مکانیابی تأسیسات آب شیرین کن در سواحل جنوبی استان بوشهر با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی

آرش پاک اندیش*

گروه شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۸

چکیده

مسأله آب شیرین و بهداشتی از دغدغه های اغلب کشورهای جهان در قرن حاضر می باشد. در مناطق ساحلی جنوب ایران نیز به دلیل عواملی مانند افزایش جمعیت، محدودیت منابع آب شیرین، گسترش پدیده خشکسالی و افزایش دمای هوا و غیره به شکل حادتری قابل مشاهده است. لذا احداث تأسیسات آب شیرین کن در بهره‌برداری از آب شور سواحل برای تأمین آب شیرین حائز اهمیت است. در پژوهش حاضر، بخشی از سواحل جنوبی استان بوشهر مورد مطالعه قرار گرفته و پتانسیل محدوده برای مکانیابی تأسیسات آب شیرین کن مورد ارزیابی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل اطلاعات با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در نرم افزار expert choice و GIS انجام شده است. ۱۳ معیار در قالب سه معیار عمده دسترسی، حریم ها و عوامل طبیعی وزن دهی شد. لابه های وزن دارشده تلفیق و نقشه نهایی تولید گردید. نتایج تحقیق نشان می دهد ۱۳/۱۵ درصد منطقه از پتانسیل خیلی بالا، ۲۸/۳۷درصد از پتانسیل بالا، ۳۰/۴۵درصد از پتانسیل متوسط، ۲۱/۴۵ و ۶/۵۷ درصد به ترتیب از پتانسیل کم و خیلی کم برخوردار هستند. نقاط شهری کاکی، آبدانف بردستان، سیراف پتانسیل خیلی بالایی برای احداث تأسیسات دارند و به صورت کلی بخش شمالی محدوده مورد مطالعه برای این منظور مناسب تر است.

واژگان کلیدی: تأسیسات آب شیرین کن، مکانیابی، AHP، GIS، استان بوشهر

* نگارنده پاسخگو: arashpakandish@gmail.com

مقدمه

افزایش جمعیت و کمبود آب سبب بروز مشکلات ژئوپولتیکی و بشری زیادی شده است و انتظار می رود تکنولوژی بتواند نیازها را در این زمینه مرتفع نماید. یکی از راه حل ها برای مقابله با مشکل کمبود آب شیرین، تصفیه آب شور از طریق فرایند شیرین سازی آب یا دستگاه آب شیرین کن است. بسیاری از مناطق در حال حاضر به منظور رفع مشکلات خود در زمینه کمبود آب به این فرآیند روی آورده اند. از دستگاه آب شیرین کن معمولاً برای تصفیه آب دریا و همچنین آب های زیرزمینی با غلظت بالای نمک استفاده می شود (Habibi Davijani *et al*., 2014).

امروزه روبرو شدن با بحران کم آبی یکی از مشکلات عمده در جوامع بشری می باشد و این در حالی است که برخلاف روند رو به رشد جمعیت جهان، با کاهش منابع آب روبرو مواجه است. در سال های ۱۹۹۰ نزدیک به ۳۳۵ میلیون نفر از مردم در ۲۸ کشور جهان با بحران کم آبی مواجه بوده اند و تا سال ۲۰۲۵ نیز نزدیک به ۴۶ تا ۵۲ کشور دیگر با بحران کم آبی روبرو خواهند شد که این امر باعث اختلال در اقتصاد کشورها شده و سلامت انسان ها را به خطر می اندازد. یک راه حل مناسب برای تهیه آب سالم و آشامیدنی در مناطق خشک استفاده از آب شیرین کن ها است (Raiber *et al*., 2012). بسیاری از کشورها در سطح جهان به علت ذخایر محدود آب شیرین، افزایش سریع جمعیت و تغییرات آب و هوایی دچار کمبود منابع آب شده اند (Reddy & Sharon, 2016). از متداول ترین روش ها برای مبارزه با کمبود منابع آب و تولید آب شیرین، واحدهای آب شیرین کن است.

تأمین آب شرب آحاد عمومی بخصوص در مناطقی که با کمبود آب های سطحی و زیرزمینی مواجه بوده و یا علیرغم وجود آب، کیفیت در حد استاندارد ندارند همواره از دغدغه های اصلی مردم و متولیان امر بوده و در کشور ایران نیز به دلیل وجود شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک نیاز به آب شیرین و راه های دسترسی به آن از فرهنگ و تاریخ محسوب می گردد (کر و همکاران،۱۳۹۰). از جمله راهکارهای برون رفت از بحران کم آبی در ایران بخصوص در شرب مناطق ساحلی، موضوع آب شیرین کن سازی می باشد که با رویکرد بهره گیری از منابع نامتناهی آب دریاها و نیز کاهش اثرات زیست محیطی، تنها استراتژی مؤثر در تأمین آب شرب مورد نیاز این مناطق تلقی می گردد.

آب شیرین کن تلخی و شوری آب لب شور یا آب دریا را می گیرد و آب شور را به شیرین تبدیل می‌نماید. امروزه روش-های نوین دیگری برای شیرین‌سازی آب دریا به مرز تولید رسیده است(Yamanaka & Kumagai, 2006). مکانیزم های شیرین سازی آب در دو دسته کلی روش های حرارتی و روش های غشایی تقسیم بندی می شوند. روش های تقطیر حرارتی به فرایندهایی گفته می شود که در آن ها نمک از آب طی فرایند تقطیر جدا می شود. این نوع نمک زدایی شامل گرم کردن و تبخیر آب و سپس تراکم بخار می شود و فرایندهای مختلفی برای تولید آب قابل شرب از طریق روش های حرارتی وجود دارد که مهم ترین آن ها عبارتند از: پخش چند مرحله ای، تقطیر با اثرات مضاعف، فشرده سازی بخار بصورت مکانیکی (Shakib *et al*., 2012). در روش های غشایی از قبیل اسمز معکوس و الکترودیالیز، اساس کار بر مبنای جداسازی آب از نمک و املاح است. به دلیل برخی ملاحظات زیست محیطی و بهره برداری مانند آلودگی هوا، افزایش مصرف سوخت و خوردگی لوله های آب، استفاده از روش های حرارتی محدود شده و تمایل به استفاده از تکنولوژی های اسمز معکوس و نانو فیاتراسیون افزایش یافته است (Mattsson *et al*, 2003).

فرایند مکان‌یابی بعنوان یک فرایند تصمیم‌گیری چند جانبه مستلزم در نظر گرفتن الگو و یا بعبارتی رعایت اصول و مراحل پیوسته‌ای می‌باشد. نوع و یا هدف مکان‌یابی این فرایند را هدایت و یا بعبارتی چارچوب‌بندی می نماید. روند کلی حاکم بر مکانیابی آب شیرین کن ها آن است که گزینه‌های منطقی با توجه به دقت در ساختگاه‌های مختلف مسیر سواحل انتخاب می‌شوند و پس از بررسی‌های مختلف گزینه‌ها غربال می‌شوند و نهایتاً گزینه نهایی بعنوان محل مناسب انتخاب می‌گردد (جعفرزاده و بشارتی،۱۳۸۷). مکان-یابی، انتخاب بهترین و مطلوب ترین نقطه و محل استقرار

است به طوری که جانمایی نیروی انسانی، وسایل و تجهیزات و فعالیت ها را به بهترین وجه امکان پذیر سازد. انجام مطالعات مکانیابی مبتنی بر اصول هدفمند این امکان را فراهم می‌سازد تا سیاست‌های کلان در سطح کشور بر مبنای اصول منطقی استوار گردند (تارقلیزاده و همکاران،۱۳۹۴). شایان ذکر است که در تحقیق حاضر بحث مکانیابی مدنظر است که پهنه های مستعد جانمایی تأسیسات آب شیرین کن مشخص شود و برخلاف مکان گزینی از پیش گزینه های احداث مشخص نمی باشد.

استان بوشهر در بین استان های کشور از نظر خشکسالی رتبه دوم و از نظر حجم بارندگی رتبه سی ام کشور را در سال ۱۳۹۵ داشت و گاه متوسط بارندگی در استان بوشهر تا ۸۰ درصد کاهش داشته است. خشکسالی طولانی مدت و کاهش منابع آبی باعث شده است تا تأمین آب شرب مورد نیاز مردم بوشهر از مهم ترین دغدغه های استان باشد. با توجه به اینکه بیش از ۹۰ درصد آب مصرفی استان بوشهر از استان های همجوار تامین می شود، کاهش میزان ورودی آب بدلیل کمبود بارش و افت منابع زیر زمینی در فصل تابستان با مشکل کم آبی جدی مواجه هستند. علاوه بر این، توزیع زمانی بارش های اندک و روند افزایشی دما که در برخی ماه‌ها در پنجاه سال گذشته بی سابقه بوده موجب تشدید شرایط خشکسالی در استان شده است (گرامی مطلق و شبانکاری،۱۳۸۵). استان بوشهر در تأمین آب آشامیدنی با مشکل دوگانه ای روبه روست. از یک طرف، شهروندان استان بوشهر با سرانه تولید ۲۷۰ لیتر و مصرف حدود ۲۰۰ لیتر در روز آب دریافت می کنند که از نظر استاندارد کافی و حتی بیش از اندازه است، ولی از طرف دیگر این میزان آب پاسخگوی خواست مردم نیست. کاهش بارندگی ها تأثیر مستقیمی در کاهش میزان آورد رودخانه های استان بوشهر داشته و این موضوع تأمین آب شرب استان بوشهر را تحت تأثیر قرار داده است، به گونه ای که بیش از ۹۰ درصد آب آشامیدنی استان بوشهر از استان های همجوار، یعنی استان فارس و کهگیلویه و بویراحمد تأمین می شود و تنها ۱۰ درصد منابع زیرزمینی و آب شیرین کن های استان بوشهر است. روزانه ۳۲۰ هزار مترمکعب آب در استان بوشهر تأمین و در شبکه های آبرسانی این استان توزیع می شود. ۸۳۶ هزار تن یا به عبارتی ۷۰ درصدد جمعیت در استان بوشهر در شهرها ساکن بوده و تحت پوشش خدمات آبرسانی شرکت آب و فاضلاب هستند که ۸۸ درصد آنها مشترکین آب خانگی می باشند (زارعی و استعلاجی،۱۳۹۶).

بر اساس گزارش سازمان زمین شناسی ایالات متحده، بین سال ها ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ حدود ۱۲۵۰۰ دستگاه آب شیرین کن در ۱۲۰ کشور جهان، ۱۴ میلیون مترمکعب در روز آب شیرین تولید کرده اند. این مقدار در واقع کمتر از ۱ درصد از کل آب مصرفی آب در دنیا است (Mahmoud *et al.*, 2002:115). کشورهایی که وابستگی شدیدی به دستگاه آب شیرین کن دارند شامل عربستان سعودی، کویت، امارات، قطر، بحرین، لیبی و الجزیره هستند. در مقابل، بین کشورهای توسعه یافته، ایالات متحده بزرگترین مصرف کننده آب شیرین کن ها است. بیشتر تاسیسات آب شیرین کن در کالیفرنیا و بخشی از فلوریدا وجود دارند (پرهیزکار و پورعلی،۱۳۹۶:۳۹).

