



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



دانشگاه شهید بهشتی



انجمن آب و فاضلاب ایران

آسیب شناسی علل عدم پیشرفت پروژه های هوشمند سازی شبکه های آب و فاضلاب

محمدرضا جلیلی قاضی زاده

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست پردیس فنی مهندسی شهید عباسپور، دانشگاه شهید بهشتی

مستانه صفری

دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست آب و فاضلاب دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

m.safari423@gmail.com

احمد سلامت

مدیر عامل و رییس هیئت مدیره شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران

مرتضی فلاحت دوست

مدیر دفتر نظارت بر بهره برداری از تاسیسات آب شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران

خلاصه

شبکه های آب و فاضلاب هوشمند می تواند فرصتی مناسب ارائه دهد تا از طریق تکنولوژی های پیشرفته چالش های پیش رو در صنعت آب کاهش یابد. علیرغم وجود مزایای بسیار هوشمندسازی شبکه های آب و فاضلاب این سیستم هنوز در سطح مطلوب در شرکت های آب و فاضلاب راه اندازی نشده است. در این مقاله برای شناسایی عوامل موثر بر علل عدم پیشرفت پروژه های مذکور، پرسشنامه هایی بر اساس متدولوژی سلسله مراتبی AHP طراحی و از متخصص نظرسنجی به عمل آمد. در این نظرسنجی هشت عامل عمده شامل عوامل: اعتباری، مدیریتی، طراحی، اجرایی، بهره برداری، انسانی، اطلاعاتی و ارتباطی، قراردادی انتخاب و سایر عوامل در قالب این هشت عامل به عنوان عوامل فرعی معرفی شدند. براساس نتایج این پروژه راهکارهای مختلف بررسی و پیشنهادهایی برای تسریع در عملیات هوشمندسازی شبکه های آب و فاضلاب ارائه گردید.

کلمات کلیدی: هوشمندسازی شبکه های آب و فاضلاب، AHP



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



۱- مقدمه

در جهان، نیاز آبی و هزینه های انرژی در حال افزایش است. منابع آبی در حال کاهش هستند و زیر ساخت های قدیمی آب در حال تخریب می باشند و مشکل فقدان آب و نشت نیز وجود دارد. اگر چه حفاظت منابع آب و شیوه های مدیریتی در حال تحول هستند، نگرانی جامعه جهانی در حرکت به سمت تکنولوژی هوشمندسازی سوق یافته که این تکنولوژی، تضمین کننده کارایی بهتر و سیستم پایدار آب است.

در حال حاضر شبکه های آب هوشمند می تواند فرصتی مناسب ارائه دهد تا از طریق تکنولوژی های هوشمند چالش های پیش رو در صنعت آب کاهش یابد [1]. از انگیزه ها و دلایل استفاده از سامانه های هوشمند در شبکه های آب و فاضلاب می توان به مواردی مانند: بحران کمبود آب، حفاظت و صیانت از منابع ارزشمند آب، احیای منابع از دست رفته و ترمیم اکولوژیکی، پیر و فرسوده شدن تاسیسات، نشت و لزوم حفظ آب شرب، آب بدون درآمد، هزینه های بهره برداری شامل هزینه های نیروی انسانی و عملیات، هزینه های تعمیرات و نگهداری، هزینه های انرژی، گسترش و پیچیدگی شبکه های توزیع شهری، اندازه گیری مصارف و مدیریت امور مشترکین، محافظت از شبکه و تاسیسات آب و پدافند غیرعامل اشاره کرد [2].

۲- مواد و روش ها

علی رغم وجود مزایای فراوان و نیاز شرکت های آب و فاضلاب به اجرای هوشمندسازی در شبکه های آب و فاضلاب اما همواره مشکلاتی در سر راه اجرای این پروژه ایجاد گردیده است، در این مقاله به بررسی آسیب شناسی علل عدم پیشرفت پروژه های هوشمندسازی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداخته شده است.

