

اثر فاصله قطره چکان ها بر گرفتگی فیزیکی نوارهای آبیاری قطره‌ای

چنور عبدی^۱ و پرویز فتحی^۲

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه کردستان^۱ و استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه کردستان^۲

چکیده

آبیاری قطره‌ای از جمله روش‌های نوین آبیاری جهت استفاده بهینه از منابع آب و افزایش راندمان آبیاری به شمار می‌آید. مهم‌ترین مشکل این سیستم ها، گرفتگی قطره‌چکان‌هاست. در این میان گرفتگی فیزیکی، مهم‌ترین عامل در کاهش دبی و یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها محسوب می‌گردد. موقعیت قطره‌چکان‌ها روی لوله‌های فرعی و فاصله آنها از هم از جمله عوامل موثر بر شدت گرفتگی فیزیکی قطره‌چکان‌ها محسوب می‌شود. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر فاصله قطره‌چکان‌های نوارهای آبیاری قطره‌ای بر میزان گرفتگی فیزیکی آنها می‌باشد. برای این منظور یک مدل فیزیکی آبیاری قطره‌ای در آزمایشگاه طراحی و ساخته شد. در این تحقیق از نوارهای آبیاری پلاک‌دار و درزدار با فاصله قطره‌چکان‌های برابر با ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. نتایج تحلیل آماری نشان داد که فاصله قطره‌چکان‌ها اثر معنی‌داری بر گرفتگی قطره‌چکان‌ها در نوارهای آبیاری قطره‌ای پلاک‌دار و درزدار دارد. نتایج همچنین نشان داد که نوار آبیاری پلاک‌دار با فاصله قطره‌چکان‌های ۳۰ سانتی‌متری با نرخ گرفتگی برابر ۲۲ درصد، کمترین گرفتگی را دارا بود. مقایسه مقادیر نرخ گرفتگی و ضریب یکنواختی نوار آبیاری قطره‌ای، کارایی بالاتر نوار آبیاری پلاک‌دار در شرایط گرفتگی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، نوار آبیاری، گرفتگی فیزیکی، فاصله قطره‌چکان

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت دنیا و به دنبال آن افزایش تقاضا برای تولید محصولات کشاورزی و مواد غذایی از یک سو و محدودیت منابع آب و روند رو به نزول کیفیت آب‌ها به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک از سوی دیگر، بهره‌برداری بهینه از منابع رو به کاهش آب را در تمام بخش‌ها به ویژه در بخش کشاورزی با بیش‌ترین سهم آب مصرفی کشور (حدود ۹۰ درصد) ضروری می‌سازد (۴). به همین دلیل انتخاب روش‌های مناسب توزیع آب آبیاری در سطح مزارع و باغات جهت مصرف بهینه آب، یکی از راهکارهای