سپهر و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از نرم افزار GIS از ۷ معیار از جمله شیب، توپوگرافی، فاصله از مناطق حفاظت شده و... ۱۹ مکان را مورد شناسایی قرار دادند که در نهایت دو مکان دارای امتیاز بالا در منطقه ساحلی شهر بندرعباس بود.

پرهیزگار و پورعلی (۱۳۹۶) روش های متنوع شیرین سازی آب بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. بدین منظور می توان از فرایند شیرین سازی آب دریا بعنوان یک روش مناسب نام برد.

کر و همکاران (۱۳۹۰) به بیان دغدغه کشورها در مسئله آب شیرین و بهداشتی پرداخته و با استفاده از شاخص هایی مانند؛ مناطق روستایی دارای خط لوله توزیع با مصرف سرانه ۱۵۰ لیتر، تراکم جمعیتی، دسترسی به جاده ها و... به مکانیابی با استفاده از نرم افزار GIS پرداخته و در ادامه آلترناتیوهای مختلف فازبندی ظرفیت آب شیرین کن ها برای مناطق مختلف نمونه مورد مطالعه را با توجه به مزایا و نواقص مرتبط در ماتریس تصمیم گیری بررسی نموده تا

ظرفیت بهینه در اولویت های مورد نظر احداث، انتخاب گردد.

Habibi Davijani و همکاران (۲۰۱۴) معتقد هستند منابع آب زیر زمینی به منابع اصلی تامین آب تبدیل شده‌اند و به دلیل در دسترس نبودن آب سطحی در مناطق خشک و بایر وجود منابع زیرزمینی تاثیر زیادی بر زندگی انسان‌ها خواهند داشت و آب های زیرزمینی به عنوان منبع تأمین آب خواهد بود. در تحقیق اشاره شده با استفاده از منطق فازی و سنجش از دور از معیارهایی مانند جنس زمین، فرسایش خاک، نزدیکی به شبکه تأمین برق و غیره به اولویت بندی مناطق مورد نیاز راه اندازی تأسیسات آب شیرین کن پرداخته است.

Maliva و Missimer (۲۰۱۲) عنوان می کنند که در زمین‌های خشک و نیمه‌خشک، نمک‌زدایی یکی از گزینه‌های موجود برای برآورده کردن نیازهای آب آشامیدنی جمعیت رو به رشد است، به ویژه کشورهایی که اقیانوس‌ها و دریاها را فرا گرفته‌اند. فن‌آوری نوین در حال حاضر امکان تصفیه تقریباً هر نوع آب برای استانداردهای آب آشامیدنی را فراهم می‌آورد. مساله مهم، هزینه ایجاد تأسیسات آب شیرین کن و پیاده سازی فرایند در مجموعه ها است.

با توجه به مباحث مطرح شده، هدف اصلی تحقیق حاضر عبارت است از؛ مکانیابی پهنه های مناسب تأسیسات آب شیرین کن در سواحل جنوبی استان بوشهر.

مواد و روش ها

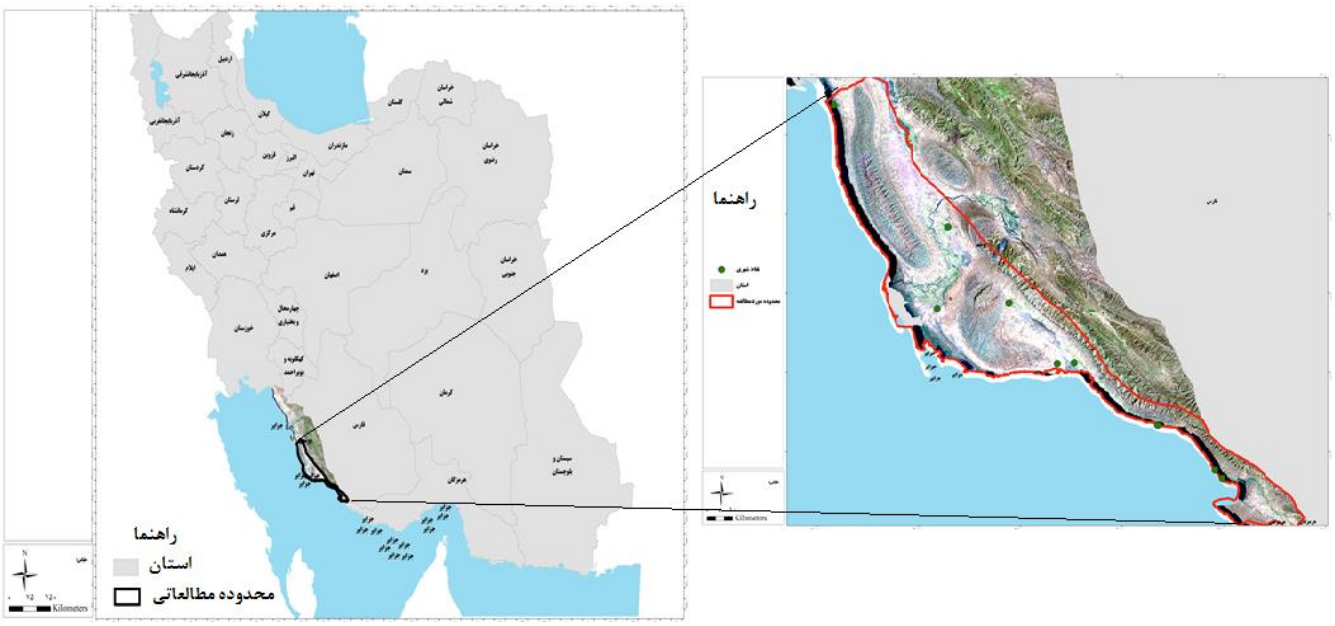
روش شناسی

مدل‌های مکان یابی عموماً بر پایه دو مدل عمده (بولین و فازی) بنا گردیده‌اند. که با توجه به هدف از مکان یابی و نوع مطالعه، مفیدترین آن‌ها برای پروژه مورد نظر انتخاب می‌شود. بنابراین برای انتخاب بهترین مدل باید دیدی جامع و شناختی صحیح از این دو مدل اصلی داشت. در این میان استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بر اساس منطق فازی از انعطاف بیشتری برخوردار بوده و هوش و نبوغ انسانی را در تصمیم گیری‌ها بهتر منعکس می‌کنند و نتایج مفیدی را در پی خواهد داشت. (زبردست و محمدی، ۱۳۸۴: ۴). سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی به عنوان سیستم پشتیبان تصمیم گیری تنها، پشتیبانی لازم را در مرحله شناخت فراهم می‌آورند و موجب افزایش قابلیت‌های GIS برای حل مسایل مکانی، به عنوان یک سامانه پشتیبان تصمیم گیری مکانی می‌گردد. (رئیسی و سفیانیان، ۱۳۸۸)

روش پژوهش حاضر «توصیفی – تحلیلی» می باشد. کلیه داده‌های تولید شده در محیط Arc GIS10.2.1 و در فرایند سلسله مراتبی(AHP)، مورد تحلیل قرار گرفته است. روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم گیری چندمعیاره است که اولین بار توسط توماس ال.ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید (Zhou *et al*., 2006). فرایند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبروست، می‌تواند استفاده گردد (Sener, 2006). با ارزیابی دو به دویی گزینه‌ها به وسیله ۹ جمله استاندارد AHP، در واقع امتیازی به هر مقایسه اختصاص می‌یابد. و وزن هر یک از عناصر با انجام عملیات محاسباتی روی ماتریس مذکور محاسبه می‌گردد (Miriam & Shulman, 2008).

شناخت نمونه موردی

نمونه مورد مطالعه تحقیق سواحل جنوبی در استان بوشهر قرار دارد. این منطقه در جنوب استان بوشهر در کرانه خلیج‌فارس قرار دارد و شهرستان‌های هم جوار کنگان، دیر، و جم، عسلویه، نخل علی و.. را شامل می‌شود و با بیش از ۶۴ نقطه روستایی و ۹ نقطه شهری، ۱۸/۵ درصد از مساحت و ۲۱/۲ درصد از جمعیت استان بوشهر را به خود اختصاص داده است.



شکل ۱-: موقعیت نمونه مورد مطالعه در استان بوشهر

تجزیه و تحلیل

در این بخش معیارهای مکانیابی تحقیق حاضر تفسیر و با استفاده از روش AHP در نرم افزار GIS تحلیل می گردد.

معیارهای مکانیابی تأسیسات آب شیرین کن

معیارهای مورد بررسی به سه دسته کلی حرایم، دسترسی ها و عوامل طبیعی تقسیم و هر یک از معیارها نیز شامل زیر معیارهایی می شوند که در ادامه بدان ها اشاره می شود.

لایه های اطلاعاتی که در ادامه در قالب نقشه ها ارائه می شود از اداره مدیریت بحران استانداری بوشهر تهیه گردیده و مربوط به سال ۱۳۹۴ می باشد.

حریم ها

- فاصله از پهنه های حساس (به لحاظ زیستی): در نمونه مورد مطالعه این پهنه به دو بخش مناطق با حساسیت کم و متوسط تقسیم شده است (سپهر و همکاران،۱۳۹۶).
- فاصله از مناطق حفاظت شده: جهت ملاحظات زیست محیطی و جلوگیری از ورود پساب تأسیسات آب شیرین کن بایستی حرایم مربوطه رعایت گردد (سپهر و همکاران،۱۳۹۶).
- فاصله از گسل: برای کاهش آسیب پذیری تأسیسات آب شیرین کن در بلند مدت، بایستی در مکان هایی استقرار پیدا کنند که از پهنه های زلزله خیز و دارای تراکم گسل فاصله مناسب داشته باشند (Mahmoud *et al.*, 2002).
- فاصله از تأسیسات سیل گیر: چون احتمال هم افزایی خطر در این مورد وجود دارد بنابراین تأسیسات آب شیرین کن بایستی فاصله داشته باشند (کر و همکاران،۱۳۹۰).
- فاصله از صنایع خطرزا: منظور صنایعی است که قابل اشتعال، قابل انفجار و قابلیت اشتعال زایی دارند و صنایع بالادست و پایین دست پتروشیمی و میعانات گازی در محدوده وجود دارد.

دسترسی ها

- دسترسی به خطوط انتقال برق: اندرکنش بین تأسیسات برقی و آبی بسیار بالا بوده و وابستگی شدیدی تأسیسات آبی به تأسیسات برقی دارند، بنابراین داشتن فاصله مناسب و در عین حال

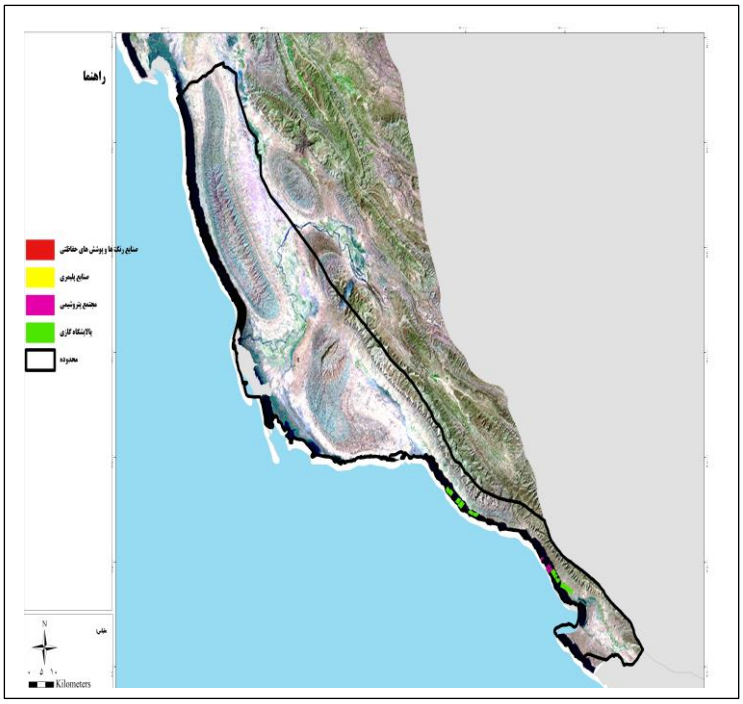
نزدیک مزیت محسوب می شود(Habibi Davijani *et al*., 2014).

