



## ارتقاء سطح ایمنی زیرساخت های حوزه برق در استان های مرزی با هدف کاهش آسیب پذیری و افزایش تاب آوری

سید احسان ابطی<sup>۱</sup>، رضا کلهر<sup>۲\*</sup>، رضا اصفهانی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی پدافند غیرعامل گرایش مدیریت بحران، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، شهر تهران، کشور ایران.  
<sup>۲</sup> استادیار، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، شهر تهران، کشور ایران.  
<sup>۳</sup> استادیار، دانشکده رایانه، شبکه و ارتباطات، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، شهر تهران، کشور ایران.

### مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی

دریافت: ۱۴۰۳-۰۲-۰۱

بازنگری: ۱۴۰۳-۰۶-۲۶

پذیرش: ۱۴۰۳-۱۰-۰۱

ارائه آنلاین: ۱۴۰۳-۱۰-۰۴

نویسنده مسئول:

[ehsan\\_ab3001@yahoo.com](mailto:ehsan_ab3001@yahoo.com)

کلید واژه ها:

روش ارزیابی ریسک FEMA

ارزیابی تهدید

ارزیابی

آسیب پذیری

دارایی های حوزه برق

### چکیده

برق و زیرساخت های حیاتی مرتبط با آن به عنوان یکی از اصلی ترین نیازهای بشر همواره مورد توجه بوده است. امروزه تأمین و توزیع برق، یکی از اساسی ترین وظایف دولت ها به شمار می آید و افزایش سطح ایمنی زیرساخت های مرتبط با آن اهمیت ویژه ای دارد. در حال حاضر با بروز تهدیدات طبیعی از جمله تغییر اقلیم و کاهش نزولات جوی، تأمین برق از نیروگاه های برق آبی در سطح کشور کاهش یافته و دشمن می تواند با بهره برداری سوء از این تهدیدات و انجام اقداماتی خصمانه همچون ایجاد اختلال و یا وقفه در ارائه خدمات و همچنین عملیات روانی مردم را علیه حاکمیت تحریک نماید. بنابراین توجه به زیرساخت های برق برای افزایش تاب آوری، تداوم فعالیت های ضروری و تسهیل مدیریت بحران امری ضروری و اجتناب ناپذیر محسوب می شود. روش تحقیق در این مطالعات از منظر هدف، کاربردی و توسعه ای می باشد. هدف اصلی در این پژوهش، ارائه مدلی کاربردی برای شناخت آسیب پذیری ها و تهدیدات مبنای این زیرساخت ها در مناطق مرزی است. با توجه به رویکرد دفاعی مطالعات، انواع روش های ارزیابی ریسک بررسی و با استفاده از روش ارزیابی ریسک (FEMA) به عنوان روشی کارآمد، ابتدا دارایی های حوزه برق استان مرزی شناسایی و غربالگری می شود. سپس بر اساس تهدیدات مبنای احصاء شده، شناسایی و ارزیابی آسیب پذیری ها صورت می گیرد و ریسک هر یک از دارایی ها، محاسبه می شود. در پایان راهکارهایی برای کاهش خطر در زیرساخت های برق استان مرزی ارائه می شود.

## مقدمه

خود روبرو بوده و این یک واقعیت است که محیط استراتژیک آن، از جمله امنیت ملی در معرض حوزه های مختلف ژئوپلیتیک بیرونی قرار دارد. در عین حال فضای سرزمینی ایران به سبب آنکه مکمل راهبردهای جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیکی کشورها و قدرت های پیرامونی است، با تهدیداتی چون مهاجرت های غیرقانونی، جنایات سازمان یافته، ورود کالاهای ممنوعه، قاچاق مواد مخدر و سلاح های غیرمجاز، ناامنی نواحی مرزی، حمله به پاسگاه های مرزبانی و تحرکات قومی و مذهبی بویژه پس از قدرت گرفتن طالبان، روبرو است. مناطق بی ثبات همجوار ایران به خصوص در شرق کشور باعث بوجود آمدن چالش ها و نگرانی های اساسی شده و فقدان رشد مردم سالاری و ناپایداری دولت های پیرامونی و گسترش اقتدار قومی آنها و نیز وجود بزرگترین قطب تولید مواد مخدر و انواع قاچاق بر آسیب پذیری مرزهای جغرافیایی و امنیتی ایران افزوده است. معمولاً حاشیه های مرزی محل تجمع گروه های نژادی، مذهبی و زبانی است. گذشته از این تهدیدات، موقعیت جغرافیایی استان های مرزی و حضور تعداد کثیری از اتباع بیگانه، سبب تشدید عملیات تروریستی در این استان ها شده و در نهایت بی ثباتی و بروز چالش های امنیتی را بدنبال داشته است. ضمناً کشور ایران به دلیل داشتن مرزهای طولانی، مواجهه با نظام استکباری آمریکا، رژیم اشغالگر قدس و گروه های تروریستی تحت حمایت این رژیم و رژیم های مرتجع منطقه و بی ثباتی اقتصادی در مناطق مرزی با ضعف های بسیاری مواجه است [۱-۵].

تجربیات گذشته نشان می دهد، مناطق مرزی به علت سهولت دسترسی، گستره جغرافیایی وسیع، تجمع مراکز نقل، تأسیسات و نیروی انسانی، همواره مورد تهدید بوده اند. علاوه بر این، تهدیدات تروریستی نیز به صورت های گوناگون می توانند، منشأ تهدید قرار گیرند. در واقع اقدامات تروریستی به شیوه های مختلف چون حملات انتحاری، بمب گذاری، انهدام زیرساخت های حیاتی، حساس و مهم، آلوده کردن فضاهای پرجمعیت به میکروبها و ویروس بیماری های مرگبار مانند سیاه زخم، سارس، مرس، کرونا و ... صورت گرفته و به دلیل اهمیت مراکز و زیرساخت های مناطق مرزی، این گونه مراکز در معرض تهدیدات جدی تروریستی قرار دارند. از این رو، نتیجه حملات نظامی و اقدامات تروریستی در مناطق شهری و مرزی، ترکیبی از ویرانه های کالبدی و اختلال در عملکرد عناصر به صورت انهدام سازه ها و

یکی از جنبه های مهم در حکمرانی و سیاست گذاری برای توسعه کشورها، برنامه ریزی برای مناطق مرزی است. محدوده سرزمینی کشورها از طریق خطوط مرزی از هم جدا می شود. تا قبل از بوجود آمدن دولت های ساختارمند امروزی با مناطق سرحدی مواجه بودیم. نواحی سرحدی بطور نیمه مستقل اداره می شدند و به نوعی تحت قیمومیت مشترک دو کشور مجاور بودند که با افزایش یا کاهش نفوذ و قدرت هر کدام از دیگری اطاعت می کردند. امنیت در مناطق سرحدی نسبت به مناطق مرکزی پایین تر بود، در نتیجه مناطق سرحدی عوامل چندان قوی و دقیقی در جدایی مکانی نبود. دسترسی به فناوری های پیشرفته و تعیین مختصات دقیق باعث شد، قوانین بین المللی در زمینه جدایی محدوده کشورها شکل بگیرد. در نتیجه خطوط مرزی به عنوان عاملی موثر در ایجاد فضایی خاص با ویژگی های منحصر به فردی نقش آفرینی کردند. فضایی که در مناطق مرزی بوجود آمده است، تهدیدات و فرصتهایی را برای ساکنان آن نواحی ایجاد کرده است. به عنوان مثال مردمان ساکن در مناطق مرزی، نخستین تمدن انسانی واقع در یک قلمرو سیاسی هستند، که با هرگونه تحول ایجاد شده در بخشهای سیاسی، روبه رو می شوند. تحولات بیان شده می توانند طیف وسیعی از دگرگونی ها از جمله تصمیمات حکمرانان برای افزایش یا کاهش همکاری بین مرزهایشان، تا وقوع جنگ را شامل شوند. از طرف دیگر، مناطق مرزی به علت مجاورت با کشورهای همسایه و شرایط جغرافیایی، فرهنگی، اجتماعی و سیاسی متمایز آن ها، ویژگی های خاص خود را دارند و باید به درستی مورد توجه قرار گیرند. عدم توجه مناسب به مناطق مرزی، تهدید بزرگی در مقابل پیشرفت و امنیت کشورها محسوب می شود. بنابراین باید در برنامه ریزی های کلان و سیاست گذاری های حکمرانی و ملی مورد توجه قرار گیرد. باید توجه داشت، بی توجهی به مناطق مرزی باعث عدم توازن و تعادل میان مناطق مرزی و مرکزی کشور می شود که بر توسعه این مناطق نیز تأثیر منفی خواهد گذاشت. مناطق مرزی در هر کشوری دارای ویژگی های خاصی بوده و به طور اساسی با مناطق داخلی کشور متفاوت هستند. جمهوری اسلامی ایران به دلیل قرار گرفتن در منطقه غرب آسیا با مخاطرات، چالش ها و تحولاتی گسترده ای در محیط امنیتی

عبارت دیگر، تهدید نظامی یعنی توسل به زور مستقیم که به واسطه آن تحولات گسترده‌ای از تغییر ساختار حکومت گرفته تا کشتار وسیع مردم و ویرانی‌ها صورت می‌گیرد [۶-۷].

مهمترین تهدیدات نظامی شامل: اشغال کامل نظامی، جنگ محدود و اقدام پیشگیرانه، تجاوزات مرزی، بمباران مراکز ثقل (حیاتی، حساس و مهم)، تجمعات و پایگاه‌های مهم نظامی، خرابکاری، جاسوسی و ... می‌باشد. تحلیل و ارزیابی تهدیدات نظامی و تروریستی مستلزم بررسی انواع تهدیدات، منشأ تهدیدات و شناخت مهمترین مناطق مورد تهدید است [۲-۵].

اسناد بالادستی جمهوری اسلامی ایران از جمله قانون برنامه پنجم توسعه به صراحت در ماده ۲۰۱ قانون مذکور، به الزام نقش پدافند غیرعامل در طراحی و ساخت زیرساخت‌های کشور اشاره شده است. این بدین معناست که بکارگیری اصول و ضوابط حاکم بر پدافند غیرعامل در مطالعات مربوط به طراحی و ساخت زیرساخت‌های برق از درجه اهمیت بالایی برخوردار است [۸].

بنابراین بررسی و ارزیابی نقش الزامات پدافند غیرعامل، کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حوزه برق در مناطق مرزی، اقدامی ضروری است که تاخیر در آن باعث آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر هرگونه مخاطره می‌شود و در حال حاضر عمده‌ترین هدف پدافند غیرعامل، مصون‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مورد نیاز مردم است، تا به تدریج شرایطی را برای امنیت ایجاد نماید.

با توجه به استقرار بیش از نیمی از تاسیسات مهم، حساس و حیاتی در مناطق شهری مرزی، این نقاط یکی از نقاط کلیدی آسیب‌پذیر در مواقع تهدید محسوب می‌شوند. از این رو می‌توان گفت که در جهت رسیدن به پیشرفت مناسب و پایدار شهری باید مساله امنیت به عنوان یک عامل حیاتی در بطن زندگی مردم قرار داده شود. شهرهای مرزی از نقاط مهم و راهبردی کشور به حساب می‌آیند. شهرها و مناطق مرزی به علت بافت فشرده و جمعیت متراکم و شبکه‌های متنوع شهری در تهاجم دشمن به عنوان یک مانع محسوب می‌شوند. در عصر حاضر دانش پدافند غیرعامل به عنوان یکی از جدیدترین علوم دفاعی، همواره مورد نظر مراکز علمی و نظامی بوده است. پدافند غیرعامل به دنبال کاهش سطح آسیب‌پذیری، تهدید و افزایش ایمنی و امنیت در تمامی ابعاد

ساختمان‌ها، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها، تاسیسات اساسی مخازن سوختی، نیروگاه‌ها، خطوط ارتباطی تلفن، آب، برق، گاز و ... است. لازم به یادآوری است، در بین زیرساخت‌هایی که نقش مهمی که در زندگی بشر دارند، زیرساخت‌های برق، از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. به عبارت دقیق‌تر، نقش شبکه برق‌رسانی همانند رگ‌های بدن انسان حیاتی است و از این رو هدف این پژوهش، بررسی تسهیلات موجود، شناخت نقاط ضعف بر مبنای تهدیدات متصور اشاره شده و چگونگی کاهش این آسیب‌پذیری‌ها و ضعف‌ها در مناطق مرزی است [۳-۵].

