

رویکردی ترکیبی به مدل‌های زمین آماری و سیستم‌های اطلاعات مکانی برای ارزیابی نقش پارامترهای مکانی در شیوع سرطان در ایران: مطالعه موردی: سرطان مثانه

علیرضا وفایی نژاد^{۱*}، سحر سلیمانی متین^۲، ثنا حایری^۳

^۱ دانشیار دانشکده مهندسی عمران آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی

a_vafaei@sbu.ac.ir

^۲ دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات

s.soleimanimatin@gmail.com

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته سیستم‌های اداره زمین، دانشگاه شهید بهشتی

s.haery@mail.sbu.ac.ir

(دریافت: خرداد ۱۴۰۳، تصویب: تیر ۱۴۰۳)

چکیده

بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت، هرساله حدود ۷٫۶ میلیون نفر بر اثر سرطان جان خود را از دست می‌دهند که ۷۰ درصد از کل مرگ و میرها در کشورهای کم درآمد و متوسط است. همچنین تخمین زده می‌شود که این تعداد تا سال ۲۰۳۰ به بیش از ۱۳ میلیون نفر برسد. از آنجایی که میزان ابتلا به سرطان در حال افزایش است و مسائل مربوط به شیوع بیماری‌ها به ویژه سرطان ارتباط مستقیمی با جغرافیا و محیط دارد، این موضوع مدتهاست که مورد توجه قرار گرفته است. هدف این مطالعه، توسعه مدل‌های مکان آماری و استفاده از سیستم اطلاعات مکانی برای ارزیابی نقش پارامترهای مکانی و عوامل محیطی در شیوع سرطان مثانه در استان‌های ایران است. با توجه به بررسی‌های آماری داده‌های سرطان مثانه در استان‌های ایران، مشخص شد که استان‌های یزد و سیستان بلوچستان به ترتیب بیشترین و کمترین میزان بروز سرطان مثانه را در ایران دارند. همچنین با قراردادن یک مقدار مینیمم و در نظر گرفتن میانگین جهانی سرطان مثانه به عنوان آستانه، مشخص شد که میزان سرطان مثانه در ۲۳٪ استان‌ها پایین، در ۳۰٪ آن‌ها متوسط و در ۴۷٪ باقی‌مانده بالاتر از میانگین جهانی است. سرطان مثانه به عنوان یکی از معضلات شایع سلامت عمومی در ایران، توزیعی ناهمگون در سطح کشور دارد. این مطالعه با به کارگیری الگوریتم جنگل تصادفی، به بررسی توزیع فضایی سرطان مثانه در ایران و پیش‌بینی میزان بروز آن در مناطق مختلف می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم جنگل تصادفی با دقت قابل توجهی، میزان بروز سرطان مثانه را در سراسر ایران پیش‌بینی می‌کند. اجرای مدل بر روی حدود ۳۰ درصد از داده‌های آزمون نشان داد که مقدار واقعی داده‌ها با دقت ۰٫۶۲، پیش‌بینی شده است. در نهایت با اجرای یک مدل آماری، عوامل خطر ابتلا به این بیماری رتبه‌بندی شده و میزان سرطان مثانه در کشور پیش‌بینی می‌شود. با توجه به نتایج این مطالعه، به دلیل اینکه نقاط داغ سرطان مثانه در استان‌های مرکزی ایران به ویژه استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری قرار دارند، پیشنهاد می‌شود تحقیقات پزشکی و آماری دقیق‌تری در این زمینه انجام شود.

واژگان کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی، زمین آمار، سرطان مثانه، ایران

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

در بسیاری از کشورها، سرطان یکی از عوامل مهم مرگ و میر محسوب می‌شود. در کشور ما بعد از بیماری‌های قلبی و عروقی و تصادفات جاده‌ای، سرطان سومین عامل مرگ و میر به حساب می‌آید. در چنین شرایطی، برنامه‌ریزی کنترل سرطان یک ضرورت بهداشتی کشور می‌باشد. زیربنای برنامه‌ریزی کنترل سرطان (پیشگیری، غربالگری، درمان به موقع و خدمات تسکینی) نظام جمع‌آوری، ثبت و تحلیل اطلاعات موارد جدید سرطانی است. تجزیه و تحلیل این داده‌ها و گزارش آن‌ها به مسئولین و مجامع علمی و تحقیقاتی روشن‌نگر نحوه بروز و روند کلی بیماری و انواع خاص آن در سطح جامعه و یا مناطق خاص جغرافیایی مورد نظر خواهد بود. وجود اطلاعات جامع و قابل اطمینان در زمینه مرگ و میر در هر جمعیتی برای ارزیابی برنامه‌های نظام سلامت و تعیین اولویت‌های بهداشتی جهت کنترل بیماری‌ها و آسیب‌های گوناگون ضروری می‌باشد [۱].

نظام ثبت سرطان، ابزار اصلی مدیریت و کنترل سرطان است که این منبع اطلاعاتی مهم نه تنها برای مطالعات اپیدمیولوژیک این بیماری، بلکه برای برنامه‌ریزی و پیش‌بینی وقایع، سنجش درستی تحقیقات و تاثیر مداخلات مورد نیاز است. به عبارت دیگر برنامه‌های مورد نیاز غربالگری و ارزیابی کارایی برنامه‌های تحقیقاتی و پیشگیری با استفاده از داده‌های بانک اطلاعاتی ثبت سرطان مقدور خواهد بود. در همین راستا پیشرفت‌های اخیر و افزایش آگاهی از GIS و تکنیک‌های نقشه‌سازی، فرصت‌های جدیدی را برای مجریان امور سلامت عمومی برای پیشرفت در برنامه‌ریزی، تحلیل و نظارت بر قابلیت‌ها، بوجود آورده است. در نتیجه می‌توان رابطه بین سلامت عمومی و خصوصیات جغرافیایی مناطق مسکونی را بررسی کرد [۲].

گرچه مزایای اولیه GIS برگرفته از توانایی این سیستم در ذخیره، بازیابی و نمایش اطلاعات مکانی است، استفاده از GIS به منظور آنالیز داده‌های مکانی رو به افزایش است. در علم اپیدمیولوژی استفاده از مدلسازی مکانی و مکان آماری در سال‌های اخیر افزایش پیدا کرده است و همچنین روش‌های ارزیابی آماری و مدلسازی الگوهای مکانی اخیراً توسعه پیدا کرده‌اند [۳]. به ویژه در مطالعات اپیدمیولوژیک سرطان، GIS جستجو بین عوامل خطرزای محیطی و بیماری را حمایت

می‌کند. GIS به طور گسترده تولید نقشه‌های سرطان و اجرای تحلیل‌های آماری و مکانی را تسهیل می‌کند [۴].

