

عمق مناسب کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در باغات پسته

حمید ریاحی مدوار^۱، هادی کریمی^{۲*}، نادر کوهی چله کران^۳



۱- پژوهشگر تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲ و ۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

*Email: h_karimi@areeo.ac.ir

چکیده

روش آبیاری زیرسطحی یک روش شناخته‌شده است که میزان تلفات آب را به حداقل مقدار می‌رساند. در این سیستم، انتقال آب با لوله انجام می‌شود، مقدار تبخیر از سطح شبکه‌های انتقال و توزیع آب کاهش یافته، به حداقل می‌رسد و سبب افزایش بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی می‌شود. این روش آبیاری، نیاز به یک سری تحقیقات در خصوص عمق مناسب کارگذاری لوله‌های آبیاری زیرسطحی و فاصله آن‌ها از تنه درخت بر روی ردیف دارد. آزمایشی روی کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سه باغ با سه بافت خاک (شنی، شنی رسی و رسی لوم)، سه عمق لوله (۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر) و در دو فاصله لوله‌ها از تنه (۸۰، ۱۰۰ سانتی‌متر) اجرا شد. میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها و یکنواختی پخش آب، پروفیل رطوبتی و تجمع املاح در خاک، تراکم ریشه در اطراف قطره‌چکان‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد، مناسب‌ترین عمق کارگذاری لوله‌های آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در خاک‌های بافت سنگین ۴۰ سانتی‌متر به فاصله ۱ متر از تنه درخت و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر بود. عمق کارگذاری در خاک‌های بافت سبک ۲۰ سانتی‌متر به فاصله ۸۰ سانتی‌متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۸۰ سانتی‌متر به دست آمد. مناسب‌ترین عمق کارگذاری در خاک‌های بافت متوسط ۴۰ سانتی‌متر به فاصله ۱ متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۸۰ سانتی‌متر شد.

کلمات کلیدی: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، راندمان کارایی مصرف آب، عمق کارگذاری قطره‌چکان، کم آبیاری

بیان مسئله:

استان کرمان و مناطق تابعه یکی از مناطق بحرانی در زمینه آب با توجه به کاهش نزولات آسمانی، برداشت بی‌رویه منابع آب زیرزمینی، مشکل کم آبی و کیفیت نامناسب آب و تبخیر بالا از سطح خاک است. مشکل اساسی در زمینه تولید محصول در این مناطق، کمبود آب است. استفاده بی‌رویه از آب در بعضی از مناطق استان باعث پیشروی جبهه آب شور شده و

کشاورزی منطقه را با تهدید جدی روبرو ساخته است. بنابراین بایستی راه‌حل مناسبی جهت مواجه شدن با مشکل آب در استان ارائه گردد. یکی از محصولات باغی استان که نقش مهمی در رونق اقتصادی منطقه دارد پسته است. محصول پسته در کشور ایران از جهت صادرات غیرنفتی حائز اهمیت بوده و از حدود ۴۷۹ هزار هکتار کل باغات پسته ایران نزدیک به ۴۴ درصد آن در استان کرمان واقع شده است (اداره آمار سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان، ۱۳۹۶). یکی از عوامل اصلی محدود کننده کاشت و تولید این محصول مشکلات و محدودیت‌های کیفی و کمی آب آبیاری است. در حال حاضر سامانه‌های آبیاری موجود در باغات پسته آب را در سطح زمین پخش نموده و تلفات تبخیر از سطح خاک بسیار زیاد است که حرکت املاح به طرف ریشه و سطح خاک را به دنبال دارد. با استفاده از روش‌های آبیاری نوین که راندمان بالایی دارند می‌توان به طور نسبی بر این مشکل فائق آمد.

