

مقاله پژوهشی: تاب آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور با رویکرد پدافند غیر عامل

غلامرضا جلالی فراهانی^۱، محمدعلی نکویی^۲، احمد آب پرور^۳

پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۱۸

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۵/۰۷

چکیده

آب به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل حیات، جزء مصارف دائمی بشر محسوب می‌شود و زندگی بشر را همواره تحت تأثیر قرار داده است. زیرساخت‌های تامین آب شرب از جمله زیر ساخت‌های مهم و بخشی از شریان‌های حیاتی چه در شرایط معمول و چه در شرایط اضطرار تلقی می‌شوند. این حساسیت مضاعف و بی‌سابقه، ثمره افزونی تقاضا و کمپایی منابع آب با کمیت و کیفیت مناسب است. در حال حاضر با بروز تهدیدات طبیعی منجمله خشکسالی و تغییر اقلیم در سطح کشور، دشمن با سوء استفاده از این تهدیدات و انجام اقداماتی خصمانه همچون عملیات روانی و ایجاد اختلال و یا حذف کارکرد زیرساخت‌های آب شرب، می‌تواند مردم را علیه دولت و حاکمیت تحریک نموده تا سریع‌تر و با نتیجه بهتری به اهداف خود دست پیدا نماید. بنابراین توجه به زیرساخت‌های آب شرب برای افزایش تاب‌آوری با رویکرد پدافند غیرعامل امری بسیار مهم تلقی می‌شود.

این پژوهش باهدف شناسایی مولفه‌ها و شاخص‌های بعد تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور بوده و در پی یافتن پاسخ سؤال "تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور با رویکرد پدافند غیرعامل" است. نوع تحقیق کاربردی - توسعه‌ای با رویکرد آمیخته بوده که با استفاده از روش پیمایش و پنل خبرگی انجام و برای رسیدن به اهداف این پژوهش ابتدا با مرور ادبیات تحقیق، اسناد بالادستی، انجام مصاحبه با نخبگان و نشست خبرگی مهم‌ترین مولفه‌ها و شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور را احصاء و با جمع‌آوری داده‌ها و روش معادلات ساختاری، چارچوب پیشنهادی از طریق پرسشنامه طراحی و برای جامعه آماری ۷۳ نفر به صورت هدفمند در دسترس تکمیل و مدل نهایی تحقیق ارائه شد. تجربه و تحلیل داده‌ها با بهره‌گیری از روش معادلات ساختاری و بر اساس یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مؤلفه مقاومت (با ضریب مسیر ۰/۶۸۴) بالاترین اثرگذاری بر بعد تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور دارد و بعد از آن به ترتیب مولفه ترمیم (با ضریب مسیر ۰/۴۷۳)، آمادگی (با ضریب مسیر ۰/۴۱۶) و پایداری (با ضریب مسیر ۰/۳۰۶) بیشترین تأثیر را دارند.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری، زیرساخت آب شرب، پدافند غیر عامل

^۱ دانشیار دانشگاه عالی دفاع ملی

^۲ استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر

^۳ دانشجوی دکتری مدیریت راهبردی پدافند غیر عامل دانشگاه عالی دفاع ملی (نویسنده و مسئول)

مقدمه

آب پایه اصلی خلقت موجودات زنده و مایه دوام حیات است و امکان توقف در مصرف آن وجود ندارد. به دلیل نقش محوری آب در زندگی کلیه موجودات است که نقش این عنصر حیاتی در قرآن کریم مورد تأیید و تأکید خداوند متعال قرار گرفته است و به آفرینش انسان از آب اشاره می‌شود: «وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلِّ شَيْءٍ حَيًّا» (انبیا/۳۰) هر چیز زنده‌ای را از آب پدید آوردیم.

افزایش رقابت های اقتصادی، رشد فزاینده جمعیت، نیاز روز افزون به مواد غذایی، مصرفی و انرژی و از طرفی توسعه شهرها و ابر شهرها، منابع حیاتی و زیست محیطی را مورد هجوم قرار داده و نسل آینده را با بحران های عظیم روبرو می‌کند. آب یکی از مهم ترین منابع حیاتی انسان و یکی از سه عنصر اصلی اکو سیستم می باشد که بیش از سایر منابع حیاتی با بحران جدی و کمبود روبرو است همچنین آب یکی از منابع مهم برای تکامل پیشرفت تبدیل و تغییر هر چیزی است در گذر زمان اکثر تمدن های بشری در اثر وجود منابع آبی در یک منطقه به وجود آمده اند و جنگ های بسیاری برای به دست آوردن اقلیم های دارای منابع آبی اتفاق افتاده است از جهتی آب شیرین قابل استفاده به گونه ای نامساوی و در کره زمین تقسیم شده است و دسترسی به آب به صورت نابرابر بین جوامع و گروه های مختلف وجود دارد (بشیری، ۱۴۰۰).

ایران با بارشی معادل یک سوم متوسط بارش دنیا و یک دوم متوسط بارش آسیا، در منطقه ای خشک و کم آب قرار دارد. به همین دلیل مسئله آب و منابع آبی در کشور ما، چنان مهم و استراتژیک است که ضرورت توجه بسیار جدی و راهبردی به آن را دوچندان ساخته است. رشد روزافزون جمعیت شهرها، افزایش سطح بهداشت عمومی، نیاز گسترده به محصولات غذایی، محدودیت منابع آب شهرها، آلودگی منابع آب، تثبیت قیمت ها، فرسودگی شبکه های تأمین و توزیع و سایر مواردی که بهره برداری از همین منابع اندک آب را نیز دچار چالش نموده و بر پیچیدگی مدیریت منابع آب در کشور افزوده است (محراییان، ۱۴۰۰).

بنابراین در شرایطی که زیرساخت های آب شرب کشور با فقدان الگو و برنامه جامع مدیریت راهبردی ارتقاء تاب آوری با رویکرد پدافند غیرعامل مواجه است می توان به احصاء و شناخت عوامل و الزامات تاب آوری پرداخته و ضرورت دستیابی به تاب آوری زیرساخت آب شرب با رویکرد پدافند غیرعامل پی برد.

در این پژوهش محقق در این اندیشه است که با درک مولفه‌های ارتقاء تاب‌آوری همانند حفظ آمادگی، افزایش توان مقاومت، پایداری و ترمیم زیرساخت‌ها و همچنین شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار در آن، تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور را مشخص و ترسیم نماید، لذا در این پژوهش بر آن هستیم که پاسخ مناسبی برای سؤال: تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور با رویکرد پدافند غیرعامل کدام است؟ بیابیم.

مبانی نظری

پیشینه‌شناسی:

لاتینین و همکاران^۱ (۲۰۲۰) در مقاله خود با عنوان "تاب‌آوری خدمات آبی شهری در قرن ۲۱ از طریق پیمایش ذینفعان و مشترکین در فنلاند"، هدف از این مطالعه تعیین اینکه چه نوع جنبه‌های نهادی باید توسعه یابد برای تقویت انعطاف‌پذیری و پایداری خدمات آب فنلاند. این مطالعه بر روی خدمات آب شهری فنلاند و تاب‌آوری آنها با بررسی دیدگاه ذینفعان در مورد ارزش و بهترین شیوه‌های خدمات آب جامعه انجام شده است و سعی در یافتن پاسخ سوالات زیر دارد:

۱. تاب‌آوری در مدیریت آب شهری چیست؟

۲. جنبه‌های حیاتی برای تامین خدمات آب کافی چیست؟

این مطالعه با روش توصیفی-تحلیلی از طریق بررسی ادبیات موضوع و ارسال پرسشنامه برای کارشناسان و ذینفعان کلیدی خدمات آب در بین وزارتخانه‌ها و موسسات خدمات آب شهری انجام پذیرفته است. در پاسخ به سوال بیان می‌دارند فناوری مناسب و کیفیت آب مناسب به تنهایی برای تاب‌آوری خدمات شهری کافی نیستند، بلکه آموزش و مدیریت نهادی موضوعات اساسی هستند. که این امر با یک سیستم آموزشی روشمند، ظرفیت‌سازی و حکمرانی خوب انجام می‌شود.

