

Technical Note

# Comparison of Tabriz Metropolitan Drinking Water Utilities with Water Utilities in United States by using Performance Method

*H. Nadjafzadeh<sup>1</sup>, K. Hosseinzdeh Dalir<sup>2</sup>, M.R. Pourmohammadi<sup>3</sup>*

1. PhD student in Geography and Urban Planning, Department of Geography and Planning, Azad Islamic University, Marand Branch, Marand, Iran
2. Prof., Department of Geography and Planning, Azad Islamic University, Marand Branch; and University of Tabriz, Iran  
(Corresponding Author) dr\_k\_dalir@yahoo.com
3. PhD in Urban and Regional Planning, Faculty Member, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*(Received Apr. 8, 2017 Accepted Nov. 11, 2017)*

**To cite this article :**

Nadjafzadeh, H., Hosseinzdeh Dalir, K., Pourmohammadi, M.R., 2018, "Comparison of tabriz metropolitan drinking water utilities with water utilities in united states by using performance method." *Journal of Water and Wastewater*, (In press). Doi: 10.22093/wwj.2017.67123.2272 (In Persian)

## Abstract

Nowadays the proficient maintenance of water network infrastructure is vital in sustainable urban development and is among the obligations of urban management which should be considered by responsible organizations. Accordingly, in this paper, by using the performance benchmarking method, Tabriz water utility were compared in graph basis to seven US water utility infrastructures based on the main indicators including: 1. water resources, 2. personnel information, 3. Physical components, 4. Service quality, 5. Executive performance, 6. Customer Services, and 7. The financial performance. The results showed that in comparison, Tabriz water utility, suffers from major problems in terms of uncontrolled use of water resources in Tabriz city, high quantity of water loss, absence of wastewater recycling, erosion in network and water reservoirs in some areas, increased water demand due to the construction of new townships, and lack of adequate funding for network development. Accordingly, funds and investments are required to prevent the consequences of the aforementioned issues based on the proposed methodology. This methodology is found to be a very effective tool for decision makers and experts and can be applied for other cities and regions.

**Keywords:** Water Network, Performance Indicators, Tabriz, Urban Water Treatment.



# یادداشت فنی

## مقایسه زیرساخت‌های شبکه آب کلانشهر تبریز با هفت شبکه آب در ایالات متحده با استفاده از روش شاخص عملکردی

حمید نجف‌زاده<sup>۱</sup>، کریم حسین زاده دلیر<sup>۲</sup>، محمدرضا پورمحمدی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند، مرند، ایران

۲- استاد، گروه تخصصی برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند و استاد دانشگاه تبریز، ایران  
dr\_k\_dalir@yahoo.com (نویسنده مسئول)

۳- استاد، گروه تخصصی برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، عضو هیات علمی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

پذیرش ۹۶۷/۲۰

دریافت ۹۶۷/۲

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام بفرمایید:

نجف‌زاده، ح.، حسین‌زاده دلیر، ک.، پورمحمدی، م.ر.، ۱۳۹۷، "ارزیابی مقایسه‌ای زیرساخت‌های شبکه آب کلانشهر تبریز با هفت شبکه آب در ایالات متحده با استفاده از روش شاخص عملکردی" مجله آب و فاضلاب، (در انتظار چاپ). Doi: 10.22093/wwj.2017.67123.2272

### چکیده

امروزه نگهداری اصولی زیرساخت‌های شبکه آب در توسعه پایدار شهری اهمیت فراوانی دارد و یکی از ضروریات مدیریت شهری محسوب می‌شود. با توجه به این موضوع و بر اساس تجارب کشورهای پیشرفته در این زمینه، استفاده از شاخص‌های عملکردی در این پژوهش مورد تأکید قرار گرفت و نحوه استفاده از آن معرفی شد. در این روش استفاده از شاخص‌های اصلی از جمله استفاده از منابع آب، اطلاعات کارکنان، دارایی فیزیکی، کیفیت خدمات، عملکرد اجرایی، خدمات به مشتریان و عملکرد مالی مورد توجه قرار گرفت و شبکه آب تبریز بر اساس آماره میانگین با هفت زیرساخت شبکه آب آمریکا مقایسه شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در شبکه آب تبریز مشکلات عمده‌ای از لحاظ استفاده بی‌رویه از منابع آب، میزان بالای هدر رفت آب، عدم بازیافت آب مصرفی، فرسودگی شبکه و مخازن آب، افزایش تقاضای آب مصرفی به دلیل ساخت شهرک‌های جدید، تأمین منابع مالی کافی برای توسعه شبکه در مقایسه با هفت شبکه آب آمریکا وجود دارد که ضروری است برای پیشگیری از عواقب ناشی از مشکلات مذکور، سرمایه‌گذاری‌های اصولی و کارشناسانه برای نگهداری و توسعه شبکه آب بر اساس روش معرفی شده صورت گیرد تا در آینده مدیران و مسئولان شهری پاسخگوی نیازهای شهروندان باشند.

