Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره هشتم، شماره ۴، خرداد ماه ۱۳۹۸

طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم الکترونیکی مدیریت آسم مبتنی بر پارامترهای آلایندگی هوا

مصطفی احسانی[۱]، ابوالقاسم صادقی نیارکی[*۲]

[۱] کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی - دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست - دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران
mo.ehsani94@gmail.com

[۲] استادیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
a.sadeghi@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت آبان ۱۳۹۷، تاریخ تصویب دی ۱۳۹۷)

چکیده

بیماری آسم، در طول پنجاه سال گذشته به دلیل آلوده‌شدن محیط اطراف زندگی به عوامل محرک و حساسیت‌زا از جمله آلاینده‌های هوا افزایش چشمگیری داشته و به یکی از بیماری‌های شایع مزمن در سرتاسر جهان تبدیل‌شده‌است. ازهمین‌رو، محققان پایش آلاینده‌های محیطی در محل زندگی بیماران را جز لاینفک برنامه‌های مدیریت آسم به شمار می‌آورند. شناسایی مناطق دارای خطر بالقوه‌ی تشدید آسم و آگاهی‌دادن به بیماران به جهت پیشگیری از مواجهه با این آلاینده‌ها درهمه مکان‌ها و زمان‌ها، یک گام مناسب در مدیریت موثر این بیماری در درازمدت است.

امروزه، با گسترش ابزارهای فناوری اطلاعات و نفوذ سیستم اطلاعات‌مکانی تحت‌وب در حوزه سلامت، طراحی برنامه‌های مدیریت آسم به جهت جلوگیری از تشدید این بیماری با برداشته‌شدن محدودیت‌های مکانی و زمانی دچار تغییرات بنیادین شده‌است؛ ابزاری که در همه مکان‌ها و زمان‌ها در اختیار بیماران باشد و اطلاعات مناسب از محیط پیرامون زندگی در اختیار آنان قرار دهد، به‌طور موثرتری می‌تواند آنان را از خطرات بالقوه تشدید آسم آگاه‌نماید. از این رو در این مقاله، ابزاری مبتنی بر الگوریتم درخت‌تصمیم و سیستم اطلاعات جغرافیایی تحت‌وب توسعه‌داده‌شده تا با ارائه نقشه‌های روزانه پیش‌بینی تشدید آسم بر مبنای آلاینده‌های هوا، بیماران را در مورد مناطق و مکان‌های بالقوه خطرناک تشدید آسم آگاه‌نماید. این ابزار که بر روی مرورگرهای دو پلتفرم وب و تلفن‌های همراه هوشمند در دسترس است، پایبندی بیماران را به برنامه‌های پایش آسم بهبود داده و آگاهی و دانش آنها را نسبت به یک بیماری وابسته به محیط‌زیست به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

واژگان کلیدی: مدیریت الکترونیکی آسم، سیستم اطلاعات مکانی، پایش، بیماری مزمن، آلودگی‌هوا

[*] نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

امروزه با رشد جوامع، بیماری‌ها از حیث تنوع و تعداد افراد درگیر، درحال افزایش هستند. یکی از بیماری‌هایی که گسترش فزاینده‌ای داشته، بیماری آسم آلرژیک است[۱]. این بیماری، به عنوان یکی از بیماری‌های مزمن، تهدیدی جدی برای سلامت و بهداشت عمومی به شمار می‌آید که سالانه به میزان ۵٪ نیز به مبتلایان آن افزوده‌می‌شود [۲].

بر طبق آخرین آمار سازمان بهداشت جهانی، تعداد افراد مبتلا به آسم در سرتاسر دنیا ۳۰۰ میلیون نفر بوده و تا سال ۲۰۲۵ تا ۴۰۰ میلیون نیز قابل‌افزایش است[۳]. این آمار و ارقام نشان‌دهنده اهمیت این بیماری و تعداد بالای مبتلایان به آن است که در صورت عدم درمان و کنترل می‌تواند به یک مشکل جدی برای بهداشت عمومی تبدیل شود [۲].

عوامل محیطی و مکانی مختلفی موجب تشدید آسم یا اصطلاحا حملات آسمی می‌شوند که بسته به نوع جغرافیا، شرایط محیطی و سبک زندگی افراد متغیرند[۴]. تشدید آسم به عنوان "حادثه‌ای که نیازمند به اقدام فوری بر روی بیمار بوده و پزشکان می‌بایست برای جلوگیری از یک نتیجه جدی مانند بستری‌شدن یا مرگ تلاش‌نمایند"، تعریف‌می‌شود[۵]. تشدید آسم در سطح فردی برای بیمار، یک رویداد منفی و ناگوار تلقی‌شده و شناسایی افراد درمعرض حملات آسمی، می‌تواند به مدیریت این بیماری کمک‌نموده و در نهایت درد، رنج، مرگ و هزینه‌های بهداشتی و درمانی حاصل از آن را کاهش‌دهد. از این‌رو محققان، یکی از راه‌های اصلی مدیریت آسم را کنترل بیماری به جهت جلوگیری از تشدید آن به‌حساب می‌آورند[۴].

بیماری آسم در طول پنجاه سال گذشته، به دلیل آلوده‌شدن محیط اطراف زندگی به عوامل محرک و حساسیت‌زا افزایش چشمگیری داشته‌است[۶]. از جمله مهمترین این محرک‌ها، آلاینده‌های هوا هستند که غلظت بالای آنها با افزایش خطر تشدید بیماری همراه خواهدبود[۷]. درحال حاضر تحقیقات زیادی در ادبیات پژوهش، ارتباط تشدید آسم با آلاینده‌های هوا را بررسی، تایید و اثبات نموده‌اند[۸]. از این‌رو می‌توان با جمع‌آوری اطلاعات مناسب از محیط زندگی بیماران، نقش آلاینده‌های هوا را در تشدید بیماری آسم در شرایط محیطی و مکانی گوناگون پیش‌بینی و تجزیه و تحلیل نمود[۸]. شناسایی تاثیرات این عوامل و پیشگیری از مواجهه با آنها، موجب جلوگیری از بروز تشدید بیماری و مدیریت موثر آن شده [۶] و تاثیر بسزایی در پیش‌آگاهی به بیماران داشته و پایه‌ای را برای توسعه مداخلات‌درمانی جدید تشکیل‌می‌دهد[۹].