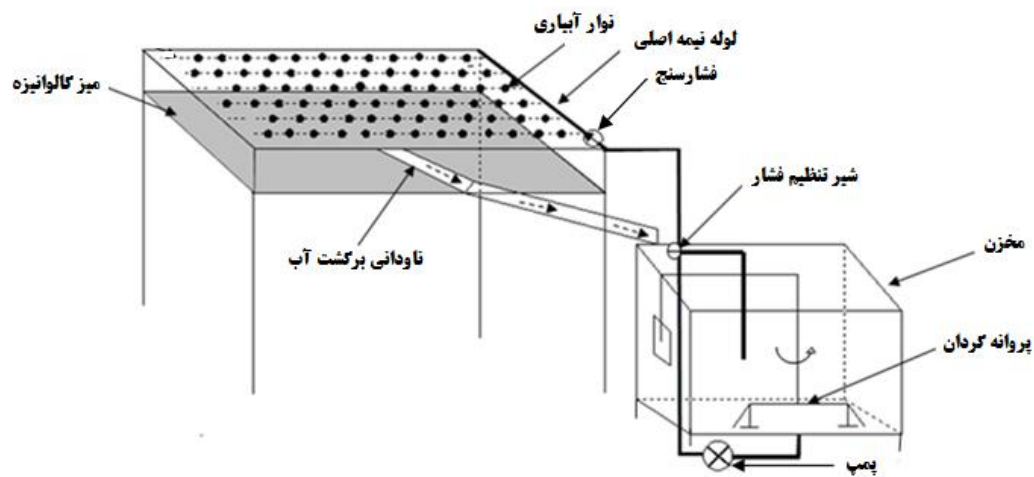
مدیریتی مؤثر در ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی می‌باشد. آبیاری قطره‌ای - نواری یکی از روش‌های نوین آبیاری می‌باشد که نقش مؤثری در کاهش مصرف آب، بهبود راندمان آبیاری و تولید بیشتر محصولات زراعی و باغی دارد (۱). در این روش چون آب با فشار نسبتاً کم از طریق قطره‌چکان‌ها با مجاری کوچک به صورت آهسته خارج می‌گردد، گرفتگی قطره‌چکان‌ها از جدی‌ترین مشکلات آن می‌باشد (۱۷). گرفتگی باعث کاهش دبی خروجی برخی از قطره‌چکان‌ها (۸) و افزایش دبی قطره‌چکان‌های گرفته نشده می‌گردد (۱۰). عدم توجه به مشکلات گرفتگی قطره‌چکان‌ها، باعث کاهش ضریب یکنواختی پخش آب و در نتیجه کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شود (۱۱، ۱۸ و ۲۱). گرفتگی قطره‌چکان‌ها بر اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی اتفاق می‌افتد (۱۲، ۱۶ و ۲۵). ناکایاما و باکس (۱۸)، پیٹ و همکاران (۲۰) و وی و همکاران (۲۲) بیان نمودند که مهمترین عامل گرفتگی و کاهش دبی قطره‌چکان‌ها، گرفتگی فیزیکی می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که استفاده از آبی که بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ذرات جامد معلق دارد، سبب مسدود شدن خروجی‌ها می‌گردد. تحت بعضی از شرایط در صورتی که ذرات رس معلق به صورت توده در آیند، سبب بسته شدن خروجی‌ها می‌گردند (۵). نادری و همکاران (۷) به بررسی ۸ طرح آبیاری قطره‌ای در حال کار با آب شور در مناطق شاهرود و دامغان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که ورود مواد فیزیکی به ویژه ذرات خاک به درون سیستم، مدیریت ضعیف سیستم و ایجاد رسوبات شیمیایی در بلند مدت باعث شده است که در ۶ طرح از طرح‌های ارزیابی شده، راندمان سیستم ضعیف تا متوسط باشد. زمانیان و فتاحی (۲) طی تحقیقی به مقایسه خصوصیات کیفی آب و رسوبات شیمیایی در قطره‌چکان‌ها در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای کشور پرداختند. برای این منظور ۱۰ سیستم در نقاط مختلف کشور انتخاب شد و مورد بررسی قرار گرفتند و عواملی که در هر سیستم باعث گرفتگی آنها شده بود مشخص گردید. نتایج نشان داد که پیش‌بینی خطر گرفتگی قطره‌چکان‌ها با استفاده از شاخص‌های رایج متکی بر خصوصیات کیفی آب در تمامی سیستم‌ها با آنچه در واقعیت اتفاق افتاده با عدم قطعیت بالایی همراه بود. در ۶۰ درصد از موارد پیش‌بینی پتانسیل گرفتگی قطره‌چکان‌ها مربوط به عوامل شیمیایی و در سایر موارد مربوط به تأثیر توأم عوامل سه گانه (عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) می‌شد. اما در اغلب موارد گرفتگی واقعی رخ داده در قطره‌چکان‌ها مربوط به عوامل فیزیکی بود. فاریابی و همکاران (۳) تأثیر کیفیت پساب مزارع پرورش ماهی بر عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که روند کلی تغییرات زمانی نرخ گرفتگی در طی فصل آبیاری برای همه قطره‌چکان‌ها افزایشی است. گیلبرت و همکاران (۱۳) گرفتگی قطره‌چکان‌ها و روش‌های کنترل آنها در یک سیستم آبیاری قطره‌ای اجرا شده در اطراف رودخانه کلرادو آمریکا را مورد مطالعه و بررسی

قرار دادند. آنها گزارش نمودند که گرفتگی قطره‌چکان‌ها به کیفیت آب، از قبیل بار رسوبات معلق، ترکیبات شیمیایی و فعالیت‌های بیولوژیکی در آب آبیاری بستگی دارد. در این تحقیق تصفیه فیزیکی آب آبیاری به عنوان مهمترین راهکار جهت کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها توصیه شد. وی و همکاران (۲۲) نیز به بررسی گرفتگی قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای از طریق بررسی‌های آزمایشگاهی و شبیه‌سازی دو فازي جریان پرداختند. در این تحقیق از دو نوع قطره‌چکان و یک نوع نوار آبیاری استفاده شد. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که ذرات جامد در داخل قطره‌چکان با جریان متلاطم حرکت کرده و بدون ته‌نشینی از مسیر خارج می‌شوند. ولی در نوار آبیاری مقدار کمی از رسوبات در لبه‌های خروجی مسیر به هم چسبیده و ته‌نشین می‌شوند که عامل به وجود آمدن گرفتگی در قطره‌چکان‌ها بود. نیو و همکاران (۱۹) در تحقیقی تأثیر اندازه ذرات با بافت ریز و همچنین غلظت آب را بر گرفتگی قطره‌چکان‌های ماریچی مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور آزمایش کوتاه مدت گرفتگی با استفاده از آب گل آلود حاوی ذرات، با هشت سایز مختلف (کمتر از ۰/۱ میلیمتر) صورت گرفت. ذرات مورد استفاده در این مطالعه، شامل شن ریز، سیلت و رس بود. نتایج نشان داد که برای ذرات با قطر کوچکتر از ۰/۱ میلی‌متر، غلظت رسوبات تأثیر معنی‌داری بر گرفتگی داشته است. همچنین با افزایش غلظت ذرات، میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها افزایش می‌یابد. بونوا و همکاران (۹) طی تحقیقی عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها تحت شرایط کاربرد آب رودخانه دورانس در جنوب فرانسه و تأثیر ورود تدریجی رسوبات و سایر عوامل گرفتگی بر گرفتگی آنها را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. و گزارش نمودند که نرخ گرفتگی فیزیکی و شیمیایی قطره‌چکانها بیشتر از گرفتگی بیولوژیکی می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر فواصل مختلف قطره‌چکان‌های نوارهای آبیاری بر عملکرد عدم گرفتگی فیزیکی نوار آبیاری قطره‌ای پلاک‌دار و درزدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر فواصل مختلف قطره‌چکان‌های نوار آبیاری قطره‌ای بر گرفتگی فیزیکی آنها، یک مدل فیزیکی آبیاری قطره‌ای نوری به طول ۴ و عرض ۱/۵ متر، در آزمایشگاه تحقیقات آب و خاک دانشگاه کردستان، طراحی، نصب و اجرا گردید. در شکل ۱ نقشه شماتیک مدل مذکور نمایش داده شده است. این مدل به ترتیب شامل مخزن آب، پروانه گردان (برای مخلوط کردن ذرات شن در آب)، پمپ، شیر تنظیم فشار، فشارسنج، لوله نیمه‌اصلی، ۶ ردیف نوار آبیاری به قطر ۱۶ میلی‌متر و طول ۴ متر با شیرهای انشعاب ورودی در ابتدا و انتهای آنها بود. روی سه ردیف از نوارها ۱۳ عدد قطره‌چکان و روی سه ردیف دیگر ۱۲ قطره‌چکان قرار داشت. لوله نیمه