**واژه‌های کلیدی:** شبکه آب، شاخص‌های عملکردی، تبریز، مدیریت آب شهری

### ۱- مقدمه

اشاره شده است، بحران آب در مدیریت آن است و نه در کمبود آن. (Salavi Tabar et al. 2006).

مدیریت مؤثر زیر ساخت‌ها موجب افزایش نظارت بر آنها، توسعه و اجرای طرح‌ها در مناطق حساس و پاسخگویی مناسب به چالش‌های موجود و پیش‌رو در آینده می‌شود (Izadi & Rakhshanderoo 2015).

در حال حاضر شهر تبریز و بسیاری از شهرهای بزرگ با افزایش تقاضا برای آب شیرین و محدودیت منابع آب مواجه‌اند. موقعیت جغرافیایی تبریز و رشد بی‌رویه تقاضای آب برای تأمین مصارف جدید در آن با وجود استفاده از منابع آب زمین‌های همجوار و احداث زیرساخت‌های آب شهری جدید، مدیریت آب شهری را با

سرانه آب تجدید شونده در سال کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب است؛ لذا بر اساس طرح‌های انجام شده در سازمان ملل تا سال ۲۰۵۰ حداقل نیمی از جمعیت جهان با مشکل کم‌آبی مواجه خواهند شد و تخمین زده می‌شود که به‌طور متوسط یک میلیون نفر در شهرهای در حال توسعه امکان دستیابی به آب آشامیدنی نخواهند داشت و آب ناسالم سالانه موجب مرگ بیش از سه میلیون نفر و بیماری ۲/۴ میلیارد نفر می‌شود (Oyegoke et al. 2012). توجه به مدیریت تقاضا در بعضی از کشورها شکاف بین تأمین و تقاضا را کم کرده است به‌طوری که در کشور آمریکا استحصال آب از منابع زیرزمینی کاهش یافته و همان‌گونه که بیانیه نشست سوم جهانی آب به درستی



است که نه تنها در صنعت آب مورد استفاده قرار می‌گیرد بلکه با انتخاب پارامترهای مؤثر دیگر برای ارزیابی عملکرد سایر بخش‌ها نیز به کار می‌رود ولی نوع پارامترهای انتخابی با نوع صنعت و بخش‌های مربوطه متفاوت است (Barber 2004). در حال حاضر در برخی شرکت‌ها، با کاربرد روش شاخص‌های عملکردی موفقیت‌های خوبی در افزایش توانایی سازمانی به دست آمده است. در واقع زمانی که برای طراحی و اجرای سیاست‌ها از این روش استفاده شود، ارزیابی عملکرد و مقایسه زیرساخت‌ها امکان‌پذیر و موانع سازمانی قابل حل می‌شود (Berg & Padowski 2012). فرایند انجام روش شاخص‌های عملکردی برای زیرساخت‌های آب آشامیدنی به صورت چرخه‌ای و پیوسته است (Corton & Berg 2009). این فرایند در مرحله اول با انتخاب موضوع آغاز می‌شود و سپس با انتخاب شاخص‌های مناسب جمع‌آوری داده انجام می‌شود به طوری که همه بخش‌های اصلی به منظور ارزیابی عملکرد نهایی تحت پوشش قرار می‌گیرد. شکل ۱ مراحل اصلی روش الگوبرداری را نشان می‌دهد (Antur & Sunil 2013)

