"ارزیابی و مدیریت ریسک در سیستم های تأمین آب – تکنولوژی های جدید

مطالعه موردی : آفریقای جنوبی"

خلاصه:

تأمین کنندگان آب مسئولیت تأمین آب سالم و ایمن و همچنین قابل قبول برای مردمی که از آن استفاده می کنند را دارند. یکی از مهمترین نگرانی هایی که در این زمینه وجود دارد، موضوعات مربوط به سلامت و بهداشت عمومی است و تأمین کنندگان آب باید از تمام ریسک هایی که در این زمینه وجود دارند، مطلع و استراتژی های مدیریت ریسک را به موقع به کار گیرند. جدای از سلامت و بهداشت عمومی برای تأمین کنندگان آب لازم است از ریسک هایی که بر اثر عدم تطابق و همخوانی با مقررات محلی (مربوط به پارامترهای کیفی آب و فرایندهای تصفیه) آگاهی داشته باشند .

تأسیسات آب در جهان در دهه گذشته مشغول تنظیم و تدوین طرح های ایمنی و امنیت آب (WSSPs[1]) و سایر استراتژی های مدیریت ریسک با استفاده از سیستم ها و دستورالعمل های نوین می باشند. پروژه TECHNEAU[2] (پروژه ای که از سوی اتحادیه اروپا تأمین مالی گردید) یکی از بزرگترین پروژه های اتحادیه اروپا است که در آن هم تکنولوژی های جدید و هم استراتژی هایی که به واسطه آن ها ایمنی و سلامت آب تضمین می گردد، پیشبرد داده شده است. یک چارچوب جامع برای مدیریت ریسک یکپارچه از نقطه دریافت آب یا نقطه مصرف توسط مشترکین[3] در WSSPs پیشبرد داده شده است. در این پروژه همچنین ابزارهای خاص و سمینارهای آموزشی برای ارزیابی و مدیریت ریسک ارائه شده است که شامل بانک اطلاعاتی مخاطرات (THDB[4]) و بانک اطلاعاتی در مورد گزینه های کاهش ریسک (TRRDB[5]) می باشد.

[1] Water Safety and Security Plans
[2] Technology Enabled Universal Access to Safe Water
[3] Source to Tap
[4] TECHNEAU Hazard DataBase
[5] Database on risk reduction options

مطالعات موردی مختلف و متعددی برای آزمایش و ارزیابی قابلیت بکارگیری روش های مختلف آنالیز ریسک و آزمایش و بروزرسانی ابزارهای THDB و TRRDB انجام گرفته است. در آفریقای جنوبی در Upper Mnyameni Village در Eastern Cape و در تصفیه خانه بازیابی آب Windhoek New این مطالعات به صورت موردی انجام گرفت.

مقاله حاضر یک *دورنمای* کلی از چارچوب جامع و ابزارهای ریسک که در پروژه TECHNEAU وجود دارند را ارائه می دهد و مطالعات موردی که در آفریقای جنوبی انجام گرفته است را شرح می دهد.

1- معرفی: نیاز به مدیریت ریسک در تأمین آب آشامیدنی

تأمین کنندگان آب مسئولیت تأمین آبی را دارند که برای مشترکین و مردمی که آن را مصرف می کنند ایمن و قابل قبول باشد. یکی از نگرانی های اصلی تأمین آب، سلامت عمومی است که تأمین کنندگان آب باید از هرگونه ریسک هایی که در تأمین آب سالم وجود دارد، آگاهی داشته و استراتژی های مدیریت ریسک را به کار گیرند. جدای از سلامت و بهداشت عمومی برای تأمین کنندگان آب لازم است از ریسک هایی که بر اثر عدم تطابق و همخوانی با مقررات محلی (مربوط به پارامترهای کیفی آب و فرایندهای تصفیه) آگاهی داشته باشند. تأسیسات آب در حال حاضر مشغول تنظیم کردن طرح های ایمنی و امنیت آب (WSSPs[6]) و سایر استراتژی های مدیریت ریسک با استفاده از سیستم ها و دستورالعمل های نوین می باشند.

2- وضعیت جهانی ارزیابی و مدیریت ریسک

در سومین ویرایش از راهنمای کیفی آب آشامیدنی، WHO روی آماده سازی طرح های ایمنی آب مبتنی بر ریسک تأکید شده است که بیان می دارد کل سیستم تأمین آب از محل تأمین تا محل مصرف باید در زمان مدیریت ریسک ها در نظر گرفته شوند. چارچوب طرح ایمنی و امنیت آب آگاهی و درک از ریسک ها را به منظور فراهم کردن آب ایمن بالا می برد. در هر حال، یک آنالیز چارچوب طرح ایمنی و امنیت آب، نشان می دهد که فرصت هایی برای پیشرفت آتی عمدتاً مربوط به ریسک های کیفی آب و

[6] Water Safety and Security Plans

روش‌هایی برای شناسایی ریسک، تخمین ریسک و ارزیابی وجود دارد. استراتژی هایی مانند Bonn Charter روشی جامع و یکپارچه ای را معرفی و ترویج می کند و علاوه بر آن استفاده از WSSPs را در مدیریت آب آشامیدنی تبیین می کنند.

WHO توصیفات کلی و عمومی شناسایی مخاطرات و روشی برای طبقه بندی کیفی ریسک ها (یا نیمه کمی) را فراهم می کند. این روش ساختاری مناسب و مفید برای ارزیابی ریسک ها فراهم می کند و ایجاد یک رتبه بندی از ریسک ها را به عنوان پایه ای برای اولویت بندی کردن رخدادهای نامطلوب را تسهیل می کند. این اقدام باعث می شود تا پیشبرد اقدامات کاهنده ریسک براساس یک اولویت بندی منطقی انجام گیرد.

