

استفاده از ادوات نوین الکترونیکی به منظور پایش منابع آب: تجربیات، چالش‌ها و پیشنهادها

رضا براتی^۱، نسرین امینی خانیکی^۲، محمود ارجمند شریف^۳، سید محسن شجاعی^۴
۱- دکتری مهندسی عمران-هیدرولیک، دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی
۲- کارشناس ارشد زمین‌شناسی زیست محیطی، دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی

۳- دانشجوی دکتری هیدروژئولوژی، دانشگاه صنعتی شاهرود و کارشناس ارشد آب زیرزمینی دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی

۴- کارشناس ارشد آب زیرزمینی، دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی

r88barati@gmail.com

خلاصه

جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌های منابع آب از طریق ادوات الکترونیک علاوه بر اینکه می‌تواند بر خط بودن داده‌ها را با دقت مناسب حاصل کند، پیوستگی آنها را در بازه‌های زمانی مناسب در اختیار قرار می‌دهد و در دراز مدت باعث صرفه جویی قابل توجهی در هزینه پایش کمی و کیفی منابع آب می‌گردد. با این حال تجربه چندین ساله نشان می‌دهد که کارایی این ادوات در دفاتر مطالعات پایه منابع آب شرکت‌های آب منطقه‌ای از آنچه که باید، فاصله قابل توجهی دارد. در مطالعه حاضر با گردآوری نظرات و تجربیات بیش از ۲۵ شرکت آب منطقه‌ای سطح کشور معضلات و چالش‌های موجود در این زمینه و همچنین پیشنهادهای برای بهبود شرایط به بحث گذاشته شده است.

کلمات کلیدی: مدیریت منابع آب، داده، جمع‌آوری دستی (مکانیکی)، جمع‌آوری خودکار، ادوات نوین الکترونیکی.

۱. مقدمه

اهمیت وجود داده دقیق، صحیح، به موقع، مرتبط و قابل استفاده برای سطوح مختلف کارشناسی و مدیریتی، بر هیچ کس پوشیده نمی‌باشد. در این راستا جمع‌آوری، انتقال و دسترسی موثر داده برای فرآیند تصمیم‌گیری منابع آب ضروری است [۱-۴] (شکل ۱). انجام این روند با کمک دو رویه (۱) جمع‌آوری دستی داده‌ها و (۲) جمع‌آوری خودکار داده‌ها انجام پذیر است. در حالیکه جمع‌آوری خودکار داده‌ها می‌تواند منجر به پایش پیوسته^۱ و زمان واقعی^۲ گردد و در واقع جریان داده^۳ را ایجاد می‌کند، جمع‌آوری دستی منجر به پایش پراکنده یا دوره‌ای^۴ می‌شود. از جمله دیگر مزایای جمع‌آوری خودکار داده‌ها نسبت به حالت دستی می‌توان به عدم نیاز به حضور در هنگام ثبت داده‌ها و توانایی پایش پدیده‌های دینامیک و ناگهانی (مانند سیلاب در رودخانه‌ها، تغییرات مقدار آب‌های زیرزمینی در سازندهای سخت، آلودگی‌های تصادفی و اتفاقی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی)، اشاره نمود. با این حال هزینه تجهیز اولیه این رویه بالا بود و نیازمند تخصص بالا در هنگام بهره‌برداری می‌باشد. در ایران پایش الکترونیک منابع آب در دستور کار شرکت مدیریت منابع آب ایران و در راس آن وزارت نیرو قرار گرفته است. اخیراً و براساس بند دوم (نصب ۲۰۹۰۰ مورد تجهیزات اندازه‌گیری بر روی منابع آب و پی‌زومترها و چاه‌های اکتشافی) و بند سوم (تهیه بیان و بانک اطلاعاتی

