نشریه‌ی علمی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

مسیر یابی بهینه خطوط انتقال برق با استفاده از الگوریتم PSO و روش IHWP (نمونه موردی: خط انتقال نیروگاه کرمان به ارگ جدید بم)

عبدالمطلب رستگار[۱]؛ محسن توسلی[۲*]؛ سجاد اباذرلو[۳]

۱- مربی سیستم‌های اطلاعات مکانی، گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه گلستان، ایران
۲- استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه زابل، ایران
۳- دبیر انجمن علمی پدافند غیرعامل شمالغرب کشور، ایران

دریافت دست نوشته : ۱۴۰۰/۰۳/۲۶ پذیرش دست نوشته: ۱۴۰۰/۰۶/۱۴

واژگان کلیدی
آسیب‌پذیری، بحران، روش واسپاس، شهر کرمانشاه

چکیده

در مسیریابی خطوط برق پارامترهای مختلفی به جهت هزینه احداث و تأثیرات مختلف محیطی، در نظر گرفته می‌شود. با توجه به گستردگی عوامل مؤثر در مسیریابی خطوط انتقال برق می‌توان روش های تصمیم گیری چند معیاره و الگوریتم های تکاملی را بعنوان ابزاری مناسب در نظر گرفت. روش تحقیق حاضر، توصیفی–تحلیلی می‌باشد. و با بهره‌گیری از مدل *IHWP* و الگوریتم *PSO* به بهینه‌یابی خط انتقال برق ۴۰۰ کیلوولت نیروگاه کرمان به ارگ جدید بم در حوزه برق منطقه‌ای کرمان به طول ۲۵۱ کیلومتر پرداخته می‌شود. جهت مسیریابی با استفاده از مدل *IHWP* در محیط *GIS*، از ۱۲ شاخص مانند؛ نقاط ارتفاعی، شیب، فاصله از خطوط نفت، تیپ اراضی و غیره استفاده شد که نتایج نشان می‌دهد که مسیر پیشنهادی ۵۸,۲۶ درصد نسبت به وضع موجود بهینه و طول مسیر نیز ۲۰ کیلومتر کاهش یافته است. در استفاده از الگوریتم *PSO* که در نرم افزار *MATLAB* پردازش گردید، مسیر پیشنهادی ۵۵,۳۳ درصد نسبت به وضع موجود بهینه گشته و طول مسیر نیز ۱۸ کیلومتر کاهش یافت. نتایج هر دو روش نشان می دهد، شرایط بسیار مناسبی نسبت به وضعیت موجود ایجاد شده و مسیر پیشنهادی روش *IHWP*، ۲,۹۳ درصد از مسیر پیشنهادی *PSO* بهینه‌تر می باشد و همچنین طول مسیر پیشنهادی در روش *IHWP* به میزان ۴ کیلومتر کمتر از روش *PSO* می‌باشد.

۱- پیشگفتار

مسیریابی از جمله اقدامات اولیه عملیات طراحی یک خط انتقال نیرو بشمار می رود و به علت نقش بسزائی که در چگونگی قرارگیری خط انتقال در ارتباط با سایر تأسیسات و محیط و عوارض مجاور خود از یک طرف و تأثیر قابل توجهی که در هزینه اجرای خط از طرف دیگر دارد بایستی مورد بررسی دقیق قرار گیرد (*Mousavi et al,2013:87*).

برای احداث خط انتقال نیرو لازم است عوامل فنی، اقتصادی و زیست محیطی مورد توجه قرار گیرند. مسیر خط انتقال نیرو، افزون بر اینکه بر روی هزینه های نصب، راه اندازی و نگهداری آن تأثیر می گذارد، در میزان تأثیرات منفی آن بر روی محیط زیست نیز نقش دارد(*Dilpreet and Mundra,2012:136*). لذا تعیین مسیر بهینه برای خط انتقال جدید، مسئله ای چندهدفه است که ممکن است اهداف آن ناسازگار باشند. در واقع مسیر با حداقل هزینه ممکن است تأثیرات منفی فراوانی بر روی محیط زیست داشته باشد (بهشتی فر و همکاران،۱۳۹۲:۳۴)

یکی از مهم ترین فعالیت های صنعت برق توسعه بهینه سازی شبکه انتقال نیرو است (*Boulaxis and Papadopoulos,2010:244*). هزینه ساخت و نگهداری بالای خطوط انتقال از یک طرف و وقوع حوادث طبیعی و مشکلات زیست محیطی و قطعی برق به خاطر شرایط محیطی و طبیعی از طرف دیگر باعث می گردد که مسیریابی، طراحی اولیه و تثبیت مسیر خط از اهمیت بالایی

* دانشگاه زابل، زابل، ایران ، *mtavasolli@gmail.com*

برخوردار باشد (*Rezaei,2015:158*).

ماهیت مکانمند بودن عوامل تأثیر گذار بر مسیریابی، مانع از احداث مسیر مستقیم بین مبدأ و مقصد می شود و فرایند تصمیم گیری را دشوار می سازد(*Gómez et al,2004:110*). هوشمندسازی فرایند مسیریابی با بهره گیری از اطلاعات دقیق مکانی و استفاده از دانش متخصصان در قالب سامانه اطلاعات مکانی می تواند در کاهش زمان، هزینه اقتصادی و کاهش فاصله زمانی بین طراحی و احداث مؤثر باشد (*Yildrim and Nisanci,2010:56*).

به تازگی از سامانه اطلاعات جغرافیایی و الگوریتم های مسیریابی در مسائل مکانی مانند طراحی خطوط انتقال زیرزمینی برای زیرساخت ها و جاده ها استفاده شده است (*Lin & Tsay,1996:14*). در سال ۱۹۹۶ از تصاویر ماهواره ای برای مشخص کردن محدوده مورد مطالعه و موقعیت محدودیت های زیست محیطی در فرایند مسیریابی خطوط انتقال برق استفاده شد و سپس به انتخاب مسیر با کوتاه ترین طول و کمترین تأثیرات زیست محیطی اقدام گردید (*Vega and sarmiento,1996:56*).

امروزه روز به روز بر اهمیت شبکه های انتقال و توزیع نیروی الکتریکی به سبب اهمیتشان در افزایش و یا کاهش بازده صنعت برق، افزوده می گردد و روشها و الگوریتم‌های متنوعی در راستای مسیریابی بهینه این شبکه ها پیشنهاد و اجرا می شود. در ایران نیز شبکه ای گسترده از خطوط انتقال و توزیع برق وجود دارد که روز به روز گسترده تر می گردد. اما مشکل آن است که میزان تلفات انرژی در این شبکه بالاست، رضایت مشتریان آنچنان که باید فراهم نیست و مسائل زیست محیطی در این باره فراوان است (*Sajjadian,2015:25*).

طراحی مسیرها اعم از جاده، راه آهن، خطوط نفت و گاز و غیره بیش از دو دهه است که مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر آن تحقیقات مختلفی در زمینه استفاده از *GIS* در مسیریابی بهینه انجام شده است. با مرور منابع در دسترس، پیشینه داخلی و خارجی تحقیق مورد بررسی قرار می گیرد.

"مسیریابی خطوط انتقال برق با استفاده ار الگوریتم (*NSGA-II*)" عنوان مقاله است که رستگار و همکاران (۱۳۹۴) ارائه دادند در این پژوهش با بهره گیری از الگوریتم چند هدفه و با ارائه عملگرهای ژنتیکی مناسب، به مسیریابی بهینه خط انتقال برق پرداخته و با نظر متخصصان صنعت برق منطقه ای مازندران، سه تابع هدف به منظور تولید مسیرهایی با ویژگی های *F1*- کمترین هزینه اقتصادی؛ *F2*- کمترین تأثیرات سوء زیست محیطی و اجتماعی و *F3*- دسترسی و نگهداری راحت از خط انتقال طراحی شده است. اجرا و ارزیابی مدل ارائه شده در بستر *GIS* نشان داده شد و نتایج تحقیق بهبود میانگین ۱۵ درصدی مقادیر توابع هدف را در مقایسه با مسیر موجود نشان داد (*Rastegar,2015:55*).

