مجله علمی پژوهشی «علوم و فناوری‌های پدافند نوین»
سال پنجم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳؛ ص ۲۹-۱۹

ارائه رویکردی نوین در مکان‌یابی بهینه ساختمان مراکز دیسپاچینگ برق به‌روش ترکیبی EAHP با درنظرگرفتن معیارهای پدافند غیرعامل

محسن کیا[۱]، حبیب‌اله اعلمی[۲*]
۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، ۲- استادیار، دانشگاه جامع امام حسین (ع)
(دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۰۵، پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۱۰)

چکیده

با توجه به اهمیت بالای مراکز کنترل و دیسپاچینگ و نقش بسیار حساسی که این مراکز در کنترل و مدیریت نیروگاه‌ها و شبکه سراسری برق کشور ایفا می‌کنند، مکانیابی بهینه با رعایت تمام استانداردهای فنی و امنیتی به ویژه معیارهای پدافند غیرعامل در هنگام احداث ساختمان این مراکز، امری حیاتی است. از آنجا که برخی ساختمان‌های کنونی از عمر نسبتاً بالایی برخوردار بوده و استانداردهای امنیتی اعم از قدرت مواجهه با حوادث طبیعی، غیرطبیعی، حملات دشمن و همچنین استانداردهای فنی همچون پتانسیل گسترش و توسعه سیستم در آن به‌خوبی رعایت نشده است، در عملیات گسترش و بازسازی مراکز و احداث مراکز جدید در حوزه مدیریت شبکه برق، می‌توان از روش پیشنهادی در این مقاله استفاده نمود. برای رسیدن به این هدف در گام اول نیاز به یک مکان‌یابی جامع مبتنی بر کلیه معیارها و دیدگاه‌های علمی، فنی و تجربی وجود دارد. مهم‌ترین این معیارها عبارتند از معیار پدافند غیرعامل، مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی، عمرانی، اقتصادی، عملکرد فنی و رفاهی کارکنان. در مقاله حاضربا توجه به وجود معیارهای متعدد و ناهمجنس در مکان‌یابی ساختمان‌های مراکز کنترل و دیسپاچینگ، به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری‌های چند معیاره (MCDM) پیشنهاد می‌شود. در این روش پیشنهادی، با استفاده از ترکیب تکنیک آنتروپی و روش تحلیل سلسله مراتبی (EAHP) که از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است، به مکان‌یابی ساختمان مراکز کنترل برق پرداخته می‌شود.

کلید واژه‌ها: مراکز دیسپاچینگ، پدافند غیرعامل، تکنیک آنتروپی، تحلیل سلسله مراتبی.

A New Approach for Optimal Location of Power Dispatching Centers Based on Passive Defence Criteria Using EAHP

M. Kia, H. A. Aalami*
Imam Hossein University
(Received: 27/07/2013; Accepted: 01/12/2013)

Abstract

According to the importance of control and dispatching centers and their critical role in the control and management of the power plants and transmission networks, construction of the dispatching centers based on the security and technical standards is vital for power systems. Existing buildings of dispatching centers are relatively old, and security standards and requirements to deal with the natural disasters and enemy attacks are not met, and also, technical standards for potential development of these centers are not considered. In this paper a method is proposed which be used to develop and reconstruct the existing control centers or new buildings. First, a comprehensive optimal location criterion is required in such a way that it could be able to cover all the scientific, technical and experimental aspects. The most important criteria include passive defence consideration, natural and unnatural disasters, civil, economic, technical performance and welfare of employees. Here in, a method is proposed to find the optimum location of dispatching control centers considering several criteria through a multi-criteria decision-making (MCDM) method. The method combines an AHP and entropy techniques (EAHP).

Keywords: Power Dispatching Centers, Passive Defence, Entropy Technique, Analytic Hierarchy Process.

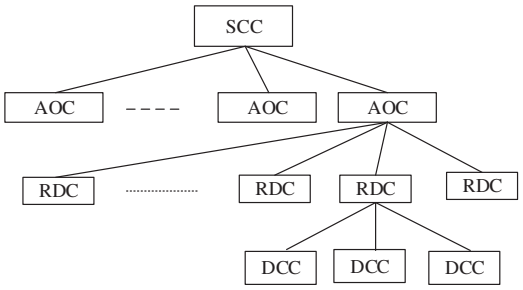
*Corresponding author E-mail: halami@ihu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

با توجه به گستردگی ابعاد شش‌گانه زنجیره تأمین انرژی الکتریکی شامل منبع اولیه، تولید، توزیع، انتقال، مصرف، ذخیره‌سازی و همچنین هم‌زمانی تولید، مصرف و تنظیم مداوم آن، کنترل، نظارت و مدیریت هر لحظه شبکه برق امری حیاتی است. در صورت عدم حضور یک مرکز کنترل قوی و نظارت مداوم بر شبکه، امکان اختلال در عملکرد شبکه وجود داشته و تضمینی برای به‌دست آمدن معیارهای قابلیت اطمینان اعم از کفایت و امنیت سیستم مقدور نخواهد بود. برخی از وظایف مهم مراکز کنترل و دیسپاچینگ شامل بهینه‌سازی تولید و انتقال شبکه، ایجاد تعادل بین تولید و مصرف، هماهنگی بین زنجیره تولید، انتقال، توزیع و مصرف در گستره جغرافیایی می‌باشد. دور بودن مراکز تولید و مصرف، حجم بسیار بالای اطلاعات به دلیل وجود تعداد زیادی از نیروگاه‌ها، پست‌ها و تأسیسات مربوطه، به هم پیوسته بودن شبکه، آمادگی برای مواجهه با شرایط بحرانی و افزایش امنیت شبکه، پخش بار بهینه با توجه به محدودیت‌های شبکه و تضمین پارامترهای قابلیت اطمینان و بهینه‌سازی، برآورد هزینه‌ها و بررسی‌های اقتصادی شبکه به همراه تحلیل‌های بازار برق گوشه‌ای از عظمت کار این مراکز را نشان می‌دهد.

تا قبل از دهه هفتاد فقط یک مرکز دیسپاچینگ به‌صورت متمرکز کنترل و نظارت بر شبکه ایران را انجام می‌داد. پس از توسعه و گسترش شبکه، دیگر یک مرکز قادر نبود که بر تمام قسمت‌های شبکه نظارت و مدیریت کند، از این رو با تغییر در ساختار، دیسپاچینگ مرکزی، دیسپاچینگ مناطق، دیسپاچینگ توزیع (DCC[1]) و فوق توزیع (RDC[2]) به‌وجود آمدند. شکل (۱) پیکره‌بندی مراکز کنترل و دیسپاچینگ کنونی ایران را نشان می‌دهند [۱]. در حال حاضر دیسپاچینگ مرکزی، دیسپاچینگ‌های مناطق (AOC)، دیسپاچینگ‌های پست نیروگاه‌ها (تحت عنوان فوق توزیع و توزیع) کنترل و مدیریت شبکه را انجام می‌دهند. کنترل شبکه به‌طور کامل بر عهده دیسپاچینگ ملی یا SCC[3] است. براساس دستورالعمل مدیریت شبکه برق ایران SCC قسمت‌هایی از وظایف خود را به دیسپاچینگ مناطق (AOC[4]) واگذار کرده است [۱].



شکل ۱. پیکره‌بندی مراکز دیسپاچینگ کنونی برق ایران [۱]

جایابی بهینه مراکز حساس و استراتژیک از دغدغه‌های همیشگی محققان بوده است. در مقاله‌ای به مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های رادار با استفاده از الگوریتم ژنتیک چند منظوره پرداخته شده است [۲]. در مقاله دیگری با استفاده از روش تحلیل چند معیاره TOPSIS[5] در بستر سامانه نرم‌افزاری GIS به بررسی و مدل‌سازی عوامل مؤثر در مکان‌یابی یک نیروگاه برق آبی با در نظر گرفتن معیارهای پدافند غیرعامل پرداخته شده است [۳]. در پژوهش دیگری با ارائه یک مدل ریاضی و ترکیبی به مکان‌یابی سایت‌های راداری سطحی با ملاحظات پدافند عامل و غیرعامل پرداخته است [۴]. در مقاله‌ای نیز به ارائه یک الگو برای جانمایی و چیدمان داخلی یک بندر فرضی با ملاحظات پدافند غیرعامل پرداخته شده است [۵]. در مقاله دیگری به ارزیابی مکان‌های کارایی شبکه‌های ارتباطی محلی از منظر پدافند غیرعامل در شرایط پس از زمین‌لرزه پرداخته شده است [۶].

