نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، ص. ۱۳۲-۱۲۳

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 2, Autumn and Winter 2019, 123-132

توسعه سامانه‌های آبیاری کم‌فشار (سابقه کاربرد، مزایا و چالش‌ها)

سید ابوالقاسم حقایقی مقدم[۱*]، ابوالفضل ناصری[۲] و اردلان ذوالفقاران[۳]

چکیده

در بعضی از مناطق، به دلایل خاص ازجمله هزینه‌های زیاد تأمین انرژی، تبخیر و بادبردگی زیاد، وجود شرایط شوری و الگوی کشت خرده‌مالکی، اجرای سامانه‌های نوین آبیاری با فشار زیاد امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین گزینه مناسب استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری از نوع کم‌فشار است. سامانه کم‌فشار مجموعه‌ای از مجاری لوله‌ای است که از کانال، مخزن آب یا ایستگاه پمپاژ تغذیه‌شده و نقش انتقال و توزیع آب با فشار کم تا آبگیر قطعات زراعی یا باغی را به عهده دارد. در این مطالعه، به سابقه، مزایا و چالش‌های کاربرد سامانه‌های آبیاری کم‌فشار و برخی رهیافت‌های ترویجی در این خصوص اشاره‌شده است. از عمده‌ترین مزایا می‌توان به کاهش زمان انتقال آب بین منبع آب و مزرعه، افزایش راندمان آبیاری، کاهش تلفات انرژی، جلوگیری از آلودگی منابع آب زیرزمینی، کنترل بیماری‌های انسانی و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری سامانه‌های آبیاری اشاره نمود. چالش‌های کاربرد سامانه‌های آبیاری کم‌فشار عبارت از پیچیده‌تر بودن نسبت به سامانه نهر روباز، آشنایی کم مهندسین طراح با مبانی طراحی و اجرای سامانه‌ها، نیاز به ارتفاع هیدرولیکی بیشتر، عدم امکان برای پایش جریان آب در سامانه توزیع آب می‌باشند. در این مقاله موضوعات حائز اهمیت برای طراحی و اجرای سامانه‌های کم‌فشار ازجمله مشخصات آب‌وخاک پروژه، الگوی کشت و نیاز آبی، مدیریت آبیاری، طراحی ابعاد نوارها، شیارها یا کرت‌ها، طراحی خطوط انتقال و استخر ذخیره، طراحی لوله‌های دریچه‌دار، برنامه‌ریزی آبیاری و دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری، هزینه‌های اجرایی پروژه، ارزیابی اقتصادی پروژه، برنامه زمان‌بندی اجرای پروژه، طراحی ابعاد قطعات زراعی یا باغی و ضوابط طراحی روش‌های آبیاری سطحی معرفی گردیده است.

واژه‌های کلیدی: سامانه آبیاری کم‌فشار، طراحی سامانه کم‌فشار، لوله‌های دریچه‌دار، مزایای کم‌فشار، معایب سامانه کم‌فشار

مقدمه

امروزه گسترش سامانه‌های نوین آبیاری و جایگزینی این سامانه‌ها به‌جای روش‌های آبیاری سطحی و سنتی بیشترین توجه را به خود معطوف داشته است؛ اما در بعضی از مناطق به دلایل خاص ازجمله هزینه‌های زیاد تأمین انرژی برای شبکه‌های آبیاری تحت‌فشار، تبخیر و بادبردگی زیاد (در مناطق گرم و خشک و بادخیز)، وجود شرایط شوری و قلیائیت بسیار بالا، الگوهای کشت خرده‌مالکی و پراکندگی اراضی با قطعات کوچک، اجرای سامانه‌های نوین آبیاری در داخل مزارع و باغات امکان‌پذیر نمی‌باشد. از طرف دیگر وجود برخی محدودیت‌ها برای ساخت کانال‌های آبیاری ازجمله عدم وجود منابع قرضه مناسب (ازنظر کمی و کیفی)، کمبود و فاصله زیاد مصالح موردنیاز مثل شن و ماسه از منطقه، وجود خاک‌های مسئله‌دار (تورم‌زا و گچی)، احداث کانال‌های آبیاری برای انتقال و توزیع آب در بخش کشاورزی را با مشکلات متعددی همراه نموده است. بنابراین گزینه مناسب برای چنین شرایطی که هم اجرای سامانه‌های نوین آبیاری و هم احداث کانال‌های آبیاری با محدودیت‌های فنی، اقتصادی و اجتماعی همراه است، استفاده از سامانه‌های آبیاری کم‌فشار (low pressure) است. بدین‌صورت که انتقال آب آبیاری از منبع و توزیع آن در داخل شبکه آبیاری توسط خطوط لوله کم‌فشار انجام‌شده و روش آبیاری در قطعات زراعی و باغی به شیوه آبیاری سطحی باشد. به‌طورکلی می‌توان گفت که سامانه‌های آبیاری با لوله‌های کم‌فشار یک فن‌آوری میانه بین شبکه کانال‌های روباز و آبیاری تحت‌فشار، برای بهسازی آبیاری و ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی هستند. اگرچه آمار دقیقی در مورد سطح پوشش آبیاری سطحی با استفاده از سامانه‌های کم‌فشار در دست نیست اما برآورد می‌شود کمتر از ۱۰ درصد اراضی آبی در دنیا و ایران مجهز به این نوع سامانه آبیاری باشند (بی‌نام، ۱۳۹۱).