3- پیشرفت ها در پروژه TECHNEAU:

پروژه جامع TECHNEAU (یا همان تکنولوژی ای که قادر می سازد کل جهان به آب ایمن دسترسی داشته باشند) به وسیله اتحادیه اروپا تأمین مالی شد تا پیشبرد و کاربرد روش های (استراتژی) جدید، به روز و همچنین مقرون به صرفه اروپایی ها را برای دستیابی به آبی ایمن شبیه سازی نماید. این پروژه همچنین در چارچوب برنامه ششم اتحادیه اروپا تأمین مالی شد که به وسیله کنسرسیومی متشکل از 30 دانشگاه، مؤسسه تحقیقاتی و شرکت های دانش بنیان از اروپا و سایر کشورهای توسعه یافته انجام گرفت. کشور آفریقای جنوبی نیز به واسطه برخی شرکت های محلی و بخصوص مهندسین شرکت آب Chris Swartz در این پروژه شرکت نمود. در این پروژه تعداد زیادی از شرکتهای آب شرکت کردند. پروژه TECHNEAU در سال 2006 آغاز شد و به مدت 5 سال به طول انجامید.

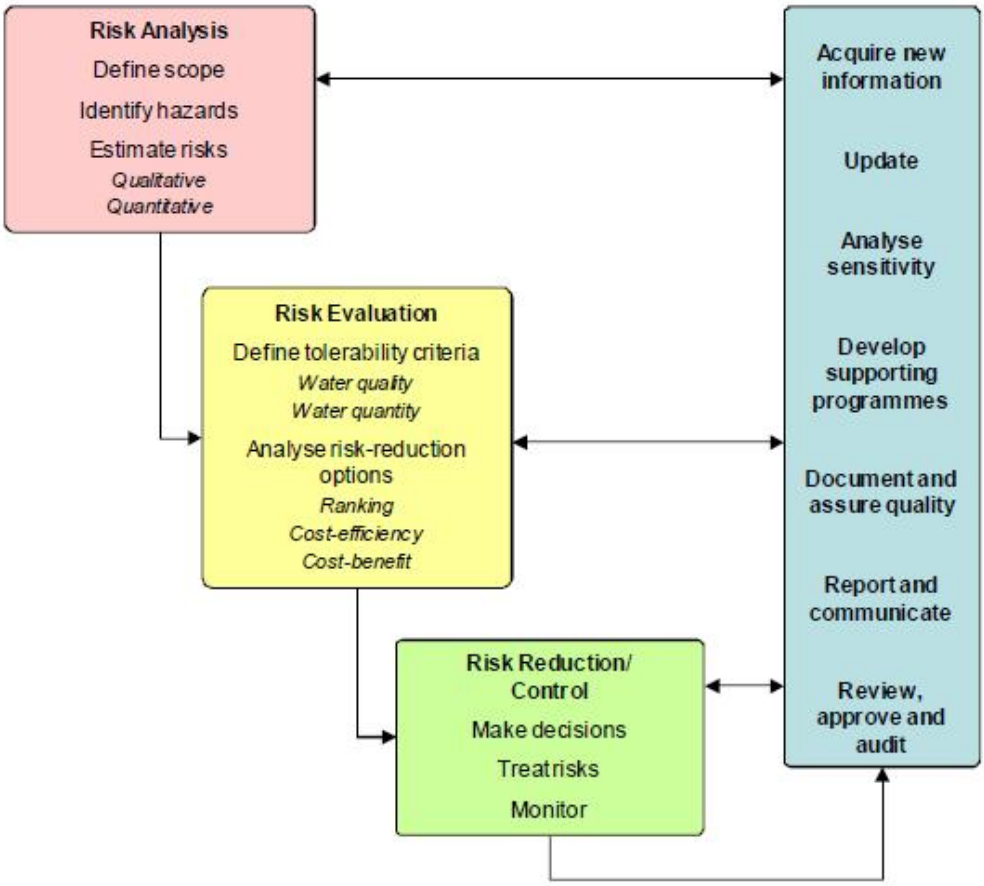
هدف اصلی حوزه کاری ارزیابی و مدیریت ریسک در پروژه TECHNEAU، یکپارچه نمودن ارزیابی های ریسک بخش های مختلف و مجزای سیستم تأمین، انتقال، تصفیه و توزیع آب در یک چارچوب تصمیم گیری پشتیبان جامع و فراگیر برای یک مدیریت ریسک یکپارچه و متحد برای تأمین آب ایمن و پایدار بود. در این پروژه برای این مدیریت ریسک یکپارچه ، یک چارچوب کلی پیشبرد داده شد. همچنین در این طرح و پروژه ، ابزارهای خاص برای ارزیابی و مدیریت ریسک پیشبرد داده که شامل WSSPs و

TRRDB و روش هایی برای تصمیم گیر پشتیبان در مدیریت ریسک می باشد. توجه و تمرکز خاص این پروژه ، پیشبرد و آزمایش متدولوژی آنالیز درخت خطا یا خرابی (FTA7) برای ارزیابی ریسک بر پایه مدل سازی سیستم های تأمین آب پیچیده بود.