از سویی‌دیگر، آسم به عنوان یک بیماری مزمن نیازمند مدیریت همیشگی و مداوم است؛ به‌همین‌جهت به نظر می‌رسد که پیش‌بینی مکان‌های بالقوه خطرناک برای تشدید بیماری به‌تنهایی کافی نیست[۱۰]، بلکه می‌بایست ابزاری کارآمد و موثر وجودداشته‌باشد تا در همه مکان‌ها و زمان‌ها در اختیار بیمار بوده و در مواقعی که خطر تشدید آسم وجود دارد، با ارائه اطلاعات مناسب به بیمار، وی را از خطرات احتمالی آگاه‌نماید. امروزه با گسترش ابزارهای فناوری اطلاعات، پیدایش سیستم‌های اطلاعات مکانی[۱] و نفوذ تکنولوژی‌های سیار از جمله تلفن‌های همراه هوشمند با قابلیت‌ها و ویژگی‌های منحصر به فردشان، می‌توان ابزارهای مدیریت آسم را به‌طور بنیادین تغییر داده تا برنامه‌های کلاسیک پیشین را کارآمدتر و موثرتر نموده و پایبندی بیماران را به آنها افزایش‌داد [۱۰].

در نتیجه در این پژوهش، برای توسعه یک سیستم موثر و کارآمد مدیریت آسم، یک ابزار مبتنی بر سیستم‌های اطلاعات مکانی تحت‌وب[۲] و ابزارهای فناوری اطلاعات طراحی‌خواهدشد که نقشه‌های پیش‌بینی تشدید آسم بر مبنای آلاینده‌های هوا را در محیط وب انتشار داده و در معرض دیدعموم قراردهد. این ابزار می‌تواند به خودمدیریتی موثر بیماران آسمی کمک شایانی نماید، زیرا به آنها در مورد موقعیت و مکان‌هایی که احتمال وقوع حملات آسمی وجود دارند، پیش‌آگاهی‌می‌دهد. بدین‌وسیله، آنها می‌توانند در مورد حضور یا عدم حضور در این مکان‌ها با توجه به دانش بدست‌آمده، تصمیم‌گیری‌کنند و بیماری خود را به‌طور موثرتری مدیریت نمایند.

۲- مبانی نظری

محققان و پژوهشگران، آلودگی هوا را بزرگترین عامل بوجودآمدن بیماری‌های ناشی از محیط‌زیست می‌دانند که

---

۱ Geographic Information System
۲ Web-based GIS

www.SID.ir

Archive of SID

بر طیف وسیعی از بیماری‌ها از جمله آسم تاثیرگذار است[۱۱]. آلودگی هوا عبارتند از وجود هر نوع آلاینده اعم از جامد، مایع، گاز، تشعشع پرتوزا و غیرپرتوزا در هوا به تعداد و در مدت‌زمانی که کیفیت زندگی را برای انسان و سایر جانداران به خطر اندازد یا به آثار باستانی و اموال خسارت وارد آورد. آلاینده‌های هوا از نظر منشا و اثرات بهداشتی بسیار متعدد بوده و بررسی همه آنها عملا غیرممکن است. بنابراین عموما گروهی از آلاینده‌های هوا، به نام آلاینده‌های معیار شامل منواکسیدکربن (CO)، ازن (O_3)، ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10})، دی‌اکسیدنیتروژن (NO_2) و دی‌اکسیدگوگرد (SO_2)، با توجه به اثرات بهداشتی و گستردگی منابع انتشار در اندازه‌گیری‌های مداوم، موردمطالعه قرارمی‌گیرند[۱۱] علاوه بر این، شاخص دیگری با نام AQI[۱] نیز برای پیش‌بینی روزانه کیفیت هوا تعریف‌شده‌است. این شاخص شهروندان را از کیفیت هوا و میزان پاک یا آلوده بودن آن آگاه می‌سازد و ارتباط آن با سطوح سلامت را نشان‌می‌دهد [۱۲].

بر طبق گزارش انجمن ملی بیماری‌های ریوی ایالات متحده آمریکا، آلاینده‌های فوق جز مهمترین محرک‌های حساسیت‌زا برای بیماری آسم به‌شمار می‌آیند[۱۳]. از همین‌رو محققان در مطالعات پیشین، این تاثیر را با کمک روش‌های متنوعی بررسی، ارزیابی و پیش‌بینی نموده‌اند تا بتوانند اقدامات لازم را به جهت کاهش مضرات آن به‌کار ببندند. ازجمله پرکاربردترین و محبوبترین آنها، استفاده از انواع روش‌های آماری و داده‌کاوی[۲] است [۱۴].

داده‌کاوی، به مفهوم استخراج اطلاعات نهان، الگوها و روابط مشخص در حجم زیادی از داده‌ها در یک یا چند بانک اطلاعاتی بزرگ است که مدل‌ها و الگوریتم‌های متنوعی را دربرمی‌گیرد[۱۵] که همگی تحت یک متدولوژی یکسان به نام CRISP[۳] به‌کار گرفته‌می‌شوند[۱۶].

در داده‌کاوی، مدل‌های مختلفی با توجه به هدف پژوهش، استفاده‌می‌شوند که مهمترین آنها عبارتند از روش‌های "دسته‌بندی" مورداستفاده برای متغیرهای هدف گسسته و "رگرسیون" مورداستفاده برای متغیرهای هدف پیوسته و گسسته[۱۷]. رگرسیون، یک مدل برای متغیر هدف به‌عنوان تابعی از متغیرهای توصیفی ایجاد- می‌نماید [۱۸]. درحالی‌که مدل دسته‌بندی، وظیفه یادگیری یک تابع هدف f که مجموعه مشخصات X را به یک کلاس از پیش تعریف‌شده با برچسب y نگاشت‌می- کند، برعهده‌دارد. تکنیک‌های دسته‌بندی معمولا برای پیش‌بینی یا توصیف مجموعه‌داده‌ها با طبقات اسمی یا دودویی بسیار مناسبند[۱۶] .

