Archive of SID

ظرفیت‌های ژنراتورهای هسته‌ای در جنوب شرق ایران

محمد حسین رامشت[۱۰۶]، استاد ژئومرفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی دانشگاه اصفهان

فاطمه نعمت الهی، دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی دانشگاه اصفهان

علی اصغرجعفری، کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، اصفهان، ایران

چکیده

تنوع سبد تولید انرژی در هر کشور را می‌توان نوعی تدبیر در آینده‌پژوهی جهت الگوی توسعه-ای تلقی‌کرد. اگرچه منابع انرژی فسیلی در ایران به‌حدکافی وجود دارد ولی بنا به‌دلایل متعدد، تنوع بخشیدن به مراکز تولید انرژی به‌عنوان یک سیاست راهبردی همواره دنبال شده‌است. از این‌رو طرح مکان‌یابی ده سایت نیروگاهی در دستور کار وزارت نیرو قراردارد. بررسی‌های انجام‌شده که بر اساس کالبدشکافی نظری دوازده تن از نظریه‌پردازان در حوزه مکان‌گزینی صورت پذیرفت، اولویت اتکا به نظریه لوش و کریستالر و تمسک به سه مجموعه مؤلفه عناصر زیست‌محیطی، امنیتی و تغذیه‌کننده-های اصلی شبکه برق سراسری به‌عنوان اصول کلی مکان‌گزینی این سایت‌ها محرز و اعمال پنج عنصر شرطی در دستگاه سیستم اطلاعات جغرافیایی پایان بخش ارزش‌گذاری مکانی در این پژوهش تلقی می‌گردد. لذا پس از ارزش‌گذاری موضوع، اولویت‌بندی مکان‌های کاندید شده در پهنه ایران با بکارگیری روش TOPSIS نهایی گردید. این مقاله که برگرفته از یک طرح تحقیقاتی بین دانشگاه اصفهان و دانشگاه تهران می‌باشد نشان داد که:

* در پهنه ایران، ۳۱ منطقه شرایط لازم برای استقرار سایت‌های تولید انرژی هسته‌ای را حائز

۱.mh.raamesht@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

شدند که دو نقطه آن در جنوب شرق و در ساحل مکران و پسکرانه آن قرار دارد.

* دو نقطه واقع شده در جنوب شرق، رتبه یک و دو از مجموع ده نقطه برتر را به‌خود اختصاص می‌دهند.

* استقرار این دو سایت می‌تواند شرایط توسعه منطقه‌ای در کلان‌شهر دریاپایه را با توجه به بین‌المللی‌شدن کانال دوم ولگا به وجودآورد؛ زیرا این ناحیه سرپل تغییرات ژئوپلتیک باب‌المندب و کانال سوئز و راه ارتباط بین اروپا و آسیا خواهدشد و آینده ژئوپلتیک این مسیر، معادلات اهمیت سیاسی بخشی از نقاط دنیا را تغییر خواهد داد.

واژگان کلیدی: مکران، مکان‌گزینی، انرژی هسته‌ای، آینده‌پژوهی، کلان‌شهر دریاپایه

۱-مقدمه

از اجزای بنیادین استراتژی الگوی آینده‌پژوهی انرژی، در کشورهای درحال توسعه جهان، تنوع-بخشی به سبد انرژی مصرفی است. ایران ازجمله کشورهایی است که برای استمرار و تداوم توسعه خود مجبور به تنوع‌بخشی منابع تولید انرژی در سطح ملی است و با توجه به آنکه سیاست‌های کلان ملی بر این نکته تأکید دارد که منابع تأمین انرژی می‌بایست دارای الگوها و منابع متفاوت باشد، لذا سهمی از انرژی موردنیاز کشور به نیروگاه‌های برق هسته‌ای اختصاص‌یافته است. با توجه به سیاست‌های راهبردی در این زمینه، ضرورت ایجاد حداقل ده سایت تولید انرژی برق هسته‌ای در برنامه‌های توسعه چشم‌انداز ۲۰ ساله ایران تدارک شده است و اگرچه شرکت زیمنس آلمان قبل از وقوع انقلاب اسلامی سایت بوشهر را برای این کار کاندید نمود، لیکن ضرورت مکان‌یابی این سایت‌ها باتوجه به سه اصل مهم زیست محیطی، تأمین امنیت و شرایط نزدیکی به تغذیه کننده‌های شبکه برق سراسری و دسترسی به منابع آب ساحلی ضروری تلقی می‌گردد.

مکان به‌عنوان گستره‌ای که می‌تواند فعالیت‌های انسانی در آن شکل گیرد، رفته‌رفته توجه محققان را به تمسک به شیوه‌های علمی و روشمند با امکان انتخاب مطلوبیت‌های خاص به طرح نظریه‌های مکانی هدایت نمود، به طوری‌که از سال ۱۸۲۶ با کارهای ماندگار "تونن"[۱۰۷] در حوزه اقتصاد

[۱۰۷].J.H.von Thünen

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی آلمان دریافت‌های جدیدی از شیوه انتخاب مکان برای فعالیت‌های انسانی متداول گردید(سهامی، ۱۳۸۸ : ٦٠).

