

## Safety Assessment of Supply and Distribution Management of Drinking Water in Torbat Jam Using WSP-QA TOOL Software

### ABSTRACT

**Background and purpose:** One of the fundamental factors of water quality management plan is guarantee of the qualitative and quantitative stability of fresh water in water supply systems. Water safety plan is a systematic approach that guarantees the continuous supply of drinking water emphasizing the prevention of water pollution from catchment to the consumer. The present study aims to assess the adaptation of Torbat Jam water quality management plan and the water safety plan presented by World Health Organization (WHO). Also, the effective hazards on drinking water quality were detected and analyzed.

**Materials and methods:** WSP-QA TOOL is employed as an instruction in order to assess the safety circumstance and identify vulnerability of water supply system in Torbat Jam; so that the necessary information aligned with WSP approach was provided based on current evidence of water and wastewater company and related organizations along with interview with experts, and then analyzed in Excel.

**Results:** The results of this study showed that there is only 36.14% adaptation between the Torbat Jam water quality management plan and the approach proposed by WHO. Among these, the management procedures with 66.67% and the formation of the WSP team with 10%, dedicated the highest and lowest amounts of the adaptation respectively.

**Conclusion:** There are some hazard potentials to make various contaminations in the water distribution system, especially from vulnerable points due to the inadequacy of the conventional water quality control approach, detecting the contaminations instead of their prevention.

Document Type: Research article

**Keywords:** drinking water, water safety plan, Torbat jam, water quality, vulnerable points

#### Mina Mortazavi

MSc Student in Environmental Health Engineering, School of Public Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran.

#### Taher Shahryari

Lecturer, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran.

#### Farzaneh Fanaei

PhD. Student, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

#### Behnam Barikbin

\* Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Social Determinants of Health Research Center, School of Public Health, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran  
(Corresponding Author): Email: b\_barikbin@yahoo.com .

Received: 2019/06/15

Accepted: 2019/10/22

**Document Type:** Research article

► **Citation:** Mortazavi M, Shahryari T, Fanaei F, Barikbin B. Safety Assessment of Supply and Distribution Management of Drinking Water in Torbat Jam Using WSP-QA TOOL Software. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Fall 2019;5 (3): 230-238.

## ارزیابی ایمنی مدیریت تأمین و توزیع آب آشامیدنی شهر تربت جام با استفاده از نرم افزار تضمین کیفیت برنامه ایمنی آب

### چکیده

زمینه و هدف: تضمین پایداری کمی و کیفی آب آشامیدنی در سیستم‌های آب‌رسانی، یکی از ارکان اساسی برنامه‌های مدیریت کیفیت آب می‌باشد. برنامه ایمنی آب، رویکردی نظام‌مند بوده که با تأکید بر پیشگیری از آلودگی آب از حوزه آبریز تا نقطه مصرف، تضمین‌کننده تأمین مداوم آب سالم برای مصرف‌کنندگان می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان انطباق سیستم مدیریت کیفی آب آشامیدنی شهر تربت‌جام با برنامه ایمنی آب ارائه شده توسط سازمان جهانی بهداشت و شناسایی و تجزیه و تحلیل خطرات تأثیرگذار بر کیفیت آب آشامیدنی در سیستم آب‌رسانی شهر تربت‌جام انجام شد. مواد و روش‌ها: در این مطالعه از نرم‌افزار تضمین کیفیت برنامه ایمنی آب به‌عنوان یک راهنما به منظور ارزیابی وضعیت ایمنی و شناسایی نقاط آسیب‌پذیر سیستم آب‌رسانی شهر تربت‌جام استفاده گردید. به این منظور اطلاعات ضروری هم‌راستا با رویکرد برنامه ایمنی آب با استفاده از مستندات موجود در شرکت آب و فاضلاب و سازمان‌های مربوطه و مصاحبه با کارشناسان این سازمان‌ها تکمیل و آنالیز آنها توسط نرم‌افزار در محیط اکسل صورت گرفت. یافته‌ها: بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تنها ۳۶/۱۴٪ مطابقت بین رویکرد موجود در سیستم آب‌رسانی شهر تربت‌جام با رویکرد ارائه شده توسط سازمان جهانی بهداشت وجود داشت که در این میان، مرحله دستورالعمل‌های مدیریتی با ۶۶/۶۷٪، بیشترین و تشکیل گروه برنامه ایمنی آب با ۱۰٪ کمترین میزان اجرای هماهنگ با برنامه را به خود اختصاص دادند. نتیجه‌گیری: به دلیل کارایی ناکافی رویکرد مرسوم کنترل کیفیت آب که به جای پیشگیری از ایجاد آلودگی، تنها به تشخیص آن می‌پردازد، پتانسیل ایجاد آلودگی‌های مختلف در سامانه آب‌رسانی به خصوص از طریق نقاط آسیب‌پذیر سیستم وجود دارد.

کلید واژه‌ها: آب آشامیدنی، برنامه ایمنی آب، شهر تربت‌جام، کیفیت آب، نقاط آسیب‌پذیر

#### مینا مرتضوی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط،  
دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند،  
بیرجند، ایران.

#### طاهر شهریار

مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت،  
دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران.

#### فرزانه فنائی

دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده  
علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

#### بهنام باریک‌بین

\* دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز  
تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشکده  
بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران.

