Archive of SID



# یکنواختی توزیع آب و کود در سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری

احمد کریمی[۱]، مهدی همائی[۲]، عبدالمجید لیاقت[۳] و محمد معزاردلان[۴]

## چکیده

در این پژوهش یکنواختی توزیع آب و کود در سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری و تأثیر زمان بر کارآیی قطره‌چکان‌ها در طول دوره رشد گیاه، در زمینی به مساحت ۷۲۰۰ مترمربع مورد ارزیابی قرار گرفت. سیستم آبیاری طراحی شده، به‌منظور اشتقاق توابع تولید برای دو گیاه ذرت علوفه‌ای و آفتابگردان ارزیابی گردید. این سیستم در ابعاد ۹۰×۸۰ متر طراحی شد، به نحوی که در طول قطعه آزمایشی یک لوله اصلی و در عرض آن کرت‌های آزمایشی در قالب طرح تصادفی قرار گرفتند. برای کنترل و اندازه‌گیری میزان آب و کود در محل اتصال منیفلدها به لوله‌های نیمه اصلی از کنتورهای حجمی ۰/۵ اینچ استفاده شد. دبی قطره‌چکان‌ها با قرار دادن ظروف پلاستیکی در زیر آنها در طول دوره رشد گیاه در زمان آبیاری و کوددهی اندازه‌گیری گردید. یکنواختی های توزیع و انتشار آب و کود، در نوارهایی به‌طول ۲۰ و ۶۰ متر در طول دوره رشد گیاه اندازه‌گیری گردید. یکنواختی توزیع آب در طول دوره رشد گیاه در نوارهای آبیاری قطره‌ای به‌طول ۲۰ متر طی پنج نوبت اندازه‌گیری ۹۴/۴ درصد و برای نوارهای آبیاری قطره‌ای به‌طول ۶۰ متر طی شش نوبت اندازه‌گیری ۹۷/۲ درصد به‌دست آمد. یکنواختی توزیع کود در طول دوره رشد گیاه در نوارهای آبیاری قطره‌ای به‌طول ۲۰ متر طی چهار نوبت اندازه‌گیری، ۹۱/۵ درصد و برای نوارهای آبیاری قطره‌ای به‌طول ۶۰ متر ۹۴/۸ درصد محاسبه شد. یکنواختی خروج آب از سیستم که به نوعی بیان کننده راندمان آن می‌باشد به‌طور متوسط و به‌ترتیب ۹۶/۶ و ۹۵/۵ درصد برای نوارهای آبیاری به‌طول ۲۰ و ۶۰ متر به‌دست آمد. یکنواختی خروج یا انتشار کود در سیستم به‌طور متوسط به‌ترتیب ۹۱/۳ و ۹۱/۵ درصد برای نوارهای آبیاری به‌طول ۲۰ و ۶۰ متر تعیین شد. یکنواختی انتشار آب و کود در سیستم بیان کننده راندمان بسیار بالای آن می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری قطره‌ای- نواری، ضریب یکنواختی، معادله کریستین‌سن، یکنواختی انتشار

۱. دانشجوی دکتری گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۲. دانشیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳. دانشیار گروه آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۴. دانشیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

www.SID.ir

Archive of SID

## مقدمه

بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف کننده آب در جهان است و در مناطق خشک، کشت آبی ۵۰ تا ۸۵ درصد کل آب را مصرف می‌کند (قاسم‌زاده مجاوری، ۱۳۷۹). راندمان مصرف آب در بخش کشاورزی ۳۰ تا ۳۵ درصد بوده و بخش بزرگی از آب استحصالی در مسیر انتقال به مزرعه تلف می‌شود (صادق‌زاده و کشاورز، ۱۳۷۹). بیشترین تلفات آب به‌ترتیب در حین کاربرد آب در سطح مزرعه و انتقال اتفاق می‌افتد و چنانچه این گونه تلفات کاهش یابد، راندمان افزایش می‌یابد. لذا با توجه به بحران کم آبی که طی سال‌های اخیر حادتر شده است، اتخاذ راه‌کارهای مناسب برای بهره‌برداری بهینه از آب‌های موجود از وظایف ملی و اولویت‌دار به‌شمار می‌آید. با توجه به منابع محدود آب، رشد سریع جمعیت و نیاز به تأمین غذای بیشتر، افزایش راندمان تولید در مزرعه اجتناب ناپذیر است. بدیهی است توسعه اراضی آبی کشور و رساندن آنها به بیش از ۷ میلیون هکتار، با منابع آب فعلی عملی نخواهد بود. لذا تغییر الگوی مصرف و مدیریت آب در مزرعه و افزایش سطح زیر کشت از راه صرفه‌جویی در مصرف آب موجود می‌تواند راه حلی مناسب باشد. یکی از روش‌های نیل به این اهداف استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد، که در بین آنها آبیاری قطره‌ای از بازدهٔ بیشتری (حدود ۹۰ درصد) برخوردار است. آبیاری قطره‌ای- نواری[1] نیز هم اکنون در جهان گسترش چشم‌گیری یافته و مدت کوتاهی است که در ایران نیز ترویج می‌شود. یکی از محاسن آبیاری تحت فشار قابلیت مصرف کود به همراه آب آبیاری است که این امر باعث افزایش کارآیی مصرف کود می‌گردد. روش‌های آبیاری قطره‌ای به لحاظ پتانسیل ایده‌آل در توزیع آب یا راندمان بالا یک راه حل مناسب جهت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند، به شرطی که انتخاب، طراحی، اجرا و بهره‌برداری سیستم با دقت کافی و اصولی انجام گیرد. لذا در راستای گسترش کمی، بایستی کیفیت طرح‌ها نیز مورد توجه قرار گیرد و با ارزیابی طرح‌های اجرا شده فاکتورهای ارزیابی نظیر یکنواختی توزیع، راندمان سیستم و نحوه عملکرد سیستم مشخص گردد و با ارائه راه‌حل‌های ساده در جهت رفع نواقص گام‌های مؤثری برداشته شود تا سیستم با حداکثر پتانسیل مورد بهره‌برداری قرار گیرد و از طرفی راهبردهایی جهت توسعه اصولی آبیاری قطره‌ای در منطقه معرفی گردد. روش آبیاری بر بازدهٔ کود- آبیاری تأثیر زیادی دارد. در کود- آبیاری، کود به حالت محلول در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. بنابراین، مدیریت آبیاری بسیار مهم و از عوامل تعیین کننده برکارآیی کود- آبیاری است. بازدهٔ آبیاری و توزیع یکنواخت آن، کارآیی این روش را افزایش می‌دهد. بازدهٔ آبیاری و توزیع یکنواخت آن در روش‌های مختلف آبیاری متفاوت است. بنابراین، کارآیی کود- آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری متغیر است. با گذشت چند سال از اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار و مقبول واقع شدن آن در بین کشاورزان بجا خواهد بود که به بررسی و ارزیابی عملکرد این سیستم‌ها پرداخته شود تا نکات مثبت و منفی آن مشخص و از این نکات برای طراحی و اجرای طرح‌های آینده استفاده گردد و هر سیستم با یکسری اعمال مدیریت‌های مناسب بهینه شده و راندمان آبیاری بالا رود. در شرایط کنونی که چند سالی از توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار می‌گذرد و تا حدودی این سیستم‌ها جایگاه خود را در کشاورزی باز کرده و کارهای ترویجی مناسبی صورت گرفته است، جا دارد که در کنار توسعه کمی روش‌ها به توسعه کیفی نیز پرداخته شود. ارزیابی در پروژه‌هایی که به نوعی به خاک و شرایط آب و هوائی و اقلیم مربوط می‌شوند، از اهمیت خاصی برخوردار است. چرا که خاک یک پدیده پیچیده بوده و به صورت تئوریک نمی‌توان روابط آن را با سایر مشخصه‌های پروژه به‌طور دقیق تعیین کرد و یا اینکه در آزمایشگاه پارامترهای مربوط به خاک را که در

