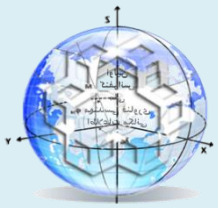
اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on
Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016



# مکان یابی بهینه استفاده از انرژی اقیانوسی در دریای خزر و چگونگی اتصال آن به شبکه با استفاده از GIS

**حسین پورقاسم[1*]، علیرضا پورمهدی[2]، مصطفی کرامتی[3]، مهدی تاج الدین[4]**

۱- کارشناس بهره برداری شرکت توزیع برق مازندران
۲- کارشناس GIS شرکت توزیع برق مازندران
۳- کارشناس GIS شرکت توزیع برق مازندران
۴- کارشناس بهره برداری شرکت توزیع برق مازندران

## چکیده :

افزایش محدودیت ها باعث شده تا برای اینکه هزینه های برق رسانی تقلیل یابد شرکت های برق را به بررسی بیشتر و پیداکردن نقطه بهینه سوق داده است. هر چه میزان برق رسانی به مناطق محروم و فراگیر شدن این انرژی پاک یکی از ملاک های توسعه یافتگی در جوامع بشری است ولی باید هزینه های آن بررسی شود. در این روش ارائه شده است که توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی یا GIS بتوان مقدار بهینه برای چگونگی برق رسانی به مناطق محروم را پیدا کرد. این بهینه سازی را می توان برای مناطق محروم و صعب العبور استان مازندران ارائه کرد در بعضی از جاها به دلیل وجود متقاضیان کم برق هزینه را با انرژی خورشیدی تا ۵۰ درصد کاهش داد. روش ارائه شده به ارزیابی تاثیراتی می پردازد که در هر منطقه چگونه به هزینه بهینه و مناسب برسیم. تحلیل انجام شده در دنیا نشان می دهد که پارک های ملی و جنگل مهم ترین عامل زیست محیطی پیشرو هستند اگر در مسیر به این عوارض برنخوریم مجبوریم یا جنگل را تخریب کنیم و به طبیعت آسیب بزنیم یا مسیر را دور زده و هزینه ها را بالا ببریم. بخصوص در استان مازندران که این عوارض طبیعی بسیار زیاد وجود دارند. روش های توسعه یافته GIS به دولت ها کمک خواهد کرد که با هزینه ای مناسب و آسیب کمتر به محیط زیست از توسعه انرژی الکتریکی حمایت کند.

**واژه‌های کلیدی :** انرژی الکتریکی ، GIS ، مخاطرات زیست محیطی ، برق رسانی

**نویسنده مکاتبه کننده :** حسین پورقاسم
**آدرس پستی :** مازندران بابل میدان شهید کشوری شرکت توزیع نیروی برق شمال بابل اداره بهره برداری
**تلفن :** ۰۹۱۱۳۱۱۶۸۶۷
**آدرس پست الکترونیک :** hpeepwit@yahoo.com

**۱- مقدمه**

مفاهیم تغییرات آب و هوایی , پیدایش و تکامل انسان و گرمای جهانی یک سری تهدید جدی برای اکوسیستم دنیا و تمدن بشری می باشد. دانشمندان هواشناسی برآنند که برای پایابی آب و هوای زمینی و پیشگیری از گرمای جهانی بیشتر زمین می بایست تا سال۲۰۰۵، ۷۰ درصد از حجم تولیدی دی اکسیدکربن کاهش یابد. این مسئله اضطراری دولت ها را در جهان بر آن داشته تا تصمیمی برای جلوگیری از این مشکلات اتخاذ نمایند. اشکال سنتی تولید برق به علت استفاده از سوخت های فسیلی مانند زغال سنگ و گاز تولید گازهای گل خانه ای می باشد. همه دولت ها در جهان در پی اجرای سیاست هایی هستند که هدفش استفاده بشر از انرژی های تجدیدپذیر می باشد. در سال ۲۰۰۱ ، انرژی های نو شامل بیومس، باد، خورشید در مقیاس کوچک و انرژی دریایی و زمین گرمایی تنها ۲/۳ درصد کل مصرف انرژی الکتریکی دنیا را تامین می کردند هر چند سیاست های جهانی بر آن است که تا سال ۲۰۲۰ بین ۶/۷ تا ۱۲/۹ درصد کل مصرف انرژی دنیا توسط این انرژی های تجدیدپذیر تامین گردد. در دهه گذشته تامین برق از طریق انژی بادی سریع ترین را داشته و میزان رشد سالیانه ۳۹ درصد را نیز برای خود ثبت کرده است. هرچند رشد استفاده از انرژی باد در بسیاری از کشورها با محدودیت های زیست محیطی مواجه و محدودیت مکانی مواجه است از این رو این محدودیت ها آنها را بسمت استفاده از مزارع بادی ساحلی و تحقیق توسعه بیشتر برای انرژی قابل بازیافت دریایی برده است.