- دسترسی به آبگیرها: تأسیسات آب شیرین کن بایستی به محل های تجمع و سرچشمه آب نزدیک باشند این امر از لحاظ فنی و اقتصادی مقرون به صرفه می باشد(نژاد نادری و همکاران،۱۳۹۲).
- دسترسی به راه: دسترسی مناسب به جاده ها و شبکه های ارتباطی در امر جابجایی تجهیزات تأسیسات آب شیرین کن و امدادرسانی در مواقع مواجهه با بحران بسیار حیاتی می باشد(نژاد نادری و همکاران،۱۳۹۲).
- دسترسی به رودخانه: این معیار نیز مانند بحث دسترسی به آبگیرها به جهت سرچشمه آب بودن دارای اهمیت می باشند (نژاد نادری و همکاران،۱۳۹۲).
- دسترسی به نقاط شهری و روستایی: هدف عمده و غایی از احداث تأسیسات آب شیرین کن دسترسی مردم نقاط شهری و روستایی است که با بحران کم آبی و خشکسالی مواجه هستند(کر و همکاران،۱۳۹۰).

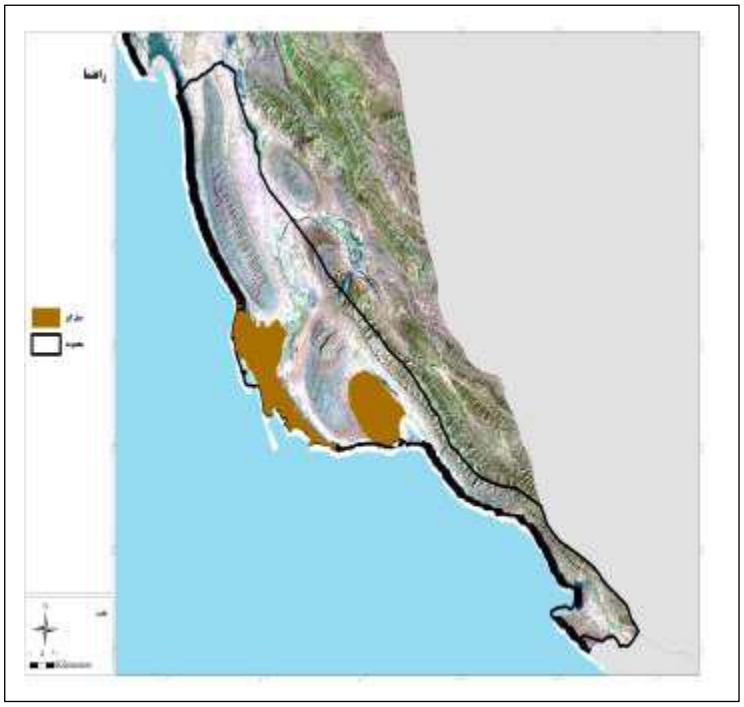
عوامل طبیعی

- توپوگرافی: شیب و تراز ارتفاعی منطقه برای مکانیابی باید پایین باشد زیرا تراز بالا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست(Habibi Davijani *et al*., 2014).
- فرسایش خاک: هر چه میزان فرسایش خاک پایین باشد به همان میزان محل استقرار از پایداری بالاتری برخوردار خواهد بود(Mahmoud *et al*., 2002).

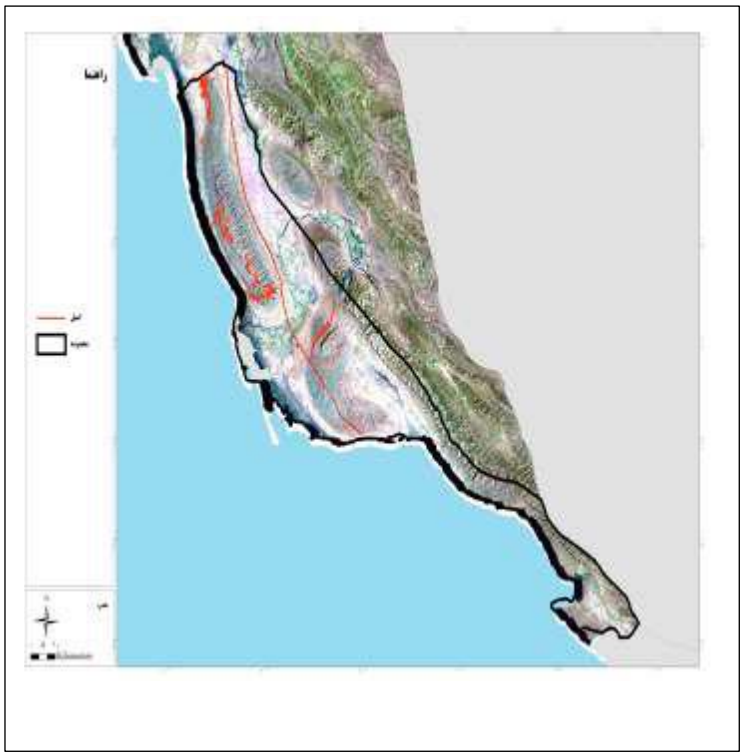
روانگرایی خاک: روانگرایی بالای خاک خطر نشت محل تأسیسات آب شیرین کن را در بلند مدت در پی خواهد



