مشکلات سازه‌ای ناشی از حداقل ظرفیت طراحی و راهکار اجرای وُنش داخل شبکه (مطالعه موردی: شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد اصفهان)

مرتضی غضنفرپور[1]، زهرا مردانی[2]، کیومرث ابراهیمی[3]*

*۱-نویسنده مسئول، کارشناس امور منابع آبِ حوزه آبریز زاینده‌رود و مدیر عامل شرکت بهره برداری میراب زاینده‌رود، سازمان آب منطقه‌ای اصفهان. رایانامه: m_ghazanfarpour@yahoo.com (نویسنده مسئول)

۲- دانشجوی دکتری، مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان. رایانامه: Z.Mardani@cv.iut.ac.ir

۳- استاد گروه مهندسی انرژی‌های نو و منابع پایدار، دانشکدگان علوم و فناوری های میان رشته‌ای، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: EbrahimiK@ut.ac.ir

چکیده:

شبکه آبیاری چپ نکوآباد، با ظرفیت ۵۰ مترمکعب در ثانیه، دارای یک کانال اصلی به طول ۶۰ کیلومتر و دارای ۲۹ حوضچه آبگیر اصلی و شبکه آبیاری راست نکوآباد، با ظرفیت ۱۵ مترمکعب در ثانیه، دارای یک کانال اصلی به طول ۳۵ کیلومتر و دارای ۲۵ آبگیر اصلی است. قریب به ۱۵ سال عدم کشت و کار و زراعت، کاهش هر ساله مساحت باغات و اشجار ارزشمند و نابودی تدریجی آن ها در هر سال، سبب نگرانی مدیران و مسئولان ارشد حوضه آبریز زاینده‌رود و استان اصفهان و کشاورزان شبکه شده بود. با توجه به ادامه بحران خشکسالی و وضعیت نامطلوب بارش‌ها و آوردهای سالانه رودخانه، راه حلی برای آن، به نظر نمی‌رسید، تا اینکه نظریه جریان مستمر آب و وُنش داخل شبکه مطرح شد. با اجرای موفق این برنامه در سال آبی ۹۴-۹۳، علاوه بر کاشت موفق ۳۵،۰۰۰ هکتار غلات پاییزه گندم و جو در سطح شبکه و تولید محصولات زراعی با بازدهی بسیار بالا، کیفیت و کمیت محصولات باغی نیز به شکل چشمگیری افزایش یافت. همچنین امکان ایجاد جریان مستمر و دائمی در رودخانه زاینده‌رود و تمام مجاری اصلی شبکه نکوآباد، در بازه زمانی اجرای برنامه محقق و با کاهش چشمگیر تلفات ناشی از آب‌اندازی‌های متواتر رودخانه و آبگیری شبکه، راندمان انتقال و بهره‌وری مصرف آب به صورت قابل ملاحظه ای افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: رودخانه زاینده‌رود، بهره‌برداری آب، شبکه آبیاری و زهکشی، توزیع آب

مقدمه

از علل مهم افزایش راندمان در چند دهه اخیر می‌توان به تجهیز و نوسازی اراضی، افزایش میزان آگاهی‌های بهره‌برداران درباره مسائل آب و خاک، گسترش شبکه‌های آبیاری، توسعه سامانه‌های نوین آبیاری و ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی به بهره‌برداران اشاره کرد. (عباسی و همکاران ۱۳۹۵).

قبل از طراحی یک شبکه آبیاری، انجام طراحی‌های لازم جهت تعیین و انتخاب یک سیستم کنترل مناسب با شرایط اجتماعی و فرهنگی منطقه جهت توزیع دقیق و منصفانه آب الزامی می‌باشد، در غیر این صورت موجب هدر رفتن سرمایه‌های منابع آبی خواهد بود Ashkan(1994).

منتظر و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیق خود با هدف توسعه مدل ارزیابی آب مجازی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مطالعه خود را بر روی ۱۴ شبکه آبیاری مدرن کشور انجام دادند. نتایج نشان داد که در سنوات آماری مورد نظر، کمترین آب مجازی در شبکه آبیاری سفیدرود با ۲/۱۷ مترمکعب برکیلوگرم و بیشترین آن در شبکه آبیاری نکوآباد با ۱۷/۰۴ متر مکعب بر کیلوگرم به وقوع پیوسته است. تحلیل حساسیت مدل بیانگر آن است که معیارهای سطح زیر کشت و نیاز آبی محصولات الگوی کشت بیشترین تأثیر و معیارهای کیفیت و قیمت آب کمترین تأثیر را بر آب مجازی شبکه‌های آبیاری دارند. نتایج نشان می‌دهد که توجه بیشتر به مسائل فرهنگی، پوشش کانال‌ها، نوع دریچه‌ها و سازه‌ها و مقدار آب در شبکه‌های آبیاری می‌تواند نقش قابل توجهی در دستیابی به سطح بالای بهره‌وری آب و عملکرد شبکه ایفا نماید.