1. Tape Irrigation

www.SID.ir

طراحی مورد استفاده قرار می‌گیرند با دقت ۱۰۰ درصد به‌دست آورد ( قاسم‌زاده مجاوری، ۱۳۷۷). در پروژه‌های آبیاری مسئله ارزیابی اهمیت خاصی دارد. بدین منظور در این تحقیق سعی شده از آنجائیکه سیستم آبیاری طراحی شده به‌منظور انجام کار تحقیقاتی بوده و دقت لازم برای کنترل بسیاری از شرایط لحاظ شده است، از مفاهیم کلی یکنواختی توزیع، جهت ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری، استفاده شود.

کشاورز (۱۳۵۸)، در تحقیقی به‌صورت موضوعی به مسائل کلی و پایه‌ای اشاره نموده و از سیستم‌های تحت فشار اجرا شده انتقاد کرده است. سلامت‌منش (۱۳۷۵) در سطح استان سمنان پنج سیستم آبیاری قطره‌ای را مورد ارزیابی قرار داده است. متوسط یکنواختی ریزش در سیستم‌های مورد ارزیابی از ۵۷/۲ تا ۸۱/۷ درصد متغیر بوده است. اکرام‌نیا (۱۳۷۵) چند نمونه قطره‌چکان ساخت داخل را مورد ارزیابی هیدرولیکی قرارداده و ضریب تغییرات ساخت آنها را به‌دست آورده است. او قطره‌چکان‌های با دبی متغیر را غیر قابل قبول، قطره‌چکان‌های جبران کننده فشار را ضعیف و چند نمونه از قطره‌چکان‌های داخل خط روزنه‌ای و داخل خط مسیر بلند را خوب ارزیابی کرده است. در سطح جهانی، تحقیقات انجام شده در زمینه ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بیشتر از ایران می‌باشد. لی و رائو (۲۰۰۳) در تحقیقی روی ارزیابی تأثیر غیر یکنواختی کود و آب در سیستم آبیاری بارانی بر عملکرد محصول گندم نشان دادند که با افزایش یکنواختی توزیع آب، یکنواختی توزیع کود نیز افزایش می‌یابد و بیان کردند که توزیع آب وکود از یک توزیع نرمال در این سیستم برخوردار است. در این تحقیق یکنواختی توزیع کود و آب تأثیری معنی‌دار بر عملکرد محصول نشان نداد. کنگ و همکاران (۱۹۷۹) شاهده کردند که مصرف ازت و پتاسیم به‌صورت کود- آبیاری از راه آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری نواری، عملکرد فلفل سبز را ۱۵ درصد افزایش می‌دهد. همچنین مصرف فسفر از طریق آبیاری قطره‌ای نسبت به روش نواری میزان جذب فسفر را در گوجه‌فرنگی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد.

این تحقیق با هدف ارزیابی توزیع آب و کود در سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری که برای اشتقاق توابع تولید برای دو گیاه ذرت علوفه‌ای و آفتابگردان طراحی شده بود، اجرا گردید. برای اشتقاق توابع فرض یکنواختی توزیع آب و کود در نظر گرفته می‌شود. بنابراین آگاهی از چگونگی توزیع آب و کود برای قضاوت صحیح در مورد نتایج به‌دست آمده برای توابع تولید از اهمیت برخوردار بود. در این تحقیق ازت، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس، و بر به شکل محلول به‌صورت کود- آبیاری در اختیار گیاه قرار گرفت و چگونگی توزیع آب و کود در سطح کرت‌های آزمایشی و تأثیر زمان بر کارآیی قطره‌چکان‌ها در طول دوره رشد گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت. در این آزمایش با توجه به خصوصیات سیستم مورد استفاده، فرض بر این است که آب و به تبع آن کودها به‌صورت یکنواخت در سطح کرت‌های آزمایشی توزیع می‌شوند و در تیمارهای کود آبیاری در سطح هر کرت آزمایشی، گیاهان از مقدار یکسان کود و آب، متناسب با تیمار مورد نظر برخوردار می‌شوند.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۳ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی شهرکرد، در خاکی با بافت سطحی رسی سیلتی و در زمینی به ابعاد ۹۰×۸۰ متر به اجرا در آمد. برای این منظور در جهت طول زمین و مرکز قطعه مورد نظر لوله اصلی آبرسانی قرار گرفت. کرت‌های آزمایشی در جهت عرض زمین و عمود بر لوله اصلی در قالب طرح کاملاً تصادفی قرار داده شدند. لوله‌های جانبی به‌طول ۲۰ متر و برای هر کرت ۳ لوله جانبی در نظر گرفته شد. برای این آزمایش، سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری مناسب طراحی گردید. در این روش آبیاری، آب با فشار کم (حدود

