رتبه اول ششمین دوره مسابقه ایده‌های برتر در علوم و مهندسی آب و فاضلاب (محور شبکه توزیع آب و تلفات)
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران، سال ۱۴۰۳)

عنوان: اصلاح تعرفه آب بهای صنعت

نگارندگان: غضنفرپور و زهرا مردانی سید مرتضی غضنفرپور[1] و زهرا مردانی[2]

۱- کارشناس امور منابع آبِ حوضه آبریز زاینده‌رود و مدیرعامل شرکت بهره‌برداری میراب زاینده‌رود

۲- دانشجوی دکتری، مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

چکیده

- مقدمه

کشور ایران، با اقلیم عمدتاً خشک و نیمه خشک و متوسط بارندگی بسیار کمتر از متوسط جهانی، کشوری کم آب است. استقرار صنایع پرمصرف و استفاده از تجهیزات ارزان قیمت و کهنه و غیر روزآمد در بخش مصرف آب، هدر رفت شدید آب، مصرف آب بسیار فراتر از استانداردهای جهانی و عدم بازچرخانی و استفاده از پساب‌ها و آب‌های خاکستری باعث افزایش مصارف و تخریب گسترده محیط‌زیست شده است. از طرفی محدودیت منابع آب توقف رشد صنعتی کشور را به‌همراه داشته است. بدیهی است این موضوع نمی تواند به‌صورت طولانی مدت ادامه‌دار باشد. شروع مجدد توسعه صنعتی سازگار با محیط‌زیست، مستلزم اصلاح الگوهای مصرف صنعتی و مصرف بهینه آب است و این موضوع به‌جز در سایه اعمال سیاست‌های تنبیهی برای مصرف‌کنندگان پرمصرف و تشویق مصرف‌کنندگان کم‌مصرف و استفاده‌کنندگان از روش‌های مدرن مصرف بهینه آب امکان‌پذیر نیست. یکی از مهم‌ترین راه‌های اعمال سیاست‌های تنبیهی و تشویقی و اجبار مصرف‌کنندگان آب صنعتی، اصلاح تعرفه‌های آب‌بها است. اهمیت این موضوع به‌حدی است که در پانزدهمین جلسه کارگروه ملی سازگاری با کم‌آبی مورد تاکید قرارگرفته است. در ایده پیشنهادی، با روشی نو و مبتنی بر سیاست‌های تنبیهی و تشویقی، اصلاح تعرفه آب بهای صنعتی در یکی از پرچالش‌ترین استان‌های کشور در حوزه مصرف آب، یعنی استان اصفهان، پیشنهاد می‌شود.

- ایده و روش پیشنهادی

الف) صنایع دارای مصرف صنعتی ۲۵ مترمکعب در شبانه‌روز و کمتر: از آن‌جایی که صنایعی از این‌دست، صنایع کوچک متعلق به بخش خصوصی هستند، درصورت رعایت محدودیت‌های مصرف و رعایت دامنه مجاز، پیشنهاد می‌شود؛ تعرفه آب‌بها، معادل قیمت تمام‌شده، برای این گروه از بهره‌برداران درنظر گرفته‌شود.

- تعیین تعرفه براساس قیمت تمام‌شده آب مصرفی در منابع آب سطحی، شامل تمامی هزینه‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و بالاسری مصروف برای فرآیند مهار، جمع‌آوری، ذخیره، انتقال و توزیع یک مترمکعب آب خواهد بود. این مبلغ توسط کمیته تعرفه شرکت آب و فاضلاب یا شرکت آب منطقه ای تعیین می‌شود. تعرفه آب‌بهای صنعتی در سال ۱۴۰۳ در استان اصفهان مبلغ ۹۸۰/۰۰۰ ریال به‌ازای هر مترمکعب بوده است.
- تعیین تعرفه براساس قیمت تمام شده آب مصرفی درمنابع آب زیرزمینی، شامل تمامی هزینه‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و بالاسری مصروف برای فرآیند حفاظت آبخوان و تعادل‌بخشی دشت، به‌ازای یک مترمکعب آب استحصالی خواهد بود.