[۱و۳] استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران (* نویسنده مسئول: Sahm51@yahoo.com)

[۲] دانشیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۰۳
تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۱۶

معرفی سامانه کم‌فشار

سامانه لوله‌های کم‌فشار عبارت است از مجموعه‌ای از مجاری لوله‌ای با جانمایی حلقوی یا شاخه‌ای که از کانال، مخزن آب یا ایستگاه پمپاژ تغذیه‌شده و نقش انتقال و توزیع آب با فشار کم تا آبگیر قطعات زراعی یا باغی را به عهده دارد. فشار موردنیاز در این سامانه اغلب کمتر از یک اتمسفر است. سامانه لوله‌های کم‌فشار عموماً جایگزین کانال‌های درجه دو برای توزیع آب به آبگیر مزارع، کانال‌های آبرسان مزارع (کانال‌های درجه سه) و توزیع آب در نهرچه‌های آبیاری مزارع (کانال‌های درجه چهار) می‌گردند.

لوله‌های کم‌فشار ممکن است به‌صورت ثابت، نیمه متحرک و یا متحرک طراحی و نصب شوند. در سامانه ثابت آب از منبع تا محل مصرف به‌صورت لوله‌های زیرزمینی ثابت امکان انتقال و توزیع آب در مزرعه را تا جریان یافتن آب در جویچه‌ها و کرت‌ها فراهم می‌نماید. در سامانه نیمه ثابت انتقال آب تا قطعات زراعی با استفاده از لوله‌های زیرزمینی ثابت (عموماً به‌صورت مدفون) و توزیع آب به کرت‌ها و فاروها با لوله‌های نصب‌شده روی زمین (معمولاً از نوع لوله‌های آلومینیومی دریچه‌دار یا لوله‌های تاشونده پلاستیکی دریچه‌دار) صورت می‌گیرد. در سامانه متحرک لوله‌ها به‌صورت روزمینی و قابل جابجایی برای انتقال و توزیع آب به کار گرفته می‌شوند. سامانه‌های متحرک معمولاً به‌صورت خوداجرایی توسط کشاورزان به اجرا درمی‌آیند.

سامانه لوله‌های کم‌فشار به‌طورمعمول دارای یک سازه ورودی در ابتدا، تعدادی سازه کنترل و حفاظت در مسیر لوله‌ها برای مقابله با ضربه موج آب، کاهش فشار، خروج هوا (لوله باز تخلیه هوا یا شیر تخلیه هوا)، اندازه‌گیری جریان، کنترل فشار هیدرولیکی (لوله ایستاده با سرریز کنترل یا شیر شناور) و نیز سازه‌های خروجی (آبگیرها یا حوضچه‌های آرامش) می‌باشد که کار تحویل آب به مزارع را میسر می‌سازد. لوله‌های کم‌فشار به لحاظ منبع تأمین فشار به دو سامانه ثقلی و پمپاژ طبقه‌بندی می‌گردند.

سامانه ثقلی: از سامانه ثقلی در مواردی استفاده می‌شود که تراز آب در کانال یا مخزن آب تغذیه‌کننده سامانه کفایت تأمین بار هیدرولیکی موردنیاز در محل خروجی‌ها (آبگیرها) با لحاظ نمودن افت اصطکاکی در مسیر لوله‌ها را داشته باشد. طراحی خطوط لوله در سامانه ثقلی، برای اراضی با شیب تند با حداکثر سرعت مناسب و برای اراضی با شیب کم، با حداقل سرعت صورت می‌گیرد.

سامانه پمپاژ: سامانه بسته با پمپاژ اغلب در مواردی که منبع آب چاه (عمیق یا نیمه عمیق) مجهز به موتورپمپ باشد، مورداستفاده قرار می‌گیرد. همچنین در مواردی که بار هیدرولیکی لازم در کانال یا منبع آب برای تأمین فشار در محل آبگیر مزارع و جبران افت اصطکاکی در لوله‌ها کافی نباشد، از پمپاژ استفاده می‌گردد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۹۱).

لوله‌های آبیاری دریچه‌دار

استفاده از لوله‌های دریچه‌دار برای بهبود عملکرد روش‌های آبیاری سطحی به‌ویژه آبیاری ردیفی از دهه ۱۹۶۰ میلادی در دنیا رواج یافت. لوله‌های اولیه از جنس آلومینیوم ساخته می‌شدند، اما با پیشرفت صنایع پتروشیمی و تولید مواد پلیمری و پی‌وی‌سی، به‌تدریج این مواد جایگزین آلومینیوم شده و سامانه‌ای بسیارمقرون به‌صرفه، سبک و کارآمد را پدید آوردند که قادر بود جایگزین جوی‌ها و کانال‌های سنتی در سامانه رایج آبیاری سطحی گردد (کرمی و صمدی بهرامی، ۱۳۸۴). لوله‌های دریچه‌دار از جنس آلومینیوم یا لوله‌های پلی‌اتیلن نرم مجهز به دریچه‌های قابل تنظیم هستند که به‌عنوان مجاری درجه چهار می‌توانند جایگزین مناسبی برای کانال‌های خاکی گردند. در این سیستم آب به‌جای نهر خاکی در لوله جریان داشته و تلفات ناشی از نشت و تبخیر در کانال‌های خاکی به حداقل می‌رسد. لوله دریچه‌دار حلقه آخر در سامانه آبیاری کم‌فشار است که می‌تواند زمینه اعمال مدیریت مناسب در روش‌های آبیاری سطحی مانند آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها و کاهش دبی جریان ورودی به جویچه یا نوارها را فراهم آورد. متأسفانه به دلیل پاره‌ای تجربیات ناموفق در استفاده از این لوله‌ها در برخی از مناطق کشور و یا کاهش هزینه‌های اجرای سامانه کم‌فشار، در بسیاری از سامانه‌های کم‌فشار از اجرای لوله‌های دریچه‌دار صرف‌نظر می‌گردد.

