



## دومین همایش ملی مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش هدررفت و بازیافت



دانشگاه تهران، ۱۹ الی ۲۱ آذرماه ۱۳۹۸

**P-1265-IWWA**

### استفاده از اقلام کاهنده مصرف آب در شهر شیراز، تجارب، چالش‌ها و راهکارها

آرش مطیع اله<sup>۱\*</sup>

۱- کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی، کارشناس مطالعات آب بدون در آمد شرکت آب و فاضلاب شیراز، arash\_motiallah@yahoo.com

\*نویسنده مسئول

#### چکیده

پس از بررسی تجارب حاصل از نصب اقلام کاهنده مصرف آب طی ۲ سال گذشته توسط شرکت آبفا شیراز و چالش‌های پیش آمده و تجارب بعضی مراکز در زمینه استفاده از اقلام کاهنده، مشخص گردید که گاهی نصب این اقلام در جای نامناسب یا استفاده ناصحیح از آن‌ها یا کیفیت پایینشان یا عدم تعمیر و نگهداری مناسب آن‌ها باعث افزایش هدررفت آب می‌گردد که خلاصه نتایج بدین شرح است: تعویض شیرآلات دیواری مدارس و مساجد با شیرهای پدالی، به علل گران بودن، تعمیر و نگهداری مشکل و گران و آسیب‌پذیری بالا (در صورت غیرفلزی بودن شیر پدالی)، مناسب نمی‌باشد، هم‌چنین نصب شیرهای فشاری در مکان‌هایی که فشار شبکه پشت شیر است، نصب شیرهای فشاری زمان‌دار، نصب پرلاتور برای شیلنگ آفتابه یا شیرهای دارای نشت نیز قابل توصیه نمی‌باشد. بهترین گزینه‌های پیشنهادی جهت تعویض شیرآلات، برای شیرهای دیواری مدارس و مساجد شیر اهرمی تک‌آب دیواری دنباله‌بلند مجهز به پرلاتور (ترجیحا با خروجی اسپری و دبی ۲ یا ۳ لیتر بر دقیقه)، برای شیر آفتابه و شیر آبیاری درختان شیر اهرمی، برای روشویی‌ها شیر اهرمی یا پدالی مجهز به پرلاتور ترجیحا از نوع فوق‌الذکر، برای آبسردکن‌ها شیر فشاری یا اهرمی می‌باشد، هم‌چنین باید قبل از نصب پرلاتور، با پلاستیک مدرج بررسی گردد که دبی خروجی شیر از حداکثر دبی خروجی پرلاتور بیشتر باشد.

واژه‌های کلیدی: اقلام کاهنده مصرف آب، تجارب، چالش‌ها، بهترین گزینه‌های پیشنهادی

#### ۱- مقدمه

رشد روز افزون جمعیت، توسعه صنعت، گسترش شهرنشینی و بالا رفتن سطح رفاه، سبب افزایش تقاضای آب از یک سو و بدتر شدن کیفیت منابع محدود آب از سوی دیگر شده است. در میان مصارف مختلف آب، آب شهری به خاطر مسائل بهداشتی و نیازهای اولیه و اساسی انسان به آب و نیز احتمال بروز تنش‌های اجتماعی، از حساسیت و اولویت بیشتری برخوردار است. متوسط میزان بارندگی در ایران یک سوم میزان بارندگی جهان و حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال است این در حالی است که میزان تبخیر به دلایل گوناگون بیش از سه برابر متوسط جهانی است (یونسکو، ص ۱۳۸۹). این مشکلات به همراه هزینه‌های بالای تامین آب، سازمان‌ها را مجبور می‌سازد تا به سمت مدیریت تقاضا و برنامه‌های صرفه‌جویی آب، به عنوان یک راه حل کم هزینه، پایدار و قابل اعتماد روی آورند. مدیریت تقاضای آب به فعالیتهایی اطلاق می‌شود که کمک می‌کند تا تقاضای آب کاهش یابد، راندمان مصرف بهبود یابد و از نابود شدن منابع جلوگیری شود. در شرایطی که بهترین فرصت‌های تامین آب، استفاده شده‌اند و

