

بررسی اکولوژی مالاریا در شهرستان بندرعباس با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی (GIS)

علیرضا پیرمرادی^۱، مهتاب نوری فرد^۲، *عبدالرضا صلاحی مقدم^۳

تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۹۰/۱۰/۴

تاریخ اعلام وصول: ۹۰/۷/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: مالاریا یکی از بیماری‌های واگیردار مهم در جهان و در جنوب ایران است. برای درک بهتر اکولوژی مالاریا در جنوب ایران، این مطالعه در شهرستان بندرعباس با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی صورت گرفت. **مواد و روش‌ها:** متغیرهای ضروری برای مدل سازی مالاریا از مراکز رسمی کشور تهیه شده و سپس نقشه سازی آن‌ها با توجه به عناصر مربوطه صورت گرفت. بعد از آن با روش مقایسه زوجی که قسمتی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌باشد، به هر یک از فاکتورها وزنی داده شد و در انتها مدل پیش بینی با استفاده از روش هم‌پوشانی شاخص نوع دوم تهیه شده و نقشه مناطق پر خطر ایجاد گردید، همچنین نقشه مناطق پر خطر با به کارگیری قوانین استنتاجی و اپراتورهای فازی و در نهایت مدل همپوشانی فازی نیز تهیه گردید. سپس نتایج به دست آمده با نقاط جمعیتی و آمار مالاریا گزارش شده مورد بازبینی قرار گرفت. این مطالعه برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی می‌باشد.

یافته‌ها: برای مناطق پر خطر برنامه کنترل مالاریا با ملاحظات محیط زیستی ارائه شده است. همچنین مدل‌های به دست آمده با محاسبه‌های ریاضی مرتبط ارائه شده است تا در الگوهای پیش بینی مورد استفاده قرار گیرد.

بحث و نتیجه‌گیری: شیوع مالاریا در منطقه دارای الگو می‌باشد و می‌توان با استفاده از مدل‌های ریاضی پس از یافتن جزئیات الگوی فوق سیستم اعلام خطر انتقال مالاریا را پیش بینی کرد.

کلمات کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، مالاریا، اکولوژی، هم‌مرزگان، ایران

مقدمه

(۳). هنوز تلفات مالاریا حدود نصف از تلفات ایدز در جهان است (۴). در کشور ما نیز مالاریا یکی از معضلات قدیمی کشور بوده است که گزارش‌های علمی آن به سال ۱۳۰۳ باز می‌گردد (۵) و از همان سال‌ها روش‌های مبارزه با مالاریا اعم از وارد کردن ماهی کوبایی گامبوزیا از روسیه گرفته تا استفاده گسترده از سموم شروع شد (۶). این در حالی است که استفاده از سموم مورد استفاده در مبارزه با مالاریا می‌تواند عوارض بدخیمی بر سلامتی و محیط زیست داشته باشد (۷). این عوارض ممکن است، شامل: دیابت (۸) تجمع سم در بافت پستان و سرطان پستان (۹)، سرطان‌های از پانکراس به دلیل مصرف شیر آلوده به سم (۱۰) و بسیاری عوارض دیگر باشد. زیرا

بنابر گزارش سایت سازمان جهانی بهداشت (<http://www.who.int>)، قابل دسترسی در سال ۲۰۱۰، مالاریا مهم‌ترین بیماری انگلی جهان ماست (۱). حدود ۳/۳ میلیارد نفر از مردم جهان که حدود نیمی از جمعیت نوع بشر را تشکیل می‌دهند در محدوده خطر مالاریا زندگی می‌کنند و سالانه حدود یک میلیون انسان در جهان جان خود را به دلیل ابتلا به مالاریا از دست می‌دهند (۲). در سال ۲۰۰۹، ۱۰۸ کشور جهان با مشکل مالاریا مواجه بوده‌اند. ۱/۷ میلیارد دلار هزینه مبارزه با این بیماری در سطح بین‌المللی بوده است در حالی که در حال حاضر پس از سال‌ها مبارزه با بیماری مالاریا پیشرفت داشته است

۱- پژوهشگر، ایران، تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور، کارشناسی ارشد GIS و محیط زیست

۲- استادیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی آجا، دانشکده پزشکی، گروه بیماری‌های عفونی و گرمسیری

۳- استادیار، بندرعباس، ایران، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، دانشکده پزشکی، گروه پاتوبیولوژی (*نویسنده مسئول)

تلفن: ۰۲۱-۸۸۳۳۸۰۰۲ آدرس الکترونیک: asmoghaddam@armyums.ac.ir

مؤثرتر آن مانند عوامل اقلیمی، پوشش‌های گیاهی، توپوگرافی منطقه، عوارض آبی و شدت تاثیر آن‌ها بر مالاریا است. بنابراین به نظر می‌رسد برای به دست آوردن این عوامل و تهیه مدل پیش بینی بیماری مالاریا لازم است تا مطالعات موردی انجام گیرد تا بتوان محدوده‌هایی که دارای پتانسیل شیوع بیماری می‌باشند، مشخص شده و برای جلوگیری از آسیب‌های بهداشتی، اکولوژیکی و محیط زیستی، مدیریت و برنامه‌ریزی انجام شود (۲۰). به همین دلیل این مطالعه از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ در شهرستان بندرعباس انجام شد. استان هرمزگان با وسعت حدود ۷۱۱۹۳ کیلومتر مربع؛ معادل ۴/۳ درصد مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. شهرستان بندرعباس با جمعیت بیش از ۵۱۵۰۰۰ در سال ۱۳۸۶ و وسعت ۱۰۱۲۱/۵۵۴ کیلومتر مربع در ۵۵ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی حداقل، ۵۶ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی حداکثر، ۲۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی حداقل و ۲۷ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی حداکثر در شمال جزیره قشم و در کنار خلیج همیشگی فارس قرار دارد. شهرستان بندرعباس دارای دو نوع شرایط آب و هوایی گرم و خشک در نواحی کوهستانی و گرم و مرطوب در نواحی ساحلی و جلگه‌ای می‌باشد که در کناره‌های دریا، به علت وجود رطوبت از شدت دما در روز و کاهش شدید آن در شب جلوگیری به عمل می‌آید. فصل تابستان در این شهرستان به مدت ۹ ماه ادامه دارد و به تدریج از اوایل آبان ماه از گرمای هوا کاسته می‌شود. شرایط آب و هوایی این شهرستان به گونه‌ای است که در مناطق ساحلی در تمام اوقات سال و در مناطق کوهستانی حداقل ۹ ماه از سال خطر انتقال مالاریا وجود دارد (۲۱).

مواد و روش‌ها

متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه، عبارتند از: درجه حرارت، رطوبت و میزان بارندگی، ارتفاع و توپوگرافی محیط، مانداب‌ها، باتلاق‌ها، استخرها و مسیل‌ها، نهرها و رودخانه‌ها، پوشش‌های گیاهی، جمعیت ساکنین، جمع‌آوری داده‌های مکانی و توصیفی مورد نیاز (۲۲) برای مطالعه اکولوژی پشه ناقل (۲۳).