از سویی‌دیگر، مسائلی وجود دارند که به‌جهت وجود متغیرهایی که ویژگی‌های مکانی را در خود ذخیره‌دارند، شامل یک پایگاه‌داده فضایی هستند. مدل‌های پیش‌بینی کلاسیک، فضا و مکان را به عنوان عاملی تعیین‌کننده در مدل درنظر نمی‌گیرند و اثر یک متغیر در فضا را به شکل متوسط و یا مجموع آن، به تمام ناحیه مورد مطالعه تعمیم‌می‌دهند [۱۹]. به همین‌جهت برای مسائل مکانی مناسب نیستند. در مقالات گذشته نیز برای مسائلی همچون پیش‌بینی تشدید بیماری آسم بر اثر متغیرهای آلودگی هوا که جز مسائل مکانی محسوب می‌شوند، عمدتا از روش‌های کلاسیک داده‌کاوی همچون رگرسیون لجستیک[۴]، درخت تصمیم[۵]، قواعد انجمنی[۶]، شبکه‌های عصبی مصنوعی[۷] و ماشین‌های بردار پشتیبان[۸] استفاده- شده‌است.

هر کدام از این الگوریتم‌ها مزایا و معایب مخصوص به خود را دارند و محققان بسته به آنچه هدف پژوهش آنان بوده‌است، یک یا تعدادی از این روش‌ها را انتخاب‌نموده‌اند. سادگی استفاده، میزان قدرت محاسباتی، قابلیت تحلیل نتایج توسط کاربران، میزان دقت و کارایی الگوریتم و... از جمله مواردی است که آنها در هنگام انتخاب مدل مدنظر قرارداده‌اند. جدول ۱۱ کارایی این روش‌ها را در پیش‌بینی حملات آسمی، با یکدیگر مقایسه می‌نماید.

۱ Air Quality Index
۲ Data Mining
۳ Cross Industry Standard Process for Data Mining

٤ Logistic regression
٥ Decision Tree
٦ Association Rule
۷ Artificial Neural Network
۸ Support Vector Machine

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقایسه الگوریتم های مورد استفاده برای پیش بینی تشدید بیماری آسم

نام روش	مزایا	معایب
رگرسیون	- پرکاربرد در پیش‌بینی تشدید آسم - سادگی استفاده	- کارایی کم در دسته-بندی در مقایسه با سایر روش‌های داده-کاوی
شبکه عصبی	- پرکاربرد برای داده‌های زیست‌محیطی - مناسب برای مسائل دسته‌بندی دودویی	- نیاز به قدرت محاسباتی بالا - قابلیت بالقوه برای بیش برازش - نیاز به یادگیری مجدد برای شناسایی نمونه‌های جدید حمله آسمی - مشکل‌بودن تحلیل نتایج توسط کاربران
ماشین بردار پشتیبان	- مناسب برای مسائل دسته‌بندی غیر خطی - نیاز به قدرت محاسباتی اندک	- مشکل‌بودن تحلیل نتایج توسط کاربران
درخت تصمیم	- سادگی استفاده و فهم - نیاز به قدرت محاسباتی اندک	- نیاز به یادگیری مجدد برای شناسایی نمونه‌های جدید
قواعد انجمنی	- سادگی بکارگیری	- مشکل‌بودن تحلیل نتایج توسط بیماران - کارایی پایین الگوریتم

۳- پیشینه پژوهش

در این بخش مقالاتی را بررسی می نماییم که هر یک به نوعی به مسئله پیش بینی حملات آسمی پرداخته اند. برای مثال، لارکین و همکاران (۲۰۱۵)، یک برنامه کاربردی سلامت همراه برای بیماران مبتلا به آسم توسعه-داده‌اند که خطرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا را توسط نمودارها و نقشه‌های تعاملی در محل فعلی گوشی‌های هوشمند تلفن‌همراه با کمک مدل‌های رگرسیونی پیش-بینی می‌نماید. در این مطالعه، افرادی که به آلاینده‌های هوا حساس هستند، می‌توانند اطلاعات پیشرفته مانند توابع شناسایی شرایط محلی کیفیت هوا را که در زمان حملات آسمی رخ داده، بدست آورند و با به اشتراک-گذاری آنها با پزشکانشان، از مشاوره آنها از طریق وب بهره‌مندشوند. رائون و همکاران (۲۰۱۴)، با کمک الگوریتم لجستیک، رابطه تشدید بیماری آسم را با قرارگرفتن در معرض آلاینده‌های هوا بررسی‌نموده‌اند. در این مطالعه دو فاکتور ازن و NO_2 همبستگی مثبت بالاتری نسبت به بقیه آلاینده‌های هوا در ایجاد حملات آسمی داشته‌اند. سلطانی و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله خود برای تشخیص وقوع تشدید آسم از الگوریتم ماشین‌های بردار پشتیبان استفاده‌نموده‌اند. آنها در مطالعه خود که در بیمارستان امام خمینی تهران انجام‌گرفته‌است، به‌طور همزمان تاثیر برخی شاخص‌های پزشکی مانند ریفلاکس بیمار و تنگی-نفس و همچنین شاخص‌های محیطی مانند آلرژن‌های حساسیت‌زا را بر تشدید آسم بررسی‌نموده‌اند.

یوسف آقا و همکاران (۲۰۱۳) از رگرسیون برای پیش-بینی بروز آلرژی در میان دانش‌آموزان یک مدرسه ابتدایی استفاده‌نمودند. هدف این تحقیق پی‌بردن به رابطه میان آسم کودکان و مشاهدات روزانه داده‌های هواشناسی شامل دما، رطوبت نسبی، نقطه‌شبنم و داده‌های روزانه آلودگی هوا شامل ذرات‌معلق، سولفوردی‌اکسید، نیتروژن‌دی-اکسید، کربن‌منواکسید و ازن بوده‌است. لی و همکاران (۲۰۱۱)، اثر عوامل زیست‌محیطی و بیوسیگنال‌های پزشکی را بر تشدید آسم با کمک ابزارهای داده‌کاوی شامل درخت تصمیم و الگوریتم قواعد انجمنی پیش‌بینی-نموده‌اند. آنها همچنان خروجی‌های حاصل از مدل خود را بر روی یک اپلیکیشن موبایل انتشار دادند تا بیماران بتوانند از این طریق، حملات آسمی را به طور مداوم پایش نمایند. هو و همکاران (۲۰۰۷) با کمک رگرسیون لجستیک، میزان شیوع آسم آلرژیک و نرخ حملات آسمی را بر مبنای پارامترهای آلودگی هوا و وضعیت آب‌وهوایی پیش‌بینی نمودند. آنها ثابت‌کردند که اکسیدان‌ها، ذرات-معلق و دمای پایین هوا بر روی تشدید آسم بسیار اثرگذارتر از سایر متغیرهای‌محیطی عمل می‌نمایند. تینگ و همکاران (۲۰۰۶)، با کمک ابزارهای GPS و GIS اطلاعات زیست‌محیطی پیرامون بیماران آسمی را جمع-آوری نموده و در مواقع اضطراری با کمک یک سیستم هشداردهنده مبتنی بر الگوریتم شبکه عصبی که در یک تلفن هوشمند تعبیه‌شده‌است، به بیماران نسبت به احتمال تشدید آسم، پیام هشدار ارسال‌می‌نمایند.