مزایای کاربرد سامانه‌های آبیاری کم‌فشار

مزایای کاربرد سامانه‌های آبیاری کم‌فشار را به‌طور خلاصه می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود (Bentum and Smout, 1994):

الف) انتقال سریع آب از یک بخش اراضی به بخش دیگر

ب) کاهش زمان انتقال آب بین منبع آب و مزرعه

ج) افزایش راندمان آبیاری و سرعت کاربرد آب در مزرعه با افزایش حجم آب‌داده شده به بهره‌برداران

د) آسیب کم به کشت موجود در مزرعه

ه) حذف یا کاهش قابل‌توجه هزینه‌های احداث خاک‌ریزها و کرت بندی‌ها یا برخی سازه‌های ضروری برای عبور از موانع طبیعی

و) صرفه‌جویی در مصرف آب به‌ویژه در مناطقی که با تنش کمبود آب و خشک‌سالی مواجه هستند

ز) کاهش تلفات زمین، کاهش تلفات انرژی موردنیاز برای پمپاژ آب

ح) کاهش تخریب زمین به‌ویژه در اراضی شور

ط) جلوگیری از آلودگی منابع آب زیرزمینی با کاهش آب زهکشی به دلیل افزایش راندمان انتقال آب

ی) کاهش تراکم علف‌های هرز و آفات و عوامل بیماری‌زا در مزرعه به دلیل کاهش آب زهکشی

ک) کنترل بیماری‌های انسانی مانند مالاریا با حذف عوامل پارازیت

ل) کاهش زمان انتقال و توزیع آب نسبت به سامانه‌های روباز (نه سامانه‌های تحت‌فشار)

م) کاهش مساحت تحت اشغال سامانه‌های توزیع نسبت به سامانه‌های روباز (نه سامانه‌های تحت‌فشار)

ن) کاهش هزینه‌های نگهداری و کاربرد سامانه‌های آبیاری

چالش‌های کاربرد سامانه‌های آبیاری کم‌فشار

چالش‌های کاربرد سامانه‌های آبیاری کم‌فشار را به‌طور خلاصه می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود (Bentum and Smout, 1994):

الف) هزینه سرمایه‌ای زیاد نسبت به سامانه‌های نهرهای روباز (در حال حاضر این اختلاف چندان زیاد نیست)

ب) سامانه لوله‌ای فناوری پیچیده و جدیدی برای بهره‌برداران می‌باشد.

ج) آشنایی اندک مهندسین طراح با مبانی و نحوه طراحی و اجرای سامانه‌های لوله‌ای

د) برای طراحی و اجرا و کاربرد این سامانه به تخصص و ظرفیت بالاتری نسبت به سامانه‌های نهرهای روباز نیاز است.

ه) نسبت به سامانه‌های نهر روباز، در سامانه لوله‌ای به ارتفاع هیدرولیکی بیشتری نیاز است.

و) حفر کانال برای لوله‌گذاری، عملیات کاشت و داشت و آبیاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ز) برای نصب و نگهداری مناسب سامانه لوله‌ای، به نیروی ماهر نیاز است و ممکن است این نیروها همیشه در دسترس نباشند.

ح) جریان آب در سامانه توزیع آب قابل‌رؤیت و پایش نیست. بنابراین پایش برداشت غیرمجاز یا نشتی‌های احتمالی با مشکل مواجه خواهد بود.

ط) موقعیت خروجی‌ها به‌طور تقریب ثابت بوده و به‌سادگی قابل‌تغییر نمی‌باشد.

سابقه کاربرد سامانه آبیاری کم‌فشار

نتایج یک تحقیق در کشور چین نشان داد استفاده از لوله‌های دریچه‌دار می‌تواند زمان آبیاری یک هکتار گندم را از ۱۱۹۹ دقیقه در روش کرتی به ۹۰۵ دقیقه کاهش بدهد. این کاهش زمان باعث شد حجم آب مصرفی یک هکتار در یک نوبت آبیاری از ۷۰۴ مترمکعب در روش کرتی به ۵۳۱ مترمکعب در روش آبیاری با لوله‌های دریچه‌دار کاهش یابد (ولی‌زاده و ملک‌زاده، ۱۳۸۴).

مینائی و همکاران (۱۳۸۴)، برای شبکه آبیاری واحد عمرانی شماره 5دشت دوسالق و اراضی شبکه آبیاری غرب شعیبیه در استان خوزستان دو گزینه آبیاری کم‌فشار و تحت‌فشار را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که در این دو شبکه آبیاری، استفاده از سیستم آبیاری کم‌فشار به لحاظ فنی و اقتصادی مناسب‌تر از دیگر سیستم‌های آبیاری می‌باشد. این روش با شرایط اجتماعی منطقه نزدیک است و امکان آبشویی اولیه اراضی شور با حجم زیاد نیز در آن فراهم است.

جیبین و فورود دو روش آبیاری با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار و آبیاری سنتی را در دشت هبی واقع در بخش مرکزی چین مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که استفاده از لوله‌های دریچه دار موجب ۲۵ تا ۲۸ درصد کاهش در آب مصرفی گندم و ۱۹ تا ۲۹ درصد افزایش در بهره‌وری مصرف آب گندم نسبت به آبیاری سنتی گردید. در آبیاری با لوله‌های دریچه‌دار، تلفات نشت و تبخیر آب در انتقال از منبع به ابتدای مزرعه تقریباً صفر است و می‌توان بازدهی انتقال را ۱۰۰ درصد منظور کرد. راندمان انتقال در روش سنتی ۸۶ درصد محاسبه شد. همچنین یکنواختی توزیع آب با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار ۸۲/۴ و با روش آبیاری سنتی ۶۴/۳ درصد تعیین شد (Jibin and Foroud, 1997).