اصلی و نوارهای آبیاری روی چهارچوب فلزی نصب شدند. در زیر چهارچوب مذکور، میز گالوانیزه‌ای به منظور قراردادن ظروف نمونه‌برداری و ناودانی جهت برگشت دادن آب خروجی از قطره‌چکان‌ها به داخل مخزن آب تعبیه گردید. مشخصات قطره‌چکان‌های مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش در هشت فاز ۵۰ دقیقه‌ای مطابق استاندارد ایزو ۲۰۰۳، از ذرات شن با بازه‌های قطری و غلظت‌های مختلف (مطابق جدول ۲) انجام گردید (۱۴ و ۱۵). برای انجام آزمایش، ابتدا آب با بازه قطری و غلظت مورد نظر در فاز اول با هم مخلوط شده و در فشار ۱۰ متر و به روش وزنی، میزان دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها اندازه‌گیری شد و روند انجام آزمایش تا کامل شدن فاز هشت ادامه یافت.



شکل ۱. نقشه شماتیک از مدل فیزیکی آبیاری قطره‌ای

جدول ۱. مشخصات نوارهای آبیاری قطره‌ای مورد استفاده

نوع نوار آبیاری	دبی اسمی (lit/h)	فا (میکرون)	ضخامت (میکرون)	فشار اسمی (m)	ضریب تغییرات ساخت
پلاک‌دار	۲	۳۰	۲۰۰	۱۰	۳/۸
	۲	۲۰	۲۰۰	۱۰	۴/۰
	۲	۱۰	۲۰۰	۱۰	۴/۲
درزدار	۲	۳۰	۱۷۵	۱۰	۴/۶
	۲	۲۰	۱۷۵	۱۰	۴/۹
	۲	۱۰	۱۷۵	۱۰	۴/۵

جدول ۲. اندازه الک‌های مورد استفاده در آزمون گرفتگی (۱۴ و ۱۵)

فازهای آزمایش	قطر منافذ الک‌ها (میکرومتر)	غلظت ذرات (میلی گرم در لیتر)
فاز ۱	۶۳، ۵۳، ۴۵	۲۵۰
فاز ۲	۷۵، ۶۳، ۵۳	۲۵۰
فاز ۳	۹۰، ۷۵، ۶۳	۲۵۰
فاز ۴	۱۰۶، ۹۰، ۷۵	۲۵۰
فاز ۵	۱۲۵، ۱۰۶، ۹۰	۲۵۰
فاز ۶	۱۸۰، ۱۵۰، ۱۲۵	۲۵۰
فاز ۷	۲۱۲، ۱۸۰، ۱۵۰	۲۵۰
فاز ۸	۲۵۰، ۲۱۲، ۱۸۰	۲۵۰

در هر فاز آزمایش، اگر میانگین دبی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش کمتر از ۷۵ درصد میانگین دبی اندازه‌گیری شده اولیه آنها شود، قطر و غلظت ذرات استفاده شده در آن فاز، بیانگر آستانه گرفتگی کامل (گرفتگی بحرانی) قطره‌چکان‌های مورد مطالعه می‌باشد (۱۴). برای مقایسه عملکرد عدم گرفتگی قطره‌چکان‌ها از شاخص‌های آماری نرخ گرفتگی و دبی میانگین استفاده گردید. بیان ریاضی این شاخص‌ها به صورت معادله‌های ۱ الی ۳ می‌باشد (۲۳).

$$C_r = 100 \left| 1 - \frac{\bar{q}}{q_r} \right| \quad (1)$$

$$\bar{q} = \left(\sum_{i=1}^n q_i \right) / n \quad (2)$$

$$C_u = 100 \left(\frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{\sum_{i=1}^n q_i} \right) \quad (3)$$

که در آن، C_r : نرخ گرفتگی قطره‌چکان بر حسب درصد، \bar{q} : دبی متوسط قطره‌چکان بر حسب لیتر بر ساعت، q_r : دبی اسمی قطره‌چکان بر حسب لیتر بر ساعت، n : تعداد کل قطره‌چکان‌ها، q_i : دبی اندازه‌گیری شده قطره‌چکان i ام، C_u : ضریب یکنواختی کریستیان سن می‌باشد.

همچنین به منظور بررسی تحلیل آماری شاخص‌های فوق‌الذکر از نرم‌افزار R و همچنین شاخص خطای معیار استفاده گردید.

$$sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

$$SE = \frac{sd}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

که در آن sd انحراف از معیار شاخص مورد نظر، x_i شاخص مورد نظر محاسبه شده برای قطره‌چکان i ، \bar{x} میانگین شاخص مورد نظر و SE خطای معیار شاخص مورد نظر می‌باشد.