روش های GIS و MCDA در حالت ایده ال برای تصمیم گیری و جایابی بهینه نصب تجهیزات به ما کمک می کند. کاربرد MCDA در تحلیل GIS در حال حاضر رشد زیادی کرده است. طبق گزارشی که در سال ۲۰۰۶ منتشر شده است بیش از ۳۰۰ مقاله با استفاده از GIS و MCDA در سراسر جهان منتشر شده است. دولت بریتانیا در سال های اخیر کاربرد GIS را در جانمایی انرژی اقیانوسی بررسی کرده است. در سال ۲۰۰۱ در لانگشیر انگلستان برای جانمایی مزارع بادی از GIS استفاده گردید. و در سال ۲۰۰۳ این بررسی ها تکمیل تر شده و جایابی نصب تولید انرژی برق اقیانوسی در اسکاتلند از GIS استفاده شد. و در سال ۲۰۰۶ مطالعه ای انجام شد و سایت نصب توربین های بادی در شمال کالیفرنیا با استفاده از GIS جانمایی گردد. که در آن عوامل فیزیکی , زیست محیطی و انسانی بررسی شد. علاوه بر این مطالعات در سال۲۰۱۰ در حین مطالعه با استفاده از GIS برای جانمایی سایت های باد , خورشید و بیومس انجام شد که نشان داد استفاده از GIS چقدر تصمیم گیری را سریع تر و آسان تر کرده است. در سال۲۰۰۵ تحقیقی در ایتالیا انجام شد که به ارزیابی ۴توربین بادی مختلف با استفاده از فنون MCDA پرداخته شد. چنانچه ۴ مکان مورد بررسی قرار گرفت و GIS نیز وارد عمل شد و با دخالت بسیاری از عوامل محیطی باد , مسائل اقتصادی , مسائل اجتماعی و دیگر عوامل فنی که MCDA نیز به کاربرده شد جایابی بهینه انجام شد و صرفه اقتصادی زیادی نیز برای دولت ایتابا داشت. یکی از مهمترین عواملی که باید در فرآیند MCDA و مطالعات GIS بررسی شود ارتباط مزرعه انرژی تجدیدپذیر با شبکه برق است در مقالات تمرکز بر بررسی هزینه های اتصال این مزارع به شبکه برق شده است و با استفاده GIS بهینه سازی می گردد. بطور مثال هزینه اتصال و انتقال قدرت از شبکه ساحلی بسیار گرانتر از مکان های دور از ساحل است. که در این برآورد هزینه های GIS نقش به سزایی را ایفا می کند. عوامل زیادی باید در بررسی انتقال انرژی الکتریکی از مزارع انرژی تجدید پذیر به شبکه سراسری و مصرف بررسی شوند.

استفاده از خطوطی که بطور مستقیم تولید را به مصرف وصل می کند قاعدتا هزینه کمتری دارد ولی وجود محدودیت باعث می شود که مسیر انتقال انرژی تغییر یابد که این متد در GIS و MCDA بررسی شده و مسیر بهینه انتخاب می شود. بطور مثال در خطوط انتقال و توزیع انرژی علاوه بر اینکه مخالفت منابع طبیعی و سختی احداث خطوط انتقال در مناطق صعب العبور وجود دارد و همچنین می توان قیود اجتماعی و فرهنگی مناطق و مردم را نیز دخالت داد. طبق تحقیقی که در سال ۲۰۱۲ در استرالیا انجام شد نشان داد که می توان محدودیت احتمالی را بطور جداگانه بررسی کرد. تا هم ضرری با عبور خطوط به مردم این مناطق نفوذ و بلکه این خطوط برای مردم این مناطق مفید باشد.

قبل از سال ۲۰۰۶ و بدون استفاده از GIS تحقیقاتی انجام شد و مناطقی بدست آمد که هم از نظر هزینه بالا بود و هم به مناطق حفاظت شده دریایی برخورد کرد ولی با استفاده از GIS به نتایج خوبی رسیدند. حتی تاثیرات GIS در جاهای دیگر نیز خود را نشان داد به این صورت که اگر در جایی ما ظرفیت ۵۰۰Mw تولید داشتیم ولی در راه انتقال به عوارض بر می خوریم که یا خط عبور نمی کرد و یا هزینه بالایی داشت با انتقال مکان تولید توسط GIS ممکن بود تولید به ۳۰۰Mw کاهش یابد ولی هزینه انتقال به حدی پائین بود که این کار را معقولانه و به صرفه می کرد. استفاده از GIS در جایابی نصب تاسیسات الکتریکی در تمام دنیا مرسوم می باشد در بریتانیا، اسکاتلند، استرالیا، ایالات متحده و اروپا و مخصوصا در مناطقی که مثل مازندران جاهای جنگلی و حفاظت شده دارند. در روش ارائه شده به هزینه سازی ارتباطات شبکه برق در مازندران می پردازیم. به ارزیابی تاثیراتی با در نظر گرفتن مناطق حفاظت شده , زیست محیطی, اجتماعی و فرهنگی می پردازیم. تاکید اصلی ما برای ارزیابی است که محدودیت های دولت در توسعه شبکه انرژی را مرتفع و کمترین هزینه را بر دوش آنها بگذارد.

## ۲)روش شناسی

تعریف منطقه مورد مطالعه برای تحقیق اساسا مبتنی بر داده است. اکثر داده ها مورد نیاز برای استان در ایران توسط دولت و سازمان مطالعات جغرافیایی حفظ شده اند. بنابراین هر منطقه مورد مطالعه در ایران را می توان به عنوان یک داده به کار برد. مازندران یک منطقه بالقوه برای توسعه انرژی الکتریکی است که بیشتر نوار ساحلی دارای منابع مهم انرژی می باشد. و شبکه برق پوشش دهنده قسمت وسیعی از نوار ساحلی است داده های کاربردی برای مناطق مورد مطالعه مناطق حفاظت شده در جدول شماره ۱ داریم. نرم افزار ArcGis را به تحلیل به کار می بریم.