4-1- یک چارچوب کلی برای ارزیابی و مدیریت ریسک

یک چارچوب کلی ، در فراهم کردن یک ساختار جامع برای مدیریت ریسک یکپارچه می توان کمک بزرگی باشد. چارچوب شامل چرخه کامل تأمین آب (از محل تأمین و دریافت آب تا محل مصرف) می باشد. این چارچوب هم مباحث کیفی و هم مباحث کمی را در سطوح مختلف پیچیدگی در نظر می گیرد. این چارچوب اساس و پایه ای را برای پیشرفت و پیشبردهای آتی روش ها و دستورالعمل های مدیریت ریسک ایجاد می کند و به آن شکل می دهد. اجزای اصلی چارچوب پیشنهادی در شکل 1 نشان داده شده است. برای فراهم کردن پایه های اصلی و ضروری مدیریت ریسک یکپارچه برای هم سیستم های ساده و پایه ای[8] و هم سیستم های پیچیده[9] حول سطوح عملیاتی و استراتژیک، این چارچوب شامل تمام گام های اصلی و بزرگ در فرایند مدیریت ریسک را شامل می شود.

[7] Fault Tree Analysis
[8] Basic Systems
[9] Complex systems



شکل 1- اجزای اصلی چارچوب کلی TECHNEAU برای مدیریت ریسک یکپارچه در یک طرح ایمنی و امنیت آب

برای تأثیرگذاری بهتر و عملیاتی بودن، چارچوب باید همچنین شامل مجموعه ای از ابزارهای مطمئن و مطالعه شده باشد که که به طرز مناسب و صحیحی بر تصمیماتی که اتخاذ می‌شود، منطبق گردند و نوع سیستم آب و سطح پیچیدگی (مثلاً عملیاتی یا استراتژیک) را در نظر بگیرد. سطوح اساسی تعالی ابزارهای ارزیابی ریسک عبارتند از:

کیفی : به عنوان مثال، براساس چک لیست ها و سطوح طبقه بندی شده ریسک که رتبه بندی نسبی از لیست های رتبه بندی شده را فراهم می کند و نقاط کلیدی را برای کاهش ریسک شناسایی می کند.

کمی: به عنوان مثال براساس مدل ها برای رخدادهای منفرد و آن هایی که به صورت زنجیروار به دنبال یکدیگر رخ می دهند و تخمین کمی سطوح ریسک این سطح از تعالی پروسه ارزیابی ریسک، مقایسه کمی سطوح ریسک تخمین زده شده را به واسطه تعریف سطوح قابل پذیرش ریسک تسهیل می کند.

کمی شامل روش های آنالیز تصمیم که آنالیز استراتژیک اقدامات کاهنده ریسک را تسهیل می کند. به عنوان مثال تخمین کاهش ریسک، درآمد مالی، گزینه های خارج از حیطه در اولویت بندی گزینه های کاهنده ریسک

چارچوب پیشنهادی نمی تواند یک روش مدیریت ریسک منفرد کاربردی را برای همه انواع تأسیسات آب برای تصمیمات هم در سطوح استراتژیک و هم در سطح عملیاتی فراهم کند. اما در عوض این چارچوب موارد ذیل را فراهم می کند:

- اصولی برای اقدامات مدیریت ریسک مناسب و مطلوب
- مجموعه ای از ابزارهای مرتبط ضروری برای انجام ارزیابی و مدیریت ریسک
- توصیف این ابزارها:
  - ü بانک اطلاعاتی مخاطرات (THDB)
  - ü توصیف روش های ارزیابی ریسک
  - ü بانک اطلاعاتی گزینه های کاهنده ریسک (TRRDB)
  - ü ابزارهای تصمیم‌گیر پشتیبان

4-2- بانک اطلاعات مخاطرات (THDB):

یکی از جوانب اولیه ای که در مدیریت ریسک باید مشخص گردد شناسایی و توصیف مخاطرات بالقوه می باشد. متداول است که شناسایی مخاطرات برای اجزای مجزای سیستم تأمین آب انجام گیرد. در پروژه TECHNEAU سیستم آب به عنوان یک سیستم یکپارچه در نظر گرفته می شود و شناسایی مخاطرات از مبنع (محل تأمین آب) تا محل مصرف انجام می گیرد. پیامدهای مخاطرات

به تمام مراحل و فازهای تأمین آب مرتبط است و زنجیره علت و پیامدها در کل فرایند تأمین آب ارزیابی می گردد. استفاده از این دید کل نگر، شرکت های آب را در پیشگیری از بهینه سازی فرعی[10] مدیریت ریسک بخصوص زمانیکه روی جنبه ای خاص از فرایند تأمین آب تمرکز می شود، کمک می کند.

هدف از این بانک اطلاعاتی کمک به مهندسین و بهره بردارانی است که در سیستم های مختلف آب در نقاط مختلف جهان کار می کنند. بدین صورت که آنها را در شناسایی مخاطرات مرتبط به واسطه فراهم کردن یک کاتالوگ از مخاطرات بالقوه فنی، جغرافیایی یا انسان ساز برای کل اجزای سیستم آب کمک می کند. این بانک اطلاعاتی ساختار و چینش خاصی دارد. این بانک اطلاعاتی در حقیقت تمام مخاطرات خاص و عملیاتی را پوشش نمی دهد. اما یک چک لیست برای ارزیابی ریسک های ممکن سیستم تأمین آب ارائه می دهد.

یکی از جوانب اصلی و مهم در ایجاد بانک اطلاعاتی مخاطرات، سطح مورد نیاز از ارائه جزئیات می باشد. این بانک اطلاعاتی باید به راحتی و آسانی قابل استفاده و از لحاظ وجود اطلاعات مورد نیاز کافی و جامع باشد.. در بانک اطلاعاتی که در این مطالعه ارائه شده است، سعی بر آن شده است که هردوی این جوانب پوشش داده شود. سیستم تأمین آب به 12 زیرسیستم تقسیسم می گردد که 10 تای آن زیرسیستم های فیزیکی، یکی از آن ها زیرسیستم غیرفیزیکی است که جنبه ساختاری را نشان می دهد و یکی از آن زیر سیستم ها مخاطرات آینده و آتی را نشان می دهد.