در حوزه مکان‌گزینی نیروگاه‌های هسته‌ای، مطالعات گوناگونی صورت گرفته که از آن‌جمله می‌توان به پورتال سازمان انرژی اتمی ایران(۱۳۹۳) اشاره نمود، اولین‌بار مطالعه و مکان‌یابی نیروگاه‌های هسته‌ای ایران توسط شرکت کرافت ورک یونیون، یکی از شرکت‌های وابسته به زیمنس آلمان صورت گرفت (جعفری و رحیمی، ١٣٩٤: ٤٤). ارکوت و نیومن[۱۰۸](۱۹۸۹)، مطالعات دقیقی بر روی مسائل مکان‌یابی تسهیلات نامطلوب انجام دادند (Erkut, ۱۹۸۹:۲۷۵). مدل‌های آن‌ها حداکثر-سازی برخی توابع فاصله‌ای به‌عنوان یکی از اهدافی که به‌منظور تجزیه‌وتحلیل استفاده می‌شوند را شامل می‌شود. چنگ هنگ پنو[۱۰۹]و همکاران (۲۰۱٤)، بررسی سطح تجزیه‌وتحلیل ایمنی احتمالاتی نیروگاه برق اتمی چینی را با رویکرد جامع به‌منظور ارزیابی ریسک‌های احتمالی نیروگاه برق اتمی در مناطق استقراریافته مورد بررسی قرار دادند. یلدیرم بیزیت[۱۱۰]و همکاران (۲۰۱۳)، به بررسی معیارهای کیفی مکان‌های مناسب استقرار تسهیلات نیروگاه برق اتمی در کشور ترکیه مبادرت کرده و چارچ و سکاپارا[۱۱۱](۲۰۰۷)، زیرساخت های حیاتی را به عنوان عناصری که برای حمایت از زندگی افراد و ایمنی لازم هستند را تعریف کردند(Church & Scaparra, ۲۰۰۷:۱۲۹). بیر و همکاران[۱۱۲] (۲۰۰۵)، میزان حفاظت از سیستم‌های موازی و سری که دارای اجزایی با ارزش‌های متفاوت بودند را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داده‌اند(Bier, ۲۰۰۵: ۳۱۵). چو[۱۱۳](۲۰۰۲)، مدل تاپسیس فازی را تحت تصمیم‌گیری‌های گروهی به‌منظور حل مسائل مکان‌یابی تسهیلات توسعه داد (Chu,۲۰۰۲: ۸۵۹). در این بررسی ویژگی‌های مکان تسهیلات به‌صورت ویژگی‌های کیفی، شامل در دسترس بودن نیروی کار ماهر، انرژی، آب و هم‌چنین ویژگی‌های کمی مانند هزینه‌های سرمایه‌گذاری ارزیابی شدند. ویلهلم[۱۱٤] (۱۹۹۹)، تحلیل هزینه-سود را به‌منظور آزمون اثربخشی اقتصادی طرح‌های مختلف

۲.Erkut and Neuman
۱۰۹.ChanghangPenv et.al
۱۱۰.Yıldırım Beyazıt et.al
۱۱۱.Church and Scaparra
۱۱۲.Bier et .al
۱۱۳.Chu
۱۱٤.Wilhelm

www.SID.ir

Archive of SID

سازه‌های دفاعی را به‌صورت قیاسی مطرح نمود(Wilhelm,۱۹۹۹) همچنین فوچ ومک آلپین[۱۱۵](۲۰۰۵)، ارزیابی اثربخشی این طرح‌ها را از راه استقرایی پیشنهاد کردند(Fuchs & McAlpin, ۲۰۰۵: ۳۱۹). اسمیت[۱۱۶] (۱۹٦٦) با توجه به تغییرات منحنی هزینه فضایی و منحنی درآمد فضای مکان بهینه صنعت و خدمات را تعیین نمود (Smith,۱۹٦٦). در دهه ۱۹٦۰ آینده‌پژوهی به‌عنوان یک رشته دانشگاهی ظهور کرد و تغییراتی را در مسیر تحقیقات علمی به وجودآورد. یوهان گالتونگ[۱۱۷] (۱۹۸۰) پژوهشگر نروژی و اولین رئیس فدراسیون آینده‌پژوهی (wfsf) به بررسی مطالعات آینده پرداخت. وی از اولین آینده‌پژوهانی بود که در مورد انواع مختلف آینده دسته‌بندی انجام داد (آینده-های احتمالی، امکانی، ترجیحی). به‌منظور تکمیل ساختار دسته‌بندی گالتونگ، آک برشت[۱۱۸] محقق سوئدی عنوان چهارمی به‌نام آینده‌نگاری ترسیمی، جهت آماده‌سازی آینده مورد شناسایی قرار داد. در سال‌های بعد آینده‌پژوهان دیگری همچون النورا ماسینی[۱۱۹]، وندل بل[۱۲۰]، ریچارد اسلاتر[۱۲۱]، به توسعه راه‌های مختلف برای توصیف رویکردهای آینده‌نگارانه و چگونگی ظهور آن‌ها پرداختند. در سال ۲۰۰٤ جنیفر گیدلی[۱۲۲] رئیس فدراسیون جهانی آینده‌پژوهی، یک مدل از گونه‌شناسی آینده‌پژوهانه پنج پارادایمی ارائه نمود که هنوز در حال تکامل و اصلاح است (Gidley,۲۰۱٦: ۲۵)

هدف این پژوهش که بر گرفته از یک طرح تحقیقاتی دانشگاهی است، تعیین مکان‌های مناسب جهت استقرار نیروگاه‌های انرژی هسته‌ای و بیشتر، دستیابی به اولویت‌گذاری مکان‌های مطلوب برای استقرار این نیروگاه ها در ایران بوده است.

۲-مباحث نظری

در این پژوهش با اتکا به نظریه لوش و کریستالر و با مبنا قراردادن سه عامل اصلی عناصر زیست‌محیطی، امنیتی و تغذیه‌کننده‌های اصلی شبکه برق سراسری و همچنین بررسی دو عامل

---

[۱۱۵].Fuchs and McAlpin
[۱۱٦] -David .M,Smith
[۱۱۷] -Johan Galtung
[۱۱۸] - Ake jerstedt
[۱۱۹] - Eleonora Masini
[۱۲۰] - Wendell Bell
[۱۲۱] - Richard Slaughter
[۱۲۲] - Jennifer Gidley