**جدول۱: اطلاعات منطقه مورد مطالعه**

| کاربرد اطلاعات | منطقه اطلاعات | منبع اطلاعات |
|---|---|---|
| اماده ساری منطقه راستر | منابع ملی | سازمان منابع طبیعی |
| تحلیل مناطق | تولید برق | برق منطقه ای |
| تحلیل مناطق | اتصال به شبکه | برق منطقه ای و توزیع |
| تحلیل مناطق | هزینه انتقال برق | برق منطقه ای و توزیع |

منطقه مطالعه توسعه یافته از نوار ساحلی مازندران در شکل شماره ۱ نشان داده شد. کلیه مناطق مناسب برای توسعه انرژی الکتریکی در مازندران پوشش داده شدخ و منطقه مورد مطالعه به اندازه کافی توسعه داده شده تا مطمئن شویم مسیر انتقال انرژی و کلیه موانع منطقه محافظت شده ارائه شده است. منطقه مورد مطالعه با بستر سلولی ۵۰۰ متر در نظر گرفته است. بزرگنمایی به کار رفته را بدلیل شفافیت با بستر ۵۰۰ متر بر ۲۰۰ متر در نظر گرفته است.انرژی تولیدی از حالت اقیانوسی را برای منطقه مورد مطالعه به کار بردیم.

**شکل۱: منطقه مورد مطالعه**

### ۲-۱)معیارهای تولید انرژی اقیانوسی

عمق آبی حداقل ۵۰m امواج میزان زیادی انرژی را از دست می دهند که بدلیل سایش با بستر دریاست وقتی از آب های کم عمق تر به آب های عمیق می رسند. به همین دلیل تمام تحقیقاتی که در دنیا انجام شده برای آب های با عمق بیشتر از ۵۰ متر است.

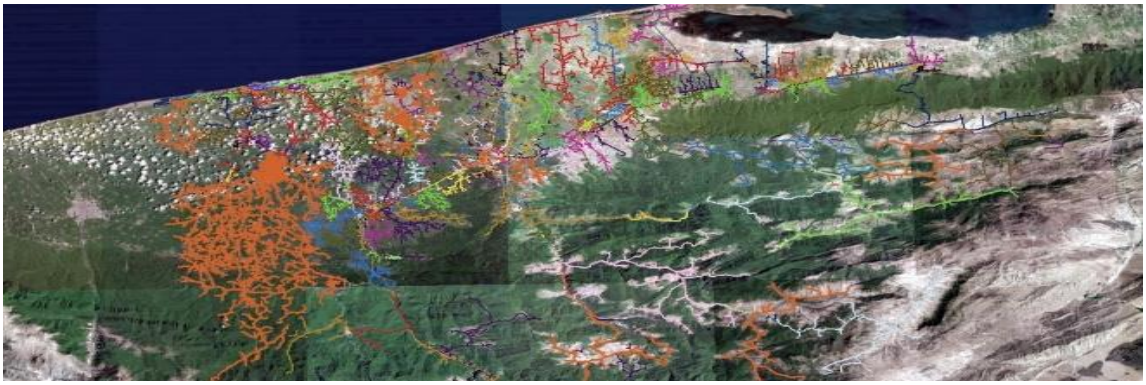
منبعی که بتواند از موج های موجود حداقل ۱۵Kv به ازای هر متر توان تولید کند. محدودیت های نهایی لازم است چون محدودیت های عمق سنجی بعضی از مناطق را خارج نمی نماید. که آب های عمیق می باشد اما کارآمدتر حفاظت این مناطق با استفاده از نصب آنها در جزایر و دماغه ها می باشد. در حالت ایده آل محدودیت تولیدکننده را به کار می بریم تا عمق سنجی لازم انجام شود. داده ها در مورد امواج از هواشناسی استخراج شده است. میانگین ارتفاع سالانه امواج و دوره ای راستر است که از نمونه مدی BOM تامین شده است. راسترها با شفافیت ۰/۲۵ تقریبا ۱۲Km می باشند. گرچه این داده ها مناسب برای توصیف منطقه مورد مطالعه نیست بلکه مناسب برای حذف بعضی از مناطق انتخاب شده است.

هزینه ارتباط به شبکه برق مربوط به تامین و نصب کامل برق و زیرساخت های مربوطه اطلاق می گردد که باید مناطق عبور شبکه بررسی گردد و محدودیت ها لحاظ گردد. روش کاربردی برای این کار با معیارها در نظر گرفته شده با جزئیات بیشتر را در ذیل شرح می دهیم. اگر هزینه انجام پروژه توسط دولت سقف گذاشته شود عدد مشخص شده به صورت سقف و باید برآورد ها از این رقم کمتر باشد. پس محدودیت بودجه هم یکی از قیود ما می باشد. البته برنامه توسعه انرژی ساحلی در استان مازندران خیلی بالاتر از بودجه اختصاصی دولت به این بخش می باشد. هزینه ارتباطات در بالا ذکر شده را با استفاده از ابزار فاصله مسیر در Arcmap ارزیابی نمودم و ورودی لازم این ابزار شامل:

شبکه برق: داده بدست آمده از هزینه های مورد در فهرست بهای برنامه و بودجه که مربوط به شبکه توزیع و انتقال در مازندران می باشد. برق تولیدی از مزارع اقیانوسی می تواند به ایستگاه های ۲۰Kv تا ۶۳Kv متصل شود. انرژی از طریق کابل زیرزمینی با ولتاژ ۱۱Kv از مزارع اقیانوسی به نوار ساحلی منتقل و بعد با تبدیلات مورد نیاز و چگونگی دسترسی به شبکه توزیع و انتقال و چگونگی تقاضا به شبکه ۲۰Kvو ۶۳Kv متصل می گردد.