4-3- بانک اطلاعاتی گزینه های کاهنده ریسک (TRRDB) :

هدف از این بانک اطلاعاتی کمک به تأسیسات آب و خدمات رسانی آب برای شناسایی اقدامات کاهنده ریسک مرتبط در سیستم‌های تأمین آب می باشد. در روش انجام ارزیابی ریسک، گام بعدی پس از شناسایی و تخمین مخاطرات در سیستم، آنالیز یا شناسایی گزینه های کاهنده ریسک می باشد. هدف از این مرحله کاهش احتمال و پیامدهای مخاطرات اصلی و کلیدی می باشد. تمام گزینه‌ها به 12 زیر سیستم مشابه در این بانک اطلاعاتی تقسیم می شوند و از اینرو به موازات از بانک اطلاعاتی مخاطرات و

[10] Suboptimization

چک لیست‌های مربوط به آن نیز استفاده می شود. گزینه های کاهنده ریسک در TRRDB در کاتالوگی که شامل 3 نوع مختلف گزینه های کاهنده ریسک می باشند، آورده می شود. این سه دسته عبارتند از:

- کنترلی (C)
- آموزش و آگاهی (E)
- موانع فیزیکی (B)

4-4- آنالیز درخت خرابی (FTA)

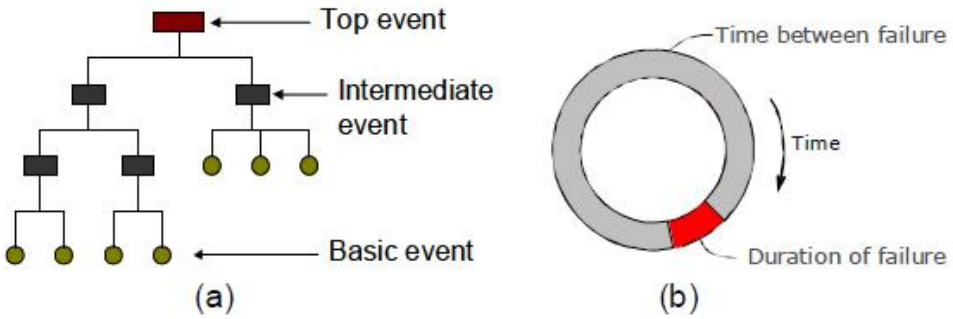
یک روش برای آنالیز ریسک یکپارچه و کمی کل سیستم تأمین آب از محل تأمین تا محل مصرف در TECHNEAU پیشبرد داده شده است. این روش براساس آنالیز درخت خرابی می باشد. اما بگونه ای پیشبرد داده شده است که بر هم کنش های خاص بین اجزا و رخدادهای رایج در منابع تأمین آب را در آنالیز لحاظ می کند.

یک درخت خرابی اصولاً یک دیاگرام منطقی است که رخدادهای خرابی ای که ممکن است در یک سیستم رخ دهد و بر هم کنش بین این رخدادها را مدل می کند. (شکل 2 الف) رخدادی که در بالای درخت نشان داده می شود یک خرابی و یا نقص در رساندن مقدار مورد نیاز آب و یا حتی رساندن مقدار کافی آب ولی با کیفیت نامناسب را نشان می دهد. رخداد خرابی که در بالاست به رخدادهای متوسط یا میانی[11] و اصلی[12] شکسته می شود. به عنوان مثال به سطح عملی پایینتر خرابی در سیستم.

ریسک یک رخداد خرابی بالا (آنکه در نمودار خرابی بالاتر قرار می گیرد) نتیجه احتمال و پیامد آن می باشد. برهمین اساس، داده های احتمالاتی برای هر رخداد اصلی برای محاسبه احتمال یکپارچه خرابی رخداد بالاتر لازم می باشد.

اطلاعات اولیه و اساسی لازم عبارتند از: زمان مانده به خرابی موفق، طول مدت زمان خرابی و توقف سیستم (مدت زمانی که اجزای سیستم خارج از دسترس می باشند.) (همانگونه که در شکل 2ب نشان داده شده است.)، تخمین این اطلاعات ممکن است براساس اطلاعات آماری (مانند پایش منظم عملکرد) یا براساس یک قضاوت مهندسی و حرفه ای توسط پرسنل تأسیسات آب باشد.

[11] Intermediate
[12] Basic



شکل 2الف) درخت خرابی شماتیک که ارتباط بین رخدادبالاتر (خرابی نهایی) و رخدادهای متوسط یا میانی و اصلی را نشان می دهد.

شکل 2ب) داده های آماری لازم عبارتند از مدت زمان مانده به خرابی و طول مدت خرابی

این ابزار ارزیابی ریسک در یک مطالعه موردی در مورد قطع خدمات رسانی پیشبرد داده شد و مورد آزمایش قرار گرفت. به عنوان مثال کمی سازی خرابی سیستم تأمین آب شهر Goteborg در کشور سوئد.

همچنین این ابزار در جاهایی از شبکه شهر Windhoek که ریسک تنزل کیفیت آب به همراه پیامدهای بهداشتی به علت ویژگی ذاتی منبع تأمین کننده آب و پتانسیل نگرانی در مورد شیوع پاتوژن های خطرناک وجود داشت، پیاده سازی شد. یک توصیف کامل از روش آنالیز درخت خرابی به وسیله .Lindhe et al و Norberg et al. ارائه شده است.