در این مقاله روشی نوین برای انتخاب محل مناسب احداث ساختمان‌های مراکز کنترل و دیسپاچینگ برق پیشنهاد شده است. روش پیشنهادی از ترکیب فن آنتروپی و روش تحلیل سلسله مراتبی به‌دست می‌آید که هر دو روش از زیر مجموعه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[6] هستند. لازم به ذکر است که روش پیشنهادی روشی علمی- عملی است که به‌راحتی قابل اعمال برای مکان‌یابی‌های مراکز کنترل در سطوح مختلف می‌باشد. در جمع‌آوری و همگرایی اطلاعات و پردازش نظرات کارشناسان، فن‌های متعددی وجود دارد که در این مقاله، فن دلفی[7] مورد استفاده قرار گرفته است.

ادامه مقاله به‌صورت ذیل سازماندهی شده است. در بخش ۲، به معرفی استانداردهای جهانی مراکز کنترل از لحاظ پدافند غیرعامل پرداخته شده است. بخش ۳، مدل پیشنهادی بر مبنای فن آنتروپی و روش سلسله مراتبی (AHP[8]) ارائه شده است. بخش ۴، به معرفی معیارها و گزینه‌های مناسب جهت مکان‌یابی ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ پرداخته است. در بخش ۵ روش پیشنهادی بر روی گزینه‌های کاندید پیاده‌سازی شده است. درنهایت، در بخش ۶ نتیجه‌گیری مقاله آورده شده است.

۲. استانداردهای جهانی مراکز کنترل از لحاظ پدافند غیرعامل

پدافند غیرعامل شامل طرح‌ریزی‌ها و اقداماتی است که موجب کاهش آسیب‌پذیری، افزایش پایداری، تداوم فعالیت دستگاه‌ها و نهادهای نظام در مقابل تهدیدات خارجی گردیده و مستلزم به‌کارگیری سلاح نباشد (دفاع غیر مسلحانه). به عبارتی دیگر، به کلیه اقدامات احتیاطی (به غیر استفاده از جنگ افزار و تسلیحات)، به‌منظور به حداقل رساندن صدمات و خسارت ناشی از حملات دشمن گفته می‌شود. دفاع غیرعامل شامل اعلام خبر، استتار، اختفا،

[1] Distribution Control Center (DCC)
[2] Regional Dispatching Center (RDC)
[3] System Control Center (SCC)
[4] Area Operating Center (AOC)

[5] Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
[6] Multi Attribute Decision Making (MADM)
[7] Delphi Technique
[8] Analytic Hierarchy Process (AHP)

Archive of SID

www.SID.ir

تفرقـه، پراکنـدگی، اجـرای اسـتحکامات، فریـب و کنتـرل خسـارت می‌باشد [۷ و ۸].

کشور ما ایران، به عنوان کشوری قدرتمند، مستقل و همچنـین بـا توجه به شرایط منحصر به فرد ژئوپلتیـک و ژئواسـتراتژیک در سـطح جهان و منطقه همواره در معرض تهدیـدات ناخواسـته‌ای در اشـکال متنوع و پیچیده قرار داشته و دارد [۹]. یکی از راهکارهـای مطمـئن در مقابله با تهدیدات دشمنان و کاهش صدمات و خسـارات ناشـی از تهاجمات نظامی توجه به دفـاع غیرعامـل در همـه ابعـاد (اقتصـادی، سیاسی، نظامی، اجتماعی و فرهنگی) و در تمام حوزه‌هـا (ارتباطـات، انرژی، فناوری، صنعت و مدیریت مردم) می‌باشد. در این میان حـوزه ارتباطات کشور همانند سلسله اعصـاب و نقـش تعیـین‌کننـده‌اش در اداره امور کشور، بسیار حساس و حیاتی بوده و در اولویت‌هـای اولیـه تهاجم دشمن قرار دارد [۱۰].

نتایج و تجربیات جنگ‌های اخیر در سراسر جهان و خسارات وارده ناشی از تهاجم دشمن به تأسیسات ارتباطی و کنترلی، لزوم توجه بـه دفاع بهینه را که تلفیقی از پدافند عامل و غیرعامـل مـی‌باشـد را بـر همگان روشن ساخته است [۱۱]. یکـی از زیـر مجموعـه‌هـای حـوزه ارتباطات، حوزه دیسپاچینگ انرژی الکتریکی است که وظیفه نظارت و کنترل شبکه برق و همچنین حفظ پایداری سیسـتم قـدرت را بـه عهده دارد. چنانچه اصـول پدافنـد غیرعامـل در احـداث و نگهـداری مراکز فوق رعایت نشود، حملات دشمن عـلاوه بـر وارد آوردن حجـم بالای تلفات انسانی و خسارات مـالی منجـر بـه از بـین رفـتن مراکـز کنترل و در نتیجه فروپاشی شریان حیاتی انرژی الکتریکی یـا همـان شبکه سراسری برق کشور مـی‌شـود [۱۲]. از نکـات اساسـی کـه در انتخاب محل احداث طرح‌های راهبردی حوزه تـأمین امنیـت انـرژی باید در نظر گرفت می‌توان به مباحث ژئـوتکنیکی، مطالعـات آمـایش سرزمینی، ترتیبات دفاعی و امنیتی، اصول و قواعد پدافنـد غیرعامـل (همچون کوچک‌سازی، متعددسازی، متنـوع‌سـازی، پراکنـده‌سـازی، دوام‌پذیری، منعطف‌سازی) اشاره کرد [۱۳]. یکـی از اهـداف تعریـف شده در علم مکـان‌یـابی حداکثرسـازی پراکنـدگی اسـت کـه در آن بـه‌دنبـال حداکثرسـازی فاصـله بـین مراکـز راهبـردی بـا توجـه بـه محدودیت‌های موجود می‌باشد [۱۴].

از دید پدافند غیرعامل در حوزه کنترل و دیسپاچینگ برق می‌توان به موارد حفظ توانمندی کنترل و نظارت بر پست‌هـا و نیروگـاه‌هـا در شرایط تهدید، کاهش آسیب‌پذیری تأسیسات، تجهیـزات و زیرسـاخت‌هـای حیاتی، حفظ برقراری ارتباط میان مراکـز بالادسـت و پـایین دسـت، تأمین امنیت و پایداری شبکه سراسری برق در سطح ملی، منطقه‌ای و محلی اشاره کرد.با برآورد تهدیدات حوزه امنیت انرژی الکتریکـی و سـپس بـا برنامـه‌ریـزی، آگـاه‌سـازی، بسترسـازی، تـدوین مقـررات، هماهنگی بین نهادهای ذی‌ربـط، رعایـت الزامـات پدافنـد غیرعامـل در اجـرای پـروژه‌هـای راهبـردی بـا بهـره‌گیـری از توانمنـدی‌هـای فنی و مدیریتی داخلی، نظارت و ارزیـابی مـی‌تـوان در مـورد تـأمین امنیت انرژی الکتریکی کشور در مواقع بحران اطمینان خاطر داشت.

۳. مدل پیشنهادی فن آنتروپی و تحلیل سلسله مراتبـی (EAHP[1])

دنیای اطراف ما مملو از مسائل چند معیاره است و انسان‌هـا همیشـه مجبور به تصمیم‌گیری در این زمینـه‌هـا هسـتند. تصـمیم‌گیـری در حالاتی که معیارهای چندگانه (اعم از کیفـی و کمـی) وجـود دارنـد، همواره با مشکلاتی مواجه است. فقدان استاندارد بـرای انـدازه‌گیـری معیارهای کیفی یا به عبارت دیگر فقدان واحد برای تبدیل معیارهای کمی و کیفی به یکدیگر از اصلی‌ترین این مشکلات به حساب می‌آیـد [۱۵].