بهشتی فر و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله ای با عنوان " مسیریابی خطوط انتقال نیرو با رویکرد بهینه سازی چند هدفه " نحوه ترکیب الگوریتم *NSGA-II* و *GIS* برای تعیین مسیرهای بهینه متعدد برای خطوط انتقال مورد مطالعه نشان دادند. در این تحقیق با ترکیب تأثیرات عوامل مختلف سه گزینه بعنوان مسیر بهینه پیشنهاد گردید (*Beheshtifar,2013:32*).

زرنگ (۱۳۸۹) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان " مسیر یابی خطوط انتقال نیرو با استفاده از استنتاج فازی در *GIS* " در این تحقیق ابتدا با نوشتن برنامه در محیط *MATLAB* و با استفاده از مدل استنتاج فازی نقاط مناسب جهت نصب دکل و نقشه هزینه بدست آمده و برای وزن دهی به فاکتورهای مسیریابی بهینه نیز از روش *AHP* استفاده گردید و در نهایت با استفاده از تابع *Short Path* کوتاهترین مسیر بین دو نقطه ایجاد شد (*Zarang,2010:14*).

باگلی و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله " مسیریابی خطوط انتقال برق و تحلیل معیارهای ارزیابی در به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی " به تعیین مسیرخطوط نیروی ۱۳۲ کیلوولت در کشور ایتالیا، از تلفیق آنالیز کم هزینه ترین مسیر با ارزیابی چند معیاره پرداختند. در این تحقیق بر اساس عوامل مؤثر در مسیریابی، هزینه ها محاسبه شده و ارزش هر پیکسل با توجه به ویژگی های آن به دست آمده است. سپس مسیرهای مختلف برای حداقل سازی این هزینه تعیین گردیده و برای مقایسه مسیرهای پیشنهادی از روش ترکیب خطی وزن دار استفاده شده است (*Bagli,2011:47*).

مونته ریو و همکاران (۲۰۰۵) در مقاله ای با عنوان " کاربرد

تحلیل فضایی *GIS* در بهینه یابی مسیر خطوط انتقال برق " به تعیین روش جدید برای مسیریابی بهینه خطوط انتقال از تلفیق *GIS* و فرایندهای دینامیک پرداختند در این مقاله هزینه احداث خط از مبدآ تا پیکسل های مختلف بصورت تجمعی محاسبه می شودو داده های گوناگونی نظیر هزینه عبور از پیکسل ها همسایه به پیکسل مورد نظر ذخیره سازی می گردد. این روش بسیار زمانبر و نیازمند حافظه ذخیره سازی بالایی است (*Monteiro et al,2005:124*).

کی‌رون و همکاران (۲۰۱۳)در مقاله ای با عنوان "مسیریابی مشارکتی خطوط انتقال برق با استفاده از روش ارزیابی چندمتغیره *EP-AMIS*" بیان می کنند که با توجه به قطعی های برق سال ۲۰۱۰ در آمریکای شمالی بایستی با استفاده از روش های تصمیم گیری چند متغیره و دخیل کردن شاخص های مؤثر در مسیریابی از مشارکت بخش خصوصی در جهت مسیریابی بهینه کمک گرفت. ایشان در این پژوهش از مدل *EP-AMIS* در قالب نرم افزار *MATLAB* استفاده و مسیر مورد مطالعه را بیش از ۴۰ درصد بهینه نمودند (*Keiron et al,2013:137*)

تمامی تحقیقات انجام شده نشان می دهند که در موضوع مسیریابی خطوط انتقال برق به سه عامل هزینه اقتصادی، تأثیرات سوء زیست محیطی – اجتماعی و نگهداری و تعمیرات توجه می شود. در پژوهش حاضر در جهت تدقیق نتایج و خروجی ها از دو مدل بهره برده خواهد شد که در دو نرم افزار *GIS* و *MATLAB* پردازش خواهد شد.

۲- مبانی نظری

در جهت مسیریابی بهینه مراحلی بایستی طی شود. این مراحل شامل موارد زیر می باشد:

الف) انتخاب مسیرهای مختلف: بر روی نقشه های جغرافیایی موجود با مقیاس مطلوب و عکسهای هوایی با توجه به علائم ، نشانه ها، عوارض مختلف زمین و جاده های اصلی و فرعی و ... مسیرهای مختلفی با مشخص نمودن تقریبی نقاط زاویه ترسیم می گردد (*Grossardt et al,2009:124*).

ب) بازدید از مسیرهای انتخاب شده در منطقه: پس از مشخص شدن مسیرهای مختلف بر روی نقشه های جغرافیایی منطقه بر اساس نتایج بدست آمده ، گروهی متشکل از نقشه بردار ، زمین شناس و کارشناس خط انتقال از مسیرهای مختلف ترسیم شده بر روی نقشه های جغرافیایی فوق الذکر از نزدیک بازدید می کنند(*Schmidt,2009:46*).

جهت بررسی مسیرهای مختلف در محل، صعود به بلندترین کوه یا تپه مجاور هر مسیر الزامی است. بطوری که بتوان از آنجا دید خوبی برای ارزیابی مسیر بدست آورد . برای شناخت کامل مسیرها می بایست با پیمایش (حرکت در مسیر) کلیه اطلاعات فنی نظیر طول مسیر، تعداد زوایا، نوع خاک، میزان دسترسی به جاده های اصلی و فرعی و نحوه ی دسترسی به آنها و موقعیت عوارضی نظیر رودخانه ها، مسیل‌ها، باتلاق‌ها، باغات، مزارع، راه آهن، فرودگاه و خطوط انتقال و تلفن موجود و طرح های ساختمانی و عمرانی و مناطق نظامی و ... بدست آیند (*Shokri,2009:68*).

ج) انتخاب مسیر بهینه: پس از استخراج اطلاعات در مرحله بازدید مسیرها ، با توجه به مسائل اجرایی و نیز دسترسی جهت تعمیر و نگهداری خط ، مقایسات فنی – اقتصادی جهت انتخاب مسیر بهینه بعمل می آید و پس از نهایی شدن مسیر اقدامات بعدی جهت تثبیت نقاط زاویه و آغاز عملیات نقشه برداری به منظور برداشت پلان و پروفیل مسیر صورت می گیرد (*Karimi,2014:81*).

این خطوط در طول مسیر عبور با محیط اطراف خود در ارتباط مستقیم هستند و تأثیرات متقابلی روی همدیگر می گذارند. عبور یک خط انتقال نیرو با ولتاژ بالا، کلیه شرایط و خصوصیات طبیعی، زیست محیطی و زیست اجتماعی را تحت تاثیر قرار می دهد. از بعد اقتصادی نیز هزینه احداث این خطوط بالا می باشد(*Viswarani et al,2014:641*)

مطابق با استاندارد های موجود در این زمینه، هزینه احداث هر کیلومتر خط انتقال ۴۰۰ کیلو ولت دو مداره باندل حدود چهارصد میلیون تومان می باشد. کلیه تاثیرات زیست محیطی و اجتماعی خطوط انتقال نیرو و نیز هزینه احداث خط و نگهداری آنها در ارتباط مستقیم با موقعیت مکانی دکل ها و تجهیزات خط انتقال نیرو می باشد. به همین دلیل قبل از احداث خطی جدید، مطالعات زیادی در زمینه انتخاب مسیر بهینه با در نظر گرفتن شرایط زیست محیطی

و اجتماعی، اقتصادی و فنی انجام می‌گیرد (*Mousavi,2013:109*).