(نویسنده مسئول): پست الکترونیک:

b\_barikbin@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۳۰

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

◀ **استناد:** مرتضوی م، شهریار ط، فنائی ف، باریک‌بین ب. ارزیابی ایمنی مدیریت تأمین و توزیع آب آشامیدنی شهر تربت‌جام با استفاده از نرم‌افزار تضمین کیفیت برنامه ایمنی آب. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. تابستان ۱۳۹۸؛ ۵(۳): ۲۳۰-۲۳۸.

## مقدمه

تأمین آب آشامیدنی سالم در جوامع بشری، یکی از اهداف مهم است و رسیدن به توسعه و پیشرفت با سلامت افراد جامعه ارتباط مستقیمی دارد. واضح است که سلامتی افراد، وابسته به آب شرب مطلوب است (۱). یکی از ارکان اساسی برای توسعه پایدار شهرها، آب آشامیدنی سالم می‌باشد. بر مبنای قطع‌نامه مجمع عمومی سازمان ملل متحد (حق آب آشامیدنی سالم و بهداشت)، ذینفعان و ذیربطان در فرآیند تصمیم‌گیری مدیریت منابع آب در خصوص دسترسی به آب آشامیدنی سالم و انتقال تکنولوژی آن بایستی مشارکت داشته باشند (۲). تأمین آب شرب کافی و سالم، همواره از بزرگ‌ترین مشکلات مسئولین در حوزه آب شهری بوده است (۳). امروزه بهینه‌سازی مدیریت منابع آبی، یکی از مؤلفه‌های ضروری برای سلامت است که بهره‌گیری از مؤلفه‌های مختلف، به‌منظور تحقق اهداف حمایتی و ارتقای را طلب می‌کند (۲). یکی از دغدغه‌های اساسی سازمان‌ها، دستیابی به یک شیوه ارزیابی عملکرد جامع، انعطاف‌پذیر و قابل اعتماد است که بتواند به کمک آن اطلاعات دقیق و جامعی از وضعیت موجود سیستم‌های آب‌رسانی به‌دست آورد و از خطاهای گذشته در جهت بهبود شرایط آبی سیستم استفاده نمود (۴). نظارت بر سیستم آب‌رسانی، ارزیابی دائم و حساس بهداشت عمومی و بررسی ایمنی و قابلیت پذیرش سیستم‌های تأمین آب می‌باشد. نظارت بر سیستم تأمین آب آشامیدنی باعث حذف یا جایگزینی مسئولیت تأمین‌کنندگان آب آشامیدنی نمی‌شود، تا اطمینان حاصل گردد که سیستم تأمین آب آشامیدنی از کیفیت قابل قبول برخوردار می‌باشد و به اهداف مرتبط با سلامت از پیش تعیین شده دست می‌یابد (۵). تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که دسترسی به آب آشامیدنی سالم، عنصر مهمی برای کاهش فقر است. در حال حاضر، حدود ۱۵۰ میلیون نفر از ساکنین شهرها با کمبود آب مواجه هستند که نشانگر دسترسی محدود به منابع آب آشامیدنی است (۶). با توجه به بالاتر بودن میزان هدررفت آب در ایران از میانگین جهانی، منابع آب به دلایل مختلف از جمله بهره‌برداری و استفاده بی‌رویه، همواره در معرض آلودگی و با کاهش کیفیت همراه بوده است. کیفیت آب از

نظر آلودگی میکروبی و فیزیکوشیمیایی می‌تواند تأثیر بالایی بر سلامت جامعه داشته باشد. مصرف رو به رشد در تمامی عرصه‌های مصرف، باعث تغییر و کاهش کیفیت آب شده است. در حال حاضر حدود ۲۹ میلیارد متر مکعب از پساب‌های کشاورزی و شهری و صنعتی کنترل نشده وجود دارد که به عنوان تهدید جدی برای کاهش کیفیت منابع آب است و بر اساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته، این روند در سال ۱۴۰۰ به حدود ۴۰ میلیارد متر مکعب خواهد رسید (۷). سالانه به‌طور میانگین میلیون‌ها نفر در دنیا جان خود را در اثر استفاده از آب آشامیدنی ناسالم از دست می‌دهند (۷، ۸). افت کیفیت آب در حال حاضر یکی از پراهمیت‌ترین مسائل زیست محیطی در بسیاری از نقاط جهان می‌باشد (۹). کنترل کیفیت آب آشامیدنی که عموماً بر کنترل محصول نهایی استوار است، با محدودیت‌هایی همراه است و مشکلاتی از قبیل وقوع حوادث و یا آلودگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی در سامانه‌های تأمین آب آشامیدنی و یا عدم کارکرد مناسب فرآیندهای به‌کار رفته برای سالم‌سازی آب، همواره نگرانی‌هایی را ایجاد نموده است. برای اطمینان از کیفیت آب آشامیدنی، به‌کارگیری سیستم مدیریتی جامع و یکپارچه با همکاری کلیه سازمان‌های ذیربط، بهترین روش می‌باشد. رویکرد جدید سازمان جهانی بهداشت برای تحقق این هدف، اجرای برنامه ایمنی آب می‌باشد. برنامه ایمنی آب به‌عنوان ارزیابی جامع خطر مطرح می‌باشد و هدف از آن، اطمینان از حصول آب آشامیدنی سالم به‌دست مصرف‌کنندگان می‌باشد. برنامه ایمنی آب در مقیاس‌های مختلف در حداقل ۹۳ کشور اجرا شده است (۱۰). یکی از عناصر مهم در سیستم‌های تأمین آب آشامیدنی، مدیریت مؤثر و کارآمد می‌باشد. طرح‌های ایمنی آب به‌منظور اطمینان از تحویل آب آشامیدنی سالم، یک رویکرد مدیریت ریسک سیستماتیک بین‌المللی برای بهبود کیفیت آب از منبع تا نقطه مصرف ارائه می‌دهد (۱۱).