حال با بررسی مقالات فوق و با توجه به پیش‌زمینه موجود در پیشینه تحقیق، می‌توان‌دریافت که آلاینده‌های هوا به عنوان یک محرک بیماری آسم، متاثر از فاکتورهای

www.SID.ir

Archive of SID

مکانی بوده و در تحلیل این نوع مسائل با یک پایگاه‌داده مکانی مواجهیم. از همین‌رو، مدل‌های کلاسیک داده‌کاوی نمی‌توانند تشدید آسم را که وابسته به مکان زندگی افراد است، به‌طور کارا و موثر پیش‌بینی‌نمایند. از همین‌رو در این مقاله برای رفع این چالش و با توجه به ماهیت متغیرهای مستقل، استفاده از تلفیق روش‌های کلاسیک داده‌کاوی با مدل‌های مکانی یا اصطلاحا داده‌کاوی مکانی[1] پیشنهاد می‌شود.

از طرفی‌دیگر با توجه به هدف این پژوهش، باید الگوریتمی انتخاب شود که محاسبات آن حدالمقدور زمان‌بر نباشد و نتایج آن، به‌راحتی قابل فهم و تفسیر برای کاربران باشد؛ زیرا تحلیل نتایج برای افرادی که در حوزه پزشکی مبتدی هستند بسیار مشکل است. در برخی از روش‌های داده‌کاوی به‌دلیل نوع خروجی که الگوریتم‌ها ارائه‌می‌دهند، تفسیر نتایج گاها غیرممکن است. در نتیجه با درنظرگرفتن مزایا و معایب روش‌های فوق، در این مقاله از تلفیق الگوریتم درخت تصمیم با مدل‌های مکانی برای پیش‌بینی تشدید بیماری آسم مبتنی بر پارامترهای آلایندگی هوا استفاده‌می‌نماییم. ساختار درخت‌تصمیم، یک مدل پیش‌بینی‌کننده است که حقایق مشاهده‌شده در مورد یک پدیده را به استنتاج‌هایی در مورد مقدار هدف آن پدیده نقش‌می‌کند. درخت‌تصمیم قادر به تولید توصیفات قابل‌درک برای انسان، از روابط موجود در یک مجموعه‌ی داده‌ای است و یکی از بهترین قابلیت‌های آن، مشخص‌نمودن خروجی‌های مدل به صورت قواعد اگر-آنگاه است که مسلما با این ویژگی، فهم قوانین برای کاربران مبتدی بسیار آسان است [۱۲].

از سویی‌دیگر، برخی از محققان در پژوهش‌های خود برای طراحی ابزارهای مدیریت آسم، تنها به ساخت مدل-های دقیق پیش‌بینی اکتفا ننموده‌اند؛ بلکه با کمک ابزارهای متنوع چه از طریق روش‌های کلاسیک و چه از طریق ابزارهای جدید و کاربردی، نتایج حاصل از پیش-بینی را در دسترس کاربران قرارداده‌اند [۱۶]. هر چند که روش‌های کلاسیک انتشار اطلاعات مانند روش‌های مبتنی بر کاغذ، به دلیل محدودیت‌های دسترسی به آنها در همه مکان‌ها و زمان‌ها و کاربرپسند نبودنشان، چندان مورد رضایت و پذیرش بیماران قرارنگرفته‌اند [۱۷]. امروزه، نفوذ ابزارهای متنوع با قابلیت‌های گسترده در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات همانند برنامه‌های کاربردی بر روی تلفن‌های همراه، نرم‌افزارهای نسخه دسکتاپ و یا تحت-وب، سیستم‌های اطلاعاتی و ... یک مسیر جذاب برای توسعه مداخلات سلامت در حوزه بیماری‌های مزمن از جمله آسم ایجاد نموده‌اند [۱۰]. این برنامه‌ها برای تسهیل ارتباطات اجتماعی مابین افراد (چه سالم چه بیمار)، نظارت از راه دور بر افراد سالم و بیماران آسمی، پشتیبانی از مدیریت بیماری و مدیریت پایبندی به دستورالعمل‌های پیشگیری یا دارویی و ... استفاده می‌شوند[۱۷].

در این پژوهش، هدف پیش‌آگاهی نبست به تشدید بیماری آسم به مبتلایان با توجه به شرایط آلودگی هوا در مکان‌ها و مناطقی است که در آن حضور دارند. این اطلاعات پیش‌آگاهی‌دهنده، باید با کمک ابزارهای کاربردی به سهولت در اختیار آنها قرارگیرد. لذا اطلاعات-مکانی تولیدشده از درخت تصمیم، یعنی نقشه‌های پیش-بینی وقوع حملات آسمی، به محیط مناسبی نیازمندند تا در اختیار کاربران (بیماران آسمی) قرارگیرند. در حوزه فناوری اطلاعات و سیستم‌های اطلاعاتی، سیستم اطلاعات‌مکانی تحت‌وب (WebGIS) به‌طور گسترده برای انتشار اطلاعات‌مکانی مورداستفاده قرارمی‌گیرد. WebGIS یک سیستم اطلاعات مکانی توزیع‌شده در یک شبکه کامپیوتری است که برای ادغام و انتشار گرافیکی اطلاعات در سیستم www در اینترنت استفاده‌می‌شود. یکپارچه-سازی داده‌های مکانی مدنظر این پژوهش و در دسترس قراردادن آنها برای بیماران آسمی، نیازمند این تکنولوژی جدید است. این سیستم به قابلیت‌هایی همچون بهره-برداری و توزیع داده‌های مکانی، ارایه قابلیت‌های GIS در محیط وب برای کاربران، به‌روزرسانی داده‌های موجود از طریق وب، استفاده از تکنولوژی GIS همراه، دسترسی به داده‌های مختلف در قالب‌های گوناگون مجهز است.

در نتیجه در این مطالعه، یک سیستم مدیریت آسم توسعه داده‌خواهدشد که قابلیت انتشار روزانه نقشه‌های پیش‌بینی تشدید آسم را که توسط مدل مکانی درخت تصمیم تولیدمی‌شود، دارد. برای انتشار این نقشه‌ها، با توجه به ماهیت و نوع اطلاعاتی که در داده‌کاوی مکانی تولیدمی‌شوند، از سیستم اطلاعات مکانی تحت‌وب استفاده‌می‌نماییم. با کمک ابزار طراحی‌شده، اطلاعات در همه مکان‌ها و زمان‌ها توسط مرورگرهای گوشی‌های

[1] Spatial Data Mining

www.SID.ir

Archive of SID

هوشمند در اختیار بیماران بوده و آنها می‌توانند به‌طور مداوم از مکان‌ها و موقعیت‌هایی که بیماری آنها را تشدید می‌نماید، آگاهی یابند و در مورد حضور یا عدم حضور در آنها تصمیم‌گیری نموده و بیماری خود را به شکلی موثرتر، مدیریت نمایند.

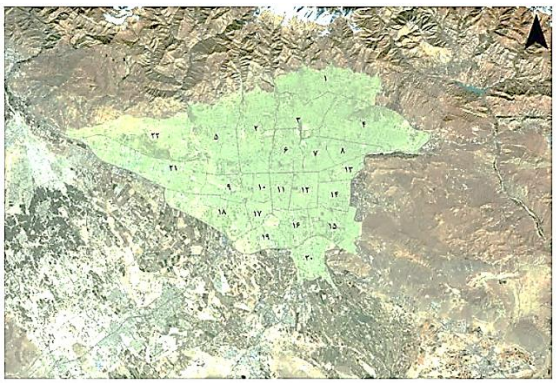
۴- مواد و روش‌ها

۴-۱- روش پیشنهادی اجرای پژوهش

گام‌های اجرایی این پژوهش را می‌توان به چهار بخش مجزا تقسیم‌بندی‌نمود. در گام ابتدایی داده‌های موردنیاز جمع‌آوری و در یک پایگاه‌داده جغرافیایی تلفیق و آماده‌سازی‌می‌شوند. سپس با کمک متدولوژی CRISP، مدل پیش‌بینی تشدید آسم با کمک الگوریتم درخت‌تصمیم ساخته و کارایی آن سنجیده‌می‌شود. در گام سوم، با کمک مدل ساخته‌شده، زیرسیستم پیش‌بینی تشدید آسم ایجاد‌شده که وظیفه آن تولید روزانه نقشه‌های پیش‌بینی حملات آسمی بر اساس قواعد اگر- آنگاه استخراج شده از الگوریتم درخت تصمیم است. در گام پایانی، لازم است این نقشه‌ها برای دسترسی کاربران در محیط اینترنت انتشار یابند که با کمک ابزارهای ArcGIS Server این هدف محقق‌می‌شود. بیماران از طریق ArcGIS Online چه از طریق مرورگرهای دسکتاپ و چه بر روی تلفن‌های همراه هوشمند، می‌توانند این نقشه‌ها را ملاحظه نموده و به‌طور پیوسته از مکان‌هایی که از لحاظ وقوع حملات آسمی برای آنان خطرآفرین است، آگاهی‌یابند. تلفن‌های همراه در همه مکان‌ها و زمان‌ها در اختیار بیماران می‌باشد و به‌واسطه این قابلیت، اطلاعات به‌طورپیوسته در اختیار بیماران خواهد بود.

۴-۲- منطقه موردمطالعه

طبق گزارش وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در سال ۱۳۹۱، ده درصد از جمعیت کشور ما یعنی حدود ۸ میلیون نفر مبتلا به آسم شده‌اند. ایران از نظر شیوع آسم جز کشورهای میانه دنیا محسوب‌شده و شیوع آن در شهر تهران به دلیل مشکلات بالقوه آلودگی هوا حتی تا میزان سی درصد نیز گزارش شده‌است. در واقع با توسعه صنعتی و افزایش آلودگی‌ها، میزان مواد آلرژی‌زا، در محیط این کلان‌شهر رو به افزایش است که منجر به شیوع روز-افزون این بیماری شده و ضرورت تدوین و به اجراگزاردن برنامه‌ها، سیستم‌ها و راهکارهای لازم برای مقابله با اثرات این بیماری و مدیریت موثر آن را لازم به نظر می‌رساند. در نتیجه، ایده این تحقیق با کمک داده‌های شهر تهران پیاده‌سازی خواهدشد. از لحاظ جغرافیایی، این شهر در کوهپایه جنوبی رشته کوه البرز واقع شده که در حد فاصل بین ۵۱ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۳ دقیق طول شرقی و بین ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی گسترده‌شده‌است. ارتفاع آن نسبت به سطح دریا در نواحی شمالی ۱۷۰۰ متر، در مرکز ۱۲۰۰ متر و در جنوب ۱۱۰۰ متر است. در نتیجه شیب عمومی تهران شمال به جنوب است. علاوه بر وجود شیب کلی، در داخل شهر نیز ناهمواری هایی وجود دارد که در میزان و شرایط آلودگی هوا اثرگذار است. شکل ۱، وضعیت جغرافیایی این شهر را نمایش می‌دهد:



شکل ۱- وضعیت جغرافیایی شهر تهران

۴-۳- آماده‌سازی داده‌های مورد نیاز

در این پژوهش برای پیش‌بینی حملات آسمی مبتنی بر داده‌های آلودگی‌هوا به عنوان فاکتورهای محیطی و مکانی، به برخی داده‌های حملات آسمی بیماران نیاز است. جامعه پژوهش، شامل اطلاعات بیماران آسمی ساکن شهر تهران موجود در سیستم اطلاعات بیمارستانی (HIS[1]) یکی از بزرگترین مراکز ارائه خدمات درمانی در حوزه بیماری‌های دستگاه تنفسی در این شهر است و نمونه موردنیاز نیز شامل داده‌های سال ۱۳۹۵ این پایگاه‌داده است. اطلاعات مزبور، شامل کد بیمار، جنسیت، سن، آدرس محل سکونت، تاریخ وقوع یا عدم‌وقوع یک رخداد