مسیر خط انتقال به علت عبور از مناطق مختلف بایستی با توجه به موارد فنی زیر انتخاب شود: (*Ahmadi,2003:45*)

- رعایت کلیه حریم ها در عبور از موانع و تأسیسات
- اجرای آسان تا آنجا که از نظر اقتصادی توجیه پذیر باشد .
- در نظر داشتن قابلیتهای انواع برج در انتخاب مسیر با توجه به منحنی کاربردی برج ها .
- انتخاب منطقه به لحاظ تأمین ایمنی کامل تجهیزات .
- قابل دسترس بودن جهت اجرا، نگهداری و پایداری خط.
- پایین بودن هزینه (اقتصادی بودن خط)
- آسیب نرساندن به محیط طبیعی از جمله پارک ها، باغات ، جنگلها ، فضاهای سبز و...
- عبور نکردن از مناطق مسکونی و تأسیسات عمومی و محلهای زیست حیوانات.
- اجتناب از عبور از زمینهای کشاورزی و مناطق آثار باستانی ، قبرستانها و...
- اجتناب از تقاطع با خطوط انتقال ، لوله های انتقال گاز ، خطوط تلفن موجود و...
- اجتناب از تقاطع با جاده های اصلی و اتوبان و راه آهن
- اجتناب از عبور از مناطق آلوده و دریاچه های فصلی.
- اجتناب از عبور از مناطق نظامی.

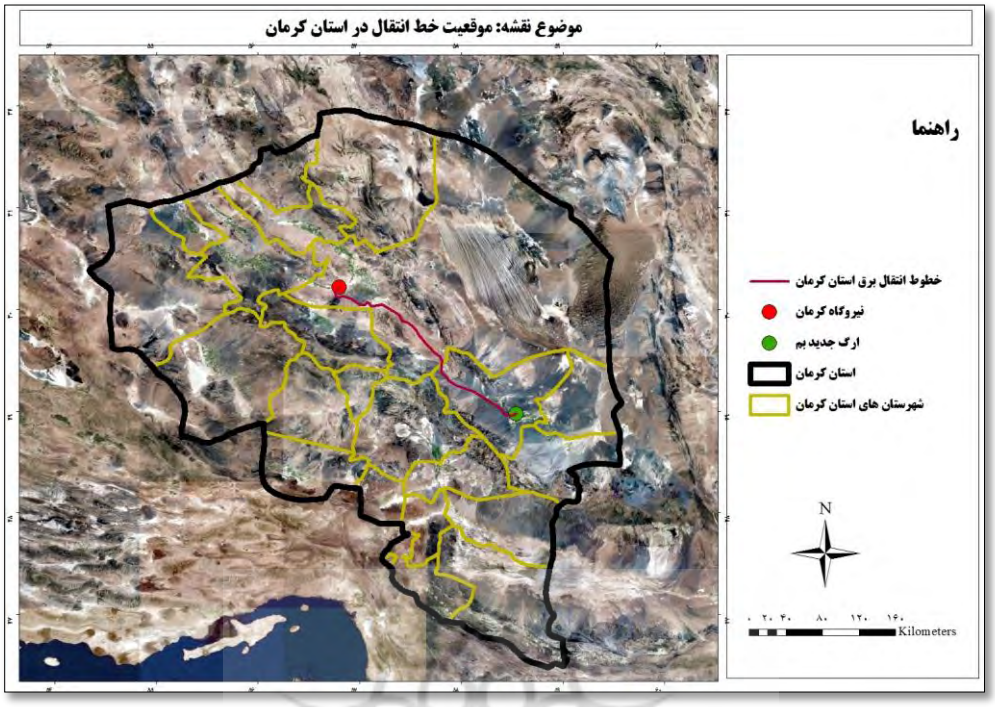
این پیچیدگی ها در انتخاب مسیر مناسب، که شامل عوامل و اهداف متضاد نیز می باشد اغلب باعث تاخیر در برنامه زمانبندی اجرای پروژه و یا گاهاً توقف کامل پروژه می شود و زیان های اقتصادی زیادی را به بار می آورد (*Monteiro et al,2005:934*)

امروزه با پیشرفت تکنولوژی و توسعه سیستم‌های حامی تصمیم‌گیری با بهره گیری از روش‌ها و الگوریتم‌های مختلف می توان انجام چنین پروژه هایی را به طور جامع و با سرعت بالایی مدیریت کرد با . توجه به قابلیت های سیستم اطلاعات مکانی در زمینه تجزیه و تحلیل اطلاعات مکان مرجع، می توان مسیریابی بهینه خطوط انتقال نیرو را با لحاظ نمودن شرایط و عوامل مختلف به انجام رسانید (*Rastegar,2010:7*).

۳- شناخت محدوده موردمطالعه

استان کرمان به لحاظ موقعیت ویژه جغرافیایی، شاهراه بزرگ شرق کشور محسوب می شود. استان کرمان به دلایلی از جمله به لحاظ وضعیت ناهمواری‌ها، وضعیت پراکندگی جمعیت، نامناسب بودن الگوی کشت، هجوم شن های روان وضعیت ویژه‌ای دارد. بنابراین احداث خطوط انتقال برق در استان کرمان به دلائل فوق ویژگی های منحصر بفرد خود را داراست. در پژوهش حاضر، عملیات مسیریابی بهینه بین دو دو پست ۴۰۰ کیلوولت نیروگاه کرمان و ارگ جدید بم در برق منطقه ای کرمان در نظر گرفته شد.طول این خط ۲۵۱ کیلومتر می باشد. در شکل شماره (۱) موقعیت نمونه مورد مطالعه مشاهده می‌گردد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱- موقعیت خط انتقال در استان کرمان

۴- روش تحقیق

روش پژوهش حاضر، توصیفی – تحلیلی و در زمره تحقیقات کاربردی می باشد. و برای گرد آوری داده ها از روش اسنادی (کتابخانه ای) و پیمایشی (مصاحبه و پرسش نامه)استفاده گردیده است. جامعه نمونه متشکل از ۱۰۰ نفر از کارشناسان حوزه مربوطه بود که با استفاده از فرمول کوکران تعداد ۴۹ نفر بعنوان نمونه آماری جهت توزیع پرسشنامه *IHWP* مورد استفاده قرار گرفت.

در این تحقیق از الگوریتم *PSO* و روش *IHWP* جهت بهینه یابی مسیر استفاده می گردد.

۴-۱-روش IHWP (تحلیل سلسله مراتبی معکوس)

وقتی از احتمالات برای نشان دادن مسیر بهینه استفاده می-شود، نقشه حاصل از آن، نقشه مسیریابی بهینه نامیده می‌شود. برای تولید این نوع نقشه باید پراکنش احتمال $P(x)$ را تخمین بزنیم، در این حالت x فاکتورهای مسیریابی بهینه می‌باشد. مسیریابی در *GIS* جزء سیستم‌های پیچیده‌ای هستند که فاکتورهای زیادی در آن دخالت دارند. اطلاعات در دسترس برای تخمین $P(x)$ معمولاً یا ناقصند و یا دخالت دادن همه آن‌ها حتی در صورت وجود در یک مدل غیر ممکن به نظر می‌رسد. از این رو تخمین $P(x)$ به صورت کاملا دقیق غیر ممکن به نظر می‌رسد و هیچ کس نمی‌تواند تضمین کند که $P(x)$ را با درصد خطای مشخص به صورت دقیق تخمین زده است. در این حالت، توابع احتمال فازی برای نشان دادن احتمال خطر به صورت فازی یکی از مهم‌ترین و مناسب‌ترین راهکارها خواهد بود. منطق فازی برای اولین بار توسط پروفسور لطفی زاده استاد دانشگاه برکلی مطرح شد. این نظریه قادر است بسیاری از مفاهیم و متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم هستند صورت ریاضی بخشیده و زمینه را برای استدلال، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان را فراهم آورد. در اینجا ذکر این نکته اهمیت دارد که تخمین مسیریابی بهینه توسط ابهامات و عدم قطعیت‌ها احاطه شده زیرا که معیارهای محاسبه مسیریابی بهینه با دقت و صراحت برای محاسبه رفتار نمی‌کنند و دلیل استفاده از مدل فازی این است که یک مجموعه فازی برخلاف یک مجموعه بولین به فاکتورهای مسیریابی اجازه عضویت به صورت یک طیف پیوسته را می‌دهد (*Habibi,2008:40*). در این پژوهش

نقشه مسیریابی بهینه، طی چند مرحله تولید شده است. در مرحله اول نقشه‌های اصلی و شاخص های انتخاب شده ساماندهی شده و در مرحله دوم نقشه های ساماندهی شده برحسب نوع داده های بانک اطلاعاتی (اسمی، ترتیبی، فاصله ای و...) مشخص و محاسبه می‌شوند. در مرحله سوم داده ها از نظر اهمیت درجه بندی و امتیاز دهی می‌شوند. در مرحله چهارم محاسبات مربوط به هر لایه براساس مدل *IHWP*[1] (تحلیل سلسله مراتبی معکوس) و خروجی های الگوریتم *PSO*[2] (بهینه یابی تجمعی ذرات) که در نرم افزار *MATLAB* محاسبه و بعنوان ورودی برای نرم افزار *GIS* تعریف می گردد و بالاخره در مرحله پنجم با توجه به امتیازات هر شاخص، لایه ها با هم ادغام شده و نقشه مسیریابی بهینه تولید می شود.