عثمان و حسن در تحقیقی که دو روش آبیاری با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار و سنتی را بر روی گیاهان گندم و ذرت مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که استفاده از لوله‌های دریچه‌دار باعث ۱۴ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب شده و عملکرد گندم و ذرت به ترتیب ۶۵ و ۱۱۶ درصد افزایش یافت (Osman and Hassan, 2002).

شمیلی (۱۳۸۴) با تحقیق در کشت و صنعت کارون استان خوزستان نشان داد که کاربرد سامانه هیدروفلوم تفاوت چندانی ازنظر کارایی آبیاری با آبیاری سیفونی ندارد؛ اما در مقابل مشکلات زیاد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی، استفاده از لوله دریچه‌دار صرفه اقتصادی و کارایی بهتری را عاید خواهد نمود. قدمی و عباسی (۱۳۸۷)، در تعدادی از مزارع منطقه کبودرآهنگ استان

همدان کاربرد لوله‌های دریچه‌دار را با روش آبیاری سنتی مقایسه کردند. نتایج نشان داد مقدار تلفات رواناب سطحی در دو روش سنتی و هیدروفلوم به ترتیب ۳۵/۹ و ۱۳/۱ درصد می‌باشد. مقدار بهره‌وری مصرف آب سیب‌زمینی در روش آبیاری با هیدروفلوم و در روش آبیاری سنتی به ترتیب ۲/۸۶ و ۱/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید.

خلیف و همکاران در تحقیق خود بر روی محصول ذرت در کشور مصر نشان دادند که بیشترین کیفیت و بازدهی محصول با بهبود روش آبیاری سطحی با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار به دست می‌آید. این در حالی است که در مقایسه با روش سنتی کمترین سرمایه‌گذاری اولیه، مدیریت آسان و 31 درصد ذخیره در مصرف آب را به همراه داشته است (Kholeif et al., 1997).

در تحقیق دیگر آبیاری به روش هیدروفلوم با روش آبیاری سنتی مرسوم در مزارع نیشکر کشت و صنعت کارون مقایسه شد (نوری، ۱۳۸۵). نتایج نشان داد که استفاده از هیدروفلوم باعث صرفه‌جویی ۵۶۰ مترمکعب آب در هکتار به ازای هر نوبت آبیاری، ارتقاء راندمان آبیاری تا حدود ۶۰ درصد و کاهش هزینه‌های اجرایی آبیاری به مقدار ۲۷ درصد به ازای هر هکتار نسبت به روش سنتی گردید.

کرمی و بهرامی (۱۳۸۴) در تحقیقی بهبود روش‌های آبیاری سطحی با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار (هیدروفلوم) را موردبررسی قرار دادند. آن‌ها عنوان نمودند که نتایج ارزیابی‌های صورت گرفته در کشورهای مختلف جهان ازجمله استرالیا، چین، مصر و ایران نشان می‌دهد که کاربرد لوله‌های دریچه‌دار باعث کاهش مصرف آب به میزان ۲۵–۲۸ درصد و افزایش راندمان کاربرد آب تا حدود ۳۰ درصد نسبت به روش‌های سنتی می‌گردد. از مزایای دیگر این روش می‌توان به مدیریت و بهره‌برداری ساده، آبشویی آسان، ذخیره 5درصدی در اراضی کشاورزی، یکنواختی بیشتر در توزیع آب، حفظ انرژی بدون تأثیر در بازدهی محصول و امکان استفاده از آب با کیفیت پایین (ازلحاظ فیزیکی و شیمیایی) بدون آسیب رساندن به سامانه اشاره نمود.

کریمی (۱۳۹۳) در تحقیقی روش آبیاری با لوله‌های دریچه‌دار را با روش آبیاری سنتی در منطقه سبزوار برای مزارع گندم و جو مقایسه کرد. نتایج نشان داد که تلفات انتقال آب در روش هیدروفلوم و سنتی به ترتیب ۱/۶ و ۲۷/۳ درصد بود. تلفات آب در نهر و لوله دریچه‌دار بالادست قطعه زراعی در روش سنتی و هیدروفلوم به ترتیب ۴۱ و ۱/۲ درصد محاسبه شد. متوسط تلفات رواناب و نفوذ عمقی در روش هیدروفلوم به ترتیب ۲۰/۶ و ۲۵/۴ درصد و در روش سنتی به ترتیب ۳۳/۶ و ۲۴/۱ درصد به دست آمد. عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب در روش هیدروفلوم نسبت به روش سنتی به ترتیب ۲۵/۸ و ۵۳/۰ درصد افزایش یافت. مصرف آب در روش هیدروفلوم نسبت به روش سنتی ۱۷/۸ درصد کاهش یافت. درآمد خالص کشاورز در روش هیدروفلوم در مزرعه گندم ۴۰/۳ درصد و در مزرعه جو ۳۱/۲ درصد افزایش نشان داد.

در تحقیقی دیگر مقایسه آبیاری با استفاده از هیدروفلوم و آبیاری به روش سنتی نشان داد که راندمان کاربرد در روش هیدروفلوم ۸۸–۷۹ درصد و در روش سنتی ۷۱–۶۹ درصد می‌باشد. تلفات نفوذ عمقی در روش هیدروفلوم بیشتر از روش سنتی به دست آمد (Abdel and Adeeb, 2014).