۱ Health Information System

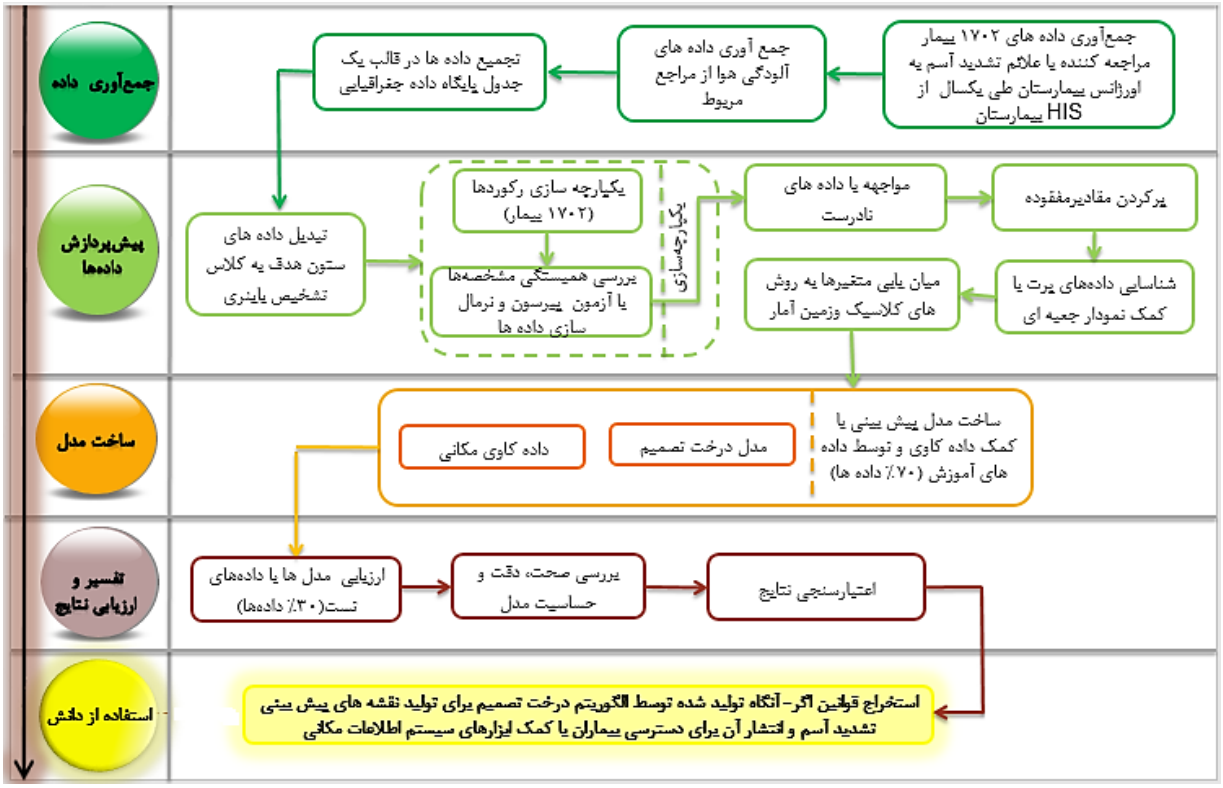
www.SID.ir

Archive of SID

تشدید آسم است. برای تکمیل پایگاه‌داده فوق به پارامترهای آلودگی هوا برای هر رکورد داده با توجه به آدرس محل سکونت بیمار و تاریخ مراجعه وی به اورژانس بیمارستان نیاز است. اطلاعات آلودگی هوا از پایگاه‌داده ایستگاه‌های سنجش آلایندگی شرکت کنترل آلودگی هوای تهران اخذ گردید. تهران دارای ۲۴ ایستگاه سنجش آلایندگی هواست که غلظت آلاینده‌های معیار، شامل منواکسیدکربن، ازن، اکسید ازت، دی‌اکسیدگوگرد، ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ و ۲٫۵ میکرون به‌صورت پیوسته اندازه‌گیری می‌شود. برای هر رکورد داده، با کمک تاریخ رجوع بیمار به بیمارستان، اطلاعات آلودگی هوا از طریق آدرس محل سکونت وی و آدرس نزدیکترین ایستگاه سنجش آلودگی هوا به محل زندگی بیمار (با در دست داشتن طول و عرض جغرافیایی)، استخراج و به هر رکورد داده بیمار با کمک ابزار Spatial Join نرم افزار ArcGIS متصل شده‌است. در نتیجه پایگاه‌داده جغرافیایی ساخته-شده، شامل اطلاعات مرتبط با تشدید آسم و همچنین پارامترهای آلودگی هوای مرتبط با آن است. متغیر وابسته وقوع یا عدم وقوع تشدید آسمی به صورت یک متغیر دودویی و متغیرهای مستقل شامل میزان آلاینده‌های $PM_{2.5}$، PM_{10}، SO_2، NO_2، CO، O_3 و AQI در روز مراجعه بیمار به بیمارستان در نظر گرفته‌شده‌اند. نهایتا پایگاه داده مزبور شامل ۱۷۰۲ رکورد داده و ۷ متغیر مستقل می‌باشد.

۴-۴- ساخت و ارزیابی مدل پیش‌بینی تشدید آسم

مدل پیش‌بینی حملات آسمی مطابق با گام‌های متدولوژی CRISP و با کمک الگوریتم درخت تصمیم (شکل ۲)، ساخته‌شده‌است. نکته قابل ذکر این است که در کنار توسعه روش‌های داده‌کاوی، ارزیابی عملکرد آنها نیز حایزاهمیت است. این ارزیابی مبتنی است بر تعداد رکوردهای تست پیش‌بینی‌شده توسط مدل به درستی یا به‌طور نادرست. در روش‌های دسته‌بندی از جمله درخت تصمیم، برای جلوگیری از بیش‌برازش مدل، مشاهدات به دو گروه آموزش و آزمون تقسیم‌بندی‌می‌شوند. سپس مدل بر روی داده‌های آموزش ساخته‌شده و سپس برچسب داده‌های آزمون به کمک مدل، پیش‌بینی می‌شوند تا دقت آن ارزیابی‌شود. در ادامه گام‌های ساخت و ارزیابی مدل تشریح‌می‌شود.