برای دستیابی به اهداف برنامه ایمنی آب آشامیدنی لازم است تمامی سازمان‌های مسئول و تأثیرگذار در کمیت و کیفیت آب و همه ذینفعان مشارکت فعال داشته باشند. بخش‌های بهداشت

در بالادست آبرگیر، متناسب‌سازی فرآیندهای تصفیه موجود و حفظ کیفیت آب آشامیدنی در سیستم توزیع ضروری به نظر می‌رسد (۱۵). بنابراین مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان انطباق سیستم مدیریت کیفی آب آشامیدنی شهر تربت جام با برنامه ایمنی آب ارائه شده توسط سازمان جهانی بهداشت و شناسایی، تجزیه و تحلیل خطرات تأثیرگذار بر کیفیت آب آشامیدنی در سیستم آب‌رسانی شهر تربت جام انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق در مدیریت سیستم‌های تأمین آب شهری کمک قابل توجهی خواهد نمود.

### روش کار

این مطالعه توصیفی - تحلیلی، با هدف شناسایی نقاط ضعف و قوت اجرای هر یک از مراحل برنامه ایمنی آب در مدیریت کیفی آب آشامیدنی شهرستان تربت جام در سال ۱۳۹۷ صورت گرفت. شهرستان تربت جام در استان خراسان رضوی حدود ۱۶۰ کیلومتری جنوب غربی مشهد و حدود ۴۰ کیلومتری غرب مرز افغانستان است. در سرشماری سال ۲۰۱۶، جمعیت آن ۱۰۰،۴۴۹ نفر اعلام گردید. این شهرستان در موقعیت ۶۰ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی قرار دارد. ارتفاع ناحیه جام از سطح دریا ۹۲۸ متر است. تربت جام به لحاظ آب‌وهوایی در منطقه نیمه بیابانی با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد قرار دارد. منابع آبی تأمین کننده آب شرب شهرستان تربت جام شامل ۲۳ حلقه چاه فعال می‌باشد که از طریق خطوط انتقال وارد مخزن ذخیره ۲۰ هزار متر مکعبی می‌شود و بعد از کلرزنی، وارد شبکه توزیع می‌گردد. شبکه توزیع در سال ۱۳۴۵ تأسیس گردیده و دارای ۳۰۲۸۰ انشعاب و طول ۲۴۷ کیلومتر می‌باشد. از این میزان آب ۲۷٪ به‌عنوان آب به حساب نیامده یا تلف شده می‌باشد.

در این مطالعه به منظور ارزیابی سیستم آب‌رسانی شهر تربت جام، از نرم‌افزار تضمین کیفیت برنامه ایمنی آب و همچنین راهنمای برنامه ایمنی آب سازمان جهانی بهداشت استفاده گردید. نرم‌افزار تضمین کیفیت برنامه ایمنی آب، بر پایه اکسل می‌باشد و با

منطقه در بند ۷ بیانیه امان (اجلاس اجرای برنامه ایمنی آب برای تضمین کیفیت و پایداری سیستم‌های تأمین آب آشامیدنی در منطقه مدیترانه شرقی سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۹) به‌عنوان مسئول توسعه و تسهیل اجرای برنامه ایمنی آب با هماهنگی بین بخشی بین سازمان‌ها و تصمیم‌گیرندگان مؤثر در مدیریت کیفیت آب آشامیدنی، معرفی شدند (۱۱).

اما و همکاران در مطالعه‌ای که در خصوص کاربرد WSP<sup>۱</sup> به‌عنوان یک ابزار برای بهبود کیفیت آب آشامیدنی نیجریه انجام دادند، به حداقل رساندن آلودگی آب در منبع، کاهش یا حذف آلاینده‌ها در طی فرآیندهای تصفیه آب و ممانعت از ایجاد آلودگی در طی ذخیره‌سازی، انتقال و توزیع آب را از مزایای برنامه ایمنی آب برشمردند (۱۲). مطالعه ویرا که در مورد رویکرد اجرای برنامه ایمنی آب در پرتغال صورت گرفت، نشان داد که مهم‌ترین محدودیت برای توسعه این فرآیند در سطح ملی، فقدان قوانین و سیاست‌های لازم و همچنین نیاز به یک ابزار مناسب نظارتی می‌باشد (۱۳). در مطالعه نیجهاوان که در خصوص کاربرد برنامه ایمنی آب برای یک سیستم بزرگ تأمین آب در هند انجام شد، خطرات مربوط به هر یک از مراحل تأمین آب از منبع تا محل مصرف شناسایی و اقدامات اصلاحی مربوطه برای هر بخش پیشنهاد شد. ورود فاضلاب خانگی به داخل رودخانه، مهم‌ترین خطر تهدید کننده منبع آب خام شناخته شد که از جمله اقدامات کنترلی پیشنهاد شده برای آن، ساختن کانال‌هایی بسته برای انتقال آب خام بود (۱۴). در مطالعه توسلی فر و همکاران که در رابطه با تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی در سیستم تأمین و توزیع آب آشامیدنی شهر اصفهان انجام شد، نتایج حاصل از آن، حاکی از پتانسیل ایجاد خطرات مختلف حاصل از تغییرات مقطعی کیفیت آب مورد تصفیه در اثر تغییرات فصلی، تخلیه آلاینده‌های مختلف به‌خصوص توسط جوامع روستایی و مراکز تفریحی حاشیه زاینده‌رود، عدم راهبری صحیح فرآیندهای فعلی و نیز عدم متناسب‌سازی فرآیندهای تصفیه بود. از این رو جهت دستیابی به آب آشامیدنی مطلوب و با کیفیت بالا، لزوم کنترل تخلیه آلاینده‌ها