www.SID.ir

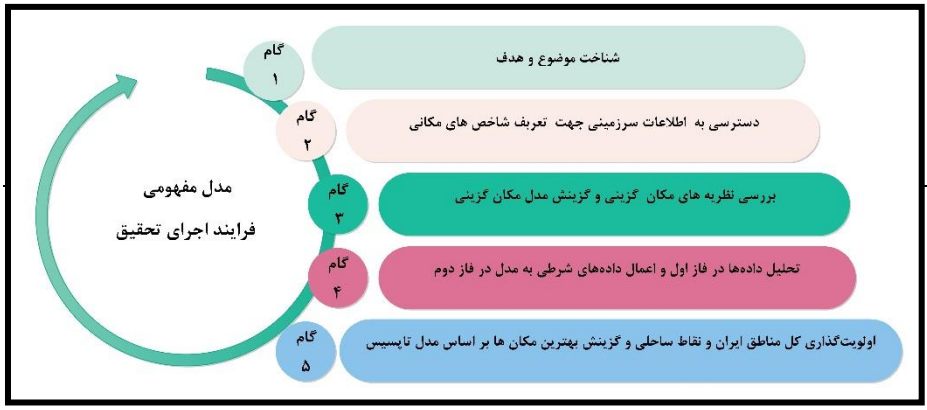
Archive of SID

شرطی یعنی فاصله از خطوط ساحلی و عمق دریا، به تعیین محل‌های مناسب جهت استقرار نیروگاه های هسته‌ای مبادرت گردیده است. نظریه کریستالر[۱۲۳] را می‌توان در قالب کلی نظریه‌های سازمان فضایی بررسی کرد که غالب این نظریات، چگونگی ارتباط بهینه میان عوامل و الگوی استقرار مطلوب فضایی را شرح می‌دهند(رضوانی، ۱۳۷٤: ۹۸). در گسترش و اصلاح نظریه کریستالر تئوری فضای اقتصادی شهرها توسط لوش[۱۲٤] اقتصاددان آلمانی مطرح گردید و این دو ایده ساختار نظری تحقیق فعلی را شکل می‌دهد.

۳-روش تحقیق و شیوه گردآوری داده‌ها و اطلاعات

اولین مرحله از فرایند در این تحقیق دسترسی به اطلاعات سرزمینی جهت تعریف شاخص‌های مکانی بود. لذا با بررسی نقشه رقومی ارتفاعی ایران، آمار جمعیتی شهرها، ویژگی‌های زمین‌شناسی، اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای و نقشه شبکه برق سراسری، در سیستم اطلاعات جغرافیایی به پردازش آن مبادرت گردید. دراین مرحله از کار به تعریف شاخص‌های جمعیتی، استاندارد فواصل از گسل‌ها، عمق مطلوب و فاصله از ساحل و شاخص‌های امنیتی که می‌تواند برای انتخاب مکان بکارگرفته شوند، بر روی نقشه ایران مشخص و در مرحله دوم با اعمال متغیرهای شرطی یعنی اعمال فاصله از خطوط ساحلی و عمق دریا نقاط بهینه غربال شدند. در مرحله سوم، از میان مکان‌هایی که حائز شرایط مشروط بودند عملیات ماتریس تاپسیس اجرا و بدین صورت نقاط به دست آمده اولویت-گذاری و در پایان نتیجه ارزیابی‌ها در این تحقیق به‌صورت یک نقشه رقومی ارائه گردید. مرکز آمار ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، سازمان فضایی ایران و وزارت نیرو از جمله منابع اصلی تأمین داده‌های موردنیاز در این تحقیق به شمار می‌روند. جهت بازنمودن فرایند تحقیق و تبیین دقیق آن سعی شده است مراحل آن در شکل (۱) نمایش داده شود.

شکل ۱: مدل مفهومی فرایند اجرای تحقیق



www.SID.ir

Archive of SID

منبع: (نگارندگان)

٤-محدوده و قلمرو پژوهش

نظر به اینکه انتخاب مکان بهینه نیروگاه برق هسته‌ای برای کشور در مقیاس ملی صورت می‌گیرد، لذا سرزمین ایران که از نظر موقعیت جغرافیایی مابین عرض ۲۵ تا ٤٥ درجه شمالی و طول ٤٤ تا ٦٦ درجه طول شرقی و در جنوب‌غربی آسیا واقع شده است در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. با تأکید بر اینکه در پهنه سرزمینی ایران، ۳۱ منطقه شرایط لازم برای استقرار سایت‌های تولید انرژی هسته‌ای را حائز شدند که دو نقطه آن که رتبه یک و دو از مجموع ده نقطه برتر را به-خود اختصاص دادند، در جنوب شرق و در ساحل مکران و پسکرانه آن واقع گردیده‌اند.

٥-یافته‌های تحقیق

به منظور تعیین محوطه‌های برتر برای استقرار نیروگاه‌های انرژی هسته‌ای پارامترهای مهم در مکان‌یابی نیروگاه‌ها تعیین گردیدند. با بررسی این پارامترها داده‌های جمع‌آوری شده در دو فاز پایش شدند. این اطلاعات به صورت اطلاعات اصلی و شرطی مهیا شدند زیرا مراحل دقیق انتخاب محل‌ها در دو فاز جداگانه صورت پذیرفت.

- فاز اول

با مهیاسازی داده‌های چهارگانه فاصله‌ای، به منظور تعریف آن‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی موضع اهمیت هریک از آن‌ها مطرح گردید، لذا بر اساس جدول۱ چهار پارامتر فاز اول که میزان درجه اهمیت پهنه‌های مطلوب و ممنوعه آن‌ها از استانداردهای زیست‌محیطی و استقرار این دست نیروگاه‌ها است، استخراج گردید.

جدول۱: درجه اهمیت و پهنه‌های مطلوب و ممنوعه استقرار

شاخص‌های فاصله‌ای	درجه اهمیت	فاصله مطلوب
فاصله از مراکز جمعیتی	۰/۳۵	از ۵۰ کیلومتر تا ۱۰۰ کیلومتر
فاصله از گسل	۰/۲۰	بیشتر از ۳ کیلومتر
فاصله از شبکه برق سراسری	۰/۳۵	تا ۱۰ کیلومتر

www.SID.ir

Archive of SID

فاصله از راه‌ها	۰/۱۰	تا ۱۰ کیلو متر

منبع: (نگارندگان)

در این مرحله به بررسی چهار شاخص فاصله‌ای مبادرت و لایه‌های مربوط به هر شاخص تهیه و پردازش گردید:

– فاصله از مراکز جمعیتی: فاصله بهینه نیروگاه می‌بایست برای حفظ مسائل زیست‌محیطی بین ۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتر از مراکز جمعیتی بالاتر از یکصدهزار نفر باشد. دلیل انتخاب این دامنه از جمعیت، رعایت استاندارد خدماتی شهری بوده است تا در صورت بروز حادثه حداقل امکانات امدادی و بهداشتی در دسترس باشند و از طرف دیگر این مراکز از خسارت‌های احتمالی به دور مانده و فرصت جابجایی و اقدامات حفاظتی برای مردمان آن‌ها وجود داشته باشد. بدین منظور مراکز جمعیتی بالاتر از یکصدهزار نفر شناسایی گردید.