طراحی سامانه آبیاری کم‌فشار

طرح توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار از سال ۱۳۶۷ در دستور کار جدی دولت‌ها در ایران قرار دارد. با بروز برخی محدودیت‌ها ازجمله شوری آب‌وخاک و خرده‌مالکی اراضی برای توسعه سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار، خوشبختانه از سال ۹۲–۱۳۹۱ طراحی و اجرای سامانه‌های آبیاری کم‌فشار در دستور کار معاونت آب‌وخاک وزارت جهاد کشاورزی قرارگرفته است. بدین ترتیب برای طراحی و اجرای این سامانه‌ها نیز همانند روش‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی کمک‌های بلاعوض دولتی پرداخت می‌شود. در یک برآورد کلی، هزینه اجرای یک هکتار سامانه کم‌فشار در حدود نصف یک سامانه قطره‌ای می‌باشد. برای طراحی یک سامانه کم‌فشار نیاز است تا همانند روش‌های قطره‌ای و بارانی موارد زیادی موردبررسی قرار بگیرند. پیشنهاد می‌شود در صورت نیاز اراضی به تسطیح، اجرای سامانه آبیاری کم‌فشار به بعد از اجرای طرح تسطیح موکول گردد. فهرست مطالب و مطالعات موردنیاز برای قرار گرفتن در یک دفترچه طراحی آبیاری کم‌فشار به شرح زیر پیشنهاد می‌گردد. قابل‌ذکر است بسته به ابعاد پروژه ممکن است انجام برخی از آیتم‌های شرح خدمات ضرورت نداشته باشد.

۱- کلیات

۱–۱– موقعیت جغرافیایی منطقه

۱–۲– وضعیت اقلیمی منطقه

۱–۳– وضعیت کلی منابع آب (سطحی و زیرزمینی) و خاک منطقه

۱–۴– وضعیت کشاورزی و سیستم‌های آبیاری مورداستفاده در منطقه

۱-۵- مسائل اجتماعی، حقوقی، فرهنگی و اقتصادی قابل‌توجه در منطقه

۱-۶- مطالعات و مسائل زیست‌محیطی منطقه

۲- مشخصات آب‌وخاک پروژه

۲-۱- نوع و دبی منبع

۲-۲- میزان حقابه و نظام حاکم بر بهره‌برداری

۲-۳- کیفیت آب (شامل شوری، آنیون و کاتیون‌های موجود در آب)

۲-۴- بافت خاک حداقل در ۳ لایه تا عمق توسعه ریشه گیاه

۲-۵- نقاط مهم رطوبتی شامل نقطه ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی (PWP) در لایه‌های مختلف

۲-۶- معادله نفوذ آب در خاک از روش‌های معتبر به‌عنوان‌مثال SCS

۳- الگوی کشت و نیاز آبی

۳-۱- محصولات تحت کشت به تفکیک بهاره، پاییزه، زراعت و باغ

۳-۲- محاسبه نیاز خالص آبیاری هر یک از محصولات

۳-۳- تعیین الگوی کشت بر اساس هیدرومدول آبیاری

٤- مدیریت آبیاری

۴-۱- انتخاب روش مناسب آبیاری سطحی بر اساس نفوذپذیری، شیب اراضی، الگوی کشت و نظر بهره‌برداران

۴-۲- برآورد راندمان مناسب آبیاری بر اساس روش آبیاری و سایر عوامل مؤثر

۴-۳- تعیین عمق ناخالص آبیاری گیاهان

۴-۵- محاسبه دور آبیاری متناسب با عمق ناخالص آبیاری و حداکثر نیاز آبی

٥- طراحی ابعاد نوارها، شیارها یا کرت‌ها

۵-۱- تعیین ابعاد و پارامترهای طراحی از روش (های) مناسب مانند روش SCS

۵-۲- انتخاب طول بهینه شیار یا نوار که بالاترین راندمان و کمترین تلفات را در پی داشته باشد

٦- طراحی خطوط انتقال و استخر ذخیره

۶-۱- برآورد حجم استخر ذخیره آب بر اساس میزان حقابه و نیاز آبی

۶-۲- انتخاب جنس لوله خط انتقال بر اساس مسائل اقتصادی و فنی

۶-۳- محاسبات هیدرولیکی خطوط لوله انتقال و توزیع آب شامل: طول، قطر، ظرفیت، سرعت، افت و فشار

۷- طراحی لوله‌های دریچه‌دار

۷-۱- قطعه‌بندی اراضی بر اساس طول بهینه شیار یا نوار

۷-۲- طراحی هیدرولیکی لوله‌های دریچه‌دار شامل: قطر، طول، فاصله دریچه‌ها، دبی خروجی دریچه و فشار موردنیاز ابتدای لوله دریچه‌دار

۷-۳- نقشه جزئیات اجرایی لوله‌های دریچه‌دار

۸- طراحی زهکش‌ها (در صورت نیاز)

۸-۱- طراحی زهکش‌های درجه ۴ در انتهای قطعات زراعی

۸-۲- طراحی زهکش‌های درجه ۳ که زهکش‌های درجه ۴ به آن‌ها می‌ریزند شامل: ظرفیت، طول، عرض کف، عمق آب، عمق زهکش، شیب طولی، شیب جانبی و سرعت

۸-۳- ارائه نقشه مقاطع عرضی زهکش‌ها

۹- ارائه طرح تسطیح (در صورت نیاز)

۹-۱- محاسبه عملیات تسطیح در قطعات زراعی و تعیین حجم عملیات خاک‌ریزی و خاک‌برداری

۹-۲- ارائه نقشه‌های عملیات تسطیح به تفکیک قطعات زراعی

۱۰- برنامه‌ریزی آبیاری و دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری

۱۰-۱- ارائه برنامه آبیاری قطعات زراعی بر اساس الگوی کشت

۱۰-۲- نحوه استفاده از لوله‌های دریچه‌دار بر اساس حجم آب در اختیار

۱۰-۳- نحوه نگهداری از سیستم در شرایط عدم بهره‌برداری

۱۱- هزینه‌های اجرایی پروژه

۱۱-۱- هزینه خرید لوازم لوله‌های دریچه‌دار، لوله‌های خط انتقال اصلی و فرعی، اتصالات مربوطه، پمپ و ...

