

مکان یابی هوشمند پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت مرکز شهر یزد با بکارگیری الگوریتم ضرایب وزنی در نرم افزار EIGIS

مجید غفاریان^{۱*}، مرتضی رحیمیان^۲

۱- دانشکده برق دانشگاه شاهرود

۲- دانشکده برق دانشگاه شاهرود

چکیده :

افزایش مصارف صنعتی و خانگی برق، توسعه شبکه را اجتناب ناپذیر نموده است. شرکت های برق منطقه ای با توجه به نرخ رشد بار و درخواست دیمانند مصرف کنندگان بزرگ صنعتی، بعد از انجام مطالعات سیستم، پست های انتقال و فوق توزیع را احداث می کنند. در این مرحله لازم است محل مناسب برای احداث پست تعیین شود. با توجه به تأثیر مستقیم انتخاب محل زمین پست روی میزان بارگیری ترانس ها، میزان تلفات شبکه های توزیع و فوق توزیع، و هزینه های بالای ساخت و بهره برداری از پست ها، ضرورت دارد سیستمی هوشمند برای تعیین محل بهینه پست های انتقال و فوق توزیع ایجاد گردد. در این سیستم با تعیین معیار های اصلی تأثیرگذار در انتخاب محل پست و ایجاد لایه های اطلاعاتی مرتبط در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق، معیار و زیر معیارهای مؤثر در انتخاب محل پست امتیاز دهی می شود. در این مقاله، به کمک الگوریتم ضرایب وزنی، محل های پیشنهادی (کاندید) برای انتخاب محل پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت مرکز شهر یزد به کمک نرم افزار تخصصی صنعت برق، مورد ارزیابی قرار گرفته اند.

واژه های کلیدی : مکان یابی، ضرایب وزنی، معیار، زیر معیار، لایه های اطلاعاتی، پست.



۱- مقدمه

شرکت های برق منطقه ای برای احداث پست های انتقال و فوق توزیع سرمایه گذاری بالایی انجام می دهند. از این رو موضوع انتخاب محل احداث پست های انتقال و فوق توزیع از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بطوریکه بیش از نصف سرمایه اختصاص داده شده برای توسعه شبکه برای خرید زمین، تجهیزات و اجرای پست های انتقال و فوق توزیع صرف می شود. در صورتیکه محل پست به درستی تعیین نگردد، علاوه بر هدر رفتن بخش زیادی از سرمایه گذاری اولیه، میزان هزینه های بهره برداری نیز افزایش خواهد یافت. از طرفی در صورت ساخت پست های انتقال و فوق توزیع در محل نامناسب، برای هر بار توسعه پست با مشکلات اجرایی روبرو خواهیم بود. این مشکلات در برخی موارد قابل حل نمی باشد و در برخی شرایط، حل آنها زمان بر است و هزینه های زیادی را به شرکت های برق منطقه ای تحمیل می نماید. در روش های پیشین بهینه سازی انتخاب محل پست های فشار قوی با توجه به پیچیدگی موضوع و تعدد معیار های تأثیر گذار در این زمینه، برای سادگی به دو یا چند معیار اکتفا شده است. در این مقاله سعی شده تمامی معیار های مؤثر در انتخاب محل پست شناسایی و ارزیابی گردد. با توجه به تعدد عوامل تأثیر گذار در انتخاب زمین پست های انتقال و فوق توزیع استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای افزایش سرعت و دقت محاسبات مورد نظر می باشد. روش بهینه سازی به این صورت است که معیار های موجود با توجه به تنوع آنها، یک مرحله بندی شده اند. سپس میانگین وزن هر زیر معیار، میانگین وزن هر معیار و در نهایت با امتیاز دهی به گزینه ها و در نظر گرفتن وزن استخراج شده، گزینه برتر محل پست انتخاب می شود. معیار های مکانی در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صنعت برق قابل پیاده سازی و امتیاز دهی هستند. مزیت این روش در مرحله اول، در نظر گرفتن همه معیار ها در هر مرحله انتخاب زمین می باشد. بطوریکه با اطمینان بالایی می توان ادعا نمود که معیاری نادیده گرفته نشده است. همچنین با توجه به ماهیت منطقه و شرایط خاص محل احداث پست، وزن دهی به هر یک از معیار ها و زیر معیار ها در هر پروژه متغیر خواهد بود. نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی به همراه ابزار ارزیابی محل پست قادر است شاخص ارزیابی مناسبی برای محل کاندیدها ارائه دهد. با مقایسه شاخص ارائه شده در این بخش قادر به مقایسه محل های پیشنهادی (کاندید) برای احداث پست خواهیم بود. برای مطالعه موردی پست جدید ۲۳۰/۶۳ کیلوولت مرکز شهر یزد انتخاب شده است. پیاده سازی روش پیشنهادی روی محل پست مرکز شهر، نشان می دهد این روش ضمن افزایش سرعت تصمیم گیری برای تعیین محل پست، از دقت کافی برخوردار است.

