« سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی »
دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب
۱۰ الی ۱۲ اسفند ۱۳۸۹

به کارگیری روش مهندسی ارزش با هدف تسهیل وکاهش هزینه‌های دوران بهره‌برداری- مطالعه موردی طرح شبکه آبیاری و زهکشی جفیر

علیرضا رضانیا
مدیرعامل سازمان آب و برق خوزستان (a.r.razania@gmail.com)
مجید شریفی‌پور
کارشناس مهندسین مشاور سازآب‌پردازان و دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران (sharifipour.majid@gmail.com)
محسن مشکی‌زاده
مدیر عامل مهندسین مشاور سازآب‌پردازان (mmeshkizadeh@yahoo.com)
محمد حسین زیبانچی
کارشناس ارشد مهندسین مشاور سازآب‌پردازان (zibanchi2000@yahoo.com)

چکیده:

مرور تجربیات متعدد از علل موفقیت و شکست پروژه‌های آبیاری و زهکشی این نتیجه را به دنبال داشته است که توجه به الزامات دوران بهره‌برداری، عامل مهمی در موفقیت پروژه‌ها ودستیابی به اهداف آنها با بالاترین کیفیت می‌باشد. یکی از رویکردهای موثر برای مطالعه طرح‌ها و اطمینان از صحت مشخصات مطلوب ذینفعان، مهندسی ارزش می‌باشد. استفاده از تجربیات بهره برداران سیستم های مشابه و اعمال این تجربیات در پروژه در حال مطالعه، می تواند نقش عمده ای در بهینه‌سازی شبکه های آبیاری و زهکشی بازی کند. ساختار کار گروهی در روش مهندسی ارزش این امکان را به وجود می آورد که تجربه دوران بهره برداری در ملاحظات طراحی به کار گرفته شود. انتخاب سیستم مشابه برای انتقال تجربیات بهره برداران آن بر اساس همانندی هر چه بیشتر آن طرح با طرح در حال مطالعه است.

شبکه آبیاری و زهکشی جفیر جزء آبخور رودخانه کارون به مساحت ناخالص ۴۰۰۰۰ هکتار در فاصله ۲۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اهواز، در اراضی شرق رودخانه کارون واقع می باشد. به علت وقفه زمانی ایجاد شده بین طراحی و اجرا و همچنین تغییر دستگاه اجرایی مسئول، تصمیم به اجرای مطالعات مهندسی ارزش در پروژه گرفته شد. برای بهینه سازی دوره بهره برداری در این طرح، از تجربیات به دست آمده از مزارع کشت نیشکر مجاور استفاده شد. این مقاله به مرور دستاوردهای حاصل از بکارگیری روش مهندسی ارزش در تسهیل و کاهش هزینه‌های بهره برداری شبکه آبیاری و زهکشی جفیر خواهد پرداخت. استفاده

از هیدروفلوم به جای کانال درجه ۴، استفاده از سیستم آبیاری کم فشار، کاهش عمق زهکشی و فاصله نصب زهکشها، استفاده از ایستگاه های پمپاژ غیر متمرکز جهت دفع زه آب و تغییر جنس و قطر کلکتورها، ایده های مورد بررسی در این مطالعه بوده اند. کاهش تخلیه زهاب شور، افزایش راندمان آبیاری، سهولت بهره‌برداری، امکان اعمال مدیریت قویتر بر تحویل آب، کاهش هزینه های بهره برداری (کارگری، انرژی و ....)، امکان اجرا و بهره‌برداری مرحله‌ای (فازی) طرح، سهولت اجرا و کاهش هزینه های سرمایه ای از دیگر نتایج این مطالعه بوده است.