Archive of SID

www.SID.ir

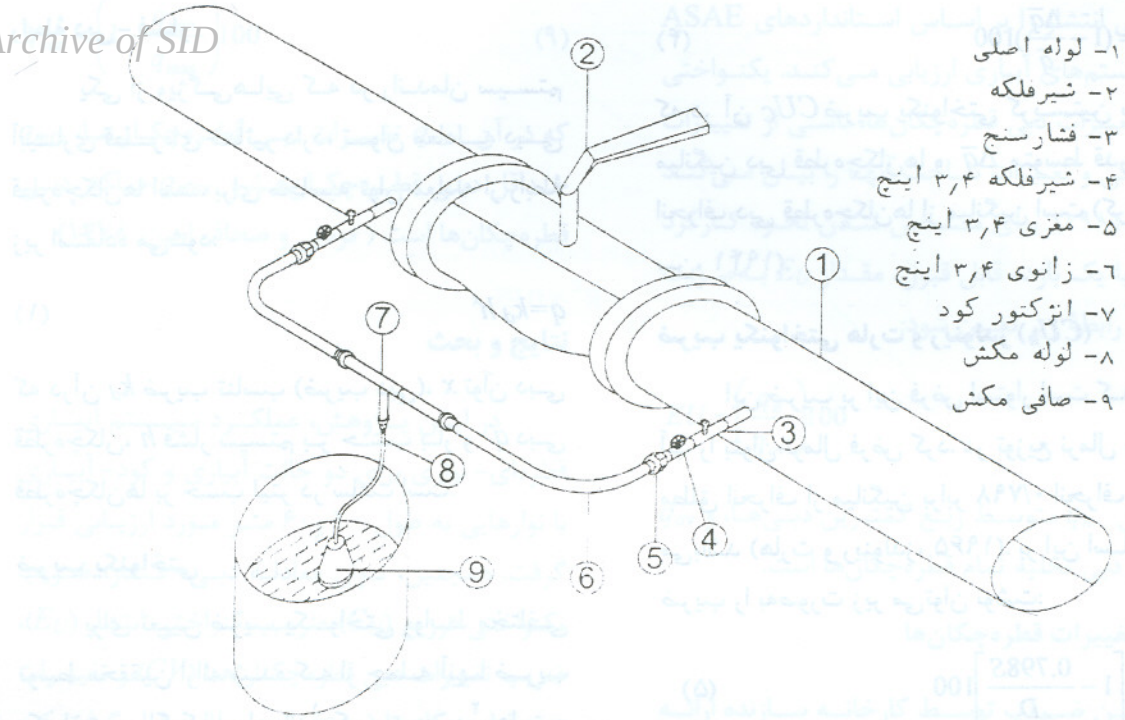
Archive of SID

۰/۶ بار) پس از عبور از دستگاه کنترل مرکزی به‌وسیله لوله‌هایی که در کل سطح زمین پخش شده، پس از عبور از قطره‌چکان‌هایی که روی نوارهای آبده قرار گرفته‌اند، به‌صورت قطره قطره و به‌طور ممتد به اندازه نیاز گیاه به خاک داده می‌شود. به‌منظور تأمین فشار کارکرد نوارهای آبیاری باید در ابتدای سیستم، تأسیساتی برای تأمین فشار پمپ در نظر گرفته شود. فشار لازم برای کارکرد این نوارها بین ۰/۷-۰/۳ اتمسفر است. چون منبع تغذیه آب سیستم، فشاری بیشتر از این مقدار دارد از دستگاه فشار شکن استفاده گردید. به‌منظور تأمین فشار از پمپ اسپیکو[1] مدل S-28 با دهانه خروجی ۲ اینچ، قدرت ۱/۷ کیلووات، ۲۸۰۰ دور در دقیقه، حداکثر فشار ۲۸ متر و حداکثر دبی ۴۵۰ لیتر در دقیقه که با ولتاژ ۲۲۰ ولت با ۱۰ درصد نوسان کار می‌کند استفاده گردید. لوله‌های اصلی از جنس پلی اتیلن بوده که آب را از دستگاه کنترل مرکزی به لوله‌های نیمه اصلی می‌رساند. لوله‌های رابط یا منیفلدها از جنس پلی اتیلن بوده و آب را از لوله نیمه اصلی به لوله‌های فرعی که قطره‌چکان‌ها بر روی آن قرار دارند می‌رساند. در این سیستم برای کنترل و اندازه‌گیری میزان آب و کود در محل اتصال منیفلدها به لوله نیمه اصلی از کنتورهای حجمی ۰/۵ اینچ استفاده گردید. جهت جلوگیری از گرفتگی نوارها، توسط ذرات معلق بین خط توزیع و خط تغذیه کننده یک فیلتر دیسکی با منافذ ۱۵۰ نصب گردید. برای کنترل فشار لازم در سیستم، از یک شیر فلکه و یک لوله فرعی قبل از ورود آب به لوله نیمه اصلی استفاده شد، که با باز نمودن آن و انتقال آب اضافی به قسمت کشت ازدیادی حاشیه اجرای آزمایش، فشار لازم در سیستم تنظیم می‌گردید. به‌منظور کوددهی همراه با آب آبیاری روش‌های تزریق مختلفی وجود دارد. در این آزمایش، از روش تزریق با ایجاد اختلاف فشار استفاده شد. در این روش تزریق کننده کود، محلول کودی را از یک تانک روباز کشیده و آن را با جابجایی با فشار به داخل سیستم آبیاری تزریق می‌نماید. برای جلوگیری از برگشت محلول کودی به داخل منبع، در مواقعی که جریان آب ممکن است قطع گردد، یک محفظه هوا و شیر یک‌طرفه بر روی خط اصلی آبیاری، در بالا دست جایی که مواد کودی تزریق می‌شود نصب گردید. یک شیر یک‌طرفه دیگر برای ممانعت از برگشت آب آبیاری و لبریز شدن تانک کود زمانی که پمپ تزریق در حال کار نمی‌باشد، روی خط لوله کوددهی نصب گردید. در روش اختلاف فشار برای تزریق کود به آب، تانک محلول کود، تحت همان فشاری است که خط اصلی آبیاری قرار دارد. یک لوله باریک‌تر (ونتوری) می‌تواند برای افزایش معنی‌دار اختلاف فشار بین دو نقطه در طول خط اصلی با حداقل تلفات انرژی مورد استفاده قرار گیرد. شکل شماره (۱) چگونگی اتصال تزریق کننده کود را به شبکه آبیاری نشان می‌دهد. در طول نوارهای آبیاری منافذی با فواصل ۱۰، ۲۰ یا ۳۰ سانتی‌متر تعبیه شده‌اند، که آب پس از عبور از شیارهای مارپیچ و افت فشار، به‌صورت قطره‌ای از این منافذ خارج شده و در پای ریشه گیاه توزیع می‌گردد. نوارهای آبیاری قطره‌ای- نواری دارای شیار زیگزاک شکل جهت عبور آب می‌باشند که برای کنترل مقدار آب خروجی بکار می‌رود. اندازه مقطع این شیارها بزرگ‌تر از قطر اکثر قطره‌چکان‌های موجود می‌باشد. این امر موجب گرفتگی کمتر نوارهای آبیاری می‌گردد. نوارهای آبیاری قطره‌ای با فشار ۰/۳ تا ۱/۳ اتمسفر کار می‌کنند که در این صورت هر متر آن می‌تواند از ۳/۸ تا ۴/۵ لیتر در ساعت آبدهی داشته باشد. قطر داخلی نوارها معمولاً بین ۱۶/۵ تا ۲۰ میلی‌متر می‌باشد. در این آزمایش از نوارهای با مشخصات فنی AJCT دارای ارقام ۴۵۰- ۳۰ - ۰۷ -۱۶/۵ که آبدهی آن برای ۱۰۰ متر طول ۴۵۰ لیتر در ساعت، فاصله خروجی‌ها ۳۰ سانتی‌متر، ضخامت آن ۰/۱۷۵ میلی‌متر، و قطر داخلی آن ۱۶/۵ میلی‌متر می‌باشد، استفاده شد.