5- مطالعات موردی ارزیابی ریسک TECHNEAU: اهداف و دورنما

در در برنامه چهارم پروژه TECHNEAU 6 مطالعه موردی ارزیابی ریسک در سیستم های مختلف در بین سال های 2006 -2007 انجام گرفت. هدف از این مطالعه های موردی به کارگیری و ارزیابی توانایی روش های مختلف برای آنالیز ریسک (مانند شناسایی مخاطرات و تخمین ریسک) و گسترش ارزیابی ریسک سیستم های تأمین آب بود. مطالعه های موردی مثال های مختلفی در مورد

چگونگی روند آنالیز ریسک در تأسیسات آب فراهم آورده اند. 6 سیستم آب زیر، تأسیساتی بودند که در مورد آنها این موارد مورد بررسی قرار گرفت:

1. Goteborg (سوئد)
2. Bergen (نروژ)
3. Amsterdam (هلند)
4. Freiburg-Ebnet (آلمان)
5. Breznice (جمهوری چک)
6. Upper Mnyameni – Eastern Cape (آفریقای جنوبی)

6- مطالعه های موردی در کشور آفریقای جنوبی:

6-1- Upper Mnyameni:

این منطقه روستایی در شرق استان Eastern Cape قرار دارد که حدود 50 کیلومتر از ساحل جنوب شرقی فاضله دارد. منبع تأمین کننده آب این منطقه تصفیه خانه ای است که از سد Mnyameni تغذیه می شود. این تصفیه خانه به جمعیتی حدود 2500 نفر را خدمات رسانی می کند. اکثر این آب صرف آشامیدن می گردد و هیچ فعالیت صنعتی یا سایر فعالیت های تجاری در این منطقه وجود ندارد.

منبع آب خام:

همانگونه که گفته شد منبع آب خام این منطقه ، سد Mnyameni می باشد که حدوداً 1 کیلومتر بالاتر از روستا قرار گرفته است. جریان خروجی این سد منشأ رودخانه Keiskamma می باشد. این سد به وسیله کوه ها احاطه شده است و تغذیه کننده آن آب باران و ذوب برف ها و همچنین مقداری آب زیرزمینی که به سد راه پیدا می کنند، می باشند. با توجه به اینکه بخشی از آب سد از

منابع آب زیرزمینی تأمین می گردد، حتی در دوره های زمانی بلند مدتِ آب و هوای خشک نیز آب خام پشت سد وجود دارد. آبی که به مخزن سد وارد می شود تقریباً بیشتر از مقدار نیاز آبی تصفیه خانه می باشد.

هدف از این مطالعه موردی شناسایی مخاطرات در سیستم تأمین آب (محل تولید تا محل مصرف)، تخمین و ارزیابی ریسک های متوجه انسان و جامعه و نیز بررسی روش های ارزیابی ریسک به کار گرفته شده ، بود. در این مطالعه ، 2 نوع آنالیز ریسک انجام گرفت. اولین آنالیز ریسک از طریق رتبه بندی احتمال و پیامدها و ارائه ریسک به صورت ماتریسی انجام گرفت. دومین آنالیز ریسک از طریق استفاده از دستورالعمل ارزیابی ریسک کشور آفریقای جنوبی به انجام رسید.

بانک داده مخاطرات TECHNEAU برای تسهیل شناسایی مخاطرات در مورد هر دو روش به کار گرفته شد.

شناسایی مخاطرات: 11 رخداد مخاطره آمیز ذیل به واسطه جلسه طوفان ذهنی[13] و نیز با استفاده از THDB در مورد این سیستم شناسایی شدند:

1. کدورت بالا که به واسطه کلرزنی نامناسب ایجاد می گردد.
2. ایجاد شده لکه های آلودگی در منبع آب خام
3. وضعیت بهداشتی نامناسب به علت آب در دسترس کم برای منازل
4. آب آلوده زیرزمینی که به داخل شبکه آب نفوذ کند.
5. ذخیره سازی ضعیف و نامناسب آب
6. کمبود آب تصفیه شده که منجر به مصرف آب تصفیه نشده از سوی مردم می گردد.
7. ایجاد شدن کدورت بالا زمانیکه تصفیه خانه آب به درستی مدیریت نمی شود و باعث ماندن باکتری های زیادی در آب می گردد.
8. اختلاط نامناسب کلر با آب که منجر به این می شود که باکتری ها به طور صحیح از آب حذف نشوند و در آب باقی بمانند.
9. خرابکاری در هر بخش از سیستم

[13] Brain Storming

10. اقدام نامناسب یا عملکرد ضعیف پرسنل به علت ضعف در مهارت و دانش
11. خرابی پمپ زمانیکه تصفیه خانه به درستی راهبری نمی شود.

این 11 مخاطره بالقوه که می توانند روی سیستم آب آشامیدنی اثرگذار باشند ، به وسیله متخصصان شرکت آب Amatola رتبه بندی گردید. این مخاطرات به واسطه احتمال و پیامد وقوع شان رتبه بندی گردیدند. پیامد از 2 جنبه بررسی گردید. یکی بر سلامت انسان و جامعه تمرکز دارد و جنبه دوم تعداد مردمی که تحت تأثیر حادثه قرار می گیرند.