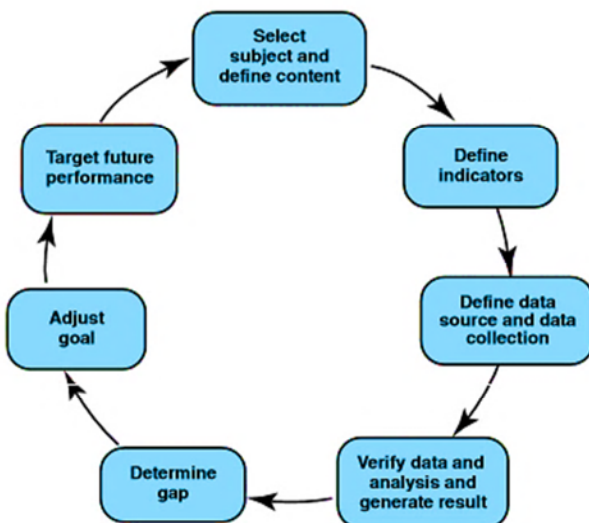


Fig. 1. Basic Steps for Benchmarking

شکل ۱- مراحل اصلی روش الگوبرداری

در این پژوهش برای الگوبرداری عملکردی، زیرساخت‌های آب آشامیدنی شاخص‌های عملکردی در هفت بخش زیر دسته‌بندی و مقایسه شدند

۱- استفاده از منابع آب<sup>۲</sup>

شرایط دشواری مواجهه نموده است؛ به طوری که در حال حاضر تأمین آب شرب در شهر تبریز با سه چالش عمده روبروست. چالش اول افزایش جمعیت است که موجب افزایش تقاضای آب شده است؛

چالش دوم تأمین منابع مالی برای اجرای شبکه آب، انتقال بین حوضه‌ای و مدیریت تقاضا است و چالش سوم عدم وجود سیستم مدیریت واحد شهری یکپارچه در کلانشهرهای ایران و به تبع آن در کلانشهر تبریز است. در این پژوهش به چالش‌های مزبور پرداخته شد و راهکارهای عملی و کاربردی با بهره‌گیری از تجارب سایر کشورها ارائه شد.

## ۲- روش پژوهش

در این پژوهش ابتدا اطلاعات محدوده مورد مطالعه در مورد تکمیل زیرساخت‌های آب تبریز از ارگان‌های مربوطه از جمله سازمان آب منطقه‌ای و شرکت آب و فاضلاب جمع‌آوری شد تا شناخت بهتری از وضعیت موجود به دست آید. این اطلاعات شامل اطلاعات شبکه آب از قبیل میزان تولید آب، میزان مصرف آب، میزان عرضه و تقاضا، میزان هدر رفت آب و همچنین سایر اطلاعات مربوط به کارکنان و پرسنل، تعداد شکایت‌های مشتریان، اجزای فیزیکی شبکه، کیفیت خدمات و همچنین شاخص‌های مالی می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از روش شاخص‌های عملکردی و استفاده از آماره میانگین شاخص‌های تعریف شده، زیرساخت‌های آب شهری تبریز و نحوه مدیریت مؤثر آن بررسی شد.

بانک اطلاعاتی زیر ساخت‌های آب آمریکا<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۸ اعلام نموده که شاخص‌های عملکردی طوری طراحی شده‌اند که مسئولان خدمات آب شهری بتوانند در عملکرد خودشان موفق بوده و کفایت لازم را در این مورد داشته باشند (Watgerid.org). در واقع این روش فرایند و نقطه شروعی را دنبال می‌کند که تعیین نماید که در کدام بخش‌ها ناکارآمدی وجود دارد تا راهنمای مناسبی را برای استقرار، تجدید نظر و تأیید اهداف اجرایی تهیه نماید.