فن‌های تصمیم‌گیری به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کنند که وضـعیت مشکل و پیچیده موجود را بفهمد و قضاوت‌های مناسبی داشته باشد. تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانـه بـه دلایـل متعـددی بـه عنـوان رویکردی مناسب برای مواجهه با مسائل دنیای واقعی مطرح هسـتند. پیچیدگی مسئلهٔ تصمیم‌گیری به دلیل وجود معیارهـا و گزینـه‌هـای متعدد، وجود محدودیت‌های متعدد (نظیر زمـان و منـابع موجـود در یک فرآیند تصمیم‌گیری)، دشواریِ یافتنِ جواب بهینـه‌ای کـه بـرای همه راضی‌کننده است و در نهایت تضاد بسیاری از معیارها با یکدیگر همه از دلایل گرایش به این روش‌ها محسوب مـی‌شـود [۱۶]. روش‌هـای تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور حل مسائل بهینه‌سازی به‌کارمی‌رونـد که در این مسائل تابع هدف (معیارها) خود از توابع هدف (معیارهای) مختلفی تشکیل شـده اسـت کـه از یـک جـنس نبـوده و نـاهمگون می‌باشند و بهینه‌سازی یک هدف (معیار) موجب کمینه‌سازی هـدف (معیار) دیگر می‌شود. پس از حل این گونه مسائل معمولاً یک بـازه و فضای بهینه به‌دست می‌آید کـه در آن همـه اهـداف بـه‌طـور نسـبی (با توجه به رتبه معیارها) بهینه شده‌اند و یک نقطـه اپتـیمم حاصـل نمی‌شود.

فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها و فن‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. فرآینـد تجزیـه و تحلیـل سلسله مراتبی یک روش تصمیم‌گیری مبتنی بر انجـام مقایسـه‌هـای نسبی (زوجی) است. این روش با استفاده از یک شبکه تصمیم‌گیـری چند سطحی تـک جهتـی، بـا شـاخص‌هـا و معیارهـای چندگانـه در لایه‌های مختلف، برای رتبه‌بندی یا تعیین ضریب اهمیت گزینه‌هـای مختلف یک فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد. اساس روش AHP بر اساس مقایسه‌های زوجی یا دو دویی گزینه‌ها و معیارهـای تصـمیم‌گیـری اسـت. بـرای چنـین مقایسـه‌ای نیـاز بـه جمع‌آوری اطلاعات از تصـمیم‌گیرنـدگان اسـت. روش AHP یکـی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه است که در سال ۱۹۷۰ توسط ساعتی ابداع شـد [۱۷]. در ایـن مقالـه بـا ترکیـب روش‌هـای

[1] Entropy Analytic Hierarchy Process (EAHP)

Archive of SID

www.SID.ir

تحلیل سلسله مراتبی و فن آنتروپی به عنوان روش پیشنهادی برای مکان‌یابی مراکز کنترل و دیسپاچینگ برق پرداخته شده است. در ادامه به توضیح فن آنتروپی پرداخته و ساختار پیشنهادی فن آنتروپی و روش سلسله مراتبی ارائه می‌شود.

واژه آنتروپی، یک مفهوم عمده در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات است. به‌طوری که نشان‌دهنده مقدار عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام است. فلسفه این فن بر پایه مقدار اطلاعات در دسترس و ارتباط آنها با اهمیت معیار است؛ از مزیت‌های این روش آسان نمودن تصمیم‌گیری برای تصمیم‌گیران در حل مسائل بزرگ است. آنتروپی فنی است که عدم قطعیت‌هایی که با پدیده‌های تصادفی از اطلاعات همراه است را با یک توزیع احتمال گسسته مدل می‌کند و وزن معیارهای مختلف را به کمک نظرات تصمیم‌گیرنده تخمین می‌زند. فن آنتروپی فنی مفید جهت تعیین وزن بوده و در زمانی که دسته‌ای از داده‌ها (همانند ماتریس‌های تصمیم‌گیری) وجود داشته باشد، بسیار مفید است. روش تحلیل سلسله مراتبی مبتنی بر فن آنتروپی جهت بررسی تضاد بین مجموعه داده‌ها بسیار مفید است. مجموعه‌ی داده‌ها را می‌توان مجموعه‌ای از راه‌حل‌های جایگزین در ماتریس‌هایی در نظر گرفت که در آن هر راه‌حلِ جایگزین، با توجه به نتیجه‌اش ارزیابی می‌شود. فلسفه وجودی این روش بر اساس مقدار اطلاعات در دسترس و ارتباط آنها با اهمیت معیار است [۱۸].

در روش ترکیبی پیشنهادی، در اولین گام به شناسایی گزینه‌ها و معیارها و جمع‌آوری و همگرایی نظرات کارشناسان در قالب ماتریس تصمیم‌گیری پرداخته شده است. فن مورد استفاده در این تحلیل فن دلفی خواهد بود. چرا که در این پروسه احتمال پراکندگی فیزیکی و عدم دسترسی یکجا به صاحب نظران وجود داشته است. البته در صورت حضور تمام کارشناسان در یک محل و نظرسنجی هم‌زمان، فن طوفان فکری[1] نیز قابل استفاده خواهد بود. در گام دوم با استفاده از فن آنتروپی[2] وزن‌های معیارها به‌دست می‌آید. در گام بعد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به مقایسه بین مکان‌های مختلف احداث مراکز کنترل در هر معیار پرداخته می‌شود؛ در نهایت با ترکیب وزن معیارهای به‌دست آمده از روش آنتروپی و نتایج مقایسه‌های بین مکان‌های مختلف در هر معیار، به اولویت‌بندی مکان‌های مختلف جهت احداث ساختمان مراکز کنترل و دیسپاچینگ پرداخته می‌شود.

۳-۱. فن آنتروپی

آنتروپی در تئوری اطلاعات معیاری است برای مقدار عدم اطمینان بیان شده توسط یک توزیع احتمال گسسته (P_i) به‌طوری که این عدم اطمینان، در صورت پخش بودن توزیع، بیشتر از موردی است که توزیع فراوانی تیزتر است [۱۹]. این عدم اطمینان به صورت رابطه (۱) تشریح می‌گردد:

$$E \approx S\{p_1, p_2, ..., p_n\} = -K \sum_{i=1}^{n} [p_i \times Ln\, p_i] \qquad (1)$$

به‌طوری‌که K به منظور تأمین $0 \le E \le 1$ یک ثابت مثبت است؛ E از توزیع احتمال P_i بر اساس مکانیزم آماری محاسبه شده و مقدار آن در صورت تساوی P_i ها با یکدیگر (یعنی $p_i = \frac{1}{n}$) حداکثر مقدار ممکن خواهد بود، به صورت رابطه (۲) نمایش داده می‌شود:

$$-K \sum_{i=1}^{n} [p_i \times Ln\, p_i] = -K \{\frac{1}{n} Ln \frac{1}{n} + \frac{1}{n} Ln \frac{1}{n} + ... \\ ... + \frac{1}{n} Ln \frac{1}{n}\} = -K \{(Ln \frac{1}{n})(\frac{n}{n})\} = -K\, Ln \frac{1}{n} \qquad (2)$$

یک ماتریس تصمیم‌گیری از یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره حاوی اطلاعاتی است که آنتروپی می‌تواند به‌عنوان معیاری برای ارزیابی آن به‌کار رود. یک ماتریس تصمیم‌گیری به‌صورت جدول (۱) در نظر گرفته می‌شود. بعد از مشخص شدن معیارها، نوبت به تعیین وزن نسبی آنها است. بدین منظور، مطابق جدول (۱) به مقایسه زوجی معیارها در ماتریس تصمیم‌گیری به کمک کارشناسان و خبرگان صنعت برق در حوزه‌ی مراکز کنترل و دیسپاچینگ پرداخته می‌شود. در جدول (۱) مقیاس‌های مورد استفاده در مقایسه‌های زوجی در روش سلسله مراتبی و فن آنتروپی برحسب میزان ارجحیت از رتبه‌های نشان داده شده در جدول (۲) استفاده می‌شود.

