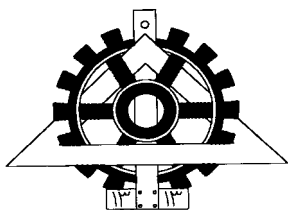


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی عمران



تدوین الگوریتم ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم تصفیه خانه‌های آب شهری در برابر بحران‌ها

نگارش:

حامد توکلی فر

اساتید راهنما:

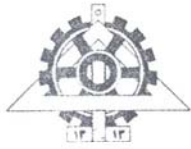
پروفسور محمد کار آموز

دکتر ابراهیم شاه‌قاسمی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در:

مهندسی عمران - گرایش مهندسی عمران

مهرماه ۱۳۸۷



بسمه تعالی

دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی عمران

گواهی دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای حامد توکلی فر به شماره دانشجویی ۸۱۰۲۸۵۱۳۹ در رشته مهندسی عمران گرایش آب را در تاریخ ۱۳۸۷/۰۷/۱۴ با عنوان «تدوین الگوی ارزیابی آمادگی سیستم های تصفیه آب شهری در شرایط بحرانی»

به عدد به حروف با نمره نهایی و درجه ارزیابی کرد.

ردیف	مشخصات هیئت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبۀ دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضاء
۱	استاد راهنما	دکتر محمد کارآموز	استاد	دانشگاه تهران	
	استاد راهنمای دوم (حسب مورد)	دکتر ابراهیم شاه‌قاسمی	استادیار	دانشگاه تهران	
۲	استاد مشاور				
۳	استاد داور داخلی	دکتر سیدتقی امید نائینی	استادیار	دانشگاه تهران	
۴	استاد مدعو	دکتر عبدا... رشیدی مهرآبادی	استادیار	دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی عمران	دکتر محرم دولتشاهی پیروز	استادیار	دانشگاه تهران	



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب حامد توکلی فر تأیید می‌کند که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: حامد توکلی فر

امضاء:

تقدیم به:

بزرگوارترین مردی که می‌شناسم، پدر پرتلاش و دلسوزم

جناب سرهنگ عباس توکلی فر

فداکارترین انسانی که می‌شناسم، مادر مهربان و ایثارگرم

سرکار خانم مهری مختارزاده

آنچه انجام داده‌ام در مقام فرزند جوابگوی زحمات این بزرگواران نیست. به عنوان عضوی از این جامعه بدین وسیله از سی سال خدمت متعهدانه یک سرباز وفادار وطن و یک معلم دلسوز تشکر می‌کنم و به ایشان افتخار می‌کنم.

همچنین تقدیم به برادران و خواهر عزیزم

فرهاد

میترا

فرزاد

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

چکیده پایان نامه ارائه شده توسط حامد توکلی فر

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در مهندسی عمران گرایش مهندسی آب تحت عنوان

تدوین الگوی ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم

تصفیه خانه های آب شهری در شرایط بحرانی

اساتید راهنما: دکتر محمد کارآموز، دکتر ابراهیم شاه قاسمی تاریخ دفاع: ۱۳۸۷/۷/۱۴

اهمیت آب به عنوان مایع حیات و یکی از نیازهای اساسی بشری نقش بسیار پررنگی را به مقوله تامین آب با کیفیت و کمیت مناسب برای جوامع بشری داده است. از این رو است که امروزه هیچ جامعه مدرن بشری علی‌الخصوص جوامع شهری بدون دارا بودن یک زیرساخت قابل اطمینان تامین، تصفیه و توزیع آب قابل تصور نمی‌باشد همچون هر زیر ساخت دیگری حفظ قابلیت عملکرد این سامانه در شرایط بحرانی در قالب کاهش آسیب‌پذیری آن در برابر بحران‌ها و ایجاد ظرفیت برگشت‌پذیری در سیستم حین و بعد از وقوع بحران‌ها که در مجموع در قالب افزایش آمادگی سیستم برای مقابله با شرایط بحرانی تعریف می‌گردد، از اهداف مدیریت پایدار این سامانه است.

در این پایان‌نامه تصفیه‌های آب شهری به عنوان یکی از مولفه‌های اساسی در سامانه تامین آب شهری به لحاظ میزان آمادگی سیستم برای مواجهه با شرایط بحرانی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. تدوین یک الگوریتم جهت ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم تصفیه‌خانه‌های آب شهری اولین دستاورد این تحقیق می‌باشد. این الگوریتم بر مبنای روش ماتریس ریسک (Risk Matrix) در ارزیابی ریسک‌های محتمل و تخصیص احتمالات و سطوح خسارات وارده از جانب هر ریسک پی‌ریزی شده است.

با توجه به وجود نیاز به شاخص‌های جهت کمی‌سازی میزان آمادگی سیستم تصفیه‌خانه‌های آب شهری برای مواجهه با بحران، برای وجوه مختلف عملکرد کمی و کیفی تصفیه‌خانه‌ها شاخص‌ها ارزیابی عملکرد در قالب دو دسته اصلی شاخص‌های وضعیت سیستم (System State Index) و شاخص‌های عملکرد (System Performance Index) سیستم تدوین شده‌اند. همچنین با انتخاب تصفیه‌خانه شماره یک تهران (جلالیه) به عنوان یک مطالعه موردی الگوریتم ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم تصفیه‌خانه‌ها در مورد آن پیاده سازی شده و اولویت‌های آسیب‌پذیری سیستم مشخص شده‌اند. همچنین با ارزیابی شاخص‌های تدوین شده توانایی آنها در انعکاس میزان آمادگی سیستم تصفیه‌خانه در مواجهه با شرایط بحرانی سنجیده شده‌است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم، تصفیه‌خانه‌های آب شهری، مدیریت بحران و ریسک،

شاخص‌های عملکرد سیستم

Keywords: System Readiness Evaluation and Development, Urban Water Treatment Plant, Risk and Crises Management, System Performance Indexes

تشکر و قدردانی:

بی‌شک انجام این پایان‌نامه بدون زحمات و راهنمایی‌های اساتید ارجمندم ممکن نبود. در اینجا بر خود لازم می‌دانم تا از اساتید گرانقدرم جناب آقای پروفسور محمد کارآموز و جناب دکتر ابراهیم شاه‌قاسمی که در تمام مراحل کار راهنما و مشوق اینجانب بوده‌اند، کمال تشکر و امتنان را به عمل آوردم.

نظم و تعهد مرفه‌ای از مهمترین دروسی بوده‌اند که در محضر استاد گرانقدرم جناب دکتر کارآموز فرا گرفتم و امیدوارم توفیق قدردانی نسبت به فرصت‌هایی که در اختیار من قرار دادند را با به کارگیری منش و رفتار مرفه‌ای به جا آورم.

همچنین از مشورت‌ها و پشتیبانی‌های صمیمانه سرکار خانم مهندس سارا نظیف، کاندیدای دریافت درجه دکتری از دانشکده فنی دانشگاه تهران، قدردانی می‌کنم.

در پایان از تمام دوستان عزیزم در دفتر تحقیقات و مدیریت آب و محیط زیست دانشکده فنی دانشگاه تهران، که مرا در انجام این مهم یاری کردند، صمیمانه سپاسگزارم.

فهرست مطالب

۱. فصل اول : دیباچه ۱

- ۱-۱- کلیات ۱
- ۲-۱- ضرورت مطالعات ۲
- ۳-۱- تعریف مسئله ۳
- ۴-۱- اهداف ۵
- ۵-۱- ساختار فصل‌های پایان‌نامه ۵

۲. فصل دوم : تعاریف و سابقه مطالعات ۷

- ۱-۲- مقدمه ۷
- ۲-۲- تصفیه آب برای مصارف شرب ۷
 - ۱-۲-۲- پارامترهای کیفی آب ۷
 - ۲-۲-۲- منابع آبی و کیفیت آب ۹
- ۲-۳- روشها و استانداردها ۱۱
 - ۱-۲-۳- استانداردهای پارامترهای کیفی آب قابل شرب ۱۱
 - ۲-۲-۳- روشهای بهبود پارامترهای کیفی آب شرب ۱۳
 - ۳-۲-۳- ساختار سیستم‌های تصفیه‌خانه آب ۱۵
- ۴-۲- بررسی سابقه مطالعات ۱۶
 - ۱-۲-۴- آمادگی سیستم و تصفیه‌خانه‌های آب ۱۶
 - ۲-۲-۴- شاخص‌های ارزیابی عملکرد سیستم ۲۰
- ۵-۲- جمع‌بندی ۲۴

۳. فصل سوم : روش کار ۲۵

- ۱-۳- الگوریتم ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم تصفیه‌خانه‌های آب برای مقابله با شرایط بحرانی ۲۵
 - ۱-۳-۱- مقدمه ۲۵
 - ۲-۳-۱- ساختار کلی الگوریتم ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم ۲۶

۲-۲-۲-۳-۲- ارزیابی آسیب پذیری سیستم (VAP) در تصفیه خانه ها آب شهری ۲۹

- ۲۹-۱-۲-۳- شناسایی سیستم.....
- ۲۰-۲-۲-۳- تحلیل ریسک.....
- ۳۰-۱-۲-۳- شناسایی عوامل بحران زا (ریسک ها).....
- ۳۱-۲-۲-۳- ارزیابی واکنش سیستم در برابر بحران ها.....
- ۳۱-۳-۲-۳- ارزیابی عدم قطعیت در وقوع بحران ها.....
- ۳۲-۳-۲-۳- مدیریت ریسک.....
- ۳۷-۱-۳-۲-۳- طبقه بندی بحران ها.....
- ۳۸-۲-۳-۲-۳- اولویت دهی و سیاست گذاری در برخورد با بحران ها.....

۳-۲-۳- کاهش آسیب پذیری سیستم تصفیه خانه های آب (VRP) ۳۸

- ۳۸-۱-۳-۳- تدوین برنامه های کاهش آسیب پذیری سیستم.....
- ۳۹-۱-۱-۳-۳- بحران های قرمز (اولویت ۱).....
- ۳۹-۲-۱-۳-۳- بحران های نارنجی (اولویت ۲).....
- ۴۱-۳-۱-۳-۳- بحران های زرد (اولویت ۳).....
- ۴۲-۴-۱-۳-۳- بحران های سفید (اولویت ۴).....
- ۴۲-۲-۳-۳- ارزیابی فنی - اقتصادی برنامه های کاهش آسیب پذیری.....
- ۴۲-۳-۳-۳- پیاده سازی برنامه های کاهش آسیب پذیری.....

۴-۲-۴- ارزیابی عملکرد سیستم تصفیه خانه های آب (PEP) ۴۳

- ۴۴-۱-۴-۳- شاخص های وضعیت سیستم.....
- ۴۵-۱-۱-۴-۳- قابلیت اطمینان.....
- ۴۶-۲-۱-۴-۳- برگشت پذیری.....
- ۴۷-۳-۱-۴-۳- آسیب پذیری.....
- ۴۷-۲-۴-۳- شاخص های عملکرد سیستم.....
- ۴۸-۱-۲-۴-۳- شاخص عملکرد کمی $Q_n PI$
- ۴۹-۲-۲-۴-۳- شاخص عملکرد کیفی $Q_1 PI$
- ۵۰-۳-۲-۴-۳- شاخص عملکرد ترکیبی HPI_{WTP}
- ۵۰-۳-۴-۳- مقایسه شاخص های ارزیابی عملکرد سیستم تصفیه خانه های آب.....

۵-۳- جمع بندی ۵۱

۴. فصل چهارم : مطالعه موردی ۵۳

۱-۴- مقدمه ۵۳

۲-۴- شرح مطالعه موردی - تصفیه خانه جلالیه شهر تهران ۵۳

۳-۴- ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم تصفیه خانه جلالیه ۵۴

- ۵۵-۱-۳-۴- شناسایی سیستم.....
- ۵۵-۲-۳-۴- تحلیل ریسک.....
- ۵۵-۱-۲-۳-۴- شناسایی عوامل بحران.....

- ۱-۲-۳-۴ - بررسی آسیب پذیری سیستم در برابر بحرانهای شناسایی شده ۵۸
- ۳-۳-۴ - طبقه بندی بحران ها ۶۲
- ۴-۳-۴ - اولویت بندی و سیاست گذاری و تدوین برنامه های کاهش آسیب پذیری و ارزیابی راهکارها ... ۶۲

- ۴-۴ - ارزیابی عملکرد تصفیه خانه ۶۵
- ۱-۴-۴ - محاسبه شاخص های ارزیابی عملکرد سیستم ۶۵
- ۱-۱-۴-۴ - محاسبه شاخصهای وضعیت سیستم ۶۵
- ۲-۱-۴-۴ - محاسبه شاخص های عملکرد سیستم ۶۶
- ۵-۴ - بررسی نتایج عددی ۶۷