1. Water Safety Plan

پیشرفت‌های ایجاد شده، در امتیازدهی بسیار حائز اهمیت می‌باشد؛ به گونه‌ای که امتیازدهی دقیق می‌تواند به شناسایی بخش‌های نیازمند اصلاح کمک کند و جهت‌دهی اولویت‌ها را مشخص نماید. در پایان، امتیاز کسب شده در این بررسی و میزان پیشرفت اجرا بر حسب درصد برای هر فاز، بر اساس روابط تعیین شده و مشخصی در نرم‌افزار محاسبه و نتایج به صورت جداول و نمودارهایی ارائه گردید.

### یافته‌ها

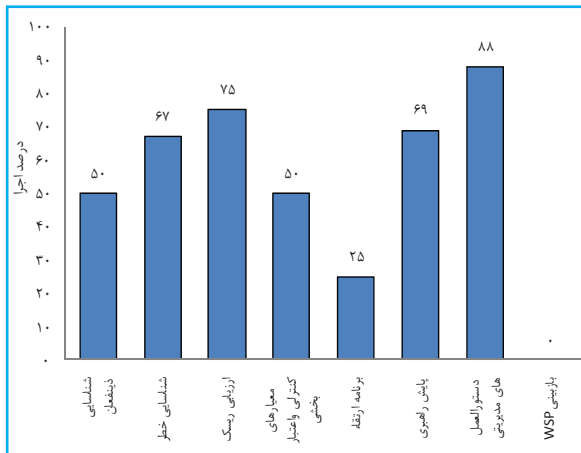
در این پژوهش پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط کارشناسان متخصص و مجرب در هر حوزه، اطلاعات ورودی در نرم‌افزار WSP- QA TOOL ثبت و بعد از آنالیز صورت گرفته توسط نرم‌افزار، نتایج به صورت جداول و نمودارهایی ارائه شد. در جدول ۱، ارزیابی کلی از تمامی مراحل WSP به تفکیک هر مرحله و امتیاز کسب شده نشان داده شده است. امتیاز نهایی برحسب درصد اجرای WSP در سیستم آب‌رسانی شهرستان تربت جام ۱۵۹/۴۴۰ می‌باشد.

جدول ۱. نتایج ارزیابی مراحل WSP سیستم آب‌رسانی شهرستان تربت جام

| مراحل اجرای WSP                | تعداد سؤالات | کل نمره خام ممکن | امتیاز کسب شده (درصد اجرا شده) |
|--------------------------------|--------------|------------------|--------------------------------|
| تشکیل تیم WSP                  | ۵            | ۲۰               | ۲/۲۰ (۱۰)                      |
| توصیف سیستم                    | ۲            | ۸                | ۴/۸ (۵۰)                       |
| شناسایی مخاطرات و ارزیابی ریسک | ۷            | ۱۰۰              | ۵۲/۱۰۰ (۵۲)                    |
| معیارهای کنترلی و اعتباربخشی   | ۵            | ۶۸               | ۲۷/۶۸ (۳۹/۷۱)                  |
| برنامه بهبود/ ارتقاء           | ۳            | ۴۸               | ۹/۴۸ (۱۸/۷۵)                   |
| پایش راهبری                    | ۴            | ۶۴               | ۳۳/۶۴ (۵۱/۵۶)                  |
| اعتبارسنجی کارایی WSP          | ۸            | ۳۲               | ۸/۳۲ (۲۵)                      |
| دستورالعمل‌های مدیریتی         | ۳            | ۳۶               | ۲۴/۳۶ (۶۶/۶۷)                  |
| برنامه پشتیبانی                | ۲            | ۸                | -                              |
| بازبینی WSP                    | ۵            | ۵۶               | -                              |
| جمع                            | ۴۴           | ۴۴۰              | ۱۵۹/۴۴۰ (۳۶/۱۴)                |