جدول ۱. نمونه جدول مقایسه‌های زوجی برای معیارهای پیشنهادی [۱۷]

معیار / معیار	X_1	X_2	.....	X_n
X_1	۱	r_{12}	.....	r_{1n}
X_2	r_{21}	۱	.....	r_{2n}
.	.	.	.....	.
.	.	.	.....	.
.	.	.	.....	.
X_n	r_{n1}	r_{n2}	.....	۱

جدول ۲. رتبه‌های مورد استفاده در مقایسه‌های زوجی در روش AHP [۱۷]

تعریف	مقیاس
برتری یکسان	۱
برتری کمی بیشتر	۳
برتری بیشتر	۵
برتری بسیار بیشتر	۷
برتری به‌طور مطلق بیشتر	۹
برتری بینابین موارد بالا	۲، ۴، ۶، ۸

[1] Brain Storming
[2] Entropy

Archive of SID

www.SID.ir

در این روش، معیارها دوبه‌دو و در قالب ماتریس مقایسه‌های زوجی با یکدیگر مقایسه می‌شوند. به عبارت دیگر اعداد ماتریس مقایسه‌های زوجی، برتری یک معیار نسبت به معیار دیگر را نشان می‌دهند. در تکمیل‌کردن ماتریس تصمیم‌گیری توسط کارشناسان تنها کافی است که نیمی از جدول ماتریس تصمیم‌گیری پر شود بدین‌صورت که اگر به r_{12} مقیاس ۵ تخصیص داده شده است، r_{21} مقیاس ۰/۲ (یا $\frac{1}{5}$) خواهد بود. محتوای اطلاعاتی موجود در این ماتریس ابتدا به صورت (P_{ij}) طبق رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$E_j \; P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} r_{ij}} \qquad \forall i, j \qquad (۳)$$

از مجموعه P_{ij} به ازای هر مشخصه طبق رابطه (۴) به‌دست می‌آید:

$$E_j = -K \sum_{i=1}^{n} [p_{ij} \times Ln\, p_{ij}] \qquad \forall j \qquad (۴)$$

در رابطه (۴)، $K = \frac{1}{Ln\, m}$ و m تعداد معیارها است. سپس عدم اطمینان یا درجه انحراف (d_j) از اطلاعات ایجاد شده به ازای شاخص jام از رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$d_j = 1 - E_j \qquad \forall j \qquad (۵)$$

سپس اوزان (FNW_j[1]) مطابق رابطه (۶) به‌دست می‌آید:

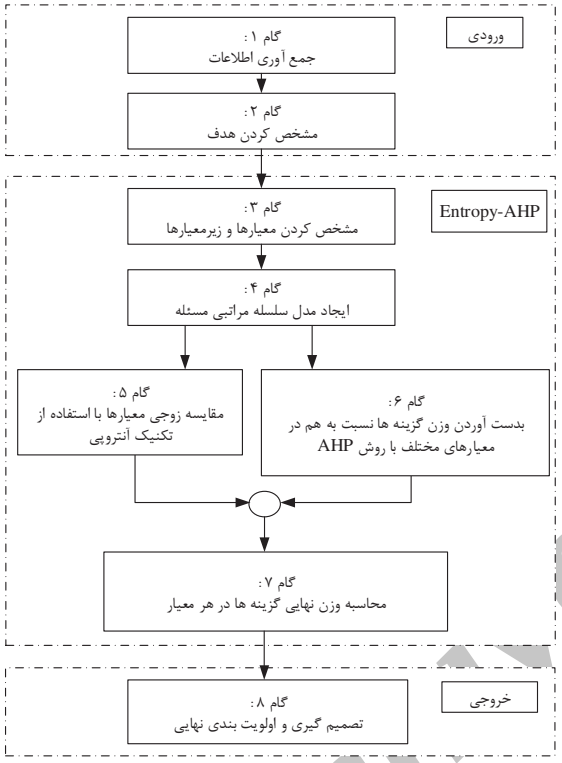
$$FNW_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \qquad (۶)$$

در این مرحله وزن هر معیار از ماتریس‌های تکمیل شده با استفاده از روش آنتروپی به‌دست می‌آید و نتایج نرمالیزه می‌شوند، به‌صورتی که مجموع وزن‌های نهایی معیارها مساوی ۱ می‌شوند.

۳-۲. روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از سه مرحله اصلی ایجاد ساختار سلسله مراتبی، تحلیل اولویت و تأیید سازگاری سیستم تشکیل شده است. در ابتدا، فرد تصمیم‌گیرنده باید مسئله تصمیم پیچیده را در سطوح سلسله مراتبی چندگانه ساختاردهی کند. در مرحله بعد، تصمیم‌گیرنده بر اساس دانش علمی- تجربی مقایسه‌ها را انجام می‌دهد.

هنگامی‌که مقایسه‌ها از طریق قضاوت‌های ذهنی به انجام رسید، ممکن است درجاتی از ناسازگاری در تصمیم‌گیری‌ها اتفاق بیافتد. به‌منظور تضمین اینکه قضاوت‌ها سازگار هستند، عملیات نهایی که تأیید سازگاری است به انجام می‌رسد تا از طریق محاسبه نرخ سازگاری، درجه سازگاری مقایسه‌های زوجی را محاسبه نماید. در این مرحله اگر نرخ سازگاری از حد مجاز (۰/۱) بیشتر شود، تصمیم‌گیرنده باید مقایسه‌های خود را مورد بازنگری قرار دهد. وقتی سازگاری مقایسه‌ها از نقطه‌نظر نرخ سازگاری به تأیید رسید، این قضاوت‌ها را می‌توان ترکیب نموده و اولویت گزینه‌ها و معیارها را مشخص نمود [۱۶]. در شکل (۲) الگوریتم پیشنهادی ترکیب آنتروپی و فرایند تصمیم‌گیری سلسله مراتبی (EAHP) که در این مقاله به‌کار گرفته شده نمایش داده شده است.



شکل ۲. الگوریتم ترکیبی آنتروپی و تصمیم‌گیری سلسله مراتبی (EAHP)

۴. پیاده‌سازی روش پیشنهادی

با توجه به تعدد مراکز کنترل و دیسپاچینگ و گستردگی مکان‌های احداث این مراکز، ارائه روشی جامع و قابل اجرا جهت احداث ساختمان مراکز کنترل و دیسپاچینگ برق مورد توجه است. لذا در این بخش ضمن شناسایی هدف و معیارهای مربوط به اولویت‌بندی مکان‌های احداث مراکز کنترل، الگوریتم پیشنهادی بر روی گزینه محل‌های کاندید پیاده‌سازی می‌شود. در نهایت محل‌های مناسب احداث این مراکز به‌ترتیب اولویت مشخص شده و نتایج آن ارائه می‌شود. نکته قابل توجه در به‌کارگیری مؤثر این روش آن است که با استفاده از تحلیل‌های ریاضی، امکان حذف داده‌های ناسازگار و متناقض که ناشی از عدم دقت نظرات برخی کارشناسان بوده، وجود دارد. بدین ترتیب، این داده‌های ناسازگار خللی در تصمیم‌گیری بهینه ایجاد نخواهند کرد [۱۷]. روش معرفی شده به‌راحتی قابل اعمال برای انواع مراکز کنترل در هر سطح از شبکه می‌باشد، البته باید توجه داشت که معیارها در هر نوع مرکز کنترل و بسته به نظر تصمیم‌گیرنده متفاوت خواهد بود.

[1] Final Normalized Weight

Archive of SID

www.SID.ir

۴-۱. معرفی گزینه‌های احداث مرکز کنترل و دیسپاچینگ

در این مرحله برای ارائه روش پیشنهادی، به بررسی مکان‌های مناسب برای احداث ساختمان جدید مرکز کنترل و دیسپاچینگ تهران (TAOC) پرداخته می‌شود. در این مرحله از بین مناطق تحت پوشش این مرکز، گزینه‌های کاندید جهت رسیدن به هدف معرفی می‌شوند. لازم به‌ذکر است که با توجه به گستردگی مناطق تحت پوشش این مرکز کنترل، می‌توان تعداد گزینه‌های بیشتری را انتخاب و مورد بررسی قرار داد. در این مقاله به‌منظور معرفی و بیان واضح و شفاف روش پیشنهادی، از افزایش تعداد گزینه‌ها خودداری شده و گزینه‌هایی انتخاب شده‌اند که در معیارهای مدنظر اختلاف فاحش‌تری دارند. در این بررسی تنها به بررسی گزینه محل‌هایی که در جدول (۳) آمده پرداخته می‌شود.

جدول ۳. گزینه محل‌های مورد بررسی برای مکان‌یابی ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ برق تهران

مشخصه گزینه محل	گزینه محل
LOC.۱	تهران- ونک (پارکینگ توانیر)
LOC.۲	سمنان- آهوان
LOC.۳	کرج- عظیمیه
LOC.۴	تهران- شوش

گزینه تهران- ونک، روبروی ساختمان فعلی مرکز کنترل تهران زمینی تحت تملک توانیر می‌باشد که در حال حاضر به‌عنوان پارکینگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. گزینه سمنان- آهوان، در مکانی در شرق شهر سمنان می‌باشد. گزینه کرج- عظیمیه، در نقطه‌ای در شمال شهر کرج و گزینه تهران- شوش در جنوب تهران قرار دارد.