۵. فصل پنجم : خلاصه، جمع بندی و پیشنهادات ۷۸

- ۱-۵ - خلاصه ۷۸
- ۲-۵ - جمع بندی ۸۱
- ۳-۵ - پیشنهادات ۸۲

۶. منابع و مراجع ۸۴

فهرست اشکال

- شکل (۱-۲) شمای کلی از یک واحد تصفیه آب زیرزمینی دارای سختی، برگرفته از Peavy et al. 1985..... ۱۵
- شکل (۲-۲) شمای کلی از یک واحد تصفیه آب سطحی، برگرفته از Peavy et al. 1985..... ۱۶
- شکل (۱-۳) ارتباطات و حلقه‌های بازخورد بین فازهای الگوریتم ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم..... ۲۷
- شکل (۳-۳) فضای احتمال- آثار بحران‌ها (برگرفته از Kirchsteiger (1999)..... ۳۴
- شکل (۴-۳) نمودار تخصیص Q_1PI برای پارامتر کدورت..... ۴۹
- شکل (۱-۴) شماتیک فرآیندها و واحدهای تصفیه‌خانه جلالیه شهر تهران..... ۵۶
- شکل (۲-۴) شماتیک شبکه مخازن وابسته به تصفیه‌خانه جلالیه و ارتباطات آنها..... ۵۷
- شکل (۳-۴) نمودار جریان فرآیندهای تصفیه‌خانه آب تصفیه‌خانه جلالیه..... ۵۹
- شکل (۴-۴) نمودار جریان فرآیندهای تصفیه‌خانه آب و اجزا موثر..... ۶۰
- شکل (۳-۴) نمودار هفتگی تغییرات شاخص‌های وضعیت سیستم تصفیه‌خانه جلالیه..... ۶۸
- شکل (۴-۴) نمودار روزانه تغییرات شاخص عملکرد کمی تصفیه‌خانه جلالیه..... ۶۹
- شکل (۵-۴) نمودار روزانه تغییرات شاخص عملکرد کیفی تصفیه‌خانه جلالیه..... ۷۰
- شکل (۶-۴) نمودار روزانه تغییرات شاخص ترکیبی عملکرد تصفیه‌خانه جلالیه..... ۷۱
- شکل (۷-۴) مقایسه روند تغییرات شاخص ترکیبی عملکرد و شاخص اطمینان‌پذیری تصفیه‌خانه جلالیه..... ۷۲

فهرست جداول

- جدول (۱-۲) پارامترهای کیفی آب ۸
- جدول (۲-۲) استانداردهای کیفیت منابع آب برگرفته از *Chang et al. (2005)* ۱۰
- جدول (۳-۲) استانداردهای کیفیت آب شرب ۱۲
- جدول (۱-۳) ماتریس ریسک برای تحلیل ریسک (برگرفته از *Cox 1998*) ۳۶
- جدول (۲-۳) تعریف حدود و آستانه‌های ماتریس ریسک (برگرفته از *Cox 1998*) ۳۶
- جدول (۳-۳) ماتریس ریسک الگوریتم ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم تصفیه‌خانه‌های آب ۳۷
- جدول (۴-۳) حدود و آستانه‌های احتمالات وقوع ۳۸
- جدول (۵-۳) اولویت دهی و تعیین رویکرد در برخورد با هر دسته از بحران‌ها ۳۸
- جدول (۱-۴): مشخصات عمومی تصفیه‌خانه جلالیه (آبفای تهران) ۵۴
- جدول (۲-۴) فهرست بحرانهای شناسایی شده برای تصفیه‌خانه ۶۱
- جدول (۳-۴) ماتریس ریسک بحران‌های تصفیه‌خانه ۶۲
- جدول (۴-۴) تعیین رویکردها برای افزایش آمادگی سیستم در برابر بحران‌ها و تعیین اولویت ۶۴
- جدول (۲-۴): جدول پارامترهای در نظر گرفته شده در محاسبه شاخص‌های عملکرد سیستم تصفیه‌خانه جلالیه ۶۶

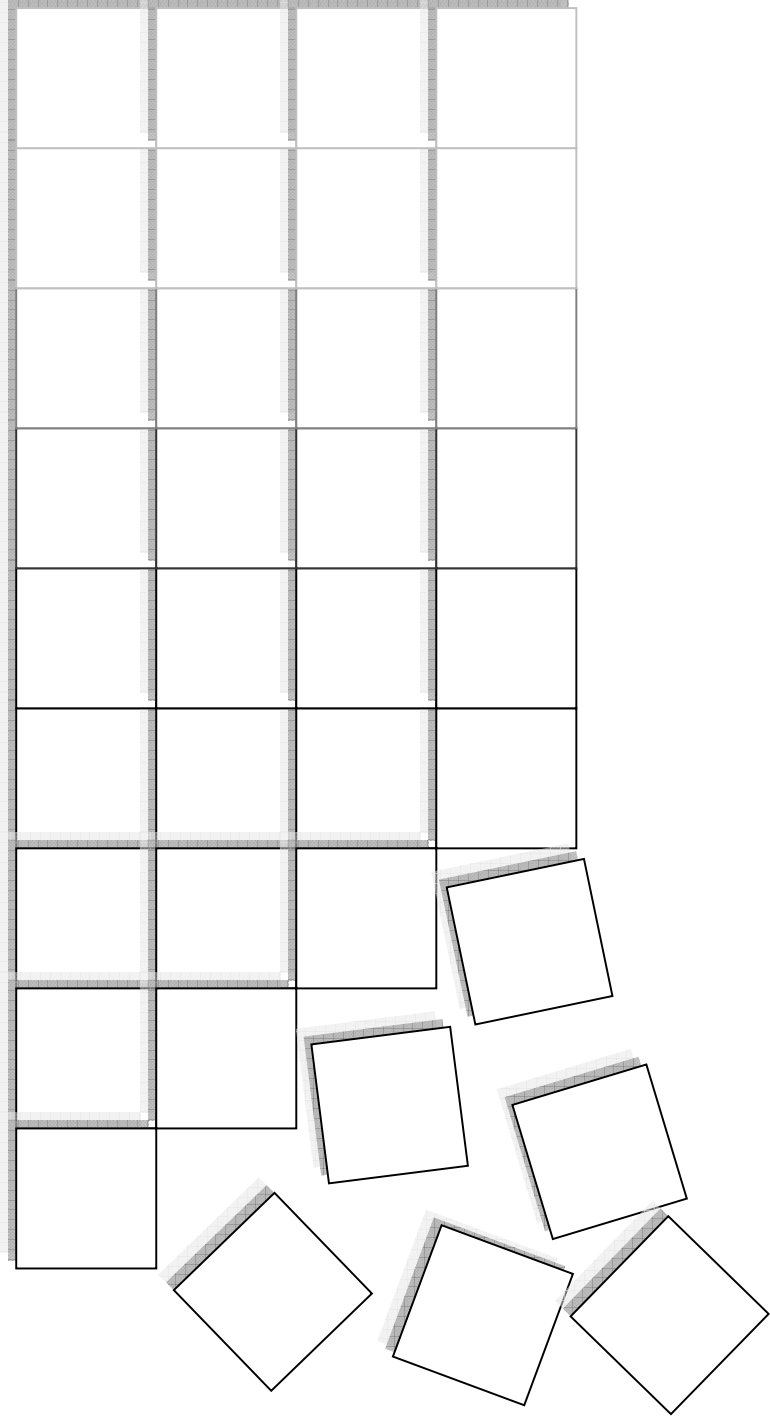
فهرست علائم

$QSSn_t$	متغیر نشانگر وضعیت کمی آب خروجی از تصفیه‌خانه در زمان t
Q_{demand_t}	دبی مورد نیاز منطقه تحت پوشش تصفیه‌خانه در زمان t
Q_{out_t}	دبی خروجی از تصفیه‌خانه در زمان t
V_{S_t}	حجم آب ذخیره موجود در مخازن شبکه در زمان t
Δt	فاصله زمانی دو مقطع که وضعیت سیستم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.
F	وضعیت شکست
S	وضعیت موفقیت
$QSSl_t$	متغیر نشانگر وضعیت کیفیت آب خروجی از تصفیه‌خانه در زمان t
T_{out_t}	پارامتر کیفی نشانگر کیفیت آب خروجی از تصفیه‌خانه در زمان t
$T_{standard}$	آستانه استاندارد پارامتر کیفی
X_t	متغیر وضعیت سیستم در زمان t ام
Reliability	قابلیت اطمینان
$Rel_{WTP_{quality}}$	اطمینان‌پذیری کمی
$Rel_{WTP_{quantity}}$	اطمینان‌پذیری کیفی
N	تعداد ساعت بهره‌برداری
$N_{QSSn \in S}$	تعداد ساعاتی که متغیر کمی سیستم در حالت موفقیت (S) قرار داشته
$N_{QSSl \in S}$	تعداد ساعاتی که متغیر کیفی سیستم در حالت موفقیت (S) قرار داشته
Resiliency	برگشت‌پذیری
$Res_{WTP_{quality}}$	برگشت‌پذیری کمی
$Res_{WTP_{quantity}}$	برگشت‌پذیری کیفی
	تعداد ساعاتی در طی N ساعت بهره‌برداری از متغیرهای کمی وضعیت سیستم در حالت شکست
$N_{QSSn_t \in F}$	(F) قرار داشته‌است
	تعداد ساعاتی در طی N ساعت بهره‌برداری از متغیرهای کیفی وضعیت سیستم در حالت شکست
$N_{QSSl_t \in F}$	(F) قرار داشته‌است
	تعداد ساعاتی که در متغیرهای کمی وضعیت سیستم بعد از وضعیت شکست (F) در حالت موفقیت
$N_{QSSn_t \in S QSSn_{t-1} \in F}$	(S) قرار گرفته
	تعداد ساعاتی که در متغیرهای کمی وضعیت سیستم بعد از وضعیت شکست (F) در حالت موفقیت
$N_{QSSl_t \in S QSSl_{t-1} \in F}$	(S) قرار گرفته
$Vul_{WTP_{quality}}$	آسیب‌پذیری کمی تصفیه‌خانه در طول N ساعت بهره‌برداری
$Vul_{WTP_{quantity}}$	آسیب‌پذیری کیفی تصفیه‌خانه در طول N ساعت بهره‌برداری

$V_{supplied_i}$	حجم آب تولید شده توسط تصفیه‌خانه در زمان شکست سیستم
V_{demand_i}	حجم آب مورد تقاضا در زمان شکست سیستم
$Q_n PI$	شاخص عملکرد کمی
V_{in}	حجم آب ورودی به تصفیه‌خانه
V_{out}	حجم آب خروجی از تصفیه‌خانه
V_{Demand}	حجم تقاضا
β	پارامتر مقیاس کردن رابطه شاخص عملکرد کمی
$Q_i PI$	شاخص عملکرد کیفی
T_{out}	کدورت آب خروجی
$T_{Standard}$	کدورت استاندارد
$T_{Allowable}$	کدورت مجاز
α	پارامتری کنترل نمره‌دهی
m	تعداد پارامترهای کیفی
w_i	وزن شاخص عملکرد کیفی
HPI_{WTP}	شاخص ترکیبی عملکرد تصفیه‌خانه آب
γ	پارامتر وزن‌دهی دو شاخص عملکرد کمی و کیفی

فصل اول

دیاچہ



فصل اول : دیباچه

۱-۱ - کلیات

اهمیت آب به عنوان مایع حیات و یکی از نیازهای اساسی بشری نقش بسیار پررنگی را به مقوله تامین آب با کیفیت و کمیت مناسب برای جوامع بشری داده است. از گذشته میزان آب مناسب در دسترس یکی از عوامل تعیین کننده و از شروط اساسی و زمینه ساز ایجاد تمدن های بشری بشمار می رفته است. تشکیل تمدن های بزرگ بشری در کنار پیکره های آبی و رودهای دائمی گواه این مدعا است. امروزه نیز پتانسیل دسترسی به آب با کیفیت از جمله عوامل محدود کننده سقف رشد و توسعه بسیاری از جوامع بشری شده است. علاوه بر این، آثار سوء توسعه بدون در نظر گرفتن اثرات مخرب زیست محیطی فعالیت های بشری موجب آلودگی بسیاری از پیکره های آبی نیز شده است که در کنار محدودیت منابع آب شیرین بر مشکلات تامین آب با کیفیت مناسب افزوده است.

تراکم جمعیتی شهرهای بزرگ که از کانون های زندگی بشر امروز به شمار می روند علاوه بر افزودن به حجم بالای آب مورد نیاز، نیازهای بهداشتی بسیار بیشتری را نسبت به جوامع سنتی ایجاد نموده اند. افزایش سطح رفاه نسبی و استانداردهای زندگی بشر امروز از جمله علل افزایش نیاز آبی سرانه افراد می باشد در عین حال عدم تامین حداقل های مورد نیاز برای مصارف شرب و بهداشتی ولو برای مدت زمان کوتاه در یک جامعه شهری آثار سوء گسترده ای را به جا خواهد گذاشت. لذا در کنار حقیقت محدودیت منابع آبی با کیفیت و در دسترس، تامین پایدار این نیاز اساسی در جوامع امروزی بسیار حساس شده است. جوامع روبه رشد و در حال توسعه وابستگی بسیار زیادی به تامین نیازهای اساسی خود از جمله آب پیدا کرده اند.

در این فصل ضمن بیان ضرورت انجام این مطالعه و راهکارهای ارائه شده به تعریف مسئله به جهت شفاف کردن ابعاد آن و جنبه‌های گوناگونی که می‌بایست مورد بررسی قرار گیرند پرداخته خواهد شد. در ادامه نیز بر مبنای شفافیت صورت‌گرفته در بیان و شرح موضوع مسئله به تدوین اهداف این پایان‌نامه پرداخته شده است. در انتها نیز به نگاهی اجمالی به ساختار کلی و نظام این پایان‌نامه پرداخته شده است.

۱-۲- ضرورت مطالعات

زیرساخت‌های شهری وظیفه تامین، انتقال و توزیع انرژی، آب و اطلاعات را در مناطق شهری برعهده دارند. وابستگی عموم مردم جامعه به این زیرساخت‌ها، حساسیت نسبت به عملکرد و سطح سرویس آنها را بسیار بالا برده‌است. آثار سو هرگونه خلل یا بحران در انجام وظایف این زیرساخت‌ها سطح وسیعی از جامعه را تحت تاثیر قرار داده و می‌تواند عملکرد سیستم‌های اجتماعی را به کل مختل نماید. از این روست که تضمین حداکثر حسن عملکرد زیرساخت‌ها از جمله اهداف هر سیستم مدیریت پایدار است. از طرف دیگر، خسارت بسیار شدید ناشی از شکست این زیرساخت‌ها و عواقب وخیم بعد از آن علی‌الخصوص در مورد بحران‌هایی که از حد متعارف قابلیت برگشت‌پذیری این سیستم‌ها فراتر هستند، برنامه‌ریزی و حتی تمرین مدیریت بحران برای مواجهه با چنین شرایطی اجتناب‌ناپذیر می‌کند.

سامانه‌های تامین، انتقال و توزیع آب شهری از جمله زیرساخت‌های اساسی هر جامعه محسوب می‌شود که مستقیماً با نیازهای حیاتی و اولیه افراد جامعه در ارتباط هستند. کمبود منابع آبی در سیستم باعث عدم دسترسی بخشی از مشترکین در هر زمان به آب سالم و بهداشتی می‌گردد. این مساله علاوه بر نتایج نامطلوب فرهنگی، اجتماعی آن همچون احساس عدم امنیت و نارضایتی عمومی باعث شیوع بیماری‌های مختلف در جامعه و هزینه‌های ناشی از آن و نیز بروز مشکل در فرآیند تولید بسیاری از محصولات می‌گردد. آلودگی گسترده سیستم با توجه به نقش حیاتی آب در زندگی افراد و ارتباط با تعداد بسیار زیادی از مشترکین باعث می‌گردد تا بخش بزرگی از جامعه با فاصله زمانی کوتاهی تحت تاثیر قرار گرفته و خسارات جانی و مالی بسیاری را به دنبال داشته باشد. هر گونه تصمیم‌گیری صحیح در مواقع بحران بدون داشتن شناختی درست از بحران و ابعاد آن و پیش‌بینی گزینه‌های پیش‌رو غیر ممکن خواهد بود.

در عین حال سامانه تامین و توزیع آب شهری سامانه‌ای پیچیده با اجزا و مولفه‌های متنوعی می‌باشد که عملکرد صحیح تک‌تک اجزا آن برای نیل به هدف کلی سامانه در تامین پایدار آب با کیفیت و کمیت مناسب ضروری است. پیکره‌های منابع آب، سامانه‌های ذخیره‌سازی، سیستم‌های انتقال، تصفیه‌خانه‌های آب، مخازن ذخیره و خطوط توزیع زیر سیستم‌های اصلی سامانه تامین و توزیع آب شهری می‌باشند. بررسی حسن عملکرد هر یک از این زیرسیستم‌ها حتی در شرایط غیر متعارف و در اصطلاح بحرانی از جمله نیازهای هرگونه مدیریت پایدار در آب شهری می‌باشد.

یکی از اجزاء اصلی سامانه‌های تامین، انتقال و توزیع آب شهری تصفیه‌خانه‌های آب هستند. واحدهای تصفیه آب به دلیل متمرکز بودن، ماهیت نقش‌شان در سیستم (تضمین آب با کیفیت مناسب) و سطح وسیع تاثیرپذیران از هر واحد، پتانسیل بالایی را برای ایجاد بحران‌های گسترده در جامعه، دارا هستند. نوسانات هر چند اندک و کوتاه‌مدت در سطح سرویس واحدهای تصفیه آب تاثیرات بسیار گسترده‌ای را در عملکرد کل شبکه توزیع آب شهری می‌گذارد.

با توجه به این عوامل بررسی وضعیت فعلی تصفیه‌خانه‌ها و نیز پیش‌بینی و بررسی شرایط اضطراری و بحرانی محتمل در این سیستم‌ها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. مجموعه عوامل فوق ضرورت بررسی وضعیت سیستم تصفیه‌خانه آب برای مواجهه با شرایط اضطراری و بحرانی را ایجاب نموده است.

۱-۳- تعریف مسئله

اهمیت عملکرد پایدار تصفیه‌خانه‌های آب به دلیل نقش ویژه آنها در تامین آب با کمیت کافی و کیفیت مناسب حتی در شرایط بروز بحران، در کنار پیچیدگی فرآیندها و تعدد اجزا تاثیرگذار در فرآیند تصفیه آب، ارائه یک رویکرد جامع در ارزیابی و افزایش اطمینان‌پذیری آنها را ایجاب می‌کند. یک رویکرد جامع در ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه‌های آب و کاهش آسیب‌پذیری آنها، می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های ناشی از عملکرد نامناسب در اثر شرایط بحرانی و همچنین تمرکز بر روی مهم‌ترین نقاط آسیب‌پذیر تصفیه‌خانه و هزینه‌کرد موثر بودجه‌ها در برنامه‌های بهسازی گردد.

از سوی دیگر، دانش‌ها و تخصص‌های مرتبط با تصفیه آب و تصفیه‌خانه‌ها دامنه وسیعی از تخصص‌های را در بر می‌گیرد. مباحث فنی در عملکرد هیدرولیکی تصفیه‌خانه آب که خود به تخصص‌های دیگری چون مهندسی مکانیک، برق و سازه نیازمند است در کنار اصول فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حاکم بر فرآیندهای تصفیه آب در تصفیه‌خانه که تخصص‌های مربوطه در علم بهداشت و بیولوژی آب را طلب می‌کند، تاثیر متقابل عمیقی بر یکدیگر دارند. لذا فرآیند طراحی و حتی ساخت و بهره‌براری از واحدهای تصفیه آب جز فرآیندهایی چند تخصصی محسوب می‌گردند. علاوه بر این امروزه با توجه هرچه تخصصی شدن افراد در رشته‌های مرتبط، تمایل مدیران درگیر با امور چند تخصصی چون بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های آب به روشهای تجمیع نظرات رو به فزونی است. این روشها از سویی اختلاف نظرات کارشناسان مختلف مرتبط با موضوع را کاهش می‌دهند و از سوی دیگر حداکثر تضمین را برای دربرگیری نظرات مختلف به تصمیم‌گیران می‌دهند. علاوه بر این، به کمک این روش‌ها، مدیران تصمیم‌گیر بدون نیاز به درگیر شدن با جزئیات فنی فرآیندها، امکان استفاده از حداکثر پتانسیل و توان فنی زیرمجموعه‌های خود را، می‌یابند.

محدودیت دیگری که معمولا در بسیاری از پروژه‌های مدیریتی مطرح می‌باشد محدودیت بودجه یا منابع مالی است. عدم نظر گرفتن این محدودیت در اجرای بسیاری از پروژه‌ها در سطوح گوناگون از میزان بهره‌برداری از توان تاثیر طرح‌ها می‌کاهد. لذا امروزه مدیران بخش‌های گوناگون رویکردهای گام به گام و مرحله‌ای را که هزینه‌های اجرا را در طول زمان سرشکن کرده و در عین حال در هر مرحله موثرترین هزینه‌کرد یا سرمایه‌گذاری را معین می‌کنند را به رویکردهای سریع‌الوصول که معمولا تجمع تقاضای بالایی از منابع مالی را طلب می‌کنند، ترجیح می‌دهند.

از سوی دیگر، ماهیت بحران‌هایی که عملکرد مناسب یک تصفیه‌خانه آب را تهدید می‌کنند بسیار متنوع هستند. در یک الگوریتم جامع با هدف کاهش آسیب‌پذیری یک تصفیه‌خانه آب دسته‌بندی بحران‌های مرتبط و تعیین سیاست مناسب در برخورد با انواع بحران‌ها ضروری است. مجموعه الزامات اشاره شده در بالا در تدوین الگوریتم ارزیابی و افزایش آمادگی سیستم تصفیه‌خانه‌های آب مدنظر قرار گرفته است.