کلمات کلیدی: مهندسی ارزش، هیدروفلوم، کانال، لوله های کم فشار، عمق زهکشی، کلکتور، زهاب، راندمان آبیاری

۱- مقدمه

روند رو به رشد سرمایه گذاری در طرح های ملی از یک سو و محدودیت منابع از سوی دیگر، موجب شده که توجه به تخصیص بهینه منابع به عنوان یک الزام در فرآیند مدیریت طرح‌ها مطرح گردد. مرور تجربیات متعدد از علل موفقیت و شکست پروژه ها این نتیجه مهم را به دنبال داشته است که توجه به مراحل مختلف طراحی و رفع ابهامات آن، عامل مهمی در موفقیت پروژه ها ودستیابی به اهداف آنها با حداقل هزینه و بالاترین کیفیت می باشد. تامل کافی در مراحل طراحی و بهره گیری از طراحان و مشاوران با تجربه و خلاق، نه تنها موجب کاهش هزینه و افزایش کیفیت می شود، بلکه دستیابی به اهداف طرح را مطابق خواسته‌ها ونیازهای همه ذینفعان ممکن می سازد.

یکی از رویکردهای کارا و موثر برای مطالعه طرح ها به منظور حصول اطمینان از صحت مشخصات مطلوب ذینفعان، مهندسی ارزش می باشد. مهندسی ارزش یکی از راهکارهایی است که با روشی سیستماتیک و با تکیه بر خلاقیت و کار تیمی، ضمن بررسی موشکافانه پروژه، فرصت هایی را برای بهبود پروژه در ابعاد زمان، هزینه و کیفیت فراهم می آورد.

در شبکه های آبیاری و زهکشی فرصت ها یا پتانسیل های بهبود را می توان به دو گروه تقسیم کرد؛ پتانسیل‌های دوران ساخت و پتانسیل‌های دوران بهره‌برداری. با توجه به این که بهره‌برداران شبکه آبیاری و زهکشی مهمترین ذینفعان این طرح های عمرانی خواهند بود، فراهم کردن فرصت های بهبود در پروژه با هدف تسهیل و کاهش هزینه های دوران بهره‌برداری اهمیت فراوان دارد. استفاده از تجربیات بهره برداران سیستم های مشابه واقع در منطقه طرح و اعمال این تجربیات در پروژه در حال مطالعه، می تواند نقش عمده ای در بهینه‌سازی شبکه آبیاری و زهکشی بازی کند. ساختار کار گروهی در روش مهندسی ارزش این امکان را به وجود می آورد که تجربه دوران بهره برداری در اختیار طراحان قرار گیرد و در ملاحظات طراحی به کار گرفته شود.

انتخاب سیستم مشابه برای انتقال تجربیات بهره برداران آن بر اساس همانندی هر چه بیشتر طرح ها است. هر چه نهاده ها، شرایط طبیعی و اقلیمی، اجزاء شبکه آبیاری و زهکشی و عوامل انسانی و فرهنگی در طرح نمونه و طرح در حال مطالعه همانندی بیشتری داشته باشد، تجربیات مفید بیشتری در دسترس طراحان قرار خواهد گرفت. در یک دیدگاه کلی، برخی از این مشابهت ها که در انتخاب شبکه آبیاری و زهکشی مشابه کارآمدند به شرح زیرند:

۱. شرایط خاک و زمین از لحاظ کلاس خاک و کیفیت آن، نوع عملیات اصلاح و بهسازی در صورت لزوم، دانه بندی خاک، شیب اراضی و لزوم عملیات تسطیح، وجود مسائل خاص در اراضی مثل لایه های ماسه ای
۲. شرایط کیفی، ریسک پذیری تامین و نوسانات فصلی رودخانه یا منبع تامین آب
۳. شرایط ژئومورفولوژیکی آبگیر سامانه پمپاژ اصلی یا بند انحرافی، شرایط رسوب، مسائل تجهیزات هیدرومکانیکال
۴. شرایط اقلیمی و آب و هوایی به ویژه از لحاظ بارش، تبخیر، دما و ساعات آفتابی
۵. مصالح و روش به کار رفته در ساخت اجزاء
۶. نظام و روش بهره برداری و تحویل آب
۷. الگوی کشت