۴-۲. معرفی معیارهای مکان یابی مرکز کنترل و دیسپاچینگ

امروزه یکی از مسائل بسیار مهم در مدیریت نوین و پیشرفته، تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده متشکل از گزینه‌ها و معیارهای ناهمگون و متعدد (کمی و کیفی)، می‌باشد. در این موارد تصمیم‌گیرنده با گزینه‌های مختلفی روبرو است که باید با استفاده از معیارهای متنوع و متفاوتی که ناشی از محیط داخلی و خارجی ذهن تصمیم‌گیرنده را مشغول کرده‌اند، گزینه‌ها را اولویت‌بندی نماید. در این راستا، بعد از جلسات متعددی که با کارشناسان و خبرگان حوزه صنعت برق انجام شد، این نتیجه حاصل شد که می‌توان از معیارهایی که در جدول (۴) نشان داده شده جهت اولویت‌بندی مکان‌های احداث ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ استفاده شود. به‌منظور تعیین درجه اهمیت معیارها (رتبه‌بندی معیارها) از خبرگان دانشگاهی و صنعتی شامل ۱۰ نفر عضو هیئت علمی دانشگاه‌های مختلف کشور، ۱۵ نفر کارشناس ارشد مراکز کنترل و ۱۵ نفر کارشناس مراکز کنترل و دیسپاچینگ نظرخواهی به‌عمل آمد که نتیجه پردازش پرسشنامه‌های تکمیل شده و فرایند رتبه‌بندی معیارها در ادامه آمده است (نام و رتبه علمی برخی از این کارشناسان در بخش ۷ آمده است).

توضیحات مربوط به هر معیار در ادامه آورده شده است. زیرمعیارهای مربوط به هر معیار جهت مکان‌یابی ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ برق تهران در جدول (۵) آورده شده است.

جدول ۴. معیارهای پیشنهادی جهت مکان‌یابی ساختمان مرکز دیسپاچینگ

مشخصه معیار	معیار
CRI.۱	پدافند غیرعامل
CRI.۲	مخاطرات
CRI.۳	عمرانی- اقتصادی
CRI.۴	عملکرد فنی
CRI.۵	رفاهی

۴-۳. معیار پدافند غیرعامل

معیار پدافند غیرعامل که در بخش ۲ به آن پرداخته شد به بررسی امکان رعایت ملاحظات پدافند غیرعامل در محل احداث ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ می‌پردازد. در این معیار، گزینه محل‌ها در زیر معیارهای شناسایی شده که در انتخاب محل مؤثر بوده مقایسه می‌شوند. در مشخص نمودن محل احداث ساختمان مرکز کنترل، معیار پدافند غیرعامل از منظر زیرمعیارهای استتار، اختفا، پوشش، فریب و پراکندگی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۴-۴. معیار مخاطرات

این گروه حوادث عمدتاً ضعف‌های مختلف اکثر مناطق کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهند که برای ارزش‌گذاری این معیار، استفاده از منابع آماری، مدارک و اطلاعات تاریخی می‌تواند مفید باشد. در ادامه توضیح مختصری از زیرمعیارها ارائه شده است.

زیرمعیار زلزله: ایران کشور زلزله خیزی است. شواهد این امر در داده‌های تاریخی به‌خوبی گویای این امراست. ویرانی‌های زلزله‌های اخیر چون طبس، منجیل و بم، تفکر ساخت و سازهای مقاوم را در ذهن برنامه‌ریزان کشور تقویت نموده است [۲۰]. در ارتباط با مکان‌یابی سازه‌های مهم این پارامتر از اهمیت زیادی برخوردار است. دقت در تعیین حریم امن با گسل‌های فعال و لرزه‌زا و تعیین مکانی که از حداقل عوامل تشدیدزایی برخودار باشد، کاری است که در این مرحله با استفاده از امتیازدهی به شرایط مختلف در قالب یک معیار صورت خواهد گرفت.

زیرمعیار سایر مخاطرات طبیعی: حوادثی از قبیل سیل، طوفان و صاعقه از دیگر مسائلی است که مرکز پشتیبان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. احتراز از مناطق سیل‌گیر در تعیین مکان مناسب اهمیت بالایی دارد. طوفان ممکن است در مناطق مختلف کشور اتفاق بیافتد. با این وجود، برخی مناطق بیشتر در معرض آن هستند. استفاده از آمارهای هواشناسی در این ارتباط می‌تواند کمک‌کننده باشد. طوفان‌های سهمگین تأثیرات مخرب بسیاری در کنترل و اقدامات مرکز خواهد داشت. یکی دیگر از موارد حوادث طبیعی صاعقه است که در صورت

Archive of SID

www.SID.ir

وجود ارتفاع زیاد و بالا بودن احتمال برخورد صاعقه با ساختمان مرکز و تأسیسات آن بایستی ارزش محل را برای انتخاب به عنوان محل احداث تنزل دهد.

زیرمعیار اثرات سو تأسیسات و عملیات همجوار بر ساختمان: منظور از این زیر معیار این است که در برخی مناطق به دلیل یک سری عملیات عمرانی یا تولیدات کارخانه‌ای ممکن است باعث اثرات سو و مخرب بر ساختمان مرکز کنترل شود که باید از این مناطق دوری کرد.

۴-۵. معیار عمرانی- اقتصادی

زیرمعیار هزینه خرید هر متر مربع زمین: در این زیرمعیار پارامترهایی از قبیل هزینه خرید، وسعت زمین مورد نیاز جهت احداث ساختمان مرکز دیسپاچینگ در منطقه مورد نظر است.

زیرمعیار هزینه نصب و راه‌اندازی سیستم مخابراتی: شرایط فیزیکی محل مرکز برای احداث کانال و بستر مخابراتی بایستی در ارزش‌گذاری این معیار در نظر گرفته شود. که این زیرمعیار به‌عنوان هزینه نصب و راه‌اندازی سیستم مخابراتی مطرح است.

زیرمعیار حمایت مراکز مرتبط: این زیرمعیار بیانگر حمایت‌هایی است که با احداث ساختمان در یک منطقه خاص، برخی از سازمان‌ها حمایت می‌کنند. به‌طور مثال دادنِ زمین رایگان از زمین‌های تحت تملک سازمان‌های مربوطه (همچون برق منطقه‌ای و توانیر) می‌باشد بدین صورت که ممکن است ترجیح داده شود از زمین‌های تحت تملک موجود سازمان برای احداث ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ استفاده شود که در این حالت می‌توان ارزش افزوده زمین را به‌عنوان جایگزین این زیرمعیار در نظر گرفت.

زیرمعیار خاک‌شناسی و مکانیک خاک زمین مورد نظر: مرغوبیت جنس خاک، کیفیت زمین از لحاظ عمرانی را نشان می‌دهد که هر یک ارزش خاصی را برای یک گزینه بر اساس ارزش این معیار مشخص خواهد نمود. برای ارزش‌گذاری این معیار، بررسی مسائل مهندسی خاک و زمین‌شناسی بسیار مفید می‌باشد.

زیرمعیار عدم تداخل با اقدامات عمرانی- اجرایی سایر ارگان‌ها: این زیرمعیار بیانگر بررسی تداخل و یا هم‌سویی اقدامات عمرانی-اجرایی با برخی ارگان‌ها همچون شهرداری یا امکان صدور مجوزهای مربوطه از سایر ارگان‌ها جهت احداث ساختمان دیسپاچینگ در هر منطقه است. زیرمعیار مطلوبیت محیطی: در این زیر معیار امکان پیاده‌سازی طرح مورد نظر، قابلیت انعطاف در طراحی، راحت‌بودن مجوزهای مربوط به مراحل مختلف ساخت و امکان توسعه محل در آینده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۶. معیار عملکرد فنی

زیرمعیار شرایط مخابراتی برای مرکز کنترل: دسترسی به بسترهای موجود سیستم انتقال مخابراتی جهت دریافت اطلاعات مورد نیاز مرکز یکی دیگر از معیارهای انتخاب محل می‌باشد. وجود بسترهای قبلی و امکان توسعه آنها امتیاز ویژه‌ای برای برخی از گزینه‌ها خواهد بود.

زیرمعیار عدم نزدیکی به تأسیسات تأثیرگذار در عملکرد سیستم: در این زیرمعیار گزینه‌ها از جهت نزدیکی به تجهیزات فشار قوی و سایر تجهیزات که باعث اثر مضر در عملکرد مرکز کنترل می‌شود مورد بررسی قرار می‌گیرند.