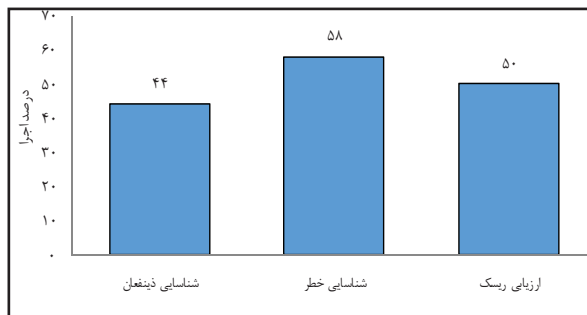
نسخه‌های ۲۰۰۳، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۰ اکسل سازگاری دارد. این نرم‌افزار در سال ۲۰۱۰ توسط سازمان جهانی بهداشت و انجمن بین‌المللی آب با هدف افزایش اطمینان از تأمین مداوم آب سالم برای مصرف‌کنندگان و تضمین نادیده گرفته نشدن عناصر کلیدی برنامه ایمنی آب، شناسایی نقاط پیشرفت و مناطق نیازمند ارتقاء و همچنین روزآمد و مؤثر باقی ماندن برنامه ارائه شده است. یکی از ویژگی‌های این نرم‌افزار، امکان کاربرد آن در مراحل مختلف اجرای برنامه ایمنی آب (از سیستم‌هایی که در آنها توسعه برنامه در ابتدای کار قرار دارد تا آنهایی که به طور کامل برنامه را اجرا نموده‌اند) می‌باشد. کاربرد ابزار در مراحل اولیه توسعه برنامه ایمنی آب، به عنوان راهنما بوده و چگونگی اجرای برنامه را ارزیابی خواهد نمود. در این مطالعه برای تهیه چک‌لیست‌های نرم‌افزار به مطالعه اسلامی و همکاران استناد شده است (۱۶). سؤالات نرم‌افزار شامل ۸۵ سؤال به تفکیک هر یک از مراحل برنامه ایمنی آب در چهار بخش عمده سیستم آب‌رسانی (منبع، تصفیه، توزیع و مصرف) طبقه‌بندی شده که جهت پاسخگویی به آنها از مستندات موجود در شرکت آب و فاضلاب تربت جام و مصاحبه با کارشناسان باتجربه این سازمان و نیز بازدید میدانی استفاده گردید. سؤالات نرم‌افزار در ۱۲ جدول که در ارتباط با رویکرد برنامه ایمنی آب می‌باشد، طبقه‌بندی شده است. سؤالات این جداول بر اساس نحوه پاسخ‌گویی به دو دسته کمی (جداول ۱ و ۲، غیرقابل امتیازدهی) و کیفی (جداول ۳-۱۲، قابل امتیازدهی) طبقه‌بندی می‌شوند. پاسخگویی به سؤالات کیفی که متناسب با مراحل اجرای برنامه ایمنی آب بوده، مطابق با سیستم امتیازدهی تعریف شده در نرم‌افزار می‌باشد. در این سیستم، امتیازدهی بر اساس میزان پیشرفت اجرای برنامه از امتیاز صفر تا ۴ متغیر می‌باشد. به طور مثال امتیاز صفر به مرحله‌ای از برنامه داده می‌شود که هنوز شروع نشده و امتیاز ۴ به مرحله‌ای داده می‌شود که به طور کامل انجام و مستندسازی شده است. بر اساس کتاب راهنمای WSP، بررسی همه سؤالات حتی اگر هنوز فعالیت خاصی آغاز نشده است، اهمیت دارد. تصمیم‌گیری در رابطه با امتیازها به عهده تأمین‌کننده آب می‌باشد، به همین دلیل صادقانه بودن پاسخ‌های داده شده و همچنین ارزیابی نقادانه آنان از

بر اساس نمودار ۲، مراحل دستورالعمل‌های مدیریتی با ۸۸٪ و شناسایی خطر با ۸۳٪ اجرای هماهنگ با برنامه ایمنی آب، بالاترین امتیاز را به خود اختصاص دادند.



نمودار ۳. نتایج اطلاعات WSP برای پارامتر نقطه مصرف شهرستان تربت جام

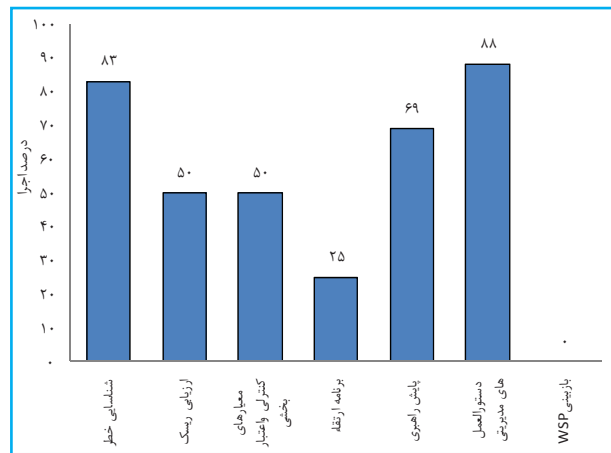
با توجه به نمودار ۳، مراحل دستورالعمل‌های مدیریتی، ارزیابی ریسک و پایش راهبری نسبت به پارامترهای دیگر، بیشترین امتیاز را در نقطه مصرف داشتند.