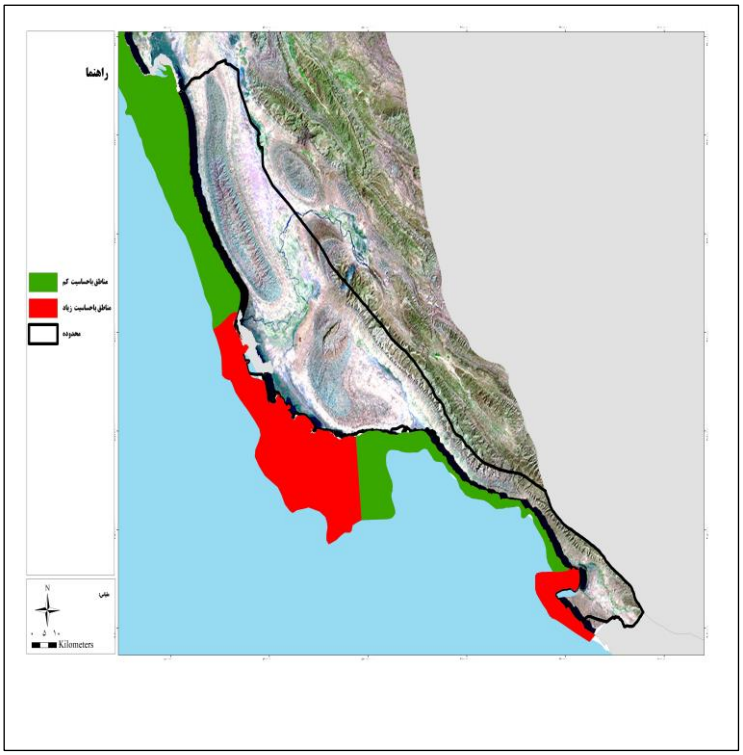
شکل ۲- فاصله از صنایع خطرزا



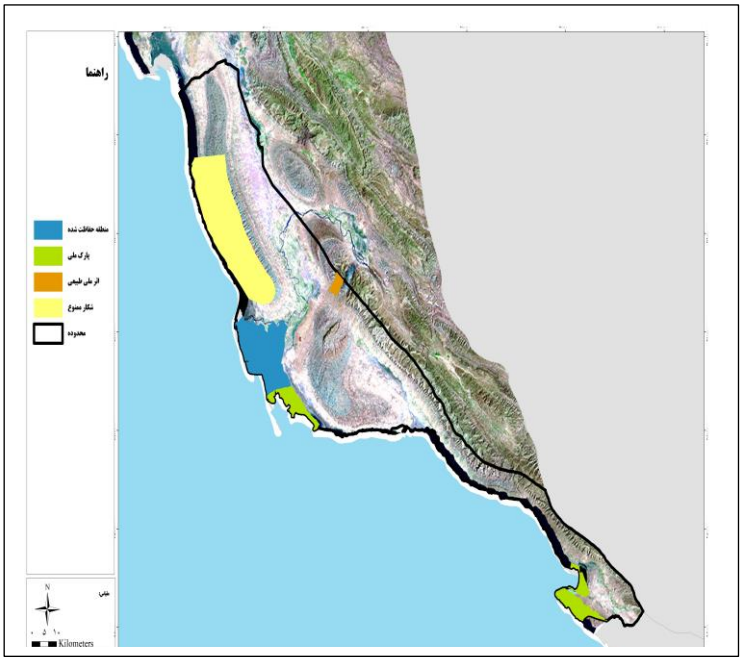
شکل ۳- فاصله از سیل‌گیر



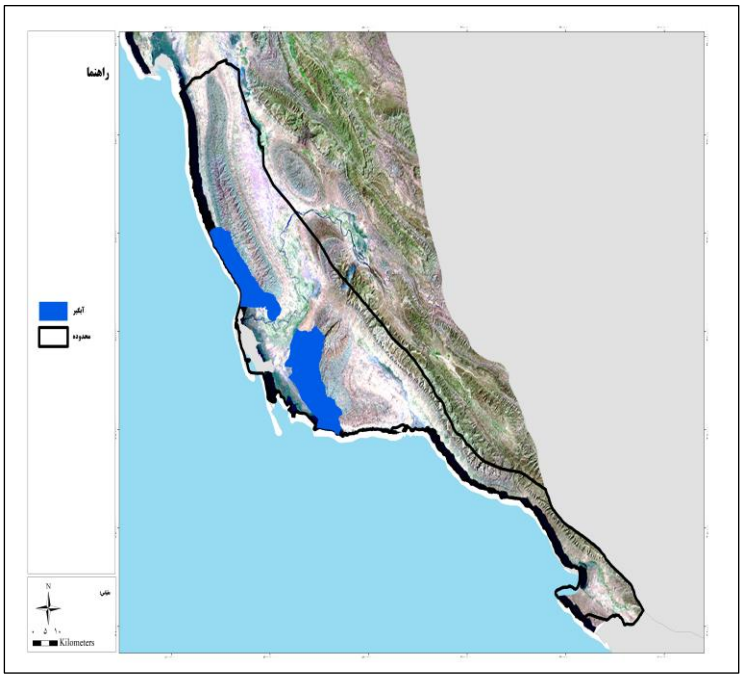
شکل ۴- فاصله از گسل



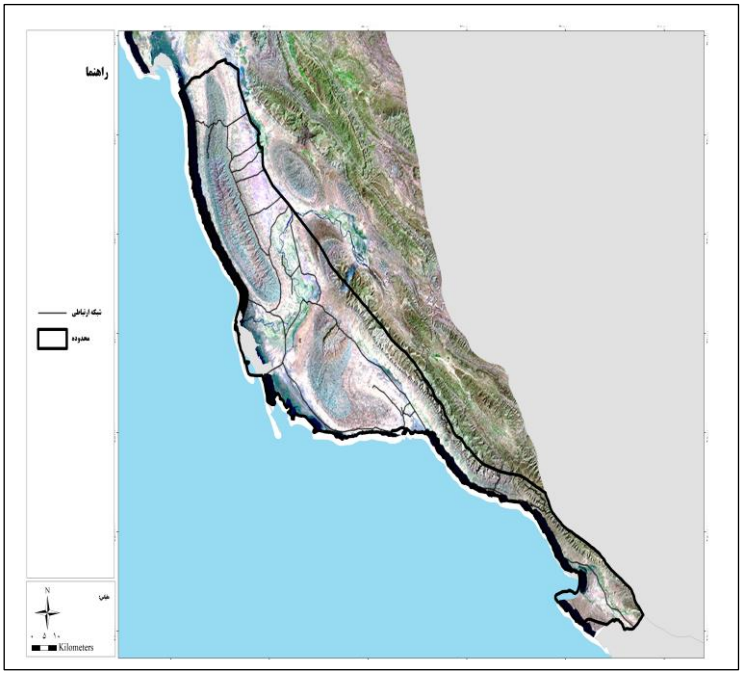
شکل ۵- فاصله از پهنه های حساس



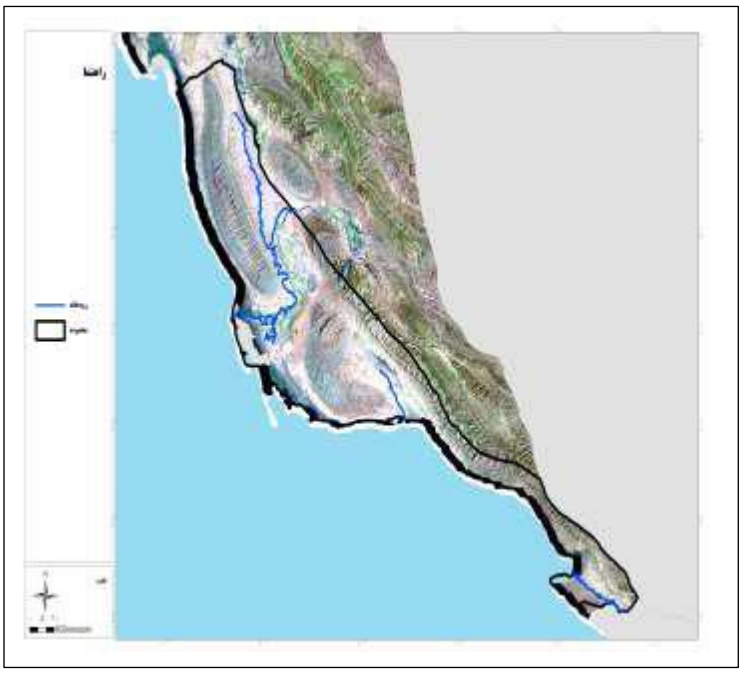
شکل ۶- فاصله از مناطق حفاظت شده



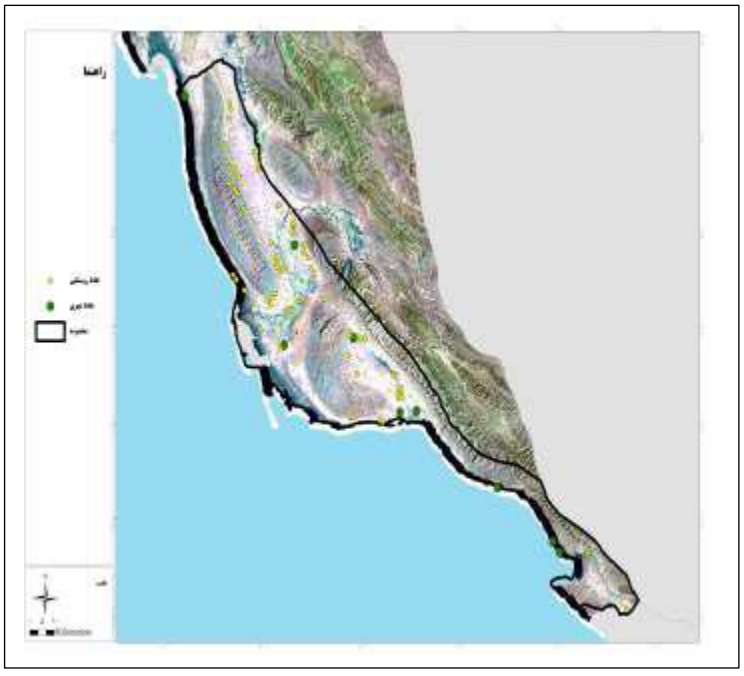
شکل ۷- دسترسی به آبگیر



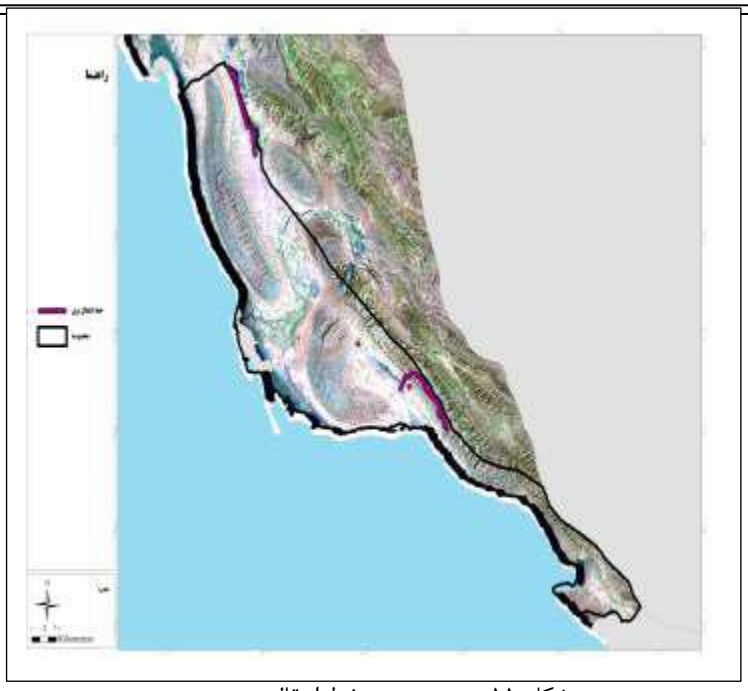
شکل ۸- دسترسی به راه



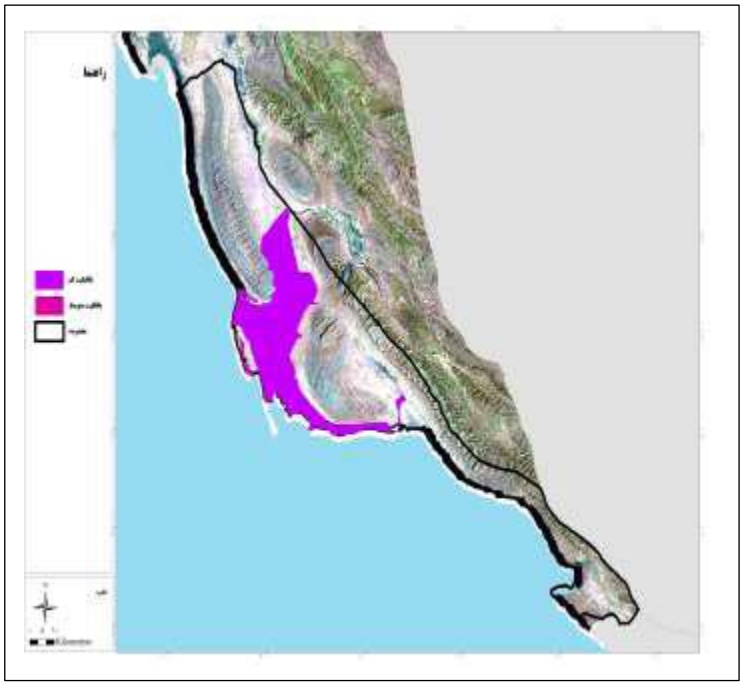
شکل ۹- دسترسی به رودخانه



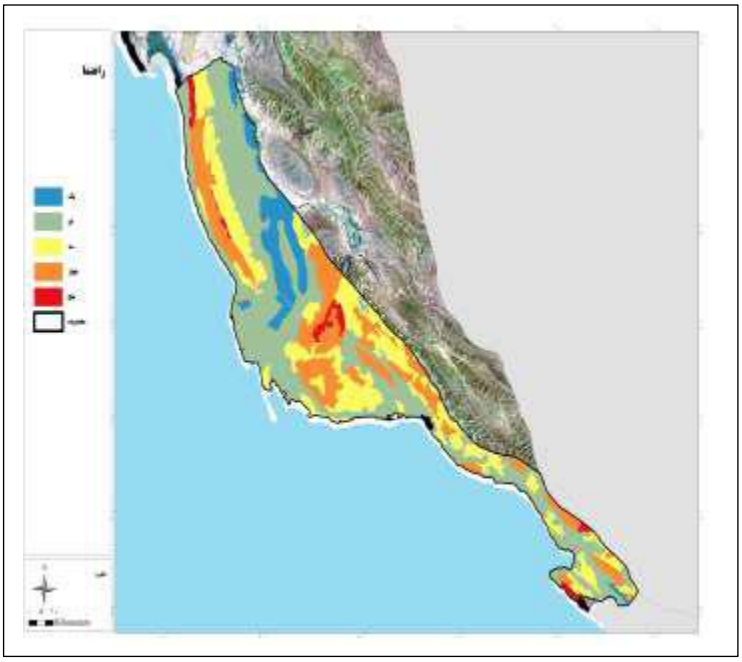
شکل۱۰- دسترسی به مناطق شهری و روستایی



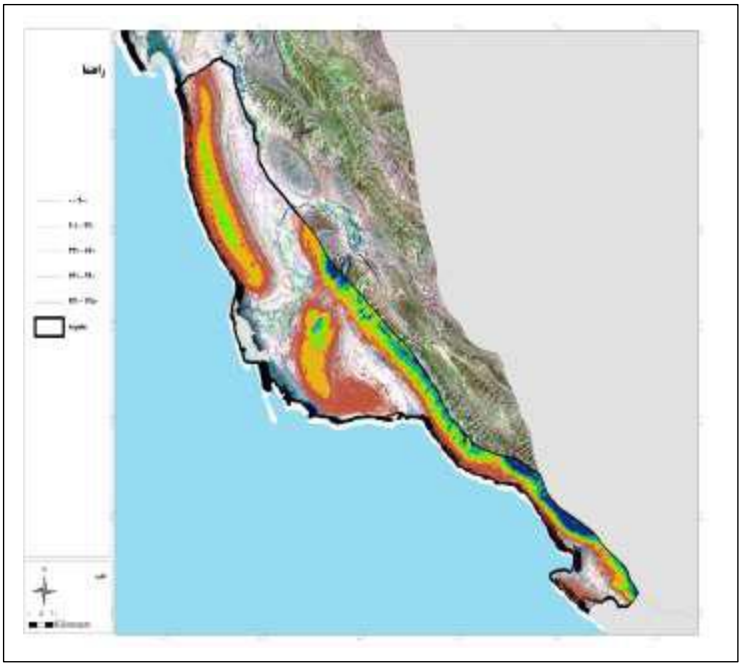
شکل ۱۱- دسترسی به خط انتقال برق



شکل ۱۲- روانگرایی خاک



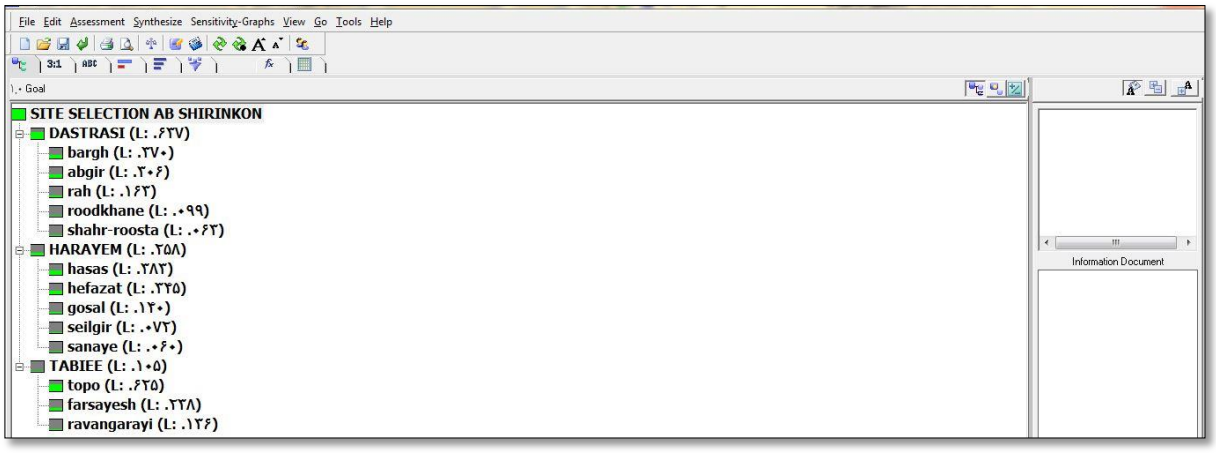
شکل ۱۳- فرسایش خاک



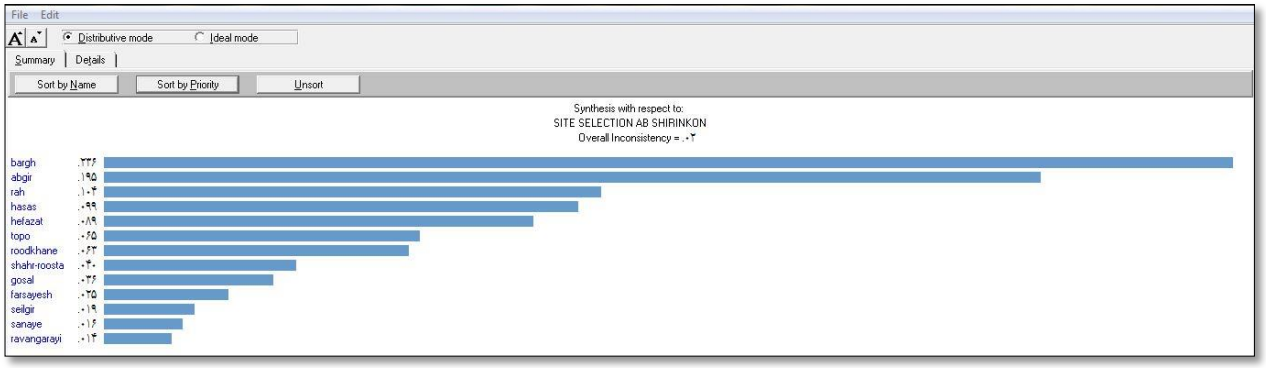
شکل ۱۴-توپوگرافی

وزن دهی به معیارها با استفاده از روش AHP

در این بخش معیارها و زیرمعیارهای توضیح داده شده با استفاده از روش AHP در نرم افزار expert choice وزن دهی شدند که نتایج در ادامه ارائه می شود. نرخ ناسازگاری همانطور که در شکل زیر مشاهده می گردد ۰/۰۲ می باشد.



شکل ۱۵- اوزان معیارها و زیرمعیارهای تحقیق با استفاده از روش AHP در نرم افزار expert choice

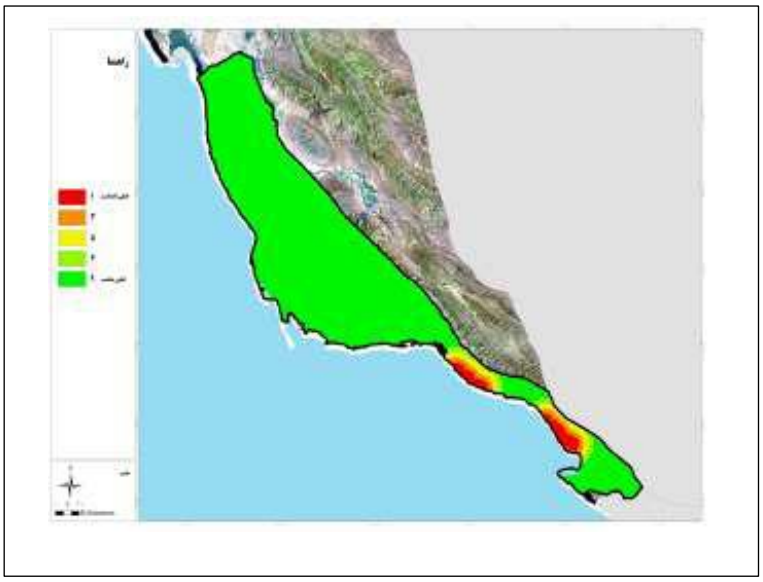


شکل ۱۶- رتبه بندی معیارها و زیرمعیارهای تحقیق با استفاده از روش AHP در نرم افزار expert choice

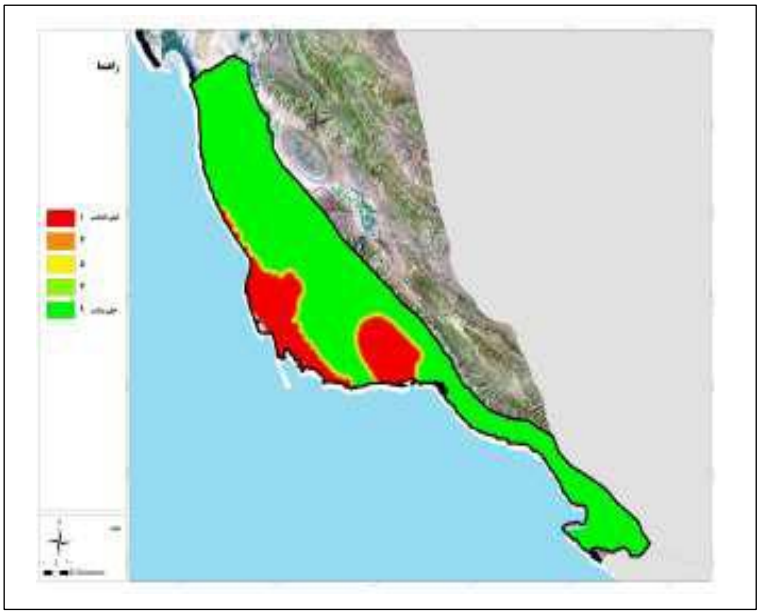
جدول ۱- اوزان معیارها و زیرمعیارهای تحقیق

معیار	وزن	زیر معیار	وزن	طبقه بندی				