روش راستر عمق سنجی و بالابری ما را مطمئن می سازد که فاصله عمودی خط انتقال انرژی در ارزیابی مسیر با کمترین هزینه در هر سلول منطقه مورد تحلیل به ما می دهد.

سطح هزینه افقی: شامل راستر منطقه مورد مطالعه بوده که هر سلول دارای هزینه متری برای مسیر انتقال از این سلول می باشد. هزینه کاربردی را از فهرست بهای برنامه و بودجه ۹۴ می توان استخراج کرد. در هزینه ایستگاه عنصر فاصله وجود ندارد اما به هزینه ارتباطی برای هر سلول اضافه شده است. که می توان تحلیل بهینه برای مسیر انتقال در منطقه داشته باشیم. راسترهای هزینه افقی باید برای ارتباط در شبکه ۲۰Kv و ۶۳Kv توسعه یابند. در طی تحلیل ما هزینه ارتباطی در هر دو سطح ولتاژ در ایستگاه یا دو خط انتقال برای هر سلول ارزیابی شده و کمترین هزینه چهار راهکار را به کار بردیم.



**شکل۲: قسمتی از شبکه برق شمال ایران**

وقتی هزینه ارتباطی برای هر سلول را در منطقه مطالعه را با استفاده از ابزار فاصله مسیر محاسبه می نمائیم سلول هایی که به شبکه برق با در نظر گرفتن مقدار بودجه حداکثری دولت متصل شده را ارزیابی نموده و منطقه تحلیل را تعریف می نمائیم باید اشاره نمائیم که نرم افزار GIS منجر به ارزیابی دقیق شبکه مورد مطالعه شده که تسریع مسیر عبور شبکه با حداقل هزینه را به ما می دهند.

## ۲-۲) تحلیل پایه

منطقه تحلیل نمایش سلول ها در سیستم مورد مطالعه است که دارای ۳ معیار ارائه شده در بالا می باشند هر چند توصیف منطقه تحلیل به محاسبه تاثیر مناطق حفاظت شده در مسیر انتقال نمی پردازد. برای ارزیابی مقایسه اولیه بین تعداد سلول ها در منطقه تحلیل و تعداد سلول هایی که در منطقه باید به شبکه برق برای کمتر شدن از سقف بودجه متصل شوند وقتی مناطق حفاظت شده یا جنگلی را محاسبه می نمائیم مقدار هزینه ها بالا می رود. مخصوصا زمانی که اتصال باید به شبکه با ولتاژبالاتر باشد. مناطق جنگلی و محافظت شده مازندران را می توان سازمان منابع طبیعی دریافت نمود. تمام مناطق با توجه به مصوبات منابع طبیعی محافظت می شوند و باید نقشه لایه ای این مناطق حفاظت شده را به نقشه GIS اضافه نمود. شفافیت بالاتر از ۵۰۰m متر سلول در منطقه مورد مطالعه این امکان را می دهد تا درست تر تصویر داده شده را در منطقه حفاظت شده شبکه ارائه دهیم. نقاط دماغه ای مثل پیش آمدگی خلیج گلوگاه یا خلیج گرگان در استان گلستان که نقاطی هستند به علت رفت و آمد قایق ها تا ۱۰۰m ساحل حفاظت شده اند و باید این قید را نیز در نظر گرفت کابل های زیر دریایی در فرمت چند خطی است. بر طبق مصوبات جهانی حائل ۵۰۰m در اطراف هر کابل زیردریایی داریم. سد لایه حفاظتی شبکه را باید توسعه دهیم. ضمنا کابل های جدید زیردریایی از کابل های قبلی موجود باید با زاویه ۹۰درجه عبور کنند. هر چند چون کابل زیردریایی در منطقه مورد مطالعه نداریم پس نیازی نیست این قید را اضافه کنیم. رده بندی خط ساحلی: داده های بدست آمده نشان می دهد برای تمامی نوارهای ساحلی در دنیا از فرمت چند وجهی استفاده می شود طی تحقیقی که سال ۲۰۱۳ در بریتانیا انجام شده نشان داد که نقطه بارگیری کابل زیردریایی مطلب خیلی مهمی در توصیف مسیر انتقال است. و مزیت ما در مازندران نداشتن صخره هاست که در تحقیقات جهانی باید صخره های بالای ۵m را در نظر گرفت که باعث راحت تر شدن تحلیل می شود.

وقتی لایه های GIS را برای هر منطقه حفاظت شده توسعه دهیم با هم ترکیب شده و سپس در سطح هزینه های افقی نامحدود ادغام می شوند. برای اینکه شبکه انتقال به مناطق حفاظت شده ساحل برخورد نکند هزینه زیادی را در بر می دارد که در هزینه های افقی در نظر گرفته شده است. روش کاربردی را بدون در نظر گرفتن قید هزینه برای مناطق به کار بردیم این منجر به مقایسه بین میزان سلول هایی شده که هزینه ارتباطی کمتر از ۱۰۰ میلیارد ریال در نظر گرفته شده توسط ما به عنوان سقف شده است. مقایسه مشابهی بین قید هزینه ۲۰،۴۰،۶۰،۸۰ میلیارد ریال انجام

که نشانگر تاثیر مناطق حفاظت شده در دریا و منابع طبیعی در ساحل نوار ساحلی در منطقه دو روش متفاوت بـه کـار بردیم که در ذیل بحث نمودیم.