داده‌های مکانی مورد نیاز، شامل: مانداب، استخر، نهر و جوی، مسیل، رودخانه، چاه آب، گودال، جنگل، نخلستان، باغ و پارک از پایگاه اطلاعات توپوگرافی ملی ایران در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ با فرمت

سموم به راحتی وارد چرخه‌های زیستی شده و در محیط زیست انسان به حرکت در می‌آیند نمونه بارز آن آلودگی ماهیان (۱۱) و سایر حیوانات (۱۲) به سموم است. بدیهی است که شاید اندازه سم برای مرگ حیوان کافی نباشد اما صیاد آن حیوان که ممکن است انسان باشد به دلیل مصرف چندین صید آلوده ممکن است در معرض خطر قرار گیرد (۱۳). در مدل‌های حیوانی دیده شده است که سم ممکن است از مادر شیرده به نوزاد کم وزن شیرخوار نوشانده شود که در این صورت نیز مخاطرات خاص خود قابل تصور است (۱۴، ۱۵)، از سویی نیز خطر بازگشت مالاریا چنان قابل توجه است که نمی‌توان اختلالی در امر مبارزه و سم پاشی ایجاد نمود و لازم است تا با استفاده از روش‌های نوین فن آوری مکانی، بالاترین بازدهی را در انتخاب بهترین محل سم پاشی داشته و کمترین میزان را در مصرف سم داشته باشیم. استفاده از سیستم اطلاعات مکانی (Geospatial Information System, GIS) در دهه‌ی ۸۰ و ۹۰ میلادی گسترش زیادی یافت و اکنون با توجه به پیشرفت‌های خیره‌کننده فن آوری می‌توان گفت که GIS به دوران بلوغ خود رسیده است. سامانه اطلاعات مکانی با داشتن خصوصیتی مانند قابلیت اخذ و تبادل داده‌ها از منابع مختلف، سازماندهی، دریافت و نمایش به هنگام اطلاعات، تجزیه و تحلیل داده‌های گوناگون و امکان ارائه خدمات چند منظوره، افق‌های جدیدی را به روی محققان و عموم مردم گشوده است (۱۶).

سامانه‌های اطلاعات مکانی (GIS) تلفیقی هستند از نرم افزارها، سخت افزارها و داده‌هایی برای دریافت، مدیریت، آنالیز و نمایش تمام فرم‌های اطلاعات مکان مرجع GIS به ما امکان می‌دهد تا داده‌های فوق را مشاهده کرده، درک کنیم، سوال طرح کنیم و تفسیر نموده و در بسیاری موارد روابط و الگوها و روندهای حاکم بر پدیده‌های فوق را در قالب نقشه، کره، گزارش و جداول به صورت بصری ارائه نماییم (۱۷). یکی از قابلیت‌های مهم GIS، در همپوشانی لایه‌های مختلف و ایجاد شرایط لازم برای برنامه ریزی است. هم‌پوشانی لایه‌ها، دارای مدل‌های ریاضی می‌باشد (۱۸) که از انواع آن می‌توان به مدل همپوشانی شاخص (Index Overlay) و مدل منطق فازی (Fuzzy Logic Model) اشاره نمود (۱۹). ارائه مدل مناسب برای پیش بینی شیوع بیماری مالاریا با استفاده از GIS مستلزم شناخت کامل و صحیح متغیرها و پارامترهای محیطی

مذکور، یک لایه نقطه‌ای در فرمت Shapefile در نرم افزار ArcGIS ایجاد شد. سپس با استفاده از مدل‌های ریاضی درون‌یابی معکوس وزن فاصله (IDW (Inverse Distance Weighted) و اسپیلاین (Spline) سطوحی ایجاد شد که نشان دهنده میزان تغییرات دما و رطوبت نسبی در هر مکان شهرستان بندرعباس بود.

بعد از ایجاد فاکتورهای دما و رطوبت نسبی، طبقه بندی روی آن‌ها انجام گرفت و بر اساس محدوده‌های مناسب دمای متوسط و رطوبت نسبی متوسط برای رشد و فعالیت پشه به هر یک از کلاس‌ها ارزشی بین ۱ تا ۱۰ داده شد. (۱ برای کم خطرترین و ۱۰ پر خطرترین) فاکتور ارتفاع: برای فاکتور ارتفاع، با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) تهیه شده و ارتفاعات را به چند کلاس طبقه بندی کرده و با توجه به رنج‌های مناسب ارتفاع برای رشد و فعالیت پشه به هر یک از کلاس‌ها ارزشی بین ۱ تا ۱۰ اختصاص پیدا نمود.

هر یک از فاکتورهای نام برده شده، در مدل سازی دارای نقش و وزن یکسانی نمی‌باشند. بنابراین برای مشخص نمودن اهمیت هر فاکتور لازم است که وزن هر یک از آن‌ها مشخص گردد. در این تحقیق برای انجام عملیات وزن دهی به فاکتورها به روش مقایسه زوجی از نرم افزار Expert Choice ver. ۱۲ استفاده شده است. بعد از تهیه نقشه فاکتورهای مؤثر و طبقه بندی مجدد آن‌ها به علت این که نقشه فاکتورهای مؤثر به طبقات مختلف تقسیم بندی شده و به هر کلاس ارزشی بین ۱ تا ۱۰ داده شده است. بنابراین تمامی فاکتورها با هم از روش همپوشانی شاخص نوع دوم روی هم گذاری شده‌اند و در نهایت مدل و نقشه پیش بینی از نظر شیوع بیماری تهیه گردید. همچنین با استفاده از نرم افزار ArcGIS Spatial Analyst هر یک از فاکتورهای مؤثر در مدل پیش بینی از طریق تابع درجه عضویت دوزنقه‌ای فازی شدند. بعد از فازی شدن هر یک از فاکتورها به وسیله اپراتورهای فازی و قوانین استنتاجی، مدل و نقشه پیش بینی از نظر شیوع بیماری نیز با استفاده از مدل منطبق فازی تهیه گردید.

یافته‌ها

الف) یافته‌ها با توجه به مدل همپوشانی شاخص نوع دوم نقشه‌های ۱ تا ۱۰ بیانگر نتایج حاصل از این تحقیق بوده است. نتایج نشان داد میزان دما و رطوبت نسبی در رنج مطلوب برای فعالیت پشه آنوفل می‌باشد. در نقشه‌های ۱ و ۲ میزان تغییرات متوسط دما

و مدل رقومی ارتفاعی (DEM - Digital Elevation Model) محدوده مورد مطالعه نیز با دقت ۱۰ متر از سازمان نقشه برداری کشور استفاده شده است.

اطلاعات مربوط به مرزهای تقسیمات سیاسی، شامل: مرز شهرستان بندرعباس، مرز بخش‌ها و دهستان‌ها و همچنین نقاط آبادی‌ها و اطلاعات جمعیتی از دفتر آمار و اطلاعات معاونت برنامه ریزی استانداری هرمزگان با فرمت Shapefile تهیه گردیده است.