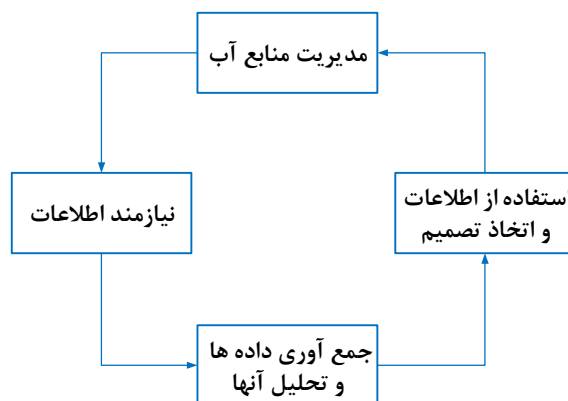
¹ Continues monitoring

² Real time monitoring

³ Stream Data

⁴ Sporadic or periodic monitoring

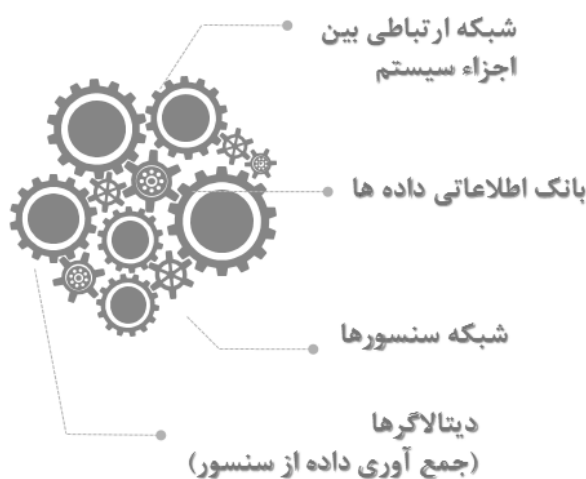
۶۰۹ محدوده های مطالعاتی به صورت بر خط^۱ مصوبات پانزدهمین جلسه شورای عالی آب بکارگیری از ادوات نوین الکترونیکی ضروری می باشد با این حال تجربه چندین ساله نشان می دهد که کارایی این ادوات در دفاتر مطالعات پایه منابع آب شرکت های آب منطقه ای از آنچه که باید، فاصله قابل توجهی دارد. در مطالعه حاضر با گردآوری نظرات و تجربیات بیش از ۲۵ شرکت آب منطقه ای سطح کشور معضلات و چالش های موجود در این زمینه و همچنین پیشنهادهای برای بهبود شرایط به بحث گذاشته شده است. در ادامه ارائه مطالب شامل: کلیات ادوات الکترونیکی نوین، معضلات مربوط با شرکت ها خدمات دهنده، معضلات مربوط با خرید و برگزاری استعمال/مناقصه، معضلات مربوط با دوره بهره برداری و پیشنهادات برای ارتقاء استفاده از ادوات الکترونیکی در پایش منابع آب، خواهد بود. در انتها نیز نتیجه گیری و جمع بندی بحث ارائه خواهد شد.



شکل ۱ - اهمیت داده در مدیریت منابع آب

۲. ادوات الکترونیکی نوین

سیستم جمع آوری، انتقال و دسترسی به کمک ادوات الکترونیکی نوین شامل (۱) شبکه ارتباطی بین اجزاء سیستم، (۲) بانک اطلاعاتی داده ها، (۳) شبکه سنسورها و (۴) دیتالاگرها (جمع آوری داده از سنسور) است. ارتباط این اجزا در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ - اجزا جمع آوری سیستم پایش از راه دور