بولتز و همکاران^۲ (۲۰۱۹) در مقاله خود با عنوان "آب متغییر اصلی برای حل مسئله تاب-آوری در عصر جدید" در مجله امنیت آب، با روش توصیفی-تحلیلی به طرح سوال "موضوع چالش آینده بشریت در شهرها با محوریت گسترش شهرنشینی و مدرن شدن" می‌پردازد و بیان می‌کند اصلی‌ترین عامل محدود کننده برای آن موضوع آب است و سه ویژگی تحت عنوان کلی

1 Jyrki Laitinen et al.

2 Boltz et al.

پات^۱ شامل ظرفیت مقاومت، ظرفیت سازگاری و ظرفیت انتقال را برای سنجش و ارزیابی تاب-آوری سیستم‌ها پیشنهاد نموده‌اند.

یون سای وانگ و همکاران^۲ (۲۰۱۸) ویژگی‌های یک جامعه تاب‌آور شامل چند تابعیتی بودن، انعطاف‌پذیری، هوشمندی، مردم محوری، پیش‌بینی، مشارکت داشتن، در هم کنش داشتن و تنوع میان مؤلفه‌ها مورد توجه قرار داده‌اند.

- پال و سایرین^۳ (۲۰۱۴) ضمن شناسایی ویژگی‌های موثر بر تاب‌آوری سازمان‌ها در بحران‌های اقتصادی در کشور سوئد، آن‌ها را در سه دسته: دارایی‌ها (مالی، اجتماعی، دارایی‌های ناملموس)، رقابتی پویا (شامل: شاخص‌های انعطاف‌پذیری، افزونگی، استحکام، شبکه‌سازی) و فرهنگ و یادگیری (شامل: شاخص‌های خصوصیات رهبری و تصمیم‌گیری، احساس مشترک و جمعی و رفاه کارمندان) دسته‌بندی نمودند.

دفتر کابینه انگلستان^۴ (۲۰۱۱) تاب‌آوری یک زیرساخت حیاتی را به صورت توانایی برای "پیش‌بینی، جذب، انطباق و یا بازیابی سریع از یک حادثه مخرب تعریف می‌کند بر اساس تعریف دفتر کابینه، ویژگی‌های اصلی یک زیرساخت حیاتی تاب‌آور شامل: مقاومت، قابلیت اطمینان، افزونگی و پاسخ یا بازیابی هستند.

در پژوهش گیسون و ترنت^۵ (۲۰۱۰) چهار رویکرد راهبردی برای ایجاد تاب‌آوری در سازمان مورد استفاده قرار گرفته است که عبارتند از: مقاومت، قابل اطمینان بودن، افزونگی و انعطاف‌پذیری.

شورای مشورتی مشارکت زیرساخت‌های حیاتی امریکا^۶ (۲۰۰۹) فعالیت‌های تاب‌آوری را شامل: "پیشگیری، تشخیص، پاسخ و بهبودی" در نظر گرفته است.

برنئو و همکاران وی چهار ویژگی از تاب‌آوری را که می‌تواند به عنوان معیاری برای اقدام‌های سیستم‌ها مطرح گردد پیشنهاد می‌کند که به آن‌ها عنوان چهار آر ("the 4 R's") گفته می‌شود: (Bruneau, et al, 2003)

1 PAT (Persistence, Adaptability, Transformability).

2 Yun-cai Wang et al

3 Pal & et.al

4 Cabinet Office London, UK

5 Gibsonn & Tarrant

6Critical Infrastructure Partnership Advisory Council(CIPAC)

- نیرومندی (پابرجایی)^۱: قدرت و یا توانایی عناصر و سیستم‌ها از سایر واحدهای تحلیل برای ایستادگی در برابر سطح مفروض از فشار و یا تقاضا بدون ابتلا به نابودی و تنزل کارکردها
 - افزونگی^۲: یا امکان تعویض و جایگزینی گزینه‌های دیگر برای اعضاء و بخش‌های سیستم در زمان رخدادها (بخشی از آمادگی)
 - تدبیر و کاردانی^۳: توانایی تأمین منابع و اقدام‌ها برای کاهش یا واکنش به تهدیدها، وقایع و...
 - سرعت^۴: ظرفیت برای برآورد اولویت‌ها و دستیابی به اهداف در یک رفتار زمانی مطلوب و به-موقع به منظور کاهش تلفات و دوری از اختلال‌های آتی
- بشیری و همکاران در مقاله‌ای با عنوان "الگوی مفهومی تاب‌آوری در مدیریت بحران" با استفاده از روش تحلیل محتوی به مضامین مشترکی در ارزیابی تاب‌آوری جوامع شامل: ثبات، پاسخ، بازیابی، کاردانی، افزونگی، خطرپذیری و سازگاری رسیده‌اند. سوال اصلی این تحقیق عبارت است از اینکه «آیا تاب‌آوری با توجه به مضامین خود می‌تواند الگوی سنجشی مناسبی را در مدیریت بحران جوامع ارائه دهد؟» در نتیجه هدف این تحقیق این است تا «با یک روش مناسب، تعاریف، مفاهیم و نظریه‌های تاب‌آوری را با لحاظ نمودن سیر تحول و تکوین آن‌ها به لحاظ مضمونی تحلیل نموده تا ضمن پاسخ به سوالات مذکور، یک الگوی مناسب جهت ارزیابی تاب‌آوری در مدیریت بحران جوامع، تبیین گردد» (بشیری و همکاران، ۱۴۰۰).
- نکویی و همکاران در کتاب "امنیت و تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی" در بخش «روش آنالیز تاب‌آوری زیرساخت‌ها» ضمن ارائه روش ارزیابی تاب‌آوری زیرساخت (IRAM^۵) ویژگی‌های زیر را برای افزایش تاب‌آوری مطرح نموده‌اند: (نکویی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۲۴)
- ظرفیت جذب^۶: به معنای درجه‌ای است که در آن سیستم می‌تواند به‌طور خودکار در برابر اثرات اختلالات، جذب و یا مقاومت انجام دهد و با صرف کمترین تلاش و انرژی پیامدها را به حداقل برساند.

1- Robustness

2- Redundancy

3- Resourcefulness

4- Rapidity

5 Infrastructure Resilience Assessment Methodology

6- Absorptive

- ظرفیت تطبیق^۱: مرتبه‌ای است که در آن سیستم قادر به سازمان‌دهی خود و استفاده از شیوه‌های عملی غیراستاندارد در تلاش برای غلبه بر اثرات اختلال (حفظ تعادل) باشد.
- ظرفیت بازسازی^۲: توانایی سیستم برای تعمیر آسان و مؤثر است.

دشتی و همکاران در کتاب "تاب‌آوری در سیستم‌های توزیع برق" و در فصل اول با موضوع «مشخصه‌های تاب‌آوری» ساختاری را برای تاب‌آوری سیستم‌های توزیع برق پیشنهاد کرده‌اند که دارای ویژگی‌هایی شامل: استقامت، بازیابی سریع و انطباق‌پذیری می‌باشد (دشتی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۶).

از نظر چاروسائی در کتاب "تاب‌آوری شهری" فصل اول به ویژگی‌های تاب‌آوری شامل: توانایی تغییر شکل دادن و توانایی یک سیستم برای سازماندهی مجدد در یک سیستم جدید اشاره نموده است. یعنی زمانی که این سیستم نتواند در شکل موجود مقابله کند (چاروسائی، ۱۳۹۷: ۲۹).