با در نظر گرفتن همین پارامتر به تنهایی درمی‌یابیم که مناطق مناسب، بیشتر نقاط شرقی، جنوب شرقی و شمال شرقی و چند نقطه در غرب و شمال غربی جهت تأسیس تسهیلات نیروگاه برق هسته‌ای هستند و مناطق پرتراکم غربی و شمالی از لحاظ فاصله از شهرها نقاط مطلوب زیست محیطی نیستند.

– فاصله از گسل: برای رعایت مسائل مخاطره‌آمیز چون گسل‌ها، با بررسی نقشه گسل‌های فعال ایران، فاصله مطلوب به نیروگاه از آن تعیین گردید. بهترین فاصله بر اساس نظر کارشناسان بیشتر از ۳ کیلومتر موقعیت نیروگاه از گسل‌های فعال تعیین شد. باتوجه به وزن و اهمیت این پارامترکه فاصله بیش از ۳ کیلومتر از گسل‌های فعال حد مطلوب استقرار تلقی‌شده است با اعمال داده‌های مربوط از اطلاعات گسل‌های فعال در نقشه رقومی ایران فواصل بیش از ۳ کیلومتر به عنوان نقاط مجاز تلقی شد.

– فاصله از شبکه برق سراسری: با اخذ داده‌های شبکه برق سراسری کشور از وزارت نیرو و تهیه نقشه از آن‌ها، فاصله تا ۱۰ کیلومتر از آن برای فاصله بهینه مشخص گردید.

–فاصله از راه‌ها: آخرین شاخص فاصله‌ای، فاصله مکان گزینش شده نیروگاه‌ها از شبکه اصلی راه‌های کشور بود که با بررسی نقشه راه‌های کشور فاصله تا ۱۰ کیلومتر از آن برای فاصله بهینه مشخص گردید.

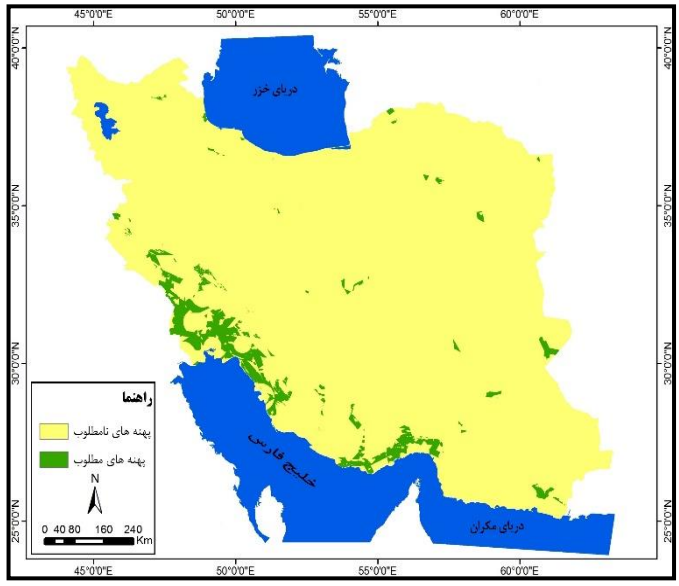
www.SID.ir

Archive of SID

-تلفیق پارامترهای فاز اول

برای انجام این مرحله نخست وزن هریک از شاخص‌های چهارگانه اعمال و داده‌های لازم برای اجرای فصل مشترک نقاط مطلوب فراهم آمده است. از تلفیق داده‌های فوق و حذف نقاط غیرمشترک نقشه‌ای به دست آمد (شکل ۲).

شکل ۲: تلفیق پارامترهای فاز اول



منبع: (نگارندگان)

همان‌گونه که در نقشه فوق دیده می‌شود ۲ پهنه به واسطه اعمال داده‌ها به دست‌آمده است. مکان‌هایی که دارای فصل مشترک کامل در تلفیق مشخص گردیده‌اند به رنگ سبز بر روی نقشه علامت‌گذاری شده و نقاطی که دارای وجه اشتراک کامل نبوده‌اند به رنگ زرد نمایش داده شده است.

با توجه به اینکه در این تفریق فصل‌اشتراک با منطق صفر و یک اعمال شده‌است لذا با دو منطقه مطلوب و نامطلوب مواجه هستیم. دقت در نقشه فوق به ما نشان می‌دهد که غالب مناطق مطلوب

www.SID.ir

Archive of SID

استقرار نیروگاه‌های هسته‌ای در حاشیه سواحل خلیج‌فارس و دریای مکران قرار می‌گیرند. این انتخاب و گزینش در حالی است که اولین فاز شرایط مکان‌گزینی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی اعمال شده است و چنانچه فاصله از دریا و عمق ساحل اعمال گردد بخش عمده‌ای از نقاط داخل سرزمینی حذف خواهند شد. با توجه به اینکه چندین نقطه در مرز شمالی و غربی نیز به صورت لکه‌هایی دیده می‌شود می‌توان فاصله از مرز را به واسطه شرایط امنیتی خاص، حذف شده تلقی نمود زیرا از نظر اصول دفاع ملی وجود چنین مراکزی در نزدیک مرز که می‌تواند به سادگی تهدید شود، نقاط مطلوب تلقی نخواهند شد.

برای آن‌که بتوان تفسیر روشن‌تری در فاز اول از مکان‌گزینی نیروگاه‌ها به دست‌آورد، نسبت به طبقه‌بندی مناطق با دامنه خاصی، تحت عنوان مناطق نامناسب، مناطق ضعیف، مناطق مناسب و مناطق بهینه تدارک گردید. حاصل چنین طبقه‌بندی در شکل ۳ به نمایش گذارده شده است.