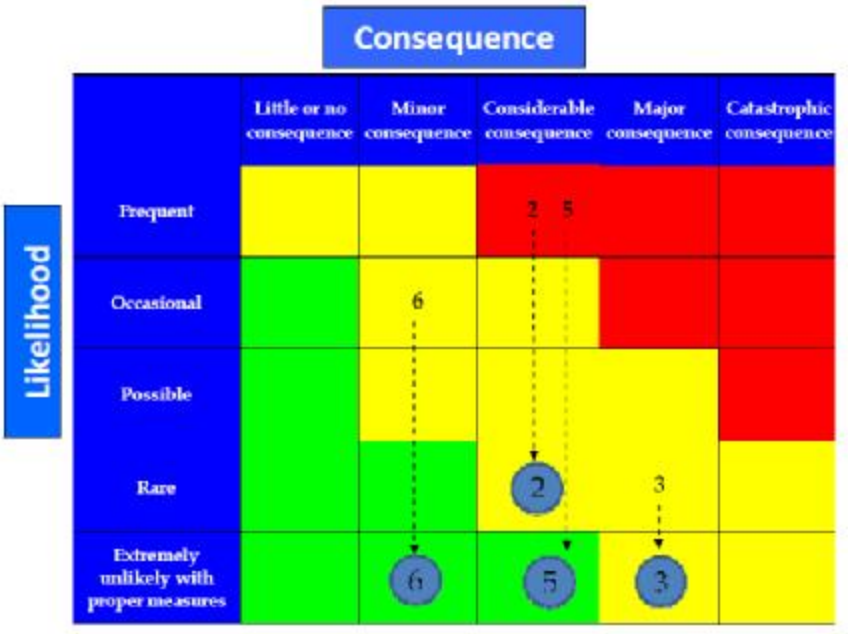
تخمین ریسک و نمایش ریسک ها در غالب ماتریس ریسک

هم احتمال وقوع رخدادهای مختلف و هم پیامد رخدادها، براساس اعداد 1 تا 5 رتبه بندی گردیدند. پیامد رخدادها نیز با توجه به جنبه سلامت و بهداشت (ماتریس اول) و هم تعداد افراد و مردم متأثر از حادثه (ماتریس دوم) رتبه بندی گردیدند. این 2 ماتریس ریسک به منظور ایجاد یک ماتریس ریسک کلی، وزن دهی و ادغام شدند. ماتریس کلی نهایی در شکل 3 نشان داده شده است. آن قسمت که با رنگ سبز نشان داده شده است، ریسک هایی را نشان می دهد که قابل پذیرش می باشند و بخش قرمز رنگ ریسک هایی را نشان می دهد که نمی توانند قابل پذیرش باشند. این دسته ریسک ها، ریسک هایی می باشند که باید سریعاً عدد ریسک آنها پایین آورده شود. رنگ زرد ناحیه ALARP[14] را نشان می دهد. این یعنی اینکه اگر از نظر منطقی و اقتصادی، کاهش این دسته ریسک ها مقرون به صرفه نیست، این ریسک ها می توانند جزء ریسک های قابل قبول طبقه بندی گردند.

گزینه های کاهش ریسک:

گزینه های کاهش ریسک برای ریسک ها مختلفی که لیست شده اند ، شناسایی گردیدند. این ها اقداماتی هستند که می توانند برای کاهش ریسک در سناریوهای مختلف، پیاده شوند. شکل 3 نشان می دهد که در صورت اجرای اقدامات کاهش دهنده ریسک، چگونه ریسک ها در ماتریس حرکت می کنند.

[14] As Low As Reasonably Practicable



شکل 3 – ماتریس ریسکی که نشان می دهد چگونه با انجام اقدامات کاهش دهنده خطرات، ریسک ها در ماتریس حرکت می کنند.

نتیجه گیری:

تخمین ریسک با استفاده از ماتریس ریسک یک ابزار سودمند و مؤثر در این زمینه می باشد. درک این روش و نیز ارائه داده ها در این روش نیز آسان و ساده می باشد. برای سیستم این روستا که به عنوان مطالعه موردی مورد بررسی قرار گرفت، پیامد مخاطرات از 2 جنبه سلامت مردم و تعداد مردمی که تحت تأثیر حادثه قرار می گیرند ، بررسی شدند. گزینه های کاهش ریسک برای تقلیل این ریسک ها ارائه گردیدند.

6-2- سیستم آب Windhoek:

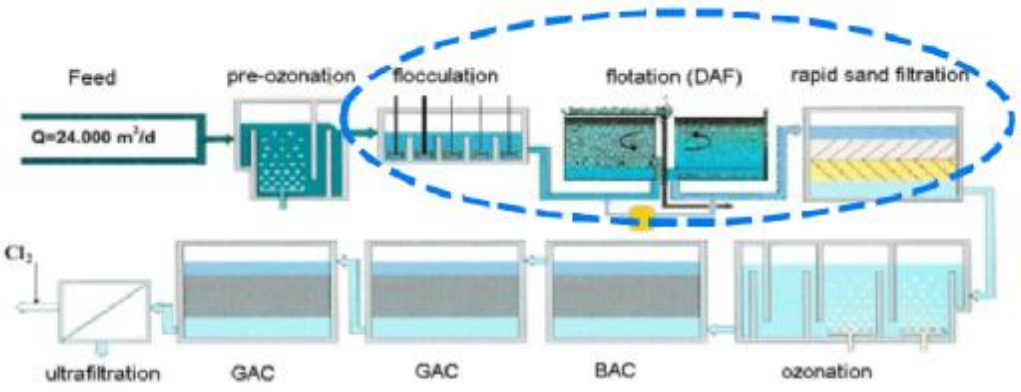
روش موانع چندگانه[15] در مورد تأسیسات بازیابی و تصفیه فاضلاب در شهر Windhoek کشور نامبیا در غالب برنامه WA7 پروژه TECHNEAU به عنوان یکی از اولین مطالعات موردی در این پروژه مطالعه گردید. (این تصفیه خانه فاضلاب را با هدف تبذیل آن به آب آشامیدنی تصفیه و بازیابی می کرد.)

تصفیه خانه بازیابی آب New Goreangab (NGWRP) در سال 2002 با ظرفیت 21000 متر مکعب در روز راه اندازی گردید. آب خام ورودی به این تأسیسات ترکیبی از آب واصله از سد Goreangab و فاضلاب بهداشتی تصفیه شده از تصفیه خانه Gammams می باشد. حدود 35% آب آشامیدنی فراهم شده برای جمعیت ساکن در این منطقه از NGWRP تأمین می گردد.