**۲-۲-۱) تحلیل نامحدود**

هرلایه منطقه حفاظتی را جداگانه در شبکه بازتاب هزینه سطح افقـی نامحـدود لحـاظ نمـوده و ارزش هزینـه بسـیار بالایی به کلیه مسیرهای انتقال به اطراف منطقه حفاظت شده است. ابزار فاصله مسیر را هزینه ارتبـاطی هـر سـلول در منطقه تحلیل برای شبکه برق به کار بردیم در حالیکه منـاطق حفاظـت شـده را محاسـبه نمـودیم. در همـین تحلیـل نامحدود و تحلیل تک منطقه حفاظت شده مقایسه انجام شد. این امر نشانه تاثیرات که خود منطقه حفاظـت شـده بـر منطقه تحلیل دارد.

**۲-۲-۲) تحلیل محدود**

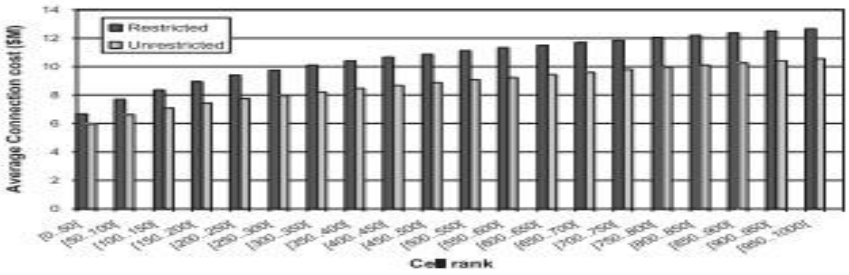
گرچه روش تحلیل منطقه حفاظت شده در بخش ۲-۲-۲ ارائه شد و نشانه تاثیر هر منطقه حفاظتی می باشد واقعی تـر آن است به علت وضعیت و راحتی عبور از مناطق حفاظت آنهایی که عبور از آنها راحتر است را حذف نمائیم حذف هـر یک از مناطق حفاظت شده به معنای آزاد سازی محدودیت ها توسط دولت برای کـاهش هزینـه هاسـت. بـرای توسـعه شبکه مورد تحلیل باید تک تک مناطق حفاظت شده را بررسی و برای کاهش هزینه ها با رایزنی و مجوز دولتـی آنهـا را حذف کرد.

**۳) خروجی ها**

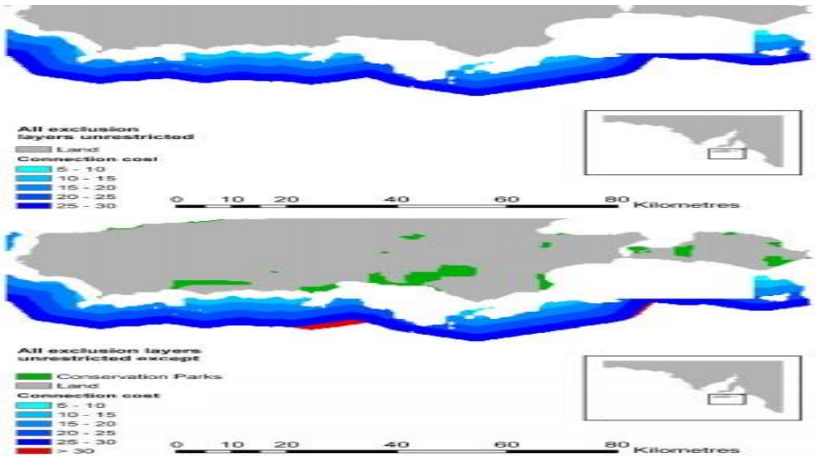
**۳-۱) تحلیل پایه**

مقایسه عینی بین هزینه ارتباطی کاملا محدود و نامحدود در شکل ۲ نشان داده شده است. منطقه تحلیل توسعه یافته در منطقه مورد مطالعه با استفاده از ۳ معیار عنوان شده در بخش ۲ داریم مشهود است که مناطق حفاظتی دارای تاثیر مهمی بر هزینه ارتباطی در منطقه مورد تحلیل می باشد. جدول ۲ بررسی تـاثیر بـر هزینـه ارتبـاطی در منطقـه مـورد تحلیل است به طور متوسط تقریبا ٪۴۰ سلول هایی که برای سلول هایی که با هزینـه کمتـر از ۱۰۰میلیـارد ریـال در منطقه نامحدود ارتباط دارند را برای کمتر از ۱۰۰میلیارد ریال نـداریم وقتـی منطقـه حفـاظتی را محاسـبه نمـائیم. بـا بررسی دقیق تر جدول ۲ نشان می دهد که مناطق حفاظتی دارای بیشترین تاثیر بر سلول هایی هستند که بـه شـبکه برق برای کمتر از ۴۰ میلیارد ریال وصل شده اند. بیش از ۶۰ درصد مناطق بالقوه مناطق توسعه انرژی برق بالاتر از ۴۰ میلیارد ریال می باشند.

