



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب



1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

مدلی مناسب در تعیین هدررفت آب در شرکت آب و فاضلاب مازندران

محمدرضا محمودی

معاون بهره برداری شرکت آب و فاضلاب مازندران

m-mahmoodi@abfa-mazandaran.ir

مهدی اصفهانیان

کارشناس دفتر مدیریت مصرف آب

me.esfahanian.57@gmail.com

خلاصه

بحران آب در کشور و عدم امکان دستیابی به منابع تامین جدید، شرکتهای آب و فاضلاب را به سمتی سوق داده است که بجای ایجاد منابع تامین جدید با هزینه های بسیار گزاف و آنهم به شرط وجود منابع آبی، بدنبال مدیریت میزان آب در دسترس باشند؛ در این راستا کاهش هدررفت از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد و در گام نخست می بایست هدررفت آب در بخشهای مختلف را تحلیل نموده و منابع مالی و اعتبارات را بصورت هدفمند در اجرای پروژه هایی با بازدهی بالا در بخش کاهش هدررفت، هزینه نمود.

کلمات کلیدی: تحلیل هدررفت، هدررفت واقعی، هدررفت ظاهری، مدل تحلیل هدررفت

۱- مقدمه

محدودیت منابع آب با توجه به رشد روزافزون جمعیت، همواره یکی از چالشهای پیش روی شرکت های آب و فاضلاب می باشد از این رو توجه به استفاده بهینه از منابع آب موجود و برنامه ریزی جهت جلوگیری از هدررفت آب بسیار حائز اهمیت می باشد. در این راستا شرکت آب و فاضلاب مازندران اقدام به تحلیل هدررفت در بخشهای واقعی و ظاهری نموده و در پی آن، پروژه هایی را بعنوان پابلوت جهت تعیین تاثیر تعدادی از آیتیم های هدررفت ظاهری انجام داده است که در ادامه به بیان آن خواهیم پرداخت.

۲- روش کار

۲-۱- تحلیل هدررفت واقعی:

هدررفت واقعی در کلیه شهرهای تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب مازندران، بر اساس تعداد حوادث گزارش شده با در نظر گرفتن حداکثر زمان برای رفع حوادث و با احتساب نشت زمینه در بخشهای انشعابات جدول شماره ۱، شبکه جدول شماره ۲ و خطوط انتقال جدول شماره ۳ محاسبه گردید. هدف از این نوع محاسبات تعیین حداکثر هدررفت واقعی که امکان دارد حادث شود می باشد.

جدول ۱: تعیین میزان نشت در انشعابات

مدل هدررفت واقعی

الف- تعیین میزان حجم نشت هراتفاق انشعاب با عمر ۱۵ روز که ۵ روز آن قابل رویت بوده است

درصد تأثیر بر کل هدررفت	حجم کل نشت انشعاب	حجم نشت زمینه (مجموعه ای از نشت هایی که شناسایی و تعمیر آنها بسیار مشکل بوده و قابل ردیابی نمی باشد.)	حجم نشت ناشی از هر اتفاق انشعاب			
			حجم هدر رفت	زمان رفع اتفاق	دبی متوسط نشت	تعداد
درصد	M 3	M 3	M 3	روز	L/S	تعداد
۲.۳	۸۲۵۳۴۰۹	۴۸۰۰۴۴	۷۸۹۱۳۰۱	۱۵	۰.۲	۳۱۸۱۶

*نشت زمینه انشعابات شبکه (متر مکعب) = فشار شبکه (متر) * تعداد کل انشعاب * طول کل انشعاب (کیلومتر) * روز * ۰.۰۱۶

جدول ۲: تعیین میزان نشت در شبکه

مدل هدررفت واقعی

ب- تعیین میزان حجم نشت هر اتفاق شبکه با عمر ۱۵ روز که ۵ روز آن قابل رویت بوده است

درصد تاثیر بر کل هدررفت	حجم کل نشت شبکه	حجم نشت زمینه (مجموعه ای از نشت هایی که شناسایی و تعمیر آنها بسیار مشکل بوده و قابل ردیابی نمی باشد).*	حجم نشت ناشی از هر اتفاق شبکه			
			حجم هدر رفت	زمان رفع اتفاق	دبی متوسط نشت	تعداد
درصد	M 3	M 3	M 3	روز	L/S	تعداد
۵.۳	۱۳۳۰۸۶۱۹	۴۵۹۶۸۶	۱۲۸۴۸۹۳۳	۱۵	۱	۹۳۴۵