نأسیسات آبی که در نظر دارد از آب تأمین شده از تأسیسات بازیابی آب برای آشامیدن مردم استفاده کند، نیاز به یک دستورالعمل قوی و جامع ارزیابی و مدیریت ریسک دارد.ارزیابی ریسکی که به وسیله عوامل WINGOC و TECHNEAU و با مشارکت دانشگاههای Chalmers و ... در مورد NGWRP انجام گرفت، ضعف هایی را در موضوع پایش میکروبیولوژیکی و شیمیایی شناسایی کردند. این ضعف ها در بررسی عملکرد فرایند، حذف آلاینده های خاص و استفاده از روش های مختلف پایش و تحلیل نمود داشتند. علاوه بر بررسی ها، ارزیابی اولیه ریسک با هدف پیشبرد و شرح دادن ابزار ارزیابی ریسک جدید در ترکیب با FTA گسترش داده شد. ابزاری مانند FTA برای ارزیابی ریسک تأسیسات آب، ابزاری کاربردی و آسان برای تکمیل اطمینان پذیری اجزای ارزیابی شده سیستم می باشد.

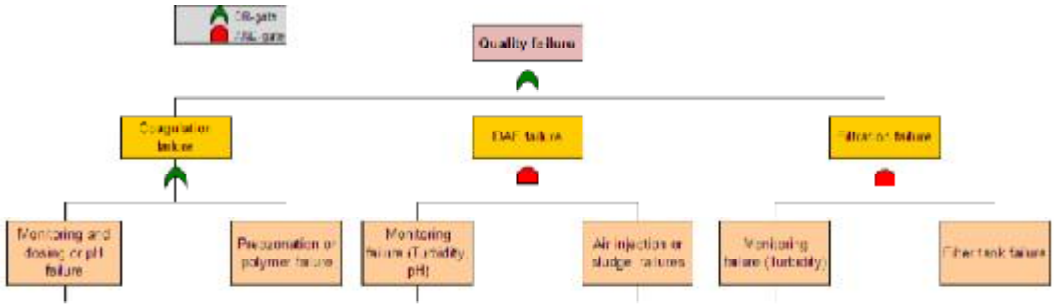
در راستای دستورالعمل ارزیابی ریسک طرح ایمنی آبِ تدوین شده توسط WHO یک تیم ریسک متشکل از پرسنل WINGOC، شهر Windhoek و دانشگاههای Swarts و Chalmers برای تشکیل یک کارگاه 2 روزه با هدف بررسی و شناسایی سیستم و مخاطرات مربوط به آن در دسامبر 2008 تشکیل شد. در این کارگاه تصمیم بر آن شد که اولین گام ارزیابی ریسک می تواند فرایندهای تصفیه شیمیایی را پوشش دهد که عبارتند از: انعقاد، DAF و فیلتراسیون ماسه ای. (شکل 4)

[15] Multi-Barrier Approach



شکل 4- دیاگرام فرایند NGWRP که 3 فرایند اصلی شیمیایی در این تصفیه خانه را نشان می دهد

روند شناسایی مخاطرات منجر به شناسایی 44 رخداد اصلی مخاطره آمیز شد که این رخدادها در غالب یک درخت خرابی نمایش داده شد.



شکل 5 – درخت خرابی که 3 سطح بالایی رخدادهای توقف سیستم را نشان می دهد

زمان مناسب بین داده های خرابی و داده های مدت زمان برای هر رخداد اصلی و پایه ای توسط پرسنل NGWRP تلفیق شد. زمانی که این فعالیت ها انجام گرفت، شبیه سازی مونت کارلو به منظور محاسبه توزیع احتمالاتی برای خرابی سیستم برای یک دامنه از سناریوها انجام گرفت که شامل بهترین و بدترین حالت ها و ترکیبی از خرابی و توقف های فرایند می شد.

در ادامه محاسبات احتمالات ، گام نهایی، محاسبه ریسک های مردمی است که بر اثر استفاده از آبی که دچار تنزل کیفیت شده است، بیمار شده و یا کشته شده اند. این محاسبات با استفاده از مدل های پیامد مناسب انجام می گیرد. برای این مطالعه موردی، مدل مدهای خرابی و آنالیز پیامد (FMEA[16]) که به آسانی قابل پیاده سازی می باشد، پیشبرد داده شد. ابزار دقیق دیگری مانند مدل ارزیابی کمی ریسک میکروبی (QMRA[17]) نیز در صورتیکه به روش دیگری نیاز باشد، در دسترس می باشد. این روش برای کمی کردن اثرات حادثه روش سلامتی مردم (یا تعداد مردمی که در معرض آلودگی قرار می گیرند) مناسب می باشد.

طرح های ایمنی و امنیت آب در آفریقای جنوبی : وضعیت

در جهت تلاش به توسعه پایدار مدیریت تأسیسات آب، بخش قوانین کیفیت آب آشامیدنی ،دپارتمان آب و محیط زیست معیارهای جامع و فراگیری را برای سرویس های خدمات رسانی آب توسعه می دهند که یکی از آن ها انجام ارزیابی ریسک تأسیسات به طور مرتب و سالیانه 2 مرتبه از محل تولید تا محل مصرف می باشد.