زیرمعیار تأثیر آلاینده‌های محیطی بر عملکرد تجهیزات: با توجه به اینکه برخی از کارخانه‌ها و مراکز صنعتی دارای عوامل آلوده‌کننده آب و هوا، صوت، منابع زیرزمینی هستند که در این زیرمعیار به آن پرداخته می‌شود به نحوی که امکان تعریف حریم مناسب درمکان‌یابی نهایی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۷. معیار رفاهی

زیرمعیار رضایت‌مندی کارکنان: در این زیرمعیار مواردی همچون آب و هوای مناسب محل، دسترسی به امکانات تفریحی، درمانی، ورزشی و رفاهی شهر از جمله فضای سبز و رستوران و همچنین دسترسی آسان به سایر مراکز کنترل مرتبط و مراکز تحقیقاتی مورد نظر باشد.

زیرمعیار وضعیت دسترسی آسان به حمل و نقل عمومی: میزان دسترسی راحت کارکنان به محل یا به عبارتی دسترسی به امکانات حمل و نقل برای جابه‌جایی کارکنان و عدم ترافیک مسیر، زیرمعیار شرایط دسترسی را تشکیل می‌دهند.

زیرمعیار امنیت از لحاظ تشعشعات مضر بر کارکنان: امنیت، بهداشت و همچنین آرامش فکری کارکنان در محل کار از عوامل رضایت‌مندی کارکنان می‌باشد. به طور مشخص، کارکردن در محیطی که تشعشعات مضر الکترومغناطیسی وجود دارد (نزدیک پست‌های برق) برای کارکنان مطلوب نمی‌باشد.

زیرمعیار نزدیکی به سایر مراکز مرتبط: مراکز کنترل و دیسپاچینگ با مراکزی همچون ساختمان بهره‌بردار شبکه، مراکز کنترل بالادست، پیمانکاران و ... ارتباط دارد، طبیعتاً نزدیکی این مراکز از یکدیگر موجب رضایت کارکنان خواهد بود. همچنین فراهم آمدن برخی امکانات دسترسی و تفریحی می‌تواند موجب بالا رفتن سطح رفاه پرسنل مرکز شده و یکی از مهم‌ترین معیارهای تعیین محل احداث مرکز محسوب شود.

۵. شبیه‌سازی روش پیشنهادی EAHP

شماتیک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره "مکان‌یابی بهینه مراکز دیسپاچینگ شبکه سراسری برق" که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها نشان شده‌اند در شکل (۳) به تصویر کشیده شده است. لازم به‌ذکر است که وزن زیرمعیارها از ماتریس‌های تصمیم‌گیری برای زیرمعیارها به‌دست می‌آید که این

Archive of SID

www.SID.ir

وزن‌ها نیز از فن آنتروپی محاسبه می‌شوند. با توجه به اینکه به تعداد کارشناسان و خبرگان ماتریس‌های تصمیم‌گیری وجود دارد با استفاده از روش میانگین هندسی در روش تحلیل سلسله مراتبی تمام ماتریس‌های تصمیم‌گیری یکسان (از یک نوع) ترکیب می‌شوند. میانگین هندسی از رابطه (۷) محاسبه می‌شود [۱۸]:

$$\overline{r_j} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} r_{ij}} \quad , \quad \forall j \qquad (۷)$$

در رابطه (۷) r_{ij} بیانگر مقیاس‌های اولیه‌ای است که توسط کارشناسان مختلف تکمیل شده و $\overline{r_j}$ بیانگر مقیاس‌های ماتریس تصمیم‌گیری است که پس از ادغام ماتریس‌های تصمیم‌گیری‌ای که توسط کارشناسان و اساتید تکمیل شده به‌دست آمده و n تعداد کارشناسانی که ماتریس‌های تصمیم‌گیری را پر کرده‌اند، j تعداد درایه‌های ماتریس‌های تصمیم‌گیری است.

در ابتدا با استفاده از رابطه (۷) خلاصه ماتریس‌های تصمیم‌گیری تکمیل شده توسط خبرگان مربوطه به‌دست آورده می‌شود (جدول ۶). سپس با استفاده از فن آنتروپی و به کمک رابطه‌های (۶-۳) وزن نهایی نرمالیزه شده به‌دست می‌آید. پس از نرمالیزه کردن ماتریس‌های تصمیم‌گیری با استفاده از رابطه (۳) مقادیر P_{ij} ها را محاسبه نموده و با استفاده از آن مقادیر از روابط (۴) و (۵) مقادیر E_j و d_j را حساب کرده و در نهایت FNW_j با استفاده از رابطه (۶) محاسبه می‌شود که به آن وزن نهایی نرمالیزه شده می‌گویند؛ در جدول (۷) روند این محاسبات و نتایج مربوطه نشان داده شده است، در ستون آخر سمت راست جدول (۷) وزن‌های معیارها با استفاده از فن آنتروپی محاسبه شده است. تا به حال به ماتریس‌های تصمیم‌گیری معیارها که در آنها معیارها دوبه‌دو با هم مقایسه می‌شوند، پرداخته شد.

پس از نرمالیزه کردن ماتریس‌های تصمیم‌گیری با استفاده از رابطه (۳) مقادیر P_{ij} ها را محاسبه نموده و با استفاده از آن مقادیر از روابط (۴) و (۵) مقادیر E_j و d_j را حساب کرده و در نهایت FNW_j با استفاده از رابطه (۶) محاسبه می‌شود که به آن وزن نهایی نرمالیزه شده می‌گویند؛ در جدول (۷) روند این محاسبات و نتایج مربوطه نشان داده شده است، ستون آخر در سمت راست جدول (۷) وزن‌های معیارها با استفاده از فن آنتروپی است. تا به حال به ماتریس‌های تصمیم‌گیری معیارها که در آنها معیارها دوبه‌دو با هم مقایسه دو دویی می‌شدند، پرداخته شد. در گام بعد ماتریس‌های تصمیم‌گیری تکنولوژی‌ها نسبت به هر معیار می‌بایست مورد تحلیل قرار گیرند؛ این ماتریس‌های تصمیم‌گیری به این صورت هستند که همانند جدول (۱) به ازای هر معیار مکان‌های کاندید جهت احداث ساختمان مرکز کنترل با هم مقایسه دو دویی می‌شوند.پس از اعمال روش آنتروپی به گونه بیان شده در مرحله قبل نتایج وزن‌های نرمالیزه شده مکان‌های کاندید در هر معیار به‌دست می‌آید که در جدول (۸) نتایج آن ارائه شده است.

با ترکیب وزن‌های معیارها در جدول (۷) و وزن‌های گزینه محل‌ها در هر معیار در جدول (۸) با استفاده از میانگین وزنی هندسی در روش تحلیل سلسله مراتبی طبق رابطه (۸) نتایج به‌دست می‌آید [۱۸].

$$\overline{FNW_k} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} FNW_i * \overline{r_{ki}}} \quad , \quad \forall k \qquad (۸)$$

در رابطه (۸) FNW_i وزن‌های نرمالیزه شده معیارها (نتایج جدول ۷)، $\overline{r_{ki}}$ وزن‌های نرمالیزه شده معیارها در هر گزینه محل (نتایج جدول ۸)، $\overline{FNW_k}$ وزن نهایی گزینه محل در هر معیار، k تعداد گزینه محل‌ها و n تعداد معیارها است. از رابطه (۷) میانگین وزنی محاسبه و سپس برای نرمالیزه کردن میانگین‌های وزنی از رابطه (۳) استفادهو FNW_j ها محاسبه شده‌اند. در ستون آخر جدول (۸) مشاهده می‌شود که گزینه‌محل‌های احداث ساختمان مرکز کنترل برای TAOC اولویت‌بندی شده‌اند. گزینه تهران- ونک با وزن ۰/۳۰۲۳ و گزینه کرج- عظیمیه با وزن ۰/۲۶۴۶ به‌ترتیب به‌عنوان گزینه‌های اول و دوم برای احداث ساختمان جدید مراکز کنترل و دیسپاچینگ برق منطقه‌ای تهران (TAOC) انتخاب شده‌اند. گزینه‌های سمنان- آهوان و تهران- شوش نیز به عنوان اولویت‌های بعدی به ترتیب در اولویت سوم و چهارم قرار گرفته‌اند.

