سامانه خودکار انتقال آب حلقه مفقوده در مدیریت منابع آب کشور (در پاسخ به نیاز مدیریت توامان عرضه و تقاضا)

علی رضا فرهادی، استادیار دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف و مجری و طراح سامانه خودکار انتقال آب استان خوزستان
احسان الله امانی، مدیر تولید و پشتیبانی شرکت کارا ۲۰۰۰ و طراح سامانه خودکار انتقال آب استان خوزستان
* afarhadi@sharif.edu

چکیده

این مقاله به معرفی سامانه بومی خودکار انتقال آب (سخاب) استان خوزستان و کاربرد آن در برقراری تعادل لحظه ای بین عرضه و تقاضا در شبکه آبیاری کشاورزی این استان اختصاص یافته است. این سامانه محصول یک تکنولوژی پیشرفته ی میان رشته ای برق- کنترل، برق – الکترونیک، برق – مخابرات ، برق – قدرت، علوم کامپیوتر و عمران آب می باشد و تماما توسط متخصصان دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف و بر اساس قرارداد منعقد شده ای بین دانشگاه صنعتی شریف و سازمان آب و برق خوزستان توسط دکتر علی رضا فرهادی و مهندس احسان الله امانی طراحی، توسعه و نصب و راه اندازی شده است. این سامانه از طریق برقراری تعادل لحظه ای بین عرضه و تقاضا سبب ارتقای چشمگیر راندمان شبکه ی آبیاری کشاورزی شده که این امر سبب استحصال مازاد آب قابل توجهی از طریق ارتقای راندمان می گردد که از آن جهت توسعه کشاورزی و احیای دائم و پایدار دریاچه ها و تالابهای در حال خشک شدن کشور می توان استفاده نمود.

کلید واژه‌ها : ***سامانه خودکار انتقال آب، مدیریت توامان عرضه و تقاضا***

۱- مقدمه

یکی از ابرچالش های پیش روی کشور برای تحقق رشد و توسعه اقتصادی پایدار، بحران کم آبی و تبعات این بحران (خشکسالی و ریزگردها) می باشد. بر طبق آمارهای موجود ۹۲٪ مصرف آب کشور مربوط به بخش کشاورزی است. لیکن راندمان شبکه آبیاری کشاورزی کشور تنها ۴۲٪ می باشد. این در حالی است که راندمان شبکه آبیاری کشاورزی کشورهایی نظیر آمریکا و استرالیا ۶۵٪ است. دلیل این راندمان بالا در کشور استرالیا این است که کشور مذکور در سالهای اخیر اقدام به بکار گیری سامانه خودکار انتقال آب در سطح وسیع در یکی از دو قطب اصلی کشاورزی بنام گولبرن – مری نموده است. نتیجه این اتوماسیون، ارتقای راندمان شبکه انتقال آب کشاورزی قطب مذکور از ۷۰٪ به ۹۰٪ می باشد که موجب استحصال سالانه ۴۲۵ میلیارد لیتر مازاد آب شده است که از آن جهت احیای دائم و پایدار ۶ منطقه تالابی در حال خشک شدن، توسعه کشاورزی و مصارف شرب شهری استفاده می شود.

تاکنون عمده فعالیت های کشور در زمینه مدیریت منابع آب، بر مدیریت "تامین یا عرضه" و بطور خلاصه بر "سد سازی" متمرکز شده است. اما آنچه که در مدیریت منابع آب کشور مغفول مانده است "برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا (نیاز آبی بهره برداران)" می باشد که عدم توازن آن، موجب کاهش چشمگیر راندمان شبکه آبیاری کشاورزی کشور شده است. با اتوماسیون و خودکارسازی شبکه آبیاری کشاورزی که موجب برقراری تعادل لحظه ای بین عرضه و تقاضا می گردد این حلقه مفقوده در مدیریت منابع آب کشور پر می شود. برقراری توازن لحظه ای بین عرضه و تقاضا در شبکه آبیاری کشاورزی کشور سبب استحصال مازاد آب قابل توجهی از طریق ارتقای راندمان می گردد که از آن جهت احیای دائم و پایدار تالابها و دریاچه های در حال خشک شدن، توسعه کشاورزی و مصارف شرب شهری و روستایی می توان استفاده نمود. بنابراین همانگونه که در بالا اشاره شد، بمانند کشور استرالیا با بکارگیری وسیع سامانه خودکار انتقال آب می توان بطور موثر با بحران کم آبی کشور مقابله نمود.