شکل۳: پهنه‌های مطلوب و پهنه‌های نامطلوب

منبع: (نگارندگان)

نکته قابل توجه در این نقشه در مجاورت قرارگرفتن بخش مهمی از مناطق مناسب در مجاورت مناطق بهینه است. این بدان معنی است که ما می‌توانیم نیروگاه‌هایی با فاصله از دریا در پشت مناطق ساحلی داشته باشیم، ولیکن از مزیت‌های مجاورت با دریا نیز بهره‌مند گردیم.

www.SID.ir

Archive of SID

از نکات بسیار مهم دیگر این مکان‌گزینی در فاز اول این است که سواحل شمالی علی‌رغم موقعیت مناسب ساحلی، در این طبقه‌بندی جایگاهی ندارند و این به خوبی نشان می‌دهد که نوار ساحلی شمالی ایران به واسطه بار سنگین جمعیتی، کشش بارگذاری توسعه دیگری را در این زمینه‌ها ندارد.

عدم انتخاب نقاط جنوب شرقی به دلیل تراکم خطوط گسلی و همچنین نقاط کویری دشت لوت دلیل عدم دسترسی به شبکه‌برق سراسری، تراکم پایین راه‌های اصلی، نقاط شهری و قرارگرفتن روی خطوط گسل می باشد. نواحی شمال غربی ایران هم به دلیل تراکم جمعیتی زیاد جزء نقاط مطلوب قرار نگرفته‌اند.

-فاز دوم

جهت اجرای فاز دو ابتدا کلیه نقاط بهینه از نقشه ٤ استخراج و در جدول۲ لیست گردید. در شکل ٤ مکان‌های کاندیدشده را می‌توان در سه طیف طبقه‌بندی نمود.

شکل٤: تمام نقاط بهینه

منبع:(نگارندگان)

جدول ۲: شهرهای کاندید به تفکیک موقعیت

شـــــــهرهای	شهرهای داخل سرزمین	شهرهای ساحلی(بهترین نقاط)

www.SID.ir

Archive of SID

مرزی		
سرخس، بنجار، قصر شیرین	خاوران، اهر، سیردان، قم، فهرج، شهداد، کهنوج، اردکان، بجستان، رواب، قلعه گنج ، خرانق، قروه، داریان، کوار	امام حسن، بندر گناوه، بندرریگ،دلوار، بندر خمیر، هندیجان، بندر دیلم، بندرعباس، بندر کنگ، نگور، بندر چارک، هشتپر، بهشهر

– طیف اول نقاط بهینه مرزی، در فاصله اندکی از مرزهای غربی و شرقی قرار می‌گیرند. با توجه به اهمیت تأمین امنیت نیروگاه هسته‌ای و احتمال خطرپذیری نقاط مرزی و عدم اطمینان سیستم‌هایی که بتواند در مواقع بحرانی نسبت به تأمین امنیت آن‌ها اقدام شود، لذا از لیست نقاط بهینه حذف گردیدند؛ چرا که همواره احتمال خطر برای آن‌ها وجود خواهد داشت.

– طیف دوم نقاط بهینه‌ای هستند که در حاشیه سواحل شمالی و جنوبی ایران قرار گرفته‌اند. این نقاط از نظر دسترسی به منابع آبی نامحدود دارای مزیت فراوانی بوده و از نظر بندرگاهی نیز دارای مزایایی هستند.

– طیف سوم نقاط داخلی ایران را تشکیل می‌دهند که اگرچه از نظر پارامترهای زیست‌محیطی، فاصله از گسل و شبکه‌های برق سراسری و راه‌ها دارای مزیت بالایی هستند و لیکن غالب آن‌ها از نظر دسترسی به منابع آب نه تنها مزیتی ندارند بلکه تأمین آب مستلزم سرمایه‌گذاری‌های سنگین انتقال آب است.

اکنون پس از حذف نقاط مرزی که از نظر امنیتی دچار مشکل بودند بقیه نقاط انتخاب شده برای رتبه‌بندی امتیاز آن‌ها و مشخص‌نمودن اولویت این مناطق در روش تاپسیس طبق جدول ۲ تدارک و مراحل شش‌گانه رتبه‌بندی در روش تاپسیس به شرح ذیل اعمال گردید.

مرحله۱) تهیه ماتریس خام تاپسیس: به منظور تهیه این ماتریس تمام شاخص‌ها (شاخص‌های فاصله‌ای) از سیستم اطلاعات جغرافیایی استخراج گردید.

مرحله۲) تهیه ماتریس بی‌بعد شده و استفاده از فرمول شماره ۱:(برای بی بعد نمودن اعداد از روش نُرم استفاده شده است).

فرمول شماره ۱

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} {r_{ij}}^2}}$$

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله۳) تهیه ماتریس بی‌بعد وزین‌شده: برای تهیه این ماتریس از جدول، وزن هریک از عوامل چهارگانه به شرح جدول ۳ به دست آمد و در ماتریس بی بعد اعمال گردید.

جدول ۳: وزن شاخص‌ها

شاخص ها	فاصله از گسل	راه اصلی	شبکه برق	فاصـــــله از دریا
وزن ها	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱	۰/٦

مرحله٤) تعیین ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی: برای تهیه ایده‌ال مثبت و ایده‌آل منفی ابتدا رقوم مربوط به فاصله از گسل به واسطه افزایش نقطه از گسل مطلوبیت مشخص گردید. بنابراین شاخص مینیمم را برای این دسته از اعداد انتخاب و برای شاخص‌های راه اصلی و فاصله از شبکه برق و فاصله از دریا ماکسیمم اعداد مشخص شد. آنگاه عملیات تعیین ایده‌آل مثبت و منفی برای هر ۲۸ نقطه کاندید شده اعمال گردید. جدول۷ بیان‌کننده ایده‌آل مثبت و منفی، هریک از شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ٤: تعیین ایده‌آل مثبت و منفی

	فاصله از گسل	راه اصلی	شبکه برق	فاصـــــله از دریا
ایده‌آل مثبت	۰/۰۰۳۷۹۰٦٦۷	۰/۲۱۳۹۱۷۱۸۸	۰/۰۹۷۲۲۵۵۲	۰/۰۷۷۳۳
ایده‌آل منفی	۰/۰۵۵۹۱۲۳۳٤	۰/۰۱۱۲۵۸۷۹۹	۰/۰۰۲۱٦۰۵۷	۰/۰۰۰۱٦