¹ On line

در ابتدا داده مرتبط با پارامتر مشخصی توسط سنسور اندازه گیری می شود که این سنسورها می توانند انواع مختلفی از جمله: مکانیکی (شناوری)، فشار^۱، اصل حباب^۲، راداری^۳، التراسونیک (فراصوتی)^۴، رزونانس صوتی^۵ و ... داشته باشد. بخش دیگر سیستم دیتالاگر^۶ است که ابزار الکترونیکی است که اندازه گیری پارامترهای معینی را در محدوده های زمانی مشخص و در طول زمان ثبت می کند. در مرحله بعد اهمیت شبکه ارتباطی بین اجزاء سیستم بروز پیدا می کند. این شبکه شامل دو بخش شبکه محلی و شبکه فواصل طولانی می باشد. شبکه محلی که ارتباط میان سنسورها و دیتالاگرها را فراهم می کند. این شبکه ها برای محدوده های کوتاه (چند صد متر تا چند کیلومتر) داده ها را منتقل می کنند و معمولاً با فراوانی بالایی (مثلاً هر ۱۵ دقیقه) کار می کنند. شبکه های فواصل طولانی که ارتباط بین دیتالاگرها و بانک های اطلاعاتی را فراهم می کنند. این شبکه ها هنگامی که مقدار قابل توجهی داده جمع آوری شود (مثلاً یک یا دو ساعت یک بار) کار می کنند. انتقال داده ها از طریق سیگنال رادیویی، خطوط تلفن و ... قابل انجام است. نمونه های از شبکه ارتباطی بین اجزاء سیستم در شکل ۳ ارائه شده است. در انتها داده های انتقال داده شده از دیتالاگرها در بانک اطلاعاتی بر اساس فرم های از پیش طراحی شده طبقه بندی، ثبت و نگهداری می شود.



(ج)



(ب)



(الف)

شکل ۳ - نمونه های از شبکه ارتباطی بین اجزاء سیستم: (الف) انتقال از طریق سیگنال رادیویی و تامین انرژی از طریق خطوط انتقال برق، (ب) انتقال از طریق خطوط تلفن همراه و تامین انرژی خورشیدی و (ج) انتقال از طریق خطوط تلفن همراه و تامین انرژی توسط باتری استاندارد

۳. چالش های جدی مدیریت شبکه پایش از راه دور در سطح بین المللی

در ارتباط با مدیریت شبکه پایش از راه دور چالش های جدی در جهان وجود دارد که برخی از آنها شامل [۵-۷]:
پشتیبانی برای سنسورهای ناهمگن: پایش منابع آب نیازمند اندازه گیری پارامترهای متنوع است و بنابراین انواع مختلفی از سنسورها از سنسورهای کوچک و ارزان تا موارد پیچیده و گران نیازمند هستند. نیاز به مدیریت یکپارچه این سنسورها بسیار چالش برانگیز است.

¹ Pressure Probes

² Bubble Principle

³ Radar

⁴ Ultrasonic

⁵ Acoustic resonance

⁶ Data logger (also datalogger or data recorder)

پشتیبانی موثر و هوشمندانه برای حفاظت سنسورها: سنسورها نیازمند کالیبراسیون و تمیز کردن دوره‌ای هستند، زیرا در معرض تعارض فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی هستند. چنین پشتیبانی نیازمند زمان و تلاش قابل توجهی به منظور بازدید میدانی و رفع نواقص احتمالی است. عدم چنین پشتیبانی منجر به عدم دقت داده‌های برداشت شده یا از کار افتادن سنسور خواهد شد.

مدیریت قابل اطمینان شبکه‌های ارتباطی: در بسیاری از موارد شبکه ارتباطی TCP/IP در محل موجود نمی‌باشد و ساخت و تجهیز شبکه ارتباطی برای محل ایستگاه‌ها ضروری است. همچنین ایجاد سرور به منظور اتصال با شبکه TCP/IP، جمع‌آوری داده‌ها از سنسورها و ارسال داده‌ها به بانک اطلاعاتی ضروری می‌باشد.

زیر ساخت مناسب برای گسترش شبکه پایش و قابلیت ارتقاء بانک اطلاعاتی داده‌ها: اهداف پایش منابع آب در زمان و مکان در حال گسترش هستند. بنابراین شبکه سنسورها می‌بایست بتواند نواحی جغرافیایی وسیعی را پوشش دهند. بانک اطلاعاتی نیز می‌بایست قابلیت ارتقاء متناسب با این شرایط را داشته باشد.