۲-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۱

اساس کار فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مقایسات زوجی بوده و ساختار ترجیحات نسبی آن بر جدول 1 منطبق است. این تکنیک در دهه ۱۹۸۰ میلادی توسط "توماس ال ساعتی" ابداع شد و از آن به بعد برای حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره بسیار مورد استفاده قرار گرفته است [3].

جدول 1: مقیاس های عددی مقایسه های زوجی [3].

مقدار عددی	Preference	ترجیحات
۹	Extremely Preferred	کاملاً مرجح یا کاملاً مهمتر یا کاملاً مطلوب تر
۷	Very Strongly	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	Strongly Preferred	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	Moderately Preferred	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوبتر
۱	Equally Preferred	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت یکسان

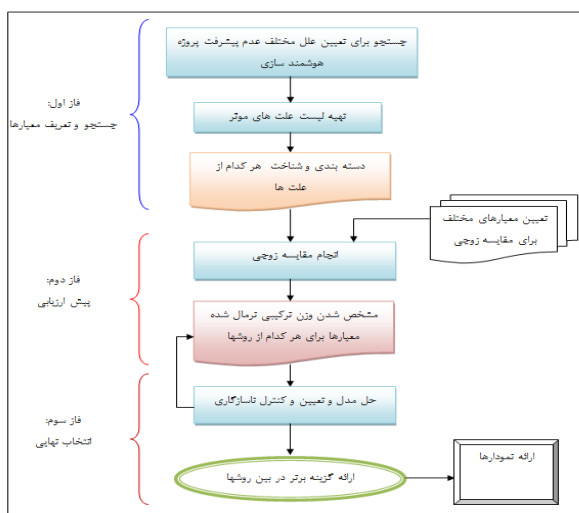
^۱ Analytical Hierarchi Process(AHP)

۲-۲- اجزای فرآیند تصمیم گیری

برای هر انتخابی سه جزء کلیدی لازم است که عبارتند از: هدف، معیارها و گزینه‌ها [4]. این سه اصل در مورد انتخاب علت‌های عدم پیشرفت پروژه‌های هوشمندسازی نیز صادق است. بر این اساس هدف عبارتست از "انتخاب مهمترین علت برای عدم پیشرفت"؛ معیارها، همان عوامل تاثیرگذار بر انتخاب علت‌های عدم پیشرفت هستند که در قسمت ۴.۲ مورد بحث قرار خواهند گرفت و گزینه‌ها نیز عبارتند از عوامل مختلف موثر بر پیشرفت پروژه‌ها.

۲-۳- مدل‌سازی در نرم‌افزار Expert Choice

به منظور تحلیل حساسیت در معیارهای انتخابی، فرآیند تصمیم‌گیری مورد نظر در نرم‌افزار Expert Choice که یک نرم‌افزار تخصصی می‌باشد، مدل‌سازی شده است. در نمودار ۱ مراحل انجام این مدل‌سازی ارائه گردیده است.



نمودار ۱: دیاگرام انجام مدل‌سازی در نرم‌افزار Expert Choice

۲-۴- عوامل تاثیرگذار بر علل عدم پیشرفت پروژه‌های هوشمندسازی

برای شناسایی عوامل موثر بر علل عدم پیشرفت، تحقیقات نسبتاً جامعی، مشتمل بر مطالعه متون علمی نگاشته شده در این زمینه و نظرسنجی از مدیران شهرهای بزرگ داخلی صورت گرفت و همچنین نظرات گروهی از متخصصان هوشمندسازی به کمک پرسشنامه‌های طراحی شده بر اساس متدولوژی سلسله مراتبی AHP جمع‌آوری و لحاظ شد. تصمیم‌گیری در انتخاب مناسب‌ترین فعالیت جهت پیشبرد اهداف علل عدم پیشرفت در شهرهای مورد مطالعه علاوه بر توجه به علوم مدیریتی و تئوری‌های هیدرولیکی حاکم بر شبکه‌های توزیع مستلزم بهره‌مندی از تجربیات مدیران و کارشناسان مرتبط با صنعت نیز می‌باشد. بسیاری از فعالیت‌های قابل انجام جهت انجام هوشمندسازی در شهرها، تابع شرایط محیطی و