ب) صنایع دارای مصرف صنعتی بیش از ۲۵ مترمکعب در شبانه‌روز: برای محاسبه تعرفه آب‌بهای صنعتی برای صنایع دارای مصرف بیش از ۲۵ مترمکعب در شبانه روز، روش ذیل پیشنهاد

می‌شود:

- ضریب مصرف ($C.c$): عبارت است از نسبت حجم آب مصرفی سالیانه به مقدار مصرف مجاز (Permissible consumption amount)

$$\text{ضریب مصرف } (C.c) = \frac{\text{حجم آب مصرفی سالیانه}}{\text{حجم مجاز مصرف سالیانه}}$$

که C.C: ضریب مصرف است (یک ضریب تنبیهی است برای مصارف صنعتی بیش از حد مجاز) که برای ارقام کمتر از ۱، رقم ۱ در نظر گرفته می شود و در هر سال، با توجه به آمار و اطلاعات هر دوره و توسط شرکت آب منطقه‌ای و یا شرکت آب و فاضلاب تعیین می‌شود.

- شاخص باز چرخانی ($I.r$): شاخصی است تشویقی در خصوص بازگشت مجدد آب مصرفی به چرخه تولید که براساس ضریب بازچرخانی ($C.r$) به‌صورت سالیانه یا ادواری تعیین می‌شود. ضریب بازچرخانی عبارت است از نسبت آب برگشتی به چرخه تولید به آب مصرفی.

$$\text{ضریب بازچرخانی } (C.r) = \frac{\text{حجم آب برگشتی به چرخه تولید}}{\text{حجم سالیانه آب مصرفی}}$$

شاخص و ضریب بازچرخانی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- تعیین شاخص تشویقی بازچرخانی براساس ضریب بازچرخانی

ضریب بازچرخانی ($C.r$)	۰/۱ - ۰	۰/۴ - ۰/۱	۰/۵۵ - ۰/۴	بیش از ۰/۵۵
شاخص باز چرخانی ($I.r$)	۱	۱/۱۰ - ۱	۱/۱۷ - ۱/۱۰	۱-/۳۰ ۱/۱۷

- ضریب بازچرخانی حداکثر تا پایان اردیبهشت ماه هر سال توسط سازمان "صمت" تعیین و به شرکت آب منطقه‌ای یا شرکت آب و فاضلاب اعلام می‌شود.
- شاخص بازچرخانی، پس از راستی‌آزمایی و تایید ضریب بازچرخانی اعلام شده، توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای یا شرکت آب و فاضلاب تعیین می‌شود.

- ضریب مصرف بهینه ($C.oc$): ضریبی هم تشویقی و هم تنبیهی است و عبارت است از نسبت حجم آب مصرفی به ازای یک واحد محصول تمام‌شده در واحد صنعتی به حجم آب مصرفی به‌ازای یک واحد محصول تمام‌شده براساس استاندارد جهانی

$$\text{ضریب مصرف بهینه } (C.oc) = \frac{\text{حجم آب مصرفی در ازای تولید یک واحد محصول تمام شده}}{\text{حجم آب مصرفی تولید واحد یک محصول تمام شده براساس استاندارد جهانی}}$$

- ضریب مصرف بهینه، حداکثر تا پایان اردیبهشت ماه هر سال توسط سازمان "صمت" به شرکت آب منطقه‌ای یا شرکت آب و فاضلاب اعلام می‌گردد.

- شاخص تاثیر مثبت اقتصادی ($I.pei$): شاخص تاثیر مثبت اقتصادی، شاخصی تشویقی است در جهت حمایت از تولید ملی که هرساله با توجه به تاثیر مثبت صنعت موردنظر در اقتصاد و تولید ناخالص ملی و منطقه‌ای، توسط سازمان "صمت" تعیین و حداکثر تا پایان اردیبهشت ماه هرسال به شرکت‌های آب منطقه‌ای یا شرکت آب و فاضلاب اعلام می‌شود.
- شاخص تاثیر مثبت اقتصادی بین ۱/۱۵ – ۱ خواهد بود.

- قیمت تمام شده ($F.P$) آب مصرفی:
- قیمت تمام شده آب مصرفی در منابع آب سطحی، شامل تمامی هزینه های سخت افزاری، نرم‌افزاری و بالاسری مصروف برای فرآیند مهار، جمع‌آوری، ذخیره، انتقال و توزیع حجم آب مصرفی خواهد بود.
- قیمت تمام شده آب مصرفی درمنابع آب زیرزمینی، شامل تمامی هزینه‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و بالاسری مصروف برای فرآیند حفاظت آبخوان و تعادل بخشی دشت، برای حجم آب استحصالی خواهد بود.