شایان ذکر است مدل فرایند وزن دهی سلسله مراتبی معکوس اولین بار توسط دکتر حبیبی در دانشگاه تهران و برای انجام رساله دکتری در سال ۱۳۸۵ ارایه گردید (*Abazarlou,2013:68*).

محاسبه امتیاز لایه های انتخاب شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس(*IHWP*) به شکل روابط ریاضی زیر است:

$$X = \frac{D}{N} \qquad (۱)$$

$$j = D - (N - i)X \qquad (۲)$$

D = امتیاز به دست آمده از مدل دلفی هرشاخص

X = امتیاز اولیه

N = تعداد دسته های هر شاخص

j = امتیاز به دست آمده برای دسته های مختلف

i = رقم اختصاص داده شده برای دسته های مختلف هرشاخص

۴-۲-روش PSO (بهینه یابی تجمعی ذرات)

یک روش مرتبه صفر است همچنین نیازی به عملیات سنگین ریاضی مثل گرادیان گیری نداشته و مبتنی بر جمعیت است که بار محاسباتی هم گرایی نسبتا سریع و قابل قبولی دارد(*Metaxiotis and Liagkouras,2011:352*).

[1] .*Inversion Hierarchy Weighted Process*
[2] . *particle swarm optimization*

(*Zitzler,2003:137*):

روند کار بدین صورت است که جهت رسیدن به هدف (پاسخ مسئله)در ابتدا ذرات را یک مقدار دهی اولیه(این مقادیر به طور تصادفی و با سرعت قبلی صفر انتخاب می شوند) می نماییم ولی در مراحل بعد ذرات دارای سرعت وشتاب می باشند که حرکت وجابجایی هر ذره و قرار گرفتن ذره در موقعیت جدید باتوجه به موقعیت و سرعت قبلی ذره محاسبه می شود. پس از مقدار دهی، در مرحله دوم ذرات از نظر برازندگی وارزشی که مد نظر می باشد مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرند. در مرحله سوم با توجه به مکان هر ذره در گروه و بهترین مکان سراسری، ذرات با هم مقایسه می شوند بهترین ارزش هر ذره و بهترین ارزش سراسری در بین گروه از نظر هدفی که به دنبال آن هستیم مشخص می شوند. در مرحله بعد اگر به معیار مناسبی برسیم در اینصورت دیگر جستجو خاتمه یافته و پاسخ را بدست آورده ایم در غیر اینصورت در مرحله بعدی دوباره ذرات از نظر سرعت ومکان و باتوجه به سرعت و مکان قبلی آنها بروز رسانی شده و بار دیگر ذره از مرحله دو شروع به ادامه ی چرخه می نماید تا اینکه به معیار مناسبی جهت توقف برسد (*Manickavelu and Vaidyanathan,2014:109*).

شکل ۳ راهنمای

۵- بحث و یافته‌ها

۵-۱-بخش اول: مسیریابی با روش IHWP

۵-۱-۱- شناسایی و تبیین شاخص‌های مؤثر بر بهینه یابی مسیر خطوط انتقال برق

۱-فاصله از گسل: در مسیر خط مورد مطالعه، گسل بم با طول ۱۱۶ کیلومتر وجود دارد.

۲-شیب: در قسمت های شمالی خط انتقال برق، شیب بالای ۲۰ درصد بوده و قسمت های جنوبی از شیب ملایم و استانداردی برخوردار است. هر چه شیب منطقه کمتر باشد، عملیات مسیریابی بهینه با هزینه کمتری همراه خواهد بود.

۳-فاصله از خطوط انتقال نفت: خطوط انتقال نفت به دلیل حجم بالای مواد قابل اشتغال و انفجاری که وجود دارد، احتمال انفجار و آتش سوزی بسیار بالاست، جهت تعیین فاصله حریم این خطوط از مقررات خطوط نفت و گاز مصوب سال ۱۳۹۶ استفاده گردیده است.

۴-تیپ اراضی (کاربری زمین): بهتر است خطوط انتقال برق از اراضی با ارزش عبور نکنند تا صرفه اقتصادی نیز داشته باشد. قسمت اعظم خط انتقال مورد مطالعه در قسمت مراتع متوسط و بخش کوچکی در جنوب خط در کویر قرار دارد.

۵-پوشش گیاهی: جهت مسیریابی بهینه خطوط انتقال برق بایستی محدود پوشش های گیاهی باارزش حفظ گردد. خط انتقال مورد مطالعه بیشتر در محدوده سکونتی قرار دارد. و قسمت اندکی از جنوب خط در کویر قرار دارد.

۶-خطوط ارتفاعی:افزایش ارتفاع با سرعت باد رابطه مستقیم دارد.همچنین ارتفاعات بالا باعث افزایش هزینه های اقتصادی طرح می شود. حداکثر ارتفاع در خط انتقال کرمان به ارگ جدید بم ۲۵۰۴ متر بالاتر از سطح دریا است. و حداقل آن ۱۵۴۸ متر است.

۷-فاصله از مناطق حفاظت شده: خطوط انتقال برق به دلیل اضافه کردن عامل تکنولوژیکی به منظره طبیعی، بر خاصیت ذاتی طبیعی این مناطق تأثیر منفی می‌گذارند.در محدوده مورد مطالعه مناطق حفاظت شده در قسمت شمال غرب آن قرار دارند.

۸-فاصله از کوه: کوه ها بدلیل داشتن شیب تند دارای شرایط استاندارد جهت مسیریابی بهینه نیستند. و هزینه های اقتصادی زیادی را تحمیل می کنند. درقسمت شمالی خط انتقا کوه وجود دارد.

۹-فاصله از معدن: در قسمت جنوبی خط مورد مطالعه سه معدن وجود دارد که وجود معادن می تواند تهدیدی برای خط انتقال باشد.

۱۰-فاصله از نقاط زمین لغزش: رابطه مستقیمی بین تراکم نقاط زمین لغزش با میزان خطر وجود دارد.

۱۱-فاصله از راه آهن: ممکن است خطراتی که در حوزه راه آهن مانند تصادمات و آتش سوزی ها بوجود می آید با عدم رعایت حریم خطوط انتقال برق سبب خطرات ثانویه بیشتری گردد.

۱۲-فاصله از رودخانه: نزدیکی خطوط انتقال برق به آن ها، تأثیرات نامطلوب بصری داشته و از آن جا که زیستگاه پرندگان می باشد، بنابراین فاصله از رودخانه ها الزامی است.