با استفاده از GIS می‌توان نواحی داغ و سرد را شناسایی کرد و بدین ترتیب نقش پارامترهای محیطی در بروز این بیماری را مورد ارزیابی قرارداد. از جمله پارامترهای محیطی که به صورت جهانی در مورد آن‌ها تحقیق انجام شده است، رابطه آلودگی هوا، آلودگی خاک، آلودگی آب، استعمال دخانیات نوع اشتغال و شیوه زندگی در شیوع سرطان می‌باشد [۵]. منظور از این تحقیق بررسی موارد و پارامترهای ذکر شده و تهیه نقشه توزیع مکانی بیماری با توجه به آن‌ها و بدست آوردن نتیجه آماری مکانی در مورد میزان تاثیر هر کدام از پارامترها بر شیوع یا بروز بیماری در استان‌های مختلف ایران می‌باشد.

در سال‌های اخیر فراگیری انواع سرطان در دنیا به حدی رسیده که برخی تحلیل‌گران از آن به عنوان تراژدی یاد می‌کنند. آمار ابتلا به سرطان در ایران با ۱۳۴ مورد از ۱۰۰۰۰۰ نفر در سال ۲۰۱۳ پایین‌تر از متوسط جهانی قرار دارد. همچنان بنا به اعلام وزارت بهداشت این آمار پایین‌تر از متوسط آمار بروز سرطان در کشورهای منطقه است. اما با توجه به اینکه اکثر موارد ابتلا به سرطان در سنین بالا رخ می‌دهد و جمعیت کشور نیز رو به پیری است، پیش‌بینی می‌شود میزان ابتلا به سرطان در سال‌های آینده افزایش یابد. ۵۰ درصد سرطان‌ها قابل درمان و ۴۰ درصد آن‌ها قابل پیش‌بینی است [۶]؛ اما از آنجا که هزینه درمان سرطان بسیار بالاست پیشگیری از این بیماری بهترین راه ممکن جهت مقابله با بروز این بیماری در کشور می‌باشد. با شناسایی عوامل خطرزای این بیماری می‌توان خطر ابتلا به این بیماری را کاهش داد. یکی از روش‌های شناسایی این عوامل استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی است که به کمک آن می‌توان رابطه بین عوامل خطرزای محیطی و میزان بروز سرطان در هر مکان را مورد ارزیابی قرار داد و چنانچه رابطه معناداری بین آن‌ها وجود داشته باشد، می‌توان با تحقیقات پزشکی و آزمایشگاهی علت این ارتباط را مورد تحقیق و بررسی قرار داد. همچنین، بعد از شناسایی این عوامل، از آنجا که برخی از این عوامل مختص مناطق جغرافیایی خاص است می‌توان ساکنین آن مناطق را از خطر بیماری آگاه کرد و بدین ترتیب پیشگیری‌های لازم را در این خصوص انجام داد.

۲- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

با توجه به افزایش نرخ بروز سرطان در جهان، هدف برنامه کنترل سرطان (CCP) که توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) آغاز شد، کاهش بروز سرطان و مرگ‌های مربوط به این بیماری و افزایش کیفیت زندگی بیماران مبتلا به سرطان است. در حوزه سلامت، جغرافیا سرنوشت ساز است. طبق تحقیقات، قرار نگرفتن در معرض عوامل خطرزای محیطی و رفتاری از بیشتر مرگ و میرهای ناشی از سرطان جلوگیری می‌کند.

اگرچه ترکیب غربالگری و درمان به طور موثر مرگ و میر برخی از انواع سرطان را کاهش می‌دهد، محدودیت‌های مداخلات بالینی برای برخی از سرطان‌ها و عدم دسترسی بودن و استفاده از فناوری موجود، به وضوح تأثیر درمان بر مرگ و میر را حتی در کشورهای توسعه یافته محدود می‌کند. و همچنین به این دلیل که سرطان یکی از گران‌ترین بیماری‌ها از تشخیص تا مرگ برای هر بیمار است، پیشگیری‌های اولیه از طریق شیوه زندگی و دخالت‌های محیط‌زیستی می‌تواند بهترین انتخاب برای کاهش گسترش سرطان در سراسر دنیا باشد [۷].

آژانس‌های دولتی در سراسر جهان داده‌های مربوط به سلامت انسان را جمع‌آوری می‌کنند این داده‌ها شامل آمارهای سلامت و جمعیت، ثبت موارد حیاتی و ثبت بیماری‌ها است. توجه به این نکته و این حقیقت که اکثر اطلاعات مربوط به سلامت و جغرافیا گره خورده است، ضرورت ساختن سیستمی که به متخصصان حوزه سلامت، نهادها و ارگان‌ها قدرت استفاده از انواع مختلف اطلاعات موجود جهت برخورد با مسائل مربوط به سلامت و مدیریت برنامه‌ها را می‌دهد، رو به افزایش است. تعداد بیشمار لایه‌های اطلاعاتی مربوط به حوزه سلامت برای هر جمعیت یا مکان وجود دارد. GIS به متخصصان اجازه می‌دهد تا به طور موثرتری این لایه‌ها را سازمان‌دهی، نمایش و آنالیز کنند. GIS و متدهای آنالیز مکانی مرتبط، مجموعه‌ای ابزار جهت توصیف و درک تغییرات حوزه سلامت شامل دسترسی و خدمات‌رسانی را فراهم می‌کند. همچنین، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی جایگاه ایده‌آلی برای تحلیل بیماری‌ها و ارتباط آن‌ها با جمعیت ساکن، خدمات اجتماعی و مراکز درمانی و محیط زیست فراهم می‌کند. این سیستم‌ها برای داده‌های اپیدمیولوژی بیماری، آشکارسازی الگوها و روابط

پیچیده‌ای که شناسایی آن‌ها با فرمت‌های دیگر دشوار است، بسیار مناسب است. همچنین GIS به تصمیم‌گیران اجازه می‌دهد که به راحتی مشکلات ارتباط سلامت و مسائل اجتماعی و محیط زیست را بررسی کرده و منابع هدف را به طور موثرتری شناسایی کنند [۸].

GIS ظرفیت بالایی جهت ادغام کردن ۳ مولفه مطالعه اپیدمیولوژیک یعنی انسان، مکان و زمان را دارد و از این رو ابزاری خاص برای تحقیقات اپیدمیولوژیک سرطان محسوب می‌شود [۹].

متدهای بسیار زیاد آماری و مکان-آماري جهت مطالعه سرطان در اپیدمیولوژی وجود دارد، اما پروژه‌های محدودی در ارتباط با تحلیل مکانی بعضی سرطان‌ها در استان‌های ایران انجام شده است. با توجه به این موضوع، تعیین میزان شیوع انواع سرطان و تهیه نقشه توزیع این بیماری با توجه به شرایط جغرافیایی و پارامترهای مکانی کمک شایانی در شناسایی نحوه تأثیرمناطق جغرافیایی و پارامترهای مکانی (قرار گرفتن در معرض آلودگی خاص در هوا، خاک، آب، استعمال دخانیات و نوع اشتغال) بر بروز این بیماری می‌نماید. در تحقیقات پیشین انجام‌شده در ایران تنها به عوامل غیرمحیطی مانند شیوه زندگی پرداخته می‌شد. بهره‌گیری از مزایای GIS در سال‌های اخیر و باتوجه به نتایج تحقیقات انجام شده در سایر کشورها مبنی بر تأثیرگذاری شرایط محیطی بر این بیماری و نیاز به ارزیابی شرایط محیطی در بروز این بیماری در ایران با استفاده از GIS ضروری به نظر می‌رسد [۱۰].