روش دیگر تحلیل نتایج بحث شده در بالا از طریق کاربرد منحنی های هزینه منابع است. منحنی هزینه منبع منجر بـه بررسی تاثیرات شده که سلول های محدود بر هزینه ارتباطی دارند. شکل ۲ نمودار تاثیراتی دارد که محدودیت هایی بر سلول در موارد نامحدود مرتبط به شبکه برق برای کمتر از ۴۰ میلیارد ریال مـی باشـد. سـلول هـا را بـر طبـق هزینـه ارتباطی در گروه های ۵۰ سلولی مرتب نمودیم و متوسط هزینه گـروه سـلول بـرای کمتـرین هزینـه ۱۰۰۰ سـلول بـا ۲۵۰Km در شکل نشان داده شده اند. مشهود است که محدودیت های مکانی در مازنـدران مـانع توسـعه زیـر سـاخت انتقالی شده که اساسا تعداد مکان هایی را کاهش می دهد. که توسط توسعه دهندگان انرژی هایی تجدیدپذیر قـادر بـه پیشرفت برای مکان بالقوه جهت احداث مزارع اتمی نمی باشد. نتیجه این تحلیل آن است که توسعه انـرژی الکتریکـی در شمال کشور بخصوص مازندران محدود است چنانچه سایت انرژی الکتریکی اغلب مناطق حفاظت شـده را بـه خطـر می اندازد. باید به خاطر داشت که در این تحلیل ها هزینه ارتباطی را محاسبه نموده و منابع انـرژی الکتریکـی موجـود تناسب سلول ها را در منطقه مورد تحلیل تغییر می دهند.




**شکل۳:منحنی هرینه انرژی تجدید پذیر برای سلولهای کم هزینه**




**شکل۴: تاثیر مناطق حفاظت شده بر تحلیل نا محدود**

**جدول۲: تاثیر مناطق ممنوعه و حفاظت شده در هزینه ها**

| Connection cost ($million) | Number of cells in analysis area | | Reduction (%) |
|---|---|---|---|
| | No exclusion zones | All exclusion zones | |
| 5–10 | 794 | 309 | 61.08 |
| 10–15 | 3434 | 1762 | 48.69 |
| 15–20 | 7430 | 4310 | 41.99 |
| 20–25 | 9699 | 5966 | 38.49 |
| 25–30 | 11,235 | 7405 | 34.09 |
| > 30 | 0 | 12,840 | (Increase) |
| Total | 32,592 | 19,752 | 39.40 |

## ۳-۲) تحلیل نامحدود

تحلیل های نامحدود به ارزیابی تاثیراتی می پردازد که هر منطقه حفاظت شده به تنهایی بر مناطق مورد تحلیل دارد. مناطق حفاظت شده دارای حداقل تاثیر بر هزینه ارتباطی از قبل تا کنون در منطقه شمال و به خصوص مازندران داشته است. تحلیل تاثیر افزون هر منطقه حفاظت شده به مورد پایه نامحدود بررسی شده است. و در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: تاثیر مناطق حفاظت شده بر تحلیل نامحدود

| Restricted exclusion zone | Reduction in total number of cells <$30 m | % reduction in cells <$30 m | % reduction in 5–10 m cells | % reduction in 10–15 m cells | % reduction in 15–20 m cells | % reduction in 20–25 m cells | % reduction in 25–30 m cells |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| National Parks | 7408 | 22.73 | 35.64 | 20.50 | 24.67 | 25.55 | 18.78 |
| Cliffs | 1818 | 5.58 | 36.78 | 13.98 | 8.26 | 2.78 | 1.44 |
| Wilderness Areas | 1743 | 5.35 | 17.00 | 12.78 | 9.95 | 2.44 | 1.72 |
| Native Vegetation | 440 | 1.35 | 2.64 | 3.09 | 1.36 | 1.33 | 0.74 |
| Conservation Parks | 309 | 0.95 | 0.50 | 2.91 | 1.21 | 0.49 | 0.60 |
| Conservation Reserves | 42 | 0.13 | 0.50 | 0.06 | 0.01 | −0.03 | 0.34 |
| Mining Tenements | 32 | 0.10 | 1.76 | 0.55 | 0.01 | 0.01 | −0.03 |
| Aquatic Reserves | 10 | 0.03 | 0.00 | 0.29 | −0.04 | 0.00 | 0.03 |
| Shipwrecks | 4 | 0.01 | 0.00 | 0.23 | 0.03 | −0.06 | 0.00 |
| Game Reserves | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| Petroleum Tenements | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Regional Parks | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Regional Reserves | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Lobster Sanctuaries | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Aquaculture | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SA Marine Protected Areas | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Cth Marine Protected Areas | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Submarine Cables | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

در جدول ۳ به وضوح می توان دید که پارک های ملی و مناطق حفاظت شده تاثیرب به سزایی بر هزینه ارتباطی می تواند داشته باشند. وقتی بعنوان در مورد تحلیل نامحدود به کار برود. تاثیر پارک های ملی نیز به عنوان سلول جانبی برای توسعه انرژی الکتریکی در نظر گرفت.