نتایج و بحث

مقدار میانگین دبی قطره‌چکان‌ها در فازهای مختلف آزمون، در جدول ۳ نمایش داده شده است. مشاهده جدول ۳ نشان می‌دهد که در نوارهای آبیاری پلاک‌دار و درزدار با پیشرفت آزمایش از فاز ۱ به سمت فاز ۸، دبی میانگین قطره‌چکان‌ها کاهش یافته است. در هر همه نوارهای آبیاری مورد مطالعه، بیشترین دبی قطره‌چکان‌ها در فاز اول و کمترین دبی آنها در فاز هشت اتفاق می‌افتد. میزان کاهش دبی در نوار آبیاری با فاصله قطره‌چکان برابر ۱۰ سانتی‌متر، بیشتر از فواصل دیگر است. مقایسه نتایج جدول ۳ برای دبی میانگین نوارهای آبیاری پلاک‌دار و درزدار نشان می‌دهد که میزان کاهش دبی میانگین در نوار آبیاری پلاک‌دار کمتر از نوار آبیاری درزدار می‌باشد.

جدول ۳. مقادیر دبی میانگین قطره‌چکان‌ها بر حسب لیتر بر ساعت در فازهای مختلف آزمایش

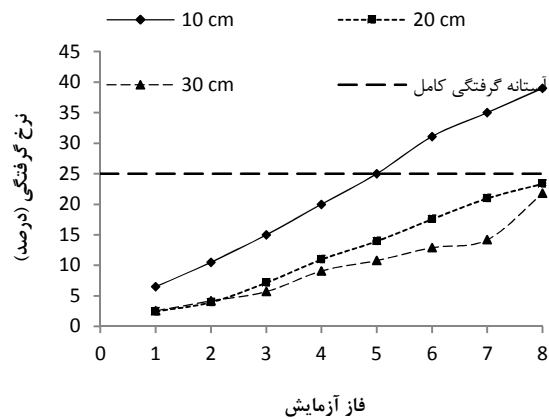
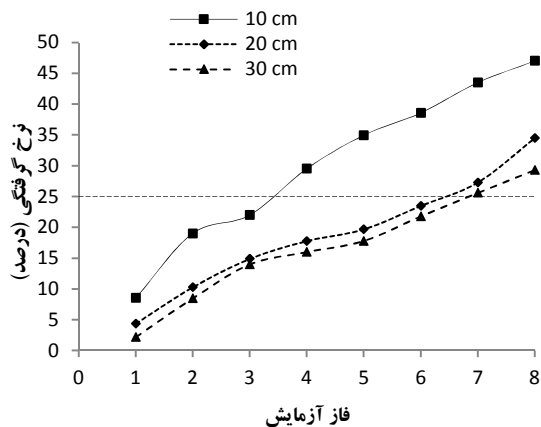
فاصله قطره‌چکان‌ها	فاز ۱	فاز ۲	فاز ۳	فاز ۴	فاز ۵	فاز ۶	فاز ۷	فاز ۸
۱۰ سانتی‌متر	۱/۸۷	۱/۷۷	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۴۹	۱/۳۸	۱/۳۰	۱/۲۲
نوار پلاک‌دار	۱/۹۵	۱/۹۱	۱/۸۷	۱/۷۸	۱/۷۲	۱/۶۴	۱/۵۷	۱/۵۳
۲۰ سانتی‌متر	۱/۹۵	۱/۹۱	۱/۸۹	۱/۸۱	۱/۷۸	۱/۷۴	۱/۷۱	۱/۵۵
۳۰ سانتی‌متر	۱/۹۵	۱/۵۷	۱/۵۴	۱/۴۱	۱/۳۰	۱/۲۲	۱/۱۳	۱/۰۶
نوار درزدار	۱/۹۱	۱/۷۹	۱/۷۰	۱/۶۴	۱/۶۰	۱/۵۵	۱/۴۸	۱/۲۷
۲۰ سانتی‌متر	۱/۸۳	۱/۸۴	۱/۷۲	۱/۶۸	۱/۶۴	۱/۵۷	۱/۵۴	۱/۴۱
۳۰ سانتی‌متر								

روند تغییرات نرخ گرفتگی نوارهای آبیاری پلاک‌دار با فواصل قطره‌چکان‌های متفاوت و در فازهای مختلف آزمایش به صورت

شکل ۲ ارائه گردید. مشاهده شکل مذکور نشان می‌دهد که با افزایش قطر و غلظت ذرات شن، نرخ گرفتگی قطره‌چکان‌ها افزایش پیدا

می‌کند. روند تغییرات نرخ گرفتگی در نوار آبیاری پلاک‌دار با فاصله قطره‌چکان برابر با ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر مشابه می‌باشد، اما در نوار آبیاری با فاصله قطره‌چکان برابر ۱۰ سانتی‌متر، مقدار نرخ گرفتگی بیشتر است. مقدار نرخ گرفتگی در نوار آبیاری با فاصله قطره‌چکان برابر ۳۰ سانتی‌متر کمتر از دو نوع دیگر بوده به طوری که تا فاز ۷ آزمایش، مقدار نرخ گرفتگی قطره‌چکان‌ها کمتر از ۱۵ درصد می‌باشد اما از فاز ۷ به فاز ۸، مقدار آن با افزایش چشمگیری به ۲۲ درصد رسیده است. همچنین درصد گرفتگی کامل نوارها با فاصله قطره‌چکان‌ها برابر ۱۰ سانتی‌متر در پایان آزمایش، برابر ۲۵ درصد بود اما در نوارهای آبیاری پلاک‌دار با فاصله قطره‌چکان‌های برابر ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر، در هیچ کدام از قطره‌چکان‌ها گرفتگی کامل مشاهده نگردید و کاهش دبی قطره‌چکان‌ها بدلیل گرفتگی جزئی ناشی از رسوب ذرات شن به وجود آمده بود. مشاهده شکل ۲ همچنین نشان می‌دهد که آستانه گرفتگی قطره‌چکان‌ها در نوار آبیاری پلاک‌دار با فاصله قطره‌چکان‌های برابر ۱۰ سانتی‌متر در فاز پنجم آزمایش به وقوع می‌پیوندد اما در نوارهای آبیاری با فاصله قطره‌چکان‌های ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر، قطره‌چکان‌ها در هیچ مرحله‌ای به آستانه گرفتگی کامل نرسیده‌اند.