۸. ابنیه فنی
۹. شرایط آب زیر زمینی به لحاظ کیفیت، عمق سطح آب، نوسانات و پتانسیل های زهکشی طبیعی
۱۰. مهارت و تجربه نیروی انسانی، سنن محلی کشاورزی، فرهنگ بومی و تکنولوژی بهره برداری
۱۱. روش، برنامه ریزی و راندمان آبیاری
۱۲. روش زهکشی از لحاظ روباز یا روبسته بودن، عمق زهکش ها، روش جمع آوری و دفع زهاب و منابع پذیرنده زهاب
۱۳. صنایع جانبی کشاورزی

علاوه بر این، چنان چه طرح انتخابی دارای قدمت بیشتری بوده و دارای بهره بردار متمرکز و دانش‌آموخته‌تری باشد، تجربیات حاصل از بهره برداری آن نیز مدونتر و دارای مبانی علمی بهتری است و این امر باعث خواهد شد که این تجربه ها با اطمینان بیشتری در طرح شبکه آبیاری و زهکشی جدید اعمال گردد.

۲- معرفی طرح شبکه آبیاری و زهکشی جفیر

شبکه آبیاری و زهکشی جفیر جزء آبخور رودخانه کارون به مساحت ناخالص ۴۰۰۰۰ هکتار در فاصله ۲۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اهواز، در اراضی شرق رودخانه کارون واقع می باشد. میزان حقابه تخصیصی به طرح به میزان ۴۰ متر مکعب در ثانیه تعیین شده است.

به منظور آبگیری و تامین انرژی لازم جهت انتقال آب مورد نیاز اراضی از رودخانه از ایستگاه پمپاژ استفاده می شود. این آب به وسیله یک کانال انتقال که در مقطع خاکریزی قرار دارد، به ابتدای اراضی رسیده و سپس با استفاده از یک ایستگاه پمپاژ ثانویه، به اراضی طرح منتقل می شود. به علت شیب خیلی کم اراضی طرح، کلیه کانالهای آبیاری شبکه در مقطع خاکریزی طراحی شده اند. شبکه اصلی از یک رشته کانال اصلی، ۵ رشته کانال درجه یک و ۳۲رشته کانال درجه ۲، مجموعا به طول ۲۱۶ کیلومتر تشکیل شده است. کانالهای درجه سه به فاصله ۱۰۰۰متر از دو طرف کانالهای درجه دو و در وسط مزرعه و کانالهای درجه چهار به فاصله ۲۰۰ متر از هر دو طرف کانال درجه سه منشعب می شوند. روش آبیاری مزارع به صورت جوی و پشته در نظر گرفته شده.

خاک های اراضی طرح جفیر بسیار شور بوده و جهت کشت آنها اجرای عملیات زهکشی زیرزمینی ضروری است. فاصله زهکش های زیرزمینی در این طرح در حدود ۵۵ متر در نظر گرفته شده بود. شبکه اصلی زهکشی جفیر شامل یک رشته زهکش اصلی، یک رشته زهکش درجه یک و ۱۲رشته زهکش درجه دو، با مجموع طول ۲۳۰ کیلومتر می باشد. پس از تخلیه زهاب زهکش درجه یک به زهکش اصلی طرح، زهاب بوسیله ایستگاه پمپاژ زهکش اصلی به خارج از محدوده شبکه منتقل می شود. این ایستگاه در منتهی الیه جنوب غربی اراضی طرح در نزدیک پاسگاه مرزی کوشک قرار دارد.

از آنجا که مطالعات این طرح در سال ۱۳۷۷ انجام شده بود، با توجه به فاصله زمانی ایجاد شده بین طراحی و اجرا و همچنین تغییر کارفرما (از جهاد کشاورزی به سازمان آب و برق خوزستان) تصمیم به اجرای مطالعات مهندسی ارزش در پروژه گرفته شد.