با توجه به تحقیقات انجام شده، منابعی که به نوعی از لحاظ موضوع و یا روش با این پژوهش مرتبط بود و در مطالعات اکتشافی یافت شد، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و نسبت به ابعاد و جوانب موضوع و برخی از مفاهیم، سابقه، الگوها و مطالب مرتبط با تاب‌آوری و پدافند غیرعامل و نیز روش‌شناسی تحقیق آگاهی حاصل گردید که در تأمین بخشی از نیازمندی‌های نظری و مطالعاتی پژوهش مؤثر است. با اینکه منابع مورد مطالعه و پیشینه‌ها از آن نظر که از جهت کسب اطلاعات و افزایش حوزه آگاهی محقق مؤثر بوده است، اما با توجه موضوع پژوهش، برای اینکه بتوان ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های موردنظر را استخراج و با انجام فرایند تحقیق تبدیل به الگو نمود، کافی نبوده و آن را پوشش نمی‌دهد و بنابراین محقق با انجام این پژوهش نسبت به ارائه تعریف جدید با رویکرد بومی سازی مفهوم تاب‌آوری و تعیین ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب را به عنوان «تاب‌آوری» به آن پرداخته است.

مفهوم شناسی:

پدافند غیرعامل: مجمع تشخیص مصلحت نظام در راستای تدوین سیاست‌های کلی پدافند غیرعامل کشور (۱۳۸۹)، پدافند غیرعامل را به این گونه تعریف نموده است: "مجموعه اقدام‌های غیر مسلحانه‌ای که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدها و اقدامات نظامی دشمن می‌شود".

1- Adaptive

2- Restorative

انتظار مقام معظم رهبری (حفظ الله) از مفهوم پدافند غیرعامل به نوعی مصونیت بخشی به کشور در برابر تهدیدات می‌باشد. معظم له در تعریف خود از مصونیت بخشی، بر بی‌اثر کردن تهدیدات بر کشور تاکید می‌فرمایند. از نظر ایشان این امر (مصونیت بخشی) بایستی در کالبد کشور، جامعه و دستگاه‌ها اتفاق بیفتد (سند راهبردی پدافند زیستی کشور-۱۳۹۲).

بنابراین اصلی‌ترین رسالت پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های آب شرب عبارت است از: کاهش آسیب‌پذیری، ایمن‌سازی و توسعه پایدار و استمرار آبرسانی سالم در هر شرایط (سند راهبردی پدافند غیرعامل صنعت آب، ۱۴۰۰).

تاب‌آوری: واژه تاب‌آوری^۱ به معنای بازگشت به شرایط پیشین گرفته شده است. مفهوم تاب‌آوری در دهه ۱۹۷۰، توسط هولینگ^۲ با انتشار مقاله‌ای با عنوان تاب‌آوری و مقاومت سیستم‌های اکولوژیکی (۱۹۷۳) مطرح شد. وی تاب‌آوری در یک اکوسیستم را معیاری از توانایی اکوسیستم برای جذب تغییرات با حفظ مقاومت قبلی بیان کرد (رضایی، ۱۳۹۲). در واقع برای اولین بار بوم‌شناسان مفهوم کلی آن را بیش از ۳۰ سال قبل پذیرفتند، از آن زمان به بعد، این واژه برای مورد بلایای کوتاه مدت و پدیده‌های بلند مدت مانند تغییرات آب و هوا مورد استفاده قرار گرفت. در فرهنگ لغت آکسفورد^۳، توانایی ماده یا شی در بازگشت به حالت اولیه (یک تعریف مهندسی) و ظرفیت بازیابی سریع افراد در مواجهه با مشکلات (تعریفی بر گرفته از روانشناسی) معنی شده که هم‌خانواده با انعطاف‌پذیری، سازگاری، مقاومت، پایداری، سختی و دوام نیز معرفی شده است. در تحقیقات محققان داخل کشور تعاریفی همچون موارد زیر مد نظر قرار گرفته است:

- توانایی سیستم در جذب فشارها یا نیروهای ویرانگر به وسیله پایداری و سازگاری، ظرفیت اداره، حفظ ساختارها و عملکردهای اساسی و ویژه در طی سوانح و ظرفیت بازیابی «برگشت به حالت تعادل» پس از یک سانحه (رضایی و همکاران، ۱۳۹۵)
- فرایندی برای مواجهه با اختلالات، غافل‌گیری و تغییرات و برنامه‌ریزی برای کاهش مخاطرات به سمت ارتقای ظرفیت تحمل و پایداری (چاروسایی، ۱۳۹۷: ۱).
- توانایی کاهش بزرگی و یا مدت زمان رویدادهای مخرب از طریق پیش‌بینی، جذب، سازگاری و یا بهبودی سریع از رویدادهای بالقوه مخرب (بهرام پور، ۱۳۹۸: ۲۵).

1 Resilio

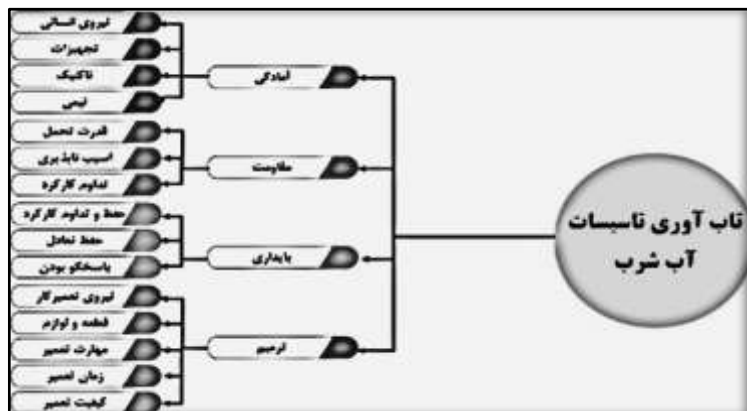
2 C.S.Holling

3 Resilience

زیرساخت‌های آب شرب: شامل مجموعه‌ی مراکز، تاسیسات و تجهیزاتی است که موجب دسترسی راحت شهروندان و بخش‌های مختلف صنعت و خدمات را به آب فراهم می‌کند. عناصر اصلی این زیرساخت عبارتند از: زیرساخت‌های تأمین آب، تصفیه آب، انتقال آب، ذخیره آب و توزیع آب (حصاری زنوزی، ۱۳۸۹: ۳۳).

چارچوب مفهومی:

چارچوب مفهومی پژوهش، یک الگوی مفهومی است که در آن روابط نظری میان شماری از عوامل که در مسئله پژوهش با اهمیت تشخیص داده شده است، به تصویر کشیده می‌شود. به استناد مطالعات انجام شده و بررسی مجموعه فرضیات، رویکردها و نظرات پیرامون موضوع تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب و انجام مطالعات محیطی و دریافت نظرات خبرگان، کارشناسان و صاحب‌نظران و همچنین برگزاری چندین نشست خبرگی در مورد موضوع تحقیق، محقق به این نتیجه رسیده است که برای دستیابی به الگوی تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور، مدل مفهومی شکل گرفته شده در قالب چارچوب مفهومی تحقیق شامل ۴ مؤلفه و ۱۵ شاخص ملاک عمل قرار گیرد که بر اساس این مولفه‌ها و شاخص‌ها در شکل ۱ مدل مفهومی طراحی گردید.