- قیمت نهایی ($T.P$) بهای آب مصرفی: قیمت نهایی بهای آب مصرفی برای صنایع دارای مصرف بیش از ۲۵ مترمکعب در شبانه روز، از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$(T.P) = (C.c)^2 * \frac{C.oc}{I.r * I.pei} * F.P$$

که T.P: Total Price، C.c: Consumption Coefficient، C.oc: optimum consumption Coefficient، I.r: recycling Index، I.pei: positive economic impact Index، F.P: Final Price

- سخن آخر

در ایده‌ای که در خصوص تعیین تعرفه آب بهای صنعتی ازنظر گذشت، سیاست‌ها و خطی مشی‌ها، تشویقی و تنبیهی درخصوص استفاده از آب‌های خاکستری، پساب‌ها، بازچرخانی آب و صرفه‌جویی در مصرف آب صنعتی و مصرف بهینه آن لحاظ شده و استفاده از تجهیزات و ادوات مناسب، به‌روز و کارآمد، هم‌چنین سرمایه‌گذاری صاحبان صنایع خصوصی و مدیران صنایع دولتی، دراین حوزه را توجیه‌پذیر، اقتصادی و جذاب نموده و راه را برای سرمایه‌گذاری متولیانِ استحصال، تولید، انتقال و توزیع هموار خواهد نمود، به‌علاوه باعث برون‌رفت توسعه صنعتی کشور از چالش و معضل کمبود و محدودیت منابع آب و توقف و رکود فعلی خواهد شد.

رتبه دوم ششمین دوره مسابقه ایده‌های برتر در علوم و مهندسی آب و فاضلاب (محور شبکه توزیع آب و تلفات)
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران، سال ۱۴۰۳)

عنوان: ابداع و تولید نرم‌افزار تحلیل قبوض برق در اکسل برای شرکت‌های آب و فاضلاب ایران

نگارنده: ملیحه معززی فرهادی فر
کارشناس ارشد برق کنترل، آب و فاضلاب جنوب شرقی استان تهران

چکیده

- مقدمه

تحلیل داده‌ها نقش مهمی در پردازش حجم عظیمی از اطلاعات و دستیابی به بینش‌های ارزشمند برای سازمان‌ها ایفا می‌کند. در حال‌حاضر، اطلاعات مربوط به قبوض برق تأسیسات شرکت‌های آب و فاضلاب در یک سامانه متمرکز جمع‌آوری می‌شود. با این‌حال، تحلیل دستی این حجم از داده‌ها فرآیندی بسیار زمان‌بر و پرچالش است. عدم وجود یک رویکرد تحلیلی سیستماتیک، منجر به از دست‌رفتن فرصت‌های مهم برای بهبود عملکرد سیستم می‌شود. تحلیل قبوض برق شامل ارزیابی صحت قبوض، تحلیل روند مصرف، محاسبه راندمان تأسیسات، بررسی ساعات کارکرد تجهیزات و تحلیل جریمه‌ها و غیره است. این فرآیند می‌تواند به بهینه‌سازی عملکرد سیستم و کاهش هزینه‌ها کمک شایانی نماید.

- ایده پیشنهادی

نرم‌افزار تولید شده تحلیل قبوض برق با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، تحلیلی جامع از مولفه‌های انرژی الکتریکی ارائه می‌دهد. این نرم‌افزار با قابلیت‌هایی مانند شناسایی خطاها، دسته‌بندی صورت‌حساب‌ها، محاسبه دقیق پارامترها، بررسی صحت محاسبات قبض، تحلیل الگوی مصرف و ارائه گزارش‌های مدیریتی، به مدیران کمک می‌کند تا مصرف برق را رصد و پایش کنند، هدررفت برق را کاهش دهند و مصرف تأسیسات برقی را بهینه‌سازی کنند. این نرم‌افزار گامی نو درجهت مدیریت مصرف بهینه انرژی و حفظ منابع طبیعی برای نسل‌های آینده محسوب می‌شود.

- روش پیشنهادی

برای توسعه نرم‌افزار تحلیل قبوض برق، رویکردی علمی و سیستماتیک اتخاذ شد که بر تحلیل دقیق فرآیندهای صدور قبوض و تطبیق آن‌ها با بخشنامه‌های جاری شرکت توزیع و استانداردهای حوزه آب و فاضلاب استوار است. در این راستا، ابتدا اطلاعات لازم شامل فرمول‌های محاسباتی و قوانین مرتبط از منابع معتبر مانند بخشنامه‌های شرکت توزیع، کتاب و فرم‌های داخلی تخصصی آب و فاضلاب جمع‌آوری شد. سپس نمونه قبوض برق بررسی و آیتم‌ها و روابط ریاضی مورد استفاده در محاسبات استخراج شد. در مرحله تحلیل، فرمول‌های محاسباتی مانند بهای قدرت، ضریب بار و ضریب دیماند به‌دقت مدل‌سازی شدند. به‌عنوان مثال، فرمول محاسبه بهای قدرت به صورت رابطه (۱) است:

$$CDe = CalcDe * DeR * NDC / 30 \qquad (۱)$$

که CDe: هزینه دیماند، $CalcDe$: دیماند محاسبه شده، DeR: نرخ دیماند و NDC: تعداد روز دوره هستند.