۱۱-۲- هزینه اجرای لوله‌های دریچه‌دار و خطوط انتقال و توزیع بر اساس فهرست‌بهای آبیاری و زهکشی با در نظر گرفتن هزینه اجرای شیرآلات و اتصالات، هزینه حمل، احتساب ضرایب و ...

۱۱-۳- هزینه عملیات تسطیح اراضی (در صورت نیاز)

۱۱-۴- هزینه عملیات اجرای زهکش‌های درجه ۳ و ۴ (در

صورت نیاز)

۱۱-۵- هزینه احداث استخر ذخیره آب (در صورت نیاز) و ایستگاه پمپاژ

۱۲- ارزیابی اقتصادی پروژه

۱۲-۱- مقایسه الگوی کشت در شرایط قبل و بعد از اجرای پروژه۱۲-۲- مقایسه عملکرد محصولات و سود ناخالص در شرایط قبل و بعد از اجرای پروژه

۱۲-۳- مقایسه هزینه‌های تولید و سود خالص در شرایط قبل و بعد از اجرای پروژه

۱۲-۴- مقایسه هزینه و فایده در شرایط قبل و بعد از اجرای پروژه با در نظر گرفتن هزینه سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه‌های تعمیر و نگهداری و عمر مفید اجزای پروژه

۱۳- برنامه زمان‌بندی اجرای پروژه

۱۳-۱- تحویل زمین به پیمانکار

۱۳-۲- خط‌ریزی، کانال کنی و رگلاژ کف

۱۳-۳- تهیه لوازم و حمل به کارگاه

۱۳-۴- اجرای لوله‌های خطوط انتقال اصلی و فرعی

۱۳-۵- اجرای لوله‌های دریچه‌دار و زهکش‌های مزرعه‌ای

۱۳-۶- احداث فونداسیون و نصب پمپ

۱۳-۷- آزمون و راه‌اندازی سیستم

طراحی ابعاد قطعات زراعی یا باغی

از مهم‌ترین قسمت‌های یک طرح آبیاری کم‌فشار -که متأسفانه کمتر به آن پرداخته می‌شود- بررسی شکل و ابعاد مناسب قطعات زراعی یا باغی است. یکی از علل کم بودن بازدهی کاربرد آب در سطح مزارع کشور طول نامناسب شیار یا نوار در روش‌های آبیاری سطحی است. برای تعیین طول مناسب شیار در روش آبیاری جویچه‌ای در یک منطقه به دو طریق می‌توان عمل کرد:

الف- استفاده از روش‌های موجود طراحی: این روش‌ها از نتایج مجموعه‌ای از روابط تجربی، ریاضی و یا تلفیقی از این دو به‌دست‌آمده‌اند. ازجمله این روش‌ها می‌توان به روش فائو (FAO)، اس‌سی‌اس)SCS) و واکر و اسکوگربو (W&S) اشاره کرد.

ب- انجام آزمایش‌های صحرایی با ترکیبات مختلفی از عوامل مؤثر در طراحی: در این روش در شرایط مختلف ازنظر طول شیار و جریان ورودی عواملی نظیر زمان آبیاری، زمان پیشروی و پسروی جریان اندازه‌گیری می‌شوند. بر اساس نتایج آزمایش‌های صحرایی میزان تلفات عمقی و رواناب خروجی برآورد شده و طول بهینه شیار برای رسیدن به حداکثر بازدهی به دست می‌آید. بدیهی است در مطالعات طراحی یک سامانه آبیاری کم‌فشار، بایستی از روش‌های موجود طراحی بهره گرفت.

به‌منظور تعیین روش مناسب طول بهینه شیار دو تحقیق منطقه‌ای در مناطق کرج (اراضی کمال‌آباد و مهندسی زراعی) و همدان (تجرک) و یک تحقیق به‌صورت ملی در سه استان کشور (اصفهان، فارس و گلستان) انجام گردیده که جمع‌بندی نتایج این سه تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است (سهرابی، ۱۳۷۱، سلطان‌زاده، ۱۳۷۲ و سالمی و همکاران، ۱۳۷۸). نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد می‌توان از شاخص گروه نفوذپذیری خاک (IF) برای تعیین معادله مناسب طراحی روش آبیاری جویچه‌ای بهره گرفت. بر این اساس روش فائو برای خاک‌هایی با IF کمتر از ۰/۵، روش اس‌سی‌اس برای خاک‌هایی با IF بین ۰/۵ تا یک و روش واکر و اسکوگربو برای خاک‌هایی با IF بزرگ‌تر از یک قابل توصیه هستند.