آبیاری زیرسطحی یکی از شیوه‌های آبیاری است، که میزان تلفات در آن به حداقل مقدار می‌رسد، تلفات عمقی و رواناب در سطح مزارع در این روش آبیاری، به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. در این سیستم، انتقال آب با لوله انجام می‌شود، مقدار تبخیر از سطح شبکه‌های انتقال و توزیع آب به حداقل کاهش یافته و تبخیر از سطح خاک در سطح مزارع نیز که به‌نوعی جزو تلفات هست، به حداقل می‌رسد. در خصوص آبیاری زیرسطحی، بررسی و تحقیقاتی انجام شده است که به پاره‌ای از آن‌ها اشاره می‌گردد. محققان، تأثیر بافت خاک را بر روی توزیع رطوبت در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مورد بررسی قرار دادند (۱). در این سیستم قطره چکان‌ها در گودالی قرار گرفته بودند که جریان در آن‌ها به صورت آزاد انجام می‌گرفت. آن‌ها استفاده از گودال‌های پر از شن و ریگ را برای کارگذاری قطره‌چکان‌ها در این سیستم پیشنهاد دادند. محققان دیگر روشی برای تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی معرفی کرد (۲). دیگر محقق کم بودن عمق نصب لوله‌های آبرسان سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به علت خطراتی چون شخم و تردد ماشین‌آلات کشاورزی را مشکل ساز گزارش کرد (۳). محققان در تحقیقات خود دریافتند که افزایش تعداد آبیاری و بالا نگاه داشتن رطوبت خاک در محیط ریشه می‌تواند در جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها مؤثر باشد، چراکه ریشه در محیط اشباع با توجه به عدم وجود محرک (تنش آبی) رغبتی به حرکت به‌سوی محیط اشباع مجاور قطره‌چکان نخواهد داشت (۴). محمدی محمدآبادی و همکاران اثرات تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی بر درختان بارور پسته را مورد بررسی قرار دادند (۵). نتایج این مطالعه نشان داد که تغییر سیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی روی درختان بارور پسته امکان‌پذیر می‌باشد.

معرفی دستاورد

در این تحقیق، سه باغ (دو باغ در منطقه سیرجان و یک باغ در منطقه زرنند) که روش آبیاری زیرسطحی (قطره‌ای زیرسطحی) در آن‌ها اجرا شده بود با سه نوع خاک متفاوت (شنی، شنی رسی، و لوم رسی) انتخاب شده و سپس با توجه به شرایط منابع آب و خاک و همچنین الگوی کشت کشور، تعیین عمق نصب و فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر و تنه درختان در هر باغ مطالعه شد. از باغات مورد مطالعه نمونه آب و خاک تهیه شده و جهت تعیین بافت خاک و کیفیت آب آبیاری به آزمایشگاه مربوطه ارسال گردید.

باغ محمودی: این باغ با محصول پسته رقم احمد آقایی در زیدآباد سیرجان واقع شده است. آبیاری در این باغ با سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با مشخصات زیر انجام شد. دو ردیف لوله در دو طرف به فواصل یک متر از تنه درختان برای هر ردیف درخت در نظر گرفته شده است، قطره‌چکان‌ها به فواصل ۷۰ سانتی‌متر در مسیر لوله کارگذاری شده‌اند. دبی قطره‌چکان ۴ لیتر در ثانیه بود. عمق کارگذاری لوله‌ها در طراحی، ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده که در عمل این عمق یکنواخت نبود، در

ابتدا، ۲۰ در وسط ۴۰ و در انتها ۲۵ سانتیمتر بود. نوع لوله قطره چکاندار خود تنظیم شونده با فشارکاری ۵-۰/۵ بار بود. دبی قطره‌چکان‌ها در این باغ، بالاتر از ظرفیت طراحی (۳/۷ لیتر در ثانیه) اندازه‌گیری شد. به طوری که، دبی در ابتدای خط، ۴/۲ لیتر در وسط ۴ لیتر و در انتها، ۳/۸ لیتر در ثانیه به دست آمد. کیفیت آب آبیاری بسیار خوب و شوری آب ۰/۸ دسی زیمنس بر متر بوده که پس از گذشت سه سال از اجرای طرح به ۱/۴ دسی زیمنس بر متر تغییر یافته بود. بافت خاک شنی لومی بود که برای رشد و نمو پسته بسیار مناسب به نظر می‌رسید.

باغ بیگلری: این باغ با محصول پسته رقم کله کوچی و احمد آقایی در چاه‌دراز سیرجان واقع شده است. سیستم آبیاری، قطره‌ای زیرسطحی با مشخصات زیر بود: دو ردیف لوله در دو طرف به فواصل یک متر از تنه درختان برای هر ردیف درخت در نظر گرفته شده بود. قطر چکان‌ها به فواصل ۱۰۰ سانتیمتر در مسیر لوله قرار دارند. دبی قطره‌چکان ۳/۸ لیتر در ثانیه می‌باشد. عمق کارگذاری لوله‌ها در طراحی ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده که در عمل این عمق متغیر بود، در ابتدا ۲۰ در وسط ۴۰ و در انتها ۲۵ سانتیمتر بود. نوع لوله قطره‌چکان دار خودتنظیم شونده pc^2 با فشار کاری ۵-۰/۵ بار بود. در این باغ دبی قطره‌چکان‌ها حدود ظرفیت طراحی یعنی ۳/۸ لیتر در ثانیه بود. دبی در ابتدای خط ۳/۸ لیتر در وسط ۳/۷ لیتر و در انتها ۳/۵ لیتر در ثانیه به دست آمد. کیفیت آب آبیاری نسبتاً بد و ۶/۵ دسی زیمنس بر متر بود. بافت خاک شنی لومی است که برای رشد و نمو پسته نسبتاً مناسب بود.