۲- دسته بندی معیار های اصلی

۲-۱- معیار مشخصات زمین

برای این معیار تعداد زیادی زیر معیار قابل تعریف است. دسترسی به جاده اصلی، کاربری اراضی مجاور پست، نحوه چیدمان (لی اوت)، تعداد تقاطع خطوط ورودی و خروجی پست با خطوط موجود، میزان شیب و حجم عملیات خاکی، آزمایشات زمین شناسی، قابلیت توسعه با سایر ولتاژها و قابلیت کاربرد انرژی های نو از جمله این زیر معیار ها می باشند.

۲-۲- مشخصات الکتریکی

محل اتصال پست به شبکه روی بر مشخصات الکتریکی تأثیر گذار است. هرچه محل پست به کانون بار نزدیک تر باشد امتیاز بالاتری از این معیار کسب خواهد نمود. این موضوع رابطه اساسی با میزان تلفات محاسبه شده برای هر یک از زمین های کاندید دارد. علاوه بر این با توجه به اینکه مقاومت الکتریکی زمین به نوع خاک بستر زمین و میزان رطوبت آن وابسته است، زمین های کاندیدی که مقاومت الکتریکی آنها پایین باشد در اولویت انتخاب هستند.



۲-۳- معیار هزینه‌ها

هزینه خرید زمین، بخصوص در مناطق شهری از عوامل تعیین کننده در محل پست های فشار قوی می باشد. هزینه خرید و نصب تجهیزات فیدر نیز وابسته به محل پست است. هرچه فاصله محل پست از شبکه موجود بیشتر باشد، هزینه خرید و نصب خطوط تغذیه کننده پست بیشتر خواهد بود. از طرفی چنانچه فاصله پست تا مراکز مصرف زیاد باشد، هزینه های خرید و نصب خطوط خروجی از پست افزایش خواهد داشت.

۲-۴- معیار حریم

با توجه به حساسیت و اهمیت پست های برق، لازم است تا حد ممکن این تأسیسات از مناطق پر خطر مانند گسل زلزله، مسیر سیلاب ها، محدوده شق و نشست زمین و مسیر پرواز فرودگاه دور باشد. همچنین لازم است حریم های قانونی سایر تأسیسات شهری مانند آب، گاز و مخابرات نیز رعایت گردد.

۲-۵- معیار شرایط زیست محیطی

احداث پست های فشار قوی ناپیستی روی محیط زیست منطقه اثر سوء داشته باشد. در مرحله تسطیح و محوطه سازی پست تأکید می شود پوشش گیاهی منطقه از بین نرود. صدای حاصل از ترانسفورماتور های پست ناپیستی برای ساکنین ساختمان های مجاور، ایجاد مزاحمت نماید. وجود آلودگی های صنعتی می تواند هزینه های نگهداری پست و شستشوی مقره ها را افزایش دهد. به همین علت در صورت امکان محل پست، بایستی دور از مناطق با آلودگی سنگین انتخاب گردد.

۲-۶- معیار ذینفعان

اشخاص حقیقی و یا حقوقی که احداث پست بنحوی در سود و یا زیان آنها تأثیرگذار خواهد بود بایستی شناسایی شوند. به عنوان مثال شرکت های توزیع بواسطه اینکه بایستی برق مشرکین خانگی و صنعتی را از طریق پستهای فوق توزیع تأمین نمایند از جمله این ذینفعان هستند. به عبارت دیگر در صورتیکه محل پست فشار قوی به درستی تعیین نگردد شرکت های توزیع برای تأمین بار مشرکین خود با مشکل اساسی روبرو خواهند بود.