## ۳- معرفی روش شاخص عملکردی و تجزیه و تحلیل

روش شاخص عملکردی در ارزیابی عملکرد، روشی فراگیر و مؤثر

<sup>2</sup> Water resource utilization

<sup>1</sup> Water Infrastructure Database

در شکل ۳ درصد کارکنان استخدام شده در هفت زیرساخت شبکه آب آمریکا و شهر تبریز نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که درصد کارکنان در بخش مدیریت رده بالا در شهر تبریز بیشتر از میانگین است و در بخش منابع انسانی تقریباً با میانگین برابر است. همچنین در بخش برنامه‌ریزی، طراحی و ساخت، درصد کارکنان در شهر تبریز پایین‌تر از میانگین است. در بخش عملیات و نگهداری و مونیتورینگ کیفیت آب، درصد کارکنان بسیار پایین‌تر از میانگین است.

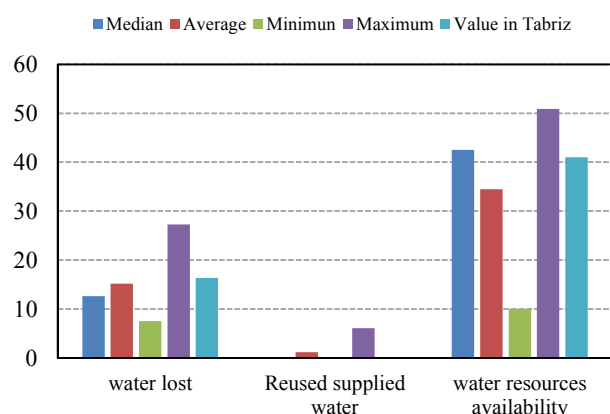


Fig. 2. Comparing Tabriz water infrastructure with seven water infrastructure in the United States in terms of indicators related to use of water resources

شکل ۲- مقایسه زیرساخت آب تبریز با هفت زیرساخت آب آمریکا از لحاظ شاخص‌های مربوط به استفاده از منابع آب

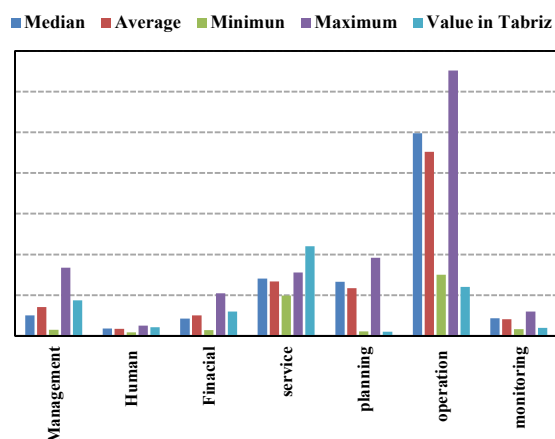


Fig. 3. Comparison of Tabriz water infrastructure with the US, in terms of employee's arrangement and based on performance

شکل ۳- مقایسه زیرساخت آب تبریز با هفت زیرساخت آب آمریکا از لحاظ درصد کارکنان و بر حسب نوع عملکرد

- ۲- اطلاعات کارکنان و پرسنل<sup>۱</sup>
- ۳- دارایی فیزیکی<sup>۲</sup>
- ۴- کیفیت خدمات<sup>۳</sup>
- ۵- عملکرد اجرایی<sup>۴</sup>
- ۶- خدمات به مشتریان<sup>۵</sup>
- ۷- عملکرد مالی<sup>۶</sup>

پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به زیرساخت‌های آب آشامیدنی، داده‌های مربوط به هفت شاخص عملکردی در ایالات متحده از بانک اطلاعاتی سازمان آب ایالات متحده آمریکا و داده‌های شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی، شکل‌ها ترسیم شده‌اند (Waterid.org). لازم به ذکر است، به دلیل این که از لحاظ مقایسه آماری، میانگین‌ها می‌توانند مورد مقایسه قرار گیرند و اطلاعات صحیحی ارائه دهند، در بررسی شاخص‌ها از آماره میانگین شاخص‌های اصلی و شاخص‌های زیر مجموعه استفاده شد.

#### ۴- نتایج شاخص‌های کاربردی

##### ۴-۱- استفاده از منابع آب

قابلیت دسترسی به منابع آب خام در زیرساخت‌های مختلف متفاوت است و به موقعیت مکانی و جغرافیایی زیرساخت ارتباط دارد. برخی زیرساخت‌ها در مکانی قرار گرفته‌اند که استخراج آب خام از آن مکان به مجوز خاصی نیاز ندارد و تابع مقدار مصرف است، ولی در برخی از زیرساخت‌ها که در مکان‌های بحرانی قرار دارند، میزان استخراج محدود است. نتایج مربوط به این شاخص در شکل ۲ نشان داده شده است.