شکل ۱: مدل مفهومی تحقیق

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش از منظر هدف، کاربردی- توسعه‌ای و از حیث گردآوری اطلاعات از آنجایی که این تحقیق در پی کشف و ارائه تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور است؛ بنابراین برای

احصای مؤلفه‌ها و شاخص‌های این پژوهش از روش توصیفی-تحلیلی استفاده گردید. جامعه آماری این پژوهش از بین صاحب‌نظران صنعت آب و متخصصان مرتبط شامل: وزیر، معاون وزیر، مدیران عامل، مدیران دفاتر تخصصی بحران، فرماندهان لشکری و کشوری، و اساتید دانشگاهی که دارای ویژگی‌های شامل: مسئولیت شغلی در حد وزیر، معاون وزیر که سابقه حضور در وزارت نیرو داشته باشند- مدیران کل، مدیران عامل، معاونین، و مدیران دفاتر تخصصی حوزه‌های بحران و پدافند غیرعامل- اعضاء هیئت علمی دانشگاه‌ها که با مسائل حوزه آب، پدافند غیرعامل و موضوع رساله‌آشنایی داشته باشند- فرماندهان و مسئولینی که دارای تخصص و مهارت کافی برای شناسایی و ارزیابی تهدیدات حوزه آب شرب کشور با رویکرد پدافند غیرعامل داشته باشند، انتخاب شدند. لذا حجم جامعه آماری در حدود ۱۵۰ نفر برآورد می‌گردد و با استفاده از فرمول کوکران:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} \quad \text{که در آن } n_0 = \frac{Z^2 pq}{d^2} \quad (\text{رابطه ۱})$$

با فرض N به عنوان حجم نمونه جامعه آماری (۱۵۰ نفر)، Z (برای قابلیت ۹۵٪) و d (درصد خطای قابل تحمل برابر ۰/۰۸)، n به عنوان حجم نمونه آماری برابر تعداد ۷۵ نفر محاسبه و انتخاب گردید. از مجموعه پرسشنامه‌های توزیع شده تعداد ۷۳ عدد پرسشنامه تکمیل و دریافت شد که میزان بازگشت پرسشنامه در وضع بسیار مطلوب قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های تحقیق

جهت سنجش روایی ابزار اندازه‌گیری این پژوهش، با استفاده از نظرات و دیدگاههای ۸ نفر از اساتید و متخصصان صنعت آب کشور و خبرگان (نظامی و غیرنظامی) به عنوان جامعه آماری خبرگی شامل: معاونین وزیر، مدیران عامل، اساتید دانشگاه و فرماندهان ارشد نظامی حوزه‌های مرتبط که دارای حداقل ۲۰ سال سابقه خدمت در صنعت آب و اساتید دانشگاه‌های مرتبط و یا در جایگاه مشابه در نیروهای نظامی و امنیتی باشند پرسشنامه توزیع گردید تا سودمند بودن سوالات هر گویه را مورد ارزیابی قرار دهند که با استفاده از فرمول شاخص روایی محتوایی^۱:

$$CVR : \left(N_E - \frac{N}{2} \right) / \frac{N}{2} \quad (\text{رابطه ۲})$$

N_E : تعداد خبرگانی که گفته اند سودمند است

N : تعداد کل خبرگان

روایی ۰/۷۸ برای تمامی گویه‌های تحقیق بدست آمد که بالاتر از ضریب ۰/۶۲ بوده و از نگاه

جامعه آماری تحقیق برای پاسخ به سوالات تحقیق (شاخص) روا و جایز دانسته شده‌اند. در این پژوهش برای پی بردن به پایداری پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ^۱ استفاده شد. ضریب آلفای کرونباخ یک نوع ضریب پایداری است که نشان می‌دهد چگونه اجزای یک مجموعه به نحو

$$\left(\begin{array}{c} \text{رابطه} \\ ۳ \end{array} \right) r_{\alpha} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_M^2}{\sum S_t^2} \right]$$

مناسب به یکدیگر همبسته شده‌اند. به‌طور کلی مقدار آلفای بیشتر از ۰/۷ نشان پایای خوب است.

K: تعداد سوال‌های پرسش‌نامه

S_M^2 : واریانس پاسخ همه آزمودنی‌ها به سؤال M ام

S_t^2 : واریانس جمع نمره‌های هر پاسخ‌گو

در پژوهش حاضر مقادیر معیار مزبور برای هر کدام از مولفه‌ها در جدول شماره ۱ محاسبه شده است:

جدول ۱: پایداری پرسشنامه تحقیق

ضریب آلفای کرونباخ	متغیر	
۰/۸۹۸	آمادگی	تاب‌آوری
۰/۷۸۹	مقاومت	
۰/۷۸۷	پایداری	
۰/۹۱۸	ترمیم	

تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های تحقیق

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو بخش:

۱- **آمار توصیفی:** در این بخش به ویژگی‌های جامعه نمونه پرداخته شد که در جدول ۲ توزیع فراوانی نمونه آماری بر اساس میزان تحصیلات، درصد فراوانی و درصد تجمعی بیان شده است.

جدول ۲: تحصیلات پاسخ‌دهندگان.

سطح تحصیلات	فراوانی	درصد فراوانی	درصد معتبر	درصد تجمعی
کارشناسی ارشد	۲۹	۴۰/۳	۴۰/۳	۴۰/۳
دکتری	۴۳	۵۹/۷	۵۹/۷	۵۹/۷
مجموع	۷۲	۱۰۰	۱۰۰	

1 Cronbach's alpha coefficients

۲- آمار توصیفی: در این بخش با استفاده از اسناد بالادستی، مطالعه وسیع منابع کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی، محقق با برگزاری جلسات خبرگی تعداد چهار مولفه اصلی و ۱۵ شاخص برای بعد تاب‌آوری این تحقیق انتخاب شد که پس از اجرای داده‌های حاصل از پرسشنامه‌های توزیع شده بین جامعه آماری در نرم‌افزار معادلات ساختاری (اسمارت پی ال اس)، نتایج به شرح ذیل مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۳: ضرایب T مولفه‌های بعد تاب‌آوری تحقیق

تفسیر	ضریب T	مولفه
مناسب	۲۴/۴۶۸	آمادگی -> تاب‌آوری
مناسب	۱۴/۹۷۱	مقاومت -> تاب‌آوری
مناسب	۲۱/۵۵۰	پایداری -> تاب‌آوری
مناسب	۲۰/۰۲۸	ترمیم -> تاب‌آوری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده و خروجی مدل اولیه ضرایب استاندارد نرم افزار (بارهای عاملی بالای ۰/۶۵) ضرایب مسیر بررسی و در مدل ثانویه معناداری ضرایب از طریق آزمون T-value بررسی می‌شوند. مقدار آزمون T با ضریب ۹۵٪ و خطای ۵٪ سطح معناداری برای مولفه‌ها و شاخص‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد و در صورتی که مقدار عددی حاصل بین ۱/۹۶+ تا ۱/۹۶- نباشد، نشان‌دهنده تاثیر موثر آن مولفه یا شاخص بر موضوع تحقیق می‌باشد. بنابراین مقدار آزمون T جدول فوق در بعد تاب‌آوری چهار مولفه (آمادگی، مقاومت، پایداری و ترمیم) نشان می‌دهد این مولفه‌ها با ضریب اطمینان ۹۵ درصد در تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور نقش آفرینی دارند. همچنین از دیدگاه جامعه آماری تحقیق ضریب T مولفه‌های بعد تاب‌آوری چون در بازه مقداری ۱/۹۶+ تا ۱/۹۶- قرار ندارد مورد تایید قرار گرفت.

جدول ۴: ضرایب T شاخص‌های بعد تاب‌آوری تحقیق

تفسیر	ضریب T	معرف	مولفه: آمادگی
مناسب	۲۴/۲۵۵	Q1	نیروی انسانی
مناسب	۲۹/۰۳۰	Q2	تجهیزات
مناسب	۱۹/۱۵۰	Q3	تاکتیک
مناسب	۲۱/۳۵۰	Q4	تیمی (جمعی)
تفسیر	ضریب T	معرف	مولفه: مقاومت

مناسب	۱۹/۹۰۹	Q1	قدرت تحمل
مناسب	۱۶/۰۰۳	Q2	آسیب‌ناپذیری
مناسب	۱۸/۹۲۸	Q3	تداوم کارکرد (بر مبنای استحکام)
تفسیر	ضریب T	معرف	مولفه: پایداری
مناسب	۲۲/۰۵۵	Q1	حفظ و تداوم کارکرد (به منظور پایداری سیستم)
مناسب	۳۰/۹۷۱	Q2	حفظ تعادل
مناسب	۱۱/۵۱۶	Q3	پاسخگو بودن
تفسیر	ضریب T	معرف	مولفه: ترمیم
مناسب	۲۷/۷۴۳	Q1	نیروی تعمیرکار
مناسب	۲۷/۰۷۶	Q2	قطعه و لوازم
مناسب	۱۸/۱۶۱	Q3	مهارت تعمیر
مناسب	۱۹/۷۱۲	Q4	زمان تعمیر
مناسب	۲۶/۸۷۲	Q5	کیفیت تعمیر