نمودار ۴. میزان اجرای WSP در مرحله شناسایی خطر و ارزیابی ریسک سیستم تأمین آب آشامیدنی شهرستان تربت جام

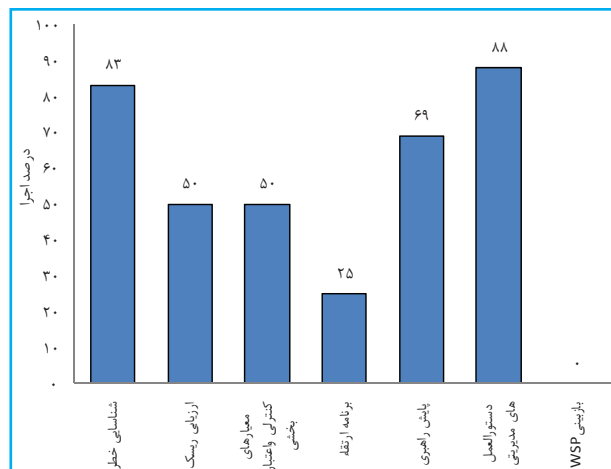
در نمودار ۴، گام سوم در برنامه ایمنی آب مربوط به شناسایی خطر و ارزیابی ریسک نشان داده شده است. این مرحله شامل: شناسایی ذینفعان، شناسایی خطر و ارزیابی ریسک می‌باشد که مرحله شناسایی خطر با ۵۸٪، بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داده است.

با توجه به عدم وجود تصفیه‌خانه در شهرستان تربت جام، امکان تحلیل نرم‌افزاری وجود نداشت و نتایج WSP برای منبع، شبکه توزیع و نقطه مصرف نهایی در نمودارهای ۱-۳ ارائه گردیده است.

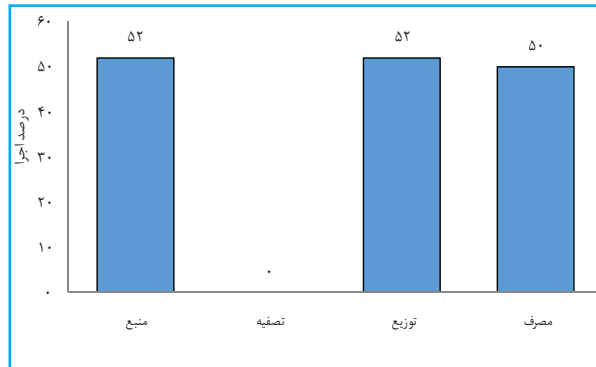


نمودار ۱. نتایج اطلاعات WSP برای پارامتر منبع آب آشامیدنی شهرستان تربت جام

همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌گردد، بیشترین امتیاز کسب شده مربوط به مرحله دستورالعمل‌های مدیریتی می‌باشد که ۸۸٪ اجرای هماهنگ با WSP را نمایش می‌دهد. با توجه به اینکه برنامه ایمنی آب در شهرستان تربت جام به طور کامل اجرا نشده است، مرحله مربوط به بازبینی WSP، صفر و دارای کمترین امتیاز می‌باشد.



نمودار ۲. نتایج اطلاعات WSP برای پارامتر شبکه توزیع آب آشامیدنی شهرستان تربت جام



نمودار ۵. میزان پیشرفت اجرای کلی برنامه ایمنی آب در شهرستان تربت جام

همانطور که در نمودار ۵ مشخص است، در سیستم آب رسانی تربت جام به منبع آب و شبکه توزیع، توجه بیشتری نسبت به نقطه مصرف شده است.

## بحث

توجه به تمامی اجزای سیستم های آب رسانی برای تأمین آبی سالم و بهداشتی با توجه به ماهیت ویژه آن (شامل چندین کیلومتر لوله گذاری، فرآیندهای مختلف به کار رفته جهت تصفیه، مخازن ذخیره سازی، نقاط برداشت برای مصارف مختلف و غیره) و قرار گرفتن این سیستم ها در دل محیط که می تواند منجر به بروز حوادث و یا آلودگی های مختلف فیزیکی، شیمیایی و یا میکروبی در سامانه های تأمین آب آشامیدنی شود، امری ضروری می باشد. مطالعه دینگ و همکاران حاکی از آن بود که در سال های اخیر، حوادث آلودگی آب به عنوان مهم ترین عامل آلودگی محیط زیست شناخته شده که خطرات بالقوه برای ایمنی آب های آشامیدنی را ایجاد می نماید (۱۷). امروزه به دلیل کارایی ناکافی رویکرد مرسوم کنترل کیفیت آب که رویکردی گذشته نگر بوده و به جای تضمین کیفیت، تنها به کنترل کیفیت می پردازد و همچنین به منظور پرهیز از اعتماد بیش از حد به آزمایش محصول نهایی با تمرکز بیشتر بر کنترل فرآیند رویکرد جدید برنامه ایمنی آب توسط سازمان جهانی بهداشت ارائه گردیده است، برنامه ایمنی آب، رویکردی سیستماتیک جهت اطمینان از کیفیت آب و سالم

