نقش سامانه های اطلاعات جغرافیایی در تحلیل بیماری دیابت

محمد حسن وحیدنیا *[1]، مریم شفیعی[2]، سید کاظم علوی پناه[3]

چکیده

در سال های اخیر سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) با مطرح نمودن قابلیت هایی چون گردآوری، نمایش، مدیریت و تحلیل مکانی، پتانسیل بالایی در کنترل و پیشگیری بیماری ها و برنامه ریزی در حیطه سلامت نشان داده اند. به طور مثال به کمک GIS می توان تشخیص داد که چه شهرهایی مواجهه بیشتری با بیماری دارند اما خدمات و مراکز درمانی مناسبی به آن ها اختصاص پیدا نکرده است و یا با همپوشانی نقشه های موضوعی مختلف عوامل بیماری و مرزهای جغرافیایی در یک نقشه رقومی می توان به ارتباطات بهتر آن ها و تحلیل های دقیقتری دست یافت. بنابراین GIS کمک می کند تا برنامه بهداشتی، پیشگیری و درمانی مناسبتری در مناطق مختلف کشور تدوین گردد. برای کنترل بهتر بیماری دیابت، به عنوان یکی از شَایع ترین بیماری ها در کشور، در این مقاله کاربردها و تحلیل‌های مکانی-آماری موثر در بستر GIS بحث و بررسی می گردد.

مهمترین قابلیت GIS در وهله اول نمایش نقشه بیماری ها و طبقه بندی اطلاعات بیماران می باشد. اما تحلیل های مهم دیگر شامل تحلیل درون یابی، خوشه بندی الگوهای نقطه ای، تحلیل اکولوژیکی و تحلیل الگوهای ناحیه ای و خوشه بندی نواحی حساس می باشند که در مقاله به آن ها پرداخته می شود. همچنین بر مبنای اطلاعات موجود از وضعیت دیابت در کشور و تحلیل های GIS، نقشه پیوسته توزیع بیماری در کشور تهیه گردید و استان های حساس به شیوع بیماری تشخیص داده شدند.

واژگان کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی، دیابت، تحلیل مکانی-آماری.

* عهده دار مکاتبات: تلفن همراه:۲۲۷۶۵۸۹(۹۸۹۱۲+)، نشانی الکترونیکی: vahidnia84@gmail.com

۱. دکترای مهندسی عمران- نقشه برداری، گرایش سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی و محقق دوره پسادکترا، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات یزد.

۳. استاد گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران و عضو همکار کرسی یونسکو در تحقیقات بین رشته ای در دیابت در دانشگاه تهران، پست الکترونیک: salavipa@ut.ac.ir

مقدمه

یکـی از مهمترین مولفه ها برای برنامه ریزی و سیاسـتگذاری موفق در جلوگیری از یک بیماری آن اسـت که بدانیم بیماری ها به لحاظ موقعیت و مکان چگونه توزیع شده اند و در نتیجه در چه مناطقی لازم است برنامه های پیشگیری اعمال شوند [۱].

عـلاوه بر آن، با توجه به عوامل موثر در شـیوع یـک بیماری بتوان میـزان تأثیرگذاری این عوامل را در مکان های مختلف سـنجید. در چنین وضعیتی بهره گیری از فناوری های نوین مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) سـودمند خواهد بود. روش های تحلیل مکانی و مکانی–زمانی می توانند نقشه های جغرافیایی گسترش بیماری، شدت شیوع آن ها و پیش بینی آن ها در آینده را به دست دهند [۲].

از این رو، چنین فناوری هایی در دوره کنونی با اقبال از سـوی سـازمان های مرتبط با بهداشت و سلامت مواجه شده اند. براین اساس گردآوری، نمایش، مدیریت و تحلیل مکانی بیماری دیابت، به عنوان یکی از شایع ترین بیماری ها در کشور، نیازمند بکارگیری از فناوری های نوین مانند GIS می باشد.