حرایم	۰/۲۵۸	فاصله از پهنه های حساس	۰/۰۹۹	کمتر از ۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰۰-۵۰۰۰	بالای ۵۰۰۰ متر
		فاصله از مناطق حفاظت شده	۰/۰۸۹	کمتر از ۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰۰-۴۰۰۰	بالای ۴۰۰۰ متر
		فاصله از گسل	۰/۰۳۶	کمتر از ۵۰۰ متر	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	بالای ۲۰۰۰ متر
		فاصله از سیل گیر	۰/۰۱۹	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۷۰۰	۷۰۰-۱۰۰۰	بالای ۱۰۰۰ متر
		فاصله از صنایع	۰/۰۱۶	کمتر از ۵۰۰ متر	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	بالای ۳۰۰۰ متر
دسترسی	۰/۶۳۷	دسترسی به خطوط انتقال برق	۰/۲۳۶	کمتر از ۱۵۰ متر	۱۵۰-۳۰۰	۳۰۰-۴۰۰	۴۰۰-۵۰۰	بالای ۵۰۰ متر
		دسترسی به آبگیرها	۰/۱۹۵	کمتر از ۱۰۰ متر	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۵۰۰	بالای ۵۰۰ متر
		دسترسی به راه	۰/۱۰۴	کمتر از ۱۵۰ متر	۱۵۰-۳۰۰	۳۰۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	بالای ۱۰۰۰ متر
		دسترسی به رودخانه	۰/۰۶۳	کمتر از ۱۰۰ متر	۱۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۵۰۰	بالای ۵۰۰ متر
		دسترسی به نقاط شهری و روستایی	۰/۰۴	کمتر از ۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۲۰۰	۱۲۰۰-۱۵۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰	بالای ۲۰۰۰ متر
طبیعی	۰/۱۰۵	توپوگرافی	۰/۰۶۵	کمتر از ۲۰۰	۲۰۰-۴۲۰	۴۲۰-۶۶۰	۶۶۰-۹۴۰	بالای ۹۴۰ متر
		فرسایش خاک	۰/۰۲۵	کلاس یک	کلاس دو	کلاس سه	کلاس چهار	کلاس پنج
		روانگرایی خاک	۰/۰۱۴	قابلیت کم	قابلیت متوسط	-	-	-

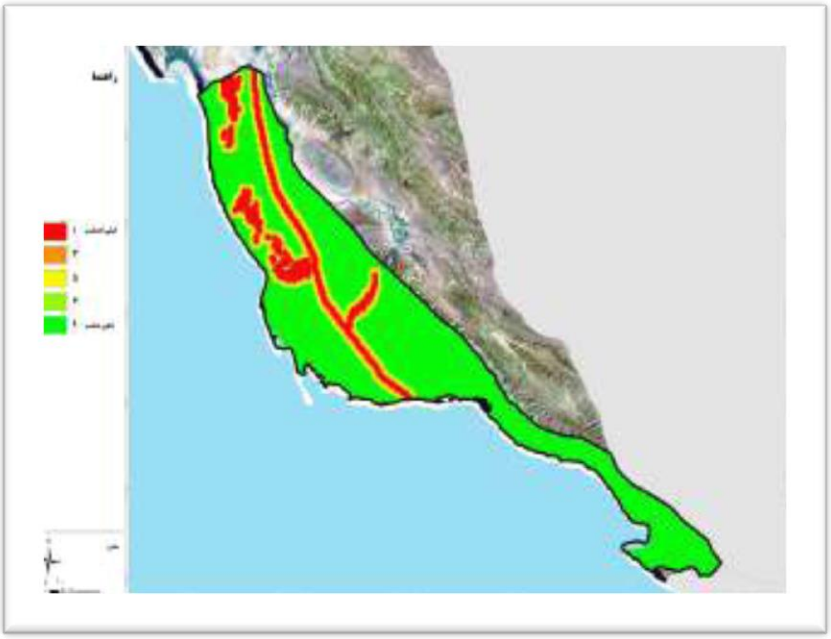
در ادامه نقشه های وزن دار شده هر یک لایه ها با توجه به مفروضات جدول فوق ارائه می شود تا در نهایت پهنه های مناسب جهت احداث تأسیسات آب شیرین کن استخراج شود.