مقدار آزمون T در جدول بعد تاب‌آوری فوق نشان می‌دهد:

مولفه آمادگی با چهار عامل (نیروی انسانی، تجهیزات، تاکتیک و تیمی) با ضریب اطمینان ۹۵ درصد در تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور نقش آفرینی دارند. مولفه مقاومت با سه عامل (قدرت تحمل، آسیب‌ناپذیری و تداوم کارکرد) با ضریب اطمینان ۹۵ درصد در تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور نقش آفرینی دارند. مولفه پایداری با سه عامل (حفظ و تداوم کارکرد، تعادل و پاسخگو بودن) با ضریب اطمینان ۹۵ درصد در تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور نقش آفرینی دارند. مولفه ترمیم با پنج عامل (نیروی تعمیرکار، قطعه و لوازم، مهارت تعمیر، زمان تعمیر و کیفیت تعمیر) با ضریب اطمینان ۹۵ درصد در تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور نقش آفرینی دارند. همچنین از دیدگاه جامعه آماری تحقیق، ضریب T شاخص‌های بعد تاب‌آوری چون در بازه مقداری $+1/96$ تا $-1/96$ قرار ندارد مورد تایید قرار گرفت.

آمار استنباطی

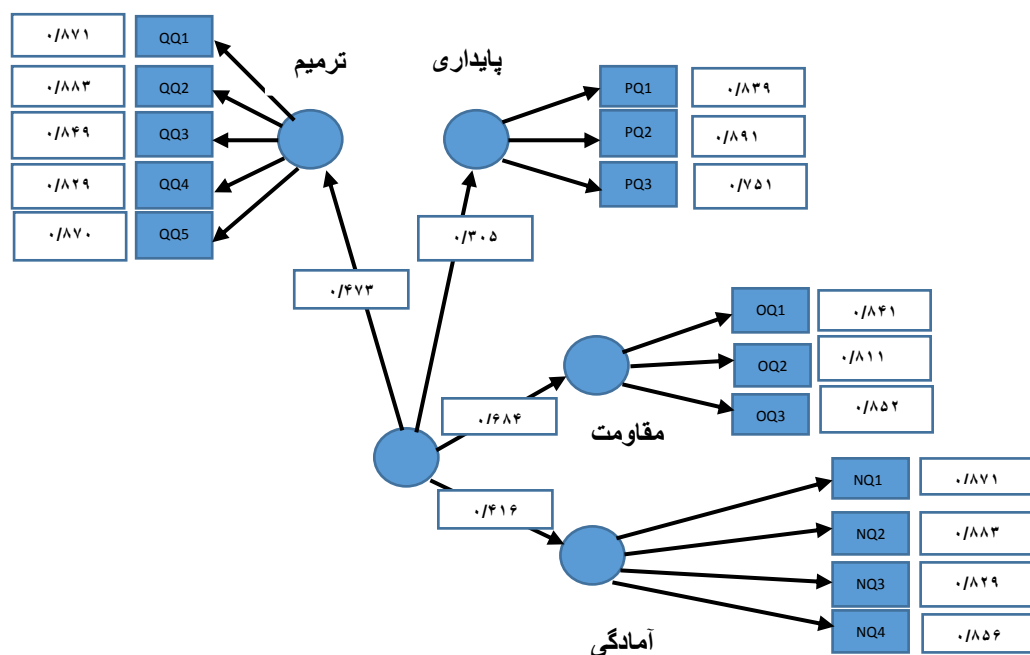
برازش مدل اندازه‌گیری

مدل اندازه‌گیری مدلی است که در آن روابط بین متغیرهای مشاهده‌پذیر و مکنون مورد توجه قرار گرفته و اندازه‌گیری می‌شود. در این بخش به بررسی کلیه تست‌های مربوط به مدل اندازه‌گیری

در نرم‌افزار PLS پرداخته و آن‌ها مورد تحلیل قرار گرفتند. برای بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری، معیارهای زیر استفاده شده است:

الف) آزمون‌های پایایی مدل: برای بررسی پایایی مدل انجام آزمون همگن بودن و اندازه‌گیری معیارهای ضرایب بارهای عاملی، آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی به شرح زیر محاسبه شدند.

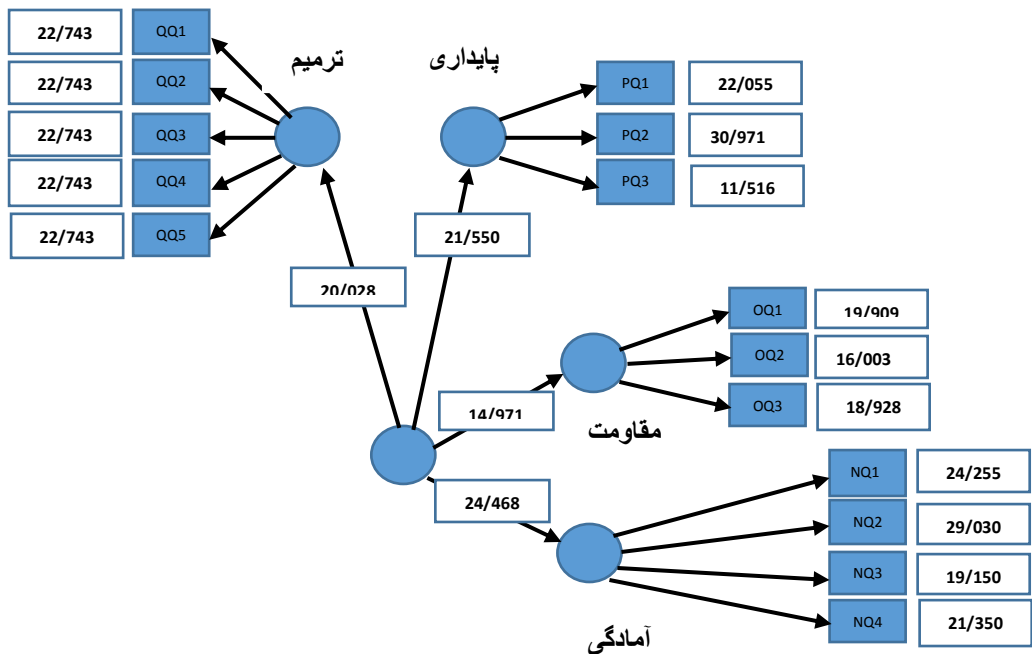
سنجش بارهای عاملی: پایایی هر یک از گویه‌ها به مقدار بارهای عاملی هر یک از متغیرهای مشاهده شده اشاره دارد و برای مشخص کردن این‌که شاخص‌های اندازه‌گیری تا چه اندازه برای سنجش متغیرهای پنهان قابل قبول‌اند، مورد استفاده قرار گرفته و حداقل مقدار قابل قبول ۰/۳ و بارهای عاملی ۰/۴ سطح معناداری متوسط را نشان می‌دهد. در تحلیل‌های عاملی تأییدی، مقادیر بارهای عاملی بالاتر از ۰/۵ نشانگر سطح معناداری قوی و همبستگی زیاد بین متغیرهای مشاهده‌شده و عامل بوده و نیز بیانگر آن است که سازه خوب تعریف شده است. (شکل ۲)



شکل ۲: مدل در حالت تخمین ضرایب استاندارد

لذا بنا بر شکل ۲ می‌توان نظرات صاحب‌نظران این تحقیق را چنین تحلیل نمود که:

- ۱- تمامی مؤلفه‌ها و شاخص‌ها دارای همگرایی مؤثر و معنادار با بعد تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور می‌باشند.
- ۲- مؤلفه مقاومت (با ضریب مسیر ۰/۶۴۸) بالاترین اثرگذاری بر بعد تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور دارد و بعد از آن به ترتیب مؤلفه ترمیم (با ضریب مسیر ۰/۴۷۳)، آمادگی (با ضریب مسیر ۰/۴۱۶) و پایداری (با ضریب مسیر ۰/۳۰۶) بیشترین تاثیر را دارند.