در بالای لیست این معیارها طرح ایمنی و امنیت آب قرار دارد تا از جامع و فراگیر بودن معیارها اطمینان حاصل گردد و یک مدیریت کیفی آب پیشگیرانه در سطح تأسیسات انجام گردد. گام های پیشنهادی که بایددر اجرای یک طرح ایمنی و امنیت آب طی شود به طور مختصر در ادامه توصیف شده اند:

الف) تشکیل یک تیم برای پیشبرد یک طرح ایمنی و امنیت آب: برای اجرای اینگونه طرح ها یک تیم با مهارت های مختلف که درک درستی از سیستم آب آشامیدنی دارند، باید تشکیل گردد. این تیم می تواند شامل مهندسان ، محققان، مدیران تأسیسات، متخصصان کنترل کیفی آب، متخصصان محیط زیست و بهداشت عمومی، کارکنان بهره برداری و نمایندگانی از مردم باشد.

ب) توصیف و مستند سازی سیستم تصفیه آب: یک درک کامل و جامع سیستم تأمین آب (منبع تا محل مصرف) باید برای آنالیز ریسک در دسترس باشد که تمام فرایندهای موجود و زیرساخت ها باید برای تعیین نوع ریسک های بالقوه و چگونگی اثرگذاری آنها بر اجزای مختلف سیستم وجود داشته باشد.

[16] Failure Modes & Effects Analysis
[17] Quantitative Microbial Risk Analysis

ج)ارزیابی سیستم موجود (توصیف فرایند و دیاگرام جریان): توصیفی از سیستم آب باید وجود داشته باشد که شامل مشخصات و ویژگی های منبع تأمین کننده، شناسایی منابع بالقوه آلوده کننده در محل دریافت آب، اقدامات موجود برای حفاظت از منبع آب، فرایندهای تصفیه و زیرساخت های ذخیره سازی و توزیع آب

د) انجام یک ارزیابی مخاطرات و بررسی ویژگی های ریسک‌ها: در این مرحله ارزیابی مخاطرات اناجام و آن مناطقی که ریسک های بزرگی در آنجا وجود دارد، شناسایی می شوند. بانک داده های مخاطرات TECHNEAU در شناسایی ریسک های واقعی و یا بالقوه سیستم های آب می تواند کمک مفیدی باشد. بعد از این مرحله مخاطرات شناسایی شده براساس یک سیستم امتیازدهی از جنبه احتمال وقوع و پیامدها رتبه بندی می گردند. مخاطرات رتبه بندی شده در ادامه در یک ماتریس که شامل رتبه ریسک ها می شود ، ارائه می گردد.

ه) شناسایی اقدامات کنترلی: گام بعدی شناسایی اقدامات کنترلی است که می تواند برای محدود کردن مخاطرات به کار گرفته شود. طرح ریزی و ارزیابی اقدامات کنترلی این اطمینان را می دهد که اهداف مربوط به بحث بهداشتی و سلامت مردم و جامعه تأمین گردد و همچنین شناسایی و بکار گیری اقدامات کنترلی براساس اصول موانع چندگانه بوده است.

و) تعیین معیارهای پایشی و کنترلی: هر اقدام کنترلی باید به منظور توانمند سازی مدیریت سیستم و اطمینان از اینکه اهداف بهداشتی جامعه تأمین شده است، پایش گردد.

ز) تأیید اینکه طرح ایمنی و امینتی سیستم به درستی اجرا می شود: تأیید به منظور اطمینان از اینکه سراسر سیستم به درستی و در شرایط ایمن به فعالیت خود ادامه می دهد، می باشد.

ح) آماده کردن دستورالعمل های مدیریتی برای موقعیت های عادی و شرایط حادثه: دستورالعمل های مدیریتی باید هم برای شرایط عادی و هم شرایط حادثه و اضطراری طرح ریزی گردد.

ط) پیشبرد برنامه های پشتیبان: برنامه های پشتیبان به عنوان بخشی از طرح های ایمنی و امنیت آب باید پیشبرد داده شوند. به عنوان مثال می توان به پروتکل تأیید برای استفاده از مواد شیمیایی و مواد خاص در آب آشامیدنی اشاره نمود.

ی) ایجاد دستورالعمل های مستند سازی و ارتباطی: اطلاعات مربوط به سیستم های تأمین آب باید به درستی مستند سازی گردد و شامل توصیف و ارزیابی سیستم آب آشامیدنی ، طرح هایی برای پایش عملیاتی و تأکید کیفیت آب آشامیدنی تولیدی، دستورالعمل-های مدیریت آب و مدیریت ایمنی برای موقعیت های عادی و موقعیت های اضطراری باشد.

دوره زمانی بازبینی و بروزرسانی این دستورالعمل ها بستگی به شرایط و قوانین هر منطقه دارد که به عنوان مثال در کشور آفریقای جنوبی این دوره زمانی 3 ساله می باشد.

پیشرفت ها و گرایش های جدید در مدیریت ریسک:

تاکنون طرح های ایمنی و امنیت آب در چندین کشور پیاده سازی شده است و در آینده نزدیک پیش بینی می شود هم در کشورهای توسعه یافته و هم در کشورهای در حال توسعه اجرا گردد که باز قوانین هر کشور در این زمینه تعیین کننده می باشد.

برای تسهیل مدیریت ریسک سیستم های آب آشامیدنی (مثلاً مانند آماده سازی طرح های ایمنی آب) روش ها و ابزارهای مناسب برای آنالیز سیستم و مقایسه اقدامات کاهنده ریسک لازم خواهد بود. از آنجائیکه سیستم های آب آشامیدنی بسیار با یکدیگر متفاوت هستند و عملکرد مختلف دارند ، ریسک ها مختلفی هر کدام از آنها را تهدید می کند و یک روش یا یک ابزار نمی تواند به تنهایی در تمام موقعیت ها به کار گرفته شود. در عوض، مجموعه ای از روش ها و ابزار ها باید برای رسیدن به این هدف در دسترس قرار گیرند و روش ها و ابزارهایی که در پروژه TECHNEAU به آنها اشاره شده است یکی از مهمترین این ابزارها می باشند.