یکی از مدهای کنترلی سامانه بومی خودکار انتقال آب، مد اتومات پایین دستی است. هنگامیکه دریچه های نصب شده بر روی کانال در این مد کنترلی تنظیم می گردند بطور اتوماتیک به گونه ای باز و بسته می شوند که سطح تراز آب پایین دست دریچه همواره حول مقدار مطلوبی که توسط کاربر و از طریق نرم افزار اسکادا تعیین می گردد، ثابت باقی می ماند. این امر سبب برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا در سامانه خودکار انتقال آب می گردد. این تعادل بدین صورت تحقق می یابد که وقتی بهره بردار اقدام به برداشت آب از کانال می نماید سطح تراز آب کانال در محل برداشت کاهش می یابد که این امر سبب باز گشایی سازه تنظیمی (دریچه) بالا دست شده که این امر هم به نوبه خود سبب کاهش سطح تراز آب کانال بالادستی و باز شدن سازه تنظیمی مربوطه می شود. این فرآیند کاهش سطوح تراز آب کانال و باز شدن دریچه های نصب شده بر روی کانال بطور سلسه مراتبی تکرار می شود تا آب دقیقا به همان اندازه ای که توسط بهره بردار با کمیت مطلوب از کانال برداشت می شود از سد کشاورزی رهاسازی شود بدون آنکه قطره ای از آن به صورت سرریز هرز رود. این همان برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا است که در سامانه خودکار بطور لحظه ای برقرار می شود و بواسطه آن راندمان شبکه انتقال به میزان چشمگیری افزایش می یابد.

۲- اهداف و سیاستهای کلی سامانه

ارزش افزوده های فنی، اقتصادی و اجتماعی سامانه خودکار انتقال آب بطور کلی عبارتند از: افزایش چشمگیر راندمان شبکه انتقال آب کشاورزی و استحصال مازاد آب و در نتیجه درآمد زایی بیشتر برای سازمانهای آب منطقه ای، تعیین دقیق و کنترل لحظه ای حجم آب تخصیص یافته به بهره برداران و محیط زیست، مانیتورینگ مستمر شبکه آبیاری و جلوگیری از برداشتهای غیر مجاز و همچنین تعیین سریع نقاط هرز رفت شبکه آبیاری، تهیه یک داشبورد مدیریتی جامع از شبکه آبیاری به همراه بانک اطلاعاتی برای تصمیم گیری های موثر توسط مدیریت ارشد، فراهم آوردن بستر لازم جهت تغذیه ایستگاه های پمپاژ سیستمهای آبیاری تحت فشار از کانال های آبیاری روباز، پاسخگویی فوری به درخواست بهره برداران و جبران سازی بلادرنگ اغتشاشات در شبکه آبیاری، تخصیص عادلانه آب به تمامی بهره برداران اعم از بالادست و پایین دست شبکه آبیاری، استحصال مازاد آب جهت توسعه کشاورزی، استحصال مازاد آب لازم جهت

احیای دائم و پایدار دریاچه ها و تالابهای در حال خشک شدن کشور نظیر هورالعظیم و تالاب شادگان و در نتیجه مقابله موثر با معضل ریزگردها