شکل ۳: مدل در حالت معناداری ضرایب

شکل ۳ بیانگر سطح معناداری کلیه داده‌ها با ضریب اطمینان ۰/۹۹ درصد بر بعد تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور می‌باشد. همچنین شکل بالا بیانگر آن است که شاخص حفظ تعادل مؤلفه پایداری، شاخص نیروی تعمیرکار مؤلفه ترمیم، شاخص قطعه و لوازم مؤلفه ترمیم به ترتیب بیش از سایر عوامل بر بعد تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور اثرگذاری دارند.

آزمون همگن بودن: این آزمون کلید ورود به آزمون‌های دیگر است. به عبارت دیگر اگر نتایج این آزمون درست نباشد حتماً آزمون‌های دیگر نیز دچار اختلال خواهند شد؛ اما منظور از همگن بودن یا هم‌جنس بودن یعنی سؤالات یک مجموعه همان یک متغیر باید از یک جنس و حول یک محور

باشد. بنابراین در نرم‌افزارهای واریانس محور بر اساس بارهای عاملی روشی مشخص و دارای نقطه برش برای آن در نظر گرفته شده است. مطابق با نظر هیر^۱ ۲۰۱۷ و هنسler^۲ ۲۰۰۹ اگر لانداه (بارهای عاملی) بالای ۰/۷ باشد، سؤالات آن متغیر همگن و از یک جنس می‌باشد و در صورتی که سؤالی مقدار معین را نداشت باید از مدل حذف شود. به این فرایند تحلیل عامل تأییدی گفته می‌شود. تا مطمئن شود سؤالات یک متغیر دقیقاً همان متغیر را می‌سنجد و هم‌جنس با همان مجموعه است. با توجه به نظر هیر اگر بارهای عاملی بسیار نزدیک به ۰/۷ بود یعنی بالا ۰/۶۵ در صورتی که آزمون‌های بعدی را دچار مشکل نکند می‌تواند در مدل باقی بماند.

جدول ۵: بارهای عاملی بعد از اجرای آزمون همگن

ترمیم	پایداری	مقاومت	آمادگی	شاخص
			۰/۸۷۱	NQ1
			۰/۸۸۳	NQ2
			۰/۸۲۹	NQ3
			۰/۸۵۶	NQ4
		۰/۸۴۱		OQ1
		۰/۸۱۱		OQ2
		۰/۸۵۲		OQ3
	۰/۸۳۹			PQ1
	۰/۸۹۱			PQ2
	۰/۷۵۱			PQ3
۰/۸۷۱				QQ1
۰/۸۸۳				QQ2
۰/۸۴۹				QQ3
۰/۸۲۹				QQ4
۰/۸۷۰				QQ5

آزمون‌های پایایی مدل: به معنای تکرارپذیری نتایج در نمونه‌ای دیگر از همان جامعه است.

1 Hair

2 Henseler

جدول ۶: ضرایب آلفای کرونباخ متغیرهای پژوهش

متغیرها	آلفای کرونباخ ^۱	پایایی ترکیبی ^۲	اشتراکی ^۳ پایایی
تاب‌آوری	۰/۹۵۳	۰/۹۵۹	۰/۶۰۸
آمادگی	۰/۸۸۲	۰/۹۱۹	۰/۷۳۹
مقاومت	۰/۷۸۲	۰/۸۷۳	۰/۶۹۷
پایداری	۰/۷۷۱	۰/۸۶۸	۰/۶۸۷
ترمیم	۰/۹۱۳	۰/۹۳۵	۰/۷۴۱

- **آزمون آلفای کرونباخ:** یعنی همبستگی سؤالات یک متغیر (خارج از مدل) است. آلفا اصلاً کاری با مدل ندارد و مقدار آلفا باید بزرگ‌تر از ۰/۷ باشد. خوشبختانه کلیه ضرایب آلفای کرونباخ برای متغیرهای تحقیق بالای ۰/۷ است، بنابراین پایایی مدل بر اساس ضریب آلفای کرونباخ تأیید می‌شود.
 - **آزمون پایایی ترکیبی (CR):** مطابق با نظر هنسلر ۲۰۰۹ پایایی ترکیبی به معنای همبستگی سؤالات یک متغیر (داخل مدل) باید بالا ۰/۷ باشد. خوشبختانه کلیه ضرایب پایایی ترکیبی برای متغیرهای پژوهش بالا ۰/۷ است و پایایی مدل بر اساس این آزمون نیز تأیید می‌شود.
 - **آزمون پایایی اشتراکی (AVE):** آزمون پایایی اشتراکی به همبستگی سؤالات نمی‌پردازد بلکه اثبات می‌کند که آیا هر سؤال به‌صورت مجزا چقدر در تحقیقات دیگر تعمیم‌پذیری دارد و نتایج خود را تکرار می‌کند. میانگین پایایی اشتراکی باید بزرگ‌تر از ۰/۵ باشد. خوشبختانه برای همه متغیرها میانگین شاخص‌های اشتراکی سؤالات بالای ۰/۵ است بنابراین پایایی بر اساس این آزمون تأیید می‌شود.
- جمع‌بندی:** بر اساس سه آزمون آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و پایایی اشتراکی، پایایی مدل تأیید می‌گردد؛ بنابراین می‌توانیم روی مدل را بررسی کنیم.

(ب) آزمون‌های روایی مدل (روایی سازه)

روایی یعنی شاخص (سؤال) های اندازه‌گیری همان چیزی را بسنجند که در ابتدای تحقیق بنای سنجیدن آن را داشتند.

آزمون میانگین واریانس استخراجی یا (AVE): این آزمون یکی از آزمون‌های اصلی روایی همگرا است که همبستگی و همگرایی سؤالات یک متغیر را در مدل بیرونی نشان می‌دهد پایایی ترکیبی باید

1- Cronbach's Alpha

2- Composite Reliability

3- Average Variance Extracted (AVE)

بزرگ‌تر از ۰,۵ باشد مطابق با نظر هنسلر ۲۰۰۹ باید تک‌تک ضرایب پایایی ترکیبی از AVE متناظرشان بزرگ‌تر باشند.

جدول ۷- مقایسه پایایی ترکیبی و شاخص میانگین واریانس استخراجی

متغیرها	پایایی ترکیبی	پایایی اشتراکی
تاب‌آوری	۰/۹۵۹	۰/۶۰۸
آمادگی	۰/۹۱۹	۰/۷۳۹
پایداری	۰/۸۶۸	۰/۶۸۷
ترمیم	۰/۹۳۵	۰/۷۴۱

آزمون کیفیت مدل اندازه‌گیری: کیفیت مدل اندازه‌گیری یعنی آیا سؤالات یا شاخص‌های اندازه‌گیری کننده، کیفیت مناسبی برای اندازه‌گیری متغیرهای خود در قالب یک مدل اندازه‌گیری یا مدل بیرونی دارند یا خیر؟ $Cv\ com$ با سه مقدار مقایسه می‌شود: (۰/۰۲/ضعیف، ۰/۱۵/متوسط، ۰/۳۵/قوی)

جدول ۸- آزمون کیفیت مدل اندازه‌گیری

متغیرها	Cv com	
تاب‌آوری	۰/۵۱۸	قوی

خوشبختانه کلیه مقادیر $Cv\ com$ از ۰/۳۵ بیشتر می‌باشد. بنابراین کیفیت مدل اندازه‌گیری برای تمامی متغیرها بسیار قوی می‌باشد

آزمون‌های مدل ساختاری: مدلی است که روابط بین متغیرهای پنهان را بررسی می‌کند در حقیقت فرضیات ما در این مدل بررسی می‌شود در PLS وقتی فرضیه‌ای معنی‌دار شد نمی‌توان گفت که آن فرضیه رد یا تأیید شده است بلکه به خاطر ذات پیش‌بینی کننده PLS این نرم‌افزار تنها می‌تواند پیش‌بینی کند در یک نمونه بزرگ‌تر از همان جامعه فرضیه رد یا تأیید شود. با نگاه به ضرایب T در جدول ۹ کلیه مولفه‌ها از بازه مقداری ۱/۹۶ بالاتر می‌باشند و نشان می‌دهد که معنادار بوده و مورد تأیید جامعه خبرگی و صاحب‌نظران قرار دارند.