در شکل ۳ مقادیر نرخ گرفتگی نوار آبیاری در زردار با فواصل مختلف و در فازهای مورد آزمایش نشان داده شده است. مشاهده شکل ۳ نشان می‌دهد که در نوار آبیاری در زردار در هر سه فاصله مورد مطالعه، نرخ گرفتگی قطره‌چکان‌ها به مقدار بحرانی رسیده است. در نوار آبیاری در زردار نیز مشابه نوار آبیاری پلاک‌دار، روند نرخ گرفتگی در قطره‌چکان‌های با فواصل ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر مشابه هم می‌باشد. در این نوار آبیاری نیز با افزایش فاصله، نرخ گرفتگی قطره‌چکان‌ها کاهش پیدا می‌نماید به طوری که برای قطره‌چکان‌های با فاصله ۱۰ سانتی‌متری، آستانه گرفتگی کامل از فاز چهارم آزمایش شروع می‌شود و با افزایش فاصله بین قطره‌چکان‌ها، آستانه مذکور به فاز هفتم آزمایش منتقل شده است. در این نوع نوار آبیاری در هر سه فاصله مورد مطالعه، گرفتگی کامل و جزئی قطره‌چکان‌ها به صورت توأم مشاهده گردید. در نوار آبیاری مذکور، درصد گرفتگی کامل قطره‌چکان‌ها در پایان آزمایش برای فاصله قطره‌چکان‌های برابر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر به ترتیب برابر ۳۲، ۱۶ و ۱۲ درصد می‌باشد. نتایج بدست آمده در این تحقیق در انطباق با نتایج تحقیقات وی و همکاران (۲۳) می‌باشد.



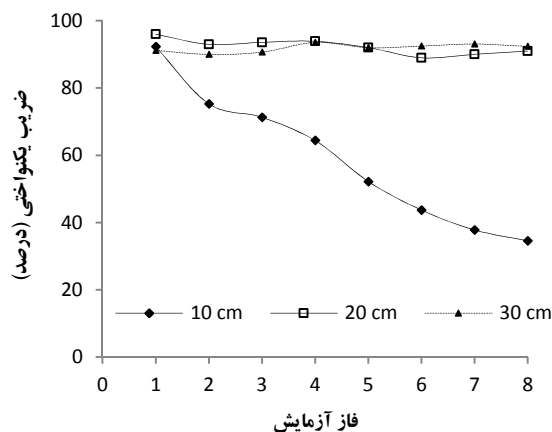
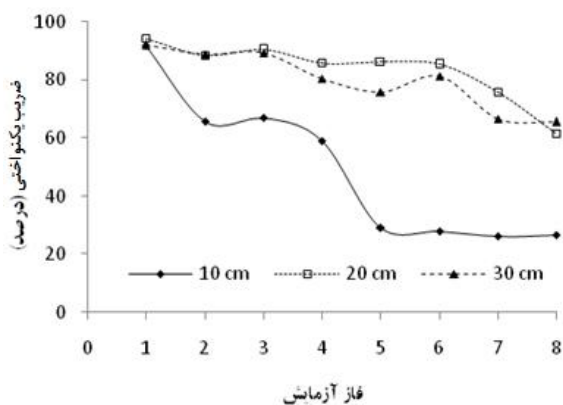
شکل ۳. مقادیر نرخ گرفتگی نوارهای آبیاری درزدار با فواصل قطره‌چکان‌های مختلف

شکل ۴. مقادیر نرخ گرفتگی نوارهای آبیاری پلاک‌دار با فواصل قطره‌چکان‌های مختلف

مقادیر ضریب یکنواختی کریستیان‌سن نوار آبیاری پلاک‌دار در فازهای مختلف آزمایش در شکل ۴ نمایش داده شده است. مشاهده شکل ۴ بیانگر این مطلب است که در نوار آبیاری پلاک‌دار با فاصله قطره‌چکان‌های برابر با ۱۰ سانتی‌متر، مقدار ضریب یکنواختی کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها از فاز یک به سمت فاز هشت آزمایش، کاهش چشمگیری داشته است و این به معنی نوسانات زیاد دبی خروجی قطره‌چکان‌ها می‌باشد. اما با افزایش فاصله، مقدار ضریب مذکور به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. این امر شاید بدین دلیل است که گرفتگی قطره‌چکان‌ها در این دو فاصله به صورت یکنواخت‌تر ایجاد شده و تغییرات دبی آنها از یک توزیع نرمال پیروی می‌کند. مشاهده شکل ۴ برای نوار آبیاری پلاک‌دار با فاصله قطره‌چکان‌های ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر همچنین بیانگر این مطلب نیز می‌باشد که مقدار ضریب یکنواختی کریستیان‌سن در تمامی فازهای آزمایش کاهش قابل توجهی ننموده است و مقدار آن بیشتر از ۹۰ درصد می‌باشد. با توجه به نتایج مصطفی‌زاده و کهنوجی (۶)، تغییرات دبی قطره‌چکان‌های نوار آبیاری در تحقیق حاضر از یک توزیع نرمال پیروی می‌نماید. این امر نشان می‌دهد که در این نوارها، گرفتگی فیزیکی، تأثیر قابل توجهی بر ضریب یکنواختی کریستیان‌سن ندارد.