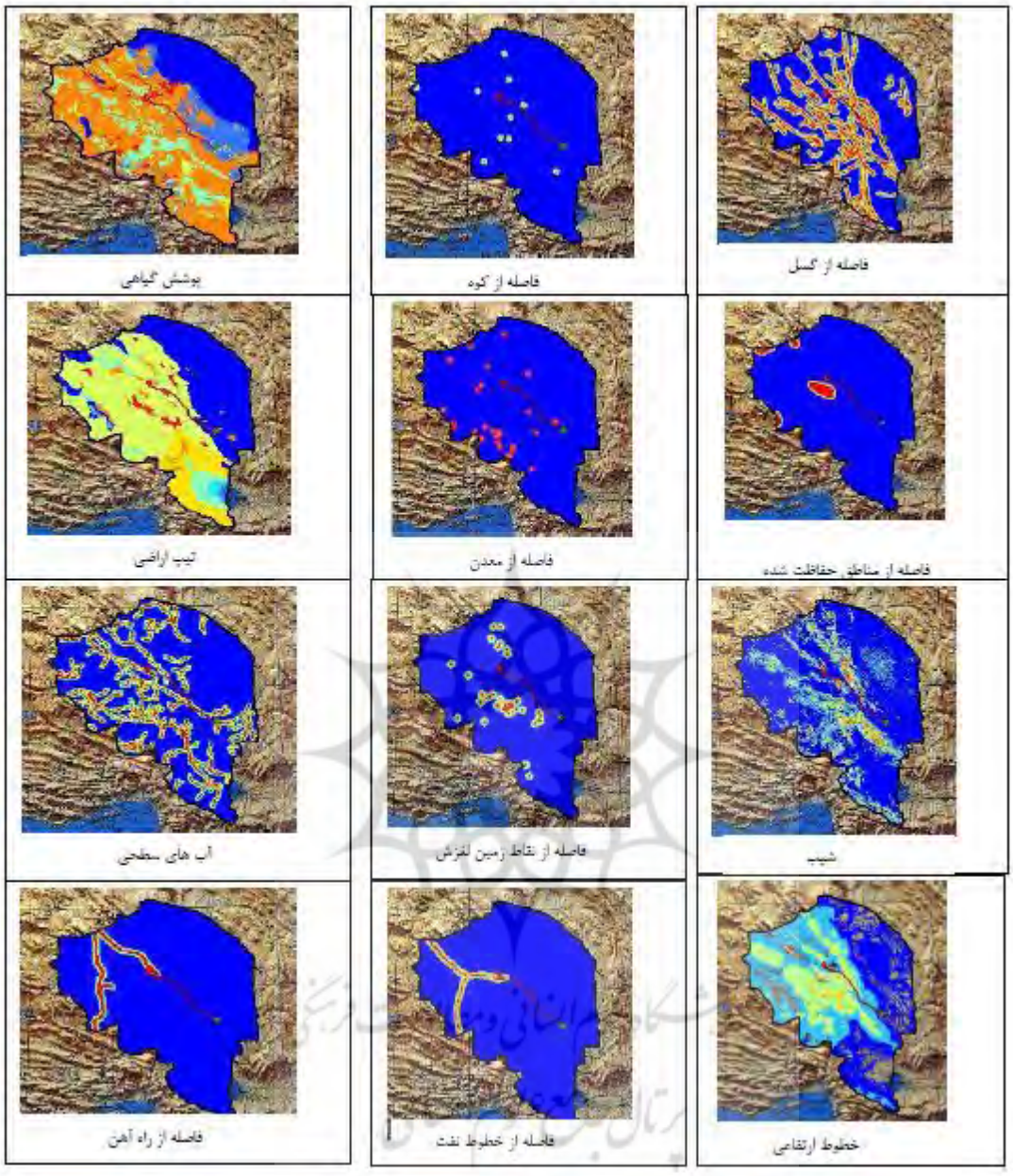
۵-۱-۲-محاسبه امتیاز لایه‌های انتخاب‌شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) و تلفیق نقشه‌ها

جدول ۱- وزن شاخص‌های طبقه‌بندی‌شده جهت مسیریابی بهینه انتقال برق

شاخص	رتبه بر اساس دلفی	معکوس رتبه	وزن طبقات در مدل تحلیل سلسله مراتبی معکوس							
فاصله از گسل	۱	۱۲	۱۲	9.6	7.2	4.8	2.4			
			بالای ۲۰۰۰	بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰	بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰	کمتر از ۵۰۰ متر			
شیب	۲	۱۱	بیشتر از ۳۰ درصد	بین ۲۰ تا ۳۰	بین ۱۰ تا ۲۰	بین ۵ تا ۱۰	کمتر از ۵ درصد			

			۲,۲	۴,۴	۶,۶	۸,۸	۱۱			
فاصله از خطوط انتقال نفت	۳	۱۰	بالای ۱۲۰ متر	بین ۱۰۰ تا ۱۲۰	بین ۸۰ تا ۱۰۰	بین ۶۰ تا ۸۰	کمتر از ۶۰ متر			
			۱۰	۸	۶	۴	۲			
تیپ اراضی	۴	۹	کویر	باتلاق	اراضی فاقد پوشش گیاهی	پوشش گیاهی ویژه	مراتع متوسط کوهستانی	مراتع کوهستانی	اراضی کشاورزی آبی	مراتع مرغوب
			۱,۱۳	۲,۲۵	۳,۳۸	۴,۵	۵,۶۳	۶,۷۵	۷,۸۸	۹
پوشش گیاهی	۵	۸	محدوده سکونت	زراعت آبی	دریاچه	جنگل	چینه سنگی	شنزار	زمین بایر	بیابان
			۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
خطوط ارتفاعی	۶	۷	بالای ۴۰۰۰	بین ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰	بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰	بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰ متر			
			۱,۴	2.8	۴,۲	۵,۶	۷			
فاصله از مناطق حفاظت شده	۷	۶	بالای ۲۰۰۰ متر	بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰	بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰	بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰	کمتر از ۵۰۰ متر			
			۶	۴,۸	۳,۶	۲,۴	۱,۲			
فاصله از کوه	۸	۵	بالای ۱۰۰۰ متر	بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰	بین ۵۰۰ تا ۷۰۰	بین ۳۰۰ تا ۵۰۰	کمتر از ۳۰۰ متر			
			۵	۴	۳	۲	۱			
فاصله از معدن	۹	۴	بالای ۱۰۰۰	۹۰۰ تا ۱۰۰۰	۶۰۰ تا ۹۰۰	۳۰۰ تا ۶۰۰	کمتر از ۳۰۰			
			۴	۳,۲	۲,۴	۱,۶	۰,۸			
فاصله از نقاط زمین لغزش	۱۰	۳	بالای ۱۰۰۰ متر	بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰	بین ۵۰۰ تا ۷۰۰	بین ۳۰۰ تا ۵۰۰	کمتر از ۳۰۰			
			۳	۲,۴	۱,۸	۱,۲	۰,۶			
فاصله از راه آهن	۱۱	۲	کمتر از ۳۰۰ متر	بالای ۷۰۰ متر	بین ۵۰۰ تا ۷۰۰	بین ۳۰۰ تا ۵۰۰				
			۲	۱,۵	۱	۰۵.				
فاصله از رودخانه	۱۲	۱	بالای ۱۰۰۰ متر	بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰	بین ۵۰۰ تا ۷۰۰	کمتر از ۵۰۰ متر				

پرتال جامع علوم انسانی



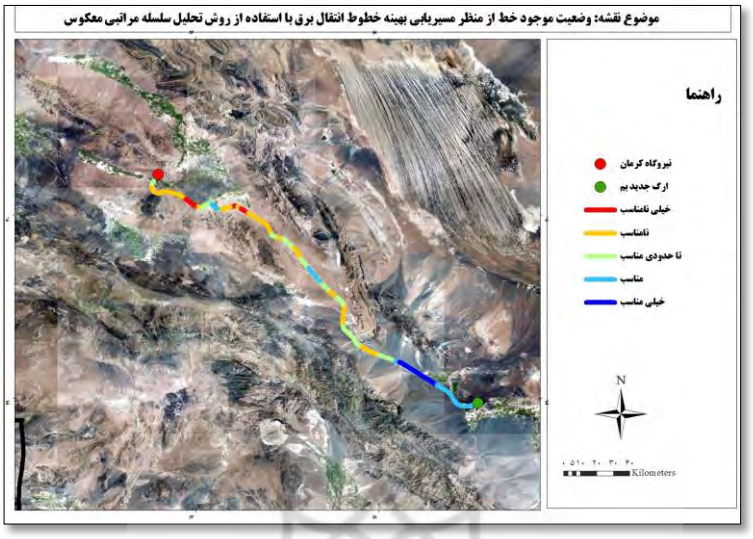
شکل ۲- وزن دار کردن لایه¬های مورد مطالعه با استفاده از روش IHWP

۵-۱-۳-تهیه نقشه مسیریابی بهینه

در نهایت امتیازهای مربوط به هر پیکسل از ۱۲ شاخص و دسته های طبقه بندی آنها جمع و نقشه مسیریابی بهینه منطقه با استفاده از روش *IHWP* در محیط *GIS* تولید شده است.نقشه مسیریابی بهینه به ۵ بخش" خیلی نامناسب، نامناسب، تا حدودی مناسب، مناسب و خیلی مناسب" تقسیم شده که میزان بهینه بودن هر پیکسل منطقه نمایش داده شده است. کل پیکسل های منطقه در محیط *GIS* ۹۷۲۳ عدد بوده است.