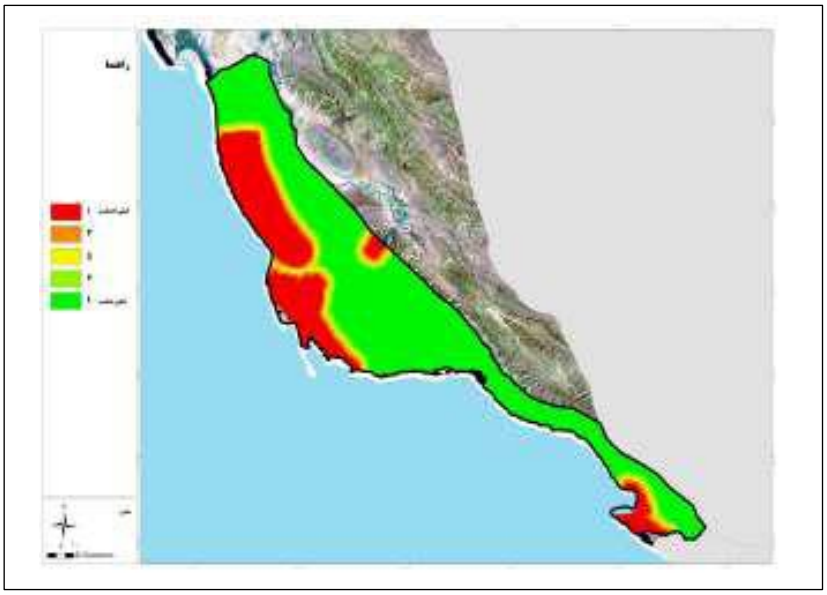
شکل ۱۶- وزن دارشده فاصله از صنایع خطرزا



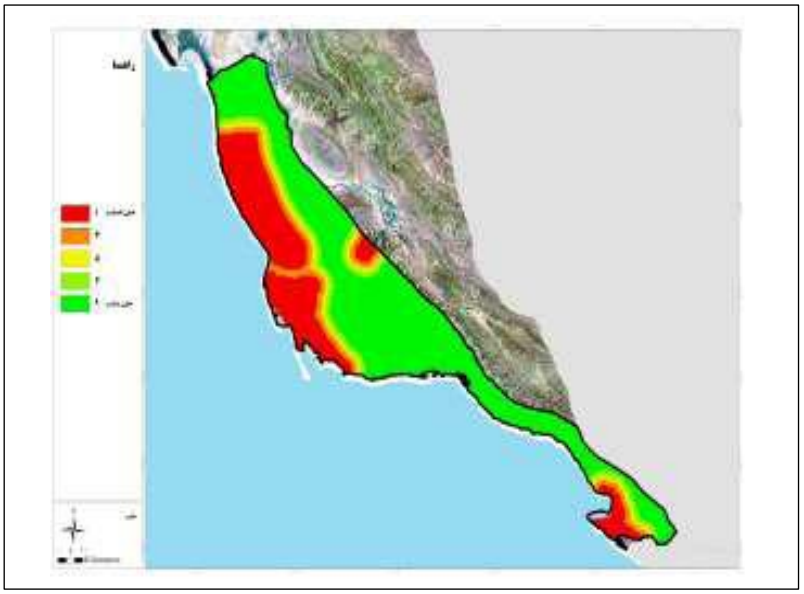
شکل ۱۷- وزن دارشده فاصله از سیل‌گیر



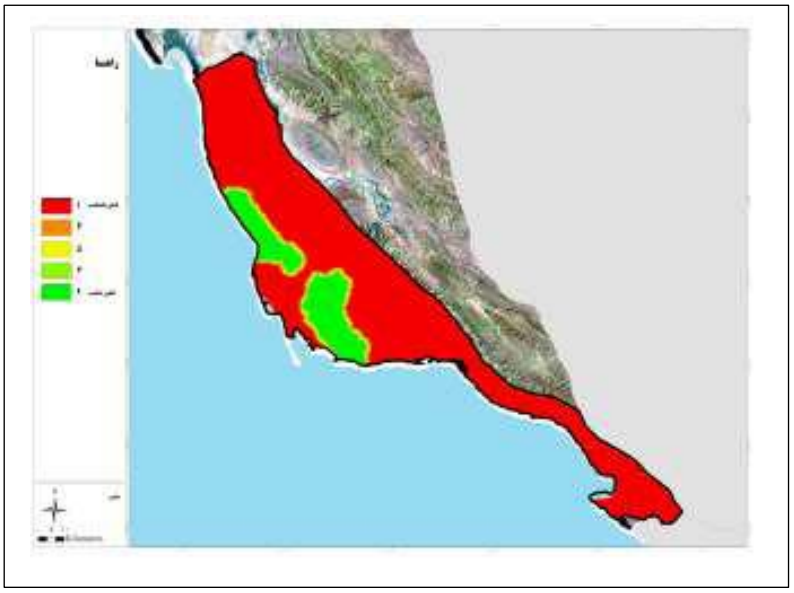
شکل۱۸- وزن دارشده فاصله از گسل



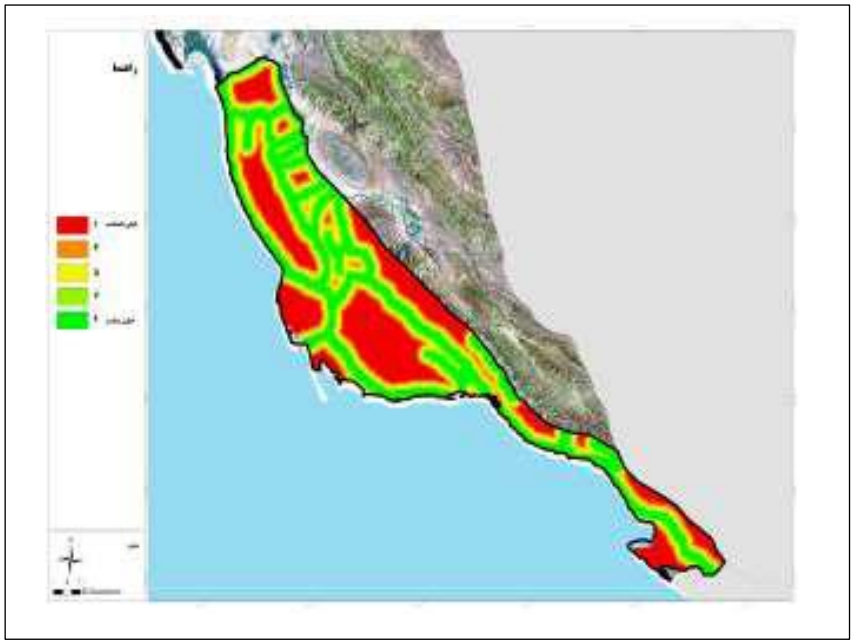
شکل ۱۹-: وزن دارشده فاصله از پهنه حساس



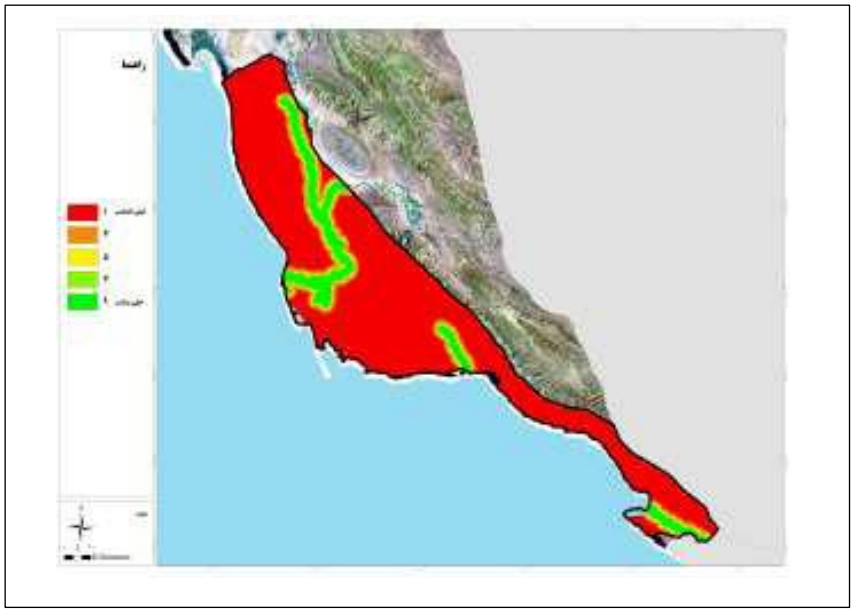
شکل ۲۰- وزن دارشده فاصله از مناطق حفاظت شده