مقادیر ضریب یکنواختی کریستیان‌سن نوار آبیاری قطره‌ای درزدار به صورت شکل ۵ نمایش داده شده است. مشاهده شکل مذکور نشان می‌دهد که در نوارهای آبیاری با فاصله قطره‌چکان‌های برابر ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر، مقدار ضریب یکنواختی کریستیان‌سن در تمام مراحل آزمون، بالاتر از ۶۰ درصد می‌باشد. بیشترین و کمترین مقدار ضریب یکنواختی کریستیان‌سن به ترتیب مربوط به نوارهای با

فاصله قطره چکان های ۳۰ و ۱۰ سانتی متر می باشد. یکی از دلایل این امر کاهش درصد گرفتگی کامل در فواصل بزرگتر قطره چکانهای می باشد. وو و همکاران (۲۴) نیز گزارش نمودند که فاصله بین قطره چکان ها مهمترین عامل تأثیر گذار بر یکنواختی پخش قطره چکان ها پس از گرفتگی می باشد.



شکل ۴. ضریب یکنواختی کریستیان سن نوار آبیاری پلاک دار با فواصل مختلف
 شکل ۵. ضریب یکنواختی کریستیان سن نوار آبیاری درزدار با فواصل مختلف

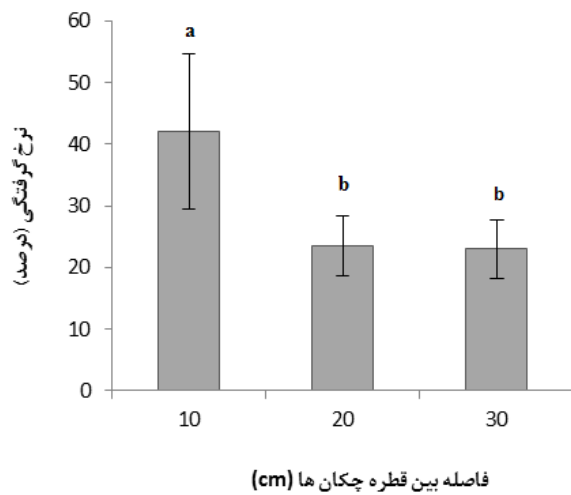
در جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس اثر فاصله، نوع نوار آبیاری و همچنین اثرات متقابل آنها بر شاخص های دبی میانگین، نرخ گرفتگی و ضریب یکنواختی کریستیان سن ارائه شده است. مشاهده جدول مذکور نشان می دهد که اثر فاصله، نوع نوار آبیاری و اثرات متقابل آنها بر هر سه شاخص مذکور در سطح آماری یک درصد معنی داری می باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر فاصله و نوع قطره چکان بر شاخص های مورد مطالعه

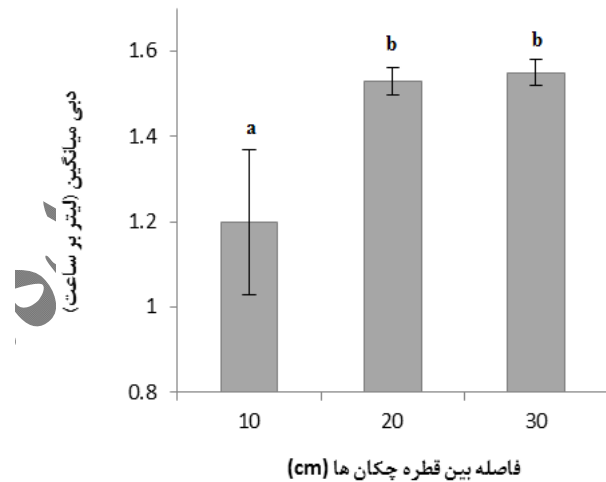
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		دبی میانگین	نرخ گرفتگی
فاصله	۲	۰/۱۲۵**	۵۱۸/۷**
نوع نوار آبیاری	۱	۰/۰۰۵**	۳۳۸/۰**
فاصله × نوع نوار آبیاری	۲	۰/۰۰۰۱	۵/۸۰۷**
خطا	۱۲	۰/۱۳۴	۰/۹۱۳۴

** : معنی دار بودن در سطح آماری یک درصد می باشد

در شکل های ۶ و ۷ نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر فاصله قطره چکانها بر شاخص های دبی میانگین و نرخ گرفتگی نوار آبیاری های مورد مطالعه در انتهای آزمایش (فاز هشت) نشان داده شده است. در این تحقیق از شاخص خطای استاندارد برای مقایسه میانگین استفاده گردید. مشاهده شکل های مذکور بیانگر این مطلب است که تفاوت معنی داری مابین شاخص های ارزیابی نوارها در فاصله ۱۰ سانتی متر با سایر فواصل قطره چکانها وجود دارد. اما اختلاف معنی داری مابین شاخص های مذکور در نوار آبیاری های با فاصله قطره چکان های ۲۰ و ۳۰ سانتی متر مشاهده نمی شود.