جدول ۹- آزمون‌های مدل ساختاری

	ضریب مسیر (بتا)	T.value	P.value
آمادگی	۰/۳۱۶	۲۴/۴۶۸	۰/۰۰۴
مقاومت	۰/۴۰۲	۱۴/۹۷۱	۰/۰۰۰
پایداری	۰/۲۰۵	۲۱/۵۵۰	۰/۰۰۰
ترمیم	۰/۳۷۳	۲۰/۰۲۸	۰/۰۰۰

نتیجه‌گیری و پیشنهاد:

الف- نتیجه‌گیری: در پاسخ به سوال اصلی تحقیق یعنی "تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور با رویکرد پدافند غیرعامل کدام است؟" با توجه به چارچوب مفهومی تحقیق و نتایج

حاصل از خروجی مدل (شکل ۲) می توان نتیجه گرفت که کلیه مولفه ها و شاخص ها مورد تایید قرار گرفته اند و به ترتیب مولفه مقاومت با ضریب مسیر (۰/۶۸۴)، ترمیم با ضریب مسیر (۰/۴۷۳)، آمادگی با ضریب مسیر (۰/۴۱۶) و پایداری با ضریب مسیر (۰/۳۰۵) روی بعد تاب آوری تاثیر گذار هستند.

مولفه اول: مقاومت (به منظور حفظ قدرت تحمل و ایستادگی در برابر تهدیدات و مخاطرات برای تداوم خدمات رسانی و حفظ آسیب ناپذیری)

این مولفه توسط ۳ شاخص سنجیده شده که از نگاه جامعه آماری شاخص های مورد قبول

این مولفه به ترتیب عبارتند از:

- ✓ شاخص تداوم کارکرد (با ضریب مسیر ۰/۸۵۲)
- ✓ شاخص قدرت تحمل (با ضریب مسیر ۰/۸۴۱)
- ✓ شاخص آسیب ناپذیری (با ضریب مسیر ۰/۸۱۱)

مولفه دوم: ترمیم (به منظور تامین نیروی کار مناسب و با مهارت به همراه تامین قطعات و لوازم مورد نیاز در زمان شرایط اضطراری برای تعمیر و بازسازی در حداقل زمان ممکن و با کیفیت مناسب)

این مولفه توسط ۵ شاخص سنجیده شده که از نگاه جامعه آماری شاخص های مورد قبول

این مولفه به ترتیب عبارتند از:

- ✓ شاخص قطعه و لوازم (با ضریب مسیر ۰/۸۸۳)
- ✓ شاخص نیروی تعمیرکار (با ضریب مسیر ۰/۸۷۱)
- ✓ شاخص کیفیت تعمیر (با ضریب مسیر ۰/۸۷۰)
- ✓ شاخص مهارت تعمیر (با ضریب مسیر ۰/۸۴۹)
- ✓ شاخص زمان تعمیر (با ضریب مسیر ۰/۸۲۹)

مولفه سوم: آمادگی (به منظور تامین اکیپ های عملیاتی (نیروی انسانی) مجهز (به همراه

تجهیزات) و سازماندهی شده (تاکتیک) و متخصص در کار تیمی)

این مولفه توسط ۴ شاخص سنجیده شده که از نگاه جامعه آماری شاخص های مورد قبول

این مولفه به ترتیب عبارتند از:

- ✓ شاخص تجهیزات (با ضریب مسیر ۰/۸۸۳)
- ✓ شاخص نیروی انسانی (با ضریب مسیر ۰/۸۷۱)
- ✓ شاخص تیمی (جمععی) (با ضریب مسیر ۰/۸۵۶)
- ✓ شاخص تاکتیک (با ضریب مسیر ۰/۸۲۹)

مولفه چهارم: پایداری (به منظور حفظ تعادل و تداوم کارکرد و پاسخگویی به موقع با مصرف کننده)

این مولفه توسط ۳ شاخص سنجیده شده که از نگاه جامعه آماری شاخص‌های مورد قبول این مولفه به ترتیب عبارتند از:

- ✓ شاخص حفظ تعادل (با ضریب مسیر ۰/۸۹۱)
- ✓ شاخص حفظ و تداوم کارکرد (با ضریب مسیر ۰/۸۳۹)
- ✓ شاخص پاسخگو بودن (با ضریب مسیر ۰/۷۵۱)

بنابراین از آنجائیکه آب پایه اصلی خلقت موجودات زنده و مایه دوام حیات است و امکان توقف در مصرف آن وجود ندارد. زیرساخت‌های آبی کشور به‌عنوان یک زیرساخت حیاتی و حساس، نقشی بسیار مهم در زندگی روزمره‌ی جامعه ایفاء می‌کنند. ایجاد اختلال و یا حذف کارکرد این زیرساخت‌ها یکی از اهداف دشمن بوده و اساساً علی‌رغم تناقض با عهدنامه‌های بین‌المللی، کشورهای پیشرفته و قدرت‌های استعمارگر و سلطه‌جو دریافته‌اند که با حمله به عناصر حیاتی و حساس زیرساختی یک کشور، مانند زیرساخت‌های آب شرب، می‌توانند به‌طور چشم‌گیری توانایی استمرار خدمات کشور هدف را از بین ببرند. وجود چنین تهدیدی در کنار مخاطرات طبیعی نظیر زلزله، سیل، تغییر اقلیم و... ضرورت حصول اطمینان از کارکرد مناسب زیرساخت آب شرب را در راستای کمینه‌سازی آسیب‌پذیری آن‌ها از طریق به‌کارگیری مولفه‌های تاب‌آوری، کاملاً آشکار می‌سازد.

با توجه به اسناد بالادستی، منابع کتابخانه‌ای و نتایج نشست خبرگی با استفاده از تعیین مولفه تحقیق، تعریف زیر به عنوان تعریف بومی تاب‌آوری (حاصل از این پژوهش) ارائه می‌گردد:

تاب‌آوری عبارت است از توانایی تطبیق با شرایط و آمادگی، مقاومت، پایداری و بازیابی (ترمیم) سریع پس از اختلال ایجاد شده ناشی از تهدیدات یا مخاطرات موثر بر زیرساخت‌های حیاتی و حساس در شرایط اضطرار.

ب- پیشنهادها:

- ۱- نسبت به نهادینه‌سازی فرامین و قانونمندی‌سازی تدابیر مقام معظم رهبری در خصوص پدافند غیرعامل و اصلاح الگوی مصرف در سازمان‌ها و دستگاه‌های ذیربط اقدام گردد.
- ۲- با توجه به لزوم تداوم کارکرد، افزایش قدرت تحمل، حفظ تعادل و آسیب‌ناپذیر ساختن زیرساخت‌های آب شرب کشور برای ارتقاء تاب‌آوری در شرایط مواجهه با تهدیدات و مخاطرات موثر، پیشنهاد می‌گردد از آنجائیکه تاکنون قانون شرایط اضطرار تدوین نگردیده است، از طریق وزارت کشور و همچنین سازمان پدافند غیرعامل پیگیری لازم به‌عمل آمده تا از طریق مجلس شورای اسلامی موضوع مطرح و قوانین موردنیاز اصلاح و تدوین گردند.
- ۳- برای حفظ آمادگی زیرساخت‌های آب شرب برای مقابله با شرایط اضطرار، پیشنهاد می‌گردد تجهیزات، ماشین‌آلات، قطعات و لوازم کار مورد نیاز برای این شرایط از قبل مورد شناسایی، تهیه و بسته‌بندی قرار گرفته و در انبارهای مخصوص شرایط اضطرار دپو گردد.