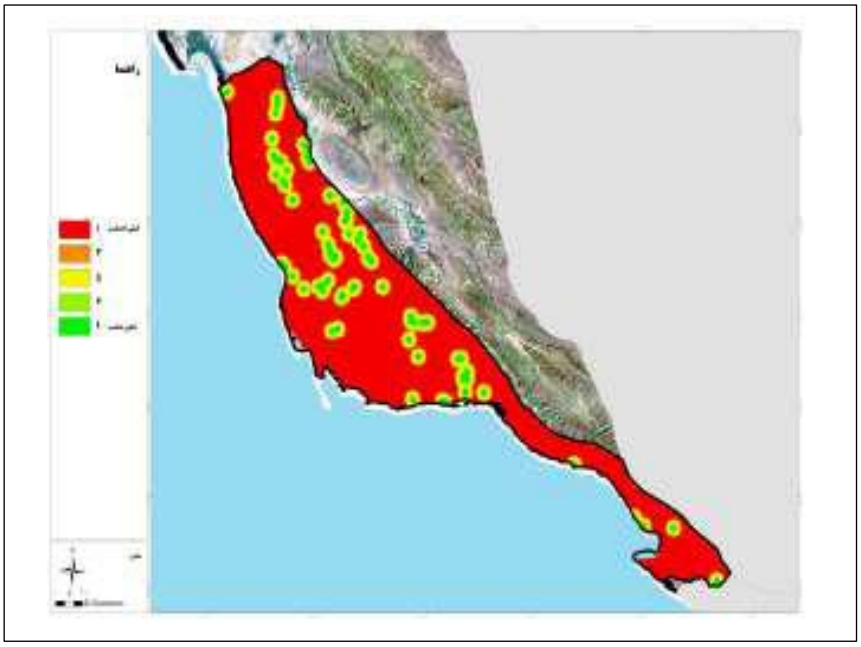
شکل ۲۱-: وزن دارشده دسترسی به آبگیر



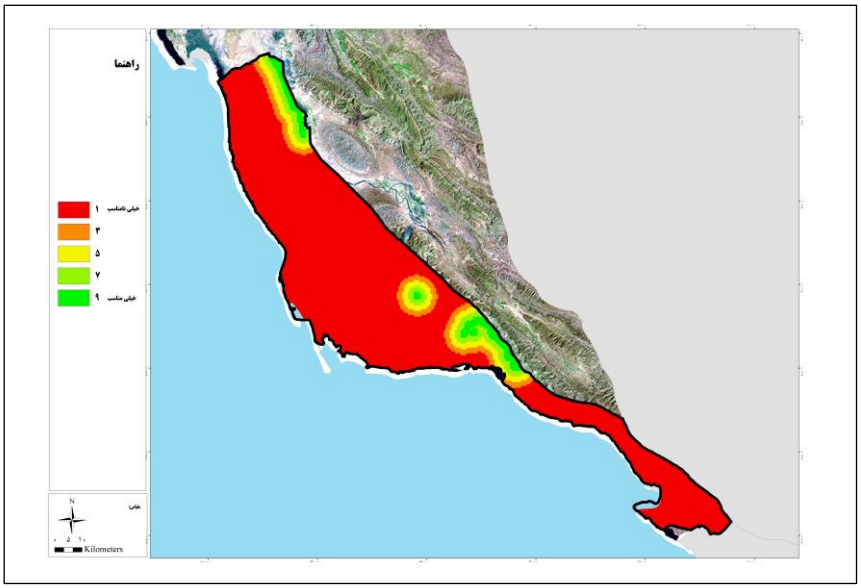
شکل ۲۲- وزن دارشده دسترسی به راه



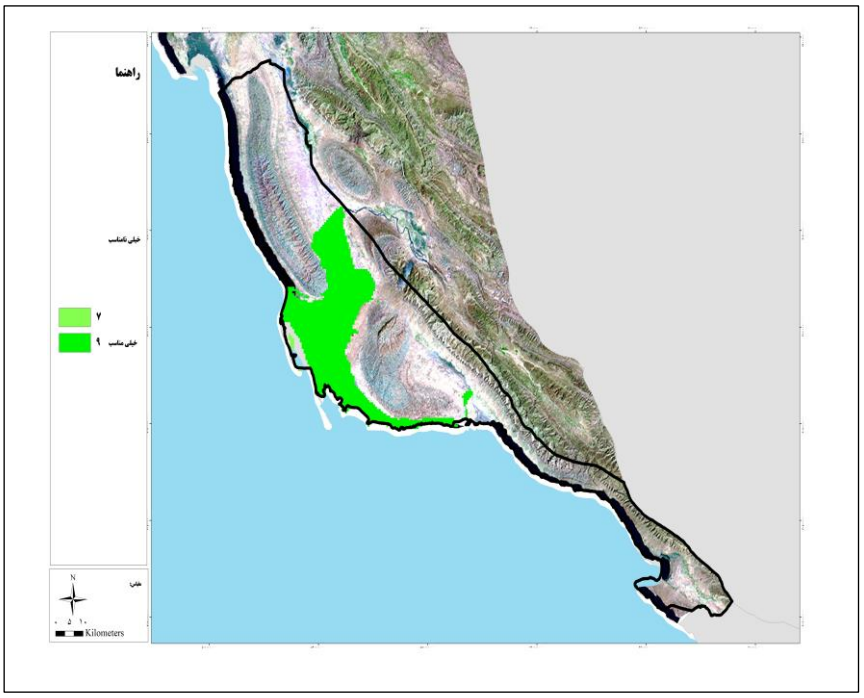
شکل ۲۳- وزن دارشده دسترسی به رودخانه



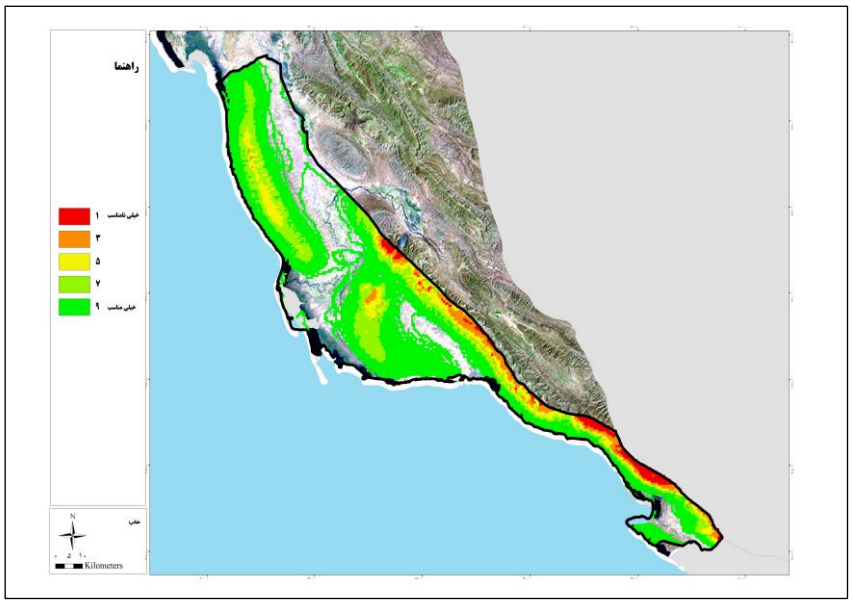
شکل ۲۴- وزن دارشده دسترسی به مناطق شهری و روستایی



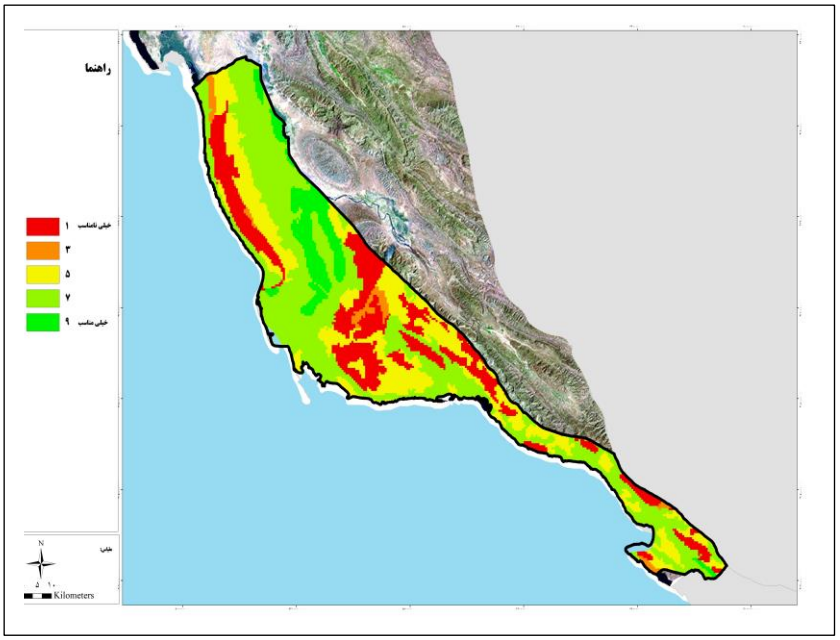
شکل ۲۵- وزن دارشده دسترسی به خط انتقال برق



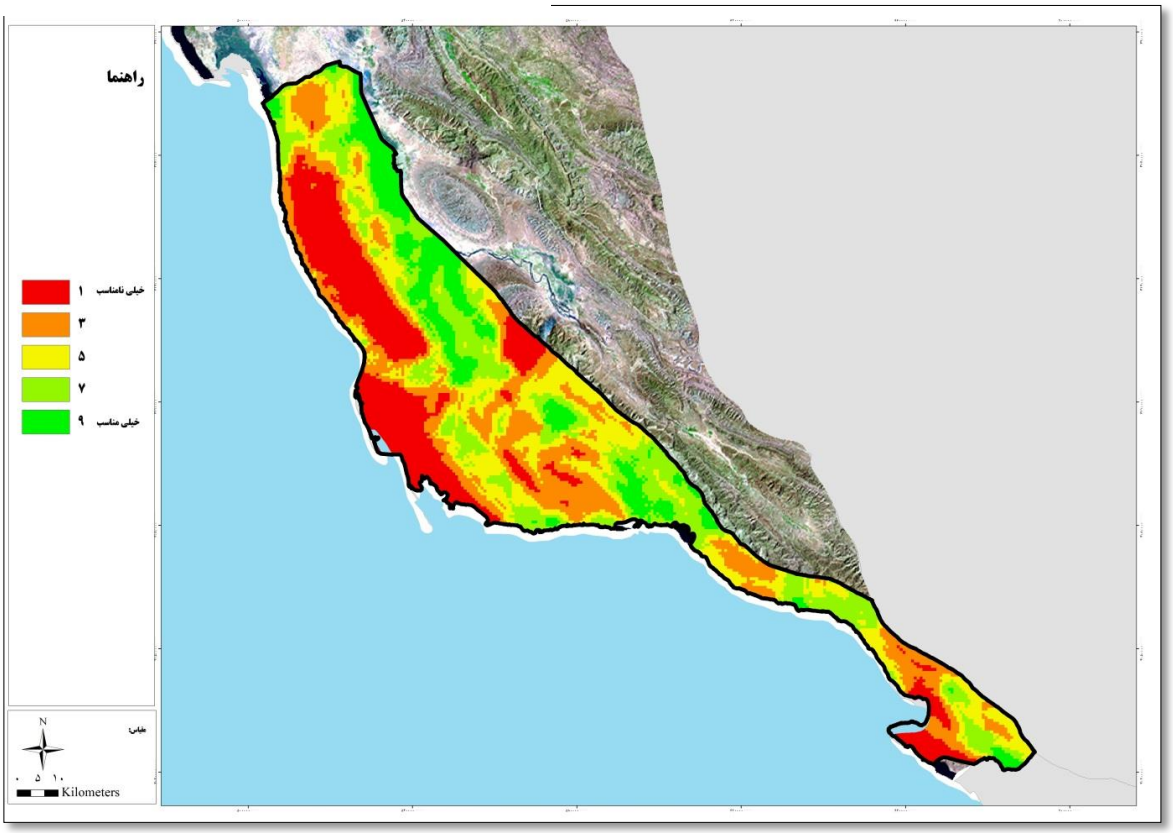
شکل شماره ۲۶- وزن دارشده روانگرایی خاک



شکل ۲۷- وزن دارشده توپوگرافی



شکل ۲۸- وزن دارشده فرسایش خاک

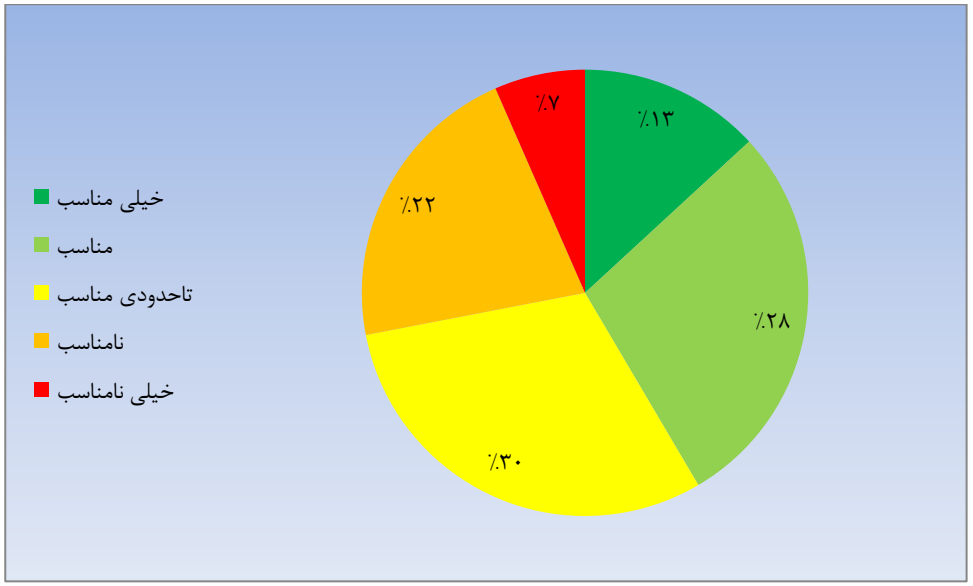


شکل ۲۹- ماکن های مستعد احداث تأسیسات آب شیرین کن در محدوده مورد مطالعه

همانطور که مشاهده می شود ۱۳ لایه در نرم افزار GIS با استفاده از روش AHP در بخش Raster Calculator تلفیق و نقشه نهایی تولید گردید که مناطق سبز رنگ با عدد ۷ و ۹ از پتانسیل بالایی جهت احداث تأسیسات آب شیرین کن برخوردار هستند و مناطق با رنگ قرمز و نارنجی با عدد ۱ و ۳ از پتانسیل کمتر برخوردار هستند. در جدول و نمودار زیر میزان استعداد نمونه مورد مطالعه جهت احداث تأسیسات بصورت درصد ارائه می شود.