قناعت و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود، در محدوده‌ی سمت راست شبکه آبیاری آبشار شهرستان اصفهان بدنبال یافتن پاسخ سوالات زیر بودند: آیا کشاورزان تمایلی برای وارد شدن به عرصه‌ی مدیریت شبکه از خود نشان می‌دهند؟ در صورت مثبت بودن پاسخ این پرسش باید دانست که در مورد شبکه‌ی آبشار آیا انتقال مدیریت آبیاری مفیدتر خواهد بود یا مدیریت آبیاری مشارکت مدارانه و از چه مرحله‌ای می‌بایست آغاز نمود؟ نتایج نشان داد که پتانسیل مشارکت و همکاری در کشاورزان به منظور دخالت در امور شبکه به طور کلی در حد متوسط قرار دارد. بالاترین سطح تمایل به همکاری، مربوط به احساس مسئولیت زارع در خصوص تأمین هزینه‌های نگهداری از کانال و دریچه‌های آبگیر و همچنین تمایل به برداشت آب به میزان لازم و قانع بودن به مقدار حقابه‌اش می‌باشد. تعداد کارشناسان دولتی با گذشت زمان و رسیدن به سن بازنشستگی کم می‌شود و در یک جایگزینی متناسب، نیروهای جوانی که وارد چرخه آبیاری استان می‌شوند به جای ورود به مکان دولتی، جذب تشکل‌ها شده و در کنار نیروهای تشکل به انجام وظایف می‌پردازند. در چنین شرایطی مدیریت مشارکتی توصیه می‌شود زیرا که در این حالت احساس حضور دولت در صحنه برای کشاورزان خوشایندتر بوده و از قابلیت پذیرش بیشتری برخوردار است (نسبت به حالتی که دولت بخواهد تمام مسئولیت‌ها و مدیریت شبکه را به کشاورزان واگذار نماید).

Aly et al (2013) برای ارزیابی سطح بهره‌برداری کانال درجه سه در مقایسه با سیستم‌های قدیمی به منظور اطلاع زارعین، سیستم-های موجود را مطالعه کردند. نتایج نشان داد که در حالت کلی بهره‌وری آب در شبکه‌های اصلاح شده بهبود یافته، در مدیریت موفقیت آمیز شبکه توزیع آب، موثر بوده است. کمبود آب در کانال اصلی بویژه در قسمت انتهایی آن و عدم برنامه‌ریزی برای تولید محصول توسط کشاورزان و تقاضای زیاد مزارع نسبت به تأمین آب، مشکلات اصلی تحویل آب در شبکه آبیاری عنوان شده است.

رجبی و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیق خود، با تلفیق مدل برنامه‌ریزی تخصیص آب توسعه داده شده‌ی MODSIM با مدل اقتصادی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)، ساختار هیدرواکونومیک حوضه آبریز زاینده‌رود را طراحی و بر اساس شرایط پایه سال آبی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ واسنجی و همگرایی مدل‌ها را انجام دادند. هدف اول توسعه ساختار هیدرواکونومیک در حوضه زاینده‌رود با هدف تخصیص بهینه آب سد زاینده‌رود به شش شبکه آبیاری پایاب سد در راستای حداکثرسازی منافع اقتصادی حاصل از فعالیت‌های کشاورزی بود.

در هدف دوم به این موضوع پرداختند که اگر تخصیص بهینه آب با به کارگیری ساختار هیدرواکونومیک محقق گردد، آب تخصیص یافته تا چه حد به طور مؤثر در شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج نشان داد که روش کنونی تخصیص آب به شبکه‌های آبیاری صرفاً یک روش تجربی فاقد هدف‌گذاری اقتصادی بوده است. گواه این مطلب تغییر محسوس اولویت‌بندی تخصیص آب بین شش شبکه آبیاری بوده به نحوی که شبکه‌های آبیاری نکوآباد، آبشار و رودشت که اولویت اول، چهارم و پنجم تخصیص آب در شرایط معمول را دارند، به ترتیب اولویت‌های چهارم، اول و دوم را به دست آوردند. بنابراین زیرساخت لازم برای تحقق افزایش منافع اقتصادیِ حاصل از فعالیت‌های کشاورزی، به کارگیری یک روش مدرن بهره‌برداری داخل شبکه می‌باشد. مدیریت و برنامه‌ریزی تخصیص منابع آب، با اقدامات نوسازی و بهسازی داخل شبکه‌های آبیاری هماهنگ گردد تا اهداف اقتصادی در نظر گرفته شده به خوبی محقق گردد. اقدامات مختلفی اعم از بهره‌گیری از روش‌های غیرسازه‌ای، سازه‌ای و نیز استفاده از سامانه‌های کنترل خودکار در بهبود بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری می‌تواند انجام گیرد.

شفیعی و شاهرخ نیا (۱۳۹۷) به بررسی شاخص‌های ارزیابی عملکرد شبکه از جمله شاخص‌های کفایت، بازده، عدالت توزیع، اعتمادپذیری توزیع آب و عملکرد تحویل آب، در ادامه‌ی نهر سمت چپ شبکه‌ی آبیاری و زهکشی درودزن فارس پرداختند. نتایج نشان دادند که شاخص‌های عدالت توزیع آب و اعتمادپذیری، با دارا بودن مقادیر ۰/۴۲ و ۰/۳۱، عملکرد شبکه را در رده‌ی ضعیف قرار می‌دهند. مقدار شاخص کفایت و بازده توزیع آب، به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۷۵ بوده که در رده‌ی متوسط قرار می‌گیرند. در حدود نیمی از نهرها وضعیت خوب و در سایر نهرها در وضعیت متوسط و ضعیف بوده است. شاخص عملکرد تحویل آب نیز نشان داد که از ۱۶ نهر مورد بررسی در ۸ نهر، آب بیشتر از حد مورد نیاز، ۳ نهر به اندازه نیاز و در ۵ نهر کمتر از حد مورد نیاز تحویل شده است. مقدار متوسط این شاخص ۱/۲۷ بود که نشان می‌دهد ۲۷٪ آب بیشتر از نیاز تحویل شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که تحویل آب در ابتدای نهرها به صورت دقیق یا حجمی صورت نگرفته و بیشتر بر اساس تجربه میراب‌ها است. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد که یک برنامه مدیریتی جامع و دقیق برای کل شبکه تهیه و با احداث سازه‌های مناسب اندازه‌گیری و تحویل آب در ابتدای نهرهای درجه ۳، آب را به صورت حجمی تحویل نمود. آموزش کافی به میراب‌ها در خصوص نحوه استفاده از روابط دریچه‌ها و تحویل آب داده شود. به کشاورزان آموزش و مشارکت بیشتری در امر تحویل آب داده شود تا انگیزه بیشتری برای پرداخت آب بها و همکاری با مدیران شبکه پیدا کنند.