باغ عرب نژاد: این باغ با محصول پسته رقم فندق و احمد آقایی در رحیم آباد کرمان واقع شده است. سیستم آبیاری، قطره‌ای زیرسطحی با مشخصات زیر در این باغ اجرا شده است: دو ردیف لوله در دو طرف به فواصل یک متر از تنه درختان برای هر ردیف درخت در نظر گرفته شده است. قطر چکان‌ها به فواصل ۷۰ سانتیمتر در مسیر لوله کارگذاری شده‌اند. دبی قطعه چکان ۴ لیتر در ثانیه می‌باشد. عمق کارگذاری لوله‌ها در طراحی ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده که در عمل این عمق متغیر بود، در ابتدا ۲۰ در وسط ۳۰ و در انتها ۲۵ سانتیمتر بود. نوع لوله قطره چکان دار خودتنظیم شونده pc^2 با فشار کاری ۵-۰/۵ بار می‌باشد. در این باغ دبی قطره‌چکان‌ها در حد ظرفیت طراحی (۴ لیتر در ثانیه) بود. دبی در ابتدای خط ۴ لیتر در وسط ۳/۹ لیتر و در انتها ۳/۸ لیتر در ثانیه به دست آمد. کیفیت آب آبیاری نسبتاً خوب و ۱/۴ دسی زیمنس بر متر می‌باشد.

پارامترهای مورد ارزیابی

بررسی روند تغییرات رطوبت: در ابتدای فصل پیش از اولین آبیاری، اواسط هر یک از مراحل رشد (مرحله ابتدایی، تکامل، میانی و انتهایی) و ۲۴ ساعت بعد از آبیاری، از لوله‌های جانبی یک قطره‌چکان برای رطوبت‌سنجی انتخاب شد. از قطره‌چکان اولی روی لاترال اول باغ، از قطره‌چکان یک‌سوم از ابتدا روی لاترال و به فاصله یک‌سوم قطعه و از قطره‌چکان دوسوم فاصله از ابتدای لاترال در دوسوم قطعه و از آخرین قطره‌چکان آخرین لاترال، سپس در فواصل ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متری از قطره‌چکان و در دو محور شعاعی قطره‌چکان (یک محور برای اندازه‌گیری رطوبت، میزان املاح و یک محور برای تعیین تراکم ریشه)، از اعماق ۰، ۲۵-۵۰، ۷۵-۵۰ سانتی‌متری آن‌ها نمونه‌برداری وزنی از خاک انجام شد. سپس نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری رطوبت به آزمایشگاه منتقل شدند.

عمق کارگذاری لوله‌های زیرسطحی: در هر باغ با توجه به بافت خاک سه عمق کارگذاری با در نظر گرفتن فاصله از تنه درختان از عمق ۲۰ الی ۶۰ سانتی‌متر انتخاب و برای تعیین مناسب‌ترین عمق و فاصله از تنه درخت پارامترهای زیر مورد

ارزیابی قرارگرفته هم‌زمان نیز عمق نصب، فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر روی ردیف و از تنه درختان در مزرعه اندازه‌گیری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

تعیین کیفیت آب و بافت خاک: بر اساس استانداردهای موجود، از آب آبیاری در طول فصل نمونه تهیه و جهت اندازه‌گیری‌های کیفی به آزمایشگاه ارسال شد. از منطقه محل آزمایش در هر مزرعه نمونه‌های خاک تا عمق ۹۰ سانتیمتری و بافاصله‌های ۳۰ سانتیمتری تهیه و برای تعیین بافت و کیفیت به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج بافت خاک نشان داد که در مزارع محمودی بافت متوسط و بیگلری بافت خاک سبک (شنی) و در مزرعه عرب نژاد بافت سنگین (رسی لومی) بود.

گرفتگی قطره‌چکان‌ها: برای تعیین میزان گرفتگی، ابتدا یکنواختی پخش تعیین، سپس دبی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش با قطره‌چکان‌های نو مقایسه شده و اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها انجام شد. نتایج حکایت از گرفتگی ناچیز قطره‌چکان‌ها داشت این امر به دلیل شستشوی سیستم توسط ترفلان در همه باغ‌ها بود (شکل ۱).



شکل ۱: حرکت ریشه به سمت رطوبت وعدم گرفتگی قطره‌چکان به علت استفاده از ترفلان

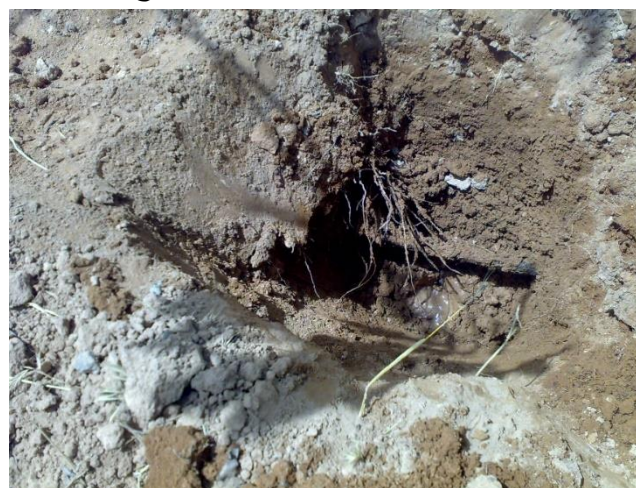
دبی قطره‌چکان‌ها و ضریب یکنواختی پخش: برای اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها خاک روی قطره‌چکان برداشته شد و در زیر آن یک ظرف مدرج قرار داده شد. این کار برای قطره‌چکان ابتدا ردیف اول و یک‌سوم از ردیف و دوسوم ردیف همچنین آخر خط در ردیف اول و ردیف یک‌سوم قطعه دوسوم آخر قطعه انجام شد و دبی‌های قطره‌چکان‌های مذکور به دست آمد (شکل ۲). میانگین دبی قطره‌چکان‌ها به دست آمد و میانگین ربع کمترین دبی‌ها تعیین شد. سپس با استفاده از رابطه (۱) ضریب یکنواختی پخش تعیین شد.

$$(۱) \quad \text{میانگین دبی} / \text{میانگین ربع کمترین دبی} = \text{ضریب یکنواختی پخش}$$

چگونگی تجمع ریشه در آبیاری زیرسطحی: برای بررسی چگونگی تجمع ریشه ابتدا خاک رویین با کاردک برداشته شده و سپس خاک اطراف ریشه مطابق شکل (۳) شستشو شد. نتایج نشان داد که در حدود ۶۰ درصد تجمع ریشه در عمق ۳۰ الی ۶۰ سانتیمتری در محلی که بیشترین میزان رطوبت را در خود جا داده است می‌باشد. ۳۰ درصد تجمع ریشه در عمق ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتری و ده درصد مابقی در بقیه عمق‌ها گسترده شده است. هم‌زمان نیز عمق نصب، فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر و تنه درختان در مزرعه اندازه‌گیری شده و با نتایج و دست‌آوردهای بین‌المللی و ملی مقایسه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاکی است عمق کارگذاری قطره‌چکان‌ها نسبت به منابع گزارش‌شده کمی کمتر می‌باشد در اغلب پروژه‌ها عمق کارگذاری ۲۰ الی ۴۰ سانتیمتر بود و فواصل قطره‌چکان‌ها از تنه ۱ متر و روی ردیف ۸۰ سانتیمتر بود.



شکل ۲: اندازه‌گیری دبی خروجی قطره‌چکان (باغ محمودی)



شکل ۳: تجمع ریشه در اطراف قطره‌چکان (باغ بیگلری)

سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث کاهش تلفات آب، توزیع مناسب رطوبت و افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌شود. از جمله عوامل مؤثر در عملکرد سیستم آبیاری زیرسطحی، عمق و دور آبیاری، عمق نصب قطره‌چکان‌ها، فاصله از یکدیگر و تنه درخت، آبدهی قطره‌چکان‌ها و بافت خاک هستند که لازم است بررسی شوند. با ارزیابی سامانه‌های موجود مشاهده گردید، عمق و دور آبیاری موردنیاز طبق برنامه نیاز آبی گیاه انجام نمی‌شود (باغ بیگلری). دور آبیاری بالا است، در مواردی که بافت خاک سبک و عمق آن کم است میزان آب قابل‌استفاده ذخیره در خاک تکاپوی نیاز آبی گیاه بین دو آبیاری را نمی‌کند، به همین جهت گیاه خصوصاً در اواخر دوره آبیاری از نظر جذب آب در تنگنا قرار گرفته و دچار تنش آبی می‌گردد (نحوه کود دهی مزارع به صورت چاله کود بود). نتایج به دست آمده از ارزیابی سیستم آبیاری باغات نشان داد بهترین مدیریت در زمینه استفاده از سیستم آبیاری زیرسطحی در چاه محمودی بوده که گرفتگی قطره‌چکان کم و یکنواختی توزیع رطوبت بهتر از سایر باغات و عملکرد محصول نیز بهتر بود (۲ تن محصول خشک در هکتار). چاه بیگلری در وضعیت متوسط قرار داشت (۱/۲ تن محصول خشک در هکتار) که این امر به دلیل شوری بالای آب آبیاری بود. چاه عرب نژاد در وضعیت نامطلوب بود. در پاره‌ای از موارد مشاهده گردید که به دلیل کم بودن عمق کارگذاری لوله‌ها، بافت خاک (لومی) و تنش آبی در سال‌های قبل که به روش سطحی آبیاری می‌شدند آب به سمت خاک آمده و باعث غرقابی شدن سطح گردید. در