شکل‌گیری مرزها در ایران را می‌توان مصادف با دوره پهلوی و روی کار آمدن یک دولت متمرکز با ساختار مدرن قرن بیستم، در این دوره دانست. البته تلاش‌هایی نیز در دوران حکومت صفویه برای تحدید مرزها مشاهده می‌شود. ایران دارای ۱۶ استان مرزی است که با کشورهای همسایه حدود ۸۰۰۰ کیلومتر مرز مشترک دارند. این ۱۶ استان حدود ۴۹ درصد از جمعیت کل کشور را در خود جای داده‌اند که از لحاظ زبانی، قومی و مذهبی با کشورهای همجوار نسبت به مناطق مرکزی کشور دارای قرابت‌های بیشتری هستند. زیرساخت‌های مناطق مرزی جزء اهداف مهم عملیات‌های سخت و نیمه سخت و بخصوص تهدیدات تروریستی به شمار می‌روند. این مراکز و تاسیسات شامل مراکز جمعیتی، مراکز مخابراتی، تاسیسات تأمین انرژی، برق، آب، کارخانه‌های مواد غذایی، سیستم حمل و نقل و ... هستند. به همین خاطر تمرکز اقدامات تروریستی روی این نوع شبکه‌ها افزایش یافته است. با توجه به سطح وابستگی جوامع صنعتی و فرا صنعتی به شبکه زیرساخت‌های حیاتی و حساس، حفاظت از این زیرساخت‌ها به ویژه زیرساخت‌های حوزه برق روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. ایمنی و امنیت از ابتدایی‌ترین اصول جهت دستیابی به استانداردهای مطلوب برای آسایش و رفاه مردم است و دفاع غیرعامل در مقابل تهدیدات، یکی از ضروری‌ترین نیازها در مرحله اولیه طراحی شهرها و تاسیسات مهم است، تا بیشترین امنیت، با کمترین هزینه برای مردم جهت دفاع در مقابل تهدیدات فراهم شود. هدف اصلی پدافند غیرعامل، محافظت از نیروی انسانی کشور می‌باشد.

تهدید نظامی، مرکز ثقل انواع تهدیدهایی است که می‌تواند امنیت ملی یک واحد سیاسی را در معرض خطر قرار دهد. به

است که برای گروه های تروریستی هدفی جذاب محسوب می شود. تجربه حملات تروریستی نشان می دهد که حمله به زیرساخت شبکه برق رسانی می تواند سبب قطع بار گسترده و همچنین اختلال در سایر زیرساخت ها شود. ارزیابی آسیب پذیری و تعیین نقاط ضعف سیستم قدرت در برابر این تهدیدات جهت اتخاذ تصمیمات صحیح برای مقابله با آن ضروری است [۱۰].

بنابراین در این مقاله همانطور که در بخش قبل اشاره شد از بین روش های ارزیابی ریسک، از روش ( FEMA ) که تطابق بهتری با زیرساخت های حوزه برق دارد و با رویکرد دفاعی و امنیتی مطالعات نیز همخوانی دارد برای محاسبه عدد ریسک استفاده می شود. برای این منظور نیازمند شناخت میدانی دارایی های حوزه برق و آسیب پذیری های آنها هستیم تا براساس ارزش این دارایی ها، عدد آسیب پذیری و عدد تهدید مینا، ریسک این دارایی ها را محاسبه و با توجه به اهمیتشان، راهکارهایی جهت کاهش آسیب پذیری آنها ارائه شود.

زرقانی و همکاران در سال ۱۳۸۵، بر اساس نتایج تحقیقات خود بیان می کنند که در تأمین امنیت مناطق مرزی عوامل متعددی دخالت دارند که بعضی از این عوامل تقریباً ثابت و در بیشتر کشورها مشابه است و بعضی عوامل منحصر به یک کشور یا حتی یک منطقه خاص بوده و در گذر زمان ممکن است میزان تأثیرگذاری آن عوامل کاهش یا افزایش پیدا کند [۱۱].

زرقانی و همکاران در سال ۱۳۹۱، در مطالعه ای دیگر اشاره می کنند که حفاظت از زیرساخت های مهم، حساس، حیاتی و دارایی های کلیدی از مهمترین مسئولیت ها و ماموریت های هر نظام محسوب می شود، چرا که وارد آمدن آسیب یا تخریب آنها، به راحتی می تواند تداوم فعالیت های ضروری کشور را با مشکل مواجه سازد و امنیت آن را به لحاظ سیاسی، اقتصادی و دفاعی به شکل جدی به خطر اندازد. همچنین وی بیان می کند که بررسی و ارزیابی تهدیدات تروریستی مستلزم بررسی انواع تهدیدات تروریستی، منبع و منشا تهدیدات و شناخت مهمترین مناطق شهری و مرزی مورد تهدید است [۳].

امیرپور و همکاران در سال ۱۳۹۱، در پژوهشی با استفاده از تجارب حاصل از جنگ های گذشته نظریه ای را مطرح می کنند که در آن کشورهای مهاجم کانون توجه خود را به بمباران و

اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، صنعتی و ... است. در این راستا از بین بردن زمینه های آسیب پذیری در مناطق مرزی، تقویت پیوندهای فیزیکی و غیرفیزیکی با مناطق داخلی کشور، طراحی و برنامه ریزی سیستم های توسعه و امنیت، اجرای طرح های عمرانی چند منظوره و تقویت زیرساخت ها به شکل دومنظوره دفاعی\_عمرانی و همچنین احداث تاسیسات و استحکامات دفاعی در مواقع مورد نیاز از جمله تمهیدات پدافند غیرعامل در مناطق مرزی است، که با توجه به ویژگی های این مناطق همواره باید مورد توجه قرار گیرد. شبکه برق رسانی کشور از شمال تا جنوب و از غرب تا شرق کشور، چون رگ های شریانی در تمامی ساعات شبانه روز، علاوه بر تأمین برق مصارف خانگی، برق مورد نیاز کشاورزی و صنایع بزرگ کشور را نیز تأمین می کند و ایجاد وقفه ای کوتاه در خدمات رسانی آنها، علاوه بر ایجاد بحران های اساسی، آثار جبران ناپذیری را برای فعالیت های مختلف کشور در شرایط بحرانی، به بار خواهد آورد. بنابراین ضرورت دارد، ملاحظاتی دفاع غیرعامل در کلیه بخش های حیاتی، حساس و مهم زیرساخت های حوزه برق در برابر تهدیدات طبیعی و انسان ساخت مورد توجه قرار گرفته تا شبکه برق رسانی کشور ایمنی و پایداری لازم در برابر این تهدیدات را داشته باشد [۸-۱].

امروزه با توجه به شرایط موجود در کشور ما، تهدیدات در حال تغییر و تحول اساسی است. پیشرفت علم و دانش و فناوری در جوامع بشری، صاحبان علوم و فنون مختلف را از قدرت و ثروت برخوردار کرده و رشد و توسعه ی علوم و فنون کشورهای دارنده آنرا از اشراف، برتری، تسلط و توانمندی قابل توجهی نسبت به سایر کشورها برخوردار ساخته است. اساساً فناوری همچون بسیاری از پدیده های دیگر هم دارای کارکردهای مثبت و هم کارکردهای منفی است، لذا شناخت تهدیدات فناورانه به دلیل کاربردهای گسترده ای که داراست، از اهمیت خاصی برخوردار است. علم پدافند غیرعامل نیز از علم های روز دنیا بوده که باید در همه زمینه ها بخصوص زیرساخت های حیاتی برق کشور آنرا مدنظر داشت [۹].

در سال های اخیر، گروه های تروریستی خطر بزرگی برای کشورهای جهان محسوب می شوند. این گروه ها با حمله به زیرساخت های اساسی خسارات گسترده ای ایجاد می کنند. یکی از زیرساخت های اساسی هر کشور شبکه برق رسانی آن

غیرعامل به صورت یک مسأله بهینه‌سازی چند هدفه با هدف کمینه‌سازی مدت زمان خاموشی بارهای شبکه، کمینه‌سازی هزینه‌ها و تلفات ارائه دادند. در این مدل هدف از حل مسأله، تعیین بهترین مکان نصب، ظرفیت و زمان نصب این واحدها می‌باشد. عدم قطعیت موجود در میزان تولید منابع تجدیدپذیر و عدم قطعیت بار مصرفی شبکه در مدل برنامه‌ریزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی مقید به شانس در این مدل لحاظ شد [۱۴].

دشتی و همکاران در سال ۱۳۹۹، در پژوهش خود دارایی‌های شبکه برق، اعم از اصلی، ارتباطی، منابع انسانی، ماشین آلات، ابزار آلات و ... را به تفکیک مورد بررسی و تحلیل قرار داده، سپس با در نظر گرفتن اصول استتار، اختفاء، حيله و فریب، مقاوم‌سازی، مکانیابی، کوچک‌سازی و پراکنده‌سازی، حرکت و جابجایی، یکسان‌سازی، احیاء و آماده‌سازی انبار یدکی، الزامات و راهکارهای پدافند غیرعامل برای هر دارایی به تفکیک اصول پدافند غیرعامل را ذکر کردند. بدین ترتیب آنها راهکارهای جاری‌سازی پدافند غیرعامل را به صورت چارچوبی جامع ارائه نمودند [۱۵].

حاجی‌پور و همکاران در سال ۲۰۲۱ مقاله‌ای را در نشریه دانش ایمنی، با رویکرد مقابله با پیچیدگی‌های یکپارچه‌سازی سلامت، ایمنی و محیط زیست در صنعت معدن با طراحی یک سیستم HSE یکپارچه با تمام فرآیندها، ویژگی‌ها و ارتباطات آن از طریق یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی صنعتی (ERP) پیشنهاد می‌کنند تا آسیب‌پذیری‌های یک زیرساخت معدنی را به حداقل برسانند [۱۶].

ابطحی و همکاران در سال ۱۴۰۱، به مطالعه زیرساخت‌های حمل و نقل مناطق مرزی پرداخته و پس از شناسایی و غربالگری دارایی‌ها، آسیب‌پذیری‌ها و تهدیدات، ریسک هر یک از دارایی‌ها را محاسبه و راهکارهایی جهت کاهش آسیب‌پذیری‌ها ارائه نمودند [۱۷].

همانطور که در بخش‌های قبلی مقاله اشاره شد، روش‌های مختلفی برای ارزیابی و مدیریت ریسک زیرساخت‌های حوزه برق از قبیل روش رمکپ، روش بومی سازمان پدافند غیرعامل کشور و ... وجود دارد، اما در این مقاله که بر مبنای یک پروژه ملی تایید شده تدوین شده است، پس از بررسی روش‌های مختلف با رویکرد دفاعی و پدافند غیرعامل، روش فما به عنوان یک روش کاربردی محاسبه ریسک که تطابق بهتری با

انهدام مراکز حیاتی و حساس معطوف نموده تا خسارت کلان و قابل توجهی را وارد نمایند، از اینرو توانایی دفاع در مقابل تهاجمات بیگانگان بدون بهره‌گیری از سلاح و درگیری‌های مستقیم در عصر حاضر را بزرگترین امتیاز یک جامعه محسوب می‌نمایند. همچنین آنها با تأکید بر اجرای اصول پدافند غیرعامل بیان می‌کنند که در نظرها و دکتترین نظامی کسی که اولین ضربه را می‌زند، برنده نیست بلکه کسی که آخرین ضربه را تحمل می‌کند، برنده است [۱۲].