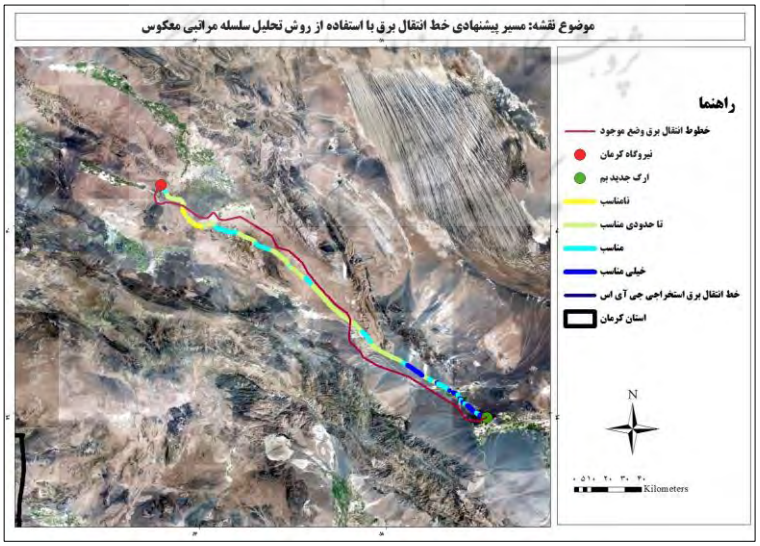
۹۷۳ پیکسل معادل ۱۰,۴۴درصد خیلی نامناسب، ۲۶۷۰ پیکسل معادل ۲۸,۶۴ درصد نامناسب،۲۷۹۶ پیکسل معادل ۲۹,۹۹ درصد امتیاز تا حدودی مناسب، ۲۰۴۷ پیکسل معادل ۲۱,۹۵ درصد مناسب و ۸۳۸ پیکسل معادل ۸,۹۹

درصد خیلی مناسب از نظر مسیریابی بهینه بوده است. بدیهی است که پیکسل هایی که حرایم مربوطه رعایت گردیده و دارای پوشش گیاهی و تیپ اراضی مناسبی به جهت مسیریابی بهینه خط انتقال برق است، از امتیاز بالاتری برخوردار بوده اند.



شکل ۲- وضعیت موجود خط از منظر مسیریابی بهینه خطوط انتقال برق با استفاده از روش IHWP

همانگونه که در شکل (۳) نیز مشاهده می شود قسمت شمالی خط نسبت به جنوب از وضعیت مناسبی برخوردار نیست و بایستی در مسیریابی بهینه به این امر توجه شود. در ادامه با توجه به نقشه پهنه بندی مسیریابی بهینه، جهت نیل به این مقصود در نرم افزار *GIS* با استفاده از دستورات *Cost Distance* و *Cost Back Line* و *Cost Path* و البته کلیه شاخص های بحث شده با استفاده از مدل *IHWP*، مسیر پیشنهادی ارائه می گردد. خط قرمز در شکل شماره (۴) مسیر وضع موجود می باشد.



شکل ۳- مسیر پیشنهادی خط انتقال برق با استفاده از روش IHWP در نرم افزار GIS

نتایج نشان می دهد که هیچ قسمتی از خط در حالت کاملاً نامناسب قرار ندارد و ۱۰,۳۴ درصد در وضعیت نامناسب، ۳۹,۰۸ درصد تا حدودی مناسب، ۳۷,۹۳ درصد مناسب و ۱۲,۶۴ درصد در حالت کاملاً مناسب قرار دارد. شایان ذکر است طول خط نیز بهینه شده و از ۲۵۱ کیلومتر به ۲۲۹ کیلومتر تقلیل یافته است.

جدول ۲- مقایسه وضعیت موجود و پیشنهادی مسیر خط انتقال برق مورد مطالعه با استفاده از روش IHWP

کلاس بندی کیفی	وضعیت موجود (درصد)	طول خط موجود	وضعیت پیشنهادی مدل *IHWP* (درصد)	طول خط پیشنهادی
خیلی نامناسب	*10.53*	*251*	*0.00*	۲۲۹
نامناسب	*28.95*		*10.34*	
تا حدودی مناسب	*35.53*		*39.08*	
مناسب	*14.47*		*37.93*	
کاملا مناسب	*10.53*		*12.64*	

(منبع: [نگارنده])

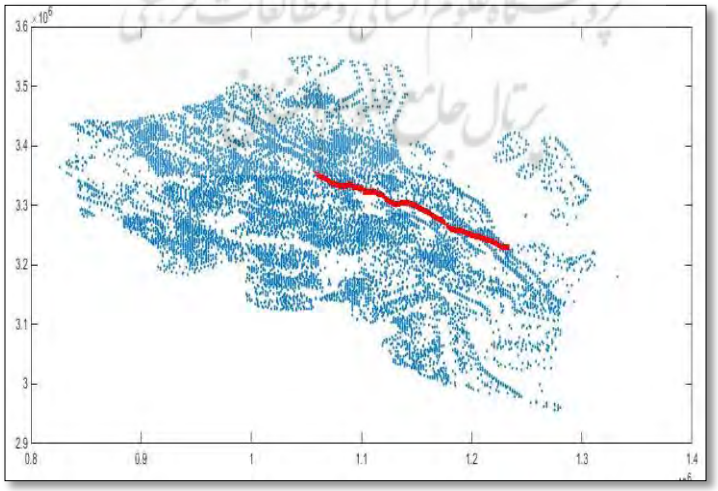
همانطور که در جدول فوق مشاهده می گردد مسیر پیشنهادی ۵۸,۲۶ درصد بهینه شده است. و طول مسیر نیز ۲۰ کیلومتر کاهش یافته است.

هدف اصلی الگوریتم مورد نظر در مسیریابی بهینه، رعایت قیود و حرایم و کلیه استانداردهای تعریف شده در شاخص های مورد بررسی و مسیریابی کوتاه و مبتنی بر ملاحظات زیست محیطی است. شیوه کار بدین صورت بوده است که ابتدا کدهای الگوریتم PSO در نرم افزار MATLAB نوشته شد که آماده ورود اطلاعات خام شود.

بعد اتمام کدنویسی و پیاده سازی الگوریتم، با توجه به ۱۲ شاخص بررسی شده در بخش دوم، استانداردها و حالات بهینه

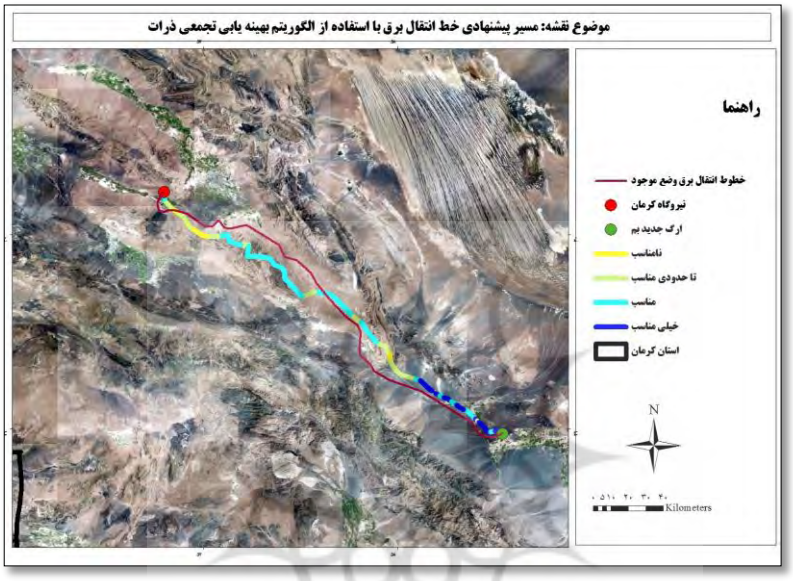
۵-۲-بخش دوم: مسیریابی بهینه خط انتقال با الگوریتم PSO

هر شاخص در الگوریتم نوشته شد و تعداد ۱۰۰۰ حالت مختلف در ۵ طیف خیلی نامناسب تا کاملاً مناسب به سیستم آموزش داده شد و نهایتاً مختصات صفحه در محیط MATLAB وارد شد و سیستم با توجه به آموزش قبلی، مختصات خط پیشنهادی را در قالب فایل ASCCI در اختیار ما قرار داد که قابل انتقال به محیط نرم افزار GIS می‌باشد. و در نهایت تحلیل های بعدی انجام شد.