فرصت‌های حاشیه‌ای از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی بسیار پرهزینه هستند، مدیریت تقاضا یک ضرورت می‌باشد. یکی از اقدامات بسیار موثر در کاهش تقاضای آب استفاده از قطعات کاهنده مصرف آب می‌باشد. همچنین با توجه به این‌که یکی از مولفه‌های آب بدون درآمد، مصارف مجاز اندازه‌گیری شده بدون درآمد می‌باشد (تابش و همکاران، ۱۳۹۱) یکی از راهکارهای کاهش آن نصب اقلام کاهنده در مراکز است که دارای این‌گونه مصارف می‌باشند (مانند مساجد و اماکن مذهبی). اما گاهی نصب این اقلام در جای نامناسب یا استفاده ناصحیح از آن‌ها یا کیفیت پایین‌شان یا عدم تعمیر و نگهداری مناسب آن‌ها نه تنها باعث کاهش مصرف آب نمی‌گردد، بلکه باعث افزایش هدررفت آب نیز می‌گردد.

## ۲- مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه هدف از نصب اقلام کاهنده مصرف، کاهش مصرف آب می‌باشد، باید اثربخشی نصب این اقلام مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور دفتر مدیریت مصرف و مطالعات کاهش آب بدون درآمد شرکت آبفای شیراز اقدام به بررسی نتایج حاصل از نصب اقلام کاهنده در مدارس و مساجد و مراکز دولتی نمود. در مراکز آموزشی و مذهبی شیرهای پدالی و فشاری نصب شد و مصارف قبل و بعد از نصب این اقلام مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که در مراکز آموزشی که کاهش مصرف ایجاد شده بود، به طور متوسط مصارف حدود ۳۰ درصد کاهش پیدا کرده بود، اما در بعضی از مراکز کاهش بسیار جزئی و حتی افزایش مصرف مشاهده گردید، پس از بررسی و علت یابی، مشخص شد که نصب اقلام کاهنده در بعضی مواقع باعث افزایش هدررفت نیز می‌گردد، که در زیر، نتایج حاصل ذکر شده است:

۱. با توجه به دو علت زیر بهتر است از شیرهای فشاری تنها در جایی استفاده شود که فشار کمی پشت آن باشد، مانند آبسردکن‌ها:

- همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در صورتی که در جایی نصب شوند که فشار آب شهر پشت آن‌ها باشد، به سرعت دچار نشتی می‌شوند
- چون این نوع شیر تنها دو حالت قطع و وصل دارد، در جاهایی که فشار آب منطقه بالاست یا در ساختمان از سیستم پمپاژ استفاده می‌شود، با فشار دادن شستی این شیرها، آب با فشار زیاد از شیر خارج می‌گردد که هم باعث هدررفت زیاد آب می‌شود و هم با پاشش آب به اطراف باعث ناراضی کاربر می‌گردد.



شکل ۱ - نمونه ای از نشتی شیر فشاری نصب شده در جایی که فشار آب شهر پشت آن است.

۲. شیرهای پدالی غیر فلزی در صورت نصب بر روی سکوی مدارس و مساجد، به دلیل داشتن لوله و اتصالات روکار، همان طور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، کاملا آسیب پذیر هستند و در تعدادی از مدارس مشاهده شد که دانش آموزان شیر یا لوله و اتصالات آن را کنده اند.



شکل ۲ - نمونه‌ای از شیر پدالی نصب شده بر روی سکوی مدرسه که به علت داشتن لوله و اتصالات روکار، آسیب پذیر هستند.