اسدی و همکاران در سال ۱۳۹۳، ضمن معرفی تهدیدات نوین پیش روی صنعت برق و نحوه عملکرد آنها، راهکارهایی را برای مقابله با تهدیدها بر اساس روش سرمایه‌های پیشرفته ارائه نمودند که نقش اساسی و بسزایی در کاهش اثرات تخریبی تهدیدها ایفا می‌کند. [۹].

رنجبر و همکاران در سال ۱۳۹۴، در پژوهشی ضمن بررسی روش‌های موجود ارزیابی آسیب‌پذیری، شاخصی جدید برای ارزیابی آسیب‌پذیری سیستم برق قدرت بر اساس ترکیب شاخص انرژی تأمین نشده با شاخص‌های دیگر ارائه نمودند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد استفاده از شاخص جدید برای تعیین آسیب‌پذیری سیستم به جواب‌های مطلوب منجر می‌شود [۱۰].

رنجبر و همکاران در سال ۱۳۹۵، در پژوهش خود روشی برای ارزیابی ریسک سامانه برق قدرت در برابر تهدیدات تروریستی و همچنین روشی برای کاهش ریسک سامانه با تخصیص بهینه بودجه پدافند غیرعامل برای مستحکم‌سازی تجهیزات آن ارائه نمودند. بدین صورت که در روش آنها، ابتدا مدل احتمالی حمله موفقیت‌آمیز تروریستی به تجهیزات سامانه مشخص و در گام بعد با مشخص کردن خسارت ناشی از حمله، ریسک سامانه برای سناریوهای مختلف تعیین و در ادامه، بودجه پدافند غیرعامل برای مستحکم‌سازی تجهیزات به صورت بهینه اختصاص می‌یابد. به منظور نشان دادن کارایی روش ارائه شده برای ارزیابی و کاهش ریسک سامانه قدرت، سامانه آزمایش ۲۴ باسه IEEE مورد آزمون قرار گرفته است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که چگونه با اختصاص بودجه پدافند غیرعامل، ریسک سامانه کاهش می‌یابد [۱۳].

جدی و همکاران در سال ۱۳۹۷، در پژوهش خود مدلی جدید برای برنامه‌ریزی پویای منابع تولید پراکنده در شبکه‌های توزیع هوشمند برق با در نظر گرفتن ملاحظات پدافند

(... نام برد. از آن میان روش AHP (تحلیل سلسله مراتبی) از سایر روش ها پذیرفته تر و پرکاربردتر هستند. در این مطالعه با توجه به هدف مطالعه، روش AHP مورد استفاده قرار می گیرد. روش AHP بر مبنای سه اصل تجزیه، مقایسه جفتی، جمع بندی و اولویت بندی گزینه ها استوار است. در این روش معیارهایی که دارای اهمیت بیشتری هستند، در ردیف های بالاتر این ساختار شاخه ای قرار می گیرند. از آنجایی که مبنای تمامی محاسبات در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نظر کارشناسی است، نتایج دارای انعطاف پذیری بیشتری بوده و این ویژگی از نقاط قوت این روش محسوب می شود. همچنین استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی این امکان را فراهم می کند که عوامل مهم تری که از نظر کارشناسی، مسئله را بی شتر تحت تاثیر قرار می دهند، با همان اهمیت در مسئله مورد بررسی قرار گیرند.

به منظور وزن دهی شاخص های فوق الذکر پس از تنظیم پرسشنامه، توزیع آن میان جامعه خبرگان استان و گردآوری، نتایج آن با استفاده از تکنیک AHP در نرم افزار (CHOICE EXPERT) استخراج شده و در نهایت با مشخص شدن وزن هر کدام از شاخص های ارزیابی، اولویت بندی بر اساس وزن هر کدام صورت می گیرد.

### دارایی شناسی

#### شناسایی و غربالگری دارایی

هدف از بررسی، شناسایی و غربالگری دارایی های حوزه برق، نقش و تأثیر آن ها در شرایط بحران و کاهش آسیب پذیری استان مرزی می باشد، لذا به وسیله شاخص های زیر، غربالگری اولیه در میان این دارایی ها صورت گرفته و صرفاً مواردی که حداقل با یکی از شاخص های زیر مطابقت دارند، مطرح و مورد بررسی قرار می گیرد [۱۹].

جدول ۱. شاخص غربالگری دارایی [۱۹]

ردیف	شاخص های غربالگری
۱	محصول یا عملکرد آن در زمان های بحرانی مؤثر بوده و برای مدیریت بحران اثرگذار باشد و برای آن شرح وظایف مشخصی در زمان بحران تعریف شده یا قابل تعریف باشد.
۲	نمونه مشابه در استان وجود نداشته باشد و دارایی محصول یا خدمتی منحصر به فرد در سطح استان را ارائه می دهد.
۳	دارایی و زیرساخت های مربوط به آن، از ارزش سرمایه ای مادی و معنوی بالایی برخوردار است

هدف مطالعات یعنی ارزیابی کمی مخاطرات و ارائه راهکارهای کاهش آسیب پذیری زیرساخت ها دارد، انتخاب می شود.

### روش تحقیق

روش تحقیق معمولاً مبتنی بر ماهیت موضوع و اهداف هر تحقیق تنظیم می شود. طی مراحل مختلف سعی شده است با شناخت علمی و سیستماتیک، زیرساخت های مهم برق رسانی استان مرزی بررسی شود و در نهایت با شناخت و ارزیابی آسیب پذیری این زیرساخت ها، زمینه کاهش آسیب های احتمالی فراهم شود. روش تحقیق ما در تحقیق حاضر کمی است. فعالیت های پژوهش کمی بر اساس تجزیه و تحلیل یک یا چند پیشنهاد فرضی و ذهنی درباره روابط علت و معلولی میان دو یا چند متغیر بنا می گردد و هدف، آزمودن و یا آزمایش کردن این روابط می باشد. تحقیق به لحاظ هدف، تحقیق کاربردی-توسعه ای می باشد. تحقیق کاربردی-توسعه ای به منظور حل مشکل یا معضل خاص علمی و بررسی امکان توسعه راه حل ها بکار می رود. در واقع این تحقیقات با استفاده از زمینه و بستر شناختی و معلوماتی که از طریق تحقیقات بنیادی فراهم شده است، به دنبال توسعه رفاه و آسایش و ارتقای سطح زندگی انسان می باشد. در این مقاله پس از بررسی انواع روش های ارزیابی ریسک از لحاظ مطلوبیت و سازگاری با زیرساخت های حوزه برق، با توجه به رویکرد دفاعی مطالعات از روش ارزیابی ریسک فاما (FEMA)، ابتدا دارایی های حوزه برق استان مرزی غربالگری شده، سپس بر مبنای تهدیدات مبنای شناسایی و ارزیابی آسیب پذیری ها پرداخته و ریسک هر یک از دارایی ها، محاسبه و در پایان راهکارهایی برای کاهش خطر در زیرساخت های حوزه برق استان مرزی ارائه می شود [۱۷-۱۸].

همچنین به منظور تدقیق نتایج حاصل از ارزیابی بایستی در گام اول شاخص های ارزیابی وزن دهی شوند. این امر بدان خاطر است که تأثیر هر شاخص به اندازه ی وزن خود در ارزیابی لحاظ شود، زیرا شاخص های ارزیابی که در بخش های مختلف ارزیابی دارایی، تهدیدات و آسیب پذیری معرفی شده از وزن یکسانی برخوردار نیستند. در وزن دهی شاخص های مختلف در یک مطالعه، روش های گوناگونی مطرح است که می توان به روش هایی از قبیل (AHP, TOPSIS)، روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش های تقریبی و

جدول ۴. شاخص ارزش عملکردی [۱۹]

ردیف	شاخص یا معیار ارزش عملکردی	نمره
۱	توقف سریع تولیدات، خدمات، قطع خدمات برای مدت زمان طولانی	۹-۱۰
۲	توقف تدریجی تولیدات، خدمات و محصولات خروجی در طی مدت یک روز و یا کاهش حدوداً ۶۰ درصدی تولیدات، خدمات و یا سیستم به طوری که در کوتاه مدت دچار اختلال می شود. قطع تولید بیش از ۶ ماه	۷-۸
۳	توقف تدریجی تولیدات، خدمات و محصولات خروجی در طی مدت یک هفته و یا کاهش حدوداً ۹۰ درصدی تولیدات، خدمات و یا سیستم تا حدی زیاد و در میان مدت دچار اختلال می شود. قطع تولید کمتر از ۶ ماه	۵-۶
۴	توقف تدریجی تولیدات، خدمات و محصولات خروجی در طی مدت ده روز و یا کاهش حدوداً ۷۰ درصدی تولیدات، خدمات و یا سیستم تا حدودی و در بلندمدت دچار اختلال می شود. قطع تولید به مدت چند هفته	۳-۴
۵	تأثیر قابل توجهی در تولیدات، خدمات ندارد و یا سیستم دچار اختلال نمی شود. قطع تولید به مدت کم	۱-۲

جدول ۵. شاخص منحصر بفرود بودن و امکان جایگزینی [۱۹]

ردیف	شاخص انحصار و امکان جایگزینی	نمره
۱	وابستگی خرید و لوازم یدکی به یک کشور محدود، استفاده از تکنولوژی خاص، نیازمند نیروی متخصص با چند تخصص جهت جایگزینی	۹-۱۰
۲	وابستگی به چند کشور خاص و غیرهمسو با کشور، استفاده از تکنولوژی خاص، نیازمند نیروی متخصص با چند تخصص جهت جایگزینی	۷-۸
۳	وابستگی به چند کشور و اعمال تحریم از سوی برخی کشورها، استفاده از تکنولوژی نسبتاً خاص، نیازمند نیروی متخصص جهت جایگزینی	۵-۶
۴	وابستگی به چند کشور استفاده از تکنولوژی نسبتاً خاص، نیازمند نیروی متخصص جهت جایگزینی	۳-۴
۵	وابستگی وجود ندارد، عدم نیاز به تکنولوژی خاص و نیروی متخصص	۱-۲

مواردی که حداقل با یکی از شاخص‌های بالا سازگار هستند، در مرحله بعد با تعیین حوزه اثرگذاری (بخش، شهرستان، فرانشهرستان، استان و فرا استان) مورد سنجش و غربالگری ثانویه قرار می‌گیرند و با توجه به سطح بررسی‌های کلان، دارایی‌هایی که حوزه تأثیر پایین‌تر از شهرستان دارند، در مراحل بعدی مطالعات غربال شده و مورد بررسی و ارزیابی قرار نمی‌گیرند. در گام بعدی دارایی‌های غربال شده، از نظر میزان گستردگی جغرافیایی اثرگذاری آن‌ها در صورت اختلال، در سطوح اهمیتی چهارگانه (حیاتی / حساس / مهم / قابل حفاظت) دسته‌بندی می‌گردند. همچنین مطابق با الگوی مورد استفاده در مطالعات، پس از تعیین سطح اهمیت لازم است تا ارزش دارایی‌های مربوط به هر یک از دارایی‌های حوزه برق استخراج و کمی‌سازی شود. تجزیه تحلیل و ارزیابی سطح تأثیرگذاری و ارزش دارایی‌های سیستم برق‌رسانی، بر اساس اهمیت و حساسیت (بر اساس پیامدهای کوتاه‌مدت و بلندمدت ناشی از خسارت و تخریب آن دارایی‌ها) مطابق با حوزه عملکردی آن دارایی بر استان، صورت می‌پذیرد:

جدول ۲. طبقه بندی دارایی‌ها و زیرساخت‌های حوزه برق

زیرساخت اساسی
نیروگاه سیکل ترکیبی
نیروگاه بخار
نیروگاه گازی
پست برق ۴۰۰
پست برق ۲۳۰
پست برق ۶۳

### ارزیابی دارایی

جدول ارزش دارایی بر پایه یک‌سری از شاخص‌ها تهیه و دارایی‌ها بر اساس آن ارزیابی می‌شوند. این شاخص‌ها شامل؛ ارزش اقتصادی یا سرمایه‌ای، ارزش عملکردی، منحصر بفرود بودن و امکان جایگزینی، سطح پوشش بهره‌برداران و ضرورت تداوم عملکرد در زمان بحران می‌شود [۱۹].