قابلیت اطمینان و امنیت بانک اطلاعاتی داده‌ها: با توجه به اینکه داده‌های سنسور ثبت شده برای یک پدیده منحصر به فرد هستند، نیاز است بانک اطلاعاتی داده‌ها با دقت داده‌ها را دریافت و ثبت کند.

اقدامات حفاظتی: عملکرد سنسورها و دقت آنها اغلب تحت تاثیر آلودگی‌های بیولوژیکی یا شیمیایی، بارش‌های شدید، بادهای قوی، حتی حیوانات وحشی و ولگردها قرار می‌گیرد. علاوه بر این کاهش توان باتری می‌تواند منجر به متوقف شدن عملکرد سنسور شود. همچنین سرقت این ادوات معضل دیگری می‌باشد. در چنین مواردی اقدامات نگهداری و تعمیراتی سریع بسیار مهم است. در غیر اینصورت سنسور داده‌های فاقد دقت تولید می‌کند یا متوقف می‌گردد. برای تشخیص این موارد نیروی کاری تمام وقت یا نوعی خطایابی اتوماتیک نیاز است.

۴. چالش‌های جدی مدیریت شبکه پایش از راه دور در کشور

معضلات و چالش‌های موجود در زمینه مدیریت شبکه پایش از راه دور در کشور و بر اساس جمع‌بندی نظرات ۲۵ شرکت آب منطقه‌ای در سه بخش معضلات مرتبط با (۱) شرکت‌های خدمات دهنده (وارد کننده و تولید کننده)، (۲) خرید و برگزاری استعمال/مناقصه و (۳) معضلات مربوط به دوره بهره‌برداری مورد بحث قرار خواهند گرفت:

۱.۴ معضلات مرتبط با شرکت‌های خدمات دهنده (وارد کننده و تولید کننده):

- استفاده تولید کنندگان داخلی از قطعات الکترونیکی فاقد کیفیت مناسب (خصوصاً ساخت کشور چین). این موضوع بویژه به علت تاکید بر خرید داخلی مورد سوء استفاده شرکت‌های اصطلاحاً تولید کننده و فروش محصولات چینی بجای محصولات ایرانی می‌گردد.
- تجربه و سابقه پایین شرکت‌های تولید کننده و کیفیت پایین محصولات نهایی آنها که منجر به تحمیل یک روند سعی و خطا از سوی آنها در شرایط میدانی برای شرکت‌های آب منطقه‌ای شده است.
- عدم توانایی مطلوب شرکت‌های وارد کننده در پشتیبانی (نصب، راه‌اندازی و خدمات پس از فروش) به دلیل نداشتن تیم تخصصی آموزش دیده.
- با توجه به محدوده بودن بازار تقاضای شرکت‌های تولید کننده، تولید تجهیزات با نگاه صرف به بازار داخل برای تولید کنندگان صرفه اقتصادی ندارد. بنابراین تولید کنندگان داخلی بعد از انجام چند کار تغییر شغل داده و عملاً فرصتی برای رشد پیدا نمی‌کنند.

۲.۴ معضلات مرتبط با خرید و برگزاری استعمال/مناقصه:

- کمبود اعتبار پیوسته و مطمئن برای خرید ادوات و برگزاری استعمال/مناقصه.
- به روز نبودن مشخصات فنی ادوات و دستورالعمل‌های موجود. علاوه بر این، مشخصات متناسب با شرایط محلی تعیین نشده‌اند و برای کل کشور یکسان و کلی هستند.
- با توجه به ضعیف بودن شرکت‌های داخلی اغلب احراز شرایط استعمال/مناقصه برای آنها میسر نمی‌باشد و کارفرما با شرایط ساده‌تر مجبور به تجدید استعمال/مناقصه می‌گردد.

- به علت عدم تخصیص اعتبار در زمان مناسب و/یا ضعف شرکت‌ها (تولید کننده/وارد کننده) نصب و راه اندازی ادوات در زمان قرار داد انجام نمی‌گردد و تمدید مکرر قرار داد الزامی می‌شود.