تهیه نقشه فاکتورها و طبقه بندی مجدد (Reclassification) داده‌ها:

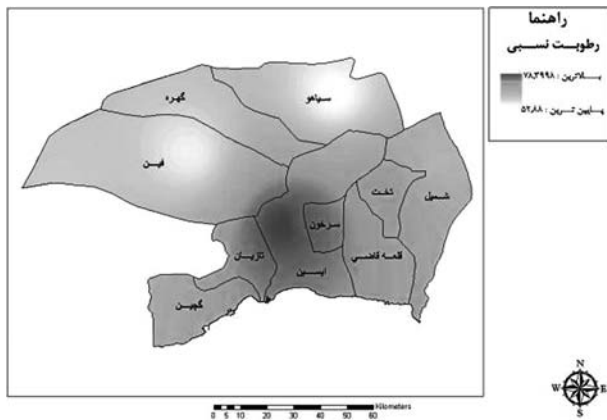
فاکتور سطح آبی: جهت پیش بینی محل تخم گذاری پشه آنوفل و محدوده خطر، برای هر یک از سطوح آبی، گودال‌ها و چاه‌های آب نقشه‌های فاصله‌ای تهیه گردید. با توجه به این که پشه آنوفل اغلب دو تا سه کیلومتر بیشتر از محل زاد و ولد خود دورتر نمی‌شود، برای هر یک از فاکتورهای ذکر شده نقشه فاصله‌ای به شعاع دو کیلومتر با استفاده از نرم افزار جانبی ArcGIS Spatial Analyst تهیه گردیده است. برای طبقه بندی محدوده‌های ۲ کیلومتری هر یک از فاکتورهای سطوح آبی، با توجه به این که هر اندازه از مکان عارضه دورتر شویم احتمال خطر کمتر می‌شود، هر یک از نقشه‌های فاصله ایجاد شده را به چند کلاس طبقه بندی کرده و با توجه به اهمیت هر یک از کلاس‌ها ارزشی بین ۱ تا ۱۰ به آن‌ها داده شد.

فاکتور پوشش گیاهی: محدوده‌های پوشش گیاهی در شهرستان بندرعباس، شامل: جنگل، نخلستان، باغ و پارک می‌باشد. به علت این که هر یک از لایه‌های پوشش گیاهی نقش یکسانی در مدل پیش بینی ایفا می‌کنند، با استفاده از تابع تحلیلی ادغام در نرم افزار ArcGIS لایه‌های مذکور با هم یکی شده، سپس نقشه فاصله‌ای به شعاع دو کیلومتر برای عوارض لایه جدید ایجاد و مانند سطوح آبی طبقه بندی مجدد روی آن‌ها انجام پذیرفت.

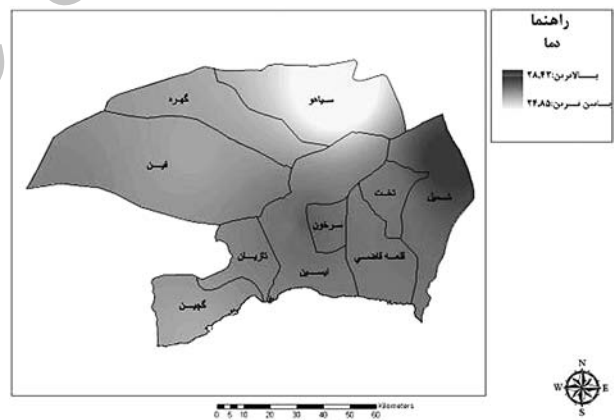
فاکتورهای دما و رطوبت: برای فاکتورهای دما و رطوبت از ۸ ایستگاه هواشناسی موجود در محدوده مورد مطالعه، استفاده شده است. این اطلاعات از شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان هرمزگان تهیه شد و شامل مختصات جغرافیایی هر ایستگاه، متوسط درجه حرارت و متوسط رطوبت نسبی طی یک دوره ۷ ساله آبی (از مهرماه ۱۳۸۰ لغایت مهرماه ۱۳۸۷) بوده است. با استفاده از اطلاعات

سطح کامل مسطح (کنار خلیج فارس) تا ارتفاعی بیش از ۳۲۰۰ متر (شمال شهرستان بندر عباس در دهستان سیاهو) را شامل می‌گردد. با توجه به این که تقریباً در ارتفاع بیش از ۲۵۰۰ متر پشه آنوفل یافت نمی‌گردد، روی مدل رقومی ارتفاعی یک طبقه بندی مجدد انجام گرفت. بر این اساس برای کلاس‌های مختلف ارتفاع ارزشی بین ۱۰ تا ۱۰۰ داده شد. (۱ کم خطرترین و ۱۰ پر خطرترین) در شکل ۵ نقشه طبقه بندی شده مجدد مدل رقومی ارتفاعی نمایش داده شده است. همان طور که مشهود است اغلب محدوده مورد مطالعه دارای ارزش ۱۰ و ۸ می‌باشند. این بدین معنی است که از لحاظ ارتفاعی تقریباً محدوده مورد مطالعه برای فعالیت پشه مناسب است. سطوح آبی مورد بررسی در این تحقیق، شامل: مانداب، استخر، مسیل، نهر، رودخانه، چاه آب و گودال می‌باشد. در نقشه شماره ۶ عوارض آبی ذکر شده در محدوده مورد مطالعه نمایش داده شده است. با استفاده از عوارض سطوح آبی نقشه‌های فاصله برای هریک از عوارض ذکر شده تهیه گردید. در نقشه شماره ۷ به عنوان

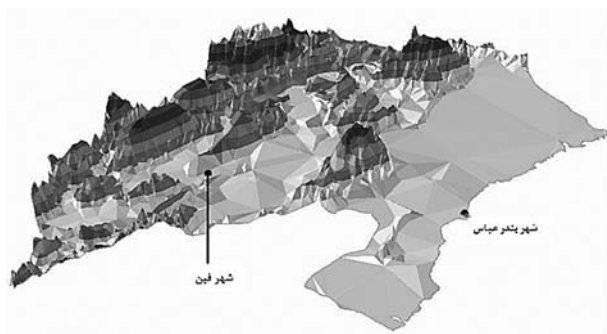
و رطوبت نسبی در محدوده مورد مطالعه مشخص گردیده است. همان طور که مشخص است، بالاترین دما در شرق و کمترین دما در شمال شهرستان بندرعباس بوده و رطوبت نسبی در جنوب و مرکز شهرستان بیشتر از شمال و شمال غرب می‌باشد. با توجه به این که درجه حرارت بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد و رطوبت در حدود ۶۰٪ بهترین وضعیت برای فعالیت پشه آنوفل می‌باشد، روی نقشه فاکتورهای ایجاد شده طبقه بندی مجددی انجام پذیرفت. بر این اساس برای کلاس‌های مختلف دما و رطوبت ارزشی بین ۱۰ تا ۱۰۰ داده شد. (۱ کم خطرترین و ۱۰ پرخطرترین) همان طور که گفته شد به علت مساعد بودن دما و رطوبت نسبی در محدوده مورد مطالعه، ارزش طبقات در نظر گرفته شده بالای مقدار ۷ می‌باشد. مدل رقومی ارتفاعی تهیه شده با دقت حداکثر خطا ۱۰ متر در نقشه شماره ۳ و به صورت دید سه بعدی در شکل ۴ نشان داده شده است. همان طور که در شکل‌های ۳ و ۴ مشخص است تغییرات ارتفاعی در محدوده مورد مطالعه زیاد می‌باشد. به طوری که از



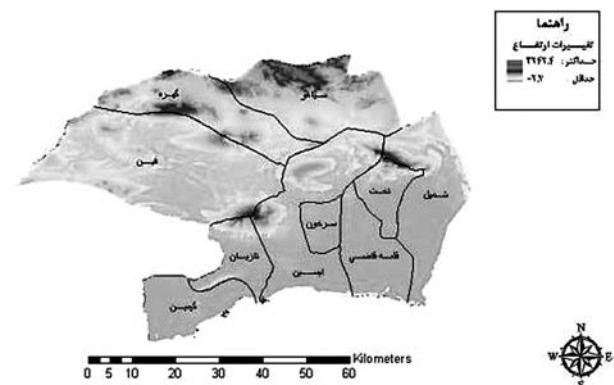
شکل ۲- نقشه تغییرات رطوبت نسبی هوا در شهرستان بندرعباس ۱۳۸۷



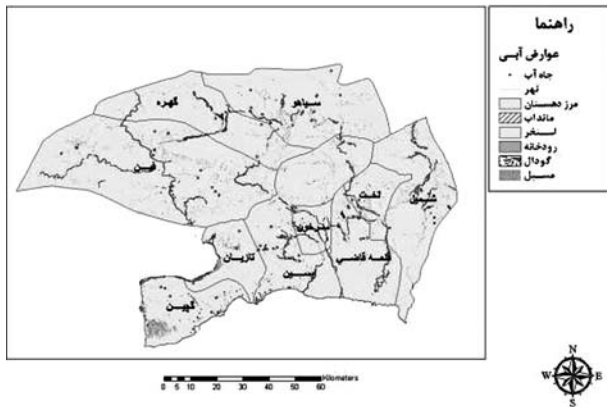
شکل ۱- نقشه تغییرات متوسط دما در شهرستان بندرعباس ۱۳۸۷



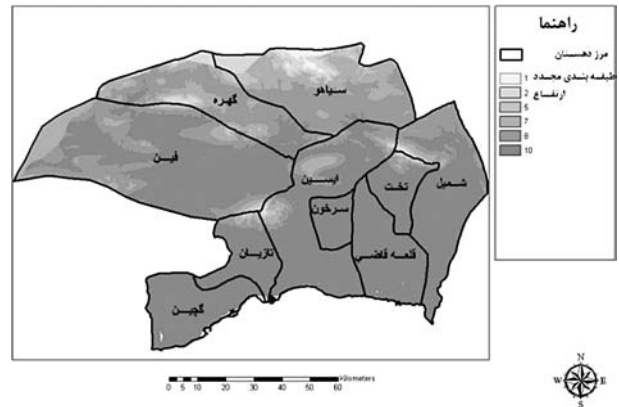
شکل ۴- مدل رقومی ارتفاعی به صورت دید سه بعدی



شکل ۳- مدل رقومی ارتفاعی در شهرستان بندرعباس



شکل ۶- نقشه عوارض آبی در شهرستان بندرعباس



شکل ۵- نقشه طبقه بندی مجدد ارتفاع در شهرستان بندرعباس

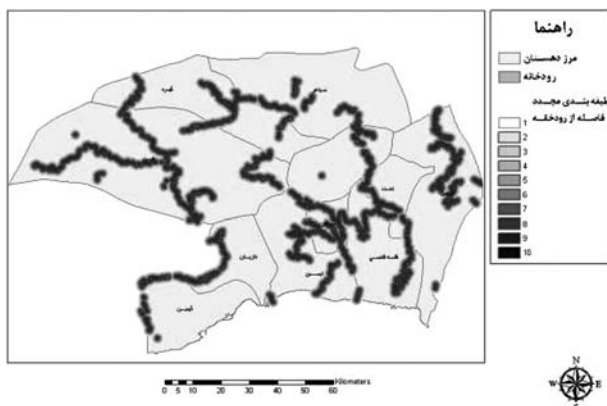
یکسانی در مدل پیش بینی دارند بنابراین لایه‌های فوق با هم ادغام گردیده‌اند. در شکل ۹ پراکندگی تمامی پوشش گیاهی که با هم ادغام شده‌اند، در محدوده مورد مطالعه نمایش داده شده است. با استفاده از عوارض پوشش گیاهی نقشه‌های فاصله برای عوارض پوشش گیاهی تهیه گردید. در شکل ۱۰ نقشه فاصله با شعاع دو کیلومتر برای پوشش گیاهی نمایش داده شده است.

بعد از ایجاد نقشه فاصله، با توجه به این که هر اندازه از مکان عوارض پوشش گیاهی دورتر شویم، احتمال خطر کمتر است، برای کلاس‌های مختلف فواصل ایجاد شده ارزشی بین ۱ تا ۱۰ داده شد، هر اندازه که از مکان عوارض دورتر شویم احتمال خطر کمتر می‌گردد. در شکل ۱۱ نقشه طبقه بندی مجدد فاصله از پوشش گیاهی نمایش داده شده است. همان طور که نمایان است فاکتور پوشش گیاهی محدوده‌های تقریباً وسیعی از منطقه مورد مطالعه را دربر گرفته است.

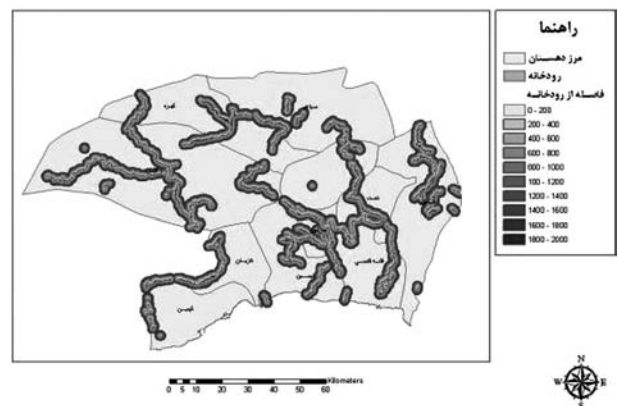
نمونه نقشه فاصله با شعاع دو کیلومتر برای فاکتور رودخانه نمایش داده شده است.

بعد از ایجاد نقشه‌های فاصله برای عوارض سطوح آبی و با توجه به این که هر اندازه از مکان عوارض آبی دورتر شویم احتمال خطر کمتری می‌گردد. (برای عارضه رودخانه کناره‌های آنها احتمال خطر بیشتر است) براین اساس برای کلاس‌های مختلف فواصل ایجاد شده ارزشی بین ۱ تا ۱۰ داده شد. محدوده بین صفر تا ۵۰ متر داخل رودخانه فرض شده و کم خطرترین ارزش (ارزش ۱) اختصاص یافته است. بقیه محدوده‌های فاصله به صورتی است که هر اندازه از مکان عوارض آبی دورتر شویم احتمال خطر کمتر می‌شود. به عنوان نمونه نقشه شماره ۸ طبقه بندی مجدد فاصله از رودخانه نمایش داده شده است.

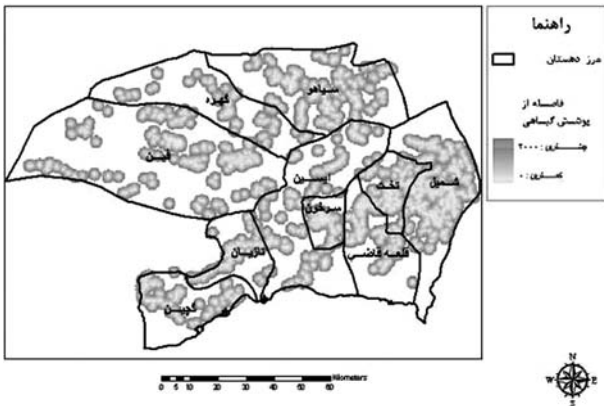
با توجه به این که پوشش گیاهی در این تحقیق، شامل: جنگل، نخلستان، باغ و پارک می‌باشد و هر یک از لایه‌های مذکور نقش



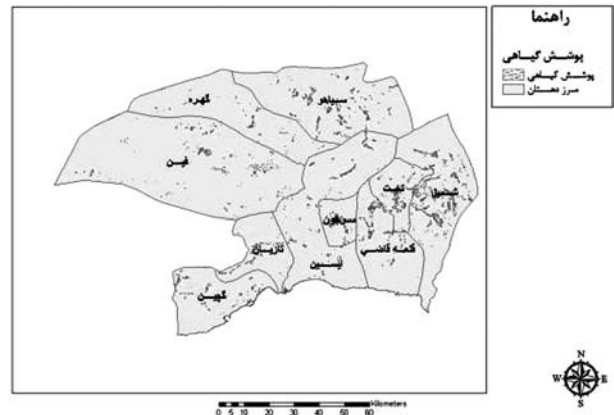
شکل ۸- نقشه طبقه بندی مجدد فاصله از رودخانه در شهرستان بندرعباس



شکل ۷- نقشه فاصله فاکتور رودخانه در شهرستان بندرعباس



شکل ۱۰- نقشه فاکتور پوشش گیاهی در شهرستان بندرعباس



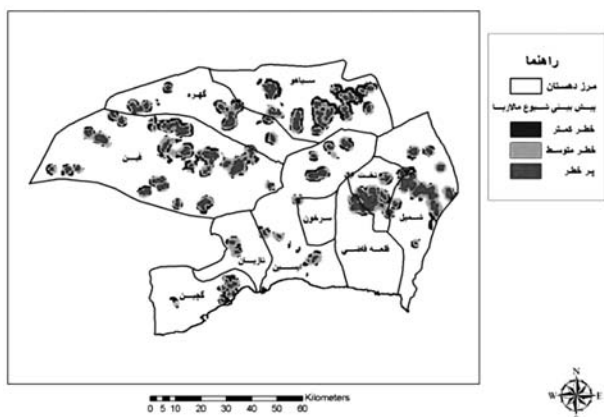
شکل ۹- نقشه فاکتور پوشش گیاهی در شهرستان بندرعباس

گیاهی دارای کمترین تاثیر و وزن در مدل می باشد که این موضوع با توجه به توضیحات ذکر شده کامل همسان و درست می باشد. با استفاده از نرم افزار جانبی ArcGIS Spatial Analyst و مطابق مدل تهیه شده، تمام نقشه های فاکتور به دست آمده در وزن خود ضرب شده در نهایت عملیات هم پوشانی انجام پذیرفت. در شکل ۱۲ نقشه پیش بینی شیوع بیماری مالاریا نشان داده شده است. محدوده های قرمز رنگ مکان های مستعد (پرخطر و دارای ریسک بالا) برای تخم گذاری پشه آنوفل و در نهایت شیوع بیماری مالاریا می باشند و مناطق زرد و آبی به ترتیب مناطق کم خطرتر را شامل می شوند.

ب) یافته ها با توجه به مدل منطق فازی

روی هریک از فاکتورهای ایجاد شده با استفاده از تابع درجه عضویت، عملیات فازی شدن انجام پذیرفت. یعنی مقدار هر پیکسل نقشه فاکتورها عددی بین صفر تا یک شده است. برای مثال برای

وزن و تاثیر فاکتورهای تهیه شده در مدل پیش بینی یکسان نمی باشد. بنابراین با توجه به توضیحات مطرح شده، وزن هر فاکتور به روش مقایسه زوجی در نرم افزار Expert Choice به دست آمده است. در این خصوص ابتدا براساس مقیاس نه (۹) کمیتهی پروفیسور ساعتی، ماتریس مقایسه زوجی تهیه شده است. هریک از فاکتورها دو به دو با یکدیگر مقایسه شده و اهمیت آنها تعیین گردیده است. برای مثال فاکتور مانداب نسبت به پوشش گیاهی عدد ۵ را کسب کرده است مفهوم آن اهمیت بیشتر مانداب به پوشش گیاهی است. بعد از ایجاد ماتریس مقایسه زوجی فاکتورها، وزن هر فاکتور تعیین و نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی به دست آمد. نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی فاکتورهای مورد استفاده در مدل پیش بینی برابر ۰/۸ است. به علت اینکه نرخ فوق کوچک تر از ۰/۱ بوده بنابراین سازگاری سیستم قابل قبول است. همچنین مشاهده می گردد که وزن فاکتورهای سطوح آبی از بقیه فاکتورها بیشتر بوده و پوشش



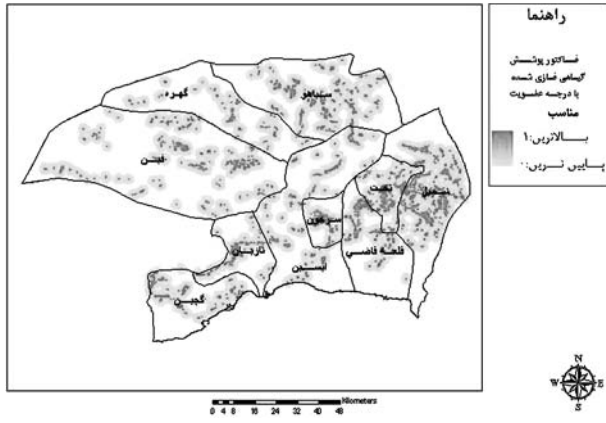
شکل ۱۲- نقشه پیش بینی شیوع بیماری مالاریا در شهرستان بندرعباس ۱۳۸۷



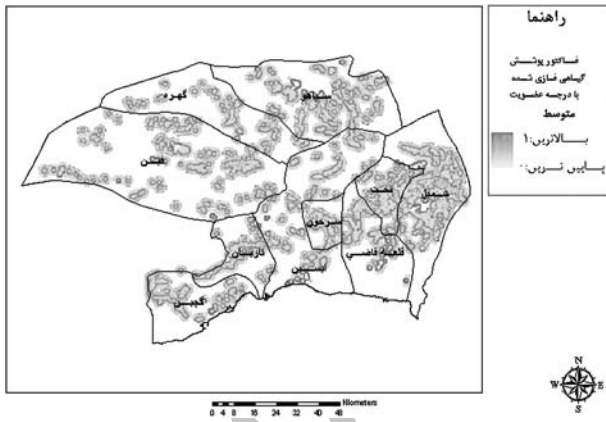
شکل ۱۱- نقشه طبقه بندی مجدد فاصله از پوشش گیاهی در شهرستان

بندرعباس ۱۳۸۷

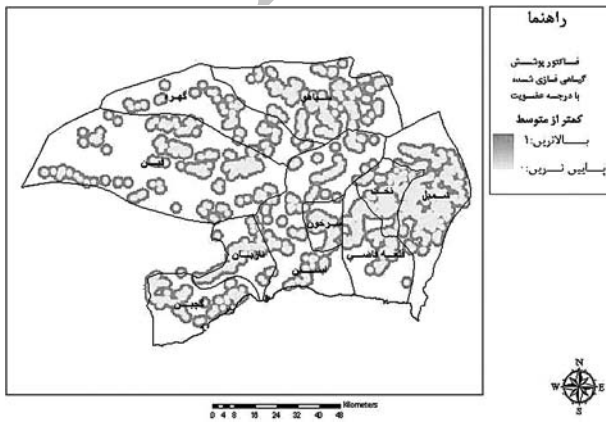
کمتر از متوسط برای فاکتورهای نهر، رودخانه، چاه آب، مانداب، گودال، مسیل، استخر و پوشش گیاهی نمایش داده شده است. در شکل های ۱۶ تا ۱۸ نقشه های فازی شده فاکتورهای فوق (برای



شکل ۱۶- فازی شده پوشش گیاهی شهرستان بندرعباس با درجه عضویت مناسب



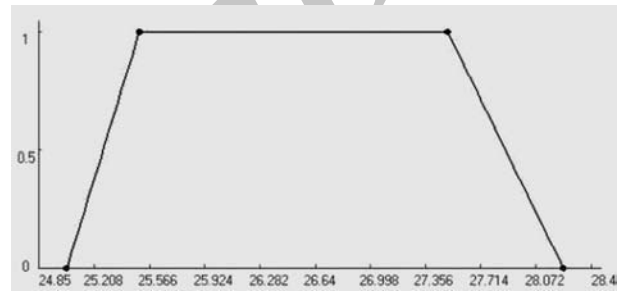
شکل ۱۷- فازی شده پوشش گیاهی شهرستان بندرعباس با درجه عضویت متوسط



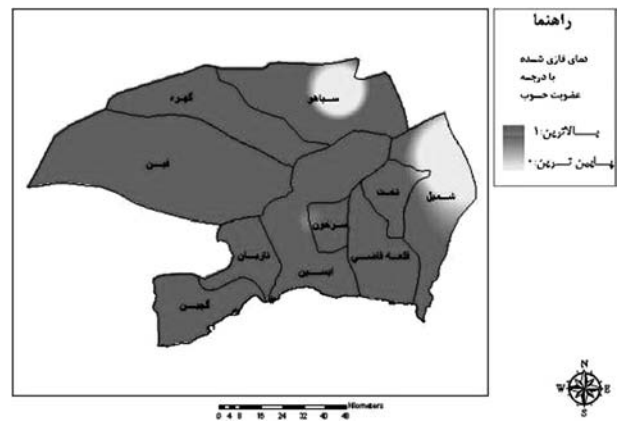
شکل ۱۸- نقشه فازی شده پوشش گیاهی شهرستان بندرعباس با درجه عضویت کمتر از متوسط

فازی نمودن فاکتور دما از تابع عضویت ذوزنقه ای با نموداری که در شکل ۱۳ آمده است استفاده شده است.

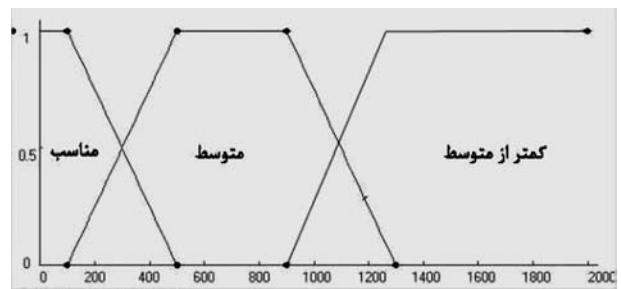
به علت این که دمای متوسط محدوده مورد مطالعه، دمای مناسبی برای فعالیت پشه آنوفل می باشد، تابع درجه عضویت فقط در حالت مناسب در نظر گرفته شده است. در شکل ۱۴ نقشه فازی شده فاکتور دما نشان داده شده است. مقادیر دمای متوسط بین صفر تا یک نمایش داده شده است، هر اندازه مقادیر دمای فازی شده به یک نزدیک تر می گردند، دما برای فعالیت پشه مساعدتر و ریسک بالاتر می گردد. در شکل ۱۵ نمودار توابع عضویت در حالت مناسب، متوسط و



شکل ۱۳- نمودار تابع عضویت برای فازی نمودن دما



شکل ۱۴- نقشه فازی شده شهرستان بندرعباس دما با درجه عضویت مناسب

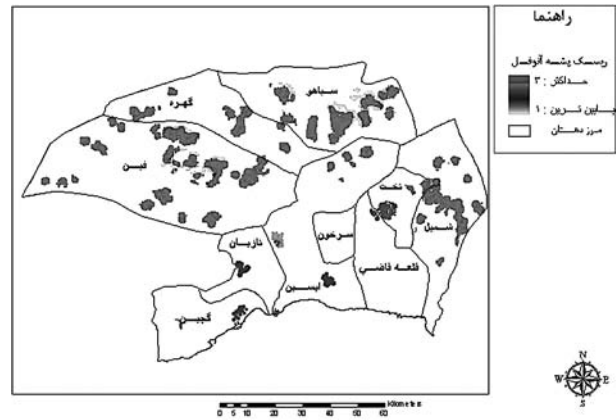


شکل ۱۵- نمودار توابع عضویت برای فازی نمودن فاکتورهای نهر، رودخانه، چاه آب، مانداب، گودال، مسیل، استخر و پوشش گیاهی

سلامت استفاده می‌کنند. در ایران در سال ۱۳۸۳ صلاحی مقدم و همکاران با استفاده از GIS و دورسنجی فاسیولیازیس در شمال ایران را مورد مطالعه قرار دادند و نقشه مناطق پرخطر را بر اساس پراکندگی حلزون میزبان واسط ارائه نمودند (۲۹، ۳۰). استفاده از مقایسه زوجی برای تحلیل مالاریا در جهان سابقه‌ای تقریباً برابر استفاده از GIS دارد (۳۱، ۳۲) و ابزار قوی در اختیار محققین بوده است تا اکولوژی ناقل و بیماری را تحلیل نمایند. در ایران نیز نقشه بیماری و مناطق پرخطر کالاآزار در استان اردبیل نیز با استفاده از منطق خطی و پنج متغیر دخیل در شیوع بیماری نیز در سال ۱۳۸۷ توسط صلاحی مقدم و همکاران ارائه شد (۳۳) اما این نخستین باری است که از منطق فازی که در مجموع روش پیچیده‌ای برای درک اپیدمیولوژی بیماری است در ایران استفاده می‌گردد نکته قابل توجه در انجام این تحقیق علاوه بر استفاده از روش مقایسه زوجی برای وزن دهی به فاکتورها، استفاده از مدل هم پوشانی منطق فازی می‌باشد. استفاده از منطق فازی قبلاً در کنیا و آفریقای جنوبی کارآیی خود را نشان داده است اما مدل‌های به دست آمده بر اساس شرایط اقلیمی (۳۴) و شرایط اپیدمیولوژیک منطقه (۳۵) بوده است. این یافته‌ها در کلیات مطابق یافته‌های این تحقیق بوده‌اند اما در جزئیات اختلاف دارند و با توجه به تفاوت‌های فاحش ایران با کنیا و آفریقای جنوبی، چه از لحاظ اقلیمی و چه از نظر نوع انگل قابل توجه است.

تحلیل‌های GIS و مدل‌های همپوشانی شاخص و منطق فازی می‌تواند در مدیریت و برنامه ریزی پدیده‌های محیط زیستی و حمایت از تصمیم‌گیری مکانی استفاده شوند. مدل منطق فازی در مقایسه با مدل همپوشانی شاخص، دارای انعطاف پذیری بیشتر و ریاضیات فازی برای مدل سازی جهان واقعی و تلفیق داده‌های مکانی، امکانات مناسبی در اختیار تصمیم گیرندگان قرار می‌دهد. در عین حال مدل همپوشانی شاخص به علت سادگی و سرعت بالای اجرا، روش مناسب و کارا در مکان یابی پدیده‌های محیطی می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که با توجه به نوع پدیده‌های محیط زیستی و موضوع تحقیق و سطح آگاهی محققان، یکی از دو روش فوق مورد استفاده قرار گیرد. البته استفاده از هر دو مدل و مقایسه آن‌ها می‌تواند نتیجه بهتری را حاصل نماید.

محدوده‌های به دست آمده که مناسب برای فعالیت پشه می‌باشند،



شکل ۱۹- نقشه پیش بینی شیوع بیماری مالاریا در شهرستان بندرعباس با استفاده از منطق فازی

مثال فاکتور پوشش گیاهی) به ترتیب در سه حالت مناسب، متوسط و کمتر از متوسط نمایش داده شده است. در نهایت با توجه به مطالب ذکر شده، نقشه پیش بینی شیوع بیماری مالاریا با استفاده از مدل منطق فازی در شکل ۱۹ نمایش داده شده است. محدوده‌های گام‌های رنگی از بنفش به آبی کم رنگ نشان دهنده مناطق به ترتیب پر خطر و دارای ریسک بالا تا کم خطر می‌باشد.

همان طور که در شکل‌های ۱۲، ۱۹ مشخص است مکان‌های حاصل از مدل منطق فازی و مدل همپوشانی شاخص در این تحقیق اشتراک زیادی باهم داشته و نقشه‌های به دست آمده از هر دو مدل تهیه شده دارای قابلیت حمایت از تصمیم‌گیری مکانی را دارا می‌باشند. مدت زمان اجرای مدل همپوشانی شاخص به علت عملکرد خطی آن نسبت به مدل فازی که ماهیت غیر خطی دارد در این تحقیق تا حد قابل توجهی کمتر است.

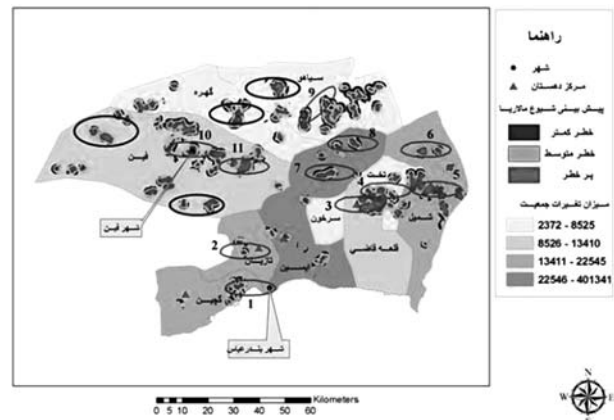
بحث و نتیجه‌گیری

شاید نخستین موفقیت بشر در مهار بیماری با استفاده از اطلاعات مکانی توسط جان اسنو در قرن ۱۹ به دست آمد که توانست با استفاده از نقشه، کانون‌های بیماری وبا را در شهر لندن شناسایی و بیماری را خاموش سازد (۲۴). اما استفاده از سیستم اطلاعات مکانی مدرن (GIS) در علوم پزشکی به اواخر دهه هشتاد و اوایل دهه نود باز می‌گردد (۲۵-۲۷) و اگر تولد GIS مدرن در دهه هشتاد را با نرم‌افزار شرکت اسری همزمان بدانیم (۲۸) حدود بیست سال است که محققین علوم پزشکی از GIS برای پایش بیماری و

لازم انجام و در صورت لزوم برنامه ریزی های کنترل مالاریا صورت پذیرد. در شکل ۲۰ مکان هایی که لازم است علاوه بر مناطق که مالاریا وجود دارد مورد بررسی قرارگیرد با بیضی های آبی رنگ نشان داده شده است.

بهترین روش مبارزه با پشه آنوفل که کمترین صدمات را به محیط زیست وارد نماید استفاده از بهسازی محیط است، به طوری که سلامتی انسان و حفاظت از محیط زیست را تامین کند. نکته بسیار مهم برای بهسازی محیط در سطح گسترده، شناخت مکان و شناسایی لانه های لاروی در کنار ویژگی های پشه می باشد که مکان یابی فوق با مدل پیش بینی تهیه شده و توابع تحلیلی GIS در این تحقیق انجام پذیرفت.

با توجه به بیولوژی ناقل، با استفاده از داده های به روز و مدل های تهیه شده در این تحقیق می توان مناطق را از نظر شیوع بیماری در هر ماه از سال پیش بینی نمود این موضوع بیش از ۱۰ سال است که مورد نظر محققان در آفریقا قرار دارد (۳۶).



شکل ۲۰- نقشه پیش بینی مالاریا در شهرستان بندرعباس: بیضی های آبی رنگ که از لحاظ وجود مالاریا باید بررسی شوند

با اطلاعات مالاریا موجود در منطقه مورد مطالعه مطابقت داشته، همچنین برخی مکان های دیگر نیز با استفاده از مدل های تهیه شده در این تحقیق مشخص شده است که مناسب برای فعالیت پشه می باشند ولی گزارشی در خصوص موارد مثبت مالاریا ارائه نشده است. در این خصوص لازم است روی این مناطق بررسی های

References

- 1- Anonymus. Sustainable Development and Healthy Environment. World Health Organization; 2010 [updated 2010; cited 2010 23/July/2010]; Available from: http://www.searo.who.int/en/Section23/Section1000_15436.htm.
- 2- Anonymus. 10 facts on malaria. Genuva: World Health Organization; 2010 [updated 2010; cited 2010 23/July/2010]; Available from: <http://www.who.int/features/factfiles/malaria/en/index.html>.
- 3- Anonymus. World Malaria Report 2009 World Health Organization; 2010 [updated 2010; cited 2010 23/July/2010]; Available from: http://www.who.int/malaria/world_malaria_report_2009/mal2009_summary_en_0044.pdf.
- 4- Anonymus. 10 facts on HIV/AIDS. Genuva: World Health Organization; 2010 [updated 2010; cited 2010 23/July/2010]; Available from: <http://www.who.int/features/factfiles/hiv/facts/en/index3.html>.
- 5- Gilmore J. Health report about the country of Iran (Gozaresh Sehyeh dar Mamlekat e Iran - in persian). Tehran: Iran Government; 1924.
- 6- Salahi-Moghaddam A. History of Malaria in Iran. Malaria; 1994; Khoram Abbad, Lorestan. 1994.
- 7- Conis E. Debating the health effects of DDT: Thomas Jukes, Charles Wurster, and the fate of an environmental pollutant. Public Health Rep. 2010 Mar-Apr;125 (2): 337-42.
- 8- Everett CJ, Matheson EM. Biomarkers of pesticide exposure and diabetes in the 1999-2004 national health and nutrition examination survey. Environ Int. 2010 May;36 (4): 398-401.
- 9- Ociepa-Zawal M, Rubis B, Wawrzynczak D, Wachowiak R, Trzeciak WH. Accumulation of environmental estrogens in adipose tissue of breast cancer patients. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2010;45 (3): 305-12.
- 10- Gasull M, Porta M, Pumarega J, Vioque J, Bosch de Basea M, Puigdomenech E, et al. The relative influence of diet and serum concentrations of organochlorine compounds on K-ras mutations in exocrine pancreatic cancer. Chemosphere. 2010 Apr;79 (7): 686-97.
- 11- Gonzalez-Mille DJ, Ilizaliturri-Hernandez CA, Espinosa-Reyes G, Costilla-Salazar R, Diaz-Barriga F, Ize-Lema I, et al. Exposure to persistent organic pollutants (POPs) and DNA damage as an indicator of environmental stress in fish of different feeding habits of Coatzacoalcos, Veracruz, Mexico. Ecotoxicology. 2010 Jun 20.
- 12- Rajaei F, Bahramifar N, Sari AE, Ghasempouri SM. PCBs and organochlorine pesticides in ducks of Fereydoon-kenar wildlife refuge in Iran. Bull Environ Contam Toxicol. 2010 May;84 (5): 577-81.