جدول ۳. شاخص ارزش اقتصادی [۱۹]

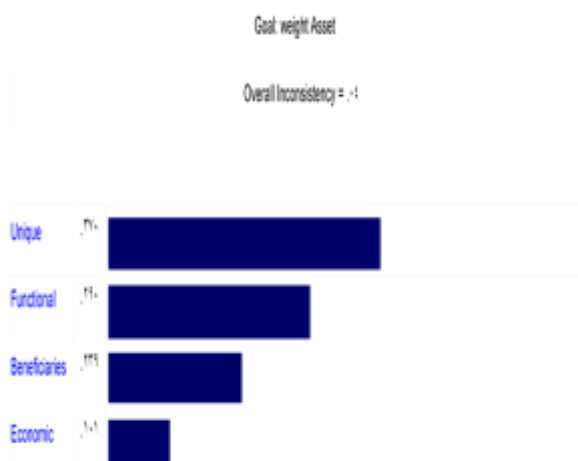
ردیف	شاخص یا معیار ارزش اقتصادی	نمره
۱	تخمین ارزش اقتصادی بیش از ۵۰۰ میلیارد ریال	۹-۱۰
۲	تخمین ارزش اقتصادی بین ۱۰۰ الی ۵۰۰ میلیارد ریال	۷-۸
۳	تخمین ارزش اقتصادی بین ۱۰ الی ۱۰۰ میلیارد ریال	۵-۶
۴	تخمین ارزش اقتصادی بین ۵ الی ۱۰ میلیارد ریال	۳-۴
۵	تخمین ارزش اقتصادی ۵ میلیارد ریال	۱-۲

EXPERT) استخراج شده و در نهایت با مشخص شدن وزن هر کدام از شاخص های ارزیابی دارایی، اولویت بندی بر اساس وزن هر کدام صورت می گیرد.

جدول ۸. وزن دهی شاخص های ارزیابی دارایی [۱۹]

اولویت	شاخص ارزیابی دارایی	وزن
۱	منحصر ب فرد بودن و امکان جایگزینی	۰/۳۷
۲	ارزش عملکردی	۰/۲۹
۳	سطح پوشش بهره برداران	۰/۲۳۹
۴	ارزش اقتصادی	۰/۱۰۱

بر همین اساس نرخ ناسازگاری اوزان بدست آمده از نرم افزار AHP به صورت شکل (۱) معادل ۰/۰۴ محاسبه شده است که مقدار آن با توجه به اینکه از ۰/۱ کوچکتر است، قابل قبول می باشد.



شکل ۱. نرخ ناسازگاری اوزان شاخص های ارزیابی دارایی

### شناسایی تهدیدات

#### شناسایی و تعیین تهدیدات مبنا

تهدیدات از منظر پدافند غیرعامل، می تواند منشأ مخاطرات باشد. بر این مبنا، دو دسته مخاطرات طبیعی و مخاطرات انسان ساخت قابل تعریف خواهد بود. مخاطرات و تهدیدات طبیعی، مخاطراتی هستند که منشأ ایجاد آن از طبیعت بوده که خود به انواع مخاطرات زمین شناختی، مخاطرات جوی، مخاطرات زیستی، و مخاطرات بیولوژیکی، تقسیم بندی می شوند و مخاطرات و تهدیدات انسان ساخت که منشأ انسانی دارند. تهدیدات انسان ساخت به دو نوع تصادفی و عمدی تقسیم می شود. طی استانداردهای متنوع صادر شده

جدول ۶. شاخص ضرورت تداوم عملکرد [۱۹]

ردیف	شاخص تداوم عملکرد	نمره
۱	تداوم فعالیت مجموعه دارایی در زمان بحران ضروری و اجتناب ناپذیر است.	۹-۱۰
۲	تداوم فعالیت مجموعه دارایی در زمان بحران ضروری است.	۷-۸
۳	تداوم فعالیت مجموعه دارایی در زمان بحران مورد نیاز است.	۵-۶
۴	تداوم فعالیت مجموعه دارایی به صورت غیرمستقیم در زمان بحران مورد نیاز است.	۳-۴
۵	تداوم فعالیت دارایی در زمان بحران ضرورت قابل توجهی ندارد.	۱-۲

جدول ۷. شاخص سطح پوشش بهره برداران [۱۹]

ردیف	کمی	کیفی	نمره
۱	سطح تحت پوشش فرا استانی یا ملی	خدمات دهی به مراکز حیاتی و مراکز فرماندهی و هدایت کشور و نیز بیمارستان ها و مراکز درمانی و آتش نشانی های عمده	۹-۱۰
۲	سطح تحت پوشش استانی	خدمات دهی به مراکز حساس و مراکز نظامی و وزارتخانه های حساس کشور و مراکز درمانی و آتش نشانی های عمده	۷-۸
۳	سطح تحت پوشش فرا شهرستانی	خدمات دهی به کارخانه ها و صنایع عمده که نیاز به آب دارند	۵-۶
۴	سطح تحت پوشش شهرستانی	خدمات دهی به مراکز تجاری مهم	۳-۴
۵	اعضاء تحت پوشش محلی	خدمات دهی عمومی	۱-۲

حال به منظور تدقیق نتایج حاصل از ارزیابی دارایی بایستی در گام اول شاخص های ارزیابی دارایی وزن دهی شوند. این امر بدان خاطر است که تاثیر هر شاخص به اندازه ی وزن خود در ارزیابی دارایی لحاظ شود، زیرا شاخص های ارزیابی دارایی معرفی شده از وزن یکسانی برخوردار نیستند. در این مطالعه با توجه به هدف، روش AHP مورد استفاده قرار می گیرد.

به منظور وزن دهی شاخص های فوق الذکر، پس از تنظیم پرسشنامه، توزیع آن میان جامعه خبرگان استان و گردآوری، نتایج آن با استفاده از تکنیک AHP در نرم افزار (CHOICE)



بررسی سوابق رخداد تهدیدات انسان ساخت عمدی در استان؛

منابع کتابخانه‌ای داخلی و خارجی؛

استخراج نظرات کارشناسان، متخصصان و خبرگان حوزه پدافند غیرعامل استان؛

جدول ۱۱. دسته‌بندی تهدیدات انسان ساخت بر پایه سند راهبردی

سازمان پدافند غیرعامل

منشاء تهدید	حوزه تهدید	موضوع تهدید	
انسان ساخت (عمدی)	مردم محور	اقتصادی	
		سیاسی	
		اجتماعی	
		فرهنگی	
		زیست محیطی	
	سخت	نظامی	زمینی
			هوایی
			دریایی
			موشکی
		امنیتی	تروریستی
فناور پایه		خرابکاری	
		سایبری	
		زیستی	
		پرتوی	
		شیمیایی	
		گرافیتی	
		الکترومغناطیسی	

### ارزیابی تهدیدات

ارزیابی تهدیدات باعث تشخیص نقاط آسیب پذیر برای ارائه راهکارهای کاهش آسیب پذیری خواهد بود. پس از شناخت تهدیدات پایه باید احتمال اجرایی شدن هر کدام از آنها توسط دشمن علیه دارایی‌های استان‌های مرزی ارزیابی شود. تهدیداتی دارای احتمال وقوع بیشتری می‌باشند که بالاترین عمق خسارت اقتصادی، سیاسی، نظامی، نیروی انسانی، معیشتی و ... را با کمترین هزینه و زمان ایجاد نمایند و مردم را با چالش‌های اساسی در تامین نیازهای ضروری، معیشتی، اطلاعاتی، روحی و روانی و ... روبرو نمایند. احتمال وقوع تهدیدات با توجه به شاخص‌هایی نظیر: شدت خسارت، توانمندی دشمن، سابقه تهدید و تبعات منفی تهدید بررسی و ارزیابی می‌شوند.

از سوی مؤسسه NFPA<sup>۱</sup>، تهدیدات دسته‌بندی‌های متنوعی دارند، برای مثال در NFPA 730 که شامل ارزیابی ریسک ناشی از تهدیدات امنیتی در محیط‌های مسکونی، آموزشی، تجاری و خرده‌فروشی و صنعتی است، تهدیدات مطابق جدول زیر دسته‌بندی می‌شوند: [۲۱].

جدول ۹. تهدیدات انسان ساخت استاندارد NFPA [۲۰].

ردیف	تهدیدات انسان ساخت عمدی
۱	تروریسم
۲	حملات سایبری
۳	انفجار ساختمان
۴	تهدیدات بمبی
۵	تسلیحات شیمیایی و بیولوژیکی
۶	تسلیحات هسته‌ای و الکترومغناطیسی

در استاندارد دیگر صادر شده از این مؤسسه موسوم به NFPA1600 در رابطه با مدیریت سانحه/شرایط اضطراری و تداوم فعالیت، تهدیدات هر عامل انسان ساخت، طبیعی یا ناشی از وجود فناوری مطابق جدول زیر معرفی می‌شود.

جدول ۱۰. تهدیدات استاندارد NFPA 1600 [۲۰].

ردیف	تهدیدات انسان ساخت عمدی
۱	تروریسم (متعارف، شیمیایی، هسته‌ای، زیستی و نرم‌افزاری)
۲	اغتشاشات شهری شامل آشوب‌های عمومی، تشنج‌های جمعی و شورش‌ها
۳	شایعات دروغ یا اطلاعات نادرست در جامعه
۴	حمله‌ی دشمن - جنگ
۵	ضربات الکترومغناطیسی
۶	خرابکاری
۷	اعتصاب
۸	ایجاد حریق عمدی
۹	جنایت

در این مقاله، با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل، تهدیدات انسان ساخت عمدی مورد توجه است و تهدیدات طبیعی از حوزه بررسی حذف می‌شود. اکنون به منظور تعیین بسته تهدیدات محتمل طرح، از سه روش به شناسایی تهدیدات انسان ساخت عمدی متوجه استان‌های مرزی پرداخته خواهد شد:

<sup>۱</sup> . National Fire Protection Association

جدول ۱۲. شاخص شدت خسارت [۱۹]

شدهت خسارت	توصیف شاخص	نمره
ویرانگر	هدف متحمل خسارت، صدمات و تلفات ۸۰ تا ۱۰۰ درصدی می شود و دامنه آن به طور وسیعی به بیرون گسترش می یابد.	۹-۱۰
شدید	هدف متحمل خسارت، صدمات و تلفات ۶۰ تا ۸۰ درصدی می شود و دامنه آن به طور قابل توجهی به بیرون گسترش می یابد.	۷-۸
متوسط	هدف متحمل خسارت، صدمات و تلفات ۴۰ تا ۶۰ درصدی می شود و دامنه آن به بیرون گسترش می یابد.	۵-۶
قابل توجه	هدف متحمل خسارت، صدمات و تلفات ۲۰ تا ۴۰ درصدی می شود و دامنه آن به طور خیلی محدود به بیرون گسترش می یابد.	۳-۴
اندک	هدف متحمل خسارت، صدمات و تلفات نهایتاً ۲۰ درصدی می شود و دامنه آن به بیرون گسترش نمی یابد.	۱-۲