۳. با توجه به این که تعمیر شیرهای پدالی، به دلیل خاص بودن مکانیزم شیر، معمولا تنها توسط شرکت سازنده شیر امکان پذیر است، تعمیر این شیرآلات گران و زمان بر است و به همین دلیل معمولا مسئولین مراکز آموزشی و مذهبی که به ترتیب با تعرفه مخفف آموزشی و تعرفه رایگان، آب بها را می پردازند، انگیزه پایینی برای تعمیر این شیرآلات دارند و این شیرآلات مدت ها نشستی داشته اما تعمیر نمی شوند. به دلیل مشکلات فوق الذکر، تمامی اقلام کاهنده موجود در بازار ایران جهت تعیین اقلام کاهنده مناسب برای شیرهای دیواری سکوهای مدارس و مساجد مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به معیارهای:

۱. بالاترین میزان کاهندگی بدون احساس کمبود فشار توسط مصرف کننده
۲. با دوام
۳. نصب، تعمیر و نگهداری ساده و ارزان
۴. قیمت مناسب
۵. ظاهر مناسب و تشکیل

بهترین گزینه موجود شیر اهرمی تک آب دیواری بود (شکل ۳).



شکل ۳ - شیر اهرمی تک آب دیواری

با توجه به بررسی صورت گرفته در مدارس و نظرسنجی از دانش آموزان، فاصله شیر با دیوار کوتاه بود و این امر باعث نارضایتی کاربر می شد، به همین دلیل با درخواست از شرکت سازنده، همانطور که در شکل ۴ می بینید فاصله شیر با دیوار افزایش داده شد. این شیر در صورت نصب پرلاتور با خروجی اسپری و دبی ۲ یا ۳ لیتر در دقیقه که نمونه ای از آن را در شکل ۵ می بینید، بهترین گزینه موجود با توجه به معیارهای ذکر شده در بالا بود.



شکل ۴ - شیر اهرمی تک آب دیواری دنباله بلند



شکل ۵ - پرلاتور با خروجی اسپری و دبی ۲ یا ۳ لیتر در دقیقه

در پاسخ به این سوال که علت تعویض شیرهای پیچی سکوی مراکز آموزشی و مذهبی که نمونه ای از آنها را در شکل ۶ می بینید چیست، در زیر به معایب این شیرآلات که در بررسی های میدانی مشخص گردیدند اشاره می گردد:

۱. زود خراب می شوند (چکه کردن، کامل بسته نشدن به واسطه خرابی سری یا مغزی شیر و ...) و تا زمان تعویض باعث هدررفت مقدار زیادی آب می شوند.
۲. در اکثر موارد در صورت خرابی، این شیرها امکان تعمیر نداشته و بایستی تعویض شوند که هزینه بر است.

۳. به علت این که برای باز و بسته کردن این شیرها بایستی دسته شیر را چندین دور چرخاند، در قبل و بعد از استفاده، در زمان باز و بسته کردن شیر مقداری آب هدر می‌رود، هم‌چنین بعضی دانش‌آموزان حوصله نمی‌کنند و شیر را کامل نمی‌بندند و شیر نیمه باز باقی می‌ماند.
۴. در مواردی که این شیرها دچار چکه قابل برطرف کردن با محکم‌تر بستن سری شیر می‌شوند، چون هنوز شیر قابل استفاده است، معمولاً شیر تعویض نمی‌شود و اکثر افرادی که از شیر استفاده می‌کنند شیر را به میزان معمول می‌بندند و به این ترتیب از چکه کردن شیر جلوگیری نشده و ساعت‌ها آب از این شیرها چکه می‌کند.