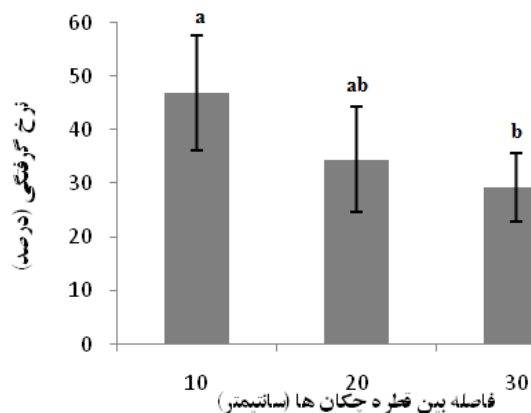


شکل ۷. نتایج مقایسه میانگین شاخص نرخ گرفتگی نوار آبیاری پلاک دار با فواصل قطره چکان های مختلف

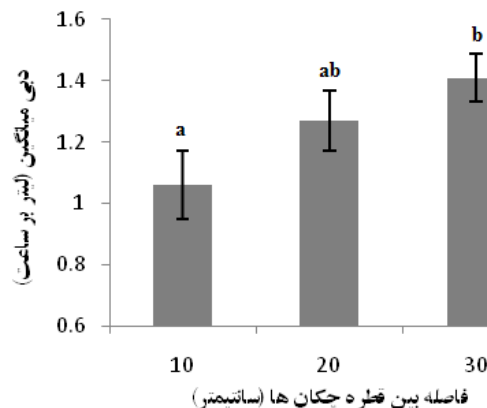


شکل ۶. نتایج مقایسه میانگین شاخص دبی میانگین در نوار آبیاری پلاک دار با فواصل قطره چکان های مختلف

نتایج مقایسه میانگین اثر فاصله قطره چکانها بر شاخص های مذکور در نوار آبیاری در زردار نیز به صورت شکل های ۸ و ۹ ارائه گردیده است. مشاهده شکل های مذکور نشان می دهد که در نوارهای آبیاری با فاصله قطره چکانهای ۱۰ و ۳۰ سانتی متر، اختلاف معنی داری مابین شاخص های دبی میانگین و نرخ گرفتگی وجود دارد، اما مقادیر شاخص های مذکور در نوار آبیاری در زردار با فاصله قطره چکان ۲۰ سانتی متر اختلاف معنی داری با سایر فاصله ها ندارد.



شکل ۹. نتایج مقایسه میانگین شاخص نرخ گرفتگی نوار آبیاری درزدار با فواصل قطره چکان‌های مختلف



شکل ۸. نتایج مقایسه میانگین شاخص دبی میانگین نوار آبیاری درزدار با فواصل قطره چکان‌های مختلف

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که فاصله بین قطره چکان‌های نوار آبیاری قطره‌ای یکی از پارامترهای مؤثر بر کاهش گرفتگی فیزیکی آنها می‌باشد. در این تحقیق نوارهای آبیاری با فاصله قطره چکان‌های برابر ۱۰ و ۳۰ سانتی متر به ترتیب دارای بهترین و بدترین عملکرد عدم گرفتگی بودند. مقادیر نرخ گرفتگی، در پایان آزمایش، برای نوار آبیاری پلاک‌دار با فاصله قطره چکان ۱۰ و ۳۰ سانتی متری به ترتیب برابر ۲۲ و ۳۹ درصد و برای نوار آبیاری درزدار، مقادیر این شاخص برای فواصل مذکور برابر ۲۹ و ۴۷ درصد بود. در نوار آبیاری پلاک‌دار با فاصله قطره چکان‌های ۱۰ سانتی متر، آستانه گرفتگی در فاز پنجم اتفاق افتاد، اما در دو فاصله دیگر، قطره چکان‌ها در هیچ فازی دچار گرفتگی کامل نشدند. در نوار آبیاری درزدار با فاصله قطره چکان برابر ۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی متری، آستانه گرفتگی کامل و بحرانی به ترتیب در فازهای آزمایشی چهار، هفت و هفت اتفاق افتاد. در هر دو نوار آبیاری، اثر فاصله قطره-چکان‌های برابر ۲۰ و ۳۰ سانتی متری بر شاخص‌های مذکور معنی‌داری نبود. مقایسه نتایج نرخ گرفتگی و ضریب بکساختی نوار آبیاری قطره‌ای پلاک‌دار و درزدار، عملکرد بهتر نوار آبیاری پلاک‌دار در شرایط گرفتگی را نشان داد.

مرجع ها

- ذوالفقاران، ا.، م. فرزاد نیا. و ن. نادری. ۱۳۸۲. ارزیابی سیستم‌های آبیاری موضعی در حال کار با آب‌های نامتعارف. گزارش پژوهشی شماره ۳۸، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۰ صفحه.