جدول ۱۳. شاخص توانایی دشمن [۱۹]

توانایی دشمن	توصیف شاخص	نمره
بسیار زیاد	توانایی تکنولوژیک و تسلیحاتی بسیار بالا در هدف گیری تمامی اهداف و ابزار تهدید برای وارد نمودن آسیب، بر مبنای شرایط طرح کاملاً کارآمد می باشد.	۹-۱۰
زیاد	توانایی تکنولوژیک و تسلیحاتی بالا در هدف گیری تمامی اهداف و ابزار تهدید برای وارد نمودن آسیب، بر مبنای شرایط طرح کارآمد می باشد.	۷-۸
متوسط	توانایی تکنولوژیک و تسلیحاتی مناسب و مطابق با شرایط زیرساخت هدف و ابزار تهدید برای وارد نمودن آسیب، بر مبنای شرایط طرح کارآمدی مناسبی دارد.	۵-۶
کم	توانایی تکنولوژیک و تسلیحاتی کم در تطابق با شرایط زیرساخت هدف و ابزار تهدید برای وارد نمودن آسیب، بر مبنای شرایط طرح کارآمدی کمی دارد.	۳-۴
بسیار کم	توانایی تکنولوژیک و تسلیحاتی پایین ابزار تهدید برای وارد نمودن آسیب، بر مبنای شرایط طرح کارآمدی ندارد.	۱-۲

جدول ۱۴. شاخص سابقه رخداد تهدید [۱۹]

سابقه تهدید	توصیف شاخص	نمره
بسیار زیاد	مکرراً در تمامی جنگ های یک قرن گذشته تکرار شده است.	۹-۱۰
زیاد	در اغلب جنگ های یک قرن گذشته تکرار شده است.	۷-۸
متوسط	در برخی از جنگ های یک قرن گذشته تکرار شده است.	۵-۶
کم	بسیار محدود، در تعداد اندکی از جنگ های یک قرن گذشته تکرار شده است.	۳-۴
بسیار کم	بسیار محدود، در تعداد اندکی از جنگ های یک قرن گذشته تکرار شده است و یا سابقه استفاده ندارد.	۱-۲

جدول ۱۵. شاخص کمترین تبعات منفی برای دشمن [۱۹]

تبعات منفی	توصیف شاخص	نمره
بسیار زیاد	دارای تبعات بسیار زیاد منفی از بعد بین المللی و جامعه کشور هدف (به واسطه قرار گیری در لیست اقدامات ممنوع در جنگ ها) و هزینه بالای اعمال تهدید؛ توجه دشمن نیز به این تبعات خیلی بالاست.	۱-۲
زیاد	دارای تبعات زیاد منفی از بعد بین المللی و جامعه کشور هدف (به واسطه قرار گیری در لیست اقدامات ممنوع در جنگ ها) و هزینه بالای اعمال تهدید؛ توجه دشمن نیز به این تبعات بالاست.	۳-۴
متوسط	دارای تبعات از بعد جامعه کشور هدف و هزینه بر بودن تهدید؛ توجه دشمن نیز به این تبعات نسبتاً پایین است.	۵-۶
کم	دارای تبعات کم و هزینه کم؛ توجه دشمن نیز به این تبعات پایین است.	۷-۸
بسیار کم	بدون تبعات قابل توجه؛ دشمن نیز به این تبعات توجهی ندارد.	۹-۱۰

حال به منظور تدقیق نتایج حاصل از ارزیابی تهدیدات بایستی در گام اول شاخص های ارزیابی تهدیدات وزن دهی شوند. این امر بدان خاطر است که تاثیر هر شاخص به اندازه ی وزن خود در ارزیابی تهدیدات لحاظ شود، زیرا شاخص های تهدیدات معرفی شده از وزن یکسانی برخوردار نیستند. در این مطالعه با توجه به هدف، روش AHP مورد استفاده قرار می گیرد. به منظور وزن دهی شاخص های فوق الذکر، پس از تنظیم پرسشنامه، توزیع آن میان جامعه خبرگان استان و

### ارزیابی آسیب پذیری

در ارزیابی آسیب پذیری، تحلیل کاملی از خصوصیات دارایی‌های استان و اجزای مختلف آن و همچنین شاخص‌های محل جانمایی صورت می‌گیرد، تا کمبودها و نقاط ضعف موجود مشخص شده و ارائه راهکارهای کاهش آسیب پذیری آسان‌تر شود. ارزیابی آسیب پذیری، معین نمودن پتانسیل آسیب پذیری دارایی‌های استان در مقابل محدوده وسیعی از تهدیدها و خطرات با احتمال وقوع بالا است. به طور کلی بررسی و ارزیابی آسیب پذیری دارایی‌های استان‌های مرزی بر اساس چهار شاخص امکان کشف و شناسایی، امکان دسترسی، ضعف بازدارندگی و ضعف ابزارهای حفاظتی، تمهیدات ایمنی و اقدامات دفاعی انجام می‌شود: [۱۹].

جدول ۱۷. شاخص امکان کشف و شناسایی [۱۹]

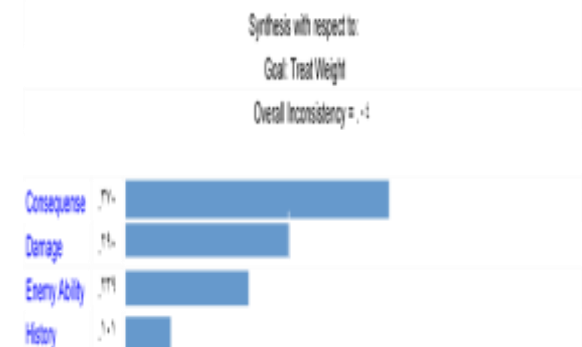
نمره	توصیف شاخص	امکان کشف
۹-۱۰	هدف به سهولت و از فاصله دور قابل شناسایی است. گستره فراخ است. شناسایی هدف نیاز به مقدار بسیار کمی آموزش و مهارت دارد. استتار و پوشش وجود ندارد.	بسیار زیاد
۷-۸	هدف به سهولت از فاصله نزدیک (برد تسلیحات کوتاه برد) قابل شناسایی بوده و شناسایی هدف نیاز به مقدار کمی آموزش و مهارت دارد. گستره قابل شناسایی است. استتار و پوشش کمی وجود دارد.	زیاد
۵-۶	شناسایی هدف در شب مشکل است و ممکن است با سایر اهداف اشتباه گرفته شود. شناسایی هدف نیاز به مقدار متوسطی مهارت دارد.	متوسط
۳-۴	شناسایی هدف در شب در فاصله کم بسیار مشکل است. هدف به راحتی با سایر اهداف اشتباه گرفته شده و شناسایی هدف نیاز به مهارت دارد. دید ضعیف است.	کم
۱-۲	هدف تحت هر گونه شرایطی قابل شناسایی نمی‌باشد و نیاز به مهارت و تخصص ویژه‌ای دارد. استتار و پوشش در حد مطلوب است.	بسیار کم

گردآوری، نتایج آن با استفاده از تکنیک AHP در نرم‌افزار (EXPERT CHOICE) استخراج شده و در نهایت با مشخص شدن وزن هر کدام از شاخص‌های ارزیابی تهدیدات، اولویت بندی بر اساس وزن هر کدام صورت می‌گیرد [۱۹].

جدول ۱۶. وزن دهی شاخص‌های ارزیابی تهدید [۱۹]

اولویت	شاخص ارزیابی تهدید	وزن
۱	تبعات منفی برای دشمن	۰/۳۷
۲	شدت خسارت	۰/۲۹
۳	توانایی دشمن	۰/۲۴
۴	سابقه تهدید	۰/۱

بر همین اساس نرخ ناسازگاری اوزان بدست آمده از نرم افزار AHP به صورت شکل (۲) معادل ۰/۰۴ محاسبه شده است که مقدار آن با توجه به اینکه از ۰/۱ کوچکتر است، قابل قبول می‌باشد.



شکل ۲. نرخ ناسازگاری اوزان شاخص‌های ارزیابی تهدید

### شناسایی آسیب پذیری

#### شناخت آسیب پذیری دارایی‌ها

آسیب پذیری به میزان خسارات و صدمات ناشی از عوامل و پدیده‌های بالقوه و بالفعل خسارت‌زا نسبت به نیروی انسانی، تجهیزات و تأسیسات با شدت صفر تا صد درصد اطلاق می‌شود. بطور کلی آسیب پذیری‌ها به دو نوع ذاتی و اکتسابی تقسیم می‌شوند. آسیب پذیری ذاتی، بصورت ماهوی در دارایی‌ها وجود دارند و وابسته به محیط پیرامونی و سیاست‌های امنیتی و دفاعی نمی‌شوند اما آسیب پذیری اکتسابی، تابع استحکامات و سیاست‌های امنیتی و دفاعی هر دارایی و همچنین ویژگی‌هایی است که قابلیت اصلاح و دست بردن، داشته باشند [۱۹].

جدول ۲۰. شاخص ضعف حفاظتی و تمهیدات دفاعی [۱۹]

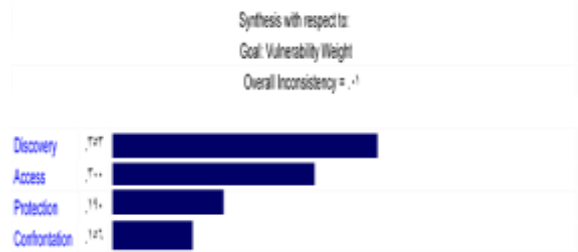
نمره	توصیف شاخص	ضعف حفاظتی
۹-۱۰	موقعیت جغرافیایی باعث دفع حمله گردد. تدابیر حفاظتی و امنیتی مدرن و پیشرفته در محافظت از دارایی وجود دارد.	بسیار کم
۷-۸	موقعیت جغرافیایی باعث دفع یا کاهش حمله گردد. تدابیر حفاظتی و امنیتی در محافظت از دارایی در حد مطلوب است.	کم
۵-۶	موقعیت جغرافیایی به طور جدی باعث کاهش آسیب می گردد. تدابیر حفاظتی و امنیتی نسبتاً خوبی در محافظت از دارایی وجود دارد.	متوسط
۳-۴	موقعیت جغرافیایی باعث کاهش یا تخفیف آسیب می گردد. تدابیر حفاظتی و امنیتی در محافظت از دارایی بسیار پایین است.	زیاد
۱-۲	موقعیت جغرافیایی باعث کاهش یا تخفیف آسیب نمی گردد. تدابیر حفاظتی و امنیتی در محافظت از دارایی وجود ندارد.	بسیار زیاد

شاخص های ارزیابی آسیب پذیری ارائه شده، همگی از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند، لذا در این مطالعه با استفاده از روش (تحلیل سلسله مراتبی) AHP، از طریق تهیه پرسشنامه، نظرات خبرگان حوزه پدافند غیرعامل اخذ و به هر یک از شاخص ها بر اساس اهمیتشان وزنی مطابق جدول (۲۱) اختصاص پیدا می کند.

جدول ۲۱. جدول وزن دهی شاخص های آسیب پذیری [۱۹]

اولویت	شاخص	وزن
۱	امکان کشف و شناسایی	۰/۳۵۳
۲	امکان دسترسی	۰/۳
۳	ضعف حفاظتی و تمهیدات دفاعی	۰/۱۹
۴	ضعف رویارویی	۰/۱۵۶

بر همین اساس نرخ ناسازگاری اوزان بدست آمده از نرم افزار AHP به صورت شکل (۳) معادل ۰/۰۱ محاسبه شده است که مقدار آن با توجه به اینکه از ۰/۱ کوچکتر است، قابل قبول می باشد.