همان‌طور که از ابتدا بیان شد در این مقاله هدف اصلی، ارائه روشی جامع و مناسب برای مکان‌یابی ساختمان مراکز کنترل و دیسپاچینگ برق در تمام سطوح بوده است که روش پیشنهادی EAHP به‌طور نمونه برای مکان‌یابی ساختمان جدید مرکز کنترل و دیسپاچینگ برق تهران پیاده‌سازی شد و اولویت‌بندی مکان‌های مورد نظر از روی نتایج نشان داده شده در جدول (۸) بررسی گردید.

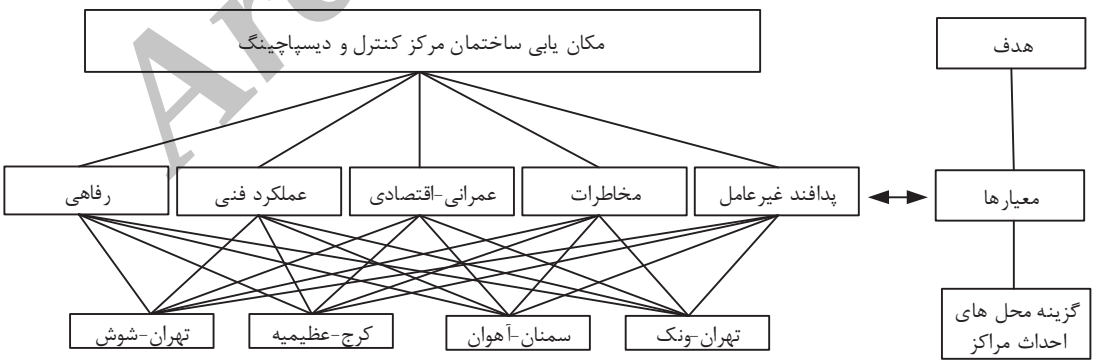
در پایان نتایج روش EAHP با نتایج روش AHP در شکل (۴) قابل مقایسه است، در روش AHP اولویت‌های اول به ترتیب سمنان- آهوان و سپس تهران- ونک به‌دست آمده است. همان‌طور که مشخص است با استفاده از روش EAHP نتایج مناسب‌تری برای احداث ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ تهران به‌دست آمده که این به‌دلیل عدم قطعیت تصمیم‌گیران (کارشناسان و خبرگان) بوده که در روش AHP این عدم قطعیت مدل نشده است، ولی در روش ترکیبی EAHP که از فن آنتروپی برای مدل کردن عدم قطعیت موجود در اطلاعات استفاده شده است نتایج مناسب‌تری به‌دست آمده که حاکی از برتری روش پیشنهادی این مقاله یا همان روش ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی با فن آنتروپی (EAHP) است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. معیارها و زیرمعیارهای در نظر گرفته شده جهت مکان‌یابی ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ تهران

معیار	زیرمعیارها					
CRI.۱	CRI.۱,۱	CRI.۱,۲	CRI.۱,۳	CRI.۱,۴	CRI.۱,۵	
پدافند غیرعامل	استتار	پراکندگی	پوشش	فریب	اختفا	
CRI.۲	CRI.۲,۱	CRI.۲,۲	CRI.۲,۲			
مخاطرات	زلزله	سایر مخاطرات طبیعی	اثرات سوء تأسیسات و عملیات همجوار بر ساختمان			
CRI.۳	CRI.۳,۱	CRI.۳,۲	CRI.۳,۳	CRI.۳,۴	CRI.۳,۵	CRI.۳,۶
عمرانی- اقتصادی	هزینه خرید هر متر مربع زمین	هزینه نصب و راه اندازی سیستم مخابراتی	حمایت مراکز مرتبط (دادن زمین رایگان از زمین‌های تحت تملک)	خاک شناسی و مکانیک خاک زمین مورد نظر	عدم تداخل با اقدامات عمرانی- اجرایی سایر ارگان‌ها	مطلوبیت محیطی
CRI.۴	CRI.۴,۱	CRI.۴,۲	CRI.۴,۳			
عملکرد فنی	شرایط مخابراتی برای مرکز کنترل	عدم نزدیکی به تأسیسات تأثیرگذار در عملکرد سیستم	تأثیر آلاینده‌های محیطی بر عملکرد تجهیزات			
CRI.۵	CRI.۵,۱	CRI.۵,۲	CRI.۵,۳	CRI.۵,۴		
رفاهی	رضایتمندی کارکنان	دسترسی آسان به حمل و نقل عمومی	امنیت از لحاظ تشعشعات مضر بر کارکنان	نزدیکی به سایر مراکز مرتبط		



شکل ۳. ساختار روش سلسله مراتبی برای مکان‌یابی ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ تهران

جدول ۶. مقایسه‌های زوجی معیارها جهت مکان‌یابی ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ تهران

Archive of SID

www.SID.ir

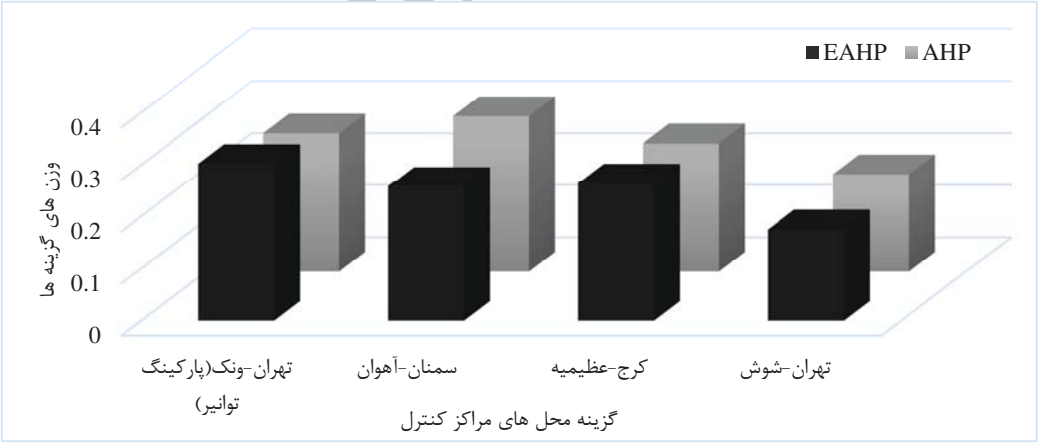
زیرمعیارهای معیار فنی- اقتصادی (CRI.i)	CRI.۱	CRI.۲	CRI.۳	CRI.۴	CRI.۵
CRI.۱	۱	۳	۴/۴۰۰۵	۴/۲۱۲۸	۵/۷۹۱۴
CRI.۲	۰/۳۳۳۳	۱	۳/۴۰۸۶	۳/۸۷۲۹	۴/۲۱۲۸
CRI.۳	۰/۲۲۷۲	۰/۲۹۳۳	۱	۳/۸۷۲۹	۴/۴۰۰۵
CRI.۴	۰/۲۳۷۳	۰/۲۵۸۱	۰/۲۵۸۱	۱	۳/۸۷۲۹
CRI.۵	۰/۱۷۲۶	۰/۲۳۷۳	۰/۲۲۷۲	۰/۲۵۸۱	۱

جدول ۷. روند محاسبات فن آنتروپی برای به دست آوردن وزن معیارها جهت مکان‌یابی ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ تهران

زیرمعیارهای معیار فنی- اقتصادی CRI.i	CRI.۱	CRI.۲	CRI.۳	CRI.۴	CRI.۵	E_j	d_j	FNW_j
CRI.۱	۰/۵۰۷۴	۰/۶۲۶۴	۰/۴۷۳۴	۰/۳۱۸۷	۰/۳۰۰۴	۰/۲۷۲۴	۰/۷۲۷۵	۰/۱۹۶۳
CRI.۲	۰/۱۶۹۱	۰/۲۰۸۸	۰/۳۶۶۷	۰/۲۹۳۰	۰/۲۱۸۵	۰/۲۱۹۵	۰/۷۸۰۵	۰/۲۱۰۶
CRI.۳	۰/۱۱۵۳	۰/۰۶۱۲	۰/۱۰۷۵	۰/۲۹۳۰	۰/۲۲۸۲	۰/۲۳۰۴	۰/۷۶۹۵	۰/۲۰۷۷
CRI.۴	۰/۱۲۰۴	۰/۰۵۳۹	۰/۰۲۷۷	۰/۰۷۵۶	۰/۲۰۰۹	۰/۲۷۱۲	۰/۷۲۸۷	۰/۱۹۶۷
CRI.۵	۰/۰۸۷۶	۰/۰۴۹۵	۰/۰۲۴۴	۰/۰۱۹۵	۰/۰۵۱۸	۰/۳۰۱۳	۰/۶۹۸۶	۰/۱۸۸۵