شکل ۶ - شیر پیچی نصب شده بر روی سکوی یک مرکز آموزشی

- با توجه به قیمت پایین پرلاتور نسبت به سایر اقلام کاهنده این سوال پیش می‌آید که آیا نمی‌توان به جای تغییر شیرآلات تنها با نصب پرلاتور بر روی شیرآلات با صرف هزینه اندک کاهندگی لازم را ایجاد کرد؟ در پاسخ باید گفت که به علل مختلف که در زیر به آن‌ها اشاره خواهد شد، جواب سوال فوق در غیر از مواردی که شیرآلات موجود اهرمی یا پدالی یا الکترونیکی باشند، منفی است.
۱. در بسیاری از شیرها به علل مختلف از جمله نداشتن رزوه (بخش زیادی از شیرهای سکوه‌ای مدارس)، متفاوت بودن اندازه رزوه (قطر/فاصله بین دنده های رزوه) با رزوه پرلاتور (بخش قابل توجهی از شیرهای سکوه‌ای مدارس)، یا زنگ زدگی و خوردگی رزوه امکان نصب پرلاتور فراهم نیست
۲. در مورد بخش متفاوت بودن اندازه رزوه (قطر/فاصله بین دنده های رزوه) با رزوه پرلاتور این سوال مطرح می‌شود که آیا نمی‌توان با یک اتصال این مشکل را بر طرف کرد؟ در پاسخ باید گفت که برای این کار بازار اتصالات بررسی شد و مشاهده شد که چنین اتصالی در بازار موجود نیست. البته می‌توان با کمک تولید کنندگان اتصالات، اتصال مورد نظر را سفارش داده و ساخت اما این کار ما را به هدف خود یعنی بیشترین میزان کاهندگی مصرف نمی‌رساند، در واقع پرلاتور تنها با محدود کردن دبی خروجی کاهندگی ایجاد می‌کند، ولی برای سایر علل ایجاد هدررفت آب که ناشی از نوع شیر است و در بخش معایب شیرهای پیچی به آن‌ها اشاره شد، نیز بایستی تدابیری اندیشید.

۳. با توجه به این که در بسیاری از شیرهای علم دار پس از مدتی از اتصال علم با بدنه شیر نشستی رخ می دهد، با نصب پرلاتور بر روی آن ها، به علت اینکه پرلاتور دبی خروجی را محدود می کند، فشار آب بیشتری پشت محل اتصال علم و بدنه شیر قرار گرفته و در نتیجه باعث افزایش میزان نشت موجود می گردد.
۴. با توجه به این که همواره امکان بازکردن و دزدیدن پرلاتور وجود دارد و در صورت حذف پرلاتور شیرهای پیچی هیچ گونه کاهندگی ندارند، با تعویض این شیرآلات با شیر اهرمی، حتی در صورت دزدیده شدن پرلاتور تا ۳۰ درصد کاهش مصرف رخ خواهد داد.

### مقایسه شیر پدالی با شیرهای اهرمی

همان طور که می دانیم شیرهای پدالی و اهرمی از لحاظ کاهندگی مصرف تقریباً در یک رتبه قرار دارند و شیر پدالی نسبت به اهرمی دارای دو مزیت است یکی بهداشت (به علت عدم استفاده از دست برای باز و بسته کردن شیر) و دیگری بسته شدن خودکار شیر (با ترک محل توسط مصرف کننده) که باعث می شود در مواردی که مصرف کننده به علل مختلف شیر را نمی بندد از باز ماندن شیر جلوگیری شود. اما مزیت دوم تنها در مواردی است که شیر پدالی درست عمل کند، که متأسفانه تجربه بازدیدهای میدانی (در مراکز آموزشی و مذهبی و در شرکت آبفا شیراز) نشان می دهد که در مواردی که شیر پدالی درست عمل نکرده و کامل مسیر جریان را نمی بندد، شیر ساعت ها نیمه باز می ماند و آب زیادی به هدر می رود، و با توجه به اینکه تعمیر شیر پدالی کاری فنی بوده و تنها افراد آشنا با این نوع شیرآلات می توانند اینکار را انجام دهند (عمده تعمیرکاران شیرآلات که آشنایی با این نوع شیرآلات ندارند از تعمیر آن عاجزند) تا زمان رسیدن تعمیرکار ماهر، حجم زیادی آب به هدر می رود.

در بیان مزیت های شیرهای اهرمی نسبت به شیر پدالی موارد مختلفی قابل ذکر است که در زیر به آن ها اشاره خواهد شد.