شکل ۳. نرخ ناسازگاری اوزان شاخص های ارزیابی آسیب پذیری

جدول ۱۸. شاخص امکان دسترسی [۱۹]

نمره	توصیف شاخص	امکان دسترسی
۹-۱۰	دسترسی به هدف به سهولت انجام پذیر می باشد. هدف فاقد هرگونه موانع طبیعی یا مصنوعی، دیوار حفاظی و سازه های می باشد. حفاظت فیزیکی و پیرامونی ضعیف است. راه های دسترسی وجود دارد. فاصله تا مرز یا مبدأ تهدید بسیار اندک است.	بسیار زیاد
۷-۸	دسترسی به هدف نسبتاً به سهولت انجام پذیر می باشد. هدف بعضاً دارای موانع طبیعی یا مصنوعی، دیوار حفاظی و سازه های بسیار اندکی می باشد. قسمت اعظم هدف در فضای باز قرار دارد. حفاظت فیزیکی و پیرامونی تا حدی وجود دارد. فاصله تا مرز یا مبدأ تهدید اندک است. از ساختمانهای اطراف به هدف اشراف کامل وجود دارد.	زیاد
۵-۶	هدف در داخل ساختمان و حفاظت تأسیساتی بوده ولی در طبقات همکف و سطحی قرار دارد. حفاظت فیزیکی و پیرامونی متوسط است. راههای دسترسی مناسب وجود ندارد. اشراف به هدف وجود ندارد.	متوسط
۳-۴	هدف در داخل ساختمان و در طبقات زیرزمینی قرار دارد. دسترسی به هدف به سهولت انجام پذیر می باشد. حفاظت فیزیکی و پیرامونی و الکترونیکی خوبی وجود دارد. راه های دسترسی دشوار است. فاصله تا مبدأ تهدید زیاد است.	کم
۱-۲	هدف قابل دسترسی نبوده و یا با سختی و دشواری بسیار زیاد قابل دسترسی است. بیشترین فاصله از مبدأ تهدید وجود دارد.	بسیار کم

جدول ۱۹. شاخص ضعف رویارویی [۱۹]

نمره	توصیف شاخص	ضعف رویارویی
۹-۱۰	توانایی بازدارندگی را نداشته و دشمن به سهولت قادر به آسیب رساندن به آن است. عوامل پیرامونی و هیچگونه موانع محیطی در حفاظت از دارایی وجود ندارد.	بسیار زیاد
۷-۸	دارایی برای دشمن نسبتاً به سختی قابل دسترسی است. موانع محیطی قدرت چندانی در حفاظت از دارایی ندارند.	زیاد
۵-۶	دارایی برای دشمن به سختی قابل دسترسی است. موانع محیطی توانایی زیادی در حفاظت از دارایی ندارند.	متوسط
۳-۴	دارایی به سختی و با هزینه بالا آسیب می بیند. موانع محیطی جذابیت را کاهش می دهند.	کم
۱-۲	دارایی ماهیتاً قابل آسیب توسط دشمن نیست. به لحاظ وجود موانع و هزینه زیاد، جذابیتی برای دشمن ندارد.	بسیار کم

ادامه جدول ۲۳		
پست برق ۴۰۰		
ارزش دارایی	دارایی	ردیف
۷/۶	پست برق ۴۰۰ (ن ز)	۶
۷/۴	پست برق ۴۰۰ (س)	۷
۶/۸	پست برق ۴۰۰ (د ا)	۸
پست برق ۲۳۰		
ارزش دارایی	دارایی	ردیف
۷/۶	پست برق ۲۳۰ (ز)	۹
۷/۶	پست برق ۲۳۰ (ا)	۱۰
۷/۶	پست برق ۲۳۰ (ل ز)	۱۱
۷/۶	پست برق ۲۳۰ (خ)	۱۲
۶/۸	پست برق ۲۳۰ (چ)	۱۳
۷/۴	پست برق ۲۳۰ (ج)	۱۴
۵/۸	پست برق ۲۳۰ (م)	۱۵
۷	پست برق ۲۳۰ (ز آ)	۱۶
۸	پست برق ۲۳۰ (س)	۱۷
۸	پست برق ۲۳۰ (پ)	۱۸
پست برق ۶۳		
ارزش دارایی	دارایی	ردیف
۵/۴	پست برق ۶۳ (ن گ ک)	۱۹
۵/۴	پست برق ۶۳ (ن س ت چ)	۲۰
۵/۴	پست برق ۶۳ (ن گ ز)	۲۱
۵/۲	پست برق ۶۳ (ر ز)	۲۲
۴	پست برق ۶۳ (چ ۲)	۲۳
۵/۲	پست برق ۶۳ (غ ز)	۲۴
۵	پست برق ۶۳ (گ س)	۲۵
۵	پست برق ۶۳ (ج)	۲۶
۵	پست برق ۶۳ (س خ)	۲۷
۵	پست برق ۶۳ (ا ۱۱)	۲۸
۵	پست برق ۶۳ (د خ)	۲۹
۵	پست برق ۶۳ (ل ز)	۳۰
۵	پست برق ۶۳ (ن)	۳۱
۵	پست برق ۶۳ (ز ۱)	۳۲
۵/۲	پست برق ۶۳ (ن ی ک)	۳۳
۵	پست برق ۶۳ (ن ه ا)	۳۴
۵	پست برق ۶۳ (م ی ر)	۳۵
۵	پست برق ۶۳ (د ل)	۳۶
۵	پست برق ۶۳ (م س ک)	۳۷
۵/۲	پست برق ۶۳ (۲ ا)	۳۸

## ارزیابی ریسک (خطر)

### روش محاسبه ریسک (خطر)

در این مطالعه برای تعیین عدد ریسک دارایی‌ها، همانطور که قبلاً هم اشاره شد پس از بررسی روش‌های مختلف ارزیابی ریسک، روشی را که دارای مطلوبیت و سازگاری بیشتری بود، انتخاب می‌نماییم و بنابراین از روش تحلیل ریسک FEMA استفاده شده است. در این روش، ریسک به پتانسیل خرابی یا از بین رفتن دارایی‌ها اطلاق می‌شود و بر اساس رابطه ارزش دارایی، تهدید و آسیب‌پذیری محاسبه می‌شود. نتایج ارزیابی ارزش دارایی‌ها، ارزیابی تهدید و آسیب‌پذیری کنار هم قرار داده شده و مقدار عددی ریسک برای هر دارایی در مقابل تهدید پایه با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود: [۱۷-۱۸].

آسیب‌پذیری \* تهدید \* دارایی = ریسک

$$R = A * T * V$$

پس از محاسبه عدد ریسک براساس رابطه (۱)، دارایی‌ها به سه طیف دارایی با خطر زیاد، متوسط و کم مطابق جدول زیر تقسیم می‌شوند:

جدول ۲۲. طیف ریسک دارایی [۱۷]

کم (عادی)	متوسط (هشدار)	زیاد (خطر)
۰-۶۰	۶۰-۱۷۴	۱۷۴-۱۰۰۰

## نتایج و بحث

### محاسبه ارزش دارایی

برای محاسبه ارزش دارایی‌های استان‌های مرزی فقط دارایی‌هایی را که دارای ارزش سرمایه‌ای بالا هستند و حوزه اثرگذاری فرادستان به بالا داشته و در شرایط بحران مؤثر هستند، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند و با توجه به شاخص‌های ارزیابی دارایی، ارزششان محاسبه می‌شود.

جدول ۲۳. جدول ارزش دارایی‌های حوزه آب

نیروگاه‌ها		
ارزش دارایی	دارایی	ردیف
۷/۶	نیروگاه بخار (ا)	۱
۷/۶	نیروگاه سیکل ترکیبی (ب)	۲
۸/۲	نیروگاه گازی (ز)	۳
۶/۶	نیروگاه گازی (ک)	۴
۸/۲	نیروگاه سیکل ترکیبی (چ)	۵

ادامه جدول ۲۴		
نیروگاه ها		
ردیف	دارایی	عدد تهدید
۲۶	پست برق ۶۳ (ج)	۴
۲۷	پست برق ۶۳ (س خ)	۴
۲۸	پست برق ۶۳ (۱۱)	۴
۲۹	پست برق ۶۳ (د خ)	۴
۳۰	پست برق ۶۳ (ل ز)	۴
۳۱	پست برق ۶۳ (ن)	۴
۳۲	پست برق ۶۳ (ز ۱)	۴
۳۳	پست برق ۶۳ (ن ی ک)	۴
۳۴	پست برق ۶۳ (ن ه ا)	۴
۳۵	پست برق ۶۳ (م ی ر)	۴
۳۶	پست برق ۶۳ (د ل)	۴
۳۷	پست برق ۶۳ (م س ک)	۴
۳۸	پست برق ۶۳ (۲۱)	۴

#### محاسبه عدد آسیب پذیری

پس از تبیین شاخص های ارزیابی آسیب پذیری و وزن دهی هر یک از شاخص ها، اکنون می توان عدد آسیب پذیری هر یک دارایی های استان را بر اساس تهدید مبنا (تهدید تروریستی) به دست آورد.

جدول ۲۵. جدول عدد آسیب پذیری دارایی های حوزه برق

نیروگاه ها		
ردیف	دارایی	عدد آسیب پذیری
۱	نیروگاه بخار (ا)	۵/۷
۲	نیروگاه سیکل ترکیبی (ب)	۵/۷
۳	نیروگاه گازی (ز)	۵/۷
۴	نیروگاه گازی (ک)	۵/۷
۵	نیروگاه سیکل ترکیبی (چ)	۵/۷
پست برق ۴۰۰		
ردیف	دارایی	عدد آسیب پذیری
۶	پست برق ۴۰۰ (ن ز)	۵/۷
۷	پست برق ۴۰۰ (س)	۵/۷
۸	پست برق ۴۰۰ (د ا)	۵/۷
پست برق ۲۳۰		
ردیف	دارایی	عدد آسیب پذیری
۹	پست برق ۲۳۰ (ز)	۵/۷
۱۰	پست برق ۲۳۰ (ا)	۵/۷
۱۱	پست برق ۲۳۰ (ل ز)	۵/۷
۱۲	پست برق ۲۳۰ (خ)	۵/۷
۱۳	پست برق ۲۳۰ (چ)	۵/۷
۱۴	پست برق ۲۳۰ (ج)	۵/۷
۱۵	پست برق ۲۳۰ (م)	۵/۷
۱۶	پست برق ۲۳۰ (ز آ)	۵/۷
۱۷	پست برق ۲۳۰ (س)	۵/۷
۱۸	پست برق ۲۳۰ (پ)	۵/۷
پست برق ۶۳		
ردیف	دارایی	عدد تهدید
۱۹	پست برق ۶۳ (ن گ ک)	۴
۲۰	پست برق ۶۳ (ن س ت چ)	۴
۲۱	پست برق ۶۳ (ن گ ز)	۴
۲۲	پست برق ۶۳ (ر ز)	۴
۲۳	پست برق ۶۳ (چ ۲)	۴
۲۴	پست برق ۶۳ (غ ز)	۴
۲۵	پست برق ۶۳ (گ س)	۴

#### محاسبه عدد تهدید مبنا

در این بخش با توجه به تهدیدات محتمل استان های مرزی که بر اساس بازدیدهای میدانی و با استفاده از منابع کتابخانه ای داخلی و خارجی و سوابق رخداد تهدیدات و همچنین نظرات خبرگان استان بدست آمده است، تهدید تروریستی را به عنوان تهدید مبنا در نظر گرفته و بر اساس آن عدد تهدید محاسبه می شود.