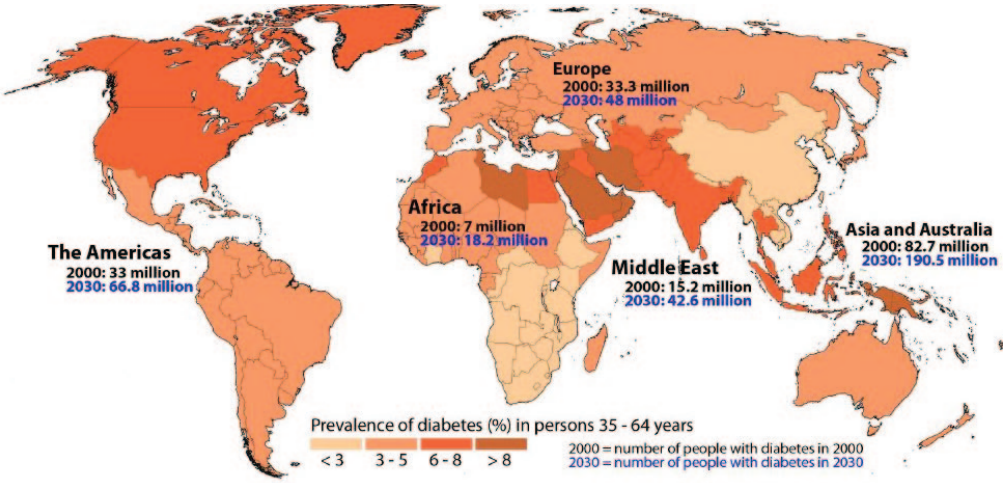
GIS شـامل ابزارهای نرم افـزاری برای کدگذاری مکانـی داده ها، نمایش آن ها و همچنین تحلیل های مکانی و زمین آماری می باشد. به طور مثال به کمک GIS می توان تشـخیص داد که چه شهرهایی مواجهه بیشـتری با بیماری دیابت دارند، اما خدمات و مراکز درمانی مناسـبی به آن ها اختصاص پیدا نکرده اسـت. بنابراین GIS کمک می کند تا برنامه بهداشتی، پیشـگیری و درمانی مناسبتری در مناطق مختلف کشور تدوین گردد. یک پایگاه داده GIS عموماً شامل انواع داده های مکانی و توصیفی (غیر مکانی) می باشـد. نمونه داده های غیر مکانی شامل شاخص های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی درون مرزهای جغرافیایی هستند.

داده های مکانی به طور خاص حاوی موقعیت، شـکل، و توپولوژی از عوارض طبیعی، انسان ساز و محدوده های قراردادی می باشند. با همپوشانی اطلاعات موضوعی مختلف، به طور مثال عوامل بیماری، مناطق بیماری و مرزهای جغرافیایی در یک نقشه رقومی، می توان به ارتباطات بهتر آن ها و تحلیل های دقیقتری دست یافت [۳].

ضرورت گرایش به GIS

در حـال حاضر فناوری های GIS برای ارائـه اطلاعات به عموم و با ابزارهای سـاده توسـعه پیدا کرده اند و ضرورت اسـتفاده هر چه بیشـتر آن ها در مطالعه بیماری ها احسـاس می شود [٤]. با استفاده از نقشـه های رقومی و قابلیت های سیسـتم های GIS به طور مثال یک کاربر عادی یا مسـئول می تواند نقشـه طبقه بندی میزان وقوع دیابت به تفکیک اسـتان ها را در چهار گروه اسـمی (بسیار کم، کم، زیاد و بسـیار زیاد) آماده نموده و هر گروه را در نقشـه با یک رنگ مجزا مشـاهده نماید. و یا فرد می تواند بر اسـاس یک پرس و جو، شهرستان هایی که بیش از ۱۰۰۰۰ مبتلا به دیابت دارند را بیابد. برخی از اطلاعات درخواست شده توسط کاربر می تواند اطلاعات از پیش تولید شـده و یا نمایش نتایج تحلیلی آماده GIS باشـد. به طور مثال ممکن اسـت رابطه معیاری چون سـطح اجتماعی–اقتصادی و وقوع بیماری دیابت به تفکیک شهرسـتان ها پیشـتر بر مبنای تحلیل های رگرسیون جغرافیایی ([٥]) تهیه شده و خروجی این تحلیل به عنوان یک نقشه طبقه بندی شده آماده به کاربران ارائه شود.