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی منطقه مورد نظر می‌باشد. آداب و رسوم، ویژگی‌های اقلیمی، شرایط اجتماعی و سایر پارامترها در تعیین اولویت‌های تصمیم‌گیری می‌تواند مؤثر واقع شود.

معیار عمده در تصمیم‌گیری عدم پیشرفت پروژه هوشمندسازی همان عدم استقرار کامل سامانه هوشمند شبکه‌های آب و فاضلاب در شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران می‌باشد.

از بین عوامل مؤثر جهت رعایت اختصار و پرهیز از پیچیدگی موضوع، هشت عامل عمده انتخاب و سایر عوامل در قالب این هشت عامل به عنوان عوامل تأثیر گذار در اختیار پرسش‌شوندگان قرار داده شد. عوامل تعریف شده در این پرسش‌نامه‌ها عبارتند از:

۱. عوامل اعتباری: (۱-۱) نبود اعتبارات کافی و محدودیت‌های سرمایه‌گذاری در شرکت آبفا، ۱-۲- وابسته بودن مالی پروژه به درآمدهای جاری متغیر شرکت، ۱-۳- عدم تخصیص اعتبار کافی به پروژه
۲. عوامل مدیریتی: (۱-۲) تغییرات مستمر مدیریت، ۲-۲- نداشتن سابقه اجرایی مشابه قبلی، ۲-۳- مقاومت در برابر تغییر در سامانه جاری، ۲-۴- عدم اطمینان به عملکرد صحیح سامانه هوشمندسازی، ۲-۵- عدم ایجاد انگیزه در کارمندان هر بخش، ۲-۶- عدم توجه مدیران به تخصص هر فرد، ۲-۷- ترس از دادن جایگاه مدیریت و جایگزینی افراد پایین دست، ۲-۸- طولانی شدن فرآیند طراحی- مناقصه- اجرا، ۲-۹- اهداف و مقاصد غیرشفاف و نامشخص، ۲-۱۰- عدم اعتقاد مدیران به سودمند بودن فرآیند هوشمندسازی شبکه به علت عدم اطلاع
۳. عوامل طراحی: (۱-۳) تعریف نادرست مراحل پروژه، ۳-۲- تخمین نادرست هزینه اجرای فعالیت‌ها، ۳-۳- عدم دقت در شناسایی، تحلیل و تعیین استراتژی و واکنش به ریسک‌های پروژه، ۳-۴- برنامه‌ریزی ضعیف پروژه، ۳-۵- تخمین نادرست مدت زمان اجرای فعالیت‌ها، ۳-۶- کپی‌برداری از دانش فنی و اجرایی سایر پروژه‌های اجرا شده بدون در نظر گرفتن شرایط محلی پروژه مورد نظر.
۴. عوامل اجرایی: (۱-۴) نبود امکانات و تجهیزات مورد نیاز جهت اجرای پروژه به علت عدم تولید یا تولید ناکافی این تجهیزات در کشور و عدم امکان واردات آنها به دلیل شرایط تحریم، ۴-۲- عملکرد نامناسب تجهیزات ساخت داخل، ۴-۳- بروز مشکلات پیش نشده، ۴-۴- کمبود پیمانکاران متخصص.
۵. عوامل بهره‌برداری: (۱-۵) نقصان روشهای کنترل و استاندارد های تست و ارزیابی، ۵-۲- عدم مراقبت و نگهداری از تجهیزات تله متری، ۵-۳- پیچیدگی سامانه و عدم بومی سازی آن، ۵-۴- دستکاری شبکه توسط افراد غیر مرتبط، ۵-۵- عدم تحلیل صحیح داده‌های دریافتی، ۵-۶- تعداد بالای کمیت‌های ارسالی، ۵-۷- عدم رعایت اصول PM، ۵-۸- عدم استاندارد بودن و زون‌بندی صحیح در شبکه‌های آب موجود، ۵-۹- واگذاری بهره‌برداری از پروژه به پیمانکاران در قالب قراردادهای کوتاه مدت یک‌ساله
۶. عوامل انسانی: (۱-۶) عدم در اختیار داشتن تعداد کافی نیروی انسانی، ۶-۲- عدم از خود دانستن پروژه، ۶-۳- عدم توازن مسئولیت‌های خواسته شده در قبال اختیارات، ۶-۴- عدم اختیار کارمندان در انجام عملیات مبتکرانه، ۶-۵- عدم تخصص و تجربه مرتبط، ۶-۶- عدم آموزش صحیح پرسنل در بخش طراحی، اجرا و بهره‌برداری.