عنبرسوز و همکاران (۱۴۰۲) در تحقیق خود به منظور بررسی خطر آسیب‌های شیمیایی به بتن در سد و شبکه آبیاری وُشمگیر، با انجام بازدید میدانی و نمونه‌برداری از آب سد و شبکه، شدت تهاجم شیمیایی آب بتن را با تحلیل نتایج آزمایش‌های کیفیت آب با استفاده از شاخص‌های تهاجم آب نرم و استانداردهای موجود مورد بررسی قرار دادند. مقادیر شاخص‌های لانژلیر و رایزنر برای آب سد وشمگیر در خرداد ۱۴۰۱ به ترتیب ۰/۶- و بیش از ۸/۵ بدست آمد که به ترتیب نشانگر خورنده بودن و بسیار خورنده بودن آب سد است. همچنین مشخص شد که در تمام ماه‌ها خطر تهاجم حداقل یکی از عوامل تهاجم شیمیایی آب به بتن وجود دارد که مستلزم توجه جدی به انجام اقدامات حفاظتی می‌باشد.

۱-۱ تاریخچه شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد:

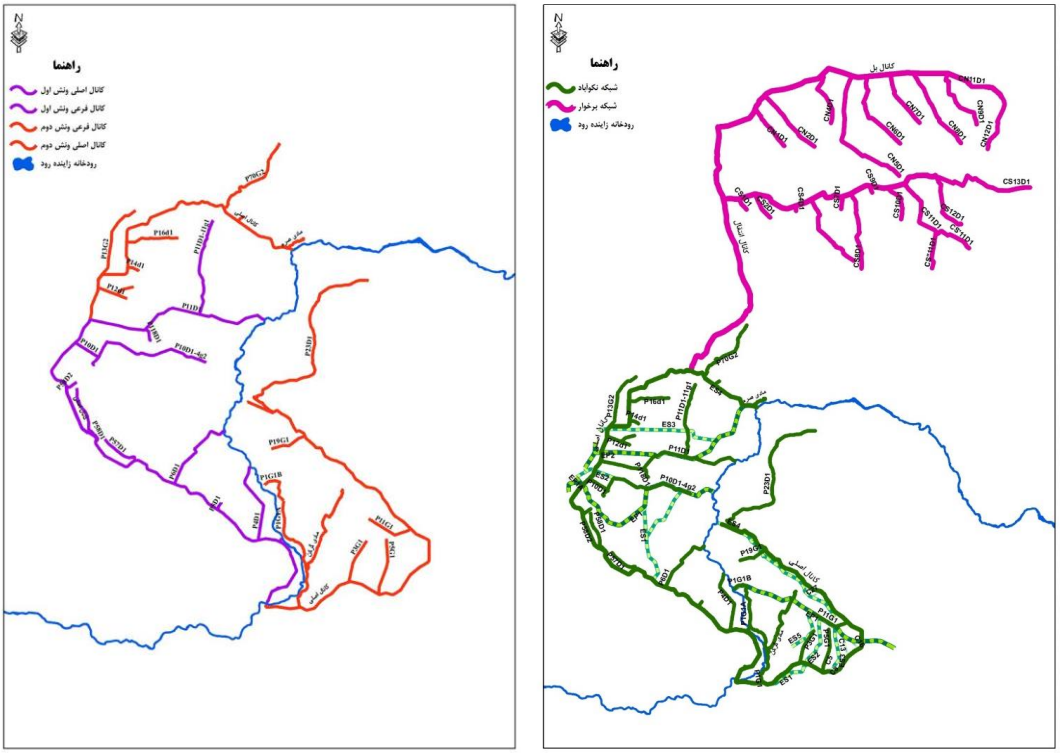
شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد، شامل سد انحرافی و دو شبکه چپ و راست در طرفین رودخانه زاینده‌رود است، وضعیت اراضی کشاورزی در این شبکه بر اساس طراحی اولیه به شرح جدول ذیل است:

جدول (۱): وسعت اراضی کشاورزی بر اساس وضعیت آن‌ها در طراحی اولیه شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد (بر حسب هکتار)

نام شبکه	اصلاح	بهبود	توسعه	قابل افزایش	جمع
راست نکوآباد	۶۵۰۰	۴۵۰۰	۳۰۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰۰
چپ نکوآباد	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰۰
جمع	۱۶۵۰۰	۲۴۵۰۰	۱۸۰۰۰	۶۰۰۰	۶۵۰۰۰

شبکه آبیاری چپ نکوآباد، با ظرفیت ۵۰ مترمکعب در ثانیه، دارای یک کانال اصلی به طول ۶۰ کیلومتر و دارای ۲۹ حوضچه آبگیر اصلی و شبکه آبیاری راست نکوآباد، با ظرفیت ۱۵ مترمکعب در ثانیه، دارای یک کانال اصلی به طول ۳۵ کیلومتر و دارای ۲۵ آبگیر اصلی است. اراضی کشاورزی شهرستان‌های فلاورجان، مبارکه، نجف‌آباد و خمینی‌شهر در غرب اصفهان و قسمت‌هایی از اراضی کشاورزی شهرستان‌های لنجان و اصفهان تحت پوشش شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد قرار دارد.