جدول ۲- پتانسیل نمونه مورد مطالعه جهت احداث تأسیسات آب شیرین کن (درصد)

پتانسیل احداث	درصد
خیلی مناسب	۳۸
مناسب	۸۲
تاحدودی مناسب	۸۸
نامناسب	۶۲
خیلی نامناسب	۱۹



شکل ۳۰- پتانسیل نمونه مورد مطالعه جهت احداث تأسیسات آب شیرین کن (درصد)

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق شناسایی پهنه های مناسب جهت استقرار تأسیسات آب شیرین کن با توجه به ۳ معیار کلی حرایم، دسترسی و عوامل طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفت. در ادامه هر یک از معیارها و زیرمعیارها در نرم افزار expert choice وزن‌دهی شد که نتایج نشان می‌دهد معیار دسترسی بیشترین وزن با امتیاز ۰/۶۷۳، حرایم با امتیاز ۰/۲۵۸ و معیار عوامل طبیعی امتیاز ۰/۱۰۵ کسب نمودند. در بخش بعدی با استفاده از نرم افزار GIS با دستور Raster Calculator لایه های وزن‌دار شده همپوشانی شده و نقشه نهایی پهنه بندی پتانسیل محدوده مورد مطالعه که بخشی از سواحل جنوبی استان بوشهر بود مورد

ارزیابی قرار گرفت. نتایج در این قسمت نیز نشان داد که ۱۳/۱۵ درصد منطقه از پتانسیل خیلی بالا، ۲۸/۳۷ درصد از پتانسیل بالا، ۳۰/۴۵ درصد از پتانسیل متوسط، ۲۱/۴۵ و ۶/۵۷ درصد به ترتیب از پتانسیل کم و خیلی کم برخوردار هستند. نقاط شهری کاکی، آبدانف بردستان، سیراف از پتانسیل خیلی بالایی جهت احداث تأسیسات دارند و بصورت کلی بخش شمالی محدوده مورد مطالعه مناسب تر است. همچنین در محدوده مورد مطالعه ۹ نقطه شهری وجود دارد که همگی در پهنه مناسب مکانیابی قرار دارند ولیکن چهار شهر، بنک با ۱۴۱۲۶ نفر، کاکی با ۱۰۵۶ نفر، بردستان با ۷۱۱۲ نفر و آبدان با ۶۸۲۷ نفراز نظر قابلیت و پتانسیل قابلیت دسترسی به تأسیسات آب شیرین کن قرار دارند. همچنین در محدوده مورد مطالعه ۶۴ روستا وجود دارد که ۳۳ نقطه از پتانسیل خیلی بالایی جهت احداث تأسیسات آب شیرین کن برخوردار هستند. مطابق نقشه GIS بخش غربی به همراه ۹۰ درصد روستاهای دیگر در بخش غربی محدوده مورد مطالعه قرار دارند و حدود ۹۰ درصد مکان های دارای پتانسیل بالای احداث تأسیسات در این حوزه قرار دارد.

در تحقیقات پیشین نیز بیشتر بحث مکان گزینی مطرح بوده و کمتر به بحث مکانیابی علیرغم ذکر در عنوان تحقیق پرداخته اند یعنی از قبل گزینه ها مشخص بوده و صرفاً در جهت اولویت بندی موضوع بیان شده و لیکن در تحقیق حاضر با استفاده از شاخص های متعدد نقاط دارای پتانسیل در ۵ دسته طبقه بندی گردیده و نقاط دارای پتانسیل مکانیابی مشخص شده اند و با توجه به وجود نقاط سکونتگاهی شهری و روستایی توضیح داده شده است

.

منابع

پرهیزگار، ف. و پورلی، ا. ۱۳۹۶. آب شیرین کن ها و بهینه سازی تولید همزمان. *نشریه علوم مهندسی آب و فاضلاب*، ۲(۱): ۳۸.

تاریقلیزاده، ه.، جعفری، ف. و حسینی امینی، ح. ۱۳۹۴. مکانیابی بهینه پناهگاههای اضطراری چند منظوره با رویکرد پدافند غیر عامل با GIS. همایش ملی بافت های فرسوده و تاریخی شهری: چالش ها و راهکارها، کاشان، دانشگاه کاشان.

جعفرزاده، ن. و بشارتی، ن. ۱۳۸۷. راهکارهای بهبود عملکرد مجتمع آب شیرین کن بندر لنگه و ارائه بهترین روش. یازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران. ۵۱.

رئیسی، م. و سفیانیان، ع. ۱۳۸۸. تلفیق مدل بولین و مدل تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. سومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست. تهران.

زارعی، ی. و استعلاجی، ع. ۱۳۹۶. سنجش و تحلیل برخی مؤلفه های فرهنگی توسعه در شهرستان های استان بوشهر با بهره گیری از مدل های ترکیبی تصمیم گیری چند شاخصه. *مطالعات محیطی هفت حصار*، ۲۲: ۸۰-۶۳.

زبردست، ا. و محمدی، ع. ۱۳۸۴. مکان یابی مراکز امداد رسانی (در شرایط وقوع زلزله) با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاری AHP. *مجله هنرهای زیبا*، ۲۱:۴.

سپهر، م.، دانه کار، ا.، فاطمی، س. م. ر. و ماشیچیان مرادی، ع. ۱۳۹۶. شناسایی مکان های بهینه جهت استقرار واحدهای آب شیرین کن با توجه به پهنه های حساس زیست محیطی در مناطق ساحلی استان هرمزگان. *مجله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی و منابع طبیعی*، ۸(۱): ۱۱۴- ۹۷.

کر، ی.، کشفی، ح.، تکدستان، ا.، مهدی‌نژاد، م. ه. و امیرخانلو، ب. ۱۳۹۰. مکانیابی احداث مجتمع های آب شیرین کن در روستاهای جزیزه قشم و اولویت بندی آن ها. کنفرانس ملی بهره برداری از آب دریا، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

گرامی مطلق، ع. و شبانکاری، م. ۱۳۸۵. پهنه بندی اقلیمی استان بوشهر. *مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان*، ۲۰(۱):۲۱۰-۱۸۷.

نژاد نادری، م.، خانجانی، م. ج. و منتظمی وظیفه دوست، ر. ۱۳۹۲. بررسی نحوه تخلیه پساب سایت آب شیرین کن بندر خمیر به کمک روابط تجربی. *فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب*، ۳(۱۲):۳۰-۲۳.

Habibi Davijani, M., Nadjafzadeh Anvar, A. & Banihabib, A. 2014. Locating Water Desalination Facilities for Municipal Drinking Water Based on Qualitative and Quantitative Characteristics of Groundwater in Iran's Desert Regions. *Water Resources Management*, 28: 3341–3353.

Mahmoud, M., Fahmy, H. & Labadie, J. 2002. Multicriteria Siting and Sizing of Desalination Facilities with Geographic Information System. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 128(2): 113-120.

Maliva, R.G. & Missimer, T. M. 2012. Desalination: Desalination in Arid Lands: Arid Lands. *Water Evaluation and Management*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P & Sallantaus, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air, and Soil Pollution*, 147 (1-4):275-298.

Miriam, H. & Shulman, L. 2008. Estimating Evaluation Vulnerability of Urban Transportation Systems Using GIS, A thesis submitted to the Department of Geography In conformity with the requirements for the degree of Master of Arts. Queen's University Kingston. Ontario, Canada.

Raiber, M., White, P.A. & Daughney C.J. 2012. Three-dimensional geological modeling and multivariate statistical analysis of water chemistry data to analyses and visualize aquifer structure and groundwater composition in the Wairau Plain, Marlborough District, New Zealand. *Journal of Hydrology*, 436(2): 13-34.

Reddy, K. & Sharon, H. 2016. Active multi-effect vertical solar still: Mathematical modeling, performance investigation and enviro-economic analyses. *Desalination*, 395: 99-120.

Sener, B., Suzen, M. L. & Doyuran, V. 2006. Landfill site selection by using geographic information systems. *Environmental Geology*, 49: 376-388.

Shakib, S.E., Amidpour, M. & Aghanajafi, C. 2012. Simulation and optimization of multi effect desalination coupled to a gas turbine plant with HRSG consideration. *Desalination*, 285: 366-376.

Yamanaka, M. & Kumagai, Y. 2006. Sulfur isotope constraint on the provenance of salinity in a canned aquifer system of the southwestern Nobi Plain, central Japan. *Journal of Hydrology*, 325:35–55.

Zhou, P., Ang, P.W. & Poh, K.L. 2006. Decision analysis in energy and environmental modeling: An update. *journal of Energy*, 31(14): 2604-2622.

Locating desalination facilities in the southern coasts of Bushehr province using the analytic hierarchy process (AHP) and GIS system

Pakandish, A.

Urbanism faculty of Islamic Azad University, North Tehran Branch.

Abstract:

Nowadays, the subject of hygienic drinking water is one of the main concerns of most countries in the world. In the seaside areas in south of Iran, this is more easily observable due to different factors including the population growth, limitation of freshwater resources, development of famine phenomenon and the increase in temperature, etc. Therefore, the construction of the desalinators in order to convert saline water into drinking water, is of great significance. In this research, a zone across the southern coast of Bushehr province was studied, and the potential of the area for locating water desalinators were analyzed. Analysis of the data were done with analytic hierarchy process (AHP) method in Expert Choice software and GIS. A number of 13 criteria were weighted in the form of three main indexes, borders, and natural factors. The weighted layers were merged and the final map was produced. Results of the study indicate that 13.15% of the region has a very high potential for the construction of desalinators, 28.37% high potential, 30.45% has an average potential, and 21.45% and 6.57% of the region have low and very low potential, respectively. Kaky, Abdanof, Bardestan and Siraf have a considerable potential for accommodating water desalination facilities and in general the northern parts of the case study area are more suitable for this purpose.

Keywords: Water desalination facilities, locating, GIS, AHP, Bushehr Province

Corresponding author: arashpakandish@gmail.com