۳- سیر تطور سامانه بومی خودکار انتقال آب

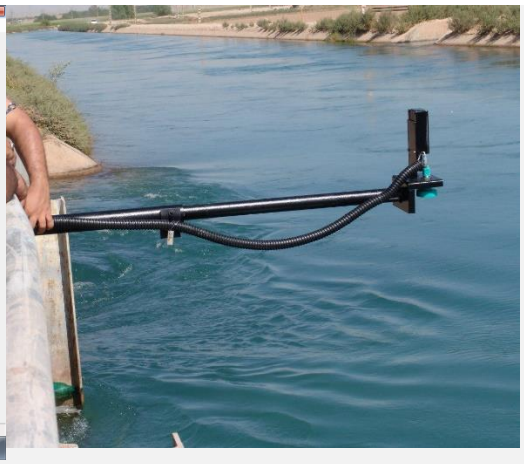
جهت تحقق این اهداف دکتر علی رضا فرهادی استادیار دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف که چندین سال سابقه همکاری با تیم پژوهش و توسعه کشور استرالیا در خصوص اتوماسیون و خودکارسازی شبکه آبیاری این کشور داشته است، اقدام به انتقال دانش فنی و بومی سازی آن با توجه به مشخصات خاص شبکه آبیاری کشاورزی کشور نموده است. در شبکه خودکار کشور استرالیا از دریچه های روگذر استفاده می شود. لیکن سازه های تنظیمی کشور غالبا از نوع زیر گذر می باشند. از اینرو اتوماسیون و خودکارسازی شبکه آبیاری کشور کاملا متفاوت با کشور استرالیا و بسیار پیچیده تر بوده و اتوماسیون این نوع سازه های تنظیمی در سطح بین المللی نیز جدید می باشد. در اولین قدم جهت بومی سازی این فناوری، دکتر فرهادی اقدام به طراحی مفهومی سامانه اتوماسیون، مانیتورینگ و کنترل از راه دور (و یا به اختصار سامانه خودکار) با توجه به مشخصات خاص شبکه آبیاری کشور نموده و برای اینکه نتایج این دستاورد برای کشور عزیزمان حفظ گردد، اقدام به ثبت اختراع داخل آن تحت عنوان "سیستم خودکار انتقال آب کشاورزی" به شماره ثبت ۸۷۵۰۳ و تاریخ ثبت ۹۴/۶/۵ نمودند. سپس طراحی و نمونه سازی اولیه سخت افزار کنترلی و نرم افزار مانیتورینگ و کنترل از راه دور (اسکادا) این سامانه با توجه به مشخصات خاص شبکه آبیاری کشاورزی کشور را با موفقیت انجام دادند. دکتر فرهادی بعد از دستیابی به دانش بومی سامانه خودکار انتقال آب، این دستاورد را به جناب آقای مهندس شمسایی مدیر عامل محترم سازمان آب و برق خوزستان در جلسه مرداد ماه سال ۹۵ در محل سازمان در تهران ارائه نمودند، که ایشان نیز هوشمندانه این دستاورد را جهت پیاده سازی در استان خوزستان مناسب تشخیص دادند. این امر منجر به عقد قرارداد با سازمان آب و برق خوزستان جهت خودکارسازی سازه های تنظیمی کانال CH1-W2-D1 -W2 بعنوان پایلوت سامانه خودکار خوزستان شد، که اخیرا این طرح تکمیل شد.

۴- اجزای تشکیل دهنده سامانه بومی خودکار انتقال آب

سامانه بومی خودکار انتقال آب از دو بخش اصلی سخت افزار کنترلی و نرم افزار کاربردوست مانیتورینگ و کنترل از راه دور (اسکادا) تشکیل شده است که سخت افزار کنترلی در کنار هر سازه تنظیمی در محل نصب شده و نرم افزار اسکادا نیز در اتاق فرمان و دور از شبکه خودکار نصب و راه اندازی می گردد. ارتباط بین سخت افزارهای کنترلی و نرم افزار اسکادا از طریق مودم های بی سیم صورت می گیرد.

شکل ۱-*نمایی از تابلو فرمان سامانه خودکار*

شکل ۲-*نمایی از مادربرد کنترلی سامانه خودکار*



شکل ۳-*نمایی از سیستم اندازه گیری میزان آب*

شکل ۴-*نمایی از داشبورد اصلی نرم افزار اسکادا*

سخت افزار کنترلی سامانه خود شامل ۵ ماژول اصلی به شرح زیر می باشد: الف- تابلو فرمان اتومات که مادر برد کنترلی و منابع تغذیه بردهای الکترونیکی در داخل آن تعبیه می شود (شکل ۱). این تابلو IP67 می باشد. ب- مادر برد کنترلی (شکل ۲) که در حقیقت مغز سامانه خودکار می باشد و از طریق آن ارتباط بین سازه تنظیمی تحت کنترل با سامانه جهت مانیتورینگ، اتوماسیون و کنترل از راه دور فراهم می گردد. این برد الکترونیکی توانایی کار تا دمای ۸۵ درجه را دارد. ج- جعبه انکدر که با استفاده از آن میزان گشودگی سازه تنظیمی با دقت ۱ میلیمتر اندازه گیری شده و در اختیار مادر برد کنترلی قرار می گیرد. جعبه انکدر همچنین مجهز به سویچ های محدود کننده می باشد که در صورتیکه سازه تنظیمی تمام باز و تمام بسته شد از طریق این سویچ ها مادر برد کنترلی از وضعیت سازه تنظیمی

اطلاع حاصل می نماید. د- سنسور اندازه گیری سطح تراز آب و برد واسط الکترونیکی مربوطه (شکل ۳) که این سنسور IP67 بوده و با استفاده از آن سطح تراز آب کانالهایی با عمق ۶ متر با دقت ۴ میلیمتر قابل اندازه گیری می باشد. ه- مودم بی سیم فرستنده و گیرنده که توانایی کار تا دمای ۸۵ درجه را دارا می باشد و دارای رنج ۱۰ کیلومتر است.