۳- مهندسی ارزش طرح، مبانی و دستاوردها

کارگاه مهندسی ارزش طرح شبکه آبیاری و زهکشی جفیر با حضور اعضای تیم مهندسی ارزش شامل کارفرمای طرح، مشاور طراح، پیمانکار، مشاور مهندسی ارزش، بهره‌برداران، اساتید دانشگاه، کارشناسان آزاد و کارشناسان مالی برگزار گردید. با در نظر گرفتن مجموع عوامل ذکر شده در مقدمه برای انتخاب شبکه آبیاری و زهکشی مناسب جهت انتقال تجربیات دوران بهره برداری، شبکه های آبیاری و زهکشی توسعه نیشکر جنوب خوزستان به عنوان طرح نمونه انتخاب و کارشناسان آن در کارگاه مهندسی

ارزش مشارکت داشتند. این کارگاه امکان بهینه‌سازی و کاهش هزینه در پروژه شبکه آبیاری و زهکشی جفیر را در سه بخش جانمایی شبکه آبیاری و زهکشی، مبانی طراحی سیستم آبیاری و همچنین زهکشی زیرزمینی بررسی نمود. این مقاله به مرور دستاوردهای حاصل از به کارگیری روش مهندسی ارزش در تسهیل وکاهش هزینه‌های بهره برداری این طرح خواهد پرداخت.

مطابق روش مهندسی ارزش، می بایست عوامل کلیدی و موثر در موفقیت پروژه از دیدگاه اعضای تیم شناسایی و تعریف گردد. این معیارها، ملاک ارزش گذاری ایده های بهینه سازی در مهندسی ارزش خواهد بود. معیار های مورد تاکید تیم مهندسی ارزش در طرح شبکه آبیاری و زهکشی جفیر به شرح زیر بوده است:

۱. حفظ شرایط زیست محیطی
۲. سهولت بهره‌برداری
۳. کاهش هزینه های بهره برداری
۴. امکان اجرا و بهره‌برداری مرحله‌ای (فازی) طرح
۵. سهولت اجرا
۶. کاهش هزینه های سرمایه ای

۳-۱- استفاده از هیدروفلوم به جای کانال درجه ۴

طرح اولیه: در طرح اولیه، در بالادست هر مزرعه (به مساحت تقریباً ۱۰ هکتار) یک رشته کانال درجه ۴ جهت رساندن آب به کرت یا نوارهای آبیاری استفاده شود.

طرح پیشنهادی: به جای استفاده از کانال خاکی درجا، از یک رشته لوله دریچه دار انعطاف پذیر استفاده گردد. با توجه به این که نشت آب از هیدروفلوم بسیار ناچیز است، و کنترل توزیع آب در مزرعه با دقت بالاتری قابل اعمال است، راندمان آبیاری افزایش قابل توجهی خواهد یافت. همینطور نیازی به استفاده از سیفون برای هدایت آب به جویچه ها نیست و هزینه های کارگری کاهش پیدا می کند. در ضمن مساحت تلف شده آن در مقایسه با کانال درجه ۴ کمتر است.

پیش بینی شده است زمان اجرای طرح پیشنهادی با توجه به پیش ساخته بودن هیدروفلوم، به یک سوم زمان طرح اولیه کاهش یابد. برای اجرای این طرح، بطور متوسط سالیانه حدود ۶۰۰ کیلومتر هیدروفلوم مورد نیاز می باشد که با توجه به امکان تولید این محصول در منطقه، مشکلی از لحاظ تهیه آن وجود ندارد. با در نظر گرفتن عمر مفید سه ساله برای هیدروفلوم، در مقایسه با سه بار احداث و تخریب کانال درجه ۴، این ایده از لحاظ هزینه های سرمایه ای تفاوتی با طرح مبنا ندارد و سرعت اجرای آن نیز بسیار بالاتر است. البته به دلیل نیاز به هد بیشتر، ممکن است نیاز باشد خط پروژه در کانالهای درجه ۳ و بالتبع شبکه اصلی بالاتر رود.