مرحله۵) تعیین جدول فاصله از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی

محاسبه‌ی فاصله گزینه‌ها از گزینه‌های ایده آل مثبت و منفی با استفاده از روابط زیر:

فرمول شماره۲

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^- \right)^2 \right\}^{1/2} \qquad d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^+ \right)^2 \right\}^{1/2}$$

و در ادامه مقادیر فاصله از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی در جدولی تنظیم گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله٦) محاسبه نزدیکی بر اساس مؤلفه‌های چهارگانه با استفاده از رابطه ۳

فرمول شماره۳

$$C_i = \frac{a_i}{d_i^+ + d_i^-}$$

با اجرای مرحله مرتب‌سازی نزولی اعداد به دست آمده، اولویت‌بندی نقاط ۲۸ گانه در جدولی تنظیم گردید.

در ادامه با افزودن دو شاخص دسترسی به مرزهای آبی و عمق ساحلی مکان‌های ۲۸گانه در ۳ گروه طبقه‌بندی شدند.

- گروه ساحلی
- گروه نزدیک به ساحل
- گروه درون سرزمینی

برای اعمال دو مؤلفه فاصله از دریا و عمق ساحلی ضرایب خاصی برای هریک از گروه‌ها در نظر گرفته‌شد که در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: ضرایب خاص فاصله از دریا و عمق دریا

	گروه ساحلی	گروه نزدیک به ساحل	گروه درون سرزمینی
ضریب	۰/۹۵	۰/۸۵	۰/۰۵

با توجه به این گروه‌بندی این ضرایب در رتبه‌های به دست آمده مکان‌ها مربوط به عمق دریا و فاصله از ساحل اعمال گردید. رتبه‌های درج شده در جداول بیان‌کننده اولویت هر یک از مکان-های کاندیدشده برای استقرار نیروگاه‌های هسته‌ای می‌باشد (جدول ٦).

اعمال ٤ شاخص اولیه و دو مؤلفه شرطی ثانویه نشان می‌دهد که اولویت ۱۰ مکان مطلوب به ترتیب رتبه به دست آمده عبارت‌است از: قلعه گنج، نگور، بهشهر، سیردان، هشتپر، بندر دیلم، گناوه، هندیجان، امام حسن و بندر کنگ. قابل ذکر است که این نقاط با توجه به نام نزدیک‌ترین شهر و یا روستای به آن منطقه مشخص گردیده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

٦-نتیجه گیری

در این پژوهش با طراحی یک مدل مفهومی و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و با بهره-گیری از روش TOPSIS به شناسایی مناطق مناسب در ایران، جهت احداث نیروگاه‌های انرژی هسته‌ای پرداخته شده است.

پردازش داده‌های تهیه شده در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل آن‌ها در روش تاپسیس به ما نشان داد که مجموعاً ۳۱ نقطه در پهنه جغرافیایی ایران بر اساس ۳ شاخصه مهم زیست‌محیطی، امنیتی و دسترسی به شبکه تغذیه‌کننده‌های برق اصلی کشور قابلیت مکان‌گزینی برای استقرار نیروگاه‌های هسته‌ای را خواهند داشت. از این ۳۱ نقطه ۳ نقطه مرزی آن حذف و مابقی آن در مکان‌های نسبتاً امن از نظر مطلوبیت‌های دیگر قرار می‌گیرد.

جهت مکان‌یابی نیروگاه‌های هسته‌ای نتایجی بدست آمد که می توان چند الگوی متفاوت برای استقرار این سایت‌ها پیشنهاد نمود:

۱)استقرار نیروگاه‌های درون سرزمینی

این مکان‌ها عبارت است از: قم، شهداد، بجستان، رودان، داریان، کوار، خاوران، فهرج، کهنوج، سیردان، قلعه گنج و قروه.

از میان مکان های درون سرزمینی نقاط فهرج ، کهنوج ، سیردان، قلعه گنج و قروه از نظر تأمین آب دارای شرایط نسبتاً مناسب‌تری بوده و لیکن بقیه مکان‌ها دارای مشکل حاد تأمین آب می‌باشند.

۲) استقرار نیروگاه‌هایی در حاشیه سواحل

نقاطی که در مرزهای دریایی می‌توان به آن‌ها اشاره نمود به ترتیب اولویت شامل: نگور، بهشهر، هشتپر، بندر دیلم، گناوه، هندیجان، امام حسن، بندر کنگ، بندر ریگ، بندر عباس، بندر چارک، بندر لنگه، دلوار و بندر خمیر می‌باشد.

جدول ٦: اولویت‌بندی با ضریب فاصله از دریا و عمق دریا

	اولویت بندی با ضریب فاصله از دریا		اولویت بندی با ضرایب عمق دریا	
ر	شهر	Ci	شهر	Ci

www.SID.ir

Archive of SID

دیف				
۱	قلعه گنج	۰.۵۷۸۸۰۱۵۱ ۹	قلعه گنج	۰.۴۹۱۹۸۱۲ ۹۱
۲	نگور	۰.۳۱۴۱۷۵۴۹ ۹	نگور	۰.۲۹۸۴۶۶۷ ۲۴
۳	سیردان	۰.۲۶۶۹۰۹۱۶ ۴	بهشهر	۰.۲۳۴۲۷۴۲ ۱۱
۴	بهشهر	۰.۲۴۶۶۰۴۴۳ ۲	سیردان	۰.۲۲۶۸۷۲۷ ۹
۵	هشتپر	۰.۱۹۶۲۸۸۶۴ ۱	هشتپر	۰.۱۸۶۴۷۴۲ ۰۹
۶	اهر	۰.۱۸۷۷۷۵۸۴ ۸	بندر دیلم	۰.۱۷۸۰۱۵۳ ۳۹
۷	بندر دیلم	۰.۱۸۷۳۸۴۵۶ ۷	گناوه	۰.۱۳۸۵۵۷۲ ۰۹
۸	گناوه	۰.۱۴۵۸۴۹۶۹ ۴	هندیجان	۰.۱۳۷۴۲۷۴ ۶۵
۹	هندیجان	۰.۱۴۴۶۶۰۴۸ ۹	امام حسن	۰.۱۳۱۴۹۷۰ ۷۱
۱۰	امام حسن	۰.۱۳۸۴۱۷۹۶ ۹	بندر کنگ	۰.۱۲۴۴۲۹۱ ۰۲
۱۱	بندر کنگ	۰.۱۳۰۹۷۸۰۰ ۲	بندر ریگ	۰.۱۲۱۲۳۹۳ ۷۲
۱	بندر ریگ	۰.۱۲۷۶۲۰۳۹	بندر	۰.۱۰۴۹۸۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