1. Spico

www.SID.ir

Archive of SID




شکل ۱: چگونگی اتصال تزریق کننده کود به سیستم آبیاری

به‌منظور ارزیابی هیدرولیکی توزیع آب و کود در سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری، ابتدا رابطهٔ فشار- دبی قطره‌چکان‌ها تعیین گردید. برای این کار چهار لوله قطره‌ای- نواری با احتساب ۴ تکرار انتخاب گردید و با قرار دادن ظروف پلاستیکی در زیر قطره‌چکان‌ها با تنظیم فشار سیستم در فشارهای ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، و ۰/۸ بار، دبی قطره چکان‌ها اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی روند تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها طی دوره رشد، دبی آنها در فشار ۰/۶ بار در پنج نوبت آبیاری با فاصله زمانی متوسط ۲۱ روز اندازه‌گیری گردید. برای ارزیابی هیدرولیکی توزیع کود در سیستم، با تزریق کلرور پتاسیم (به‌دلیل سهولت اندازه‌گیری) و قرار دادن ظروف پلاستیکی در زیر قطره‌چکان‌ها در چهار لوله قطره‌ای- نواری، دبی قطره‌چکان‌ها اندازه‌گیری و نمونه‌های محلول زیر قطره‌چکان‌ها جهت اندازه‌گیری غلظت یون پتاسیم جمع‌آوری گردید. نمونه‌برداری و اندازه‌گیری طی فصل کشت در چهار نوبت به‌عمل آمد. به‌منظور بررسی تأثیر طول لوله‌های قطره‌ای- نواری در چگونگی توزیع آب و کود، لوله قطره‌ای- نواری به سه قسمت ۲۰ متری تقسیم و اندازه‌گیری‌ها در هر قسمت انجام می‌شد. در این آزمایش از تزریق کننده کود که قابلیت کنترل و تزریق کود را دارد در خط اصلی جریان آب استفاده گردید. این تزریق کننده با نازل‌های مختلف و تحت فشارهای متفاوت، دبی تزریق مختلفی دارد که می‌توان کود را با غلظت مورد نیاز به خاک اضافه کرد. با استفاده از نتایج به‌دست آمده در اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای بر روی سیستم، رابطهٔ فشار- دبی، ضریب یکنواختی توزیع[1] ($C_U$)، یکنواختی خروج یا انتشار، و تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها و ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها محاسبه گردید.

1. Coefficient Uniformity

www.SID.ir

**رابطهٔ دبی- فشار**

یکی از ویژگی‌هایی که در راندمان سیستم آبیاری قطره‌ای تأثیر دارد، توان معادله دبی قطره‌چکان‌ها است. برای محاسبه توان معادله از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

$$q=k_d.h^x \qquad (۱)$$

که درآن $k_d$ ضریب تناسب (ضریب دبی)، $x$ توان دبی قطره‌چکان، $h$ فشار سیستم بر حسب بار و $q$ دبی قطره‌چکان‌ها بر حسب لیتر در ساعت است.

**ضریب یکنواختی**

برای تعیین ضریب یکنواختی روابط مختلفی توسط محققین ارائه شده که از جمله آنها ضریب یکنواختی ویلکوکس- اسوالز[1]، کریستین‌سن[2]، هارت و رینولدز[3] و کارملی[4] را می‌توان نام برد.

**ضریب یکنواختی ویلکوکس ($CU_W$)**

این ضریب از روی انحراف معیار داده‌ها، مطابق زیر به‌دست می‌آید:

$$S=\frac{(D_i-D)^2}{n} \qquad (۲)$$

$$CU_w=\left[1-\frac{S}{D}\right]100 \qquad (۳)$$

که در آن $CU_W$ ضریب یکنواختی ویلکوکس، $S$ انحراف معیار، $D_i$ عمق آب در هر یک از قوطی‌های جمع‌آوری آب، $D$ میانگین عمق آب جمع‌آوری شده در قوطی‌های شبکه محاسباتی، و $n$ تعداد قوطی‌ها می‌باشد.

**ضریب توزیع یکنواختی کریستین‌سن ($CU_C$)**

به‌صورت زیر بیان می‌گردد:

$$CU_C=(1-\frac{\Delta\bar{q}}{\bar{q}})100 \qquad (۴)$$

Archive of SID

که در آن $CU_C$ ضریب یکنواختی کریستین سن، $\bar{q}$ میانگین دبی قطره‌چکان‌ها و $\Delta\bar{q}$ متوسط قدر مطلق انحراف دبی قطره‌چکان‌ها از میانگین است (کریستین سن، ۱۹۴۱).

**ضریب یکنواختی هارت و رینولدز ($CU_h$)**

این ضریب بر این فرض استوار است که توزیع آب را بتوان نرمال فرض کرد. در توزیع نرمال متوسط مطلق انحراف از میانگین برابر ۰/۷۹۸ انحراف از معیار می‌باشد (هارت و رینولدز، ۱۹۶۵). بر این اساس این ضریب را به‌صورت زیر می‌توان نوشت:

$$CU_h=\left[1-\frac{0.798S}{D}\right]100 \qquad (۵)$$

**ضریب یکنواختی کارملی ($CU_K$)**

این ضریب بر اساس رگرسیون خطی و استفاده از ضریب یکنواختی کریستین سن استوار است و به‌صورت زیر بیان می شود:

$$CU_k=100[1-0.5(D_{max}-D)] \qquad (۶)$$

که در آن $CU_k$ ضریب یکنواختی کارملی، $D_{max}$ حداکثر آب جمع‌آوری شده در قوطی‌ها، و $D$ متوسط آب جمع‌آوری شده در قوطی‌ها است (کلر و کارملی، ۱۹۷۵).

**ضریب یکنواختی[5] ریزش آب در قطره‌چکان‌ها ($E_U$)**

معیاری است که یکنواختی ریزش را از تمام نقاط ریزش در داخل یک سیستم آبیاری قطره‌ای نشان می‌دهد. این یکنواختی به ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان، آرایش قطره‌چکان‌ها، و تغییرات فشار سیستم بستگی دارد (ضیاءتبار احمدی، ۱۳۷۱؛ فرشی و صحاف امین، ۱۳۷۸؛ قاسم‌زاده مجاوری، ۱۳۷۷). یکنواختی انتشار معیاری است که در طراحی سیستم‌های آبیاری استفاده می‌شود. این معیار

1. Willcoks & Swalls
2. Christiansen
3. Hart & Rynoldze
4. Karmeli

5. Emission Uniformity

www.SID.ir

یکنواختی انتشار را بر اساس استانداردهای ASAE برای سیستم‌های آبیاری ارزیابی می‌کند. یکنواختی انتشار، تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها، ناشی از تغییرات هیدرولیکی و تغییرات ساخت آنها را بیان می‌کند (آسائی، ۱۹۸۲). برای مشخص شدن نحوه کارکرد سیستم با یک بازده قابل قبول، مقدار $E_U$ به‌صورت درصد از رابطهٔ زیر تعیین شود:

$$EU = \left(\frac{q_n}{q_{av}}\right)100 \qquad (۷)$$

که در آن $q_n$ متوسط ربع کمترین دبی‌ها، و $q_{av}$ میانگین دبی تخلیه تمام قطره‌چکان‌ها است.

### ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها

این ضریب توسط کارخانه سازنده ارائه می‌گردد. با اندازه‌گیری دبی از حداقل ۵۰ قطره‌چکان در فشار مبنا و با استفاده از رابطهٔ زیر می‌توان این ضریب را نیز محاسبه نمود:

$$CV = \frac{S_d}{q_{av}} \qquad (۸)$$

که در آن $S_d$ انحراف معیار دبی در نمونه‌ها و $q_{av}$ دبی متوسط قطره‌چکان‌ها است. این ضریب پارامتری مفید با اهمیت فیزیکی ثابت است. زیرا، دبی قطره‌چکان‌ها در یک فشار معین دارای توزیع نرمال است. اهمیت فیزیکی $CV$ از منحنی‌های توزیع نرمال زنگوله‌ای شکل ناشی می‌شود که در آنها، تمام دبی‌های مشاهده اساساً در دامنه $q_{av}(1 \pm 3CV)$ قرار می‌گیرند (ضیاءتبار احمدی، ۱۳۷۱).

### تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها

یکی از روش‌های ساده جهت تعیین یکنواختی توزیع آب در قطره‌چکان‌ها، محاسبه تغییرات دبی با استفاده از رابطهٔ زیر می‌باشد:

$$q_{var} = \left(1 - \frac{q_{min}}{q_{max}}\right)100 \qquad (۹)$$

Archive of SID

که در آن $q_{var}$ تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها، $q_{min}$ حداقل دبی قطره‌چکان‌ها، و $q_{max}$ حاکثر دبی قطره‌چکان‌ها است ( فرشی و صحاف امین، ۱۳۷۸).

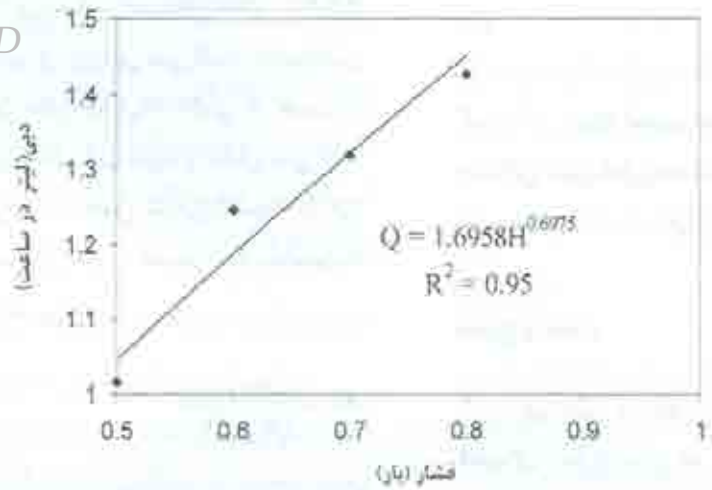
## نتایج و بحث

در این پژوهش، عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری برای دو حالت آبیاری و کود- آبیاری با نوارهایی به طول ۲۰ و ۶۰ متر مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین، توان معادله دبی- فشار، ضریب یکنواختی توزیع ($C_U$) ضریب یکنواختی انتشار ($E_U$)، ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها ($CV$) و تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها ($q_{ave}$) مورد مطالعه قرار گرفت که نتایج آن بحث خواهد شد.

نتایج اندازه‌گیری رابطهٔ فشار آب با دبی قطره‌چکان‌ها در شکل شماره (۲) نشان داده شده است. بهترین معادله برازش شده، نشان می‌دهد که ضریب دبی برابر ۱/۶۹۵۸ و توان معادله برابر ۰/۶۹۷۵ می‌باشند. توان معادله بیان کننده شیب منحنی برازش است که عموماً به رژیم جریان بستگی دارد. مقدار این توان بین صفر تا یک تغییر می‌کند. هر چه مقدار آن کوچک‌تر باشد، رژیم جریان متلاطم‌تر می‌گردد. در صورتیکه مقدار آن کوچک باشد، دبی قطره‌چکان کمتر تحت تأثیر تغییرات فشار بوده و در نتیجه می‌توان افت مجاز را در لوله‌های فرعی و رابط بیشتر گرفت. در نتیجه، می‌توان قطر لوله‌ها را کمتر در نظر گرفت که این موجب کاهش هزینه‌ها می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID




شکل ۲: رابطه دبی- فشار قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری

بر اساس جدول شماره (۱) که درجه بندی استاندارد توان معادله دبی- فشار را نشان می‌دهد، نوارهای قطره‌ای- نواری استفاده شده در این تحقیق متوسط ارزیابی می‌شوند ( قاسم‌زاده مجاوری، ۱۳۷۷).

بنابراین، به‌نظر می‌رسد نوارهای مورد استفاده تحت تأثیر فشار سیستم قرار دارند و باید برای تأمین فشار لازم و کنترل آن در طراحی اینگونه سیستم‌ها دقت کافی به‌عمل آورد.

جدول ۱: درجه بندی استاندارد توان معادله دبی- فشار (قاسم زاده مجاوری، ۱۳۷۷)

| عالی | خوب | متوسط | ضعیف |
|---|---|---|---|
| ۰ | ۰-۰/۵ | ۰/۵-۱ | ۱ |

یکی از معیارهای مهم در طراحی آبیاری قطره‌ای، توازن بین دبی قطره‌چکان‌ها و نیاز آبی گیاه است. این توازن هنگامی به‌دست می‌آید که دبی خروجی قطره‌چکان‌ها در طول یک لوله جانبی یکنواخت باشد. ضریب یکنواختی توزیع آب در طول لوله‌های جانبی برای نوارهایی به طول‌های ۲۰ و ۶۰ متر محاسبه شد که به‌ترتیب در جداول شماره (۲) و (۳) ارائه شده‌اند. ضریب یکنواختی برای نوارهای آبیاری به طول ۲۰ متر بین ۹۵ تا ۹۸ درصد (با میانگین ۹۴/۴ درصد) و برای نوارهای ۶۰ متری بین ۹۶ تا ۹۸ درصد (با میانگین ۹۷/۲ درصد) تعیین گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: ضریب یکنواختی توزیع آب در نوارهایی به‌طول ۲۰ متر*

| تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها (درصد) | ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها (درصد) | یکنواختی انتشار (درصد) | ضریب یکنواختی (درصد) | انحراف معیار | میانگین ربع کمترین دبی‌ها (لیتر در ساعت) | متوسط قدر مطلق انحراف از میانگین | میانگین دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) | تاریخ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۶ | ۴/۱ | ۹۵ | ۹۷ | ۰/۰۵۱ | ۱/۱۹ | ۰/۰۳۷ | ۱/۲۵ | ۸۳/۳/۲۳ |
| ۱۲ | ۴/۲ | ۹۶ | ۹۸ | ۰/۰۵۳ | ۱/۲۱ | ۰/۰۲۶ | ۱/۲۶ | ۸۳/۴/۲۱ |
| ۲۴ | ۵/۶ | ۹۳ | ۹۶ | ۰/۰۸۳ | ۱/۳۶ | ۰/۰۶۲ | ۱/۴۷ | ۸۳/۵/۱۰ |
| ۲۳ | ۶/۹ | ۹۳ | ۹۵ | ۰/۰۹۴ | ۱/۲۵ | ۰/۰۶۴ | ۱/۳۵ | ۸۳/۵/۱۹ |
| ۱۵ | ۳/۷ | ۹۵ | ۹۷ | ۰/۰۵۰ | ۱/۴۱ | ۰/۰۴۳ | ۱/۴۸ | ۸۳/۶/۱ |
| ۲۰ | ۴/۹ | ۹۴/۴ | ۹۶/۶ | ۰/۰۶۶ | ۱/۳۸ | ۰/۰۴۶ | ۱/۳۶ | میانگین |

* اعداد جدول میانگین چهار تکرار در هر نوبت اندازه‌گیری است.