۲. زمانیان، م. و ر. فتاحی. ۱۳۹۳. مقایسه خصوصیات کیفی آب و رسوبات شیمیایی عامل انسداد قطره‌چکان‌ها در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای کشور، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. ۴(۱۵): ۶۴ - ۷۵.
۳. فریابی، ا. ب. قربانی، ع. معروف‌پور. و ب. بهرامی‌کمانگر. ۱۳۹۵. تأثیر کیفیت پساب مزارع پرورش ماهی بر عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده نتافیم و میکروفلاپر، نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰(۱): ۱۰۳-۱۱۷.
۴. فرشعی، ع. ا. ج. خیرابی، ح. سیادت، م. میرلطیفی، ص. دربندی، ع. ر. سلامت، م. ح. انتصاری. و م. ح. سادات میرئی. ۱۳۸۲. مدیریت آب آبیاری در مزرعه، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره انتشار ۷۶، تهران.
۵. قمرنیا، ه. ۱۳۸۴. اصول کاربرد، بهره‌برداری. مدیریت سیستم‌های آبیاری میکرو. انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه.
۶. مصطفی‌زاده، ب. و ک. کهنوجی. ۱۳۸۱. تأثیر دمای آب آبیاری در دبی برخی قطره‌چکان‌های ساخت ایران در آبیاری قطره‌ای، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۶: ۳۱-۴۲.
۷. نادری، ن. ا. ذوالفقاران. و م. فرومندی. ۱۳۸۷. ارزیابی سیستم های در حال کار با آبهای لب شور از نظر گرفتگی قطره‌چکان‌ها، مجموعه مقالات دومین همایش ملی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحه ۱-۱۰.
8. Boman, B. J. 1995. Effects of orifice size on microsprinkler clogging rates. *Applied Engineering in Agriculture*. 11(6): 839-843.
9. Bounoua, S., S. Tomas., J. Labille., B. Molle., J. Granier., P. Haldenwang. and S. Nuur Izzati. 2016. Understanding physical clogging in drip irrigation: in situ, in-lab and numerical approaches. *Irrigation Science*. 34(4): 327-342.
10. Bralts, V. F., I.P. Wu. and H. M. Gitlin. 1981. Manufacturing variation and drip uniformity. *Transaction of the ASAE*. 24(1): 113-119.
11. Chieng, S. and A. Ghaemi. 2003. Uniformity in a microirrigation with partially clogged emitters. ASAE Paper No. 032097. ASAE, St. Joseph, MH
12. Coelho, R. D. and R. S. Resende. 2001. Biological clogging of netafim's drippers and recovering process through chlorination impact treatment. ASAE Paper Number: 012231.
13. Gilbert R. G., F. S. Nakayama. and D. A. Bucks. 1979. Trickle irrigation: Prevention of clogging. . *Transaction of the ASAE*. 22: 514-519.
14. ISO 2003. Clogging Test Methods for Emitters. ISO Committee, ISO /TC 23/SC 18.
15. ISO 8486-1 .1997. Bond abrasives determination and designation of grain size distribution Macrogrits F4-F220.
16. Liu, H. and G. Huang .2009. Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent. *Agricultural Water Management*. 96: 745-756.
17. Merriam, J. L and J. Keller. 1978. *Farm Irrigation System Evaluation, a guide for Management*. Utah state Univ. Utah, USA.
18. Nakayama, F.S. and D.A. Bucks. 1981. Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. *Transaction of the ASAE*. 24 (1): 77-80.
19. Niu. W., L. Liu. and X. Chen. 2012. Influence of fine particle size and concentration on the clogging of labyrinth emitters. *Irrigation Science*, 10(2): 271-328.
20. Pitts, D. J., D. Z. Haman and A.G. Smajstrla. 2003. Causes and prevention of emitter plugging in micro irrigation systems. BUL258, Gainesville, University of Florida, IFAS, Extension, 1-11.

21. Tajrishi, M. A., D. J. Hills and G. Tchobanoglous. 1994. Pretreatment of secondary effluent for drip irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. ASCE, 120(4): 716- 731.
22. Wei, Q., G. Lu., J. Liu and Y. Shi. 2008a. Evaluation of emitter clogging in drip irrigation by two-phase flow simulation and laboratory experiments. *Computers and Electronics in Agriculture* 63: 294–303.
23. Wei, Q., Y. Shi., G. Lu., W. Dong. and S. Huang. 2008b. Rapid Evaluations of Anticlogging Performance of Drip Emitters by Laboratorial Short-Cycle Tests. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 134: 298-304.
24. Wu, I. P., J. S. Feng. and K.Yabusaki. 1989. Emitter spacing and uniformity of irrigation application. ASAE Paper No. 89-2080.
25. Yavuz, M., K. Demirel., O. Erken, E. Bahar. and M. Deveciler. 2010. Emitter clogging and effects on drip irrigation system performances. *African journal of Agricultural Research*. 5(7): 532–538.

The effect of emitter spacing on physical clogging of drip irrigation tapes

Drip irrigation is one of the new irrigation methods for optimum use of water resources and increas irrigation efficiency. The emitters clogging are the most important problem in these systems. The physical clogging is the most important factor in reducing the discharge and emission uniformity of emitters. The emitter position on the laterals and emitter spacing are the factors that affect the physical clogging rate of emitters. The objective of the present study is evaluating the effect of emitter spacing of drip irrigation tape on the physical clogging rate of emitters. For this purpose, a physical model of drip irrigation tape was designed and made at the laboratory. In this research, seamless and seamed irrigation tapes with emitter spacing equal to 10, 20 and 30 centimeters were used. Statistical analysis showed that emitters spacing have significant effect on clogging rate of emitters in seamless and seamed drip irrigation tapes. Result also indicated that seamless irrigation tapes with emitters spacing equal to 30 centimeters, with clogging rate equal to 22 percent, have the least clogging. A comparison of clogging rate and uniformity coefficient of irrigation tape, showed the higher performance of seamless irrigation tape in clogging condition.

Keywords: drip irrigation, tape, physical clogging, emitter spacing