۲		۲	عباس	۱۷
۱۳	بندر عباس	۰.۱۱۰۵۰۵۲۸ ۱	بندر چارک	۰.۱۰۳۳۹۶۸ ۸٤
۱٤	بندر چارک	۰.۱۰۸۸۳۸۸۲ ۵	بندر لنگه	۰.۰۹۰۲۵۵۷ ۳٦
۱۵	بندر لنگه	۰.۰۹۵۰۰٦۰۳ ۸	دلوار	۰.۰۷۵٤۲٤۷ ٤۹
۱٦	دلوار	۰.۰۷۹۳۹٤٤۷ ۳	بندر خمیر	۰.۰۷۳۵۲۹۵ ۷۲
۱۷	بندر خمیر	۰.۰۷۷۳۹۹۵٤ ۹	اهر	۰.۰۰۹۳۸۸۷ ۹۲
۱۸	بجستان	۰.۰۱۷٤۷۲٤٤ ٤	بجستان	۰.۰۰۰۸۷۳٦ ۲۲
۱۹	قروه	۰.۰۱۷۱۲۵٤۳ ٤	قروه	۰.۰۰۰۸۵٦۲ ۷۲
۲۰	اردکان	۰.۰۱٦۸٤۰۵۵ ۲	اردکان	۰.۰۰۰۸٤۲۰ ۲۸
۲۱	داریان	۰.۰۱٤۷۸۰۲۵ ٦	داریان	۰.۰۰۰۷۳۹۰ ۱۳
۲۲	شهداد	۰.۰۱۳۵۷۰۵۹ ۵	شهداد	۰.۰۰۰٦۷۸۵ ۳
۲۳	فهرج	۰.۰۱۲٦۱۷٦٤ ۱	فهرج	۰.۰۰۰٦۳۰۸ ۸۲
۲	خاوران	۰.۰۱۲۳۹۳۵۳	خاوران	۰.۰۰۰٦۱۹٦

www.SID.ir

Archive of SID

٤				٧٧
٢ ٥	قم	٠.٠١١٣٢٣٧٦ ٨	قم	٠.٠٠٠٥٦٦١ ٨٨
٢ ٦	روداب	٠.٠١١٠٢٦٧٢ ٦	روداب	٠.٠٠٠٥٥١٣ ٣٦
٢ ٧	کهنوج	٠.٠٠٩٩٤١٢٩ ٦	کهنوج	٠.٠٠٠٤٩٧٠ ٦٥
٢ ٨	کوار	٠.٠٠٩٣٢٨١٠ ٦	کوار	٠.٠٠٠٤٦٦٤ ٠٥

از بین این نقاط دو نقطه بهشهر و هشتپر در مرز دریایی شمال که در دو بخش غربی و شرقی دریای خزر واقع شده و یک نقطه در سواحل دریای مکران (نگور) و مابقی در مرز دریایی خلیج فارس قرار می‌گیرند.

بنابراین بر اساس رتبه بندی انجام شده ۱۰ نقطه از نقاط به ترتیب اولویت به شرح جدول ٦ معرفی شدند. با توجه به اسامی رتبه‌بندی شده می‌توان نتیجه گرفت که دو نقطه که رتبه اول و چهارم را در میان ۱۰ نقطه کاندید شده به خود اختصاص داده است در داخل سرزمین مادری(قلعه گنج و سیردان)، یک نقطه در ساحل دریای مکران (نگور) و دو نقطه مربوط به ساحل شمالی دریای خزر (بهشهر و هشتپر) و مابقی، هم‌مرز ساحل شمالی خلیج فارس می‌باشد (شکل ٥).

جدول ٦ : ده نقطه اول بهینه

رتبه	نقاط بهینه	طیف
١	قلعه گنج	سرزمین مادری
٢	نگور	ساحل دریای مکران
٣	بهشهر	ساحل دریای خزر

www.SID.ir

Archive of SID

٤	سیردان	نزدیک به ساحل شمالی
٥	هشتپر	ساحل دریای خزر
٦	بندر دیلم	ساحل خلیج فارس
٧	بندر گناوه	ساحل خلیج فارس
٨	هندیجان	ساحل خلیج فارس
٩	بندر امام حسن	ساحل خلیج فارس
١٠	بندر کنگ	ساحل خلیج فارس

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۵: ده نقطه اول بهینه

منبع: (نگارندگان)