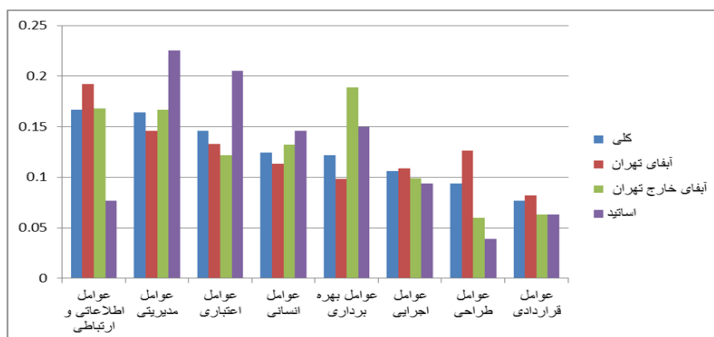
۷. عوامل اطلاعاتی و ارتباطی: (۷-۱- نبودن اطلاعات و نقشه‌های دقیق شبکه توزیع، ۷-۲- عدم مستندسازی فعالیت‌های قبلی پروژه، ۷-۳- عدم ارتباط مناسب بین تشکیلات اداری و معاونت‌ها، ۷-۴- تازه بودن تکنولوژی برای سازمان ۷-۵- محرمانه بودن پارامترهای کیفی در شبکه‌های آب، ۷-۶- انتظارات غیر واقعی از پروژه هوشمندسازی ۷-۷- عدم اطلاع کافی از الگوی متغیر مصرف آب و تولید فاضلاب)

۸. عوامل قراردادی: (۸-۱- مشکلات مربوط به نوع قرارداد در طراحی، اجرا و بهره‌برداری، ۸-۲- واگذاری بهره‌برداری از پروژه به پیمانکاران در قالب قراردادهای یک‌ساله، ۸-۳- محدودیت موجود در برگزاری مناقصات) در این تحقیق برای تعیین اهمیت نسبی عوامل از روش دلفی (نظر خبرگان) به کمک پرسشنامه‌های طراحی شده بر اساس تکنیک مقایسات زوجی استفاده شده است. بدین ترتیب که بر اساس جامعه آماری در نظر گرفته شده از متخصصین صنعت آب و به کمک رابطه " تعیین اندازه نمونه با داده‌های کیفی در جامعه محدود "، تعداد پرسشنامه‌های موردنیاز، مشخص شده و نهایتاً ۲۷ پرسشنامه توسط متخصصین تکمیل شد. در این پرسشنامه‌ها از متخصصین خواسته شده بود میزان اهمیت نسبی یا ترجیح هر عامل/ معیار بر عامل/ معیار دیگر را (با توجه به هدف مسأله) و میزان اهمیت نسبی یا ترجیح هر فعالیت مدیریتی بر روش دیگر را (با توجه به هر معیار/عامل تاثیرگذار)، بر اساس جدول ۱ امتیازدهی نمایند. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و حذف نقاط غائی (جواب‌های غیرقابل قبول از نظر آماری) نتایج حاصله جمع‌بندی و به عنوان ورودی اولیه به نرم افزار EC وارد شد.