جدول ۳: ضریب یکنواختی توزیع آب در نوارهایی به‌طول ۶۰ متر*

| تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها (درصد) | ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها (درصد) | یکنواختی انتشار (درصد) | ضریب یکنواختی (درصد) | انحراف معیار | میانگین ربع کمترین دبی‌ها (لیتر در ساعت) | متوسط قدر مطلق انحراف از میانگین | میانگین دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) | تاریخ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۶ | ۳/۳ | ۹۵ | ۹۸ | ۰/۰۴۴ | ۱/۲۶ | ۰/۰۳۳ | ۱/۳۲ | ۸۳/۳/۱۲ |
| ۱۸ | ۲/۶ | ۹۵ | ۹۶ | ۰/۰۵۹ | ۱/۲۱ | ۰/۰۴۷ | ۱/۲۸ | ۸۳/۳/۳۰ |
| ۱۵ | ۲/۷ | ۹۶ | ۹۸ | ۰/۰۳۶ | ۱/۲۹ | ۰/۰۲۸ | ۱/۳۴ | ۸۳/۴/۱۵ |
| ۱۵ | ۳/۵ | ۹۶ | ۹۷ | ۰/۰۴۷ | ۱/۳۱ | ۰/۰۳۹ | ۱/۳۷ | ۸۳/۴/۳۰ |
| ۱۸ | ۲/۸ | ۹۵ | ۹۷ | ۰/۰۵۳ | ۱/۳۲ | ۰/۰۴۲ | ۱/۴۰ | ۸۳/۵/۱۵ |
| ۱۷ | ۳/۸ | ۹۶ | ۹۷ | ۰/۰۵۳ | ۱/۳۲ | ۰/۰۴۵ | ۱/۳۸ | ۸۳/۶/۱ |
| ۱۶/۵ | ۳/۶ | ۹۵/۵ | ۹۷/۲ | ۰/۰۴۹ | ۱/۲۹ | ۰/۰۳۹ | ۱/۳۵ | میانگین |

* اعداد جدول میانگین چهار تکرار در هر نوبت اندازه‌گیری است.

ضریب یکنواختی توزیع کود نیز در طول لوله‌های جانبی برای نوارهای به طول ۳۰ و ۶۰ متر محاسبه شد که نتایج آن به‌ترتیب در جدول‌های شماره (۴) و (۵) ارائه شده است. این ضریب برای نوارهای به‌طول ۲۰ متر بین ۸۲ تا ۹۹ درصد (با میانگین ۹۱/۵ درصد) و برای نوارهای به‌طول ۶۰ متر بین ۹۴ تا ۹۶ درصد (با میانگین ۹۴/۸ درصد) در نوسان بود. از طرفی با استفاده از رابطهٔ (۹) تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها جهت تعیین یکنواختی توزیع آب محاسبه گردید که نتایج آن در جدول‌های شماره (۲) و (۳) ارائه شده است. با به‌دست آوردن $q_{var}$ می‌توان یکنواختی پخش آب را در قطره‌چکان‌ها به‌صورت

www.SID.ir

جدول شماره (۶) طبقه بندی کرد (فرشی و صحاف امین، ۱۳۷۸ ؛ ناکایاما و همکاران، ۱۹۷۹). در مجموع، با توجه به میانگین تغیرات ضریب یکنواختی از ۹۴/۴ تا ۹۷/۲ درصد در حالت آبیاری و ۹۱/۵ تا ۹۴/۸ درصد در حالت کود- آبیاری، و همچنین تغییرات دبی ۲۰ و ۱۶/۵ درصد به‌ترتیب برای نوارهای آبیاری به‌طول ۲۰ و ۶۰ متر می‌توان قابلیت یکنواختی توزیع آب و کود را در سیستم قابل قبول ارزیابی کرد.

یکنواختی انتشار آب ($Eu$)، برای مشخص شدن نحوه کارکرد سیستم با یک بازده قابل قبول با استفاده از نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها و رابطهٔ (۷) محاسبه و نتایج آن در جدول‌های شماره (۲) و (۳) به‌ترتیب برای نوارهای به طول ۲۰ و ۶۰ متر ارائه شده است. همچنین برای شرایط کود- آبیاری نحوه کارکرد سیستم بررسی و نتایج آن در جداول شماره (۴) و (۵) به‌ترتیب برای نوارهای به‌طول ۲۰ و ۶۰ متر نشان داده شده است.

Archive of SID

جدول ۴: ضریب یکنواختی توزیع کود در نوارهایی به طول ۲۰ متر*

| ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها (درصد) | یکنواختی انتشار (درصد) | ضریب یکنواختی (درصد) | انحراف معیار | میانگین ربع کمترین غلظت‌ها (میلی‌گرم در لیتر) | متوسط قدر مطلق انحراف از میانگین | میانگین غلظت کود در زیر قطره‌چکان‌ها (میلی‌گرم در لیتر) | تاریخ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲/۲ | ۹۹ | ۹۹ | ۲/۳ | ۱۰۶ | ۱/۳۱ | ۱۰۷ | ۸۳/۳/۲۳ |
| ۹/۴ | ۸۹ | ۸۲ | ۴۱/۷ | ۳۹۳ | ۷۹ | ۴۴۴ | ۸۳/۴/۱۳ |
| ۹/۹ | ۸۸ | ۹۲ | ۳۸/۵ | ۳۴۲ | ۳۲ | ۳۸۷ | ۸۳/۴/۲۸ |
| ۹/۷ | ۸۹ | ۹۳ | ۳۱/۹ | ۲۹۲ | ۲۲ | ۳۲۸ | ۸۳/۵/۱۰ |
| ۷/۸ | ۹۱/۳ | ۹۱/۵ | ۲۸/۶ | ۲۸۳/۳ | ۳۳/۶ | ۳۱۶/۵ | میانگین |

*: اعداد جدول میانگین چهار تکرار در هر نوبت اندازه‌گیری است.

جدول ۵: ضریب یکنواختی توزیع کود در نوارهایی به طول ۶۰ متر*

| ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها (درصد) | یکنواختی انتشار (درصد) | ضریب یکنواختی (درصد) | انحراف معیار | میانگین ربع کمترین غلظت‌ها (میلی‌گرم در لیتر) | متوسط قدر مطلق انحراف از میانگین | میانگین غلظت کود در زیر قطره‌چکان‌ها (میلی‌گرم در لیتر) | تاریخ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸ | ۸۹ | ۹۴ | ۲۹ | ۳۲۳ | ۲۲ | ۳۶۲ | ۸۳/۳/۱۲ |
| ۷ | ۹۰ | ۹۴ | ۳۱ | ۳۹۰ | ۲۶ | ۴۳۲ | ۸۳/۴/۱۵ |
| ۵ | ۹۴ | ۹۶ | ۲۳ | ۴۳۸ | ۱۹ | ۴۶۸ | ۸۳/۴/۳۰ |
| ۶ | ۹۳ | ۹۵ | ۲۹ | ۴۳۵ | ۲۳ | ۴۶۸ | ۸۳/۵/۱۵ |
| ۶/۵ | ۹۱/۵ | ۹۴/۸ | ۲۸ | ۳۹۶/۵ | ۲۲/۵ | ۴۳۲/۵ | میانگین |

*: اعداد جدول میانگین چهار تکرار در هر نوبت اندازه‌گیری است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶: یکنواختی پخش آب در قطره‌چکان‌ها بر اساس تغییرات دبی آنها (فرشی و صحاف امین، ۱۳۷۸)

| خوب | قابل قبول | غیر قابل قبول |
|---|---|---|
| $q_{var}<$٪۱۰ | ٪۲۰≥$q_{var}$≥٪۱۰ | $q_{var}>$٪۲۰ |

ضوابط عمومی مقادیر یکنواختی انتشار ($E_U$) برای سیستم آبیاری قطره‌ای که کارکردی برابر یکسال یا بیشتر داشته باشد در جدول شماره (۷) نشان داده شده است. بر اساس این جدول، طبق تعریف سازمان حفاظت خاک امریکا[1] در صورتی که یکنواختی خروج یا انتشار آب از قطره‌چکان‌ها در کل سیستم کمتر از ۷۰ درصد باشد، سیستم آبیاری قطره‌ای ضعیف طبقه بندی می‌گردد (ناکایاما و همکاران، ۱۹۷۹).