جدول ۲۴. جدول عدد تهدید دارایی های حوزه برق

نیروگاه ها		
ردیف	دارایی	عدد تهدید
۱	نیروگاه بخار (ا)	۵
۲	نیروگاه سیکل ترکیبی (ب)	۵
۳	نیروگاه گازی (ز)	۵
۴	نیروگاه گازی (ک)	۵
۵	نیروگاه سیکل ترکیبی (چ)	۵
پست برق ۴۰۰		
ردیف	دارایی	عدد تهدید
۶	پست برق ۴۰۰ (ن ز)	۵
۷	پست برق ۴۰۰ (س)	۵
۸	پست برق ۴۰۰ (د ا)	۵
پست برق ۲۳۰		
ردیف	دارایی	عدد تهدید
۹	پست برق ۲۳۰ (ز)	۵
۱۰	پست برق ۲۳۰ (ا)	۵
۱۱	پست برق ۲۳۰ (ل ز)	۵
۱۲	پست برق ۲۳۰ (خ)	۵
۱۳	پست برق ۲۳۰ (چ)	۵
۱۴	پست برق ۲۳۰ (ج)	۵
۱۵	پست برق ۲۳۰ (م)	۵
۱۶	پست برق ۲۳۰ (ز آ)	۵
۱۷	پست برق ۲۳۰ (س)	۵
۱۸	پست برق ۲۳۰ (پ)	۵
پست برق ۶۳		
ردیف	دارایی	عدد تهدید
۱۹	پست برق ۶۳ (ن گ ک)	۴
۲۰	پست برق ۶۳ (ن س ت چ)	۴
۲۱	پست برق ۶۳ (ن گ ز)	۴
۲۲	پست برق ۶۳ (ر ز)	۴
۲۳	پست برق ۶۳ (چ ۲)	۴
۲۴	پست برق ۶۳ (غ ز)	۴
۲۵	پست برق ۶۳ (گ س)	۴

جدول ۲۶. جدول عدد ریسک دارایی‌های حوزه برق

نیروگاه‌ها		
ردیف	دارایی	عدد ریسک
۱	نیروگاه بخار (ا)	۲۱۶/۶
۲	نیروگاه سیکل ترکیبی (ب)	۲۱۶/۶
۳	نیروگاه گازی (ز)	۲۳۳/۷
۴	نیروگاه گازی (ک)	۱۸۸/۱
۵	نیروگاه سیکل ترکیبی (چ)	۲۳۳/۷
پست برق ۴۰۰		
ردیف	دارایی	عدد ریسک
۶	پست برق ۴۰۰ (ن ز)	۲۱۶/۶
۷	پست برق ۴۰۰ (س)	۲۱۰/۹
۸	پست برق ۴۰۰ (د)	۱۹۳/۸
پست برق ۲۳۰		
ردیف	دارایی	عدد ریسک
۹	پست برق ۲۳۰ (ز)	۲۱۶/۶
۱۰	پست برق ۲۳۰ (ا)	۲۱۶/۶
۱۱	پست برق ۲۳۰ (ل ز)	۲۱۶/۶
۱۲	پست برق ۲۳۰ (خ)	۲۱۶/۶
۱۳	پست برق ۲۳۰ (چ)	۱۹۳/۸
۱۴	پست برق ۲۳۰ (ج)	۲۱۰/۹
۱۵	پست برق ۲۳۰ (م)	۱۶۵/۳
۱۶	پست برق ۲۳۰ (ز آ)	۱۹۹/۵
۱۷	پست برق ۲۳۰ (س)	۲۲۸
۱۸	پست برق ۲۳۰ (پ)	۲۲۸
پست برق ۶۳		
ردیف	دارایی	عدد ریسک
۱۹	پست برق ۶۳ (ن گ ک)	۱۲۳/۱۲
۲۰	پست برق ۶۳ (ن س ت چ)	۱۲۳/۱۲
۲۱	پست برق ۶۳ (ن گ ز)	۱۲۳/۱۲
۲۲	پست برق ۶۳ (ر ز)	۱۱۸/۵۶
۲۳	پست برق ۶۳ (چ ۲)	۹۱/۲
۲۴	پست برق ۶۳ (غ ز)	۱۱۸/۵۶
۲۵	پست برق ۶۳ (گ س)	۱۱۴
۲۶	پست برق ۶۳ (ج)	۱۱۴
۲۷	پست برق ۶۳ (س خ)	۱۱۴
۲۸	پست برق ۶۳ (ا ا)	۱۱۴
۲۹	پست برق ۶۳ (د خ)	۱۱۴
۳۰	پست برق ۶۳ (ل ز)	۱۱۴
۳۱	پست برق ۶۳ (ن)	۱۱۴
۳۲	پست برق ۶۳ (ز ا)	۱۱۴
۳۳	پست برق ۶۳ (ن ی ک)	۱۱۸/۵۶
۳۴	پست برق ۶۳ (ن ه ا)	۱۱۴
۳۵	پست برق ۶۳ (م ی ر)	۱۱۴
۳۶	پست برق ۶۳ (د ل)	۱۱۴
۳۷	پست برق ۶۳ (م س ک)	۱۱۴
۳۸	پست برق ۶۳ (ا ا)	۱۱۸/۵۶

ادامه جدول ۲۵

نیروگاه‌ها		
ردیف	دارایی	عدد آسیب پذیری
۱۱	پست برق ۲۳۰ (ل ز)	۵/۷
۱۲	پست برق ۲۳۰ (خ)	۵/۷
۱۳	پست برق ۲۳۰ (چ)	۵/۷
۱۴	پست برق ۲۳۰ (ج)	۵/۷
۱۵	پست برق ۲۳۰ (م)	۵/۷
۱۶	پست برق ۲۳۰ (ز آ)	۵/۷
۱۷	پست برق ۲۳۰ (س)	۵/۷
۱۸	پست برق ۲۳۰ (پ)	۵/۷
پست برق ۶۳		
ردیف	دارایی	عدد آسیب پذیری
۱۹	پست برق ۶۳ (ن گ ک)	۵/۷
۲۰	پست برق ۶۳ (ن س ت چ)	۵/۷
۲۱	پست برق ۶۳ (ن گ ز)	۵/۷
۲۲	پست برق ۶۳ (ر ز)	۵/۷
۲۳	پست برق ۶۳ (چ ۲)	۵/۷
۲۴	پست برق ۶۳ (غ ز)	۵/۷
۲۵	پست برق ۶۳ (گ س)	۵/۷
۲۶	پست برق ۶۳ (ج)	۵/۷
۲۷	پست برق ۶۳ (س خ)	۵/۷
۲۸	پست برق ۶۳ (ا ا)	۵/۷
۲۹	پست برق ۶۳ (د خ)	۵/۷
۳۰	پست برق ۶۳ (ل ز)	۵/۷
۳۱	پست برق ۶۳ (ن)	۵/۷
۳۲	پست برق ۶۳ (ز ا)	۵/۷
۳۳	پست برق ۶۳ (ن ی ک)	۵/۷
۳۴	پست برق ۶۳ (ن ه ا)	۵/۷
۳۵	پست برق ۶۳ (م ی ر)	۵/۷
۳۶	پست برق ۶۳ (د ل)	۵/۷
۳۷	پست برق ۶۳ (م س ک)	۵/۷
۳۸	پست برق ۶۳ (ا ا)	۵/۷

## محاسبه عدد ریسک

اکنون با توجه به محاسبه ارزش دارایی، عدد تهدید و عدد آسیب‌پذیری می‌توان ریسک هر یک از دارایی‌ها را بر اساس روش FEMA بدست آورد.

ادامه جدول SWOT حوزه برق	
تهدیدات (Threats)	فرصت ها (Opportunities)
۱- عدم امکان تامین به موقع تجهیزات پیشرفته حوزه برق به واسطه تحریم اقتصادی.	۱- امکان استفاده از فاینانس های خارجی و روش های نوین و متنوع تامین مالی برای پروژه های تامین برق.
۲- امکان وقوع تهدیدات خرابکارانه ( سایبری و ... ) در حوزه شبکه برق و نیروگاه های استان.	۲- امکان تامین برق با استفاده از فناوری های نوین از جمله پانل های خورشیدی و انرژی - های تجدیدپذیر بواسطه شرایط اقلیمی و موقعیت خاص استان و صادرات به کشورهای همسایه.
۳- امکان وقوع تهدیدات تروریستی به منظور تخریب و اختلال در شبکه برق استان.	۳- وجود رویکرد مدیریت استراتژیک در حوزه برق.
	۴- وجود شبکه برق پایدار در تمامی شهرها و اکثر روستاهای استان و امکان ایجاد کارگاه های کوچک تولیدی.
	۵- امکان تولید برق از نیروگاه های گازی و سیکل ترکیبی بواسطه عبور خط لوله سراسری گاز از استان و صادرات برق تولیدی به کشورهای همسایه.

### ارائه راهکارهای کاهش آسیب پذیری

پس از شناخت نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت ها و تهدیدات زیرساخت های حوزه برق، می توان راهکارهای کاهش آسیب پذیری را با بهره گیری از نقاط قوت و کاهش نقاط ضعف ارائه نمود. [۱۹-۲۳].

همانطور که در جدول (۲۶) مشاهده می شود، ریسک برخی از زیرساخت های برق همچون نیروگاه ها و پست های برق زیاد بوده و این نشان دهنده این موضوع است، که این دارایی ها برای دشمن از جذابیت زیادی برخوردار است. یکی از راه های کاهش آسیب پذیری رفع نقاط ضعف آن دارایی است که بعضی مواقع با توجه به اصل هزینه فایده منطقی به نظر نمی رسد، راه دیگر افزایش هزینه دشمن جهت آسیب رسانی به یک زیرساخت از طریق ایجاد تنوع و گستردگی در منابع تامین برق مورد استفاده است، بطوریکه اگر یکی از منابع خطوط انتقال یا توزیع برق مختل شد، مسیرهای جایگزین دیگری برای استفاده موجود باشد و خدمات رسانی آن سیستم مختل نشود، بعنوان مثال چنانچه امکان استفاده از منابع نیروگاهی وجود نداشت، بتوان از منابع سیار استفاده نمود. به منظور ارائه راهکارهای کاهش آسیب پذیری، خبرگان استان

همانطور که در جدول (۲۶) مشاهده می کنیم، برخی از دارایی ها همچون فرودگاه ها با عدد ریسک بالای ۲۵۰ و همچنین برخی از تونل ها با عدد ریسک نزدیک به ۲۰۰، جزء زیرساخت های با ریسک بالا محسوب شده و در نتیجه می بایست در ارائه راهکارها برای کاهش آسیب پذیری آنها اولویت هایی را در نظر بگیریم.

### نتیجه گیری و ارائه راهکارهای کاهش آسیب پذیری

#### ارائه جدول SWOT زیرساخت های حوزه برق

در این بخش با توجه به ویژگی ها و نتایج حاصل از تهدیدشناسی استان، نقاط ضعف، قوت، تهدیدها و فرصت ها به صورت مجزا و تخصصی تر در خصوص زیرساخت های حوزه برق و در قالب جدول Swot ارائه می شود.

جدول ۲۷. جدول عدد ریسک دارایی های حوزه برق

جدول SWOT حوزه برق	
نقاط قوت (Strengths)	نقاط ضعف (Weaknesses)
۱- امکان تامین برق از پانل های خورشیدی و انرژی های تجدیدپذیر بواسطه شرایط اقلیمی و موقعیت خاص استان.	۱- پایین بودن میزان بهره وری در حوزه برق استان.
۲- تجربه انجام پروژه های بزرگ و کوچک تامین برق بویژه انتقال برق.	۲- ضعف وجود برنامه بلندمدت و تشویق کننده جامعه در امر فرهنگ سازی مصرف بهینه برق.
۳- وجود نیروهای متخصص و مراکز آموزشی تخصصی در بخش برق استان.	۳- ضعف در برگزاری رزمایش های پدافند غیرعامل جهت سنجش میزان تاب آوری شبکه برق استان در شرایط بحران.
۴- وجود سیستم GIS در مدیریت منابع حوزه برق استان.	۴- ضعف در تناسب ساختار و تشکیلات موجود در مقایسه با سرعت پیشرفت فناوری های نوین در حوزه برق با عنایت به نیازمندی های استان.
۵- وجود شبکه برق پایدار در تمامی شهرها و اکثر روستاهای استان.	۵- پایین بودن ظرفیت شبکه برق برای توسعه مصارف کشاورزی و صنعتی استان.
۶- امکان تولید برق از نیروگاه های گازی و سیکل ترکیبی بواسطه عبور خط لوله سراسری گاز از استان.	۶- سهم ناچیز استان از تامین برق کشور به علت شرایط خاص استان.
۷- وجود ۵ نیروگاه اتم؛ بخار، سیکل ترکیبی، گازی، گازی و سیکل ترکیبی در سطح استان.	۷- فرسوده بودن شبکه انتقال برق در برخی از نقاط استان.
۸- وجود ۳ پست برق ۴۰۰ کیلوولت، ۲۴ پست برق ۲۳۰ کیلوولت در استان.	۸- نبود سیستم های تامین برق جایگزین در برخی از مراکز بااهمیت.
	۹- آسیب پذیر بودن اکثر زیرساخت های برق استان در برابر تهدیدات (به لحاظ امکان دسترسی، امکان شناسایی و تمهیدات دفاعی و امنیتی).
	۱۰- ضعف در بهره گیری کافی از انرژی های پاک در تولید برق.
	۱۱- ضعف در تامین و تخصیص اعتبارات مورد نیاز تهیه و تجهیز سامانه های نوین کنترل و مدیریت شبکه برق استان.



## مراجع

۱. جلالی فراهانی، غلامرضا، هاشمی فشارکی، سید جواد، الزامات دفاع غیرعامل و مدیریت جنگ نرم در محیط‌های شهری، همایش رسالت دانشگاهیان در مقابل جنگ نرم، ۱۳۸۹.
  ۲. اعظمی، هادی، خلیلی، محسن، دهمرده معصومه، بررسی و تحلیل چالش‌های امنیتی مرزهای استان سیستان و بلوچستان، همایش ملی شهرهای مرزی و امنیت؛ چالش‌ها و رهیافت‌ها ۱۳۹۱.
  ۳. زرقانی، سید هادی، بخشی شادمهری، فاطمه، تحلیل فرصت‌ها و چالش‌های روستاهای مرزی در امنیت مرزها، همایش ملی مرزن‌شنی، توسعه پایدار و فرصت‌های سرمایه‌گذاری، ۱۳۹۳.
  ۴. زرقانی، سید هادی، بخشی شادمهری، فاطمه، واکاوی ارتباط بین متغیر اقتصاد مرزن‌شنینان با امنیت پایدار در مناطق مرزی با تاکید بر مناطق مرزی ایران، همایش ملی ابعاد نظری و کاربردی توسعه و امنیت پایدار مناطق مرزی، ۱۳۹۹.
  ۵. نبی زاده، هادی، زرقانی، سید هادی، اعظمی، هادی، بسترهای ژئواکونومیک امنیتی و توسعه پایدار مناطق مرزی (نمونه موردی شهرستان چابهار)، همایش ملی ابعاد نظری و کاربردی توسعه و امنیت پایدار مناطق مرزی، ۱۳۹۹.
  6. Bary, Buzan, The Middle East : A Perennial Conflict Formation, Office of Political and International Studies, 2000.
  7. Bary, Buzan and Ole Waver, Regions and Powers: The Structure of International Security, Cambridge University Press. 2003.
  ۸. پدافند غیرعامل در آئینه قانون، معاونت طرح و برنامه و امور مجلس سازمان پدافند غیرعامل کشور، تابستان ۱۳۹۶.
  ۹. اسدی، مهدی، قلی‌زاده نرم، حسین، صالحی، نسرين، پدافند غیرعامل در صنعت برق، اولین کنفرانس سراسری توسعه محوری مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک ایران، ۱۳۹۳.
  ۱۰. رنجبر، محمد حسین، پیرایش، ابوالفضل، ارائه شاخصی برای ارزیابی آسیب‌پذیری سیستم قدرت در برابر تهدیدات تروریستی، نشریه علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل، ۱۳۹۴.
  ۱۱. زرقانی، سید هادی، عوامل مؤثر در امنیت مرزی با تاکید بر مرز شرقی ایران، نشریه علوم جغرافیایی، ۱۳۸۵.
  ۱۲. امیریور، مهنار، فنایی، حمید، پدافند غیرعامل در شهرهای مرزی، همایش ملی شهرهای مرزی و امنیت؛ چالش‌ها و رهیافت‌ها، ۱۳۹۱.
  ۱۳. رنجبر، محمد حسین، پیرایش، ابوالفضل، ارائه روشی برای ارزیابی و کاهش ریسک سامانه قدرت در برابر تهدیدات تروریستی، نشریه علوم و فناوری‌های پدافند نوین، ۱۳۹۵.
  ۱۴. جدی، بابک، غفارپور، رضا، رنجبر، علی محمد، ارتقاء شاخص‌های پدافند غیرعامل با استفاده از برنامه‌ریزی بهینه منبع تجدیدپذیر انرژی در شبکه‌های هوشمند برق، مجله مهندسی برق و الکترونیک ایران، ۱۳۹۷.
  ۱۵. دشتی، رضا، طاحونه، تقی، غفارپور، رضا، جلالی، غلامرضا، الزامات پدافند غیرعامل در ارتباط با انواع دارایی‌های صنعت توزیع برق، فصلنامه پدافند غیرعامل، ۱۳۹۹.
  16. Hajipour, v, Amouzegar, h, r, Gharaei, a, Gholami Abarghoei, m, s, Ghajari, s. 2021, An Integrated Process-Based HSE Management System, Safety Sc 133 (2021) 0925-7335/Elsevier LTD.
  ۱۷. ابطحی، سید احسان، کلهر، رضا، میرزا ابراهیم طهرانی، مهنار، ارتقاء سطح ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حمل و نقل استان‌های مرزی با هدف افزایش تاب‌آوری، مجله پدافند غیرعامل، پژوهشکده پدافند غیرعامل دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ۱۴۰۱.
- در حوزه برق، بصورت رسمی توسط کارفرما (استانداری) به مجری معرفی شده بودند و مجری فقط مجاز به مصاحبه و اخذ نظرات این خبرگان بود که متشکل از کارشناسان و مدیران حوزه برق و پدافند غیرعامل استان بودند. که پرسشنامه‌ها طی جلسات متعدد مشترک بین کارشناسان و متخصصان حوزه برق استان، پدافند غیرعامل استان و مجری مطالعات تکمیل و پس از احصاء نقاط آسیب‌پذیر، راهکارهای کاهش آن ارائه شد.
- بنابراین با توجه به موارد فوق تعدادی از راهکارهای کاهش اثرات تهدید در زیر ارائه می‌شود.
۱. طرح پایدارسازی تأمین انرژی در زیرساخت‌های استان با رویکرد بهره‌برداری از انرژی‌های نو (تولن‌ها، پاسگاه‌های مرزی، ایستگاه‌های بین راهی راه‌آهن، مجتمع‌های خدمات رفاهی، پارکینگ‌های شهری، جاده‌های بین‌راهی و ...).
  ۲. اجرای طرح کنترل و پایش دوره‌ای شبکه برق و نیروگاه‌های استان.
  ۳. تدوین نظام آموزش و فرهنگ‌سازی مصرف بهینه برق در سطح استان.
  ۴. ارتقاء تاب‌آوری شبکه برق استان از طریق تأمین پُست‌ها و نیروگاه‌های سیار در قدرت‌های متفاوت.
  ۵. طرح پایدارسازی تأمین آب مورد نیاز جهت خنک‌سازی نیروگاه‌های بخار در استان.
  ۶. تأمین پُست‌های سیار ۶۳ به ۲۰ و ۲۳۰ به ۶۳ برای ارائه خدمات ضروری و تسهیل در مدیریت بحران.
  ۷. تأمین برق با استفاده از فناوری‌های نوین از جمله پانل‌های خورشیدی به‌واسطه شرایط اقلیمی و موقعیت خاص استان.
  ۸. جایگزین کردن زیرساخت‌های سنتی تولید برق به سامانه‌های صنعتی و نوین مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر.
  ۹. احداث کارخانه تولید تجهیزات پیشرفته فناورانه تولید برق (جهت کاهش وابستگی به تأمین قطعات از خارج کشور و خودکفایی در تولید تجهیزات نوین حوزه برق).

18. Risk Management Series, Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings (Fema 426), DHS, 10.1.2011.
۱۹. کلهر، رضا، میرزا ابراهیم طهرانی، مهناز، ابطحی، سید احسان، ارزیابی و مدیریت ریسک با رویکرد حفاظت از زیرساخت های حیاتی، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ۱۴۰۰.
20. Standard on Continuity Emergency and Crisis Management (NFPA 1600), National Fire Protection Association , EDITION 2019,.
۲۱. ۲۱. اصول و مبانی پدافند غیرعامل. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، نوبت چاپ اول ۱۳۸۶.
۲۲. ۲۲. موحدی نیا، جعفر، " اصول و مبانی پدافند غیرعامل " . تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر ۱۳۸۸.
۲۳. ۲۳. کلهر، رضا، میرزا ابراهیم طهرانی، مهناز، ابطحی، سید احسان، مهندسی سلامت، ایمنی و محیط زیست در بحران های ناشی از تهاجم، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع)، ۱۴۰۰.

## Improving the Safety Level of Electricity Infrastructure in Border Provinces with the Aim of Reducing Vulnerability and Increasing Resilience

Seyed Ehsan Abtahi<sup>1</sup>, Reza kalhor<sup>2\*</sup>, Reza Esfahani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Master's Student In Passive Defense Engineering Majoring in Crisis Management, Faculty of Passive Defense, Imam Hossein University (AS), Tehran, Iran.

<sup>2</sup> Assistant Professor, Faculty of Passive Defense, Imam Hossein University (AS), Tehran, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Computer, Network and Communication Faculty, Imam Hossein University (AS), Tehran, Iran.

### ARTICLE INFO

Article history  
Article Type: Research paper  
Received: 2024-04-20  
Received in revised form:  
2024-09-16  
Accepted: 2024-12-21  
Available online: 2024-12-24  
\*Correspondence  
ehsan\_ab3001@yahoo.com

#### Keywords

risk assessment method (FMEA)  
threat assessment  
vulnerability assessment  
Power sector assets

### ABSTRACT

Electricity and the vital infrastructures related to it have always been considered as one of the main human needs. Today, the supply and distribution of electricity is one of the most basic duties of governments, and increasing the safety level of related infrastructures is of particular importance. Currently, with the occurrence of natural threats such as climate change and decrease in rainfall, the supply of electricity from hydropower plants has decreased in the country and the enemy can exploit these threats and carry out hostile actions such as creating disruptions or interrupting the provision of services and Also, to stimulate people's psychological operations against the government. Therefore, it is necessary and inevitable to pay attention to electricity infrastructure to increase resilience, continue essential activities and facilitate crisis management. The research method in these studies is objective, practical and developmental. The main goal of this research is to present a practical model to identify the vulnerabilities and threats of these infrastructures in border areas. According to the defense approach of the studies, all kinds of risk assessment methods are investigated and by using the risk assessment method (FEMA) as an efficient method, firstly, the assets of the border province's electricity sector are identified and screened. Then, based on the basic threats, vulnerabilities are identified and evaluated, and the risk of each asset is calculated. At the end, solutions to reduce the risk in the electrical infrastructure of Marzi province are provided.