۱. از لحاظ قیمت نسبت به شیر پدالی بسیار ارزان تر است به عنوان نمونه شیر اهرمی تک آب دیواری دنباله بلند، قیمتی معادل ۳۰ درصد ارزان ترین شیر پدالی را داراست.
۲. امکان نصب پرلاتور بر روی آن همواره فراهم است که این امر در مورد شیرهای پدالی که علم آن به همراه شیر فروخته نمی شود صادق نیست (قیمت شیرهای پدالی که علم آن به همراه شیر فروخته می شود چندین برابر شیر اهرمی تک آب دیواری دنباله بلند است) چرا که شیر پدالی بر روی علم شیر موجود نصب می شود و با توجه به علل ذکر شده در موارد ۱ و ۳ در صفحه ۶، امکان نصب پرلاتور بر روی بسیاری از علم های شیرهای موجود فراهم نمی باشد.
۳. از لحاظ نصب و تعمیر و نگهداری نیز به مراتب از شیر پدالی بهتر است چرا که هم ارزان تر است و هم ساده است و هر فردی که اندکی اصطلاحاً دست به آچار باشد، از عهده نصب و تعمیر و نگهداری آن بر می آید. شایان ذکر است که علت عمده خرابی شیرهای اهرمی، بد عمل کردن مغزی شیر است، که می توان با قیمتی بسیار ارزان و با تنها یک آچار به سادگی این شیرها را تعمیر کرد. ارزانی و سادگی تعمیر این شیرآلات باعث می شود که پس از بروز خرابی، مصرف کننده در زمان کوتاهی نسبت به تعمیر شیر اقدام کرده و به این ترتیب میزان هدر رفت احتمالی ناشی از خرابی شیر به میزان قابل توجهی کاهش می یابد.

### بررسی نصب پرلاتور بر روی شیلنگ آفتابه

با بررسی صورت گرفته در مراکز آموزشی، مذهبی، دولتی و گردشگری ملاحظه گردید که در اکثر قریب به اتفاق این مراکز، در صورتی که شیلنگ آفتابه مجهز به پرلاتور بوده، پرلاتور باز شده است. علت آن هم این است که پرلاتور باعث کاهش پرتاب آب و سختی استفاده از آب جهت شست و شو و جابه‌جایی فضولات و در نتیجه نارضایتی کاربر می‌گردد. برای پیدا کردن راهکار جایگزین، بر روی بعضی از شیلنگ آفتابه‌های شرکت آب و فاضلاب شیراز پرلاتور با دبی ۳ لیتر بر دقیقه و خروجی اسپری با پرتاب آب بالا نصب گردید و پس از چند هفته از کاربران نظرسنجی صورت گرفت و مشخص گردید که با نصب این پرلاتور با وجود این‌که آب از میزان پرتاب مناسبی برخوردار بود، اما قدرت کافی برای جابه‌جایی فضولات را نداشته و به همین علت منجر به نارضایتی کاربران گردید. برای بررسی این موضوع که آیا استفاده از شیلنگ آفتابه با وجود باز شدن پرلاتور منجر به هدررفت آب می‌شود یا خیر، دبی خروجی از این شیلنگ‌ها در حداکثر فشاری که در آن امکان شست و شو بدون پاشش شدید آب به اطراف و پخش بیش‌تر آلودگی فراهم بود اندازه‌گیری شد و مشخص گردید که این دبی ۴ لیتر بر دقیقه بوده که از دبی خروجی اکثر پرلاتورهای موجود در بازار پایین‌تر می‌باشد، ضمناً نبود پرلاتور باعث می‌گردد که آب خروجی از شیلنگ از پرتاب آب بسیار خوب و قدرت کافی برای جابه‌جایی فضولات نیز برخوردار باشد. بنابراین نصب پرلاتور بر روی شیلنگ آفتابه توصیه نمی‌شود.