نرم افزار اسکادا که کاملا بومی می باشد نیز متشکل از ۵ ماژول اصلی به شرح زیر است: الف- داشبورد اصلی مدیریتی که توسط آن وضعیت کلی سامانه خودکار اعم از وجود فالت (خطاهای سخت افزاری در زیر سیستمها) میزان دبی عبوری، آب تخصیص داده شده و سطوح تراز آن بصورت بر خط قابل مانیتورینگ می باشد، ب- داشبورد فرعی که توسط آن وضعیت هر سازه تنظیمی خودکار اعم از نوع فالت، میزان گشودگی سازه تنظیمی و سطوح تراز آب بالا دست و پایین دست سازه تنظیمی بصورت بر خط قابل مشاهده است، ج- پنل کنترل که با استفاده از آن امکان کنترل از راه دور سازه های تنظیمی خودکار در ۵ مد دستی راه دور، اتومات بالا دست، اتومات پایین دست، اتومات بالا دست بر اساس برنامه از پیش تدوین شده و اتومات پایین دست بر اساس برنامه از پیش تدوین شده سازه خودکار فراهم می گردد، د- پنل اندازه گیری که با استفاده از آن امکان رسم، ذخیره و پرینت نمودارهای دبی، میزان گشودگی و سطوح تراز آب بالا دست و پایین دست سازه های تنظیمی خودکار فراهم می گردد و ه- پنجره تنظیمات که پارامترهای تنظیمی برنامه از طریق آن وارد نرم افزار اسکادا می شوند.

۵- نتیجه گیری

فناوری سطح بالا، کاملا بومی و متکی بر توسعه سخت افزار و نرم افزار داخلی به منظور حمایت از اشتغال و تولید داخلی جهت تحقق اقتصاد مقاومتی از ویژگی ها و مزایای رقابتی سامانه بومی خودکار انتقال آب است. همچنین هماهنگی کامل با سیاستهای پدافند غیر عامل کشور، دارا بودن شبکه بی سیم اختصاصی جهت نقل و انتقال داده ها و بهره مندی از نرم افزار اسکادای کاملا بومی با هدف جلوگیری از دستکاری سامانه توسط افراد غیر مجاز، از دیگر مزایای این سامانه ی کاملا بومی می باشد. اتوماسیون سازه های تنظیمی به همراه مانیتورینگ و کنترل از راه دور و برقراری تعادل میان عرضه و تقاضا برای نخستین بار درکشور در این سامانه محقق گردیده است. علاوه بر این شاهد کاهش چشمگیر هزینه ها با اتکا به سخت افزار و نرم افزار داخلی هستیم. این در حالی است که هزینه خودکارسازی هر سازه تنظیمی توسط نمونه خارجی ۶۰،۰۰۰ دلار می باشد. لیکن هزینه خودکارسازی هر سازه تنظیمی توسط مجری به میزان چشمگیری پایین تر می باشد و بنابراین امید است با حمایت مسولان این طرح بطور وسیع در کشور پیاده سازی گردد. بویژه با اجرای موفقیت آمیز طرح پایلوت و توسعه دانش فنی بومی سامانه سازگار با شرایط استان خوزستان، امکان خودکارسازی وسیع، کم هزینه و سریع شبکه آبیاری کشاورزی استان خوزستان فراهم شده است. با بکارگیری وسیع این سامانه، مازاد آب قابل توجهی از طریق ارتقای راندمان شبکه آبیاری استان حاصل می شود که از آن جهت توسعه کشاورزی و سایر مصارف می توان استفاده نمود. این امر سبب درآمد زایی بیشتر

برای سازمان آب و برق خوزستان می گردد به گونه ای که ظرف مدت اندکی می تواند با درآمد حاصل از فروش مازاد آبی که از سامانه خودکار حاصل می شود، هزینه تجهیز شبکه آبیاری استان به این سامانه را از محل افزایش راندمان تامین نماید

٦- تقدیر و تشکر

نویسندگان از سازمان آب و برق خوزستان و بویژه جناب آقای مهندس شمسایی مدیر عامل محترم این سازمان و جناب آقای دکتر حیدری مدیر محترم دفتر پژوهشـهای کاربردی این سازمان بخاطر حمایت از طراحی و توسعه سامانه خودکار انتقال آب استان خوزستان تقدیر و تشکر می نمایند.

۷- مراجع

جهت کسب اطلاعات تکمیلی در خصوص سامانه بومی خودکار انتقال آب به مصاحبه های تلویزیونی دکتر فرهادی که در لینکهای زیر موجود می باشد، مراجعه نمایید:

http://sina.sharif.ir/~afarhadi/cut2.mp4

http://sina.sharif.ir/~afarhadi/video_2018-01-20_10-18-06.mp4

http://sina.sharif.ir/~afarhadi/20171222_110340.mp4