تحلیل‌های مکان-آماري در GIS در علم اپیدمیولوژی بیماری‌ها به شناسایی خوشه‌ها کمک می‌کند و همچنین می‌توان بعد از ارزیابی عوامل تأثیرگذار محیطی تأثیر هر یک از این عوامل را کمی‌سازی کرد و همچنین مکان مناسب جهت تحقیقات بهداشت عمومی یا پیشگیری را مشخص نمود و بدین ترتیب در هزینه‌های زمانی و مالی صرفه جویی کرد. استفاده از قابلیت‌های GIS جهت جمع‌آوری و تحلیل و مدل‌سازی موارد سرطان در ایران و شناسایی محدوده‌های تجمع بیماری، مدیریت و تصمیم‌گیری در این حوزه را تسریع و تسهیل می‌کند. لذا در این تحقیق به نقشه‌سازی بیماری سرطان برای آگاهی کلی از شیوع مکانی این بیماری در ایران پرداخته می‌شود و سپس با استفاده از روش‌ها و ابزارهای موجود در علم GIS مکان‌های تجمع بیماری بر اساس پارامترهای مطرح محیطی مشخص می‌گردند.

۳- پیشینه تحقیق

با پیشرفت تکنولوژی و استفاده روزافزون از GIS در مطالعات اپیدمیولوژی سرطان تحقیقات و مطالعات زیادی در این زمینه در دهه‌های اخیر صورت گرفته‌است.

زهره معصومی و همکاران در پژوهشی به برازش یک مدل مکان آماری برای سرطان پوست پرداختند. در این تحقیق، آمار مربوط به این بیماری از مرکز ثبت سرطان استان کردستان گرفته‌شد و اطلاعات لازم از پرونده بیماران استخراج گردید. از مقایسه یافته‌های این پژوهش و نقشه توزیع جغرافیایی میزان تابش پرتو فرابنفش خورشید در ایران و نقشه پراکندگی جغرافیایی میزان بروز مبتلایان به سرطان پوست در استان کردستان در بازه زمانی مطالعه، مشخص می‌شود که انطباق مورد انتظار بین توزیع جغرافیایی بروز سرطان پوست و شاخص جهانی پرتو فرابنفش مشاهده نشد [۱۱].

ناهید خادمی و همکاران به شناسایی توزیع مکانی مبتلایان به ویروس HIV با استفاده از GIS پرداختند. در این تحقیق، جامعه مورد مطالعه کل بیماران مبتلا به ویروس HIV در این شهر بود. برای شناسایی الگوی توزیع این بیماران در محدوده شهر، مدل‌های آماری در محیط GIS مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که الگوی پراکندگی این بیماری در سطح شهر کرمانشاه تصادفی نیست و همچنین میانگین سن مبتلایان به این ویروس در این شهر رو به کاهش است [۱۲].

مدیریت لجن فاضلاب^۱ (FSM) بخش ضروری از خدمات بهداشتی عمومی در مناطق شهری و جلوگیری از شیوع بیماری است. در مطالعه‌ای که توسط Zoungrana و همکاران در سال ۲۰۲۴ انجام شد، از GIS برای توسعه یک سیستم برای بهبود FSM در بورکینافاسو استفاده شده‌است. این مطالعه نشان داد که GIS می‌تواند برای مواردی مانند بهبود زیرساخت‌های FSM موجود، از جمله تصفیه‌خانه‌های لجن فاضلاب، محل‌های تخلیه کامیون‌ها و چاه‌های فاضلاب، شناسایی مناطقی با تقاضای بالا برای خدمات FSM بر اساس تراکم جمعیت استفاده شود [۱۳].

محققان ترکیه در تحقیقی به بررسی رابطه بین موارد سرطان در استان Trabzon و محیط زیست با استفاده از GIS پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بروز سرطان سینه در مناطق شهری بیشتر از مناطق روستایی و ساحلی

است همچنین بروز سرطان پوست و تیروئید در مناطق جنگلی بیشتر از سایر مناطق رخ می‌دهد. همچنین ارتباطی قوی بین میزان بروز سرطان سینه و ارتفاع وجود دارد و بروز این بیماری در ارتفاع ۰ تا ۲۵۰ متر بیشتر از سایر ارتفاع‌ها مشاهده می‌شود [۱۴].

در پژوهشی Niculita-Hirzel و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی تاثیر بلندمدت قرارگرفتن در معرض فضای سبز شهری بر سلامت روان کودکان در سوئیس پرداخت. این مطالعه شامل ۳۶۵ کودک ۳ تا ۱۲ ساله بود و اطلاعات مربوط به سلامت روان آن‌ها از طریق پرسشنامه و توسط والدین یا سرپرستان جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که قرار گرفتن در معرض فضای سبز با کاهش علائم اضطراب و افسردگی در کودکان مرتبط است. کودکانی که در طول مطالعه در معرض فضای سبز بیشتری قرار داشتند، سطوح پایین‌تری از اضطراب و افسردگی را نشان دادند [۱۵].

Smith و همکاران در تحقیقی در سال ۲۰۱۵ با استفاده از تحلیل‌های مکانی و زمانی عوامل محیطی و اقتصادی اجتماعی به بررسی میزان مرگ و میر در اثر سرطان مثانه پرداختند. این مطالعه نشان داد، مصرف سیگار، بیکاری، روزهای ناسالم، روزهای دارای آلودگی محیطی، اشتغال در صنعت معدن و زندگی در شهرها با افزایش نرخ مرگ و میر در اثر این بیماری مرتبط هستند [۱۶].

میرحسینی و همکاران طی تحقیقی به بررسی خطر سرطان در رابطه با مقدار بنزین در هوای شهر شمال تهران بر اساس GIS پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین میزان آلودگی بنزین، بدلیل سوخت‌گیری و یا تخلیه غیراستاندارد و عدم وجود روش‌هایی برای از بین بردن لکه‌های بنزین، در پمپ بنزین‌ها و همچنین در مناطق ترافیک با حجم بالا دیده می‌شود. نقشه ریسک بدست‌آمده نشان می‌دهد که منطقه شرقی بدلیل جمعیت و همچنین آلودگی بیشتر، منطقه پرخطرتری محسوب می‌شود [۱۷].

Elebead و همکاران با استفاده از GIS به تولید نقشه سرطان در استان Gezira در کشور سودان پرداختند. در این تحقیق موارد بروز سرطان بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۸ در این کشور جمع‌آوری شد و تعداد ۳۶۰۱ مورد آن که درون مرزهای این استان اتفاق افتاده بود، مورد بررسی قرار گرفت. مشخص شد که در بعضی مناطق بروز سرطان افزایش

۱ Fecal Sludge Management

یافته‌است که این افزایش را می‌توان با افزایش مصرف کودهای شیمیایی و مشاهده مواد شیمیایی در مواد غذایی مورد استفاده در این منطقه، توجیه کرد [۹].

پژوهشی در سال ۲۰۲۰ توسط رضوی و همکاران انجام شد و نقشه آسیب‌پذیری ویروس کرونا در استان‌های ایران تهیه شد. در این پژوهش، تراکم جمعیت، درصد افراد مسن، دما و رطوبت به عنوان عوامل موثر بر شیوع ویروس کرونا در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که تراکم جمعیت و درصد افراد مسن تاثیر بیشتری بر شیوع بیماری دارند. بر اساس این مدل، استان‌های تهران، مازندران، گیلان و البرز در بهمن و اسفند ماه آسیب‌پذیرتر از سایر استان‌ها بودند [۱۸].

در مطالعه‌ای که توسط محمد بیگی و همکاران در سال ۲۰۲۰ انجام شد، به بررسی توزیع مکانی بیماری‌های قابل پیشگیری با واکسن VPDs در استان قم طی چهار سال با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که بالاترین نرخ بروز بیماری‌های AFP، سرخجه و سرخک در ناحیه مرکزی مشاهده شده‌است. ناحیه سلفچگان بالاترین نرخ بروز دیفتری را داشته و بالاترین نرخ بروز هیپاتیت B در ناحیه خلیجستان مشاهده شده‌است. همچنین، تمام موارد سیاه‌سرفه از شهر قم گزارش شده‌است [۱۹].

مطالعات بسیاری از کاربردهای سیستم اطلاعات جغرافیایی در اپیدمیولوژی سرطان استفاده کرده‌اند. این مطالعات نشان داده‌اند که GIS می‌تواند ابزار ارزشمندی برای شناسایی الگوهای توزیع فضایی سرطان، بررسی عوامل خطر و اولویت بندی مداخلات باشد. این مطالعه به بررسی توزیع فضایی سرطان مثانه در سراسر ایران می‌پردازد و از الگوریتم جنگل تصادفی برای بررسی توزیع فضایی سرطان مثانه و شناسایی عوامل خطر استفاده می‌کند. این الگوریتم‌ها می‌توانند روابط پیچیده بین مکان و سلامت را مدل‌سازی کنند که با روش‌های سنتی تحلیل فضایی قابل شناسایی نیستند.

۴- روش تحقیق

در این پژوهش پس از بررسی مقالات پزشکی و آماری، مشخص شد که مهم‌ترین عامل خطرزا، مصرف دخانیات است. از این رو یکی از عوامل مورد بررسی در این پژوهش مصرف دخانیات در کشور، در نظر گرفته شد. از آنجا که آمار سرطان مثانه در این تحقیق در مقیاس استان در نظر گرفته

شده‌است، میانگین میزان مصرف دخانیات هر خانوار در هر استان برای ادامه تحقیق نیاز است.

از دیگر عوامل خطرزا بر بیماری سرطان مثانه قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی موجود در کارخانه‌ها و کارگاه‌هایی است که در زمینه لاستیک‌سازی، چسب‌سازی و رنگ‌سازی مشغول فعالیت هستند. هر چه افراد بیشتری در معرض این مواد قرار بگیرند تعداد مبتلایان به سرطان مثانه بیشتر می‌شود. از این رو یکی از داده‌های مورد نیاز تعداد افرادی است که در این زمینه شغلی مشغول فعالیت هستند. از آنجا که این تعداد در مرکز آمار به تفکیک نوع کارخانه‌ها و کارگاه‌ها موجود نیست، به صورت جایگزین از تعداد کارگاه‌ها و کارخانه‌های بالای ۵۰ نفر فعال در این زمینه در هر استان، که نسبتی از افراد شاغل در این زمینه است، استفاده شد.

بنابر نتیجه تحقیقات گسترده، قرار گرفتن در معرض انواع کودشیمیایی عامل بسیاری از سرطان‌ها از جمله سرطان مثانه است. باتوجه به وجود اراضی کشاورزی پهناور در ایران و استفاده روزافزون از انواع کود شیمیایی در صنعت کشاورزی در کشور، بررسی تاثیر مصرف این کود بر روی بیماری سرطان مثانه ضروری به نظر می‌رسد. از این رو یکی از داده‌های مورد نیاز جهت انجام این پژوهش میزان مصرف کود شیمیایی در اراضی زیر کشت است. مساحت اراضی زیر کشت در هر استان نیز می‌تواند به عنوان نسبتی از میزان مصرف کود شیمیایی در کشور استفاده شود.

از جمله پارامترهای تاثیرگذار بر انواع سرطان به خصوص سرطان مثانه مصرف دخانیات است. باتوجه به رابطه مستقیم میزان مصرف سیگار و هزینه مصرف آن، میزان متوسط هزینه مصرف سیگار هر استان استخراج و به عنوان یکی از متغیرهای مستقل در این پژوهش در نظر گرفته شد.

یکی دیگر از عوامل خطرزای معروف در انواع سرطان‌ها به خصوص سرطان مثانه نوع شغل افراد است. بدین صورت که شرایط محیطی کار مانند در معرض گازهای سمی و مواد شیمیایی قرار گرفتن می‌تواند برای سلامت افراد شاغل خطرزا باشد. از این رو از دیگر متغیرهای مستقل این تحقیق تعداد کارخانه‌های فعال در زمینه لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی و چسب در هر استان است. ابتدا تعداد کارخانه‌ها و کارگاه‌های فعال در هر یک از استان‌های ایران از مرکز آمار ایران اخذ شد؛ سپس در مرحله بعد برای هر یک از استان‌ها مراکز که در زمینه لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی و چسب فعال بودند جدا و تعداد آن‌ها در سطر مربوط به هر استان ثبت شد.

مواد غذایی ناسالم از عوامل زمینه‌ساز سرطان است و در صورت آلوده بودن مواد غذایی، خطر سرطان‌زا بودن آن‌ها وجود دارد. ثابت شده‌است که مواد غذایی حاوی نیترات، سرطان‌زا هستند. این درحالی است که بیشترین نیترات در صیفی‌جات و سبزیجات وجود دارد. این محصولات نیترات بیشتری که از طریق کودهای شیمیایی وارد زمین شده‌است

را جذب می‌کنند و به گفته متخصصان علم تغذیه ورود سموم موجود در خاک به بدن در دراز مدت موجب ابتلا به برخی بیماری‌ها می‌شود. علاوه بر آن مصرف بیش از اندازه کود شیمیایی سبب ورود مواد شیمیایی به آب‌های زیرزمینی می‌شود و می‌تواند برای محیط‌زیست و سلامت عمومی جامعه خطرزا باشد [۲۰].

جدول ۱- نرخ سرطان و عوامل خطرزای سرطان در هر استان

استان	میزان مصرف کود شیمیایی	تعداد کارخانه‌های لاستیک سازی	مصرف دخانیات	نرخ سرطان
آذربایجان غربی	۵۲۳	۴۶	۸۳,۸۰	۱۰,۶
آذربایجان شرقی	۵۵۴	۴۷۴	۶۰,۴۰	۱۵,۹۲
بوشهر	۵۰۶	۵۳	۱۱۵,۹۰	۱۶,۶
چهارمحال و بختیاری	۸۹۳	۱۳	۵۳	۱۱,۷۶
اصفهان	۱۰۷۸	۱۳۴	۳۳,۳۰	۱۵,۹۵
فارس	۹۲۴	۲۲۸	۴۷,۸۰	۱۵,۶۸
قم	۸۹۸	۲۴۱	۳۵,۳۰	۴,۵۲
گیلان	۷۹۳	۱۱۱	۸۳,۶۰	۱۶,۵۵
قزوین	۸۶۳	۶۲	۶۷,۸۰	۷,۲۱
اردبیل	۴۴۵	۵۷	۴۶,۷	۹,۲۹
گلستان	۷۲۷	۳۶	۴۳,۲	۸,۳۱
همدان	۸۹۸	۳۲	۶۳,۲	۱۱,۲
هرمزگان	۵۴۹	۲۰	۳۵	۴,۱۳
ایلام	۵۹۳	۲۳	۴۲	۵,۴۵
کرمان	۱۷۴۹	۱۰۳	۶۹	۱۴,۶۶
کرمانشاه	۷۹۵	۵۰	۵۵	۱۵,۷۴
خراسان جنوبی	۷۸۱	۱۹۷	۲۰,۲	۷
خراسان رضوی	۸۱۳	۱۹۷	۲۲,۴	۹,۹۹
خراسان شمالی	۷۸۳	۱۹۷	۲۷,۳	۴,۸۷
خوزستان	۷۶۳	۲۳۹	۳۹,۳	۱۰,۵۲
کهگیلویه و بویراحمد	۷۷۴	۵۱	۶۷,۵۰	۸,۹۸
کردستان	۵۸۲	۵۷	۴۵,۸	۱۰,۲۷
لرستان	۷۰۲	۶۷	۴۴,۵۰	۱۲,۵۰
مرکزی	۷۶۷	۴۲	۶۰,۷۰	۱۶,۰۶
مازندران	۸۴۸	۱۷۳	۳۴,۲۰	۱۱,۱۹
سمنان	۹۱۹	۱۵۸	۳۸,۶۰	۱۰,۷۲
سیستان و بلوچستان	۵۰۱	۶۳	۲۲,۲	۲,۲۷
تهران	۷۷۸	۳۳۸	۶۰,۴۰	۱۵,۷۹
یزد	۸۶۵	۴۴۷	۳۷,۹۰	۱۷,۰۵
زنجان	۶۹۷	۱۴۷	۵۵,۷۰	۸,۷۴

به منظور ثبت اطلاعات توصیفی مربوط به هر استان، ترسیم نقشه و انجام آنالیزهای مکانی از نقشه مرز استان‌های ایران در این پژوهش استفاده شد. به منظور تولید نقشه توزیع سرطان مثانه در مردان در ایران مقادیر میزان سرطان

به ۳ کلاس تقسیم شد و هر استان به یک کلاس اختصاص پیدا کرد. در این بخش دامنه هر یک از کلاس‌ها بر اساس میزان سرطان مثانه، حدود ۵ در نظر گرفته شد و تعداد کلاس‌ها بر اساس میزان ماکزیمم و مینیمم میزان سرطان تعیین گردید.

استفاده از آماره Gi^* جهت تعیین نقاط داغ و سرد

یکی از اهداف این پژوهش یافتن نقاط داغ و سرد سرطان مثانه در مردان در ایران است. به عبارت دیگر هدف یافتن نواحی با مقادیر زیاد سرطان است که در همسایگی نواحی با مقادیر زیاد سرطان قرار دارند به عنوان مناطق داغ و همچنین یافتن نواحی با میزان کم سرطان که در همسایگی نواحی با مقادیر کم سرطان قرار دارند به عنوان نقاط سرد یکی از اهداف این پژوهش می باشد. در صورت یافتن چنین نقاطی محققان سایر رشته های مرتبط با این موضوع می توانند به طور جزئی تر دلایل این موضوع را بررسی کنند یا این نتایج را در تصمیم گیری های آتی در برنامه های بهداشت، درمان و پزشکی این مناطق مد نظر قرار دهند.

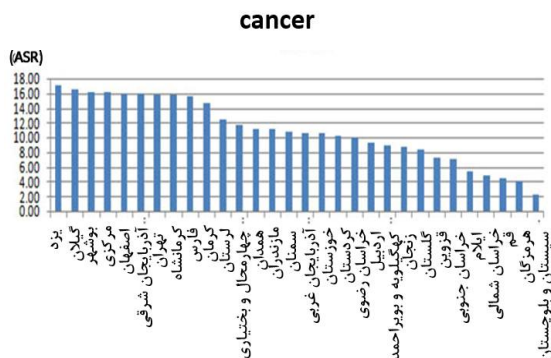
رتبه بندی متغیرها با استفاده از مدل جنگل تصادفی

روش جنگل تصادفی علاوه بر قابلیت پیش بینی، قابلیت مفید دیگری با عنوان VIM^1 دارد که میزان اهمیت هر یک از متغیرهای مستقل را در پیش بینی متغیر وابسته اندازه گیری می کند. VIM به عنوان روشی برای انتخاب متغیرها در مسائل ناپارامتریک بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این قابلیت روابط بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته را بررسی می کند و نشان می دهد که کدامیک از متغیرهای مستقل تاثیر بیشتری در پیش بینی متغیر وابسته دارند. VIM در RF تاثیر هر یک از متغیرها را به صورت جداگانه بررسی می کند. بدیهی است هر چقدر میانگین تفاضل MSE^2 برای هر متغیر بیشتر باشد، آن متغیر تاثیر و اهمیت بیشتری در پیش بینی متغیر وابسته دارد [۲۴، ۲۳، ۲۲، ۲۱].

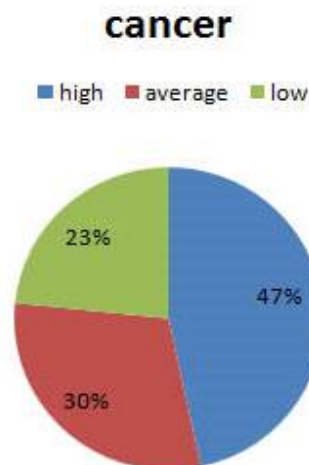
بررسی های آماری داده های مربوط به سرطان مثانه

در این تحقیق از میزان بروز استاندارد شده سنی $(ASR)^3$ بیماری سرطان مثانه در مردان به تفکیک استان های ایران

استفاده شده است. میزان بروز استاندارد شده سنی (ASR) ، میانگین وزنی نرخ بروز بیماری هر سن خاص در هر صد هزار نفر است که در آن وزن ها، نسبت افراد هر سن خاص به کل جمعیت جامعه می باشد. بنابراین تعداد کل داده های موجود برابر ۳۰ می باشد. دامنه تغییرات این میزان بین ۲،۲۷ و ۱۷،۰۵ است که به ترتیب متعلق به استان های سیستان و بلوچستان و یزد می باشد.



شکل ۱- ASR سرطان مثانه در استان های ایران



شکل ۲- توزیع آماری کلاس های سرطان مثانه در بین استان های ایران

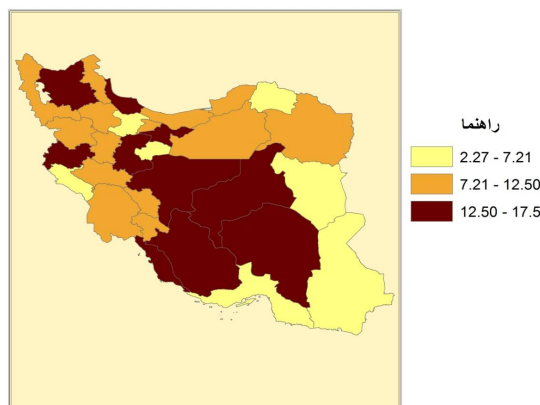
همانطور که در شکل ۲ مشخص است تقریباً نیمی از استان های ایران دارای نرخ سرطان بالا می باشند. در حالی که نرخ پایین سرطان مثانه در تنها ۲۳٪ از استان ها مشاهده شده است. اطلاعات مربوط به میزان مصرف دخانیات در ایران، از مرکز آمار ایران به صورت جدولی اخذ شد. از این جداول میانگین هزینه مصرفی هر خانوار در هر استان استخراج شد.

^۱ Variable Importance Measure

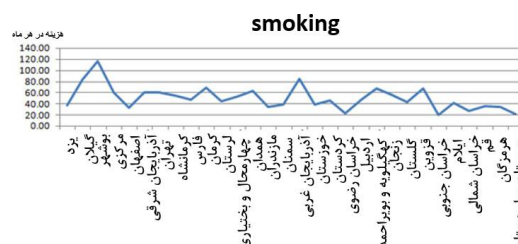
^۲ Mean Square Error

^۳ Age Standardized Rate

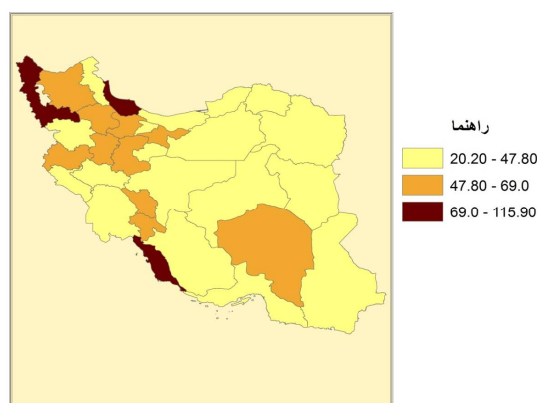
بدیهی است هر چه هزینه مصرفی هر خانوار برای دخانیات بیشتر باشد، میزان مصرف دخانیات در آن خانوار بیشتر است. در استان‌های ایران استان بوشهر بیشترین هزینه را برای مصرف دخانیات می‌پردازد. در حالی که استان خراسان رضوی کمترین هزینه را برای مصرف دخانیات پرداخت می‌کند.



شکل ۳- توزیع سرطان مثانه در ایران



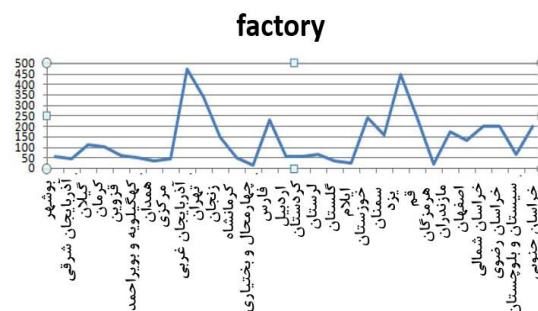
شکل ۴- میزان هزینه مصرفی هر خانوار برای دخانیات در هر استان



شکل ۵- میزان مصرف دخانیات در ایران

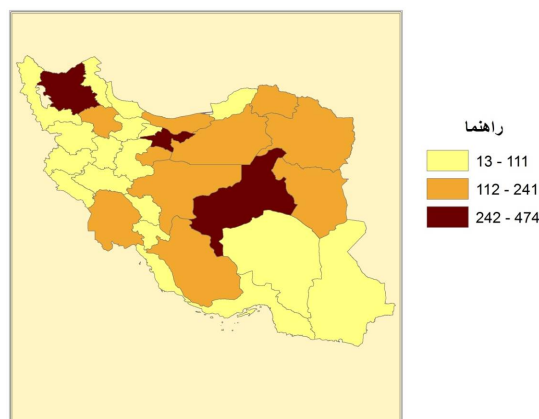
همان‌گونه که پیشتر توضیح داده شد، قرار گرفتن افراد در معرض موادشیمیایی در کارخانه‌ها و کارگاه‌های لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی و چسب‌سازی می‌تواند یکی از عوامل خطرزای سرطان مثانه باشد. از این رو اطلاعات مربوط

به تعداد کارخانه‌ها و کارگاه‌های بالای ۵۰ نفر در هر استان، مرکز آمار ایران اخذ شد.



شکل ۶- تعداد کارخانه‌های فعال در زمینه لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی و چسب‌سازی

در بین استان‌های ایران آذربایجان غربی با ۴۷۴ و بعد از آن استان یزد با ۴۴۷ کارخانه بیشترین تعداد کارخانه‌های فعال در زمینه لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی و چسب‌سازی را دارند. همچنین استان چهارمحال و بختیاری با تنها ۱۳ کارخانه و کارگاه فعال در این زمینه کمترین تعداد را نسبت به سایر استان‌ها دارد. پرسنل همه این کارخانه‌ها و کارگاه بالای ۵۰ نفر هستند و بدیهی است هر چقدر تعداد کارخانه‌ها و کارگاه‌های فعال در این زمینه بیشتر باشد، تعداد افراد فعال در این زمینه نیز در آن‌ها بیشتر است.



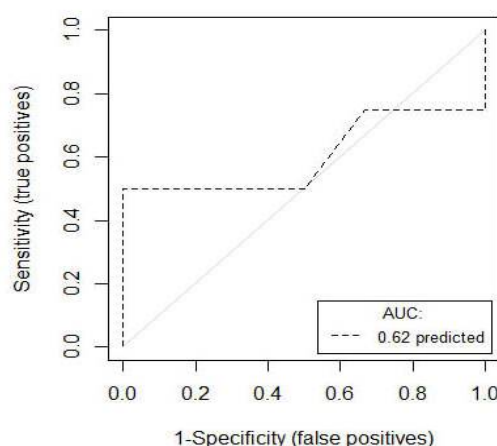
شکل ۷- تعداد کارخانه‌ها و کارگاه‌های فعال در زمینه لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی و چسب‌سازی در ایران

همان‌طور که پیشتر گفته شد، استفاده بیش از اندازه از کود شیمیایی در کشاورزی می‌تواند موجب بروز بسیاری از سرطان‌ها شود. اطلاعات مربوط به میزان مصرف کود کشاورزی در هر استان از نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ای که معاونت امور برنامه‌ریزی، اقتصادی و بین‌المللی دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت کشاورزی منتشر کرده‌است، بدست

مدل سازی داده ها

پس از ایجاد مدل توسط حدود ۷۰٪ داده ها، جهت اعتبارسنجی مدل ۳۰٪ باقی مانده داده ها که در ساخت مدل مشارکت نداشتند به عنوان داده آزمون استفاده می شوند تا کلاس آن ها توسط مدل پیش بینی شود. بدین ترتیب با بررسی تعداد پیش بینی های درست توسط مدل اعتبار مدل سنجیده می شود. برای بدست آوردن جزئیات پیش بینی مدل و همچنین داشتن نمایی کلی از عملکرد مدل می توان از منحنی ROC^۱ کمک گرفت. این منحنی نشان دهنده عملکرد مدل نسبت به یک پیش بینی تصادفی است. نیم سازه ربع اول در این نمودار نشان دهنده پیش بینی تصادفی است و هر چقدر که مدل از این نیم سازه بالاتر باشد، عملکرد بهتری داشته است. همچنین مساحت زیر نمودار ROC، AUC^۲ نامیده می شود که هر چقدر این مساحت بیشتر باشد، مدل به واقعیت نزدیکتر است.

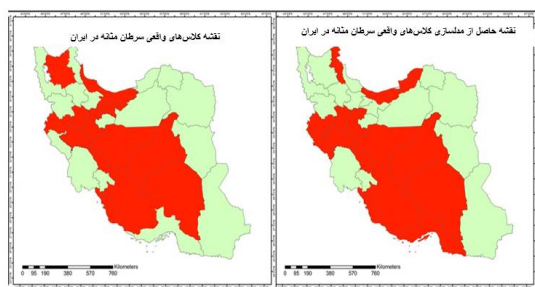
ROC Plot



شکل ۱۲- ارزیابی مدل جنگل تصادفی

AUC بدست آمده از مدل ساخته شده توسط الگوریتم جنگل تصادفی در این پژوهش، ۰٫۶۲ است. که نشان می دهد که در هر پیش بینی مدل به احتمال ۶۲٪ داده را به درستی پیش بینی می کند.

در مرحله آخر نقشه حاصل از مدل ایجاد شده توسط الگوریتم جنگل تصادفی ایجاد می شود و با نقشه واقعی کلاس های بالا و پایین سرطان مثانه در ایران مقایسه می شود.



شکل ۱۳- مقایسه نقشه کلاس های واقعی سرطان مثانه و کلاس های پیش بینی شده توسط مدل

۵- نتیجه گیری

بر اساس بررسی های آماری انجام شده بر روی داده های سرطان مثانه در استان های ایران، مشخص شد که استان یزد و سیستان و بلوچستان به ترتیب بیشترین و کمترین میزان سرطان مثانه در ایران را به خود اختصاص دادند. همچنین با قراردادن یک مقدار مینیمم و همچنین میانگین جهانی سرطان مثانه به عنوان آستانه، مشخص شد که میزان سرطان مثانه در ۲۳٪ استان ها پایین، در ۳۰٪ آن ها متوسط و در ۴۷٪ باقی مانده بالاتر از میانگین جهانی است. به طور کلی میزان سرطان مثانه در ۱۴ استان پایین تر از میانگین جهانی و در ۱۶ استان باقی مانده بالاتر از میانگین است.

پس از کلاسه بندی میزان سرطان به سه کلاس کم، متوسط و زیاد و ترسیم نقشه توزیع سرطان مثانه در ایران مشخص شد که استان های شرقی و همچنین شمال و جنوب شرقی کمترین میزان سرطان مثانه را در ایران دارند. همچنین توزیع متوسط و زیاد میزان سرطان در سایر مناطق ایران مشاهده می شود. میزان زیاد این سرطان از غرب ایران، استان کرمانشاه، آغاز و به سمت شرق تا استان کرمان ادامه پیدا می کند. همچنین مقادیر این نوع سرطان در استان های شمالی ایران، بیشتر از مقدار میانگین جهانی است.

با اجرای آنالیز G_i^* جهت یافتن نواحی داغ و سرد و همچنین ترسیم نقشه این نواحی مشخص شد که تمرکز نواحی داغ در مرکز ایران و بخصوص استان های اصفهان، یزد و چهارمحال و بختیاری می باشد. همچنین استان های شرقی کشور، بخصوص سیستان و بلوچستان جز نواحی سرد سرطان مثانه محسوب می شوند. همزمان با این آنالیز، تحلیل Moran I^۳ نیز بر روی داده ها انجام شد که نتیجه این تحلیل

^۱ receiver operating characteristic curve

^۲ Area Under the ROC Curve

^۳ Moran's I analysis

نشان داد که به طور کلی میزان سرطان مثانه در ایران بیشتر به صورت تصادفی در سطح کشور پراکنده شده است و تمرکز و یا پخش بودن بیش از حد در کشور مشاهده نمی شود. با استفاده از مزیت VIM در الگوریتم جنگل تصادفی، مشخص شد که میزان مصرف دخانیات با فاصله زیادی از سایر فاکتورها، مهمترین عامل ابتلا به این بیماری می باشد. اشتغال در کارگاه های لاستیک سازی، رنگ سازی و چسب سازی و در

آخر میزان مصرف کود شیمیایی به ترتیب از عوامل دیگر خطرزای این بیماری بودند. نتایج حاصل از اجرای الگوریتم جنگل تصادفی به منظور پیش بینی میزان سرطان مثانه نشان داد که این الگوریتم تا حد خوبی می تواند میزان سرطان مثانه را در کشور پیش بینی کند. اجرای مدل بر روی حدود ۳۰٪ از داده های تست نشان داد که این مدل با دقت ۰٫۶۲، مقدار واقعی داده ها را به درستی پیش بینی کرده است.

مراجع

- [۱] Karami J, Delfan S, Shamsoddini A. Role of Time in Spatial Analysis of Diseases in Tehran. JGST 2016; 5, 4 PP. 227-238. (in Persian).
- [۲] Baghi, F., Balaz, F., Jajic, I., Stojisin, V., (2008) "Mycotoxin content in different parts of Fusarium infected wheat heads." 3rd Int. FHB Symposium Szeged, 36, PP. 341-342.
- [۳] Stillwell, J., Karikari, I., Stillwell, J., Carver, S., (2003), "Land administration and GIS: the case of Ghana." Progress in Development Studies, 3, 3. PP. 223-242.
- [۴] Elliott, P., Wakefield, J., Best, N., and Briggs, D., (2000) "Spatial Epidemiology: Methods and Applications.", International Journal of Epidemiology, 30, 5, PP. 1204-1205.
- [۵] Alexander, F., Freda E. T. James Ricketts, Joan Williams, Ray A., (1991). "Methods of mapping and identifying small clusters of disease with applications to geographical epidemiology." Geographical Analysis., 23. PP. 156-173.
- [۶] Hashemian, M., Poustchi, H., Mohammadi NasrAbadi, F., Sharafkhan, M., Fazeltabar, A., Hekmatdoost, A., Malekzadeh, R. (1395). "Manganese intake and the risk of esophageal cancer in the Golestan cohort study." Digestion, 21, 1, PP. 20-26, (in Persian).
- [۷] Botteman, F., Pashos, C., Redaelli, A., Laskin, B., Hauser, R., (2003), "The health economics of bladder cancer: a comprehensive review of the published literature." Pharmacoeconomics, 21, 18, PP. 1315-30.
- [۸] Bindu, A., Janak, P. (2012). "GIS IN EPIDEMIOLOGY: APPLICATIONS AND SERVICES." National Journal of Community Medicine. 259, 3, PP. 259, 263.
- [۹] Elebead, F., Amna, H. Saad Hilmi, H., and Galal, H. (2012). "Mapping Cancer Disease Using Geographical Information System (GIS) in Gezira State-Sudan." Journal of Community Health., 37. PP. 830-839.
- [۱۰] Akbari, M., Naghibzade-Tahami, Khanjani, N., Baneshi, M., Kamali, E., Hesampour, M., and Haghdoust, A. (2015). "Opium as a Risk Factor for Bladder Cancer: A Population-based Case-control Study in Iran", Arch Iran Med., 18. PP. 567- 571.
- [۱۱] Masoumi, Z., Mesgari, M., (1385). "Fitting a spatial-statistical model on skin cancer incidence in order to support decision making." Geomatic conference, 85, (in Persian).
- [۱۲] Khademi, N., Reshadat, S. and Zangeneh, A. (2016). "Identifying HIV distribution pattern based on clustering test using GIS software, Kermanshah, Iran." HIV & AIDS Review. 15(4), PP. 147-152.
- [۱۳] Zoungrana, M. Andrianisa, H. Yonaba, B. Mabia, A. Thiam, S. and Bonki, B. (2024). "A GIS-based approach for improving urban sanitation planning and services delivery: A case study from Ouagadougou, Burkina Faso." Habitat International. 143, 102993. PP.

- [۱۴] Yomralioglu, T., Colak, E., Aydinoglu, A. (2009). "Geo-Relationship between Cancer Cases and the Environment by GIS: A Case Study of Trabzon in Turkey" *Int J Environ Res Public Health*, 6. PP. 3190-3204.
- [۱۵] Niculita-Hirzel, H. Hirzel, A. Wild, P. (2024). "A GIS-based approach to assess the influence of the urban built environment on cardiac and respiratory outcomes in older adults." *Building and Environment*, 253. PP.
- [۱۶] Smith, N, Prasad, S, Patel, A, Weiner, A, Pariser, J, Razmara, Maene, C, Schuble, T, Pierce, B, Steinberg, D, (2016). "Bladder Cancer Mortality in the United States: A Geographic and Temporal Analysis of Socioeconomic and Environmental Factors." *The Journal of Urology*, 195,2. PP.290-296.
- [۱۷] Atabi, F., Mirzahosseini, S. (2013). "GIS based assessment of cancer risk due to benzene in Tehran Ambient air." *Int J Occup Med Environ Health*, 26. PP. 770-779.
- [۱۸] Razavi-Termeh, S. Sadeghi-Niaraki, A. Choi, S. "Coronavirus disease vulnerability map using a geographic information system (GIS) from 16 April to 16 May 2020." *Physics and Chemistry of the Earth*, 126, 103043. PP.
- [۱۹] Mohammadbeigi A. Saghaipour, A. Jesri, N. Tarkhan. F. Karami and Jooshin, M. (2020). "Spatial distribution of vaccine-preventable diseases in central Iran in 2015–2018: A GIS-based study." *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 126, 12. PP.
- [۲۰] Kumar, V, Sundaram, D., Sebastian, G, and Lakshmanan, J. (2016). "Spatial mapping of acute diarrheal disease using GIS and estimation of relative risk using empirical Bayes approach." *Clinical Epidemiology and Global Health*. PP. 87-92.
- [۲۱] Matin, S., Chehreh Chelgani, S. (2016). "Estimation of coal gross calorific value based on various analyses by random forest method," *Fuel*, 177. PP. 274-278.
- [۲۲] Matin, S., Hower, J., Frahzadi, L., and Chehreh, S. (2016). "Explaining relationships among various coal analyses with coal grindability index by Random Forest." *International Journal of Mineral Processing*. 155, PP. 140-146.
- [۲۳] Chehreh Chelgani, S., Matin, S. (2016). "Explaining relationships between coke quality index and coal properties by Random Forest method." *Fuel*, 182, PP. 754-760.
- [۲۴] Chehreh Chelgani, S., Matin, S. and Makaremi, S. (2016). "Modeling of free swelling index based on variable importance measurements of parent coal properties by random forest method, Measurement." *Measurement*, 94, PP. 416-422.
- [۲۵] Akyol., Calik, E, Bayir, S, Sen, B, and Cavusoglu, A. (2015). "Analysis of Demographic Characteristics Creating Coronary Artery Disease Susceptibility using Random Forests Classifier." *Procedia Computer Science*, 62. PP. 39-46.
- [۲۶] Cromely, A, McLafferty, S. (2012) "Public participation GIS and community health GIS and public health." *Public health*, PP. 411-422.
- [۲۷] Djukpen, R. (2012). "Mapping the HIV/AIDS epidemic in Nigeria using exploratory spatial data analysis". *GeoJournal*, 77, PP. 555-569.
- [۲۸] Burger, M., Catto, J., Dalbagni, G, Grossman, H., Herr, H, Karakiewicz, P., Kassouf, W, Kiemeny, L, Vecchia, C, Shariat, S, and Lotan, Y. (2013). "Epidemiology and Risk Factors of Urothelial Bladder Cancer." 63,2, PP. 234-241.