۳.۴ معضلات مرتبط با دوره بهره برداری:

- عدم آشنایی مناسب شرکت‌های بهره‌بردار با مشکلات فنی دستگاه‌ها و در نتیجه خارج شدن دستگاه‌های معیوب از چرخه استفاده (فقدان خدمات پس از فروش قابل اطمینان).
- عدم امکان کالیبراسیون برخی ادوات و همچنین عدم امکان کاهش خطا از طریق تجهیزات موسسه تحقیقات آب. این مشکل برای سنسورهای کیفیت سنجی بارزتر است.
- سرقت تجهیزات الکترونیکی ایستگاه‌ها-عدم وجود تجهیزات مناسب برای جلوگیری از سرقت و کمبود قرارداد بیمه مناسب برای جبران خسارات (در اغلب استان‌ها). مشکل عمده در این زمینه تامین اعتبار برای قرار داد بیمه می‌باشد.
- مشکلات زیاد تامین انرژی ادوات از طریق صفحات خورشیدی مثل: مواجه شدن با روزهای ابری متوالی، برخورد اشیاء با صفحات، عدم نصب شارژ کنترل بین باتری و صفحات و ...
- تنوع و تعدد تجهیزات و شرکت‌های سازنده منجر به عدم امکان نگهداری و بهره‌برداری یکپارچه دستگاه‌های می‌گردد. به این ترتیب که رفع نقص فنی موثر ادوات و همچنین جمع‌آوری داده‌ها در بستر یک بانک اطلاعاتی را عملاً غیرممکن می‌سازد.
- انتقال بر خط داده‌ها از طریق مودم دچار مشکلاتی از قبیل تنوع مدل و برند دستگاه‌ها (در نتیجه پروتکل‌های ارتباطی متفاوت)، آنتن دهی نامناسب (وجود نقاط کور) و عدم پوشش شبکه است.

۵. پیشنهادی برای ارتقاء استفاده از ادوات الکترونیکی در پایش منابع آب

- تهیه دستورالعملی که متناسب با شرایط اقلیمی هر استان مشخصات فنی ادوات الکترونیکی را برای نصب پیشنهاد دهد.
- عدم اجبار خرید تولید داخلی تا هنگام ارتقاء محصولات ایرانی در سطح استانداردهای بین المللی.
- پایلوت قرار دادن محصولات داخلی (در حداقل دوره بهره‌برداری ۶ ماهه با سه دستگاه) با حمایت وزارت صنایع و معادن به منظور آزمون آنها تحت شرایط میدانی و ارتقاء کیفیت آنها. صدور تاییدیه خرید دستگاه‌ها برای شرکت‌های آب منطقه‌ای از طریق کمیسیون متشکل از کارشناسان مجرب و متخصص در وزارت صنایع و معادن و همچنین وزارت نیرو.
- تهیه بانک اطلاعاتی مناسب جهت ذخیره اطلاعات و همچنین ایجاد وحدت رویه در سطح شرکت‌های آب منطقه‌ای در خصوص فرمت داده‌ها، فاصله زمانی ذخیره داده‌ها و نوع گزارش گیری داده‌ها از طریق تهیه دستورالعمل.
- ارتقاء تجهیزات موسسه تحقیقات آب به منظور کالیبراسیون مناسب‌تر دستگاه‌ها. در حال حاضر نبود موسسه‌ای که بتواند کلیه مشخصات قطعات دیتالاگری را چه در مرحله ساخت و چه در مرحله بهره‌برداری ارزیابی و گواهی تاییدیه صادر نماید، به شدت احساس می‌شود.
- تهیه بانک بروز و دارای مشخصات و توانایی فنی شرکت‌های تولید کننده و وارد کننده.
- منوط کردن تایید فنی شرکت‌های (تولید کننده/وارد کننده) حاضر در مناقصه/استعلام به ارائه گواهی تاییدیه هر یک از مشخصات فنی از سوی ارگان‌های معتبر ملی و بین المللی.
- تامین اعتبار پیوسته و پایدار سالانه برای خرید، نگهداری و بهره‌برداری از ادوات در بودجه طرح برای خرید (طرح تکمیل و تجهیز + سایر طرح‌ها) و بودجه جاری برای نگهداری و بهره‌برداری.
- انعقاد قرارداد طولانی مدت و پایدار در سطح وزات نیرو و وزارت ارتباطات و یا مستقیماً با یکی از سرویس‌های مخابراتی به منظور ارائه یک سرویس مخابراتی/ماهواره‌ای/رادیاری در جهت انتقال برخط پیوسته و مطمئن داده‌ها.
- انعقاد قرارداد طولانی مدت و پایدار با شرکت‌های برق منطقه‌ای به منظور تامین انرژی پایدار ادوات در مناطقی که دسترسی به خطوط انتقال امکان پذیر می‌باشد (تعداد قابل توجهی از ادوات در نزدیکی خطوط انتقال برق نصب می‌گردند).