لازم به ذکر است که جهت حفظ اعتبار مدل، مواردی نظیر داشتن حداقل ۱۰ سال سابقه در زمینه فعالیت‌های مرتبط با شرکت‌های آب و فاضلاب، آشنائی با شیوه‌های مختلف مدیریت تقاضای آب و داشتن تحصیلات مرتبط حداقل در یک مقطع تحصیلی مرتبط با صنعت آب به عنوان حداقل مشخصات خبرگان در نظر گرفته شده است.

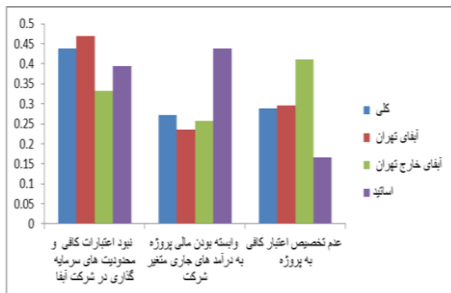
۳- ارائه نتایج

در نمودار ۲ نتایج تحلیل هر سه گروه پرسش‌شونده در خصوص گزینه‌های عمده تاثیرگذار در انتخاب عدم پیشرفت در پروژه‌های هوشمندسازی نشان داده شده است.

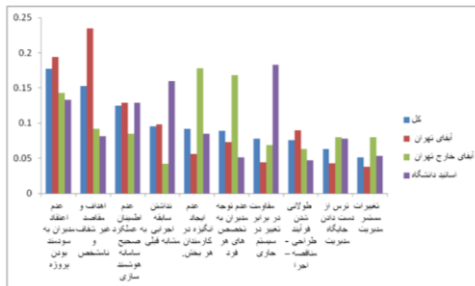


نمودار ۲: گزینه‌های عمده تاثیرگذار در انتخاب علت عدم پیشرفت در پروژه‌های هوشمندسازی

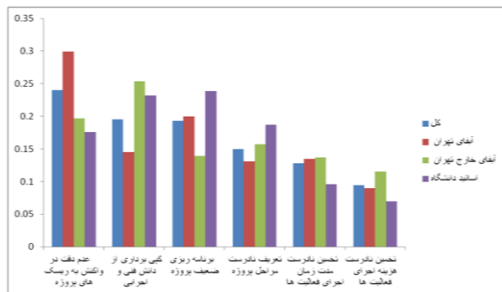
در نمودارهای شماره ۳ الی ۱۰ نتایج تحلیل هر سه گروه پرسش شونده از دیدگاه عوامل مختلف در خصوص گزینه-های عمده تاثیر گذار در انتخاب عدم پیشرفت در پروژه‌های هوشمندسازی نشان داده شده است.



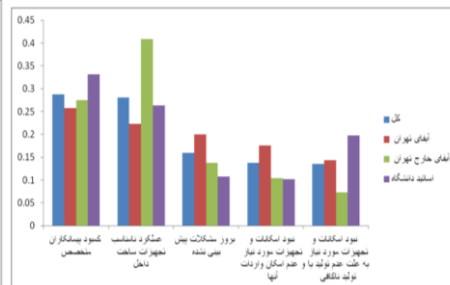
نمودار ۲: مقایسه امتیاز هر یک از عوامل اعتباری در عدم پیشرفت پروژه هوشمندسازی