### شیر فشاری زماندار

بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که شیر فشاری زماندار دارای معایب زیر می‌باشد:

۱. نسبت به شیر اهرمی تک آب دیواری دنباله بلند، بسیار گران می‌باشد
۲. تعمیر و نگهداری مشکل و گران (مثلاً در بازدید از مراکز آموزشی مشاهده گردید که گاهی زمانبندی قطع آب این شیرآلات خراب می‌گردد و تا چند دقیقه بعد از اتمام استفاده کاربر، شیر همچنان باز است و به علت هزینه بالای تعمیر آن، مدت‌ها شیر خراب می‌ماند و آب بسیار زیادی به هدر می‌رود)
۳. تطابق نداشتن زمان باز بودن شیر با زمان مورد نیاز کاربر (در بازدید از مراکز آموزشی بارها مشاهده گردید که حتی در صورت سالم بودن شیر نیز پس از اتمام استفاده کاربر، آب همچنان چند ثانیه باز می‌ماند و بعد به طور خودکار بسته می‌شود)

بنابراین شیر فشاری زماندار مخصوصاً اگر از کیفیت مناسبی برخوردار نباشد، می‌تواند منجر به افزایش مصرف شود.

### پرلاتور

نکته مهم در نصب پرلاتور این است که دبی خروجی شیر قبل از نصب پرلاتور از حداکثر دبی خروجی پرلاتور بیشتر باشد. هرچند این نکته خیلی واضح به نظر می‌رسد، اما در بعضی شرکت‌های آبفا، بدون توجه به اینکه در بعضی مناطق شهر به علت کمبود فشار، دبی خروجی شیرها کمتر از دبی پرلاتورهای خریداری شده می‌باشد، پرلاتور توزیع می‌گردد. برای تشخیص دبی خروجی شیرآلات قبل از نصب پرلاتور می‌توان از پلاستیک‌های مدرج موجود در بازار استفاده کرد.

### ۳- جمع‌بندی

همان‌طور که در این متن اشاره گردید، نصب اقلام کاهنده حتی گاهی می‌تواند به علل مختلف منجر به افزایش هدر



## دومین همایش ملی مدیریت مصرف آب با رویکرد کاهش هدررفت و بازیافت



دانشگاه تهران، ۱۹ الی ۲۱ آذرماه ۱۳۹۸

رفت آب شود. بنابراین انتخاب اقلام کاهنده با کیفیت و نصب در محل مناسب، بسیار مهم می‌باشد. نصب شیر پدالی برای شیرآلات دیواری نصب شده بر روی سکوی مدارس و مساجد به علل گران بودن، تعمیر و نگهداری مشکل و گران (که همین امر باعث تاخیر در تعمیر این شیرآلات توسط مسئولین مراکز می‌گردد) و آسیب پذیری بالا (برای شیرهای پدالی غیر فلزی) مناسب نمی‌باشد، همچنین نصب شیرهای فشاری در مکان‌هایی که فشار شبکه پشت شیر است، نصب شیرهای فشاری زماندار، نصب پرلاتور بر روی شیلنگ آفتابه یا شیرهای دارای نشت (از هر بخش شیر و حتی به میزان جزئی) نیز قابل توصیه نمی‌باشد. بهترین گزینه جهت تعویض شیرآلات، برای شیرهای دیواری سکوی مدارس و مساجد شیر اهرمی تک آب دیواری دنباله بلند مجهز به پرلاتور (ترجیحا با خروجی اسپری و دبی ۲ یا ۳ لیتر بر دقیقه)، برای شیر آفتابه و شیر آبیاری درختان شیر اهرمی، برای روشویی‌ها شیر اهرمی یا پدالی مجهز به پرلاتور ترجیحا از نوع فوق الذکر، برای آبسردکن‌ها شیر فشاری یا اهرمی می‌باشد، همچنین باید قبل از نصب پرلاتور، با پلاستیک مدرج بررسی گردد که دبی خروجی شیر از حداکثر دبی خروجی پرلاتور بیش تر باشد.

### ۴- مراجع

تابش، م و همکاران. (۱۳۹۱) "راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن"، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری  
یونسو، ص. (۱۳۸۹) "اصلاح الگوی مصرف آب، چرا؟ و چگونه!". پژوهاک فرهنگ، تهران، ایران.