جدول ۸. وزن نهایی محاسبه شده جهت مکان‌یابی و اولویت‌بندی مکان‌های احداث ساختمان مراکز کنترل و دیسپاچینگ

		CRI.۱	CRI.۲	CRI.۳	CRI.۴	CRI.۵	میانگین وزنی $\overline{r_j}$	FNW	٪ FNW	Ranking
		۰/۱۹۶۳	۰/۲۱۰۶	۰/۲۰۷۷	۰/۱۹۶۷	۰/۱۸۸۵				
LOC.۱	تهران- ونک	۰/۱۸۷۵	۰/۱۶۶۶	۰/۴۰۹۰	۰/۳۷۵۰	۰/۳۴۷۸	۰/۰۵۵۶	۰/۳۰۲۳	۳۰/۲۳	۱
LOC.۲	سمنان-آهوان	۰/۴۳۷۵	۰/۳۸۸۸	۰/۲۷۲۷	۰/۱۲۵۰	۰/۱۳۰۴	۰/۰۴۷۴	۰/۲۵۸۱	۲۵/۸۱	۳
LOC.۳	کرج- عظیمیه	۰/۳۱۲۵	۰/۲۷۷۷	۰/۱۸۱۸	۰/۲۰۸۳	۰/۲۶۰۸	۰/۰۴۸۶	۰/۲۶۴۶	۲۶/۴۶	۲
LOC.۴	تهران- شوش	۰/۰۶۲۵	۰/۱۶۶۶	۰/۱۳۶۳	۰/۲۹۱۶	۰/۲۶۰۸	۰/۰۳۲۱	۰/۱۷۴۹	۱۷/۴۹	۴



شکل ۴. مقایسه نتایج وزن‌های اولویت‌بندی گزینه محل‌ها با دو روش AHP و EAHP

۶. نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین راهکارهایی که به‌منظور پیشگیری، کاهش آسیب و بازسازی مراکز حیاتی و استراتژیک مورد توجه می‌باشد لزوم در نظر گرفتن معیارهای پدافند غیرعامل است. در طی جنگ‌های اخیر همواره مراکز کنترل و دیسپاچینگ برق به‌عنوان یک حوزه استراتژیک مورد تهدید دشمن بوده است. به‌منظور حفاظت این مراکز از تهاجم دشمن، اولین گام، مکان‌یابی مناسب جهت تعیین محل احداث ساختمان مراکز کنترل و دیسپاچینگ می‌باشد.

روش پیشنهادی در این مقاله جهت اولویت‌بندی گزینه محل‌های احداث ساختمان مراکز کنترل و دیسپاچینگ بر مبنای روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و ترکیب روش تحلیل سلسله مراتبی و روش آنتروپی است. روش ارائه شده به‌طور نمونه برای تعیین محل احداث ساختمان جدید مرکز کنترل و دیسپاچینگ برق منطقه‌ای تهران (TAOC) مورد استفاده قرار گرفته است. معیارهای پیشنهاد

www.SID.ir

شده در این مقاله برای مکان‌یابی این مرکز کنترل معیارهای پدافند غیرعامل، مخاطرات، عمرانی-اقتصادی، عملکرد فنی، رفاهی بوده که برای هر معیار، زیرمعیارهایی نیز معرفی شده است. با استفاده از نظر خبرگان معیارها رتبه‌بندی و با استفاده از روش پیشنهادی (ترکیب روش سلسله مراتبی و روش آنتروپی) چهار گزینه مد نظر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که از بین گزینه‌های پیشنهادی، گزینه محل تهران- ونک، جهت احداث ساختمان مرکز کنترل و دیسپاچینگ برق منطقه‌ای تهران (TAOC) در اولویت اول قرار دارد.

۷. تقدیر و تشکر

در پایان مؤلفان بر خود لازم می‌دانند از دکتر محمد صادق قاضی زاده، دکتر محمد احمدیان، مهندس قاسم کرمی، مهندس محمد حسین شمس و مهندس محمد رضا گیوه‌ای به‌خاطر هم‌فکری‌های علمی و مشورت‌های بی‌شائبه در تهیه این مقاله (به‌ویژه در بخش ارزیابی معیارها) صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

۸. مراجع

[1] Technical Report "The Organizational Structureof Regional Dispatching Duties"; Iran GridManagement Company; http://www.Igmc.Ir.

[2] Mohanna, S.; Kalantari, L. S.; Tavakoli, S. "Design and Simulation of a Multistatic Radar System and Optimizing the Radar Sites Positions Using Multiobjective Genetic Algorithms"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2011, 4, 241-247 (In Persian).

[3] Rajabi, M. R.; Golmehr, E.; Majidi, D.; Rastegar, A. "TOPSIS-Based Model for Hydropower Dam Site-Selection in Isfahan Province"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2011, 4, 315-324 (In Persian).

[4] Towhidi, S. M.; Ahmadi, A.; Hassanpour, H. A. "A Combination Model for Surface Radar Sites Location Considering Active and Passive Defence"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2012, 3, 187-197 (In Persian).

[5] Karbasian, M.; Farhand, A. "Presentation of an Interior Layout Pattern for a Presumptive Port Based on Passive Defence Consideration"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2012, 3, 223-230 (In Persian).

[6] Nooraie, H.; Rezaie, N.; Abbaspour , R. A. "Spatial Analysis of the Performance of Communication Network after an Earthquake Considering Passive Defence Aspect"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2011, 3, 151-160 (In Persian).

[7] Passive Defence Organization of the Country "Passive Defencein Cyber War"; Centre of Passive Defence, June 2010; 2nd Ed. (In Persian).

[8] Passive Defence Organization of the Country "Passive Defence in Security and Access Control"; Centre of Passive Defence, June 2010; 2nd Ed. (In Persian).

[9] Javanmardi, M.; Zanjirchi, S. M.; Karbasian, M.; Khabooshani, A. "The Recognition and Scrutiny Relationship between Organizational Agility Capabilities Using RBF Neural Network for Strengthening Passive Defence Capabilities"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2011, 2, 71-82 (In Persian).

[10] Loni, M. R. "National Passive Defence Development Strategy in the Communication Field"; Supreme National Defence Univ. 2011 (In Persian).

[11] Eghtedari-Naeini, M. "Secure Radio Network in Crisis Management"; 4th National Conf. the Association of Iranian Command and Control, Tehran, 2011 (In Persian).

[12] Torabi, K.; Mahdinezhad, A. "Investigating the Vulnerability of Street Networks Against Air Rids Using IHWP and GIS (6th Zone of Tehran)"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2012, 4, 295-303 (In Persian).

[13] Shirzadeh, M. A. "GIS Command and Control Crisis"; 4th National Conf. the Association of Iranian Command and Control, Tehran, 2011 (In Persian).

[14] Karbasian, M.; Dasht, M.; Asadollahi, A. R. "A Combination Model of DEA and Facility Location Model for Important Facilities Considering Dispersion Principle"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2011, 3, 161-167 (In Persian).

[15] Gal, T.; Hanne, T. "Multicriteria Decision Making: Advances in MCDM Models, Algorithms, Theory, and Applications"; 1999, Kluwer Academic Publishers.

[16] Ghodsipour, S. H. "Issues in Multi-Criteria Decision: Multi Objective", Amirkabir Univ. Tech., 1st Ed. 2011 (In Persian).

[17] Saaty, T. L. "The Analytic Hierarchy Process"; McGraw-Hill Inc.; 1980.

[18] Asgharpour M. J. "Multiple Criteria Decision Making", Univ. Tehran Press, 7th Ed. 2010 (In Persian).

[19] Singh, V. P. "The Entropy Theory as a Tool for Modeling and Decision Making in Environmental and Water Resources"; Water Research Commission J., Water SA, 2000, 26, 178-186.

[20] Savadkouhi Far, S.; Mirzai, S.; Jafary, S. Y. "Introduction to Spatial Planning Method of Temporary Housing (A Case Study: Earthquake Crisis in Tehran)"; J. Passive Defence Sci. Tech. 2010, 1, 61-74 (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir