فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال هفتم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۵
صص ۵۱-۴۳

تعیین مکان مناسب جهت انجام پروژه‌های استحصال آب از رطوبت هوا در استان بوشهر با استفاده از GIS

مجید کریم پور ریحان

دانشیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان دانشگاه تهران، تهران، ایران

مطهره علیزاده

کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

صادق کمالیان[۱]

کارشناسی ارشد همزیستی با بیابان – توسعه و عمران مناطق خشک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۰۵

چکیده

وجود اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک در قسمت اعظم کشور ایران و وقوع خشکسالی‌های مکرر در دهه‌های اخیر موجب شده است که محدودیت منابع آب از نقطه نظرهای توزیع زمانی و مکانی عامل اصلی محدود کننده برنامه ریزی توسعه اقتصادی کشور باشد. در چنین شرایطی قطعاً ارزش اقتصادی آب و علاوه بر آن ارزش حیاتی آن بسیار چشم گیر است و بنابراین ضرورت توجه خاص به بحث استحصال آب و توسعه و تطبیق آن با شرایط بومی، اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی کشور را مطرح می‌نماید. با توجه به اینکه رطوبت هوا در مناطق ساحلی جنوب کشور در ایام قابل توجهی از سال به بیشتر از ۸۵٪ هم می‌رسد قابلیت آن را دارد که از طریق نصب سیستم‌های جمع کننده آب، آب قابل توجهی جمع‌آوری کرد. مکانیابی صحیح و اصولی برپایه شاخص‌های مؤثر در این فرآیند می‌تواند تا حد زیادی از اتلاف منابع مالی، زمانی، نیروی انسانی و... جلوگیری نماید. پس از تهیه داده‌های هواشناسی، لایه‌های ایجاد شده در GIS با روش بولین وزن دهی شده و در نهایت پس از تلفیق نقشه‌ها مکان‌های مناسب جهت انجام پروژه‌های استحصال آب تعیین می‌شود. در پایان با قرار دادن لایه‌های ساخته شده بر روی هم منطقه مناسب برای ماه‌های تعیین شده مشخص شد.

واژگان کلیدی: مکانیابی، استحصال آب، رطوبت هوا، منطق بولین، GIS

۱- صادق کمالیان (نویسنده مسئول) sadegh.kamalian@gmai.com

مقدمه

توزیع ناهمگی بارندگی در سطح کره زمین باعث پیدایش مشکلاتی در رابطه با کمبود و یا زیاد بودن آب شده است. بطوریکه در بسیاری از مناطق مردم از کم آبی رنج می‌برند در حالیکه در بعضی از نقاط وقوع سیل‌های ناشی از بارندگی زیاد باعث وقوع خسارت‌های مالی و جانی می‌شود. بشر در هر دو حالت سعی بر مبارزه با عوارض این مشکلات دارد. یعنی انرژی و امکانات موجود را در راستای کنار آمدن با این مشکلات مورد استفاده قرار می‌دهد. در مناطق سیل‌خیز، پروژه‌های بزرگ پیش‌بینی زمان و مکان وقوع سیل و روش‌های محافظت از بروز خسارت ناشی از سیل به مورد اجرا در می‌آید. در مناطق خشک کره زمین انرژی و امکانات موجود برای استفاده صحیح و سعی در انتقال آب از سایر نقاط پر آب به آن ناحیه و دیگر پروژه‌های منابع آبی بکار گرفته می‌شود. مبحث کم‌آبی در اکثر مناطق خشک و نیمه خشک معضل بزرگی بشمار می‌رود. امروزه بشر از آخرین فن‌آوری‌های موجود علمی و عملی برای حل این مشکل کمک می‌گیرد. استفاده بهینه از منابع آبی موجود و نیز تلاش در جهت دستیابی به منابع آبی جدید دو راه حل عمده برای رفع نسبی این مشکل معرفی شده‌اند. کشور ایران نیز به دلیل اینکه قسمت اعظمی از آن جزء مناطق خشک و نیمه خشک قرار می‌گیرد از این بلای طبیعی بی نصیب نمانده است و کم آبی همواره باعث بروز مشکلاتی جدی در زمینه‌های مختلف شده است.

استفاده از منابع بالقوه آبی مانند شبنم، سیل، مه، جریان‌های آب زیرقشری، جریان‌های هوای غنی رطوبتی، سطوح آبگیر باران، قنوات، آب‌های زیرزمینی و سازندهای سخت و... از جمله مواردی هستند که در تمدن قدیم ایران و در تاریخ کنونی بسیاری از کشورهای دارای اقلیم سخت جهان، مورد استفاده قرار گرفته‌اند و با هزینه‌های کمتر توانسته‌اند نیاز آبی قابل توجهی را مرتفع سازند. با توجه به اینکه این مطالعه بر روی جزایر استان هرمزگان انجام گرفته است در ایام قابل توجهی از سال شاهد مه و جریان‌های جوی غنی از رطوبت به‌عنوان یک پدیده اقلیمی هستیم که قابلیت آن را دارند تا از طریق توسعه تکنیک‌های مناسب، از جمله نصب سیستم‌های جمع‌کننده آب، بخشی از آب مورد نیاز را مستقیماً تأمین نمایند.

با توجه به پیشرفت تکنولوژی امروزه برخی سازه‌هایی که برای استحصال آب از مه به کار می‌روند می‌توانند برای ٦٠٠ نفر آب جمع آوری کنند (Oliver, 2002: 11).

با توجه به مطالب گفته شده انتخاب مکان مناسب جهت نصب دستگاه‌های جمع‌آوری آب باعث افزایش کارائی دستگاه‌ها و در نتیجه حصول آب بیشتر از منطقه مورد نظر می‌گردد. در این مقاله با در نظر گرفتن پارامترهای سرعت باد و رطوبت نسبی منطقه مناسب جهت انجام پروژه‌های استحصال آب از رطوبت هوا تعیین می‌شود. این امر باعث می‌شود مکانی انتخاب گردد که بهترین شرایط را برای جمع‌آوری آب بیشتر در منطقه داشته باشد. استفاده از GIS در این زمینه باعث کاهش بازدیدهای میدانی و افزایش دقت و صحت کار می‌گردد.

پیشینه

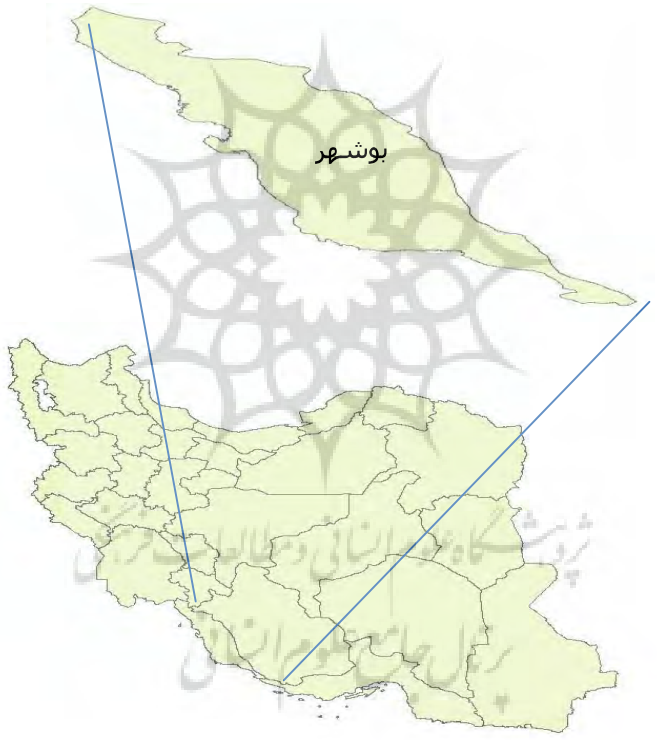
در دوران باستان در برخی مناطق خشم و نیمه خشک بشر برای تأمین آب مورد نیاز خود از جمع آوری آب مه استفاده می‌کرده است. برای مثال بومیان فلسطین در اطراف تاکستان‌های خود دیوارهای کندویی دایره‌ای شکل

می‌ساختند که این دیوارها موجبات استحصال شبنم و مه را در تاکستان فراهم می‌کرد. در آتاکاما و برخی از بیابان‌ها توده‌های سنگی ترتیب داده شده بود، که مه پس از تراکم و تبدیل به آب به پایین سرازیر می‌شد. در جزایر قناری آب جمع آوری شده از شاخ و برگ درختان برای سال‌ها تنها منبع آب برای انسان‌ها و حیوانات به شمار می‌رفت (OLIVER J. 2002). در قرون اخیر مورلت در کوهستان‌های تیبل در طی سال‌های ۱۹۰۱ تا ۱۹۰٤ برای اندازه‌گیری میزان آب مه جمع شده تحقیقاتی را صورت داد. وی با استفاده از دو باران سنج، مه جمع شده از سبزینه‌ها را مورد بررسی قرار داد. در فاصله زمانی از نوامبر ۱۹۰۱ تا نیمه فوریه ۱۹۰۳ یکی از باران سنج‌ها ۱۲٦ میلی متر و دیگری ۲۰۲۸ میلی متر نزولات جوی را نشان می‌داد. این آزمایش‌ها توسط دیگر دانشمندان پیگیری شد و چشمگیرترین آن‌ها در آفریقای جنوبی و نامبیا توسط نگل طی سال‌های ۱۹۵۹ تا ۱۹٦۲، شات ۱۹۷۱، شولز ۱۹۷۵، نیمان ات آل ۱۹۷۸ و اسنو ۱۹۸۵، انجام شد. همه این آزمایش‌ها نشان‌دهنده پتانسیل بالای مه به عنوان یک منبع آب بود. به طور معمول مناطق مورد نظر برای اجرای پروژه نواحی بیابانی می‌باشد که در صورت کمبود منابع آب از آب مه استفاده می‌کنند. هم چنین این طرح در جزایر و مناطق کوهستانی که با کمبود منابع آب زیر زمینی مواجهند بهره گرفته می‌شود. جمع کننده ترجیحاً در مناطق مرتفع، پشته‌ها و یا قله کوه‌ها و مکان‌هایی که بادهای قوی برای هدایت مه به طرف صفحات شبکه‌ای وجود داشته باشد قرار می‌گیرد. یکی از شرایط لازم برای اجرای طرح استحصال آب از مه، وجود باد مناسب برای جابجایی ابرهای با ارتفاع کم می‌باشد. شرایط توپوگرافی منطقه باید به گونه‌ای باشد که امکان جذب بخارات وجود داشته باشد. برای استحصال مه، ساحلی کم ارتفاع، تپه‌ها یا توده‌های شنی مناسب می‌باشد ولی برای استحصال ابرهای با ارتفاع بیشتر، کوهستان‌های بلند مد نظر است. ابرهای دریایی بیشتر در مناطق ساحلی و بر اثر تبخیر مشاهده می‌شود و به تدریج در مناطق دور از ساحل منتشر می‌شوند. بنابراین اغلب فاصله جمع کننده‌ها را از دریا ۵ تا ۲۵ کیلومتر در نظر می‌گیرند. در نواحی بسیار مرتفع که ابرها از نوع کوهستانی هستند، فاصله از دریا مطرح نمی‌شود. در ارزیابی پروژه و بررسی پتانسیل مکان استحصال، غلظت مه یکی از عوامل مهم می‌باشد. در ارزیابی امکان اجرای استحصال مه ذکر این نکته ضروری است که در صورت وقوع مه غلیظ حتماً میزان تولید آب بالا نخواهد بود. منشأ مه، سرعت باد در هنگام وقوع مه و ارتفاع از سطح دریا از عوامل مؤثر برمیزا ن آب جمع آوری شده می‌باشد. بنابراین انتخاب محل مناسب از عوامل مهم در موفقیت پروژه استحصال مه می‌باشد. طبق گزارشات در ادامه گسترش طرح اجرایی در یمن رشته کوه‌های این منطقه در ارتفاعات بیش از دو هزار متر از شمال (عربستان صعودی) تا جنوب (عدن) دارای پتانسیل بالای اجرای پروژه می‌باشد (بذرکار و همکاران،۱۳۸٦).

جزایرخلیج فارس در ایران نیز دارای خصوصیات تقریباً مشابه با این مناطق می‌باشد. بنابراین ارزیابی این نقاط برای استحصال مه قابل تأمل است. از آب حاصل می‌توان در بخش‌های مختلف مثل احیا جنگل‌ها، مصارف بهداشتی، کشاورزی و تولید انرژی در راه اندازی توربین‌های کوچک بهره گرفت. یکی از معایب پروژه‌های استحصال مه آن است که اگر چه با استفاده از داده‌های اقلیمی و جغرافیایی می‌توان منطقه مناسب برای اجرای پروژه را انتخاب کرد، اما اجرای طرح‌های آزمایشی برای برآورد میزان تولید آب ضروری می‌باشد. بنابراین اجرای پروژه در ایران نیازمند حمایت مالی و همکاری کارشناسان می‌باشد (بذرکار و همکاران،۱۳۸٦).

معرفی منطقه مورد مطالعه

بوشهر از استان‌های جنوبی ایران است که در حاشیه خلیج فارس قرار دارد (شکل ۱). این استان با مساحتی حدود ۲۷٦۵۳ کیلومتر مربع؛ از شمال به استان خوزستان و کهکیلویه و بویراحمد، از جنوب به خلیج فارس و استان هرمزگان، از شرق به استان فارس و از غرب به خلیج فارس محدود است. استان بوشهر با خلیج فارس بیش از ششصد کیلومتر مرز دریایی دارد و از اهمیت راهبردی و اقتصادی قابل توجهی برخوردار است. استان بوشهر دارای ۹ شهرستان به نام‌های: بوشهر (مرکز استان)، تنگستان، دشتستان، دشتی، دیر، کنگان، گناوه و جم می‌باشد .این منطقه به دلیل نزدیکی به خط استوا و کمی ارتفاع به طور کلی دارای آب و هوای گرم است که در داخل استان گرم و خشک و در سواحل گرم و مرطوب می‌باشد. حداکثر مطلق دمای استان بالاتر از ۵۰ درجه سانتیگراد و حداقل مطلق درجه حرارت به کمی کمتر از ۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. میانگین دمای سالانه بوشهر حدود ۲۵ درجه سانتیگراد است .



شکل ۱: موقعیت استان بوشهر

منبع: نگارندگان

میانگین بارش سالانه استان بوشهر ۲۲۰ میلیمتر است که بیشتر در فصول پاییز و زمستان روی می‌دهد. به طور کلی استان بوشهر ٦ ماه از سال گرم، دو ماه تقریباً معتدل تا سرد و حدود چهار ماه از سال معتدل تا گرم می‌باشد. نم موجود در ساحل دما را تا حدودی متعادل می‌کند اما درصد رطوبت در برخی از ماه‌ها چنان بالا می‌رود که به حد اشباع می‌رسد. از رطوبت ۷۰٪ به بالا چنان چه دمای هوا مقداری باشد که با کمترین دما به نقطه شبنم برسیم، اشباع و بارش خواهیم داشت و هم چنین ناگل (۱۹۵٦) وزش باد با سرعت ٤ متر بر ثانیه و مانتیت (۱۹۵۷) وزش باد

ملایم با سرعت کمتر از ۵ متر بر ثانیه را جهت استحصال آب از مه و رطوبت هوا مناسب می‌داند (اسفندیارنژاد و همکاران،۱۳۸۸). با توجه به این مطالب نیاز به بررسی این استان از نظر عوامل مؤثر در استحصال آب از رطوبت هوا احساس می‌شود. بنابراین چنانچه مناطقی از استان پتانسیل استحصال آب از رطوبت هوا را داشته باشند می‌توان در مواقع کم آبی بخصوص در فصل تابستان که به آب بیشتری نیاز بوده، آب قابل توجهی جمع‌آوری و مورد استفاده قرار داد.

داده‌ها از ایستگاه‌های هواشناسی بندر بوشهر، بندر دیر، بندر دیلم، ایستگاه ساحلی بوشهر و کنگان جم جمع آوری شده است. با توجه به بررسی میانگین داده‌ها در طول دوره آماری تنها ۳ ماه از سال یعنی ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر از نظر رطوبت نسبی (رطوبت بالای ۷۰٪) و سرعت باد (کمتر از ۵m/s) دارای شرایط مناسب هستند. شیوه انجام تحقیق به این صورت است که در ابتدا داده‌ها به صورت لایه‌های اطلاعاتی به فرمت shape file تبدیل شد. در مجموع ٦ shape file خواهیم داشت که ۳ shape file مربوط به رطوبت نسبی و ۳ shape file مربوط به سرعت باد است. در این تحقیق میان یابی به روش IDW انجام شد. در تصویر زیر عملیات میان یابی سرعت باد در ماه دسامبر به عنوان مثالی قرار داده شده است (شکل ۲).

شکل (۲): میان یابی سرعت باد (دسامبر)

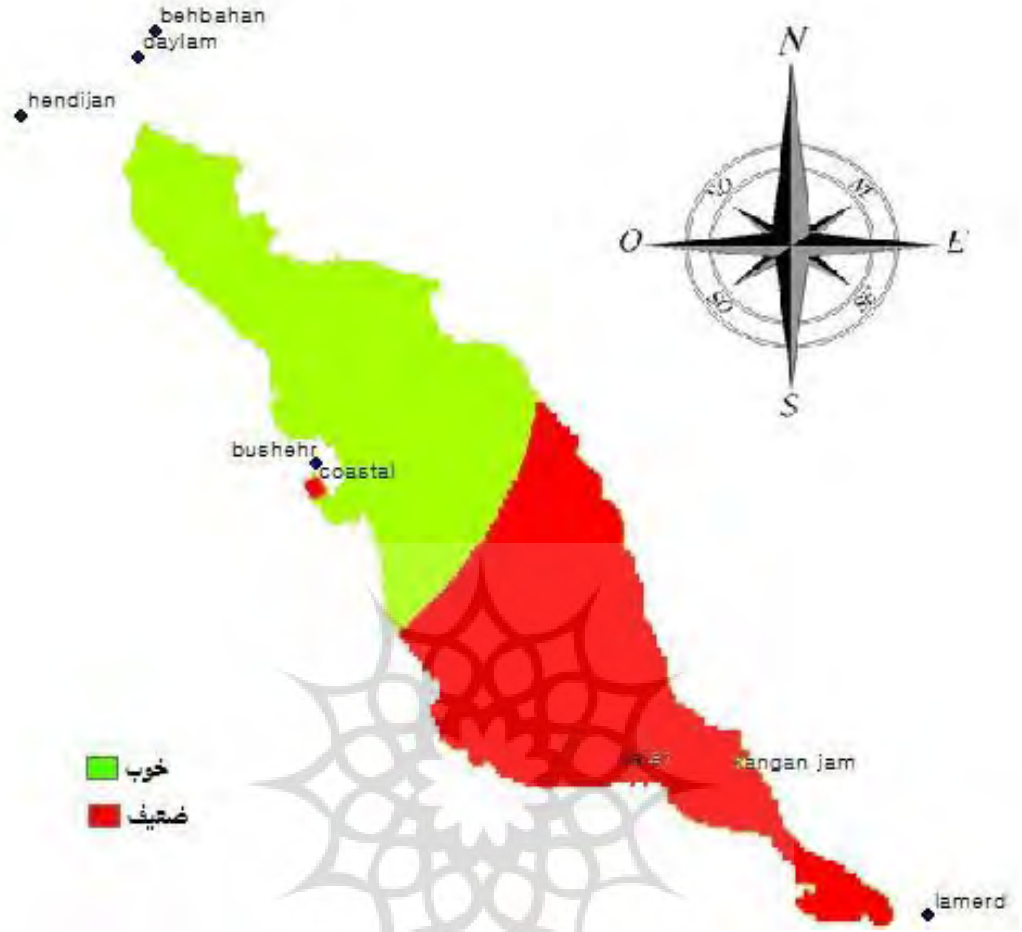
منبع: نگارندگان

پس از Georeferenc کردن لایه مرز استان بوشهر، توسط ابزار Extract by mask نقشه‌های میان یابی شده در مرز استان محدود شدند (مثال: شکل ۳).

شکل (۳): نقشه تعیین مرز شده سرعت باد (دسامبر)

منبع: نگارندگان

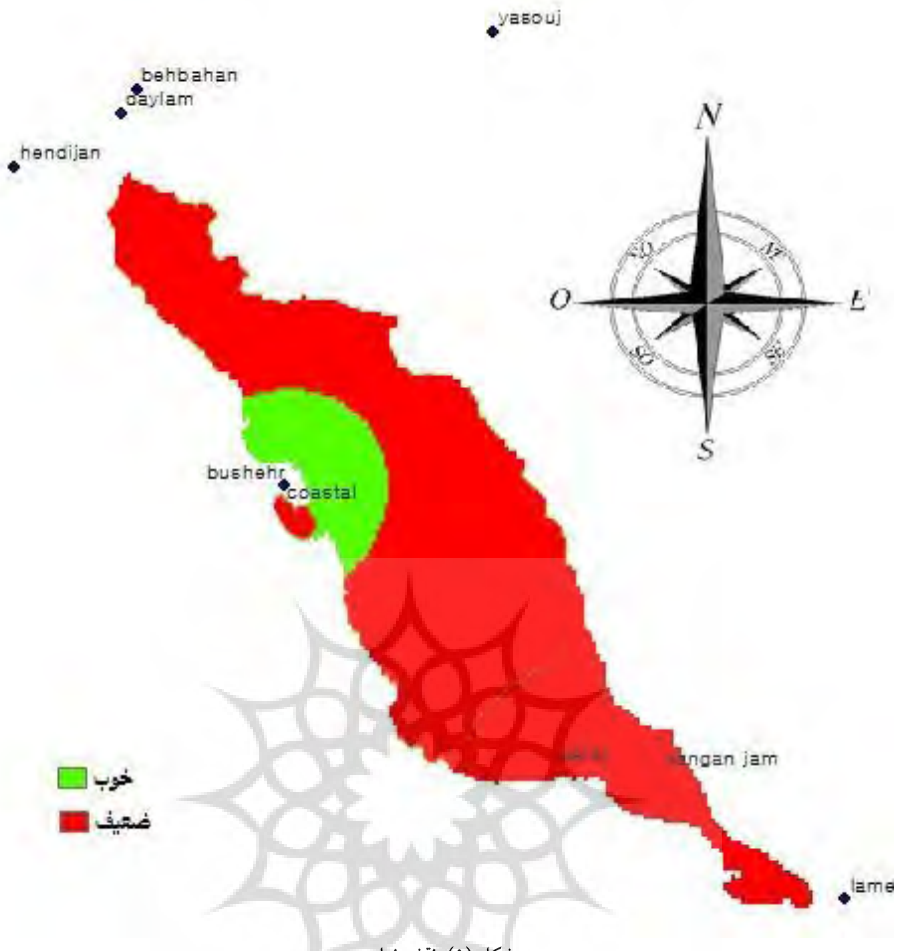
پس از تبدیل نقشه‌ها به shape file، لایه‌ها به روش بولین وزن دهی و هم پوشانی می‌شوند. در مدل منطق بولین وزن دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی بر اساس صفر و یک می‌باشد، یعنی در نقشه‌های پایه، هر واحد از نظر رطوبت نسبی و سرعت باد یا مناسب است، یا نامناسب و حد وسطی وجود ندارد (مثال: شکل ٤).



شکل (٤): لایه وزن دهی شده با روش بولین (دسامبر)

منبع: نگارندگان

در نقشه‌های نهایی و تلفیق یافته‌ها نیز هر پیکسل یا مناسب یا نامناسب تشخیص داده می‌شود. این مدل دارای اپراتورهای NOT، AND و OR می‌باشد. براساس نظریه مجموعه‌ها، اپراتور AND اشتراک و اپراتور OR اجتماع مجموعه‌ها را استخراج می‌نماید. یعنی در اپراتور AND فقط پیکسلی که در تمامی نقشه‌های پایه ارزش یک دارد در نقشه نهایی ارزش یک خواهد داشت و جزء مناطق مناسب قرار می‌گیرد. اما در اپراتور OR پیکسلی که فقط از نظر یک نقشه پایه مناسب بوده و ارزش یک داشته باشد و از لحاظ سایر لایه‌های اطلاعاتی دارای ارزش صفر باشد در نقشه خروجی و تلفیق یافته ارزش یک داشته و مناسب تشخیص داده می‌شود (قرمزچشمه و همکاران،۱۳۷۹). با توجه به لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده و هدف تحقیق، اپراتور OR در تلفیق لایه‌ها مورد استفاده قرار نگرفت و نقشه‌های پایه با استفاده از اپراتور AND تلفیق شدند و نقشه مکان‌های مناسب نصب سیستم‌های جمع آوری آب به دست آمد (شکل ۵).



شکل (۵): نقشه نهایی

منبع: نگارندگان

بحث و نتیجه‌گیری

بر طبق تحقیقات انجام شده در استان هرمزگان که شرایط آب و هوایی بسیار مشابهی با استان بوشهر دارد میزان آب موجود در یک متر مکعب هوا در بندر عباس به ترتیب در خشک‌ترین ماه سال ۱۶.۲ گرم در ماه‌های با رطوبت متوسط ۱۷.۵ گرم و در ماه‌های مرطوب سال به ۱۹.۵ گرم بر متر مکعب می‌رسد (اسفندیارنژاد، ۲۰۱۰، صفحه ٤). در نتیجه با توجه به اهمیت و ارزش بالای آب در این مناطق، استفاده از روش‌های نوین همچون استحصال آب از مه می‌تواند بخشی از نیاز این مناطق به آب را برطرف و در کوتاه مدت هزینه‌های صورت گرفته در این گونه پروژه‌ها را بازگرداند. از آنجا که در این مقاله از دو عامل رطوبت و سرعت باد استفاده شده بود و با توجه به نقشه نهایی، از بین ۵ ایستگاه انتخاب شده، بهترین مکان برای انجام پروژه‌های استحصال آب از مه و رطوبت هوا بر اساس مدل بولین در استان بوشهر، ایستگاه بوشهر می‌باشد. البته احتمال انجام این پروژه در مناطق دیگر نیز وجود داشت اما به دلیل اینکه منطق بولین فقط و فقط تکیه بر دو پاسخ اصلی دارد و انعطاف پذیری کمی نسبت به سایر روش‌ها دارد مناطق به شدت محدود شده‌اند اما از طرفی ریسک پذیری این مدل بسیار پایین است یعنی مناطق مشخص شده به احتمال بالا پاسخ گوی نیاز ما خواهند بود.

منابع

اسفندیارنژاد، امیر و همکاران، گزارش نهایی مطالعات استحصال آب از مه و رطوبت هوا درمناطق ساحلی (مطالعه موردی هرمزگان)، مهر ۸۸.

قرمزچشمه، باقر و همکاران، ۱۳۷۹، تعیین شاخص‌های مورد نیاز در مکان یابی پخش سیلاب- مطالعه موردی دشت میمه اصفهان، مجموعه مقالات دومین همایش سراسری دست آوردهای طرح آبخوان داری.

مهدوی، مسعود و همکاران، ۱۳۸۵، پهنه‌بندی بخش مرکزی ورزقان برای مکان یابی مراکز خدمات روستایی با استفاده از GIS، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۵.

عادلی، محسن و همکاران،۲۰۰۷، مکان یابی ایستگاه‌های آتش نشانی شهر گرگان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، اولین کنفرانس GIS شهری، دانشگاه شمال.

اسکندری، رؤیا و همکاران، ۱۳۹۰، مکان یابی محل دفن پسماندهای خطرناک با استفاده از GIS و تحلیل چند متغیره (MCDM) در ایران مرکزی، هفتمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود.

CERECEDA, P and SCHEMENAUER, RS, (1988), The role of topography and wind flow in high elevation fog water collection. Paper presented at the 3Int. Conf. on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Buenos Aires, Brazil.

J Olivier, (2002), Fog-water harvesting along the West Coast of South Africa: A feasibility study, ISSN 0378-4738 = Water SA Vol. 28 No. 4 October 2002

A.Esfandiarnejad, 2010, Feasibility studies for water harvesting from fog and atmospheric moisture in Hormozgan coastal zone (south of Iran), 5th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew Münster, Germany, 25–30 July 2010 FOGDEW2010-2c Author(s) 2010

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی