17.
- 4- Nofziger. D.L. ajander K.R. Nayudu k. and Peiao Su. 2000. One-Demantional water and chemical movement in unsaturated soil. Department of Agronomy Oklahoma state university 96: 115-123.

اعمال تبخیر و تعرق روزانه معادل با ۴ میلی‌متر در روز نشان داده شده است. درحالتی که از قطره‌چکان با دبی ۴ لیتر در ساعت استفاده شود به‌علت کاهش رطوبت در روز آبیاری، نیاز به آن است که مدت آبیاری ۲ و ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شود. در این وضعیت در زمان قطع جریان تا عمق ۲۲ سانتی‌متری خاک آبیاری می‌شود اما پس از گذشت ۴۰ دقیقه فرایند نفوذ باعث می‌شود که عمق موردنظر به رطوبت ظرفیت زراعی برسد. براساس مشاهدات قبلی، علت افزایش زمان آبیاری در این حالت بیشتر بودن گسترش افقی نسبت به نفوذ عمقی در رطوبت پایین‌تر است. این قابلیت مدل امکان برنامه‌ریزی پویا و خودکار آبیاری را از طریق پایش رطوبت خاک توسط سنسورهای رطوبتی برای استفاده در سیستم‌های آبیاری خودکار توسط مدل فراهم می‌کند.



شکل ۳- نمودار الکوی خیس شدگی در حالت کاهش رطوبت خاک