دهه ۷۰ شمسی، شبکه آبیاری مستقل دیگری موسوم به شبکه آبیاری برخوار با محدوده اسمی ۴۰،۰۰۰ هکتار، طراحی، احداث و بهره‌برداری گردید که آبگیری آن مستقیماً، از شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد صورت می‌گیرد و سردهانه آن یکی از آبگیرهای شبکه نکوآباد، موسوم به آبگیر P.19G.1 است. اراضی کشاورزی شهرستان‌های برخوار و شاهین‌شهر و میمه در شمال اصفهان، تحت پوشش این شبکه قرار دارد.



(ب) (الف)

شکل (۱)- (الف): رودخانه زاینده‌رود، شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد، شبکه آبیاری برخوار (ب): نحوه تقسیم بندی شبکه نکوآباد در اجرای برنامه وُنش داخل شبکه

۱-۲ نظام بهره‌برداری در شبکه نکوآباد:

از شروع بهره‌برداری کامل از شبکه آبیاری نکوآباد در اواسط دهه ۶۰ شمسی، تا زمان ظهور آثار مخرب بحران خشکسالی در حوضه زاینده‌رود در اواخر دهه ۷۰ و اوایل دهه ۸۰، براساس آمار و اطلاعات، در شبکه آبیاری نکوآباد، سالیانه ۷۵۰ میلیون مترمکعب تا ۱.۳ میلیارد مترمکعب آب زراعی توزیع گردیده است. الگوی کشت در این اراضی کشاورزی تحت پوشش شبکه، تا قبل بهره‌برداری از شبکه، غلات پائیزه، برنج، باغات و اشجار و صیفی جات بوده است، اما، در اثر بهره‌برداری از شبکه و بهبود وضعیت آبیاری، سطح باغی به تدریج از ۱۸،۰۰۰ هکتار به ۸،۰۰۰ هکتار کاهش و کاشت غلات پاییزه به تدریج کمرنگ و کشت برنج قوت بیشتری گرفت. توقف

ناگهانی توزیع و قطع کامل آب در این شبکه در سال ۱۳۸۰ پس از یک دوره کامل ترسالی، شوک بزرگی به بهره‌برداران و منتفعین شبکه نکوآباد وارد نمود و در سال‌های پس از آن، به جز در سال ۱۳۸۱ تا سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳، هیچ‌گاه، امکان کشت محصولات زراعی در این شبکه محقق نگردید. از طرفی قطع جریان دائمی رودخانه و از بین رفتن تالاب‌ها و مانداب‌های حاشیه آن که در اصطلاح محلی به آن‌ها "قُرق" و "لقاطات" گفته می‌شود و خشک شدن زهکش‌های محلی که در اصطلاح محلی به آن‌ها "کِی" و "ناکِش" گفته می‌شود؛ از یک سو و حذف زراعت‌های بی نظیر غلات پائیزه و برنج از الگوی کشت باعث کاهش چشمگیر رطوبت نسبی، تغییرات اقلیمی، افزایش تبخیر و تعرق و متعاقب آن افزایش نیاز خالص آبیاری گردید. لذا اقدامی اجرایی و موثر به منظور حفظ محیط‌زیست، استمرار جریان رودخانه با دبی حداقلی، ایجاد شرایط مناسب برای کشت و کار و تامین معیشت کشاورزان و کاهش تبخیر ناشی از خشکی زمین، افزایش نسبی درجه حرارتو کاهش رطوبت نسبی در دستور کار قرار گرفت، اما؛ با توجه به تغییرات مخرب اقلیمی، افزایش تبخیر، کاهش راندمان و افزایش نیاز خالص آبیاری در اجرای این برنامه موفقیت چندانی حاصل نشد.

حدود ۲۴،۵۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی در قالب طرح بهبود تحت پوشش شبکه‌های آبیاری چپ و راست نکوآباد قرار گرفت. شبکه مدرن براساس دبی‌های حداقل و حداکثر طراحی شده و در آب‌اندازی شبکه با دبی‌های کمتر از دبی حداقل طراحی، برخی سازه‌ها و تاسیسات دینامیک و استاتیک، قابلیت خود را از دست داده و عملکرد مناسبی نداشتند و مشکل بزرگتر اینکه، شبکه قابلیت سازگاری و کنترل نوسانات را نداشت و درصورتی که ناگزیر، دبی آب ورودی به شبکه از مجموع دبی دریچه‌ها در نقاط تحویل و تلفات انتقال آب کمتر می‌شد، آب در دریچه‌ها و آبگیرهای انتهای شبکه قطع و عملیات تحویل آب متوقف می‌گردید. به طور کلی، شبکه طراحی شده به روش شارژ ثابت، قابلیت تطبیق با نوسانات آب که خصیصه جدا نشدنی و غیر قابل انکار رودخانه زاینده‌رود است را نداشت. از آنجایی که بهره‌برداری از شبکه آبیاری نکوآباد با احداث و آبگیری سد مخزنی زاینده‌رود و کنترل و ذخیره سیلاب‌ها و رواناب‌ها در فصول نابهنگام و شروع یک دوره ترسالی مصادف گردید، مشکلات مذکور تا اواخر دهه ۷۰ شمسی نمود چندانی در شبکه نداشت، اما با شروع دوره بحران خشکسالی، مشکلات مذکور به صورت عینی بروز و ظهور یافت و قریب به ۱/۵ دهه امکان کشاورزی و زراعت را از کشاورزان این شبکه سلب نمود.