- 13- Liu Z, Zhang H, Tao M, Yang S, Wang L, Liu Y, et al. Organochlorine Pesticides in Consumer Fish and Mollusks of Liaoning Province, China: Distribution and Human Exposure Implications. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2010 Mar 30.
- 14- Mwevura H, Amir OA, Kishimba M, Berggren P, Kylin H. Organohalogen compounds in blubber of Indo-Pacific bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*) and spinner dolphin (*Stenella longirostris*) from Zanzibar, Tanzania. *Environ Pollut*. 2010 Jun;158 (6): 2200-7.
- 15- Neta G, Goldman LR, Barr D, Sjodin A, Apelberg BJ, Witter FR, et al. Distribution and Determinants of Pesticide Mixtures in Cord Serum Using Principal Component Analysis. *Environ Sci Technol*. 2010 Jun 15.
- 16- Anonymus. Understanding GIS. Redlands, California: ESRI Corporation; 1990.
- 17- Anonymus. What is GIS?: GIS.com; 2011 [updated 2011; cited 2011 14-June-2011]; Available from: <http://www.gis.com/content/what-gis>.
- 18- Anonymus. Mathworks Software LTD, Fuzzy Logic Toolbox for use with Matlab. *Journal [serial on the Internet]*. 2004 Date: Available from: <http://www.mathworks.com>.
- 19- An P, Moon WM. Application of Fuzzy Set Theory for Integration of Geological, Geophysical and Remote Sensing Data. *Canadian Journal of Exploration Geophysics*. 1991.
- 20- Aronof S. Geographic Information Systems: A Management Perspective. Ottawa, Canada: WDL Publications; 1989.
- 21- Anonymus. Statistical report of Hormozgan province. Bandar Abbas: Hormozgan Management and Planning Organization; 2008 Contract No.: Document Number].
- 22- Bonham-Carter GF. *Geographic Information System for Geoscientists*. Oxford: Pergamon Press; 1999.
- 23- Briegel H. Physiological bases of mosquito ecology. *J Vector Ecol*. 2003 Jun;28 (1): 1-11.
- 24- Fredrich RR. John Snow. California: UCLA, School of Public Health, Department of Epidemiology; 2010 [updated 2010; cited 2010 23/July/2010]; Available from: <http://www.ph.ucla.edu/epi/snow.html>.
- 25- Malone JB, Fehler DP, Loyacano AF, Zukowski SH. Use of LANDSAT MSS imagery and soil type in a geographic information system to assess site-specific risk of fascioliasis on Red River Basin farms in Louisiana. *Ann N Y Acad Sci*. 1992 Jun 16;653: 389-97.
- 26- Martin D. Mapping population data from zone centroid locations. *Trans Inst Br Geogr*. 1989;14 (1): 90-7.
- 27- Sanson RL, Pfeiffer DU, Morris RS. Geographic information systems: their application in animal disease control. *Rev Sci Tech*. 1991 Mar;10 (1): 179-95.
- 28- Anonymus. SRI History. California: ESRI; 2010 [updated 2010; cited 2010 23/July/2010]; Available from: <http://www.esri.com/about-esri/about/history.html>.
- 29- Moghaddam A, S., Massoud J, Mahmoodi M, Mahvi A, H., Periago M, V., Artigas P, et al. Human and animal Fascioliasis in Mazandaran province northern Iran. *Parasitology Research*. 2004 Sep 2004;94 (1): 61-9.
- 30- Moghaddam AS, Massoud J, Mahmoodi M, Khoubbane M, Artigas P, Periago MV, et al. Distributional outline of lymnaeid snails (Gastropoda) in Fascioliasis endemic area of Mazandaran, Iran. *Acta Parasitologica*. 2004;49 (2): 134 -52.
- 31- Beck LR, Rodriguez MH, Dister SW, Rodriguez AD, Rejmankova E, Ulloa A, et al. Remote sensing as a landscape epidemiologic tool to identify villages at high risk for malaria transmission. *Am J Trop Med Hyg*. 1994 Sep;51 (3): 271-80.
- 32- Pope KO, Rejmankova E, Savage HM, Arredondo-Jimenez JI, Rodriguez MH, Roberts DR. Remote sensing of tropical wetlands for malaria control in Chiapas, Mexico. *Ecol Appl*. 1994 Feb;4 (1): 81-90.
- 33- Salahi-Moghaddam A, Mohebbali M, Moshfae A, Habibi M, Zarei Z. Ecological study and risk mapping of visceral leishmaniasis in an endemic area of Iran based on a geographical information systems approach. *Geospat Health*. Nov;5 (1): 71-7.
- 34- Craig MH, Snow RW, le Sueur D. A climate-based distribution model of malaria transmission in sub-Saharan Africa. *Parasitol Today*. 1999 Mar;15 (3): 105-11.
- 35- Omumbo JA, Hay SI, Guerra CA, Snow RW. The relationship between the Plasmodium falciparum parasite ratio in childhood and climate estimates of malaria transmission in Kenya. *Malar J*. 2004 Jun 17;3: 17.
- 36- Thomson MC, Connor SJ. A Framework for Field Research in Africa MALARIA EARLY WARNING SYSTEMS. *Journal [serial on the Internet]*. 1998 Date; 1 (WHO/CDS/RBM/2001.32): Available from: http://rbm.who.int/cm_upload/0/000/014/807/mews2.pdf.

Ecological Study on Malaria in Bandar Abbas District Using Geospatial Information System (GIS)

Pirmoradi AR; MSc¹, Noorifard M; MD², Salahi Moghaddam AR; MSPh. PhD³

Received: 18 Oct 2011

Accepted: 25 Dec 2011

Abstract

Background: Malaria is one of the important communicable diseases in the world and it is recognized as one of the most important disease in south of Iran. This study was conducted to understand the ecology of Malaria in south of Iran, Bandar Abbas, by Geospatial Information System (GIS).

Material and Method: Essential parameters for modeling the local Malaria were obtained from formal centers. Afterward, mapping of the related factors were done. AHP analytical procedure was used for weighting parameters ranking and predicting model. So the endangered area mapping were generated.

Results: According to the local data and the results of this study, some predicting models could be used for predicting Malaria. Generated maps showed that endangered area and predicted models are presented for more accurate and effective malaria control programs.

Conclusion: Prediction of Malaria and mapping endangered area is possible in south of Iran and Malaria early warning system may be established for the local health care system.

Keywords: Geospatial Information System (GIS), Malaria, Ecology, Hormozgan, Iran

1- Researcher, National Cartographic Center, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, AJA University of Medical Sciences, Department of Infectious Disease, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Hormozgan University of Medical Sciences, Department of Pathobiology, Bandar-Abbas, Iran.

Tel: +98 21 88338002

E-mail: asmoghaddam@armyums.ac.ir