۳-۲- استفاده از سیستم آبیاری کم فشار

طرح اولیه:در طرح اولیه، برای آبرسانی به نواحی زراعی (به مساحت تقریباً ۱۲۰ هکتار) از کانالهای درجه۳ ذوزنقه‌ای بصورت بتن درجا، بطول تقریبی ۱۰۰۰ متر برای هر ناحیه استفاده شده است.

طرح پیشنهادی: با توجه به این که در ۷۰ درصد ابتدایی کانالهای درجه ۲، هد کافی برای استفاده از سیستم های آبیاری کم فشار وجود دارد، می‌توان به جای کانال درجه ۳ از لوله PE یا GRP به قطر ۶۰cm استفاده نمود. سرعت آب در چنین لوله‌ای حدود ۰/۸ m/s می‌باشد و مدول مورد استفاده حدود ۲l/s/h است. تکنولوژی ساخت لوله‌ها در استان خوزستان و کشور موجود است. در کل طرح حدود ۳۰۰ کیلومتر کانال درجه ۳ پیش بینی شده است که با توجه به هد آب در کانالهای درجه ۲، در ۷۰ درصد بالادست این کانالها (۲۱۰ کیلومتر) می‌توان از سیستم کم فشار استفاده نمود.

با استفاده از لوله های کم فشار، نشت آب به حداقل می رسد و راندمان انتقال افزایش می یابد و نیاز به تصرف زمین زراعی در آن کمتر از کانال درجه ۳ است. همچنین منفرد کردن دبی تحویلی به لوله کم فشار از نوسانات سطح آب بالادست به راحتی امکان پذیر است (با استفاده از آبگیر جفت لوله ایستاده). استفاده از لوله کم فشار پتانسیل بالاتری را برای استفاده از هیدروفلوم و همین طور تحویل حجمی آب به زارعین به وجود می آورد.

مطابق برآورد انجام شده، هزینه این روش با حذف عملیات خاکریزی کانال درجه ۳ و کاهش نیاز به منابع قرضه نسبت به طرح مبنا، ۱۴ درصد کمتر خواهد بود. پیشبینی می‌شود زمان اجرای شبکه فرعی آبیاری با استفاده از این تکنیک حدود ۶۰ درصدکاهش یابد و سهولت اجرای آن قابل توجه است.

۳-۳- کاهش عمق زهکشی و فاصله نصب زهکشها

طرح اولیه: در طرح اولیه عمق زهکشهای لترال معادل ۱/۹ تا ۲/۱ متر و فاصله زهکشها حدود ۵۵ متر منظور شده است .

طرح پیشنهادی: تجربیات طرحهای نیشکر بیانگر این مطلب است که در صورت عمیق بودن زهکش ها، آب زیرزمینی نیز از طریق آنان تخلیه خواهد شد. تخلیه این آب زیرزمینی شور علاوه بر اثرات نامطلوب زیست محیطی بر منابع پذیرنده زهاب، نیاز به صرف هزینه های سنگین انرژی جهت پمپاژ، حتی در فصل غیر زراعی دارد.

کم کردن عمق زهکش ها علاوه بر سهولت عملیات اجرایی، تاثیر به سزایی در سرعت به تعادل رسیدن بیلان جرمی نمک در اراضی خواهد داشت و شوری زهاب اراضی در زمان کمتری به تعادل خواهد رسید. همچنین در صورت عمق زیاد زهکشی، به دلیل ایجاد گرادیان هیدرولیکی بالاتر، تخلیه سریعتر انجام می شود و در نتیجه آب مورد نیاز گیاه از دسترس خارج می گردد و زمان آبیاری بعدی سریعتر فرا می رسد، بنابراین کاهش عمق زهکشی تاثیر بسزایی در افزایش راندمان کاربرد آب خواهد داشت و از زهکشی بیش از حد مجاز جلوگیری می کند.

بنابراین پیشنهاد می گردد که عمق زهکشهای لترال به ۱/۵ متر محدود گردیده و به همین نسبت فاصله آنها نیز کاهش یابد.