رودخانه زاینده‌رود، در زمان جریان دائمی خود در گذشته، منبع مهم تأمین مستقیم منابع آب سطحی و یا تغذیه غیر مستقیم منابع آب زیرسطحی و یا زیرزمینی بسیاری از مناطق و بلوکات مجاور رودخانه و یا دور دست آن بوده و بسیاری از نواحی استان اصفهان، به صورت مستقیم و غیرمستقیم تحت تاثیر جریان دائمی آن بوده است و این موضوع قابل کتمان نیست. با توجه به سوابق و مستندات قانونی، آب‌بران شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد، به لحاظ حقوقی بهره‌برداری از منابع آب، به سه گروه حق‌آبه داران طوماری، سهم‌آبه بران و حق اشتراکی‌ها تقسیم بندی می‌شوند.

۱-۳ تشدید آثار مخرب بحران خشکسالی و تشکیل نهادها وکارگروه‌های دولتی برای مقابله با بحران

پس از تشدید آثار مخرب و زیان بار خشکسالی در حوضه زاینده‌رود، کارگروه‌ها و RBO (River Basin Organization) های مختلفی برای مدیریت و یا مقابله با بحران شکل گرفت. ستاد مدیریت بحران، ستاد مقابله با بحران خشکسالی و قرارگاه آب و با استقلال استان‌ها در حوزه مدیریت منابع آب و تبدیل شرکت‌های آب منطقه‌ای به شرکت‌های آب استانی، کم‌کم، وزارت نیرو و شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع ایران، مجبور به ایفای نقش شده و مدیریت یکپارچه حوضه آبریز زاینده‌رود و شورای هماهنگی حوضه آبریز زاینده‌رود، شکل گرفت و به منظور پاسخگوئی به مطالبات مصرف‌کنندگان متعدد حوضه در بخش‌های مختلف و تقسیم و تسهیم منابع محدود آب بین مصرف‌کنندگان و جلوگیری از تخریب کامل محیط‌زیست و تغییرات مخرب اقلیمی، برنامه‌ای تحت عنوان جدول منابع و مصارف سالیانه حوضه آبریز زاینده‌رود، هر ساله تدوین و برای اجرا به شرکت آب منطقه‌ای اصفهان ابلاغ می‌گردید. با توجه به اهمیت اقتصادی و زیست‌محیطی باغات و اشجار بالادست حوضه، هر ساله، در جدول منابع و مصارف حوضه، ۲۰۰-۱۵۰ میلیون

مترمکعب آب کشاورزی برای باغات و اشجار غرب اصفهان، در نظر گرفته می‌شد که حدود نیمی از این حجم، سهم باغات و اشجار شبکه نکوآباد بود.

مواد و روش‌ها:

قریب به ۱۵ سال عدم کشت و کار و زراعت، کاهش هر ساله مساحت باغات و اشجار ارزشمند و خشک شدن تدریجی آن‌ها در هر سال، برداشت محصولات باغی نامطلوب و بی‌کیفیت و منازعات و مناقشات اجتماعی فرسایشی مستمر، مدیران و مسئولان ارشد حوضه آبریز و استان و کشاورزان شبکه را به ستوه آورده بود و با توجه به ادامه بحران خشکسالی و وضعیت نامطلوب بارش‌ها و آوردها، راه حلی برای آن، به نظر نمی‌رسید، تا اینکه ایده جریان مستمر آب و وُنش داخل شبکه مطرح گردید.

در ابتدا جلساتی با حضور مدیریت حوضه آبریز، مدیران آب منطقه‌ای و نمایندگان کشاورزان مناطق مختلف برگزار و توجیهات لازم درخصوص طرح، صورت پذیرفت. در مرحله بعد، جلساتی با عوامل شبکه آبیاری و مسئولان توزیع آب برگزار و عوامل در خصوص برنامه توزیع توجیه گردیدند و در ادامه جلساتی در محل مساجد، حسینه‌ها و منازل کشاورزان برگزار و کشاورزان درخصوص برنامه مورد نظر توجیه و علی رغم تردیدها، بیم و امیدها و اما و اگرهای بسیار، موافقت ضمنی کشاورزان و مسئولان اخذ شد.

- در جلسات برگزار شده، تعهدات لازم درخصوص ایجاد اتحاد و انسجام لازم بین آب بران، عدم دستکاری تأسیسات، جلوگیری از برداشت‌های غیر مجاز و همراهی و همکاری کامل کشاورزان در کنترل خودجوش شبکه اخذ گردید.
- در جلسات برگزار شده، مقرر گردید، الگوی کشت تغییر یافته و به جای کاشت برنج، صیفی‌جات و محصولات پر مصرف، کاشت غلات پائیزه نظیر گندم و جو به عنوان الگوی کشت غالب انتخاب و احیا گردد.
- با توجه به وجود تردیدهایی درخصوص حجم آب تخصیص یافته در جدول منابع و مصارف و بیم از ناکافی بودن حجم تخصیص یافته و به ثمر نرسیدن کشت، مقرر گردید؛ سطوح کشت به طور کامل تحت پوشش بیمه محصولات کشاورزی قرار گیرد.
- به منظور کنترل مستمر شبکه، با جمع‌آوری بودجه لازم توسط آب‌بران، گروه‌های گشت و کنترل شبکه، با انتخاب افراد متعهد و مجرب از بین کشاورزان و آب بران تشکیل گردید.