شکل ۲- روند پیاده سازی، ساخت و ارزیابی مدل پیش‌بینی تشدید آسم مبتنی بر آلاینده‌های هوا

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۴-۱- پیش پردازش داده ها

برای پیاده‌سازی مدل پیش‌بینی، بعد از آماده‌سازی داده‌ها در یک پایگاه‌داده جغرافیایی، لازم است عملیات پیش‌پردازش داده‌ها شامل معتبرسازی، مواجهه با داده‌های نادرست و همچنین داده‌های پرت و مفقوده صورت پذیرد. دلایل زیادی همچون نقص در ابزار جمع‌آوری داده‌ها، خطای انسانی و غیره سبب مشکل نادرستی داده‌ها می‌گردند. در این مقاله، با کمک نرم‌افزار SPSS داده‌های نادرست از مجموعه داده‌ها حذف‌گردید. یکی از این نمونه‌ها، وجود مقادیر منفی در داده‌های آلودگی هوا بوده‌است.

همچنین بررسی‌های اولیه نشان از وجود داده‌های پرت و مفقود در پایگاه داده مزبور دارد. بیشترین مقدار مفقوده مربوط به متغیر SO_2 (۶٪) و بیشترین تعداد داده‌های پرت مربوط به متغیر PM_{10} (۲٪) است.

برای مواجهه با داده‌های مفقوده می‌توان از راهکارهای مختلفی از جمله حذف نمونه‌هایی که مقادیر گم‌شده دارند و یا پرکردن مقادیر مفقوده به صورت دستی یا انتساب مقدار به داده‌های مفقوده استفاده‌نمود. روش اول زمانی کاربرد دارد که نمونه موجود دارای تعداد زیادی ویژگی با مقادیر مفقوده باشد. روش دوم نیز زمانبر است و برای پایگاه داده‌های بزرگ قابل‌استفاده نیست. برای این پژوهش، از آنجا که تعداد قابل‌توجهی مقادیر گم‌شده برای متغیرهای موردمطالعه وجود ندارد، از روش انتساب مقدار به داده‌های مفقوده استفاده‌می‌نماییم. بدین‌منظور، ابتدا رکوردهای داده را بر اساس ماه وقوع، گروه‌بندی نموده و سپس میانگین ماهانه متغیر مربوطه را به هر سلول خالی در آن ماه نسبت‌می‌دهیم. برای شناسایی داده‌های پرت نیز، نمودار جعبه‌ای برای کلیه متغیرهای مستقل استخراج و سپس با کمک شماره داده‌های پرت، مقدار آن را بررسی و در صورت لزوم از مجموعه داده‌ها حذف می‌نماییم.

در مرحله پیش‌پردازش، بسته به داده و مدل انتخابی ممکن است تکنیک‌های دیگری نیز استفاده‌شوند. در این پژوهش، عملیات نرمال‌سازی، تحلیل همبستگی و میان‌یابی متغیرها صورت‌می‌پذیرد. به منظور به‌کارگیری روش‌هایی که از معیارهای فاصله‌ای استفاده‌می‌نمایند (از جمله میان‌یابی)، باید داده‌ها را نرمال‌نمود.

به‌همین‌منظور، نرمالیتی داده‌ها را با کمک آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بررسی‌می‌نماییم. با توجه به جدول ۱ که میزان Sig. را برای تمامی متغیرها کمتر از ۰،۰۵ نشان‌می‌دهد، می‌توان نتیجه‌گرفت که هیچ‌کدام از داده‌های مزبور نرمال نیستند و باید آنها را با کمک توابع و تبدیل‌های موجود مانند log، Box-Cox و Arcsin نرمال نمود.

جدول ۱- تست نرمال بودن داده‌ها

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CO	.150	1702	.000	.892	1702	.000
O3	.097	1702	.000	.924	1702	.000
NO2	.119	1702	.000	.945	1702	.000
SO2	.244	1702	.000	.842	1702	.000
PM10	.127	1702	.000	.938	1702	.000
PM2.5	.135	1702	.000	.959	1702	.000
AQI	.047	1702	.000	.984	1702	.000

a. Lilliefors Significance Correction

از سویی‌دیگر، ممکن است در داده‌ها افزونگی وجود داشته‌باشد. لذا به منظور کاهش همپوشانی ناشی از مشخصه‌های همبسته، ارتباط میان مشخصه‌های مستقل با کمک تحلیل‌همبستگی بررسی‌می‌شود. ضریب همبستگی پیرسون، نشان‌می‌دهد که مابین متغیرهای مستقل در سطح معنی‌داری ۰،۰۵ همبستگی معنی‌داری وجود ندارد.

در گام آخر از پیش‌پردازش داده‌ها، متغیرهای مستقل برای پیاده‌سازی الگوریتم درخت تصمیم و تولید نقشه‌های پیش‌بینی تشدید بیماری آسم میان‌یابی می‌شوند تا بتوان مدل مکانی درخت تصمیم را پیاده‌سازی‌نمود. میان‌یابی به فرایند برآورد ارزش‌های کمی، برای نقاط بدون داده، به کمک نقاط مجاور گویند. برای میان‌یابی متغیرها روش‌های مختلفی ازجمله روش‌های کلاسیک و زمین‌آمار وجود دارند. در اینجا، تمامی متغیرها را با انواع این روش‌ها میان‌یابی نموده و با استفاده از اعتبارسنجی تقاطعی، نقشه‌هایی که کمترین میزان RMS[1] را داشته‌اند، به عنوان نقشه‌های با دقت بالاتر انتخاب‌نموده‌ایم. به این ترتیب، برای متغیرهای O_3، SO_2 و PM_{10} روش کریجینگ معمولی، برای متغیرهای $PM_{2.5}$ و AQI روش کریجینگ ساده و برای متغیرهای CO و NO_2 روش کریجینگ عام به عنوان بهترین روش میان‌یابی انتخاب‌شدند. نتایج اعتبارسنجی این روش‌ها در جدول ۲ آمده‌است.