## ۳-۳) تحلیل محدود

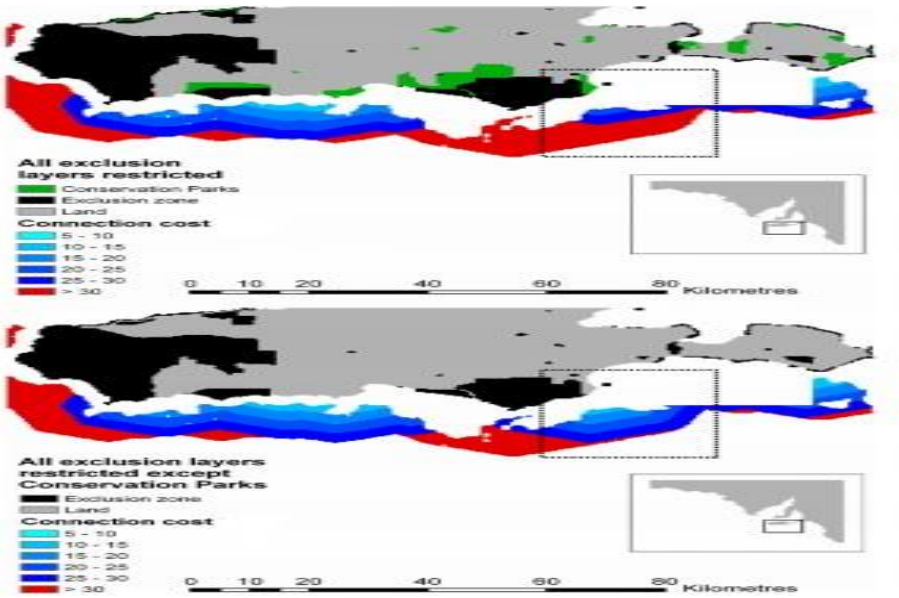
تاثیر برداشت پارک های حفاظتی از موارد محدود در هزینه ارتباطی برای شمال کشور در شکل ۵ نشان داده شده است. مقایسه عینی بین شکل های ۴و۵ نشان می دهد که برداشت محدودیت های مناطق حفاظت شده از خط پایه محدود دارای تاثیر بیشتری از افزودن محدودیت مناطق حفاظتی به خط پایه نامحدود است. بدلیل تعاملات فضایی است که پارک های حفاظتی لایه حفاظت شده با لایه های دیگر مناطق حفاظتی دارند. شکل ها نشانگر پارک های حفاظتی کوچک در نقشه است. گر چه شکل ۴ نشان داد که پارک حفاظتی تاثیر کمی بعنوان منطقه حفاظت شده دارد. شکل ۵ نشان می دهد که چون نزدیک دیگر مناطق حفاظتی تاثیر کمی است وقتی از خط پایه محدود برداشته شود. افزایش اساسی در تعداد سلول ها داریم. که برای کمتر از ۱۰۰ میلیارد ریال ارتباط دارند. این مطالب مهمی است وقتی تعدادی مناطق حفاظتی نزدیک ساحل باشد با توسعه محدودیت ها بر یک نوع منطقه حفاظتی اساسا بالقوه توسعه انرژی الکتریکی در شمال کشور را افزایش می دهد. تحلیل تاثیر برداشت هر منطقه حفاظتی از خط پایه محدود در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴: تاثیر مناطق حفاظت شده بر تحلیل محدود

| Non-restricted exclusion zon e | Increase in total number of cells < 30 m | % increase in cells < 30 m | % increase in 5–10 m cells | % increase in 10–15 m cells | % increase in 15–20 m cells | % increase in 20–25 m cells | % increase in 25–30 m cells |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| National Parks | 6563 | 33.23 | 40.78 | 23.33 | 32.30 | 37.88 | 32.06 |
| Conservation Parks | 1890 | 9.57 | 1.62 | 8.00 | 7.12 | 10.96 | 10.57 |
| Native Vegetation | 1292 | 6.54 | 0.32 | 6.02 | 6.80 | 6.05 | 7.17 |
| Wilderness Areas | 1254 | 6.35 | 0.00 | 8.29 | 4.34 | 6.17 | 7.47 |
| Cliffs | 972 | 4.92 | 48.54 | 26.84 | 6.38 | −2.00 | 2.51 |
| Mining Tenements | 59 | 0.30 | 4.53 | 1.02 | 0.90 | −0.15 | −0.04 |
| Conservation Reserves | 51 | 0.26 | 0.00 | 0.06 | 0.05 | −0.03 | 0.68 |
| Shipwrecks | 2 | 0.01 | 0.00 | 0.17 | 0.02 | −0.07 | 0.03 |
| Game Reserves | 0 | 0.00 | 0.00 | 1.14 | 0.02 | −0.35 | 0.00 |
| Aquatic Reserves | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.32 | −0.23 | 0.00 |
| Petroleum Tenements | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Regional Parks | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Regional Reserves | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Lobster Sanctuaries | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Aquaculture | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.57 | 0.02 | −0.18 | 0.00 |
| SA Marine Protected Areas | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Cth Marine Protected Areas | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Submarine Cables | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

جدول ۴ نشان می دهد که پنج منطقه حفاظتی با مورد نامحدود تاثیر زیادی دارد وقتی هزینه ارتباطی از مورد محدود حذف می شود. پارک های ملی وضوح تاثیر به سزایی دارد, گر توسعه خطوط انتقال انرژی از طریق پارک های ملی برای توسعه انرژی الکتریکی میزان مکان های بالقوه تا ۴۰ درصد افزایش می یابد

کمک شایانی که استفاده از این روش در شمال می کند نداشتن ساحل صخره ای که تـا ۵۰ درصـد انتخـاب امـاکن را راحت می کند.