بودن آب توزیع شده به مصرف کنندگان را ارائه می کند. برای این منظور، توجه به منبع آب، چگونگی تصفیه و ذخیره سازی و توزیع آب تصفیه شده ضروری است. برنامه ایمنی آب مبتنی بر ارزیابی جامع از خطرات عواملی است که می تواند شدیداً بر کیفیت آب توزیع شده به مصرف کنندگان تأثیر بگذارد و همچنین ارزیابی درباره چگونگی کنترل و مدیریت خطرات عوامل است (۷). در روش های کیفی برخلاف روش های کمی که تمرکز بیشتری به مرور آماری نتایج و حل اختلافات موجود در نتایج مطالعات می شود، نمونه گیری غیرتصادفی بوده و از افراد متخصص در هر زمینه استفاده می شود. روش های کیفی برای پی بردن به عمق نظرات افراد تحت مطالعه، کارایی بیشتری نسبت به روش های کمی دارند (۱۸). در مطالعه حاضر تکمیل اطلاعات ورودی به نرم افزار جهت انجام آنالیز، طبق نظر کارشناسان باتجربه و متخصص در زمینه های مختلف تأمین آب انجام گردید. نتایج حاصل از این پژوهش پس از گردآوری داده ها و تجزیه و تحلیل نرم افزار WSP- QA TOOL، نشان دهنده ۳۶/۱۴٪ اجرای هماهنگ با برنامه ایمنی آب در سیستم آب رسانی شهرستان تربت جام بود که در میان مراحل بررسی شده، مرحله دستورالعمل های مدیریتی با ۶۶/۶۷٪ اجرای هماهنگ با برنامه ایمنی آب، بیشترین و مرحله تشکیل تیم WSP با ۱۰٪، کمترین امتیاز را به خود اختصاص دادند. تدارک دستورالعمل های مدیریتی در شرایط بهره برداری معمول و نیز در زمان وقوع حادثه، جزء اجزای ضروری WSP می باشد که باید توسط کارمندان باتجربه نگاشته و در صورت نیاز بروزرسانی شوند. تشکیل تیم متخصص به منظور شناخت سیستم تأمین آب و تشخیص خطرات مؤثر بر ایمنی و کیفیت آب در زنجیره تأمین آب و همچنین برنامه ریزی برای جلب مشارکت و حمایت مدیران، یکی از شرایط اصلی تأمین نیازهای فنی و تخصصی در توسعه برنامه ایمنی آب می باشد. این تیم تخصصی می تواند شامل گروهی از افراد سازمان و یا از یک گروه وسیع تری از ذینفعان باشد. نتایج حاصل از بررسی حاضر با توجه به امتیاز کسب شده، نشان از عدم تمرکز سازمان بر اولین گام توسعه WSP داشت. در ارزیابی ایمنی سیستم تأمین آب

### نتیجه گیری

رویکرد فعلی حاکم بر مدیریت کیفی آب آشامیدنی در سیستم آب رسانی شهرستان تربت جام می‌تواند با تشکیل تیم برنامه ایمنی آب و تمرکز در سایر حوزه‌ها با تکیه بر دستورالعمل‌های مدیریتی و توجه به شناسایی خطر و ارزیابی ریسک از حالت سنتی خارج شده و میزان حوادث ناشی از آلودگی آب و اتلاف آب در شبکه به حداقل کاهش یابد.

### ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه شماره ۴۵۵۶۳۵ می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند صورت گرفت. بدین وسیله از کارکنان شرکت آب و فاضلاب شهرستان تربت جام و تمام کسانی که در انجام این تحقیق همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

آشامیدنی شهرستان خوی، مرحله تشکیل تیم برنامه ایمنی آب با کسب ۶ امتیاز از مجموع ۲۰ امتیاز، ۳۰٪ انطباق با برنامه ایمنی آب را نشان داد (۱۹). در بررسی اسلامی و همکاران روی سیستم آب رسانی شهر بیرجند، ۴۳/۱۸٪ اجرای هماهنگ با برنامه مشاهده شد که مراحل توصیف سیستم و دستورالعمل‌های مدیریتی با ۸۷/۵٪ و ۲۵٪ اجرای هماهنگ، به ترتیب بیشترین و کمترین امتیاز را کسب نمودند. در بررسی اسلامی مرحله تشکیل تیم، ۶۰٪ اجرای هماهنگ با برنامه را به خود اختصاص داد (۱۶). نتایج ارزیابی کلی فازهای WSP در سیستم تأمین آب آشامیدنی شهر زنجان نیز بیانگر ۵۲/۹۵٪ مطابقت با برنامه ایمنی آب بود (۲۰). با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر می‌توان گفت در میان اجزای عمده سیستم آب رسانی شهرستان تربت جام، منبع آب و شبکه توزیع نسبت به نقطه مصرف، از توجه بیشتری توسط تأمین کننده آب برخوردار بوده است که با مطالعه انجام شده بر روی سیستم آب رسانی شهر سرایان همخوانی داشت (۲۱)، در حالی که در سیستم آب رسانی شهر اردبیل، تصفیه‌خانه آب از بیشترین توجه توسط سیستم برخوردار بود (۲۲). با توجه به میزان پیشرفت کلی از اجرای برنامه ایمنی آب در شهرستان تربت جام، نقاط ضعف و قابل ارتقاء در سامانه کاملاً مشهود می‌باشد. این امر نشان‌دهنده توجه ویژه سیستم آب رسانی به کنترل محصول نهایی می‌باشد و برای مدیریت یکپارچه سیستم، کارایی کامل و جامع را ندارد. مطالعه آقایی بر روی سیستم آب رسانی اردبیل با مطالعه حاضر در این زمینه همخوانی داشت (۲۲). پیشنهاد می‌شود با توجه به چارچوب برنامه ایمنی آب و برای اطمینان از دستیابی به آب آشامیدنی سالم، سیستم تأمین آب آشامیدنی شهرستان تربت جام نسبت به تشکیل تیم WSP اقدام نماید و ارزیابی سیستم از منبع تا نقطه مصرف، نظارت اجرایی بر معیارهای کنترل در چرخه تأمین آب و بازرسی‌ها و بازبینی‌های دوره‌ای جهت تأیید عملکرد صحیح معیارهای کنترل در کلیه سیستم‌های تأمین آب مورد توجه جدی قرار گیرد.