۳- روش پیشنهادی

در روش پیشنهادی ابتدا یک سری معیار های اصلی برای انتخاب محل پست معرفی می شوند. هر معیار اصلی شامل چندین زیر معیار می باشد. معیار هاو زیر معیارها در نرم افزار تعریف می شود. برای هر معیار گروه بندی انجام می شود. این گروه بندی برای تعیین حدود مقادیر انجام می شود. در شکل (۱) بخش ارزیابی محل پست در نرم افزار نمایش داده شده است. مهمترین بخش روش پیشنهادی اختصاص وزن شاخص ها است. تعیین وزن شاخص ها به شرایط جغرافیایی و آب و هوایی و... منطقه احداث پست بستگی دارد. به عبارت دیگر در روش پیشنهادی بر روی تعیین مجدد وزن شاخص ها در هر مورد انتخاب محل پست، تأکید می شود. به عنوان مثال وزن شاخص آلودگی برای یک پست با عایق هوا (AIS) با وزن همان شاخص برای یک پست با عایق گاز (GIS) متفاوت خواهد بود.



گزینه	نام لایه	فعال	رابطه	فیلد از مقدار تا مقدار	وزن شاخص	شاخص	توضیحات
مکان مطلوب پست		<input checked="" type="checkbox"/>			۱		
نزدیکی به مراکز مصرف		<input checked="" type="checkbox"/>			۱		
دسترسی به راه ها		<input checked="" type="checkbox"/>			۰,۲۹		
نزدیکی به خطوط برق		<input checked="" type="checkbox"/>			۰,۲۲		
کاربری اراضی		<input checked="" type="checkbox"/>			۰,۱۸		
عامل طبیعی		<input checked="" type="checkbox"/>			۰,۲۲		
پایداری زمین		<input checked="" type="checkbox"/>			۰,۱۱		
محدودیت		<input checked="" type="checkbox"/>					

شاخص محاسبه شده برابر است با:

شکل (۱): ارزیابی محل پست در نرم افزار EIGIS

در شکل (۲) نحوه گروه بندی و امتیاز دهی به معیار ها نشان داده شده است. هر چه درجه اهمیت معیار بالاتر باشد وزن اختصاص داده شده به آن معیار در گروه به عدد یک نزدیکتر خواهد بود.

گزینه	نام لایه	فعال	رابطه	فیلد از مقدار تا مقدار	وزن شاخص	شاخص	توضیحات
مکان مطلوب پست		<input checked="" type="checkbox"/>			۱		
نزدیکی به مراکز مصرف		<input checked="" type="checkbox"/>			۱		
دسترسی به راه ها		<input checked="" type="checkbox"/>			۰,۲۹		
دسترسی به راه آسفاله		<input checked="" type="checkbox"/>			۱		
بزرگراه		<input checked="" type="checkbox"/>			۱		
گروه ۱ Highway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰ +	۱		
گروه ۲ Highway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰ ۲۰۰	۰,۴۸		
گروه ۳ Highway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰ ۴۰۰	۰,۳۶		
گروه ۴ Highway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۱۰۰۰ ۲۰۰۰	۰,۲۲		
گروه ۵ Highway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰۰	۰,۲۲		
ترانزیت		<input checked="" type="checkbox"/>			۱		
گروه ۱ Freeway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰ +	۱		
گروه ۲ Freeway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰ ۲۰۰	۰,۴۸		
گروه ۳ Freeway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰ ۴۰۰	۰,۳۶		
گروه ۴ Freeway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۱۰۰۰ ۲۰۰۰	۰,۲۲		
گروه ۵ Freeway		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰۰	۰,۲۲		
آسفاله درجه ۱		<input checked="" type="checkbox"/>			۱		
گروه ۱ A1, A2, T1		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰ +	۱		
گروه ۲ A1, A2, T1		<input checked="" type="checkbox"/>	قلمه	۲۰۰ ۲۰۰	۰,۴۸		

شاخص محاسبه شده برابر است با:

شکل (۲): نحوه گروه بندی و امتیازدهی معیارها

تعیین محل پست ۲۳۰/۶۳ کیلومتر در مرکز شهر یزد به عنوان مطالعه موردی با بکارگیری روش پیشنهادی انتخاب شد. این پست در منطقه پر تراکم شهر یزد واقع شده و با توجه به شرایط خاص منطقه، مکان یابی بهینه آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

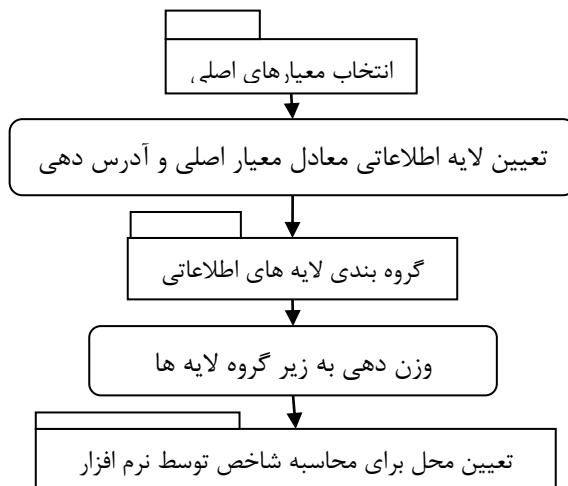
۴- مراحل تعیین معیارها و محاسبه شاخص ارزیابی

همان طور که در شکل (۱) نمایش داده شده است معیار های نزدیکی به مراکز مصرف، دسترسی به راه ها، نزدیکی به خطوط برق، کاربری اراضی و عامل طبیعی، پایداری زمین و محدودیت به عنوان معیار های تأثیر گذار معرفی شده و بایستی مورد ارزیابی قرار گیرد.

هر کدام از این معیار ها بایستی بسته به اهمیتی که نسبت به بقیه معیارها دارند ضریب وزنی بگیرند. به عنوان مثال لایه اطلاعاتی نزدیکی به مراکز ثقل بار از اهمیت بالاتری نسبت به سایر لایه های اطلاعاتی برخوردار است پس بایستی ضریب وزنی لایه اطلاعاتی ثقل بار، بالاتر از سایر معیار ها لحاظ گردد.



در شکل (۳) روند تعیین معیارها و محاسبه شاخص ارزیابی توسط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی نمایش داده شده است.



شکل (۳): مراحل تعیین معیارها و محاسبه شاخص ارزیابی

۵- پیاده سازی روش پیشنهادی بر روی پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت مرکز شهر یزد

در شکل (۴) منطقه کلی مکان یابی پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت مرکز شهر یزد برای داشتن دید کلی محدوده معرفی شده برای انتخاب محل پست، که از جانب واحد برنامه ریزی ارائه شده، نمایش داده شده است.



شکل (۴): نمای کلی از منطقه معرفی شده برای مکان یابی پست مرکز شهر یزد

همان طور که در شکل (۴) نمایان است پست مزبور در داخل ناحیه پر تراکم شهری با کاربری زمین های مسکونی و تجاری است. از طرفی به دلیل اینکه پست مرکز شهر یزد یک پست انتقال می باشد لازم است موقعیت مناسبی برای تغذیه پست های فوق توزیع داشته باشد. دایره رنگی در شکل (۴) محدوده معرفی شده از جانب واحد برنامه ریزی برای انتخاب محل پست مرکز شهر یزد را نشان می دهد.



شکل (۵): محل سه کاندید پیشنهادی برای ارزیابی محل پست

در شکل (۵) سه کاندید پیشنهادی از زمین های خالی و مناسب برای احداث پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت مرکز شهر یزد مشخص شده است. این سه کاندید حداقل های خواسته شده از جانب واحد برنامه ریزی را فراهم می نماید ولی از دید واحد توسعه هنوز ارزیابی دقیقی از این سه زمین انجام نشده است. برای ارزیابی زمین های کاندید برای احداث پست مرکز شهر ابتدا نقشه های با مقیاس ۱/۲۰۰۰ شهر یزد تهیه شد. سپس مطابق شکل (۶) موقعیت سه کاندید در این نقشه ها شناسایی و برای ارزیابی در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی آماده گردید.



شکل (۶): موقعیت سه کاندید روی نقشه ۱/۲۰۰۰ شهری

با اعمال قابلیت نرم افزار برای ارزیابی محل پست روی یک نقطه از هر سه کاندید امتیاز هر کاندید بر اساس شاخص ارزیابی تعیین می شود. این موضوع در جدول شماره (۱) نمایش داده شده است.

جدول (۱): بررسی شاخص ارزیابی روی سه کاندید

شاخص	محدودیت	وزن شاخص			معیار گزینه زمین
		کاربری اراضی	دسترسی به خطوط برق	دسترسی به راه ها	
شماره ۱	وجود دارد	٪۶۵	٪۷۷	٪۲۰	٪۵۰
شماره ۲	وجود دارد	٪۶۵	٪۷۷	٪۲۰	٪۵۰
شماره ۳	وجود دارد	٪۷۲	۱	٪۲۰	٪۶۰



شاخص ارزیابی محاسبه شده در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان می دهد کاندید محل پست شماره ۳ از وضعیت مطلوب تری نسبت به سایر کاندید ها برخوردار است . با توجه به اینکه اطلاعات سایر لایه های اطلاعاتی در حال تهیه می باشد در ادامه می توان لایه هایی مانند مرکز ثقل بار ، قیمت زمین و معیار حریم و ... را نیز وارد نرم افزار نمود. بدیهی است با تکمیل لایه های اطلاعاتی مربوط ، شاخص محاسبه شده از مطلوبیت بیشتری برخوردار خواهد بود.

۶- نتیجه گیری

سوابق بهینه سازی محل پست های فشار قوی نشان می دهد که روش های قبلی به چند معیار محدود انتخاب محل پست بسنده نموده است به گونه ای که فرمول بندی مسئله ساده باشد . با توجه به پیچیدگی موضوع و تعدد عوامل تأثیر گذار در انتخاب بهینه محل پست ، روش ارائه شده در این مقاله اکثریت عوامل را مد نظر قرار می دهد . میزان وزن دهی به معیار ها و زیر معیار ها به شرایط منطقه احداث پست بستگی دارد. نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی به خوبی این روش را پیاده سازی نموده است . این روش بعد از مرحله کاندید یابی و چنانچه چند گزینه کاندید برای محل پست تعیین شده است، کاربرد دارد. در مطالعه موردی روی محل پست ۲۳۰/۶۳ کیلوولت مرکز شهر یزد ، این روش مورد استفاده قرار گرفته است و نتایج حاکی از آن است که بهینه سازی به روش الگوریتم ضرایب وزنی، ضمن در نظر گرفتن کلیه عوامل تأثیر گذار ، محل بهینه پست را با دقت و سرعت بالایی تعیین می نماید.

مراجع

خادم تیکا سهراب ، رضا صمدی ، انتخاب محل بهینه احداث تأسیسات صنعت برق کشور با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی [نشریه] // کاربرد سامانه های اطلاعات مکانی . - ۱۳۹۱ . - ص. ۱۳.

حمید رضا افتخاری ، بهینه سازی محل احداث پست با روش شباهت به گزینه ایده آل فازی [Journal]. - تهران : کنفرانس بین المللی برق، ۱۳۹۲ . - مهندسی برق Vol.

محمد کریمی، امین شجاعی ، جایابی بهینه پست های فوق توزیع با استفاده از الگوریتم تکاملی دیفرانسیل دینامیکی فریدونکنار، کنفرانس ملی الگوریتم های فرا ابتکاری ، مهندسی.

علی ناصح، مهدی نجار ، مهدی ستوده ، هادی حسینی ، ایمان ویسی ، برنامه ریزی توسعه و جایابی پست های فوق توزیع خراسان با روشی نوین ، تهران ، کنفرانس بین المللی برق ، مهندسی برق قدرت

[1] H. barati, M.A. sabzivand, M. joorabian “ optimal location and sizing of HV/MV substation using the branch and bound method in distribution network of dezful city”, international journal on technical and physical problems of engineering (IJTPE), Vol. 5, Issue 15, pp. 44-50, 2013.

Xun mao, Yaowem wu, Yangwu shen, Xiaotao peng , Yuanzhang sun, “Study on the plan of UHV substation location based on grey comprehensive optimal selection using moment estimation theory to weight”

L. Zifa, Z. Jianhua, “Optimal Planning of Substation of Locating and Sizing based on GIS and Adaptive Mutation PSO Algorithm”, Int. Conference of Power Systems Technology, pp. 1-5, 2006.

E.M. Kabir, “A New Approach for Substation Expansion Planning”, IEEE Trans. on Power Syst., Vol. 21, No. 2, pp. 997-1004, 2006.

.M. Yusta, A.J. Urdaneta, “A Probabilistic Methodology for Distribution Substation Location”, IEEE Trans. on Power Syst., Vol. 18, No. 1, pp. 388-393, Feb. 2003.