* نشت زمینه شبکه (مترمکعب) = فشار شبکه (متر) * طول کل شبکه (کیلومتر) * روز * ۹.۶

جدول ۳: تعیین میزان نشت در خطوط انتقال

مدل هدررفت واقعی

ب- تعیین میزان حجم نشت هر اتفاق خط انتقال با عمر ۱۵ روز که ۵ روز آن قابل رویت بوده است

حجم نشت ناشی از هر اتفاق خط انتقال				
درصد تاثیر بر کل هدررفت	حجم هدر رفت	زمان رفع اتفاق	دبی متوسط نشت	تعداد
درصد	M 3	روز	L/S	تعداد
۰.۳	۷۷۳,۷۱۲	۱۵	۲	۳۳۷



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



جدول ۴: میزان هدررفت واقعی در آب و فاضلاب مازندران

میزان هدررفت واقعی استان				
درصد هدررفت واقعی از کل هدررفت استان	درصد هدررفت کل	درصد هدررفت واقعی	حجم هدررفت در بخش مصارف مجاز بدون درآمد	حجم هدررفت در بخش حوادث آب انشعابات، شبکه و خطوط انتقال
۳۰	۲۹,۱	۹	۸۹۱,۳۵۴	۲۲,۳۳۵,۷۳۹

۲-۲ - تحلیل هدررفت ظاهری:

۱. مشترکین قرائت نشده (با تاثیر ۱٪ از کل هدررفت):
میزان مصرف ظاهری اینگونه مشترکین براساس تعداد مشترک قرائت نشده در میزان متوسط ماهانه هر مشترک کنتور سالم آن شهر، قابل محاسبه می باشد
۲. انشعاب غیر مجاز (با تاثیر ۱,۹٪ از کل هدررفت):
حجم مصرف هدررفت ظاهری برای انشعابات غیر مجاز مطابق استاندارد کشوری از تعداد ۲ الی ۳ درصد از انشعابات موجود به متوسط میزان مصرف ماهیانه هر کنتور سالم محاسبه می گردد
۳. عدم دقت کنتور (استاندارد تا ۷ درصد) (با تاثیر ۱۰,۸٪ از کل هدررفت)
۴. کنتورهای خراب (با تاثیر ۲,۱٪ از کل هدررفت)

مدل تهیه شده بر اساس مطالعات هدررفت شرکت آب و فاضلاب مازندران

با توجه به بررسی های انجام شده، مدل هدررفت در شرکت آب و فاضلاب مازندران مطابق جدول شماره ۵ تعیین

گردد:

جدول ۵: بررسی هدررفت شرکت آب و فاضلاب مازندران در بخشهای مختلف



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب



1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

شرح فعالیت	کل	حجم کار	واحد	متوسط مصرف ماهیانه (مترمکعب)	حجم مصرف در سال (مترمکعب)	متوسط نرخ فروش (ریال)	پیش بینی درآمد (میلیون ریال)	پیش بینی هزینه (میلیون ریال)	بازگشت سرمایه (سال)	نرخ هدررفت (درصد)
کنتور خراب	۷۱۸۹۷	۱۹۴۱۲	دستگاه	۲۵	۵۲۴۱۲۹۱	۳۱۴۲	۱۶۴۶۸	۱۹۴۱۲	۱.۲	۲.۱
خطای کنتور سالم مشترکین	۵۲۰۸۹۶	۱۲۰۰۰۰	انشعاب	۲۱	۹۰۴۱۷۶	۳۱۴۲	۲۸۴۱	۲۴۰۰۰	۸.۴	۱.۶
افزایش مخزن ذخیره مشترکین	۲۲۶۶۰	۲۲۶۶۰	انشعاب	۲۰۹	۱۱۳۵۱۰۲۸	۳۱۴۲	۳۵۶۶۵	۱۱۳۳۰	۰.۳	۴.۶
افزایش تغییر قطر کنتور	۲۲۶۶۰	۲۲۶۶۰	دستگاه	۲۰۹	۱۱۳۵۱۰۲۸	۳۱۴۲	۳۵۶۶۵	۲۲۶۶۰	۰.۶	۴.۶
انشعاب غیر مجاز	۱۷۴۱۷	۷۱۱۳۵۲	انشعاب	۲۳	۴۷۵۱۸۴۸	۳۱۴۲	۱۴۹۳۰	۱۴۲۲۷	۱.۰	۱.۹
مشترکین قرائت نشده	۰	۰	ظرفه		۲۴۲۷۸۱۴	۳۱۴۲	۷۶۲۸	۰	۰	۱.۰
نشت در خط انتقال	۳۳۷	۳۳۷	مورد	۱۹۱	۷۷۳۰۷۱۲	۳۱۴۲	۲۴۳۱	۶۶۶	۲.۵	۰.۳
نشت در شبکه	۹۳۴۵	۹۳۴۵	مورد	۱۱۹	۱۳۳۰۸۶۱۹	۳۱۴۲	۴۱۸۱۶	۲۶۱۶۶	۰.۶	۵.۳
نشت در انشعاب	۳۱۸۱۶	۳۱۸۱۶	مورد	۳۱۶۲	۸۲۵۳۴۰۹	۳۱۴۲	۲۵۹۳۲	۲۵۴۵۳	۱.۰	۲.۲
جمع (محاسبه شده)					۵۸۳۶۲۹۲۶		۱۸۳۳۷۶	۱۴۹۳۱۴	۰.۸	۲۴.۶
هدررفت شرکت										۲۹.۱