## References

- Zazouli MA, Blark D, Mahdavi Y, Karim Nejad F. A survey on satisfaction rate of drinking water quality in sari county in 2013. Tabriz university of medical sciences. 2013.
- Seyed Morteza Hosseiny R. Improving Water Management Based on Human Rights Approaches. Iran-Water Resources Research. 2017;14(1):25-31.
- Soleymani Malekan M, Rashidi Mehrabadi A, Jalali Gh, Fazeli M, Ebrahimnejad M. Risk Analysis in Water Treatment Plant Using FAHP: case study of 3 and 4 water treatment plants in the Tehran; Iran. Proceedings of the national Symposium on Water Crisis;2013 May. 15-6.
- Propper CW, D. The use and usefulness of performance measures in the public sector. Oxford Review of Economic Policy. 2003;19(2):250-67.
- World Health Organization. water safety plans managing drinking-water quality from catchment to consumer. Prepared by Annet Davison and et al. Water, Sanitation and Health Protection and the Human Environment World Health Organization. Geneva, 2005.
- Rocha-Melogno L, Yoo R, Broesicke O, Kallergis A, Garcia J, Herbas E, et al. Rapid drinking water safety estimation in cities: Piloting a globally scalable method in Cochabamba, Bolivia. The Science of the total environment. 2019;654:1132-45.
- Mosaferi M, Rastgoo S. Water Quantity and Quality Risk Assessment of Urban Water Supply Systems with Consideration of Uncertainties. Journal of Water & Wastewater. 2013;4:2-14.
- Setty KE, Enault J, Loret JF, Puigdomenech Serra C, Martin-Alonso J, Bartram J. Time series study of weather, water quality, and acute gastroenteritis at Water Safety Plan implementation sites in France and Spain. International journal of hygiene and environmental health. 2018;221(4):714-26.
- Zhang C, Guo S, Zhang F, Engel BA, Guo P. Towards sustainable water resources planning and pollution control: Inexact joint-probabilistic double-sided stochastic chance-constrained programming model. The Science of the total environment. 2019;657:73-86.
- Ferrero G, Setty K, Rickert B, George S, Rinehold A, DeFrance J, et al. Capacity building and training approaches for water safety plans: A comprehensive literature review. International journal of hygiene and environmental health. 2019.
- Baum R, Amjad U, Luh J, Bartram J. An examination of the potential added value of water safety plans to the United States national drinking water legislation. International journal of hygiene and environmental health. 2015;218(8):677-85.
- Emma E. Ezenwaji POP-E. Water Safety Plan as a Tool for Improved Quality of Municipal Drinking Water in Nigeria. Journal of Environmental Protection. 2014(5):997-1002.
- JM V. A strategic approach for water safety plans implementation in Portugal. Water Health. 2011;9(1):107-16.
- Nijhawan A JP, Sargaonkar A, Labhassetwar PK. Implementation of water safety plan for a large-piped water supply system. Environ Monit Assess 2014;5547-60.
- Tavasolifar A, Bina B, Amin M.M, Ebrahimi A, Jalali M. Implementation of hazard analysis and critical control points in drinking water supply system. Int Env Health Eng. 2012:1-7.
- Eslami A, Ghaffari M, Barikbin B, Fanaei F. Assessment of safety in drinking water supply system of Birjand city using World Health Organization's water safety plan. Environ. health eng. manag.. 2018; 5 (1) :39-47.
- Ding X, Zhu Q, Zhai A, Liu L. Water quality safety prediction model for drinking water source areas in Three Gorges Reservoir and its application. Ecological Indicators. 2019;101:734-41.
- Yunesian M, Shariati M, Zamani Gh. Views and challenges regarding formation of new «Vice-Chancellor of Health» in Tehran University of Medical Sciences - a Delphi study. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research. 2005; 3 (1): 9-20.
- gholami M, boodaghi S, babaloo I. Assessment of water safety plan in Khoy city based on step by step risk management new approach. Proceedings of the 14th National Conference on Environmental Health; 2011 Nov 1-3; Yazd, Iran. Available from: [https://www.civilica.com/Paper-NCEH14-NCEH14\\_067.html](https://www.civilica.com/Paper-NCEH14-NCEH14_067.html).
- Eslami A, Ghaffari M, Sohbato V, Fanaei F. Safety Assessment of Zanjan Drinking Water System Using Water Safety Plan. Journal of Human, Environment and Health Promotion. 2017;2(3):138-46.
- Eslami A. Barikbin B.Ghaffari M.Fanaei F.Assessment of Water Safety Plan (WSP) Implementation and Risk Management in Sarayan City.zanko.muk.2018;81-94.
- Aghaei M. Assessment of safety in drinking water supply system of Ardabil city by using World Health Organization's water safety plan, based on risk management approach [dissertation]. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 2014.