- ۴- به منظور افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور، پیشنهاد می‌گردد وزارت نیرو و شرکت‌های مادر تخصصی، ضمن بازنگری شرکت‌های معین و پشتیبان استان‌های دارای تنش آبی، نسبت به تهیه سناریو و برگزاری سالیانه مانورهای منظم و مشترک (دور میزی و واقعی) با حضور تمامی عوامل موثر برای مدیریت شرایط اضطرار اقدام نمایند.
- ۵- با توجه به نقش مولفه آمادگی در افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور، می‌بایست نسبت به شناسایی، تشکیل و آموزش تیم‌های عملیاتی متخصص و متبحر در استان‌های معین و جانشین اقدام نموده تا در صورت وقوع شرایط اضطراری در سطح کشور نسبت به فراخوانی و اعزام فوری آن‌ها (طی دستورالعمل مشخص)، اقدام گردد. در این راستا پیشنهاد می‌گردد از ظرفیت نیروهای بسیج متخصصین حوزه مقاومت بسیج وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه به عنوان نیروی مردمی، عملیاتی و متخصص استفاده گردد.
- ۶- با توجه به تاثیر مولفه ترمیم در افزایش تاب‌آوری و همچنین تعیین شاخص‌های مرتبط، پیشنهاد می‌گردد با بکارگیری نیروی متخصص و آموزش دیده سعی در کاهش زمان تعمیر و افزایش کیفیت تعمیر نمایند.
- ۷- نتایج نشان داد که مولفه آمادگی بیشترین تاثیر را روی بعد تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور با رویکرد پدافند غیرعامل دارد، در نتیجه باید از توان داخلی و مشارکت متخصصین و شرکت‌های دانش بنیان (نیروی انسانی متخصص) برای طراحی، ساخت و بهره برداری بهینه از تاسیسات و تجهیزات استفاده کرد ضمن آنکه با رعایت اصلاح الگوی مصرف نسبت به ارتقاء بهره‌وری و مدیریت منابع تامین آب شرب اقدام نماییم.
- ۸- در یک پژوهش برنامه‌ها و سیاست‌های وزارت نیرو به ویژه سیاست‌های افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌های آب شرب کشور با رویکرد پدافند غیرعامل مبتنی بر مدل ارائه شده تبیین شود.
- ۹- پیشنهاد می‌گردد از طریق سازمان‌دهی و تشکیل شورای پدافند غیرعامل استانی و کمیته‌های بحران وابسته به سازمان مدیریت بحران کشور نسبت به ایجاد هماهنگی بین دستگاه‌ها و بخش‌های مختلف اداره امور مردم و شهر برای حفظ تعادل و تداوم فعالیت‌های ضروری در شرایط اضطراری برنامه‌ریزی و اقدام گردد.

فهرست منابع:

- قرآن کریم، ترجمه حضرت آیت‌الله‌العظمی مکارم شیرازی
- امام خامنه‌ای (مدظله‌العالی)، مجموعه بیانات، قابل دسترسی در: www.farsi.khamenei.ir
- سند راهبردی پدافند زیستی کشور-۱۳۹۲
- سند راهبردی پدافند غیرعامل صنعت آب، ۱۴۰۰
- سیاست های کلی پدافند غیرعامل کشور (۱۳۸۹)

الف- منابع فارسی

- بشیری، سعید. بیات، بهرام. جمشیدی، شروین. صالح زاده، رضا. (۱۴۰۰). "تبیین ابعاد و مولفه‌های تاب‌آوری در مدیریت بحران آب (مورد مطالعه: شهر تهران)"، فصلنامه علمی مطالعات بین رشته‌ای دانش راهبردی، سال یازدهم، شماره ۴۴
- بشیری، سعید. بیات، بهرام. جمشیدی، شروین. صالح زاده، رضا. (۱۴۰۰). "سیر تکوین و تحول الگوهای مفهومی تاب‌آوری در مدیریت بحران جوامع"، فصلنامه علمی مطالعات بین رشته‌ای دانش راهبردی، سال یازدهم، شماره ۳۹
- بهرام پور، افشین، (۱۳۹۸)، "تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی (سیاست‌ها و اصول مهندسی)". کرج: انتشارات آذرگان.
- حصاری زنوزی، نیکو (۱۳۸۹). "مدیریت و انتخاب گزینه مناسب تأمین آب آشامیدنی سالم پس از سوانح طبیعی". پایان نامه کارشناسی ارشد.
- چاروسایی، اکبر (۱۳۹۷)، "تاب‌آوری شهری". تهران: انتشارات آکادمیک.
- دشتی، رضا. گیلانی، محمدامین. قاسمی، مصطفی. شریف مقدم، حمیدرضا. شاکری، حسن (۱۳۹۷)، "تاب‌آوری در سیستم‌های توزیع برق". تهران: انتشارات قائم.
- رضایی، محمدرضا. سرائی، محمدحسین. بسطامی نیا، امیر. (۱۳۹۵). "تبیین و تحلیل مفهوم «تاب‌آوری» و شاخص‌ها و چارچوب‌های آن در سوانح طبیعی". فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره ششم، شماره اول.
- رضایی، محمدرضا. (۱۳۹۲). "ارزیابی تاب‌آوری اقتصادی و نهادی جوامع شهری در برابر سوانح طبیعی، مطالعه موردی محله‌های شهر تهران". دو فصلنامه مدیریت بحران، دوره دوم، شماره ۱
- محرابیان، علی اکبر. (۱۴۰۰). برنامه وزیر نیرو در دولت سیزدهم
- نکویی، محمد علی. عباس زاده، ع. توفیقی، ف. م. تقی پور، ز. جلالی، غ. (۱۳۹۹). "امنیت و تاب‌آوری شبکه زیرساخت‌های حیاتی". تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر

ب - منابع انگلیسی

- Bruneau, M., et. al.(2003).A Framework to Quantitatively Assess
- Boltz, Frederick., N. LeRoy Poff, Carl Folk, Nancy Kete, Casey M. Brown, Sarah St. George Freeman, John H. Matthews, Alex Martinez, Johan Rockström, (2019), Water is a Master Variable: Solving for Resilience in the Modern Era, Water Security, 8-100048
- Critical Infrastructure Partnership Advisory Council(CIPAC),DHS - Annual Report 2009
- Cbinet Office London, UK,(2011), " Keeping the country running: natural hazards and infrastructure".
- Gibson, Carl & [Tarrant](#),(2010), A 'conceptual models' approach to organisational resilience: Gibson and Tarrant discuss the range of inter-dependant factors needed to manage organisational resilience. Australian Journal of Emergency Management, 25(2), pp. 6-12.
- Holling, C. S., (1973), "Resilience and stability of ecological systems", Annual Review of Ecology and Systematic, 4, Pp. 1-23
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., and Sarstedt, M. (2017). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), 2nd Ed., Sage: Thousand Oaks.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. In New challenges to international marketing. Emerald Group Publishing Limited.
- Pal,R., Torstensson,H., & Mattila, H. (2014). "Antecedents of organizational resilience in economic crises – an empirical study of Swedish textile and clothing SMEs". International Journal of Production Economic, 147, 410-428
- Laitinen Jyrki, Kallio Johanna, Katko Tapio, Hukka Jarmo and Juuti Petri, (2020). Resilient Urban Water Services for the 21th Century Society—Stakeholder Survey in Finland, *Water*, 12, 187; doi:10.3390/w12010187
- Yun-cai Wang, Jia-ke Shen, Wei-ning Xiang, Jie-Qiong Wang, (2018), Identifying characteristics of resilient urban communities through a case study method, Journal of Urban Management, 7:141-151