با بررسی سوابق ۱۰ ساله، حداقل دبی بهره‌برداری شبکه راست نکوآباد، حدود ۷ مترمکعب در ثانیه و حداقل دبی بهره برداری شبکه چپ نکوآباد، حدود ۲۱ متر مکعب تعیین گردید. بررسی آمار مثبوت نشان داد که ۱۴ مترمکعب از دبی ورودی به شبکه چپ نکوآباد تا آبگیر و کانال فرعی موسوم P.11D.1 (پس از احداث شبکه، در بازه آبگیر شماره ۱ تا آبگیر شماره ۱۱ دو آبگیر اضافه شده و این آبگیر، عملاً سیزدهمین آبگیر شبکه چپ محسوب می‌گردید.) و ۷ مترمکعب در ثانیه در بازه آبگیر شماره ۱۴ تا ۲۹ (بازه P.12.D.1 تا P.26G.1) مصرف می‌شود. لذا، به منظور اجرای طرح:

- با بررسی دور آبیاری آب بران شبکه، مشخص شد که دور آبیاری بیش از ۹۵ درصد از آب‌بران شبکه ۸–۶ روزه است. لذا، در اجرای برنامه وُنش، دور آبیاری ۸ روزه در نظر گرفته شد و مقرر گردید، کلیه آب‌بران، دور آبیاری خود را بر این اساس تغییر دهند.
- به منظور اجرای وُنش داخل شبکه، کل شبکه‌های آبیاری چپ و راست نکوآباد به دو قسمت زیر تقسیم گردید:

۱- شامل قسمت ابتدایی شبکه چپ نکوآباد از سردهانه شبکه تا آبگیر P.11D.1

۲-شامل قسمت دوم شبکه چپ نکوآباد (بازه آبگیر P.11D.1 تا آبگیر P.26G.1) و کل شبکه راست نکوآباد

- به منظور تحقّق جریان مستمر و دائمی رودخانه زاینده‌رود در بازه سد مخزنی زاینده‌رود تا سد انحرافی نکوآباد، به گونه ای که به صورت مستمر ۱۴ مترمکعب در ثانیه آب در سد انحرافی نکوآباد تأمین شود، هماهنگی لازم با مدیران ارشد شرکت آب منطقه‌ای

اصفهان، به عمل آمد و بدین ترتیب، تلفات ناشی از دوره های متواتر و گسسته آب‌اندازی رودخانه، کنترل گردید، همچنین با افزایش نسبی رطوبت خاک و رطوبت هوا و کاهش تبخیر، نیاز ناخالص آبیاری کاهش یافت.

- به منظور مستهلک کردن و کنترل نوسانات در دریاچه انحرافی نکوآباد و از طریق تغذیه و تخلیه دریاچه، آموزش‌های لازم به اپراتورهای سد داده شد.
- گروه‌های گشت و کنترل شبکه، متشکل از اعضای مورد معرفی و منتخب بهره‌برداران و تحت نظارت شرکت بهره‌برداری میراب زاینده‌رود سازمان‌دهی و مشغول به کار گردیدند.
- مقرر شد در طول اجرای طرح، به منظور تغذیه آبخوان و افزایش سطح ایستابی، هیچ نوع استحصالی از چاه‌ها و منابع آب زیرزمینی صورت نگیرد.
- برنامه وُنش‌بندی در یک بازه ۱۶ روزه و شامل دو وُنش ۸ روزه اجرا و در وُنش اول قسمت اول شبکه چپ نکوآباد، از سردهانه شبکه تا آبگیر P.11D.1 (واقع در کیلومتراژ ۱۳۰+۳۶ کانال اصلی شبکه چپ نکوآباد) با دبی ۱۴ مترمکعب و طی ۸ روز آب اندازی و برنامه توزیع اجرا می‌گردید. در وُنش اول، رگلاتور دینامیک (AMILL) سردهانه کانال فرعی P.11D.1، به وسیله وزنه‌های بتنی مسدود می‌گردید و در وُنش دوم، به صورت همزمان، تمام شبکه راست با دبی ۷ متر مکعب در ثانیه و قسمت دوم شبکه چپ نکوآباد، از آبگیر P.11D.1 تا انتها، نیز با دبی ۷ مترمکعب در ثانیه و به مدت ۸ روز آب‌اندازی می‌شد. در این وُنش، بدون تخلیه رگلاتورهای بالادست و ضمن مسدود نمودن تمامی دریچه و آبگیرهای از سردهانه آبگیر شماره ۱ تا سردهانه آبگیر P.11D.1، رگلاتور دینامیک (AMILL) سردهانه کانال فرعی P.11D.1 با برداشتن وزنه‌های بتنی، آزاد می‌شد. (شکل ۲)

شکل (۲): مسدود نمودن آبگیر با وزنه بتنی

- به منظور جلوگیری از تلفات آب در زمان تغییر وُنش، رگلاتورها و کانال اصلی در زمان قطع آب، تخلیه نمی‌شد و ضمن مسدود نمودن دریچه‌ها و آبگیرهای قسمت قطع، از تخلیه کانال اصلی جلوگیری می‌شد.
- برنامه آبیاری شبکه مستقل برخوار نیز، به گونه‌ای تنظیم شده بود که آب‌اندازی آن، الزاما در وُنش دوم قرار گیرد.