جدول ۱- خلاصه نتایج تحقیقات انجام‌شده در رابطه با روش مناسب تعیین طول بهینه شیار

ردیف	نام منطقه	بافت خاک	گروه نفوذپذیری خاک (IF)	فاصله شیارها (m)	شیب اراضی (m/ m)	دبی جریان ورودی (l/s)	وضعیت روش‌های طراحی		
							مناسب	متوسط	نامناسب
۱	همدان (تجرک)	سیلتی رسی لومی	۱/۵	۰/۶	۰/۰۰۵۴	۱/۲	SCS	FAO	_
۲	کرج (کمال‌آباد)	سیلتی رسی لومی	۱/۵	۰/۸	۰/۰۰۷۴	۱/۰	W&S	SCS	FAO
۳	کرج (مهندسی زراعی)	سیلتی لوم	۰/۳	۰/۵۵	۰/۰۱	۱/۰	FAO	SCS	W&S
۴	اصفهان (کبوترآباد)	سیلتی رسی لومی	۱/۵	۰/۶	۰/۰۰۲	۱/۵	W&S	SCS	FAO
۵	اصفهان (فریدن)	شنی رسی لومی	۱/۵	۰/۷۵	۰/۰۱۵	۰/۵	W&S	SCS	FAO
۶	گلستان (هاشم‌آباد)	سیلتی رسی لومی	۱/۲	۰/۸	۰/۰۰۶۲	۱/۱	W&S	FAO	SCS
۷	فارس (زرقان)	-	۰/۷	۰/۶	۰/۰۰۴	۱/۲	W&S	FAO	SCS

ضوابط طراحی روش‌های آبیاری سطحی

برای طراحی آبیاری سطحی روش‌های مختلفی وجود دارد. این روش‌ها به دودسته تجربی و هیدرولیکی تقسیم می‌شوند. در روش‌های تجربی از فرمول‌های تجربی، جدول‌ها و گراف‌ها برای طراحی استفاده می‌گردد. در روش هیدرولیکی از روابطی که پایه و اساس هیدرولیک و ریاضی دارند، استفاده به عمل می‌آید.

اساس طراحی در روش‌های هیدرولیکی، معادله سنت ونانت (Sant Venant) می‌باشد. این معادله به شکل کامل آن، فاقد حل تحلیلی بوده و محققین با توسل به ساده‌گرایی و حذف جملاتی از آن به مدل‌های مختلفی دست‌یافته‌اند. ازجمله این مدل‌ها می‌توان مدل هیدرودینامیک کامل، اینرسی صفر، موج کینماتیک و بیلان حجمی را نام برد. نتایج دو تحقیق انجام‌شده در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی نشان داد مدل اینرسی صفر و موج کینماتیک برای شبیه‌سازی مراحل مختلف آبیاری جویچه‌ای و نواری (پیشروی، ذخیره، تخلیه و پسروی) از دقت خوبی برخوردار هستند که در این میان مدل اینرسی صفر به سبب سادگی، دقت و دامنه کاربرد زیاد بر مدل موج کینماتیک برتری دارد (عباسی و همکاران، ۱۳۷۸ و ملک‌پور و همکاران، ۱۳۷۹). با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری تهیه‌شده مانند SIRMOD و SRFR می‌توان با دقت خوب مراحل مختلف حرکت آب در جویچه‌ها و نوارها را شبیه‌سازی نموده و برای طراحی مناسب روش‌های آبیاری سطحی به کار برد.

رهیافت ترویجی

در طراحی آبیاری سطحی که از ضروریات یک سامانه آبیاری کم‌فشار است، نکات اجرایی زیر پیشنهاد می‌گردند:

– طراحی سامانه آبیاری کم‌فشار الزاماً همراه با تسطیح اراضی (در صورت نیاز) و استفاده از لوله‌های دریچه‌دار (یا شیردار) جایگزین نهر خاکی بالادست قطعه زراعی یا باغی باشد. به این منظور ضرورت دارد سقف کمک‌های بلاعوض دولتی برای اجرای این نوع از سامانه‌های نوین آبیاری بین ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش داده شود.

– راندمان کاربرد آب برای طراحی روش‌های مختلف آبیاری سطحی در حال حاضر بین ۶۰ تا ۶۵ درصد در نظر گرفته شود.

– یکی از مهم‌ترین عوامل برای طراحی آبیاری سطحی، تعیین معادله نفوذ آب در خاک با انجام آزمایش صحرایی می‌باشد. در صورتی که به هر دلیل امکان انجام این آزمایش‌ها فراهم نباشد، توصیه می‌شود بر اساس خصوصیات فیزیکی خاک نظیر بافت خاک (درصد شن، سیلت و رس)، ظرفیت مزرعه و وزن مخصوص ظاهری خاک، پارامترهای معادله نفوذ آب از کتاب‌های معتبر فیزیک خاک تخمین زده شوند.

– پارامترهای ورودی به مدل‌های شبیه‌سازی طراحی آبیاری سطحی مانند شیب، نیاز آبیاری، عرض نوار، دبی جویچه یا نوار همگی بایستی متناسب با شرایط طرح در نظر گرفته شوند. به‌عنوان‌مثال شیب اراضی برابر با توپوگرافی منطقه و شیب عمومی اراضی باشد. نیاز آبیاری بر اساس الگوی کشت در نظر گرفته‌شده، برای هر یک از گیاهان جداگانه برآورد شود.

– در طراحی لازم است واقعیت‌های روی زمین در نظر گرفته‌شده و حداکثر تناسب بین پارامترهای طراحی با شرایط خاص هر پروژه وجود داشته باشد. به‌عنوان‌مثال طول، عرض و شیب قطعات نمی‌تواند بسیار متفاوت با شرایط حال حاضر بهره-بردار باشد؛ بنابراین آنچه طراح می‌تواند با دست بازتر نسبت به تغییر آن اقدام نماید، دبی ورودی به کرت، نوار یا جویچه آبیاری است.