۳-۴- تغییر جنس و قطر کلکتورها

طرح اولیه: کلکتورها با قطر ۲۰ تا ۲۵ سانتی متر از جنس بتن در نظر گرفته شده بودند.

طرح پیشنهادی: محاسبه اقطار کلکتورها بر اساس ضریب زهکشی در دوران بهره برداری صورت گرفته است، ولی تجربه نشان می دهد دبی کلکتورها در زمان آبشویی اولیه بسیار بیشتر خواهد بود و قطرهای محاسبه شده بر اساس ضریب زهکشی در هنگام کشت، جوابگوی نیاز دوران آبشویی نیست. بنابراین لازم است قطر لوله ها بر اساس دبی در زمان آبشویی اولیه محاسبه گردد.

نکته دوم این که در بخش وسیعی از اراضی طرح، لایه های ماسه‌ای با چسبندگی بسیار پایین وجود دارد. با توجه به این که عمق اجرای کلکتور ها زیر تراز آب زیرزمینی است، این ذرات به تدریج، همراه با جریان آب زیرزمینی، از طریق شکاف بین لوله های بتنی، به درون کلکتورها راه می‌یابند و سبب ایجاد مخروطهای ماسه ای و نشست لوله ها می گردند. برای جلوگیری از این موضوع، می توان از لوله های پلی اتیلن استفاده کرد. اتصال این لوله ها عمدتا جوشی است و امکان ورود ماسه را از بین می برد. ضمنا چون شاخه های لوله های پلی اتیلن بلندتر از لوله های بتنی است، نصب آنها نیز سریعتر انجام خواهد شد.

۳-۵- استفاده از ایستگاه های پمپاژ غیر متمرکز جهت دفع زه آب

طرح اولیه: در طرح اولیه یک ایستگاه پمپاژ زهکشی متمرکز برای تمام اراضی با ظرفیت ۲۱ مترمکعب در ثانیه در نظر گرفته شده است

طرح پیشنهادی: با توجه به وسعت پروژه (۴۰هزار هکتار)، اجرای آن به زمان زیادی احتیاج دارد و بهتر است طرح به گونه ای تغییر یابد که اجرا و بهره برداری مرحله ای (فازی) از آن ممکن باشد تا هزینه عدم النفع کمتری به بخش های ساخته شده تعلق گیرد و از عمر مفید آنها حداکثر استفاده به عمل آید. با در نظر گرفتن یک ایستگاه پمپاژ زهکشی متمرکز برای تمام طرح، این امکان عملا از بین خواهد رفت. ضمن این که در نظر گرفتن ایستگاه پمپاژ زهکشی واحد، نیازمند عمیق کردن آن نیز هست که این امر علاوه بر صعوبت اجرایی، هزینه های بالاتری را برای انرژی پمپاژ به بهره بردار تحمیل خواهد کرد.

با احداث ایستگاه پمپاژ غیر متمرکز امکان کاهش ارتفاع پمپاژ و بهره برداری و اجرای مرحله ای کار فراهم خواهد شد و اثر قابل توجهی در کاهش هزینه های انرژی پمپاژ خواهد داشت. لازم به ذکر است کاهش هزینه های انرژی دقیقا متناسب با کاهش عمق پمپاژ خواهد بود.

مراجع و منابع:

۱. مهندسین مشاور دزآب. گزارش توسعه آبیاری طرح شبکه آبیاری و زهکشی جفیر، ۱۳۷۷
۲. مهندسین مشاور سازآب‌پردازان. گزارش مهندسی ارزش طرح شبکه آبیاری و زهکشی جفیر، ۱۳۸۹
۳. میر محمدصادقی، سیدعلیرضا. صافدل، علی. صفایی، شاهین. کتاب جامع مهندسی ارزش. انتشارات فرات، ۱۳۸۸
۴. ضرغامی، مهدی. استفاده از مدیریت ارزش در استخراج معیارهای ارزیابی طرح‌های عمرانی بخش آب. دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، ۱۳۸۴