نتایج و بحث:

تأسیسات فنی و سازه‌های هیدرولیکی شبکه با ظرفیت ۶۵ مترمکعب در ثانیه و محدودیت‌های آب‌بران به لحاظ طول دوره و نیاز آبی در شبکه نکوآباد، باعث شده بود تا در دبی‌های کمتر از ۲۸ مترمکعب در ثانیه، آب به انتهای دو شبکه چپ و راست نرسیده و باعث بروز بحران‌ها و تنش‌های اجتماعی گردد. بنابراین، دبی ۲۸ مترمکعب در ثانیه به عنوان حداقل دبی آب قابل توزیع در شبکه تعیین شده بود که سهم شبکه چپ از این میزان، ۲۱ متر مکعب در ثانیه و سهم شبکه راست ۷ متر مکعب در ثانیه بود. با توجه به حجم تعیین شده در جدول منابع و مصارف هر ساله، طی ۶ ماهه ابتدای سال، ۶-۵ دوره آب زراعی از سد زاینده‌رود رهاسازی و به صورت وُنش‌بندی، تقریباً در هر ماه در دوره‌های ۱۰-۷ روزه در شبکه، توزیع می‌گردید و هر گونه تغییری در این برنامه باعث تخطی و عدول از برنامه مصوب ابلاغی می‌گردید. از طرفی، اجرای این برنامه با مشکلات و موانع متعدد ذیل مواجه بود:

- در هر ماه ۱۰–۷ روز در شبکه، آب توزیع می‌گردید و در این دوره محدود، نه تنها، امکان زراعت و کشت و کار هیچ نوع محصول زراعی وجود نداشت، بلکه، حتی باردهی و عملکرد باغات به صورت حداقل بوده و محصول آن‌ها، دارای کیفیت نامطلوب بود و از بازارپسندی لازم برخوردار نبود. در این برنامه آبیاری، صرفاً از خشک شدن باغات و اشجار جلوگیری می‌شد.
- در بازه زمانی محدود رهاسازی و توزیع آب، مناطق انتهایی شبکه با توجه به زمان مورد نیاز برای آبگیری شبکه، به لحاظ طول دوره و حجم، از منابع آب کمتری برخوردار می‌شدند و در صورت بروز نوسانات ناشی از تغییرات تراز در سد مخزنی، تنظیمات آب، برداشت-های نامتقارن و نامتوازن صنایع و شهرداری‌ها، آب دزدی‌ها و دستکاری تأسیسات و ... امکان جبران نوسانات وجود نداشت.
- طول رودخانه زاینده‌رود در بازه سد مخزنی زاینده‌رود تا سد انحرافی نکوآباد، بیش از ۱۶۰ کیلومتر، طول کانال اصلی شبکه چپ، بیش از ۶۰ کیلومتر و طول کانال اصلی شبکه راست، حدود ۳۵ کیلومتر بود و در هر دوره آب‌اندازی رودخانه و آبگیری شبکه، حجم قابل ملاحظه‌ای از منابع آب در مسیر رودخانه و در کانال‌های اصلی و فرعی، تلف می‌شد.
- با توجه به محدودیت‌های حجم و طول دوره، رقابت بسیار شدیدی برای برداشت آب وجود داشت و حجم تخلفات و برداشت‌های غیر مجاز، بسیار زیاد و غیر قابل کنترل بود.
- هر دوره توزیع با درگیری‌ها، مناقشات، منازعات و تنش‌های اجتماعی گسترده و بسیار زیاد همراه و هیچ اتحاد و انسجامی، بین جامعه آب‌بران وجود نداشت.

نتیجه‌گیری:

- با اجرای موفق این برنامه در سال آبی ۹۴-۹۳، علاوه بر کاشت موفق ۳۵،۰۰۰ هکتار غلات پاییزه گندم و جو در سطح شبکه و تولید محصولات زراعی با بازدهی بسیار بالا، کیفیت و کمیت محصولات باغی نیز، به شکل چشمگیری افزایش یافت. با اجرای این برنامه، امکان ایجاد جریان مستمر و دائمی در رودخانه زاینده‌رود و تمام مجاری اصلی شبکه نکوآباد، در بازه زمانی اجرای برنامه محقق و با کاهش چشمگیر تلفات ناشی از آب اندازی‌ها متواتر رودخانه و آبگیری شبکه، راندمان انتقال و بهره‌وری مصرف آب، به صورت قابل ملاحظه، افزایش یافت.با توجه به نتایج رضایت بخش این طرح، برنامه وُنش داخل شبکه نکوآباد، در سال های آبی ۹۵ – ۹۴ و ۹۶ – ۹۵ نیز استمرار یافت.با توجه به همراهی و همدلی آب‌بران در این پروژه، هسته مرکزی تشکل آب بران غرب و شمال حوضه زاینده‌رود، متشکل از ریش سفیدان، متنفذان و خبرگان مناطق، اصناف و شوراهای کشاورزی ۷ شهرستان غرب و شمال حوضه زاینده رود، شامل شهرستان‌های لنجان، مبارکه، فلاورجان، نجف آباد، خمینی‌شهر، برخوار و شاهین شهر و میمه، شکل گرفت و مجموعه آب‌بران غرب و شمال حوضه به عنوان یک مجموعه واحد و منسجم مطرح گردید. این مجموعه مردم نهاد به تدریج دارای اساسنامه، ساختار سازمانی، هیئت رئیسه منتخب و نشان مخصوص شد و منشأ خدمات بسیاری در منطقه غرب و شمال اصفهان گردید و تا حال حاضر به عنوان یک مجموعه مردم نهاد شناخته شده در استان اصفهان، مشغول به فعالیت بوده و نظرات اعضای آن در تدوین برنامه‌های کلان حوضه، بسیار نافذ و موثر است.
- در این روش توزیع آب از بارگذاری‌های ناگهانی و حذف ناگهانی آن بار جلوگیری می‌شود. در غیر اینصورت عمر سازه‌های آبی کاهش می‌یابد. به دلیل حرکت سیالات در سازه‌ها که موجب فشار دینامیک به سازه می‌شود کنترل این فشار و بارگذاری و برداشتن بار به صورت تدریجی در حفظ و نگهداری کانال‌ها اهمیت دارد. بتن در ماه‌های خشک سال بدیل اینکه دوره عمل‌آوری (Curing) آن تمام می‌شود هر چقدر در مجاورت آب قرار داده شود مقاومت و عمر مفید آن بیشتر می‌شود. از طرفی هر چه خاک زیر کانال اشباع‌تر باشد مقاومت سازه را بیشتر می‌کند. خشک کردن ناگهانی بستر کانال احتمال تراکم تدریجی بستر، تخریب سازه و نشت آب از کانال را بیشتر می‌کند، بنابراین هرچه زمان ماندابی در کانال‌های شبکه آبیاری و زهکشی حوزه زاینده‌رود بیشتر باشد علاوه بر تغذیه منابع آب زیرزمینی عمر مفید سازه‌ها نیز بیشتر خواهد بود. از همه مهم‌تر با افزایش رطوبت نسبی خاک و رطوبت هوا، احیای مانداب‌ها و باتلاق-

های طبیعی، ضمن کاهش پیامدهای ناخوشایند زیست‌محیطی و کاهش تبخیر آب از سطح خاک، نیاز ناخالص آبیاری کاهش و راندمان انتقال و کاربرد و بهره‌وری آب افزایش خواهد یافت.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از شرکت بهره‌برداری میراب زاینده‌رود و دانشگاه تهران به‌دلیل فراهم نمودن امکانات و داده‌های مورد نیاز برای انجام این پژوهش و تهیه مقاله مربوطه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع:

۱. عباسی ف، سهراب ف، عباسی ن. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران، تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۷(۶۷): ۱۲۸-۱۱۳.

۲. منتظر ع.ا، زادباقر ا، حیدری ن. ۱۳۸۸. توسعه مدل ارزیابی آب مجازی شبکه‌های آبیاری با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۴): ۸۹-۷۷.

۳. قناعت م، مأمن‌پوش ع، آقابابائی م. ۱۳۹۲. بررسی ضرورت‌های مشاهده شده جهت آغاز فعالیت‌های بسترسازی مدیریت آبیاری مشارکت مدارانه در شبکه آبشار رودخانه زاینده‌رود، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۷(۱): ۹-۱.

۴. رجبی د، موسوی س.ف، روزبهانی ع. ۱۳۹۷. تخصیص بهینه آب بین شبکه‌های آبیاری حوضه زاینده‌رود با رویکرد اقتصادی و بررسی عملکرد توزیع آب داخل شبکه (مطالعه موردی: شبکه آبیاری رودشت شمالی)، تحقیقات منابع آب ایران، ۱۴(۵): ۲۸۲-۲۶۹.

۵. شفیعی ب، شاهرخ‌نیا م.ع. ۱۳۹۷. بررسی شاخص‌های ارزیابی عملکرد تحویل آب در نهر ادامه‌ی سمت چپ شبکه‌ی آبیاری درودزن، مهندسی منابع آب، ۱۱(۳۹): ۸۶-۷۳.

۶. اخوان ک، خیری م، عباسی س، دانشفراز ر، کلاته ف. ۱۴۰۲. ارزیابی عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری دریچه‌های کشویی و نیرپیک در کانال‌های توزیع آب (مطالعه موردی: شبکه آبیاری مغان، اردبیل)، مهندسی آبیاری و آب ایران، ۱۳(۵۱): ۱-۲۲.

۷. حبیبی کندبن ع، دوستی م، ملاقدیمی ا.ح. ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد مدول‌های نیرپیک به عنوان سازه آبگیر در تأمین آب اراضی پایین دست خود در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود، نشریه آب و توسعه پایدار، ۴(۱): ۷۲-۶۵.

۸. عنبرسوز م.ص، ابراهیمی ک، امیری تکلدانی ا. ۱۴۰۲. مطالعه تأثیر کیفیت آب بر سازه‌های سد و شبکه آبیاری وشمگیر. مدیریت آب و آبیاری، ۱۳(۲): ۳۵۱-۳۶۸.

9. Aly, A. M. Kitamura, Y. & Shimizu, K. 2013. Assessment of irrigation practices at the tertiary canal level in an improved system—a case study of Wasat area, the Nile Delta. Paddy and Water Environment, 11(1): 445-454.

10. Ashkan, A. 1994. Performance of irrigation networks from the perspective of consulting engineers. Journal of Water and Development. Water Affairs of the Ministry of Energy. 2(3), 30- 43.