مراجع

بی‌نام. ۱۳۹۱. ضوابط طراحی سامانه‌های آبیاری با لوله‌های کم-فشار. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، نشریه ۵۸۲.

شمیلی، م. ۱۳۸۴. نگرشی بر سیستم‌های آبیاری در شرکت کشت و صنعت کارون، کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه، صفحات ۲۴۶-۲۳۱.

عباسی، ف.، جلینی، م.، معیری، م. و طایفه‌رضایی، ح. ۱۳۷۸. تهیه یک مدل ریاضی برای طراحی و ارزیابی روش‌های آبیاری سطحی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج، نشریه شماره ۱۲۲.

قدمی فیروزآبادی، ع. و عباسی، ف. ۱۳۸۴. مقایسه و ارزیابی توزیع آب به روش هیدروفلوم با روش‌های سنتی و بارانی در شرایط زارعین. دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی، تهران.

کرمی، و. و صمدی بهرامی، ر. ۱۳۸۴. بهبود روش‌های آبیاری سطحی با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار، کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه، ۱۳ آذرماه ۱۳۸۴، تهران، ایران، ص ۲۰۹-۲۲۱.

کریمی، م. ۱۳۹۳. ارزیابی فنی و اقتصادی استفاده از لوله‌های دریچه‌دار بر کاهش تلفات آب و افزایش کارایی مصرف آب محصولات مختلف در منطقه سبزوار. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران

.ملک‌پور، ا.، میراب‌زاده، م. و اسداله‌بیگ، م. ۱۳۷۹. مدل ریاضی حرکت آب در فاروها. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج، نشریه شماره ۲۴.

مینایی، س.، بهزادی‌نسب، م. و معروف‌پور، ع. ۱۳۸۴. مقایسه فنی و اقتصادی سیستم‌های توزیع کم‌فشار با سیستم‌های آبیاری سطحی و بارانی، کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه، ۱۳ آذرماه ۱۳۸۴، تهران، ایران، ص ۱۵۹–۱۷۱.

نوری، م. ۱۳۸۵. مقایسه آبیاری به روش هیدروفلوم با روش مرسوم نهر و سیفون در مزارع نیشکر کشت و صنعت کارون، اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۲ الی ۱۴ اردیبهشت، اهواز، ایران، ص ۱۱۴۹–۱۱۵۷.

ولی‌زاده، ن. و ملک‌زاده، س. ۱۳۸۴. کاربرد لوله‌های دریچه‌دار در آبیاری، کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه، ۱۳ آذرماه ۱۳۸۴، تهران، ایران، ص ۱–۲۰.

Abdel, D.A.M. and Adeeb, W.A.M. 2014. Comparison between hydro-flume and open field head ditch irrigation systems at Kenana sugar scheme, Sudan. Agricultural Sciences. 5: 588-603

Jibin, L. and Foroud, N. 2000. Evaluation of a gated pipe basin irrigation method in china. Hebei Academy of Agriculture Sciences. pp: 25-36.

Osman, B. and Hassan, E. 2002. Evaluation of surface Irrigation using gated pipes techniques in field crops and old horticultural farm. Agricultural Engineering Research Institute, Egypt. 47(2):461-76.

Kholeif, M.A., Sayed, G.K. and Said, R.A. 1997. Modern Irrigation in sugar cane under Upper Egypt condition. 28th Yearly conference of Egyptian Society of Sugar Technologists, Egypt.

Bentum, R.V. and Smout, I.K. 1994. Buried pipelines for surface irrigation. Intermediate Technology Publications Ltd (ITP).

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 2, Autumn and Winter 2019, 123-132

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، ص. ۱۳۲-۱۲۳

Development of Low- Pressure Irrigation Systems (Application History, Advantageous and Challenges)

S. A. Haghayeghi Moghaddam[1]*, A. Nasseri[2] and A. Zolfagharan[3]

Abstract

Implement of pressurized irrigation systems within the farms are not possible in some provinces of Iran, due to high cost of energy supply, evaporation and wind-drift losses, salinity conditions and ownership patterns. Therefore, the appropriate option is the application of low- pressure irrigation systems. The low- pressure system is a series of tubes that are supported by the canal, water tank or pumping station and distributes water to the farm ditches with a low pressure. The history, advantages and challenges of the application of low-pressure irrigation systems and some extension approaches are mentioned in this study. The major advantages can be referred to the reducing water conveyance time, increasing the irrigation efficiency, decreasing energy losses, preventing pollution of groundwater resources, controlling human diseases and reducing the cost of maintenance and applications. The challenges of application of low- pressure irrigation systems include the more complication relative to open irrigation systems, the inability of designer engineers to design and implement systems, the need for higher hydraulic height, and impossibility for monitoring water flow in the distribution system. It highlighted the importance of factors of design and implementation of low - pressure systems such soil and water characteristics; cultivation pattern and water requirements; irrigation management; design of border, furrows and basins dimensions; design of conveyance lines and pools; design of gated pipes; irrigation scheduling; maintenance procedure; cost of project implementation; economic evaluation; project management; dimensional design; and design criteria for surface irrigation methods

Keywords: Low pressure irrigation system, Gated pipes, Low pressure system design, Low pressure advantages, Disadvantages of low pressure system.

[1,3] Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashad, Iran. (*Corresponded Author, Sahm51@yahoo.com)

[2] Agricultural Engineering Research Department, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.

Received: 22 February 2020
Accepted:6 March 2020