##### ۴-۲- اطلاعات کارکنان و پرسنل

شاخص‌های مربوط به کارکنان و پرسنل گویای این مطلب است که مسئولان زیرساخت‌ها در مورد کارکنان خودشان چه مقدار سرمایه‌گذاری انجام داده‌اند و چگونه یک محیط کاری ایمن برای کارکنان خود فراهم نموده‌اند.

- 1 Employee information
- 2 Physical asset
- 3 Service quality
- 4 Operational performance
- 5 Customer enquiries
- 6 Financial performance

#### ۴-۵- عملکرد اجرایی

این بخش عملکرد عملیاتی زیرساخت آب را در بخش عملیات و نگهداری شرح می‌دهد و میزان استفاده از منابع، قابلیت اعتماد، بازرسی از اجزای موجود شبکه، آماده سازی اجزای موجود و خسارات ناشی از عملکرد اجرایی محدود را ارزیابی می‌نماید (شکل ۶).

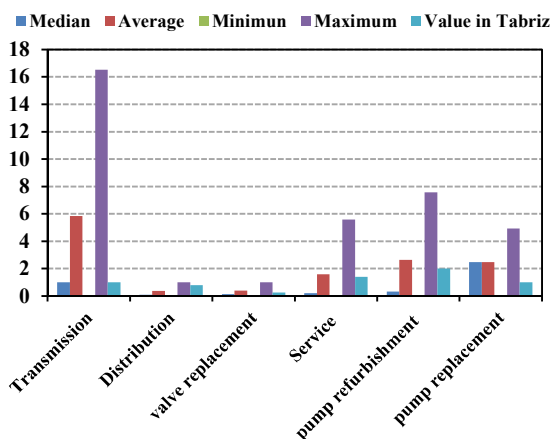


Fig. 6. Comparing water utility of Tabriz with seven water infrastructure in the United States in terms of maintenance and inspection of physical exiting assets

شکل ۶- درصد بازرسی و نگهداری از دارایی های فیزیکی هفت

زیرساخت آب آمریکا با شبکه آب تبریز

#### ۴-۶- خدمات مشتریان

خدمات به مشتریان معیاری است که خدمات آبرسانی زیرساخت مربوطه تا چه حدی انتظارات مصرف کننده را تأمین می‌کند (شکل ۷).

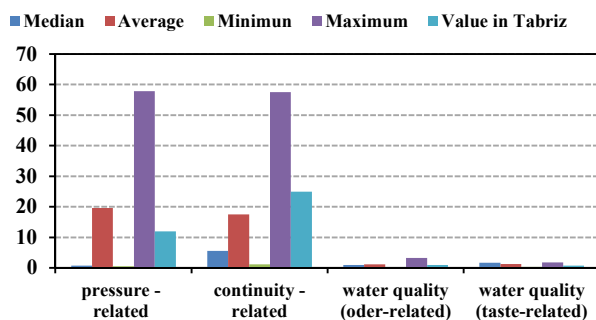


Fig. 7. Comparing customer complaints in Tabriz utility with seven water infrastructure in the United States

شکل ۷- مقایسه درصد شکایات مربوط به مشتریان هفت زیرساخت

آب آمریکا با شبکه آب تبریز

#### ۴-۳- دارایی های فیزیکی

دارایی های فیزیکی به کلیه سرمایه های نقدی، تجهیزات و اموال اطلاق می شود که مدیریت آن ها برای عملکرد مناسب زیرساخت ها بسیار مهم هستند. در شکل ۴ دانسیته شیرها و هیدرانت ها برای شهر تبریز و هفت زیرساخت شبکه آب آمریکا نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که درصد شیرها و هیدرانت ها در شهر تبریز کمتر از میانگین و میانه در هفت زیرساخت آب آمریکا است.