این باغ، عملکرد ۸۰۰ کیلو محصول خشک در هکتار بود. نتایج بررسی وضعیت درختان از لحاظ شادابی و عملکرد نشان داد که مناسب‌ترین عمق کارگذاری قطره‌چکان در خاک‌های بافت سنگین ۴۰ سانتی‌متر به فاصله ۱ متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۱۰۰ سانتیمتر و در خاک‌های بافت سبک ۲۰ سانتی‌متر به فاصله ۸۰ سانتی‌متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۸۰ سانتیمتر همچنین در خاک‌های بافت متوسط ۴۰ سانتی‌متر به فاصله ۱ متر از تنه و فواصل قطره‌چکان روی ردیف ۸۰ سانتی‌متر تعیین شد.

توصیه ترویجی:

عمق نصب قطره‌چکان‌ها، فاصله از یکدیگر و تنه درخت با توجه به بافت خاک انجام شود. چنانچه عمق لوله‌ها کم در نظر گرفته شود باعث غرقابی شدن و تبخیر از سطح خاک می‌شود و اگر عمق کارگذاری بیش از حد مجاز شود، باعث خارج شدن آب از ناحیه ریشه و تلفات می‌شود. دور آبیاری و عمق آب آبیاری با توجه به نیاز گیاه در نظر گرفته شود. شروع گرفتگی قطره‌چکان، بایستی بموقع تشخیص و نسبت به رفع آن اقدام گردد. برای تشخیص گرفتگی، تعدادی از قطره‌چکان در کل سیستم به عنوان شاخص انتخاب و هر سه ماه یکبار دبی و فشار آن کنترل شود. کاهش دبی (در فشار ثابت) نشان‌دهنده گرفتگی قطره‌چکان‌ها است، بایستی مصرف کود با استفاده از شبکه طبق برنامه و با نظر متخصص تغذیه گیاهی انجام گیرد. از کودهایی که دارای حلالیت کامل نیستند استفاده نشود. فشار مورد نیاز در ابتدای شبکه طبق فشار تعیین‌شده در طرح اعمال شده و در طول آبیاری ثابت نگاه‌داشته شود. از کارکرد سیستم در فشار کمتر از طراحی جداً خودداری گردد. کاهش فشار در حین آبیاری ممکن است در اثر ترکیدگی و ایجاد سوراخ در لوله‌ها و ترکیدگی در اتصالات و گرفتگی فیلترها یا به وجود آمدن اشکال در پمپاژ آب باشد، که بایستی همه این عوامل بررسی و در رفع اشکال اقدام شود.

فهرست منابع

۱. محمدی محمد آبادی، ا. حسینی فرد، س.ج. صداقتی، ن. (۱۳۸۷). اثرات تغییرسیستم آبیاری از روش سنتی (غرقابی) به زیرسطحی بر درختان بارور پسته در کرمان. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۴۳: ۱۲، ۴۵-۲۹.
2. Ben-Gal, A., N. Lazarovitch, and U. Shani. (2004). Subsurface drip irrigation in gravel-filled cavities. *Vadose Zone Journal*, 3(4): 1407-1413.
3. DeTar, W.R. (2004). Using a subsurface drip irrigation system to measure crop water use. *Irrigation Science*, 23(3): 111-122.
4. Phene, C. (1991). Effect of high frequency surface and subsurface drip irrigation on root distribution of sweet corn. *Irrigation Science*, 12(3): 135-140.
5. Camp, C. (2000). Subsurface drip irrigation-Past, present and future. in *Proc. Fourth Decennial Nat'l Irrigation Symp.*