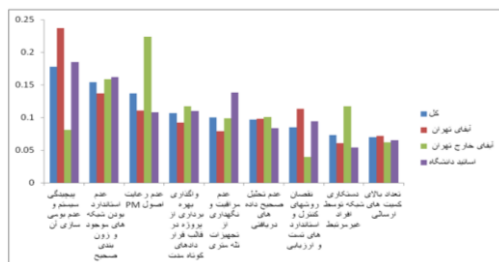
نمودار ۳: مقایسه امتیاز هر یک از عوامل مدیریتی در عدم پیشرفت پروژه هوشمندسازی



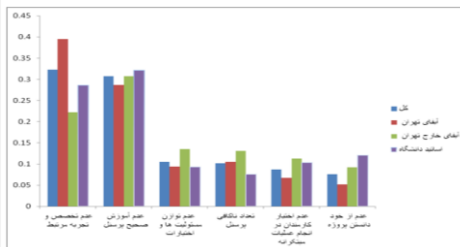
نمودار ۴: مقایسه امتیاز هر یک از عوامل طراحی در عدم پیشرفت پروژه هوشمندسازی



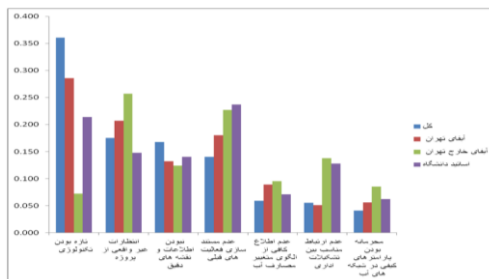
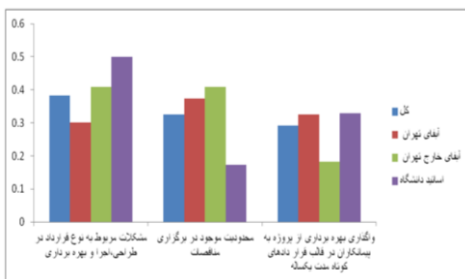
نمودار ۵: مقایسه امتیاز هر یک از عوامل اجرایی در عدم پیشرفت پروژه هوشمندسازی



نمودار ۶: مقایسه امتیاز هر یک از عوامل انسانی در عدم پیشرفت پروژه هوشمندسازی



نمودار ۷: مقایسه امتیاز هر یک از عوامل انسانی در عدم پیشرفت پروژه هوشمندسازی



نمودار ۹: مقایسه امتیاز هر یک از عوامل اطلاعاتی و ارتباطی در عدم پیشرفت پروژه هوشمند سازی
نمودار ۱۰: مقایسه امتیاز هر یک از عوامل اطلاعاتی و ارتباطی در عدم پیشرفت پروژه هوشمند سازی

۴- جمع بندی و ارائه راهکار

۴-۱- جمع بندی

در این بخش به اختصار نتایج بدست آمده ارائه می گردد:

- در نتایج نظرسنجی انجام شده که از خبرگان صنعت آب انجام گرفت، به ترتیب عوامل مدیریتی، اطلاعاتی و ارتباطی در بالاترین و عوامل اعتباری و انسانی در رده های بعدی اثرگذاری در این قضاوت مهندسی تشخیص داده شدند.
- عدم اعتقاد مدیران به سودمند بودن فرآیند هوشمند سازی و اهداف و مقاصد غیر شفاف و نامشخص، عدم اطمینان به عملکرد صحیح سامانه هوشمندسازی مهمترین عوامل مدیریتی تعیین شده اند.
- در بین عوامل اطلاعاتی و ارتباطی تازه بودن تکنولوژی برای سازمان مهمترین علت بیان شده است. از طرفی انتظارات غیر واقعی از پروژه هوشمندسازی و نبودن اطلاعات و نقشه های دقیق شبکه توزیع شامل: اطلاعات شبکه، مخازن، شیرآلات، پمپ ها و ... از گزینه های دارای اهمیت بعدی از نظر پرسش شونده گان می باشد.
- از بین عوامل اعتباری، نبود اعتبارات کافی و محدودیت های سرمایه گذاری در شرکت آبفا دارای اولویت اول شد.
- در خصوص گزینه عوامل انسانی، عدم تخصص و تجربه مرتبط و نیز عدم آموزش صحیح پرسنل در بخش طراحی، اجرا و بهره برداری از دیدگاه پرسش شونده گان به عنوان مهمترین عوامل تعیین گردید.
- از دیدگاه عوامل بهره برداری پیچیدگی سامانه و عدم بومی سازی آن و همچنین عدم استاندارد بودن شبکه های موجود و زون بندی صحیح در شبکه های آب موجود مهمترین گزینه ها از دیدگاه پرسش شونده گان مشخص شد.
- پرسش شونده گان کمبود پیمانکاران متخصص و عملکرد نامناسب تجهیزات ساخت داخل را مهمترین گزینه از دید عوامل اجرایی در عدم پیشرفت در پروژه های هوشمندسازی بیان کردند.
- مشکلات مربوط به نوع قرارداد در طراحی، اجرا و بهره برداری از دیدگاه پرسش شونده گان مهمترین عوامل قراردادی در عدم پیشرفت در پروژه های هوشمندسازی عنوان شده است.
- از دیدگاه عوامل طراحی پرسش شونده گان عدم دقت در شناسایی، تحلیل و تعیین استراتژی واکنش به ریسک های پروژه و کپی برداری از دانش فنی و اجرایی سایر پروژه های اجرا شده بدون در نظر گرفتن شرایط محلی پروژه مورد نظر مهمترین گزینه ها در عدم پیشرفت پروژه های هوشمندسازی مطرح نموده اند.



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



۴-۲- ارائه راه کارها و پیشنهادها

براساس نتایج این پروژه راهکارهای مختلف بررسی و پیشنهادهای زیر به ترتیب اولویت برای تسریع در عملیات هوشمندسازی شبکه‌های آب و فاضلاب ارائه شد:

- آشنایی بیشتر بدنه وزارت نیرو با مزایای هوشمندسازی
 - واحد هوشمند سازی تحت نظر مستقیم مدیر عامل باشد.
 - توسعه زیر ساخت‌ها، به روز رسانی نقشه‌ها، داده‌ها و انجام اندازه گیری پارامترهای شبکه‌های آب و فاضلاب
 - استفاده از تجهیزات اندازه گیری دارای دقت لازم
- نتایج این پروژه می‌تواند در فرآیند و توسعه هوشمندسازی شبکه‌های آب و فاضلاب مورد استفاده قرار گیرد.

۵- قدردانی

نویسندگان از پشتیبانی و همکاری شرکت آب و فاضلاب منطقه یک شهر تهران بخصوص آقای مهندس محمودی سوره (معاون نظارت بر بهره برداری) و آقای مهندس اعلمی (معاون مهندسی و توسعه) در انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌نمایند.

۶- مراجع

1. Beal C.D., Flynn, J. (2013). Toward the digital water age: Survey and case studies of Australian water utility smart-metering programs. Utilities Policy.32, pp.29-37.
2. Rebelo m., Smite J. R., Menezes, M. (2014). Prioritizing use cases for water smart technology development: similarities and different from Portugal and UK case studies. Procedia Engineering.89, pp.998-1003.
۳. قدسی پور، ح. (۱۳۹۰)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ص ۱۳-۷۰.
۴. مازیار م. ر. (۱۳۸۶)، تصمیم‌گیری منطقی با بهره‌گیری از نرم افزار Expert Choice 2000، انتشارات ارکان دانش، ص ۵۲.
۵. جلیلی م. ر. (۱۳۹۶)، مطالعات آسیب‌شناسی علل عدم پیشرفت پروژه‌های هوشمندسازی شبکه‌های آب و فاضلاب، طرح پژوهشی شرکت آب و فاضلاب منطقه یک استان تهران.