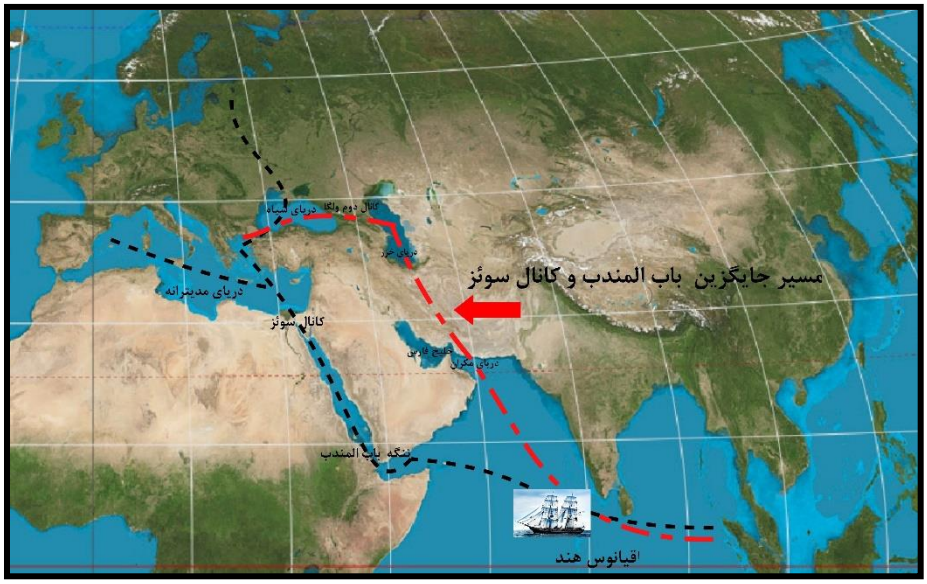
با توجه به موقعیت مناسب سواحل مکران برای ایجاد متروپل دریاپایه و شرط لازم توسعه که دستیابی به منابع انرژی است، می‌توان کاندید شدن منطقه نگور برای استقرار ژنراتورهای انرژی هسته‌ای را به‌خوبی درک کرد و اگر این مزیت‌ها را به تحولات در شرف تحقق راه‌های ترانزیت دریایی نیز بیافزایم درخواهیم یافت که توسعه این منطقه نه تنها موجب تحول اقتصادی در این ناحیه خواهد شد که تغییرات ژئوپلتیک غیرقابل تصوری بر نقاط استراتژیک باب المندب و کانال سوئز خواهد داشت؛ زیرا با توجه به تصمیم روسیه مبنی بر بین‌المللی کردن کانال دوم ولگا و ارتباط دریای خزر با دریای سیاه و پیوند آن به کریدور شمال و جنوب، ژئوپلیتیک دریایی منطقه و ارتباط

www.SID.ir

Archive of SID

ترانزیت آن دستخوش تحول می‌گردد و این سواحل به عنوان یکی از سرپل‌های راه اصلی تجارت جهانی و محور ترانزیتی بین آسیا و اروپا محسوب و می‌تواند جایگزین تنگه باب‌المندب و کانال سوئز شود و اهمیت استراتژیک آن‌ها را کاهش دهد (شکل ٦).

شکل ٦: مسیر جایگزین باب المندب و کانال سوئز



منبع: (نگارندگان)

منابع و مأخذ

۱.جعفری، علی اکبر، رحیمی خویگانی، فهیمه، (۱۳۹٤)، نگاهی تاریخی تحلیلی به روابط هسته ای ایران و آلمان، دو فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات تاریخی جهان اسلام، شماره ۵، سال سوم، ص۳۷ تا ٥٦

۲.سازمان جغرافایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، نقشه عمق آبهای خلیج فارس، تنگه هرمز و دریای مکران

۳.سهامی،حبیباله (۱۳۸۸)، آمایش و مکانیابی، چاپ چهارم، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر، صفحه ۱٤٥

www.SID.ir

Archive of SID

٤.رضوانی، عبداله (١٣٧٤)، جغرافیا و صنعت توریسم، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور، ٢٣٦ صفحه.

٥.مرکز آمار ایران ، سالنامه آماری (١٣٩٠)

٦.Ben-Moshe, B. J.Katz, M. Segal, M. ٢٠٠٠. "Obnoxious facility location: Complete service with minimal harm" International Journal of Computational Geometry & Applications, Vol.١٠, No.٦

٧.Bespamyatnikh, S. et al, ٢٠٠٠ "Optimal facility location under various distance functions", International Journal ofComputational Geometry & Applications, Vol١٠, No. ٥

٨.Bhattacharya, U.K. ٢٠١١ "A multi-objective obnoxious facility location model on a plan", American Journal of

٩.Operations Research, NO. ١

١٠. Bier V. M., A. Nagaraj, and V. Abhichandani (٢٠٠٥), "Protection of simple series and parallel systems with components of different values", Reliability Engineering and System Safety ٨٧: ٣١٥–٣٢٣.

١١. Eckert, N. et al, ٢٠٠٨ ."Optimal design under uncertainty of a passive defense structure against snow avalanches:

١٢. From a general bayesian framework to a simple analytical model", Natural Hazards and Earth System Sciences,

١٣. Brown, G. Carlyle, M. Diehl, D. Kline, J. Wood, K. ٢٠٠٥. "A two-sided optimization for theater ballistic missile

١٤. defense", Operations Research, Vol.٥٣ No.٥

١٥. Erkut, E., and S.Neuman (١٩٨٩), Analytical Models for Locating Undesirable Facilities.Eur. J. Opnl.Res, ٤٠, ٢٧٥-٢٩١

١٦. Eckert, N. et al. ٢٠٠٨. Optimal design under uncertainty of a passive defense structure against snow avalanches:

١٧. From a general bayesian framework to a simple analytical model", Natural Hazards and Earth System Sciences,No.٨

١٨. Church, R. L. & Scaparra, M. P. (٢٠٠٧). Protecting critical assets: the r-interdiction median problem with fortification. Geographical Analysis, p ١٢٩-١٤٦.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۹. Chu, T. C., (۲۰۰۲) "Selecting plant location via a fuzzy TOPSIS approach. Journal of Advanced Manufacturing Technology". p۸۵۹-۸٦٤.

۲۰. Fuchs, S. & M.C. McAlpin (۲۰۰۵): The net benefit of public expenditures on avalanche defence structures in the municipality of Davos, Switzerland. Natural Hazards and Earth System Sciences ۵ (۳). p. ۳۱۹-۳۳۰.

۲۱. Gidley, Jennifer.M (۲۰۱٦): Understanding the Breadth of Futures Studies through a Dialogue with Climate Change. World Future Review ۸(۱): ۲٤–۳۸.

۲۲. Hausken, K. Levitin, G, ۲۰۱۱ "Active VS. passive defense against a strategic attacker", International Game Theory Review, Vol.۱۳ No. ۱

۲۳. Smith, David M. (۱۹٦٦) Industrial Location – An Economic Geographical Analysis. New York: John Wiley & Sons.

۲٤. Wilhelm, C (۱۹۹۹) Kosten-Wirksamkeit von Lawinenschutzmassnahmen an Verkehrsachsen, edited by: Bundesamt fur Umwelt, Wald und ¨ Landschaft, Praxishilfe, Bern

www.SID.ir