جدول ۷: وضعیت راندمان سیستم و یکنواختی خروج یا انتشار آب (قاسم زاده مجاوری، ۱۳۷۷)

| عالی | خوب | نسبتاً خوب | ضعیف |
|---|---|---|---|
| $E_U$ >۹۰ | ۹۰≥$E_U$≥ ۸۰ | ۸۰≥$E_U$≥ ۷۰ | $E_U$<۷۰ |

ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها با استفاده از رابطهٔ ۸ محاسبه و نتایج آن در جدول‌های شماره (۲) تا (۵) ارائه شده است. این ضریب طبق مشخصات فنی ارائه شده توسط شرکت سازنده آن کمتر از ۴/۵ درصد گزارش شده است. با توجه به اینکه مسیر جریان آب در قطره‌چکان‌ها از مجاری یا منافذ و شیارهای کوچکی عبور می‌کند، در نتیجه کوچک‌ترین اختلاف ساختمانی بین قطره‌چکان‌ها باعث اختلاف قابل ملاحظه‌ای در دبی آنها می‌گردد. متوسط این ضریب در حالت آبیاری برای نوارهای به‌طول ۱۸ و ۶۰ متر به‌ترتیب ۴/۹ و ۳/۶ درصد و در حالت کود-آبیاری به‌ترتیب ۷/۸ و ۶/۵ درصد به‌دست آمد (جدول‌های ۲ و ۵). میانگین تغییرات این ضریب در دو حالت آبیاری و کود- آبیاری برای نوارهای ۱۸ متری ۶/۳ درصد و برای نوارهای ۶۰ متری ۵ درصد می‌باشد که نشان می‌دهد با افزایش طول نوار این ضریب کاهش می‌یابد. در شرایط واقعی که طول نوار بیشتر از ۱۰۰ متر خواهد بود، ضریب تغییرات ممکن است از ۵ درصد نیز کمتر شود. جدول شماره (۹) درجه‌بندی استاندارد قطره‌چکان‌ها را نشان می‌دهد (ضیاءتبار احمدی، ۱۳۷۱).

1. Soil Conservation Service

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸: درجه‌بندی استاندارد قطره‌چکان‌ها بر اساس تغییرات در ساخت آنها (فرشی و صحاف امین، ۱۳۷۸)

| انواع قطره‌چکان‌های مجرادار و منفذدار | | | | |
|---|---|---|---|---|
| عالی | خوب | متوسط | ضعیف | غیر قابل قبول |
| ۰/۰۴CV< | ۰/۰۴ ≤ CV ≤۰/۰۷ | ۰/۰۷ ≤ CV ≤ ۰/۱۱ | ۰/۱۱ ≤ CV ≤ ۰/۱۵ | ۰/۱۵ CV > |
| لوله‌های سوراخ دار | | | | |
| خوب | | متوسط | ضعیف تا غیر قابل قبول | |
| ۰/۱CV < | | ۰/۱ ≤ CV ≤۰/۲ | ۰/۲CV > | |

با توجه به نتایج به‌دست آمده و با استفاده از جدول شماره (۹)، ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها در نوارهای قطره‌ای- نواری برای حالت آبیاری در حدعالی و برای کود- آبیاری در حد خوب ارزیابی می‌گردند. بنابراین، هدف این سیستم را که صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش راندمان است تأمین می‌کنند. در سیستم آبیاری قطره‌ای- نواری که فواصل نقطه ریزش کم است، تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها ممکن است اثر همدیگر را تا اندازه‌ای تعدیل نمایند که در این صورت یکنواختی توزیع آب و کود در خاک افزایش می‌یابد. هارت و رینولدز (۱۹۶۵)، و ناکایاما و همکاران (۱۹۷۹) بیان کردند هنگامی که ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در یک سیستم آبیاری کمتر از ۳۰ درصد یا ضریب یکنواختی ($U_C$) بیش از ۷۰ درصد باشد دبی قطره‌چکان‌ها دارای یک توزیع نرمال خواهد بود. در یک توزیع نرمال ضریب تغییرات (CV) و ضریب یکنواختی کریستین سن ($U_C$) دارای یک رابطهٔ خطی هستند که به‌صورت رابطهٔ زیر بیان گردید.

$$U_C = 1 - 0.8CV \qquad (۱۰)$$

کلر و بلیسنر بیان کردند، در شرایطی که دبی قطره‌چکان‌ها دارای یک توزیع نرمال باشند رابطهٔ زیر بین ضریب یکنواختی و ضریب یکنواختی انتشار وجود دارد (کلر و بلیسنر، ۱۹۹۰).

$$U_C \cong 1 - 0.63(1 - E_U) \qquad (۱۱)$$

رابطهٔ بین ضریب تغییرات و یکنواختی انتشار از ترکیب روابط شماره (۱۰) و (۱۱) به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$CV = 0.79(1 - E_U) \qquad (۱۲)$$

$$E_U = 1 - 1.27CV \qquad (۱۳)$$

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با روابط به‌دست آمده آنها مطابقت دارد. بدین معنی که وجود رابطهٔ خطی بین ضریب تغییرات و ضریب یکنواختی و همچنین رابطهٔ خطی بین ضریب تغییرات و یکنواختی انتشار در این پژوهش با روابط آنها همخوانی دارد. یکنواختی انتشار بیش از ۹۰ درصد و ضریب تغییرات کمتر از ۱۰ درصد نشان دهنده توزیع نرمال دبی قطره‌چکان‌های این پژوهش است که با نتایج گزارش شده توسط هارت و رینولدز، و ناکایاما و همکاران مطابقت دارد.