**شکل۵: تاثیر مناطق حفاظت شده بر تحلیل محدود**

### ۴) نتایج

روش دقیق و واضح GIS برای کمک در بهینه سازی مسـیر انتقـال انـرژی الکتریکـی اسـت. روش GIS مزیـت قابـل ملاحظه ای بر روش های سنتی مانند ارزیابی دستی نقشه ها دارد و بنابراین کاربرد خوبی برای توسعه دهندگان انـرژی الکتریکی مخصوصا تجدیدپذیر دارد. تاثیری که مناطق حفاظت شده خاص بر توسـعه انـرژی الکتریکـی تجدیدپـذیر در شمال کشور دارد را ارزیابی نمودیم. موارد نشان داد که این مناطق تاثیر بسـزاییدر توسـعه انـرژی الکتریکـی دارنـد.در منطقه تحلیل شده، مناطق حفاظتی سلول هایی را که به شبکه برق بـرای کمتـر از هزینـه ۱۰۰میلیـارد ریـال ارتبـاط داشته را ۴۰ درصد کاهش دادند.جالب تر اینست برای کمتر کردن هزینه ها تا ۶۰ درصـد منـاطق حـذف شـدند. ایـن نشان دهنده تاثیر بسزای این مناطق است. تحلیل انجام شده تاثیر آزادسازی محدودیت ها را نیز نشـان داد. توانمنـدی ساخت مسیر انتقال انرژی از طریق پارک های ملی و دیگر مناطث حفاظت شده منجر به افزایش سلول های موجود تـا سقف ۱۰۰میلیارد ریال هزینه گردید. که این افزایش ۳۳ درصد بوده و همچنین در بحث سلول های با هزینـه کمتـر از ۴۰ میلیارد ریال این افزایش در حد ۴۰ درصد بوده است. اگر کابل را بتوان از این مناطق عبور داد ۶ تا ۹ درصد هزینـه ها را کاهش خواهد داد.

صنعت برق در مازندران قدمتی طولانی دارد. اساسا به دلیل عدم تزریق بودجه به این بخش شبکه ها دچـار فرسـودگی شده و نوع مصرف این منطقه به خاطر مسافر خیـز بـودن و مصـرف بـالا در تابسـتان بایـد مـورد توجـه دولـت مـردان قرار گیرد.

## مراجع

1) Agren, O., Berg, M., Bernhoff, H., Leijon, M., 2003. Economical considerations of renewable electric energy production—especially development of wave energy. Renewable Energy 28 (8), 1201–1209.

2) Baban, S.M.J., Parry, T., 2001. Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. Renewable Energy 24 (1), 59–71.

3) Bauen, A., Gross, R., Leach, M., 2003. Progress in renewable energy. Environmental International 29 (1), 105–122. British Wind Energy Association (BWEA), 2006. Wave Power Potential. [Online accessed 1 November 2006] URL:/http://www.bwea.com/ marine/resource.htmlS.

4) Caglar, M., Karsli, V., Kenisarin, M., 2006. Wind power engineering in the world and perspectives of its development in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 10 (4), 341–369.

5) Cavallaro, F., Ciraolo, L., 2005. A multicriteria approach to evaluate wind energy plants in an Italian island. Energy Policy 33 (2), 235–244. Clark, T.,

6) Luettinger, J., 2005. Geographic information system-based pipeline route selection process. Journal of Water Resources Planning and Management 131 (3), 193–200.

7) Dandy, G.C., Hassanli, A.M., 2005. Optimal layout and hydraulic design of branched networks using genetic algorithms. Applied Engineering in Agriculture 21 (1), 55–62. Davies, P.A., 2005. Wave powered desalination: resource assessment and review of technology. Desalination 186 (1–3), 97–109.

8) Dey, P.K., Gupta, S.S., 2000. Decision-support system yields better pipeline route. Oil and Gas Journal 98 (22), 68–72.

9) Faber Maunsell, 2006. Scottish Marine Renewables SEA—Scoping Report. [Online accessed 20 April 2007] URL:/http://www. seaenergyscotland.net/Data/20060223/Final%20Scoping%20Report%20 V2%20Feb%2006.pdfS. Flannery, T., 2005. The Weather Makers. Text Publishing, Melbourne, Australia.

10) Goldemberg, J., 2006. The promise of clean energy. Energy Policy 34 (15), 2185–2190.

11) Graham, S.B., Wallace, A.R., Connor, G., 2003. Geographical information system (GIS) techniques applied to network integration of marine energy. In: Proceedings of the Universities Power Engineering Conference, vol. 38, pp. 678–681. International Energy Agency (IEA), 2004. Key World Energy Statistics— 2004 Edition. OECD/IEA, Paris.

12) Jankowski, P., 1995. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. International Journal of Geographical Information Systems 9 (3), 251–273. Jones, A.T., Rowley, W., 2002. Economic forecast for renewable ocean energy technologies. Marine Technology Society Journal 36 (4), 85–90.

13) Kent, A., Mercer, D., 2006. Australia's mandatory renewable energy target (MRET): an assessment. Energy Policy 34 (9), 1046–1062.

14) Malczewski, J., 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science 20 (7), 703–726.

15) Malczewski, J., 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science 20 (7), 703–726.

16) Meentemeyer, R.K., Rodman, L.C., 2006. A geographic analysis of wind turbine placement in Northern California. Energy Policy 34 (15), 2137–2