این مدل‌های ریاضی با جزئیات کامل در نرم‌افزار پیاده‌سازی شدند تا محاسبات دقیق و مطابق با استانداردها انجام شوند. پیاده‌سازی نرم‌افزار به‌گونه‌ای طراحی شد که نه تنها محاسبات پیچیده را به‌صورت خودکار انجام دهد، بلکه رابط کاربری ساده و قابل‌فهمی برای مدیران انرژی در شرکت‌های آب و فاضلاب ارائه کند. علاوه‌بر این، با توجه به احتمال تغییر در قوانین و فرمول‌ها

در آینده، امکان به‌روزرسانی آسان نرم‌افزار نیز فراهم شد. در نهایت، نتایج محاسبات نرم‌افزار با قبوض برق واقعی و محاسبات دستی انجام‌شده در شرکت‌های توزیع تطبیق داده‌شد تا دقت و صحت عملکرد آن تأیید شود. با این رویکرد، نرم‌افزار توانست به ابزاری قدرتمند برای کاهش خطاهای محاسباتی، افزایش سرعت پردازش و بهبود کارایی در فرآیند بررسی قبوض برق تبدیل شود.

- **سخن آخر**

نرم‌افزار تحلیل قبض برق طراحی‌شده با ارائه اطلاعات جامع در زمینه مصرف برق، هزینه‌ها و تغییرات الگوهای مصرف در بازه‌های زمانی مختلف، امکان بررسی و تحلیل دقیق‌تری از رفتارهای مصرفی تاسیسات برقی آب وفاضلاب را فراهم کرده است. داده‌ها و نمودارهای حاصل از این نرم‌افزار نشان می‌دهند که الگوهای مصرف قابل شناسایی و ارزیابی هستند و می‌توانند مبنای موثری برای تصمیم‌گیری‌های مرتبط با بهینه‌سازی مصرف و کاهش هزینه‌ها باشند. بر اساس خروجی‌های نرم‌افزار، امکان تعیین سهم هر منطقه جغرافیایی از مصرف برق کل فراهم شده که می‌تواند به برنامه‌ریزی دقیق‌تر و هدفمندتر در سطح کلان منجر شود. علاوه‌بر این، شناسایی نقاط پرمصرف و ارائه راه‌کارهای عملی برای مدیریت مصرف انرژی از جمله دستاوردهای مهم این نرم‌افزار محسوب می‌شود. این سیستم علاوه‌بر کمک به شرکت در جهت کاهش هزینه‌ها، قابلیت آن را دارد که به‌عنوان ابزاری در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های ملی برای بهینه‌سازی شبکه توزیع برق مورد استفاده قرارگیرد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که توسعه و به‌کارگیری چنین ابزارهایی می‌تواند گامی موثر در راستای مدیریت هوشمند انرژی و پایداری شبکه برق باشد.

- **مراجع**

رجبی، ق.ع.، و مبینی بیدگلی، ع.، (۱۳۸۰)، "مدیریت مصرف انرژی در سیستم آب و فاضلاب (چالش‌ها، راه‌کارها، عملکردها، پیشنهادات)"، *سومین همایش ملی انرژی*.

تعرفه‌های برق و شرایط عمومی آن‌ها از اول بهمن ماه ۱۴۰۰.

راهنمای جامع بهره‌برداری از تاسیسات آب و فاضلاب، جلد ششم، مدیریت مصرف انرژی در تاسیسات آب و فاضلاب.

آیین‌نامه تکمیلی تعرفه‌های برق (با اعمال الحاقیه شماره ۴ و اصلاحات مربوطه).

رتبه سوم ششمین دوره مسابقه ایده‌های برتر در علوم و مهندسی آب و فاضلاب (محور شبکه توزیع آب و تلفات)
(برگزار شده توسط انجمن آب و فاضلاب ایران، سال ۱۴۰۳)

عنوان: سیستم هوشمند یکپارچه برای کاهش هدررفت آب و نظارت بر زباله های آبی با استفاده از اینترنت اشیا و هوش مصنوعی

نگارنده: فاطمه فرشی
کارشناس پارک علم و فناوری نیرو

چکیده

- مقدمه

در دنیای امروز، بحران‌های مرتبط با منابع آب و مدیریت پسماندها به یکی از بزرگترین چالش‌های محیط‌زیستی تبدیل شده‌اند. هدررفت آب و آلودگی منابع آبی به‌علت ورود زباله‌های مختلف، تأثیرات منفی زیادی بر محیط‌زیست و زندگی انسان‌ها دارند. با توجه به رشد جمعیت و تغییرات اقلیمی، مدیریت هوشمند این منابع ضروری‌تر از همیشه به‌نظر می‌رسد. برای مقابله با این مشکلات، ایده حاضر، یک سیستم هوشمند یکپارچه است که از اینترنت اشیا (IoT) و هوش مصنوعی (AI) بهره می‌برد تا به‌طور هم‌زمان هدررفت آب را کاهش داده و زباله‌های آبی را نظارت و مدیریت کند. این سیستم با نصب حسگرها و دوربین‌های هوشمند در شبکه‌های آبی و منابع آبی، اطلاعات دقیقی از وضعیت آب و پسماندها جمع‌آوری کرده و به‌کمک الگوریتم‌های پیشرفته، به شناسایی نشت‌ها، پیش‌بینی مشکلات و تشخیص زباله‌ها می‌پردازد.

این ایده نه تنها در کاهش هدررفت منابع آب تأثیرگذار خواهد بود، بلکه با نظارت بر زباله‌های آبی و بهینه‌سازی بازیافت پسماندها، به حفاظت از محیط‌زیست و پایداری منابع طبیعی کمک خواهد کرد. به این‌ترتیب، این سیستم می‌تواند نقش مهمی در مدیریت پایدار آب و زباله ایفا کند و الگویی نوین برای شهرها و کشورهایی که با چالش‌های مشابه روبرو هستند، ارایه دهد.

- هدف

این ایده با هدف کلی استفاده از تکنولوژی‌های روز دنیا در جهت حل چالش‌های هدررفت منابع آب و مدیریت زباله‌ها ارایه شده است تا بتواند راه‌کاری ارایه کند که علاوه بر کاهش هدررفت آب، از ورود زباله‌های جامد و مضر به منابع آبی جلوگیری شده و فرایندهای بازیافت و تصفیه بهینه شوند.

ویژگیهای کلیدی ایده:

۱- نظارت بر هدررفت آب:
- استفاده از حسگرهای IoT در شبکه‌های آبرسانی برای شناسایی نشت‌ها، تحلیل فشار و جریان آب و ارایه هشدارهای زودهنگام.
- استفاده از الگوریتم‌های AI برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی نشت‌ها و بهینه‌سازی توزیع منابع آب.

۲- نظارت بر زباله‌های آبی:
- نصب حسگرها و دوربین‌های هوشمند برای شناسایی زباله‌های وارد شده به منابع آبی (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، مخازن)
- تحلیل ترکیب و نوع زباله‌ها (پلاستیک، فلزات، مواد آلی) و ارسال هشدارهای فوری برای مقابله با آلودگی.
- جمع‌آوری و مدیریت داده‌ها برای پیشگیری از آلودگی‌های آینده و بهینه‌سازی فرایند بازیافت زباله‌های آبی.

۳- مدیریت بهینه پسماندهای تصفیه آب:

- پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند برای نظارت بر تولید پسماند و لجن در تصفیه‌خانه‌ها و فرایندهای بهینه‌سازی بازیافت آن‌ها.
- الگوریتم‌های AI برای پیش‌بینی حجم و ترکیب پسماند و تعیین بهترین روش‌های دفع یا بازیافت آن‌ها.

۴- یکپارچگی و هماهنگی میان سیستم‌های آب و زباله:

- طراحی یک پلتفرم مدیریت یکپارچه که بتواند داده‌ها را از منابع مختلف (آب، زباله، تصفیه‌خانه‌ها) جمع‌آوری و آنالیز کرده و به مدیران کمک کند تا تصمیمات بهتر و مبتنی بر داده اتخاذ کنند.
- استفاده از بلاکچین برای افزایش شفافیت داده‌ها و اطمینان از امنیت اطلاعات.

نتایج و مزایا:

- کاهش هدررفت آب از طریق شناسایی سریع نشت‌ها و بهینه‌سازی مصرف
- پیشگیری از آلودگی منابع آبی با شناسایی زباله‌های موجود در منابع آب و دفع به‌موقع آن‌ها
- بازیافت و استفاده مجدد از پسماندهای آبی و لجن تولیدی در تصفیه‌خانه‌ها
- مدیریت بهینه منابع آب و زباله و کاهش هزینه‌های ناشی از هدررفت و آلودگی
- افزایش شفافیت و اطلاع‌رسانی به‌موقع از طریق گزارش‌ها و هشدارهای خودکار