ضریب یکنواختی خروج آب در سیستم با نوارهای به طول ۲۰ و ۶۰ متر به‌طور متوسط به‌ترتیب ۹۶/۶ و ۹۵/۵ درصد و ضریب یکنواختی انتشار کود

www.SID.ir

به‌ترتیب ۹۱/۳ و ۹۱/۵ درصد به‌دست آمد که دلالت بر عملکرد عالی سیستم از نظر یکنواختی انتشار آب و کود دارد. با توجه به ارقام مندرج در جدول‌های شماره (۲) تا (۵) مشاهده می‌شود که روند تغییرات ضریب یکنواختی آب و کود در طول فصل کشت یکنواخت می‌باشد. این جداول همچنین نشان می‌دهند که با افزایش طول نوارها تا ۶۰ متر در شرایط این آزمایش دامنه نوسانات کاهش می‌یابد. مقایسه میانگین ضریب یکنواختی در دو حالت آبیاری و کود- آبیاری نشان می‌دهد که ضریب یکنواختی در حالت کود- آبیاری تفاوت اندکی نسبت به حالت آبیاری نشان می‌دهد. در حالت کود- آبیاری این ضریب کمتر بوده که ممکن است ناشی از غلظت و گرانروی بیشتر محلول آب در سیستم در زمان کود- آبیاری باشد. کلیمنز و سولومون (۱۹۹۷) و جونا و همکاران (۲۰۰۴) در ارزیابی یک سیستم آبیاری بیان کردند که یکنواختی انتشار ناشی از تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها و یکنواختی انتشار ناشی از طراحی هیدرولیکی بر یکنواختی کلی انتشار سیستم آبیاری تأثیر دارد. کمترین یکنواختی انتشار سیستم در کمترین یکنواختی‌های انتشار ناشی از تغییرات ساخت و تغییرات هیدرولیکی و بیشترین یکنواختی انتشار سیستم در بیشترین یکنواختی‌های انتشار ناشی از تغییرات ساخت و تغییرات هیدرولیکی بدست می‌آید. باراگان و همکاران (۲۰۰۵) در ارزیابی سیستم آبیاری، یکنواختی انتشار و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها را اندازه‌گیری نمودند. آنها ضریب یکنواختی انتشار را ۹۵، ۹۳، ۹۰، ۸۷، ۸۳، ۸۰، ۷۷ و ۷۴ درصد گزارش کردند. این نتایج به‌ترتیب با ضریب تغییرات ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰، ۱۲/۵، ۱۵، ۱۷/۵ و ۲۰ درصد گزارش گردید. نتایج نشان داد که یک رابطهٔ خطی بین ضریب تغییرات و ضریب یکنواختی انتشار وجود دارد و با افزایش ضریب تغییرات، یکنواختی انتشار کاهش یافت (باراگان و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج پژوهش حاضر با نتایج آنها مطابقت دارد. در این پژوهش در حالت آبیاری میانگین یکنواختی انتشار در نوارهای به طول ۱۸ و ۶۰ متر به‌ترتیب ۹۴/۴ و ۹۵/۵ درصد به‌دست آمد. در حالت کود- آبیاری میانگین یکنواختی انتشار در نوارهای به طول ۱۸ و ۶۰ متر به‌ترتیب ۹۱/۳ و ۹۱/۵ درصد به‌دست آمد. نتایج این پژوهش از نظر یکنواختی انتشار سیستم آبیاری با توجه به ضریب تغییرات به‌دست آمده با نتایج آنها مطابقت دارد. در این پژوهش نیز با افزایش ضریب تغییرات، یکنواختی انتشار کاهش نشان داد.

## پیشنهادات

وجود قطره‌چکان‌ها یا روزنه‌های نوارهای آبیاری، با آبدهی کم و توزیع یکنواخت آب به‌علت وجود شیارهایی با قطر مناسب و یکنواخت در جداره نوار، امکان استفاده از نوارهای آبیاری در طول‌های بلند را با یکنواختی بسیار بالا فراهم می‌نماید. همچنین، روند یکنواخت شاخص‌های ارزیابی در طول زمان نشان داد که سیستم، مشکل گرفتگی نداشته است. لیکن، توصیه می‌شود برای طول‌های بلندتر این موضوع بررسی شود. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که امکان کود- آبیاری در هر دوره آبیاری و یا در فواصل معین با کودهای قابل حل و ریزدانه در این سیستم وجود دارد و کود- آبیاری از نظر گرفتگی قطره‌چکان‌ها یا روزنه‌ها مشکلی بوجود نمی‌آورد. یکنواختی توزیع آب و کود در این سیستم باعث می‌گردد که آب در هر نقطه از مزرعه به‌صورت تقریباً برابر توزیع گردد که در نتیجه آن هر گیاهی از آب و کود یکسان بهره‌مند می‌گردد. این امر موجب یکنواختی رشد گیاه در سطح مزرعه می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

## منابع


اکرام‌نیا، ف. ۱۳۷۵. ارزیابی انواع قطره‌چکان و ارائه قطره‌چکان بهینه از لحاظ فنی و اقتصادی. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۹۸ صفحه.

سلامت‌منش، غ. ۱۳۷۵. بررسی و ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در سطح استان سمنان. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۱۰ صفحه.

صادق‌زاده، ک. و کشاورز، ع. ۱۳۷۹. توصیه‌هایی بر بهینه‌سازی کارآیی مصرف آب در اراضی زراعی کشور. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۳۱ صفحه.

ضیاءتبار احمدی، م. خ. ۱۳۷۱. آبیاری قطره‌ای. انتشارات دانشگاه مازندران.

علیزاده، ا. ۱۳۷۷. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی.

فرشی، ع. ا. و صحاف امین، ب. ۱۳۷۸. آبیاری قطره‌ای. اصول و مبانی طراحی شبکه آبیاری قطره‌ای. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

قاسم‌زاده مجاوری، ف. ۱۳۷۷. ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع. انتشارات آستان قدس رضوی.

کشاورز، ع. ۱۳۵۷. ارزیابی سیستم‌های تحت فشار در ایران. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۴۸ صفحه.

Baragan, J., Bralts, V. and Wu, I. P. 2005. Assessement of Emission Uniformity for Micro-irrigation Design. Biosystems Engineering. Article in press.

Christiansen, J. E. 1941. The uniformity of application of water by sprinkler systems. Agric. Eng. 22: 89-92.

Clemmens, A. J. and Solomom, K. H. 1997. Estimation of global irrigation distribution uniformity. Journal of Irrigation and Draiage Engineering, ASCE, 123(6): 454-461.

Hart, W. E. and Reynolds, W. E. 1965. Analytical design of sprinkler system. Transactions of the ASAE, 8(1): 83-89.

Juna, L., Losada. A., Rodriguez-Sinobas, L. and Sanchez, R. 2004. Analytical relationships for designing rectangular drip irrigation units. Journal of Irrigation and Draiage Engineering, ASCE, 130(1): 47-59.

Keller, J. and Karmeli, D. 1974. Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE, 17(4): 678-684.

Keller, J. and Bliesner, R. D. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. An Avi Book. Van Nostrand Reinheld, New York.

Keller, j. and Karmeli, D. 1975. Trickle Irrigation Design. Rain Bird Mfg Corporation, Glendora, USA.

Keng, J. C. W., Scott, T. W. and Lopz, L. 1979. Fertilizer management with drip irrigation in an oxisol. Agron. J., 71: 971-980.

Li, J. and Rao, M. 2003. Field evaluation of crop yield as affected by nonuniformity of sprinkler-applied water and fertilizers. Agric. Water. Management, 59: 1-13.

Nakayama, F. S., Bucks, D. A. and Clemmens, A. J. 1979. Assessing trickle emitter application uniformity. Transactions of the ASAE, 22(4): 816-821.

Stern, J. and Bresler, E. 1983. Nonuniform sprinkler irrigation and crop yield. Irrig. Sci., 4: 17-29.


www.SID.ir