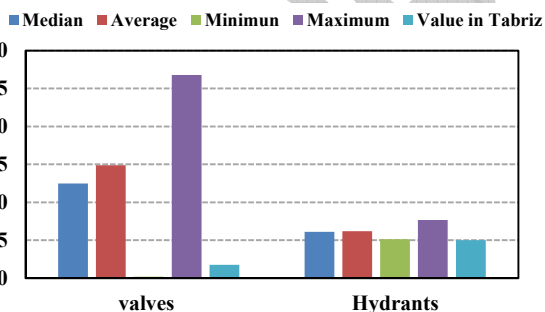


Fig. 4. Comparing Percent of Hydrant and taps valves in Tabriz water utility and the seven water infrastructure in the United State

شکل ۴- مقایسه درصد شیرهای هیدرانت و شیرهای برداشت هفت

زیرساخت آب آمریکا با شبکه آب تبریز

#### ۴-۴- کیفیت خدمات

کیفیت ارائه خدمات یکی از اجزای اصلی و مهم زیرساخت مربوطه از نظر کفایت و ارتقای عملکرد به شمار می رود. در شکل ۵، درصد آزمایش های کیفی مربوط به شهر تبریز و هفت زیرساخت آب آمریکا نشان داده شده است.

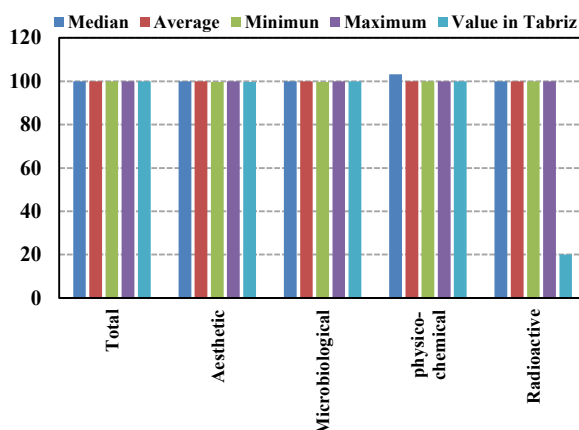


Fig.5. Comparing standard tests carried out in Tabriz water utility with those in the seven water infrastructure in the United States

شکل ۵- مقایسه شبکه آب تبریز با هفت زیرساخت آب آمریکا از لحاظ

درصد آزمایش های انجام یافته مطابق با استاندارد

کنندگان، امکان استفاده منطقی و بهینه از آب را فراهم می‌کند (شکل‌های ۸ و ۹).

### ۵- نتیجه‌گیری

مطابق نتایج این پژوهش، راهکارهای زیر برای بهبود شبکه آب تبریز ارائه می‌شود

- ۱- اصلاح الگوی مصرف صحیح آب؛
- ۲- کاهش هدر رفت آب از شبکه با ایمن‌سازی شبکه آب؛
- ۳- اجرای زیرساخت‌ها و شبکه‌های آب بر اساس مطالعات قبلی و اصولی؛
- ۴- تأمین زیر ساخت‌های شبکه آب قبل از ساخت شهرک‌ها و نواحی شهری جدید؛
- ۵- جلوگیری از اتلاف منابع آب سطحی و زیرزمینی؛
- ۶- برنامه‌ریزی برای استفاده مجدد از آب مصرف شده و بازگرداندن آن به شبکه؛
- ۷- استفاده از فناوری و روش‌های جدید برای افزایش کیفیت آب مصرفی؛

- ۵- راهکارهای لازم به منظور بهبود شبکه آب تبریز؛
- ۸- جلوگیری از افزایش انشعابات به دلیل افزایش تعداد طبقات ساختمان‌ها و برنامه‌ریزی هماهنگ در این مورد؛
- ۹- همکاری و هماهنگی منظم با سازمان‌های دخیل از جمله شهرداری‌ها، استانداری و سایر سازمان‌ها؛
- ۱۰- افزایش حجم سرمایه‌گذاری‌ها در بخش تأمین آب و مشارکت با بخش خصوصی؛
- ۱۱- انجام مطالعات به منظور برنامه‌ریزی بلند مدت تأمین آب شهروندان؛
- ۱۲- همکاری و هماهنگی با برنامه‌ریزان شهری در مورد تأمین آب شهروندان و انتقال مشکلات موجود به آنها.

### ۶- قدردانی

به این وسیله از همکاری دانشگاه تبریز در انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

## References

- Ankur, R. & Sunil, S., 2013, "Web-based benchmarking of drinking water utilities in the United States", *Journal of American Water Works Association*, 105 (9), 540-552.

■ Median ■ Average ■ Minimum ■ Maximum ■ Value in Tabriz

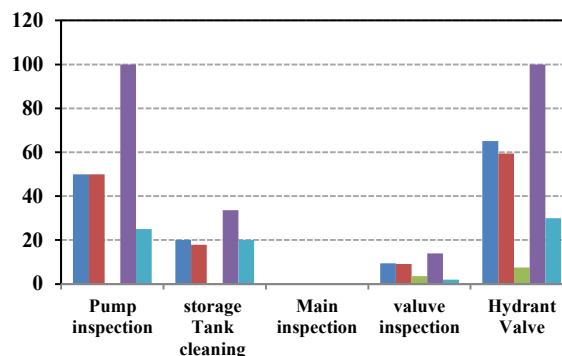


Fig. 8. Comparing the operating costs of Tabriz water utility with seven water utility in the United States

شکل ۸- مقایسه درصد هزینه‌های عملیاتی هفت زیرساخت آب آمریکا با شبکه آب تبریز

■ Median ■ Avarage ■ Minimum ■ Maximum ■ Value in Tabriz

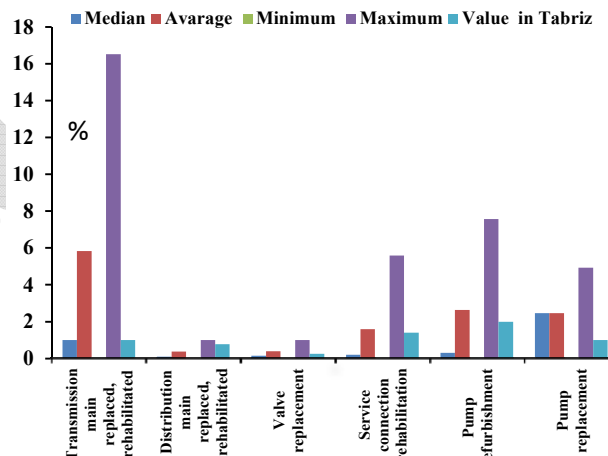


Fig. 9. Comparing water utility of Tabriz with seven water infrastructure in the United States in terms of maintenance and inspection of exiting physical assets

شکل ۹- مقایسه درصد بازرسی و نگهداری از داراییهای فیزیکی هفت زیرساخت آب آمریکا با شبکه آب تبریز

### ۴-۷- عملکرد مالی

این شاخص چگونگی استفاده مناسب از دارایی‌ها در شبکه و تولید درآمد در مقایسه با سایر شبکه‌ها را نشان می‌دهد. در واقع قیمت‌گذاری مناسب آب به‌طور معنی‌داری وضعیت عملیات مدیریت آب را بهبود می‌بخشد و از طریق تأثیر بر رفتار مصرف

- Barber, E., 2004, "Benchmarking the management of projects, A review of current thinking", *International Journal of Project Management*, 22 (4), 301- 307.
- Berg, S. & Padowski, J., 2010, "Overview of water utility benchmarking methodologies: From indicators to incentives sanford", <viwed 2 April 2016. <http://citeseerx.ist.psu.edu/>>.
- Corton, M. & Berg, S., 2009, "Benchmarking central american water utilities", *Utilities Policy*, 17 (3-4), 267-275.
- Izadi, A. & Rakhshanderoo, Gh., 2015, "Using GA for the economic optimization of WDN designs based on quantitative and qulitative criteria", *Journal of Water and Wastewater*, 26(1), 119-124. (In Persian)
- Salavi Tabar, A., Zarghami, M. & Abrishamchi, A., 2006, "System dynamics model in urban water management, Tehran", *Journal of Water and Sanitation*, 59(17),12-13. (In Persian)
- Oyegoke, S., Adeyemi, A. & Sojobi, A., 2012, "The challenges of water supply for a megacity: A case study of lagos Metropolis", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(2), 5-6.
- <<Waterid.org>> (Oct. 2017)