طبق گزارش منتشر شده از فدراسیون جهانی دیابت ([٦])، بیش از ۱۰ درصـد مردم ایـران (و بخش عمده ای از خاور میانه) مبتلا به دیابت هستند که این میزان، بیش از متوسط مقدار جهانی می باشد. شکل ۱ آمار جهانی از دیابت و پیش بینی آن در سال ۲۰۳۰ را نشان می دهد.



شکل ۱– نقشه جهانی شیوع دیابت بر حسب جمعیت و مقایسه میزان شیوع در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۳۰

متأسفانه در حال حاضر خروجی های تحلیلی مناسبی از نحوه توزیع و گسترش بیماری در سطح استان های کشور، میزان دسترسی مناسب به مراکز بهداشتی و ارتباط میان عوامل مختلف محیطی و جغرافیایی با این نرخ بالا در دسترس نیست.

در حال حاضر در کشور مراکز و پایگاه هایی برای راهنمایی بیماران دیابتی و راهنمایی آنان تأسیس شده اند. این مراکز عمدتاً پایگاه هایی اینترنتی را برای ثبت اطلاعات بیماران و خدماترسانی به آن ها ارائه می دهند. به طور نمونه انجمن حمایت از بیماران دیابتی کل کشور با همکاری اساتید دانشگاه ها و مراکز علمی تحت نظارت وزارت کشور و سازمان بهزیستی با خدمات رسانی به حدود ۱۰ درصد جمعیت جامعه که دیابتی یا در معرض ابتلا به دیابت می‌باشند در حال فعالیت می باشد.

در حال حاضر سه میلیون و اندی از بیماران تحت پوشش این انجمن هستند. از جمله خدمات این انجمن می توان به تشکیل پرونده برای بیماران، پرداخت کمک هزینه و اطلاع رسانی در مورد بیماری اشاره نمود. از جمله سازمان های مردم نهاد دیگر که در این زمینه فعال هستند می توان به انجمن اطلاع رسانی دیابت (گابریگ) اشاره نمود. علیرغم تلاش های انجام شده، در زمینه GIS دیابت در ایران فعالیت های چشمگیری صورت نپذیرفته است و همچنان طراحی و پیاده سازی پایگاه داده جغرافیایی منسجم و تهیه نقشه های تحلیلی برای استفاده تصمیم گیران و محققان و ارائه خدمات اطلاعات مکانی در کنار خدمات متداول در بستر اینترنت و وب به کاربران مغفول مانده اند.

تحقیقات انجام شده در سطح جهان

تحقیقات بسیاری وجود دارند که به اهمیت GIS در کاربردهای بهداشت و سلامت و به خصوص بیماری دیابت می پردازند. به طور مثال برنامه های راهبردی در رابطه با چگونگی شیوع بیماری دیابت و ارتباط و تخصیص مراکز درمانی به جمعیت های مورد نیاز مورد تحقیق قرار گرفته اند [۷].

گرین و همکاران به نحوه شیوع بیماری دیابت در مناطق شهری پرداخته و ارتباط میان بیماری و پارامترهایی چون سطح زندگی، سواد، اعتیاد، درآمد و غیره را به کمک GIS واکاوی نمودند [۸]. آن ها به رابطه نسبتاً مستقیمی میان سطح پایین اجتماعی-اقتصادی و کیفیت محیط با شیوع بیشتر بیماری دیابت دست یافتند. جیمز و همکاران به مطالعه ارتباط میان آرسنیک موجود در آب آشامیدنی و بیماری دیابت پرداخته و به وابستگی بالایی میان آن ها دست یافتند [۹].

ویدنر و همکاران نیز یکی از علل دیابت را عدم دسترسی قشر کم درآمد به میوه های تازه، سبزیجات و مواد مغذی قلمداد نموده و بر اساس یک مدل عامل مبنا، نتیجه سیاست های حوزه سلامت برای دسترسی بهتر به این نوع مواد غذایی را شبیه سازی نمودند. به طور نمونه آن ها توانستند مراکز مورد نیاز برای ارائه مواد غذایی مناسب را در شهر بوفالو مکان-یابی نموده و جمعیت ها را به آنها تخصیص دهند [۱۰].

به طور خاص در زمینه ایجاد GIS تحت وب برای بیماری ها نیز گائو و همکاران به ارائه سرویس های آنلاین GIS پرداختند که به کمک آن اطلاعات بیماری های عفونی را در شهرهای نیوبرانزویک کانادا و مین ایالات متحده به اشتراک می گذاشتند [٤].

آن ها نتیجه گرفتند که به کمک یک معماری سرویس-گرا می توانند اطلاعات مکانی آنلاین بیماری ها را به صورت توزیع یافته، تعامل پذیر و بدون وابستگی سرویس های مختلف به یکدیگر، ارائه نمایند. هایفیلد و همکاران نیز نقشه های تعامل پذیر را برای بیماران سرطانی در شهر تگزاس توسعه دادند [۱۱].

آن ها از نقشه های پایه گوگل برای این منظور استفاده نموده و لایه های اطلاعاتی مانند موقعیت بیماران، مراکز درمانی و نوع خدمات آن ها، اطلاعات فوت شدگان و غیره را توسط آن ارائه می نمودند. کاربران می توانستند با پرس و جو های متنوع با سیستم تعامل داشته و اطلاعات مورد نیاز را اخذ نمایند. به طور مثال کاربران می توانستند میزان شیوع سرطان سینه برای سن ٤٠ تا ٤٦ را در بخش های مختلف شهر مشاهده نمایند. دلمله و همکاران یک سیستم GIS تحت وب برای بیماری ویروسی تب دانگ در کلمبیا طراحی نمودند [۱۲]

به کمک این سیستم، ارائه اطلاعات مربوط به مکان و زمان وقوع بیماری، ایجاد نقشه تراکم بیماری، جستجوی بیماری های کشف شده نزدیک به لحاظ مکانی-زمانی (که احتمال سرایت بین آن ها بیشتر می باشد) و نمایش آن ها امکان پذیر بود. گرابسیک و همکاران در کار تحقیقی خود نقشه های توزیع جمعیتی بیماران دیابت در ایالات متحده را تهیه نمودند [۱۳].

یکی از منابع اصلی مورد استفاده دراطلاعات آماری آن ها، سیستم نظارتی معیارهای خطرپذیری رفتاری[1] می باشد. این سیستم به طور تصادفی با افراد در مناطق مختلف جمعیتی تماس تلفنی برقرار نموده و می پرسد که "آیا تا کنون دکتری به شما گفته است که دیابت دارید؟". آن ها سپس از روش های تحلیل مکانی مانند همبستگی برای تعیین مناطق مختلف خطر مانند مناطق حساس یا مناطق کم خطر استفاده نمودند.

1. Behavioral Risk Factor Surveillance System

تحلیل‌هـای مکانی-آمـاری قابل اسـتفاده برای بیماری دیابت

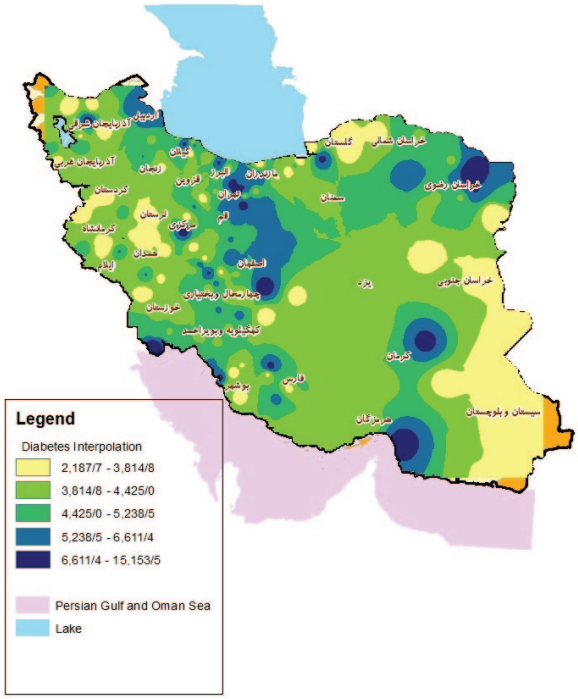
در ایـن بخش تلاش می کنیم با توجه به قابلیت های GIS مدل های تحلیلـی مکانی-آماری[1] قابل اسـتفاده در رابطه با بیمـاری دیابت را اسـتخراج نماییم. از میان تحلیل های متنوع مکانی نیز تمرکز بر روی مهمتریـن و کاربردی ترین موارد قـرار خواهد گرفت. در حال حاضر محققین به این بینش رسیده اند که موقعیت و مکان عاملی است که در بهداشت و سلامت انسان ها نقشی مهم ایفا می کند. بنابراین لازم است در تحلیل بیماری ها بعد مکانی در نظر گرفته شـود. در مورد بیماری دیابت نیز مانند بسـیاری دیگر از بیماری ها ویژگی هایی مانند سـن، جنسیت، وضعیت اجتماعی-اقتصادی می تواند از مکانی به مکان دیگر متغیر بوده و ابتلا به بیماری را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین در ادامه با جزئیات بیشـتری چگونگی استفاده از داده های مکانی و قابلیت های تحلیلی مکانی-آماری برای این بیماری را بررسی می کنیم.

۴-۱- تحلیل درون یابی

مـی تـوان دو نوع داده مکانـی را در رابطه با بیمـاری در نظر گرفت. داده های نقطـه ای و داده های ناحیه ای؛ در حالت اول مراکزی (مثلاً در نقاط مختلف شـهری یا روسـتایی) وجود دارند که تعداد بیماران بـه آن اختصاص می یابـد. در حالت دوم تعداد بیماران به نواحی مثلا شهرستان، بخش یا استان اختصاص پیدا می کنند. به هریک از این دو نوع مکانی نیز می توان توصیفاتی مانند جمعیت، ویژگی های محیطی و جغرافیایی و میزان بیماری را تخصیص داد. درون یابی مکانی[2] اصولا در تشـخیص مقدار یک پدیـده در نقاطی که اندازه گیـری در آن ها صورت نگرفته موثر می باشد. درون یابی عمدتاً برای داده های نقطه ای کاربرد دارد. در رابطه با بیماری دیابت نیز اگر در نقاط جغرافیایی، مثلاً مراکز درمانی، آماری از بیماران تخصیص یافته باشـد اما به محل دقیق بیماران دسترسی وجود نداشته باشد، تحلیل درون یابی می تواند نقشه ای پیوسته از نحوه توزیع بیماری در تمام نقاط جغرافیایی ایجاد نماید کـه مبنای تصمیم گیری قرار گیـرد. در این تحقیق بر مبنای اطلاعات جمع آوری شده مابین سال های ۸۵ تا ۸۹ و تحلیل درونیابی در سطح کشـور، نتیجه ای مطابق شکل ۲ حاصل گردید. در این شکل می توان تمرکز بیماری را از کم به زیاد و به طور پیوسته مشاهده نمود.

۴-۲- خوشه بندی و تحلیل الگوهای نقطه ای

خوشه بندی[3] یکی از عملیاتی است که در تحلیل نحوه توسعه بیماری قابل استفاده اسـت که بوسیله آن می توان مراکز تجمع بیماری را به



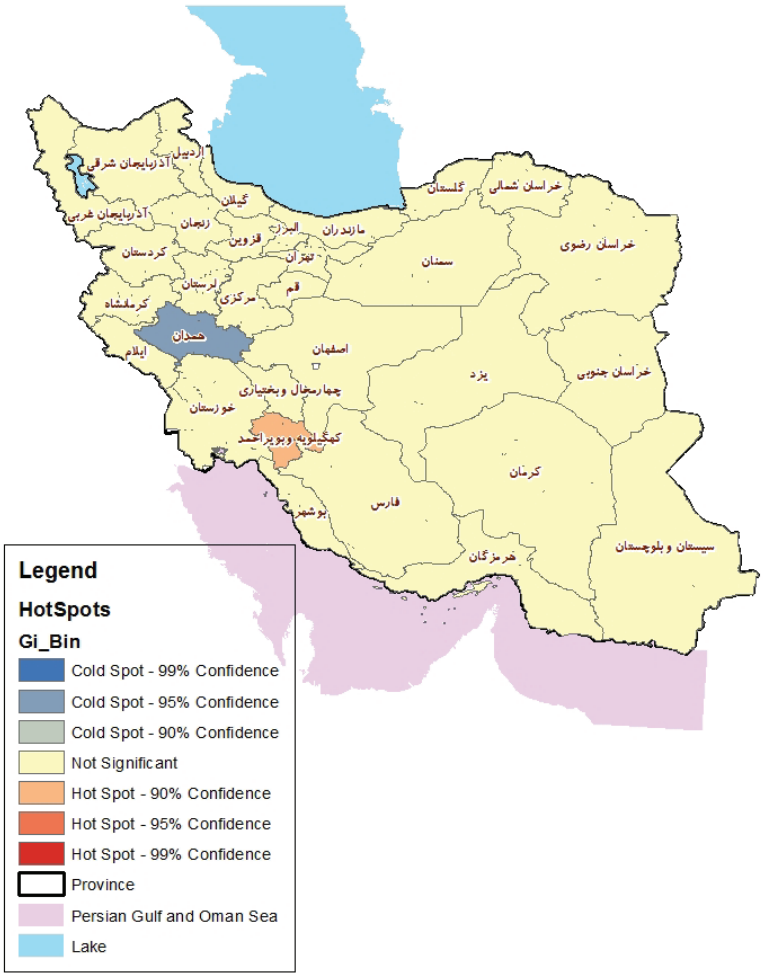
شکل ۲- نقشه تهیه شده از توزیع بیماری دیابت در کشور بر اساس تحلیل درونیابی

صورت محلی یا کلی تشـخیص داد. در خوشه بندی موقعیت توزیع بیماری ها در نتیجه تاثیرگذارند. روش های خوشـه بندی برای داده های نقطه ای به مراتب گسترده تر از داده های ناحیه ای می باشد. داده های ناحیه ای عمدتاً در پردازشی دیگر به نام همبستگی مورد استفاده قرار می گیرند. به طور مثال زمانی که افراد بیمار بر اساس موقعیتشان مشخص شده باشند، می توان تشخیص داد که آیا خوشه ها یا مناطقی پر ازدحام از بیماران وجود دارد یا خیر.

۴-۴- تحلیل الگوهای ناحیه ای با تعیین خودهمبستگی مکانی

عمدتـاً در تحلیـل الگوهای ناحیـه ای بیمـاری، روش هایی مانند نزدیکترین همسایگی که برای نقاط مورد استفاده قرار گرفت، کاربرد ندارند. برای نواحی از شـیوه های خودهمبسـتگی[4] با هدفی مشـابه اسـتفاده می شود. کاهش استقلال داده در یک ناحیه نسبت به نواحی اطرافش موجب خودهمبستگی می شود. وابستگی یا همبستگی بدین معناسـت که نحوه توزیع بیماران نواحی نزدیک نسـبت به نواحی با فواصل دورتر، به یکدیگر شـبیه تر هستند. این بدین علت است که

1.spatial statistics
2. spatial interpolation
3. clustering
4. autocorrelation



شکل ۳- نتیجه تحلیل نواحی حساس در سطح کشور

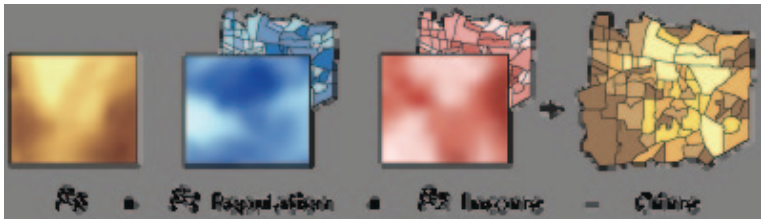
نواحی نزدیکتر می توانند شـباهت های بیشتر اجتماعی، اقتصادی و محیطی داشـته باشند. بر اساس خودهمبستگی می توان تحلیل نمود که آیا نواحی، قابلِ تفکیک به خوشـه های مشابه هستند یا الگوهایی تصادفی و یا کاملاً پراکنده را تشکیل می دهند.

۴-۵- تحلیل خوشه بندی نواحی حساس مکانی

خوشـه بندی نواحی حسـاس می تواند به خلاصه سازی اطلاعات مکانی کمک نمایند. براین اساس می توان به خوشه بندی در مقیاس کلی مثلاً برای مناطق با بیشترین خطر بیماری و مناطق باکمترین خطر بیماری دسـت یافت. باید توجه داشـت نقاط حساس تنها نواحی با تعداد زیاد بیماری نیستند و اینکه یک ناحیه تعداد زیادی بیمار داشته باشـد به تنهایی به معنای حساسـیت بالای آن ناحیه نیست بلکه این حساسیت به لحاظ آمار جغرافیایی زمانی معنا پیدا می کند که آن ناحیه در همسایگی خود نیز توسط نواحی با تعداد زیاد بیماران احاطه شده باشـد. یک نمونه از این تحلیل بر مبنای اطلاعات موجود از سال ۸۸ در کشور انجام گردید که نتیجه آن در شکل ۳ ملاحظه می شود. بر این اساس استان کهگیلویه و بویر احمد به عنوان ناحیه حساس و همدان به عنوان ناحیه غیر حساس نتیجه گردید.

۴-۳- تحلیـل اکولوژیکی بر اسـاس رابطه رگرسـیون وزن دار جغرافیایی

تحلیل اکولوژیکی از طریق رابطه رگرسیون وزن دار جغرافیایی، شامل تعیین ارتباط میان شـدت بیمـاری و متغیرهای مورد نظر (اجتماعی، جغرافیایی یا محیطی) می باشـد (شـکل ٤). یک تحلیل اکولوژیکی به مقیاس منطقه بسـتگی دارد و یک مقیاس مناسـب یعنی حالتی که در آن ناحیـه ها به اندازه کافی بزرگ باشـند تا بـه یک پایداری در نرخ بیماری دسـت یافت و همچنین به اندازه کافی کوچک باشند تا تغییرات محیطی-اجتماعی را به خوبی مدلسازی نمایند.



شکل ٤- تحلیل اکولوژیکی بر مبنای رگرسیون

۴-۶- همه گیرشناسی جغرافیایی

در همه گیر شناسی[1] به تشخیص الگوهای مکانی بیماری و مرگ و میر پرداخته می شود. هرچند روش های متداول همچون تهیه نقشه بیماری، خوشه بندی بیماری و تحلیل های اکولوژیکی در همه گیر شناسی مورد استفاده قرار می گیرند اما روش های جدیدتری نیز مطرح شده اند. از جمله روش های مهم بررسی تغییرات مکانی در طی زمان می باشد. این مدل ها نحوه توسعه بیماری را مدلسازی می نمایند. اگرچه عمده کاربرد روش های نوین همه گیرشناسی در بیماری های واگیردار می باشد و از این حیث چندان مطابقتی با بیماری دیابت احساس نمی شود.

نتیجه‌گیری

در این مقاله به نقش GIS در تحلیل مکان-مند بیماری دیابت و چگونگی در نظر گرفتن عوامل جغرافیایی و محیطی در مدلسازی های مبتنی بر GIS پرداخته شد. مهمترین قابلیت ها در وهله اول نمایش نقشه بیماری ها و طبقه بندی اطلاعات بیماران می باشد. اما تحلیل های مهم دیگر شامل تحلیل درون یابی، خوشه بندی الگوهای نقطه ای، تحلیل اکولوژیکی و تحلیل الگوهای ناحیه ای، خوشه بندی نواحی حساس می باشند.

در تحلیل درونیابی با استفاده از اطلاعات موجود در نقاط جغرافیایی مختلف از موقعیت بیماران، یک نقشه پیوسته و قابل طبقه بندی از بیماری دیابت ارائه می گردد. به کمک این نقشه می توان تشخیص داد که کدام مناطق بیماران بیشتر و کجا بیماران کمتری وجود دارند.

در خوشه بندی الگوهای نقطه ای، از موقعیت بیماران استفاده شده و تحلیل می گردد که آیا الگویی جغرافیایی در پراکندگی بیماران وجود دارد و یا اینکه پراکندگی به صورت تصادفی بوده و رابطه ای تشخیص داده نمی شود. در تحلیل اکولوژیکی مشخص می گردد که مابین پدیده های مختلف اجتماعی، اقتصادی، محیطی و غیره با بیماری دیابت چه ارتباطی وجود داشته و بر مبنای آن پیش بینی هایی برای آینده صورت داد. تحلیل الگوهای ناحیه ای مشابه تحلیل الگوهای نقطه ای بوده اما با شیوه های متفاوت امکان پذیر است. مثلا یکی از معیارهای موثر در رابطه جغرافیایی نواحی، بحث همجواری ها می باشد که برای نقاط قابل تعریف نیست. نهایتا در خوشه بندی نواحی حساس، نواحی که می توان آن ها را به عنوان مناطق بسیار خطرناک به لحاظ شیوع دیابت یاد نمود، کشف می گردند.

در این تحقیق با توجه به داده های موجود، پایگاه داده مکانی GIS تشکیل گردید و از آن ها نقشه های تحلیلی از جمله نقشه پیوسته توزیع بیماری بر مبنای درونیابی و نقشه مناطق حساس و غیر حساس تهیه گردید. با تکمیل داده های جغرافیایی می توان فرآیند تحلیلی بیماری دیابت را در تحقیقات آتی تکمیل نموده و بهبود بخشید.

سپاسگزاری

در این مقاله از آقای دکتر علی اکبر موسوی موحدی استاد بیوفیزیک دانشگاه تهران و رئیس کرسی یونسکو در تحقیقات بین رشته ای در دیابت در دانشگاه تهران به مناسبت راهنمایی و همکاری تشکر می گردد. همچنین از بنیاد ملی نخبگان کشور به دلیل تامین هزینه های طرح سپاسگزاری می گردد.

1. epidemiology

منابع و مآخذ

[1]. Riner, M.E., Cunningham, C. and Johnson, A. (2004). "Public Health Education and Practice Using Geographic Information System Technology", Public Health Nursing, Vol.21, No.1. PP. 57-65.

[2]. Duncombe, J., Clements, A., Hu, W., Weinstein, P., Ritchie, S., and Esperanza Espino, F.(2012). "Review: Geographical Information Systems for Dengue Surveillance", American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, Vol.86, No.5. PP. 753-755.

[3]. Croner, C., Sperling, J. and Broome, F., (1996). "Geographic Information Systems (GIS): New Perspectives in Understanding Human Health and Environmental Relationships", Statistics in Medicine, Vol.15, No.17-18. PP. 1961-1977.

[4]. Gao, S., Mioc, D., Anton, F., Xiaolun, Y. and Coleman, D.J., (2008). "Online GIS services for Mapping and Sharing Disease Information", International Journal of Health Geographics, Vol.7, No.1. PP. 8.

[5]. Fotheringham, A.S., Brunsdon, C., and Charlton, M.E., (2002). "Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships", Wiley, Chichester.

[6]. Diabetes and Climate Change Report, (2012). International Diabetes Federation. Technical Report.

[7]. Coberley, C., Puckrein, G., Dobbs, A., McGinnis, M. Coberley, S. and Shurney, D., (2007). "Effectiveness of Disease Management Programs on Improving Diabetes Care for Individuals in Health Disparate areas", Disease Management, Vol.10, No.3. PP. 147-55.

[8]. Green, C., Hoppa, R.D., Young, T.K., Blanchard, J.F., (2003). "Geographic Analysis of Diabetes Prevalence in an Urban Area", Social Science & Medicine, Vol.57, No.3. PP. 551–560.

[9]. James, K.A., Marshall, J.A., Hokanson , J.E., Jeliker, J.R., Zerbe, G.O., Byers, T.E., (2013). "A Case-Cohort Study Examining Lifetime Exposure to Inorganic Arsenic in Drinking Water and Diabetes Mellitus", Environmental Research, Vol.123, No.1. PP. 33–38.

[10]. Widener, M.J., Metcalf, S.S., Bar-Yam, Y., (2013). "Agent-Based Modeling of Policies to Improve Urban Food Access for Low-Income Populations", Applied Geography, Vol.40, No.1. PP. 1–10.

[11]. Highfield, L., Arthasarnprasit, J., Ottenweller, C.A. and Dasprez, A., (2011). “Interactive Web-based Mapping: "Bridging Technology and Data for Health", International Journal of Health Geographics, Vol.10, No.1. PP.69.

[12]. Delmelle, E.M., Zhu, H., Tang, W. and Casas, I., (2014). "A Web-Based Geospatial Toolkit for the Monitoring of Dengue Fever", Applied Geography, Vol.52, No.1. PP. 144-152.

[13]. Grubesic, T.H., Miller, J.A., Murray, A.T., (2014). "Geospatial and Geodemographic Insights for Diabetes in the United States", Applied Geography, Vol.55, No.1. PP. 117-126.