شکل ۴- مسیر بهینه پیشنهادی الگوریتم PSO در محیط نرم افزار MATLAB

بعد اتمام کدنویسی و پیاده سازی الگوریتم، با توجه به ۱۲ شاخص بررسی شده در بخش دوم، استانداردها و حالات بهینه هر شاخص در الگوریتم نوشته شد و تعداد ۱۰۰۰ حالت مختلف در ۵ طیف خیلی نامناسب تا کاملاً مناسب به سیستم آموزش داده شد و نهایتاً مختصات صفحه در محیط MATLAB وارد شد و سیستم با توجه به آموزش قبلی، مختصات خط پیشنهادی را در قالب فایل ASCCI در اختیار ما قرار داد که قابل انتقال به محیط نرم افزار GIS می‌باشد. و در نهایت تحلیل های بعدی انجام شد. همانطور که از شکل (۶) مشاهده می‌شود خروجی نقاط نرم فزار MATLAB به نرم افزار GIS وارد شده و نقشه مسیریابی بهینه با استفاده از الگوریتم PSO نمایش داده می‌شود و اندکی مسیر پیشنهادی در بخش شمالی از وضعیت نامناسبی برخوردار است.



شکل ۵- مسیر بهینه پیشنهادی الگوریتم PSO در محیط نرم افزار GIS

جدول ۳- مقایسه وضعیت موجود و پیشنهادی مسیر خط انتقال برق مورد مطالعه با استفاده از الگوریتم PSO

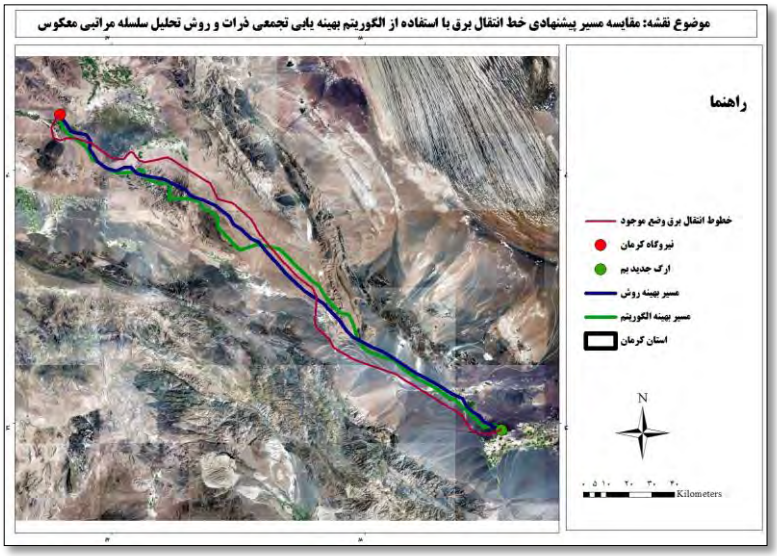
کلاس بندی کیفی	وضعیت موجود (درصد)	طول خط موجود	وضعیت پیشنهادی مدل PSO (درصد)	طول خط پیشنهادی
خیلی نامناسب	**10.53**	**251**	**0.00**	232
نامناسب	**28.95**		**11.76**	
تا حدودی مناسب	**35.53**		**36.76**	
مناسب	**14.47**		**33.82**	
کاملا مناسب	**10.53**		**17.65**	

(منبع: [نگارنده])

همانطور که در جدول فوق مشاهده می گردد مسیر پیشنهادی ۵۸,۲۶ درصد بهینه شده است. و طول مسیر نیز ۲۰ کیلومتر کاهش یافته است.

۶- نتیجه‌گیری

جهت ترسیم مسیر بهینه از دو روش IHWP و الگوریتم PSO استفاده گردیده است. که خروجی های هر دو روش در نرم افزار GIS مورد ارزیابی قرار گرفت. همانطور که مشاهده می گردد در هر دو روش بالای ۵۰ درصد بهبود مسیر وجود داشته است.



شکل ۶- مقایسه مسیر بهینه پیشنهادی الگوریتم PSO و روش IHWP در نرم افزار GIS

هر دو مسیر بهینه دارای شرایط بسیار مناسبی نسبت به وضعیت موجود داشته و مسیر پیشنهادی روش IHWP ، ۲,۹۳ درصد از مسیر پیشنهادی PSO بهینه تر می باشد.

-پیشنهادات

۱-در طراحی خطوط انتقال، در مناطق با شرایط ویژه مانند استان کرمان، مانند بیابانی بودن، اولویت اول به مسیریابی اختصاص یافته، و از صرف زمان بیشتر و صرف هزینه دریغ نگردد.

۳-پرهیز از عبور از مناطق مسکونی : بایستی فاصله مناسبی بین مسیر خط و مراکز روستا برقرار نمود

۴-کاهش نقاط تقاطع با سایر خطوط برقدار و رودخانه ها: وجود شبکه های گسترده برق رسانی، اعم از فشار متوسط و ضعیف در سطح استان، در زمان عملیات دکل بندی و سیم کشی و همچنین عبور از رودخانه های بزرگ و کوچک خود نیاز به تمهیدات خاص دارد.

۴-از عبور خط از شیب های تند و دره ها پرهیز شود

۵-مسیر خط تا حد امکان با سایر خطوط فشار قوی تقاطع نداشته باشد زیرا هر گونه خرابی در خط اثرات اجتماعی و اقتصادی ناگواری را در پی خواهد داشت

۶-رودخانه ها را باید در قسمت کم عرض قطع نمود و حریم کافی در طرفین آن رعایت نمود

۷-چنانچه مسیر خط انتقال از زمین های کشاورزی عبور نماید باید سعی نمود حدالمقدور از زمین های مرغوب و آبی عبور ننماید.

۷- منابع

[1] Abazarlou, Sajjad, (2013). Master Thesis, "Assessing the Vulnerability of the City with a Passive Defense Approach with Fuzzy Logic", Supervisor: Kioumars Habibi, Islamic Azad University of Tehran Markaz, Department of Urban Planning.(in Persian).

[2] Abdolmutallab Rastegar, Mansoorian, Ali, Talei, Mohammad, Yari, Diako, Beheshtifar, Sara (۲۰۱۵), Optimal routing of power transmission lines using multi-objective evolutionary algorithm (NSGA-II), Journal of Remote Sensing and GIS, Year ۶, No. ۴, Beheshti University, pp. ۶۹-۵۵. (in Persian)

[3] Ahmadi S, (2003). Path Finding For Power Transmission Lines Using GIS, M.Sc. Thesis, K.N. Toosi University of Technology, Faculty of Geodesy and Geomatics Eng.

[4] Bagli S., Geneletti D. & Orsi F, (2011). Routing Anaysis Multi Criteria Evaluation

[5] Beheshtifar, Sara, Alim Mohammadi Sarab, Abbas, Mansoorian, Ali (۲۰۱۳). Routing of Power Transmission Lines with Multi-Objective Optimization Approach, Iranian Remote Sensing and GIS Quarterly, Third Year, No. ۴, Tehran. (in Persian)

[6] Boulaxis N. G. and Papadopoulos M. P, (2010). Optimal feeder routing in distribution system planning using dynamic programming technique and GIS facilities," IEEE Trans .Power Del., vol. ۱۷, no. ۱, pp. ۲۴۲– ۲۴۷

[7] Dilpreet kaur and. Mundra. P.S, (2012). "Ant Colony Optimization: A Technique Used For Finding Shortest Path", International Journal of Engineering and Innovative Technology ,Volume ۱, Issue ۵

[8] Gómez J. F., Khodr H. M., De Oliveira P. M., Ocque L., Yusta J. Villasana M., R., A Urdaneta. J. (2004)"Ant Colony System Algorithm for the Planning of Primary

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[9] Distribution Circuits," IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 19, No. 2.pp105-126

[10] Grossardt T., Bailey K. & Singh R.G., 2009, a New Method for Public Involvement in Electric Transmission IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 24, No. 4.

[11] Habibi, Kiomars; Poorahmad, Ahmad; Meshkini, Abolfazl; Asgari, Ali Nazari and Saeed Adli (۲۰۰۸). "Determining the effective factors of building structures in the vulnerability of Zanjan ancient urban fabric using GIS & FUZZY LOGIC", Tehran, Journal of Fine Arts, No. ۳۳, pp. -۳۶ ۲۷. (in Persian)

[12] Habibi, Kiuomars, Sarkargar Ardakani, Ali, Yousefi, Zahed, Safdarnejad, Mojtaba (۲۰۱۳). "Implementation of Hierarchical-Fuzzy Algorithm to Determine the Multi-Core Vulnerability of Central Cities: A Case Study: Region ۶", Bi-Quarterly Journal of Crisis Management, Second issue, Tehran. (in Persian)

[13] Karimi, Mohammad Hadi, Khojastehpour, Bahareh, Sharif Jafari, Mohammad Hossein (۲۰۱٤). Application of Geographic Information System (GIS) in Crisis Management of Power Distribution Networks and Disaster Management in Distribution Dispatching), the First National Conference on the Application of Advanced Spatial Analysis Models in Land Management, Islamic Azad University, Yazd Branch, Yazd. (in Persian)

[14] Lin, M., Tsay, T. & Wu, S.W,(۱۹۹٦). Application of Geographic Information

[15] Manickavelu, Devi, Vaidyanathan, Rhymend Uthariaraj (2014).Particle swarm optimization (PSO)-based node and link lifetime prediction algorithm for route recovery in MANET, Journal on Wireless Communications and Networking, (۸)۱۰ , PP.

[16] Metaxiotis, K. & Liagkouras, K., (۲۰۱۱), An Wolfenden K. & Mitra G., ۱۹۷۷, A Computer Technique for Optimizing the Sites and Heights of Transmission Line Towers- a dynamic programming approach, London Institute of Computer Science, PP. .۳٥۱-۳٤۷

[17] Monteiro, Cláudio, Ignacio J. Ramírez-Rosado, Member, IEEE, Vladimiro Miranda, Senior Member, IEEE, Pedro J. Zorzano-Santamaría, Member, IEEE, Eduardo García-Garrido, and L. Alfredo Fernández-Jiménez, Member, IEEE, GIS Spatial Analysis Applied to Electric Line Routing Optimization, IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 20, NO. 2,pp 934-942

[18] Mousavi, Hananeh; Mohammad Safar Ali Najjar; Mohammad Javad Vakili and Somayeh Hassanpour, (۲۰۱۳). Routing of power transmission lines using genetic algorithm, ۱٦th Iranian Conference on Electrical Engineering, Kashan, Student Scientific Organization of Electrical Engineering. (in Persian)

[19] Rastegar, Abdulmutallab (۲۰۱۰). Development of a multi-objective decision model for routing power transmission lines using meta-methods, M.Sc. Thesis, Khajeh Nasir al-Din Tusi University of Technology, Faculty of Surveying Engineering, Geodesy and Geomatics. (in Persian)

[20] Rezaei, Fatemeh Sadat, Ardakani foreman, Ali (۲۰۱۵). Integration of AHP and fuzzy inference system for routing power transmission lines Case study: Kahak city, Journal of Geography and Environmental Planning, Volume ۲٦, Number ۱, Isfahan. (in Persian)

[21] Sajjadian, Mahyar, Sajjadian, Nahid, Hosseini Bani Jamali, Fatemeh (۲۰۱۵). Optimal routing of power transmission lines using GIS, Bimonthly of Artificial Intelligence and Instrumentation, Year ۹, No. ٤, Tehran. (in Persian)

[22] Schmidt Andrew, J,(2009). Implementing a GIS Methodology for Siting High Voltage Electric Transmission Lines, Volume ۱۱, Papers in Resource Analysis, ۱۷pp. Saint Mary University of Minnesota, University Central Services Press.

[23] Shokri, Shahriar, Shokouhi, Amir Hossein (۲۰۰۹). Comparative Optimal Routing of Transmission Lines in a Geographic Information System (Case Study of Zanjan-Abhar Transmission Route), ۲٤th International Electricity Conference, Shiraz University. (in Persian).

[24] Vega M. & Sarmiento, H.G, (۱۹۹٦). Image Processing Application Maps Optimal Transmission Routes, IEEE Comput. Appl. Power, Vol. ۹, No. ۲, PP. ٤۷ ۵۱.

[25] Viswarani, C.D, Vijayakumar, D. Subbaraj, L, Kathirvelan, J, (2014). Optimization on shortest path finding for underground cable transmission lines routing using GIS, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Vol. ٦۵ No.۳,639-643

[26] Yildirim, V. & Nisanci, R, (۲۰۱۰). Developing a Geospatial Model for Power Transmition Line Routing in Turkey, Presented at the XXIV FIG cong- fac.sydney.

[27] Zarang, Majid (۲۰۱۰). Application of GIS in Power Transmission Network and Feasibility Study of Routing Power Transmission Lines, Master Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz, Faculty of Earth Sciences, Department of Remote Sensing and GIS, Ahvaz. (in Persian)

[28] Zitzler, E., Thiele, L. & Laumanns, M., (۲۰۰۳) Performance Assessment of Multiobjective Optimizers: an Analysis and Review, IEEE Transactions on Evolutionary Computation , (۲)۷PP. ۱۱۷ ۱۳۲.

پرتال جامع علوم انسانی

نشریه‌ی علمی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

Optimized routing power lines using with PSO algorithm and IHWP (Case Study: The new ArgeBam in Kerman power

Abdolmotaleb Rastegar[1]; Mohsen Tavassoli*[2]; Sajjad Aabazarlou[3]

1- civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Golestan University, Iran
2-Member of the Academic Board of Zabol University, Department of Urban Planning, Zabol University, Iran (Corresponding Author)
3-Secretary of the Scientific Association of Passive Defense in the Northwest of Iran, Iran

Abstract:

In routing the lines is considered different parameters for construction costs and environmental impact. Considering the extent of the factors involved in routing power lines can be multi-criteria decision-making methods and evolutionary algorithms considered as a useful tool. The research' method is descriptive - analytic. In this research use from IHWP model and PSO algorithm and paid to optimization power transmission line of Kerman power plant 400 kV to new ARG BAM in Kerman Regional Electric is length 251km.use With IHWP model in GIS for optimal routing, we use 12 indicators including the elevation, slope, distance from oil pipelines, land types and etc , has been used. The results show that the new route optimization 58.26% compare with the current status, and along of route 20 km decreased. The PSO algorithm processing in MATLAB software, the proposed route optimized 55.33% compare with the current status and along of route 18 km decreased. The results of both methods show a favorable situation than the current status and proposed route of IHWP, 2.93 % is more efficient of proposed route of PSO. the proposed route in IHWP method 4 km is less than of PSO method.

Key Words: Optimal routing, transmission lines, PSO, IHWP, Kerman Writing Style Sheet, Scientific-Research Journal, Passive Defense Scientific Association

* Corresponding author: Department of Urban Planning, Zabol University, Iran; *M.Tavassoli@yahoo.com*