۳- برخی از فعالیت های انجام شده شرکت آب و فاضلاب مازندران در بخش مدیریت مصرف

۳-۱- تعویض هدفمند کنتورهای خراب:

با توجه به محدودیت منابع مالی در شرکتهای آب و فاضلاب، امکان تعویض کلیه کنتورهای خراب وجود نخواهد داشت لذا در معاونت بهره برداری شرکت آب و فاضلاب مازندران بر اساس نتایج مطالعات انجام شده در شهر رستمکلا، تصمیم بر تعویض هدفمند کنتورهای خراب گرفته شد. لذا بر اساس اصل: ((مشترک در صورتی درخواست و اقدام به تعویض کنتور خراب خود می نماید که با افزایش بهای آب مصرفی خود مواجه شود لذا مشترکینی که پس از ۵ دوره خرابی کنتور به اداره آب و فاضلاب مراجعه نکنند، حتما از شرایط فعلی راضی هستند و مصرفی بیش از مصرف کنتور خراب خویش دارند.)) بر این اساس تعویض هدفمند تعداد محدودی از کنتورهای خراب شهر رستمکلا انجام شده و نتایجی به شرح جدول شماره ۶ حاصل گردید:

جدول ۶: تاثیر تعویض هدفمند کنتورهای خراب در شهر رستمکلا

میانگین دوره خرابی کنتور (دوره)	میانگین مصرف کنتور خراب قبل از تعویض (مترمکعب در ماه)	میانگین مصرف پس از تعویض کنتور طی یک دوره قرائت (مترمکعب در ماه)	متوسط میزان افزایش مصرف پس از تعویض کنتور در هر اشتراک (مترمکعب در ماه)
۹,۳	۲۴	۴۶	۲۲



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management



۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

۳-۲- کاهش درصد خطای کنتور

✓ بررسی حذف اثرات فلوتر در مخازن آب مشترکین:

با توجه به اینکه وجود مخازن ذخیره آب مشترکین، یکی از عوامل هدررفت ظاهری آب می باشد در تعدادی از شهرهای آب و فاضلاب مازندران بصورت موردی، یک دستگاه کنتور پس از مخازن ذخیره مشترکین نصب گردید و میزان مصرف قبل و بعد از مخزن ذخیره اندازه گیری شده که نتایجی به شرح جدول شماره ۷ حاصل گردید.

جدول ۷: مقایسه مصارف کنتور قبل و بعد از مخزن ذخیره مشترکین

شهر	مصرف کنتور قبل از مخزن	مصرف کنتور بعد از مخزن	مدت(روز)	اختلاف دو کنتور	درصد اختلاف
بابل	58	70	20	12	21
ساری	71	89	62	18	25
آمل	18	25	16	7	39
قائم شهر	24	29	15	5	21
بابلسر	35	40	20	5	14

با موارد مطرح شده، برای کاهش تلفات ظاهری طی یک دوره زمانی، می توان ۲۰٪ به حجم مصرفی مشترکین دارای مخزن ذخیره و دارای کنتور سالم افزود. برای این منظور پیشنهاد می شود:

الف) نصب یک دستگاه کنتور بعد از مخزن ذخیره توسط شرکت آب و فاضلاب و محاسبات مصرف مشترکین بر مبنای این کنتور

ب) استفاده از مخازن عمودی ذخیره آب با سطح مقطع کم، برای تسریع باز و بسته شدن فلوتر

ج) طراحی قطعه مناسب با خصوصیات قطع و وصل منطبق با میزان جریان عبوری

ج-۱- نصب شیر برقی

ج-۲- نصب فلوتر با قطع و وصل سریع

د) نصب تجهیزات مناسب در داخل مخزن ذخیره تا اثرات ناشی از فلوتر حذف گردد.

✓ تقلیل قطر کنتور به نسبت قطر انشعاب:

با توجه به اینکه با افزایش قطر کنتورهای آب، دبی استارت آن نیز افزایش یافته و به تبع آن حجم هدررفت آب افزایش می یابد، طرح کاهش قطر کنتور به نسبت قطر انشعاب، مطابق شکل ۱، برای کاهش هدررفت آب و افزایش درآمد شرکت با

اجرای پایلوت در شهر بابلسر و کسب نتایج مناسب به هیئت مدیره شرکت گزارش گردیده و برای اولین بار در آب و فاضلاب استان مازندران، عملیاتی گردید.



شکل ۱: تقلیل قطر کنتور به نسبت قطر انشعاب

۳-۳- سیستم نرم افزاری قرائت آنلاین مشترکین

یکی از مشکلات موجود در بحث قرائت کنتور، عدم حضور مامورین قرائت کنتور در محل قرائت و در نتیجه عدم صحت قرائت می باشد؛ لذا مبنای این طرح، بر اساس کنترل مامورین قرائت و الزام ایشان به حضور در محل قرائت کنتور می باشد.

در این طرح کلیه کنتورهای آب مجهز به بارکد حاوی شماره اشتراک می شود و قاری کنتور می باید قبل از قرائت کنتور بارکد نصب شده روی کنتور را اسکن نماید، لذا حضور مامور در محل قرائت قطعی خواهد شد و همچنین مادامی که نقاط جغرافیایی هر مشترک برداشت نشود قاری کنتور قادر به قرائت مشترک بعدی نخواهد بود.

در این طرح، اطلاعات قرائت شده بلافاصله پس از قرائت کنتور، بر روی سرور مرکزی مشترکین بارگذاری می شود. محل حضور مامور قرائت نیز بر روی سرور مشترکین قابل مشاهده است و کلیه مسیرهای پیمایش شده توسط قاری بر روی نقشه قابل ردیابی می باشد. در این طرح کلیه اطلاعات مشترک از جمله تعداد واحد، نوع کاربری حتماً باید توسط قاری کنتور ثبت گردد. نرم افزار برای اماکنی که فاقد اشتراک هستند یک اشتراک مجازی تعریف نموده و موارد برای بررسی بیشتر گزارش می گردد.

۳-۴- اجرای سیستم استفاده از پساب برای آبیاری فضای سبز بیمارستان امام علی (ع) آمل:

مشخصات عمومی طرح:



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on
Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



میزان آب شرب مصرفی بیمارستان ۹۵ مترمکعب در روز
میزان فاضلاب تولیدی ۷۵ مترمکعب در روز
ظرفیت پذیرش بیمارستان ۱۳۵ تخت فعال
ظرفیت آینده تولید فاضلاب با طرح ارتقاء بیمارستان حدود ۱۲۰ متر مکعب در روز
مساحت فضای سبز موجود بیمارستان حدود ۲ هکتار (۲۰۰۰۰ متر مربع)
مساحت زمین کشاورزی در مالکیت و مجاورت بیمارستان حدود ۷ هکتار (۷۰۰۰۰ مترمربع)
با اجرای طرح درفاز اول به میزان ۱۲۰۰ مترمکعب آب درماه برای استفاده فضای سبز از شبکه آبرسانی شهر آمل صرفه جوئی خواهد شد.

۴- نتیجه گیری

در این مقاله میزان تاثیر هر یک از بخشهای هدررفت واقعی و هدررفت ظاهری بررسی گردیده و مشخص شد بخش اعظمی از هدررفت در شرکت آب و فاضلاب استان مازندران، بر خلاف تصورات قبلی، در بخش هدررفت ظاهری قرار دارد و بر این اساس از سال جاری، اعتبارات شرکت آب و فاضلاب مازندران در معاونت بهره برداری، بصورت هدفمند و در زمینه های اشاره شده در این مقاله، هزینه خواهد شد.

۵- توصیه و پیشنهاد

با توجه به اینکه معمولاً انجام پروژه های مدیریت مصرف در بخش هدررفت ظاهری، نیاز به اعتبارات کمتری خواهد داشت و نتایج حاصل از آن نیز ملموس تر می باشد، از طرفی در اکثر مواقع شرکت های آب و فاضلاب، بخش اعظم اعتبارات خود را در زمینه اصلاح شبکه (کاهش هدررفت واقعی) هزینه می نماید، پیشنهاد می گردد بخشی از اعتبارات شرکتها نیز به کاهش هدررفت ظاهری و در زمینه های بررسی شده در این مقاله اختصاص یابد.