- در نظر گرفتن تمهیدات لازم برای جلوگیری از سرقت ادوات (استفاده از قفل های کتابی مخفی، تقویت اتاقک نگهداری ادوات، کاهش نمود خارجی ادوات به منظور جلوگیری از سرقت و تخریب، کوچک کردن (یا پنهان کردن) ابعاد جعبه، رنگ آمیزی با رنگ با مشخصات پدافند عامل، استفاده از علائم هشدار دهنده، حفاظ فیزیکی مناسب و ...).
- فرهنگ سازی به منظور بالابردن سطح آگاهی مردم در ارتباط با اهمیت پایش منابع آب در جهت جلوگیری از تخریب ادوات.
- انعقاد قرار داد بیمه ادوات برای سرقت و حوادث طبیعی. در این راستا انعقاد تفاهم نامه ای با یکی از شرکت های بیمه معتبر از سوی ستاد مرکزی در تهران می تواند در راستای کاهش هزینه ها راهگشا باشد.
- انعقاد قرارداد با مراجع ذیصلاح حفاظتی یا شرکت های خصوصی برای محافظت از دستگاه ها (از طریق استفاده از سنسورهای ضربه و ...).
- توزیع مکانی دیتالاگرها به نحوی باشد که در طولانی مدت بتوان زمان مراجعه حضوری متصدیان را به حداقل ممکن رساند. به این ترتیب که پراکنده بودن دستگاه ها هرگز منجر به آن نخواهد شد که مراجعه حضوری و برداشت مکانیکی ادوات کاهش چشمگیری داشته باشد. بنابراین انتخاب مناسب توزیع مکانی ادوات بسیار ضروری است.
- برگزاری دوره های هم اندیشی و تبادل تجربیات دوره ای بین کارشناسان و همچنین شرکت های تولید کنندگان و وارد کننده.
- مذاکره با انجمن های علمی در جهت گنجاندن محوری در کنفرانس های معتبر این انجمن ها در ارتباط با ادوات الکترونیکی پایش منابع آب.

۶. نتیجه گیری

آنچه بیش از تمامی عوامل منجر به فاصله قابل توجهی کارایی ادوات الکترونیکی از آنچه که باید شده است؛ عدم سیاست مناسب در دوره بهره برداری و نگهداری می باشد. از یک سو دانش فنی شرکت های بهره بردار پایین می باشد و از سوی دیگر تامین اعتبار پیوسته و مناسب در بودجه های جاری شرکت ها برای بهره برداری ادوات پیش بینی نشده است. نکته قابل توجه دیگر آن است که تاکنون در حدود ۱۲ درصد کل ایستگاه ها پایش منابع آب کشور با هزینه تقریبی ۳۴ میلیارد تومان به ادوات الکترونیکی تجهیز شده اند. این موضوع در حالی است که برای تجهیز تمامی این ایستگاه های در کل کشور هزینه تقریبی معادل با ۲۳۰ میلیارد تومان مورد نیاز می باشد. با توجه به هزینه های هنگفت بخش های عمرانی (که اساس طراحی آنها داده های مطالعات پایه منابع آب است)، اختصاص این مقدار بودجه به منظور پایش پیوسته و مناسب منابع آب قابل توجه می باشد.

راه کار طولانی مدت و کارآمد برای پایش منابع آب با کمک ادوات الکترونیکی (که نیازمند تلاشی مجدانه برای اجرا شدن دارد) را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

الف) خرید ادوات، نصب و راه اندازی: به عنوان یک راهکار پایدار راه اندازی خط تولید ادوات الکترونیکی شرکت های بین المللی در داخل کشور. به این ترتیب علاوه بر استفاده از ظرفیت داخلی برای تولید محصولات با کیفیت مناسب، از تجربه چندین دهه ای شرکت های معتبر بین المللی نیز استفاده می شود. در این راستا هر برند بین المللی در تولید بخشی از ادوات تجربه بالایی دارد و ضروری است برای هر دستگاه (مثلاً درونچاهی، باران سنجی یا هیدرومتری) با آن برند مشخص به منظور راه اندازی خط تولید وارد مذاکره شد. به این ترتیب علاوه بر تامین نیاز داخل بخشی از نیاز کشورهای همسایه نیز قابل پوشش خواهد بود.

ب) بهره برداری و نگهداری: انجام این کار از طریق مشارکت بخش خصوصی و فروش آمار از سوی آنها می تواند به پیوستگی و افزایش دقت داده ها کمک کند. از سوی دیگر هزینه بهره برداری و تعمیرات ادوات از این طریق قابل جبران خواهد بود. در این راستا ضروری است بخش دولتی اجازه تحویل آمار به هیچ بخشی نداشته باشد، ولی بانک اطلاعاتی در اختیار شرکت های آب منطقه ای و شرکت مدیریت منابع آب باشد.

به عنوان هدف والاتر علاوه بر تجهیز ایستگاه های سنجش منابع آب برای رسیدن به هدف بیلان بر خط می توان نصب ادوات الکترونیکی بر روی منابع آب انتخابی (چاه، چشمه و قنات) را نیز مد نظر قرار داد.

۷.۲. قدردانی

نویسندگان از شرکت‌های آب منطقه‌ای اصفهان، البرز، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، بوشهر، تهران، چهارمحال و بختیاری، فارس، قزوین، قم، کردستان، گلستان، گیلان، لرستان، همدان، یزد، اردبیل، ایلام، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، سمنان، کرمان، مازندران، مرکزی و هرمزگان که با ارائه نظرات و تجربیات خود در زمینه استفاده از ادوات الکترونیک در دفاتر مطالعات پایه منابع آب در ارائه مباحث مطرح شده مشارکت داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

۸. مراجع

1. Timmerman, J. G. (2014). *Information needs for water management*. CRC Press.
2. Margane, A. (2003). *Management, protection and sustainable use of groundwater and soil resources in the Arab region*. Guideline for Groundwater vulnerability mapping and risk assessment for the susceptibility of groundwater resources to contamination, 4.
3. Margane, A. (2003). *Management, protection and sustainable use of groundwater and soil resources in the Arab region*. Guideline for Groundwater vulnerability mapping and risk assessment for the susceptibility of groundwater resources to contamination, 4.
4. Jousma, G. Attanayake, P. Chilton, J. Margane, A. Navarrete, C. M. Polemio, M. ... and Streetly, M. (2006). Guideline on: groundwater monitoring for general reference purposes. *International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC)*, Utrecht.
5. Directive, W.F. (2003). *Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC)*.
6. Jiang, M. Lee, J. Jeong, K. Cui, Z. Kim, B. Hwang, S. and Choi, Y. J. (2015). A data stream-based, integrative approach to reliable and easily manageable real time environmental monitoring. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11(12), 914612.
7. Hangan, A. Vacariu, L. Cret O. and Hedesiu, H. (2013). A prototype for the remote monitoring of water parameters. In *Control Systems and Computer Science (CSCS), 2013 19th International Conference on* (pp. 634-639). IEEE.