۱ Root Mean Square

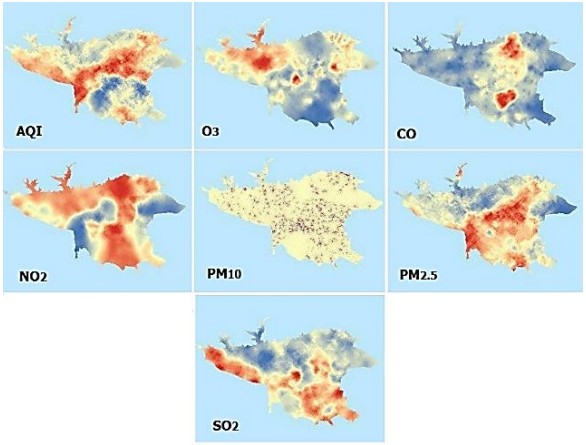
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه روش های مختلف میان یابی برای متغیرهای مستقل با اعتبارسنجی تقاطعی و شاخص RMS

AQI	$PM_{2.5}$	PM_{10}	SO_2	NO_2	O_3	CO	روش میان یابی
7.36	11.98	10.85	7.15	18.32	19.11	16.87	IDW
7.35	15.39	11.80	5.82	15.14	15.76	20.04	RBF
3.73	17.04	8.85	5.59	17.42	21.54	19.01	GPI
3.71	15.21	9.97	5.43	18.58	18.22	15.41	LPI
3.30	5.87	4.93	5.42	8.88	8.15	5.78	کریجینگ معمولی
2.03	5.17	5.58	5.55	9.9	8.03	5.73	کریجینگ ساده
3.34	5.75	5.20	5.43	7.03	8.48	5.67	کریجینگ عام

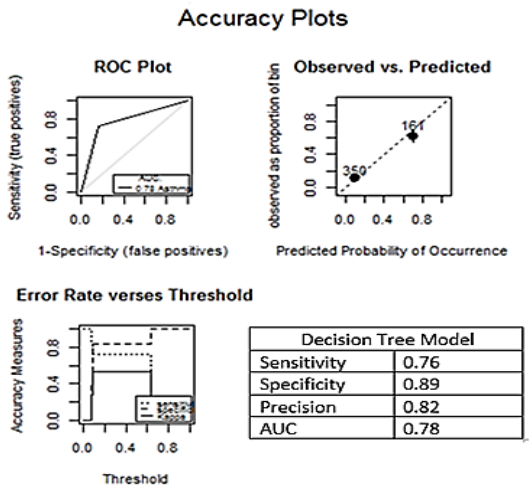
نقشه‌های میان‌یابی متغیرهای مستقل در قالب یک شی رستری در شکل ۳ نمایش‌داده‌شده‌است. متغیر وابسته وقوع یا عدم وقوع تشدید آسم نیز که یک متغیری دودویی است، در قالب فرمت shp به عنوان ورودی به مدل مکانی درخت‌تصمیم اعمال می‌شود.



شکل ۳- نقشه‌های میان یابی متغیرهای مستقل

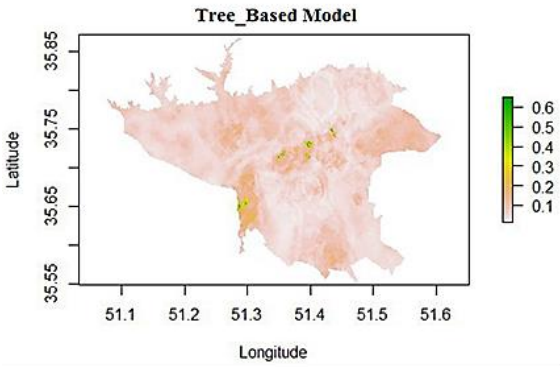
۴-۴-۲- ساخت و ارزیابی مدل پیش بینی

در گام سوم مطابق با شکل ۲ مدل پیش‌بینی تشدید آسم با کمک الگوریتم درخت‌تصمیم ساخته‌می‌شود. در ابتدا از کل داده‌ها ۷۰٪ (۱۱۹۰ رکورد) را به صورت تصادفی برای داده‌های آموزش و ۳۰٪ مابقی (۵۱۲ رکورد) را برای داده‌های آزمون جدا می‌نماییم. قابل‌ذکر است که مدل مربوط با کمک نرم‌افزار Rstudio کدنویسی شده است. برای بررسی عملکرد مدل از چهار شاخص استاندارد حساسیت، تشخیص، دقت و AUC استفاده‌شده‌است. یکی از اهداف اصلی این پژوهش بیشینه‌نمودن دو شاخص حساسیت و تشخیص به‌طورهمزمان است. با توجه به شکل ۴ به‌نظر می‌رسد الگوریتم درخت‌تصمیم عملکرد مناسب و قابل‌قبولی دارد. علاوه بر دقت و عملکرد مناسب، بدلیل محاسبات اندک بسیار سریع بوده و نتایج خروجی آن به صورت قوانین اگر-آنگاه است که براحتی توسط کاربران قابل‌فهم، تفسیر و بکارگیری است و بدین‌ترتیب نقشه‌های روزانه پیش‌بینی تشدید آسم به کمک آن تولید خواهندشد.



شکل ۴- ارزیابی عملکرد الگوریتم درخت تصمیم

نقشه پیش‌بینی احتمال وقوع تشدید آسم که با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم ایجاد شده در شکل ۵ نمایش داده‌شده‌است. همچنین قوانین اگر-آنگاه حاصل از آن نیز در شکل ۶ قابل مشاهده‌است.



شکل ۵- نقشه پیش بینی تشدید آسم به کمک درخت تصمیم

بر اساس نتایج این مدل، تاثیرگذارترین متغیرها بر وقوع تشدید بیماری آسم، متغیرهای AQI، $PM_{2.5}$، SO_2 و CO شناسایی‌شدند و درخت تصمیم نیز بر اساس این متغیرها و شش قانون اگر-آنگاه با دقت بالاتر، پایه‌ریزی شده‌است. تفسیر این قوانین بسیار ساده و قابل‌فهم برای همگان است. برای نمونه قانون شماره ۱۵ می‌گوید، اگر AQI>=151.5 و CO>=21.95 باشد با احتمال ۸۵ درصد یک رخداد تشدید آسم روی‌خواهدداد.

www.SID.ir

Archive of SID


```
Rule number:  15  [AsthmaExac=1  Cover=59  (5%)   prob=0.85]
     AQI>= 100.5
     CO>= 21.95
     AQI>= 151.5

Rule number:  59  [AsthmaExac=1  Cover=276  (23%)   prob=0.63]
     AQI>= 100.5
     CO>= 21.95
     AQI< 151.5
     PM2.5< 140.5
     SO2>= 8.5

Rule number:  58  [AsthmaExac=0  Cover=25  (2%)   prob=0.36]
     AQI>= 100.5
     CO>= 21.95
     AQI< 151.5
     PM2.5< 140.5
     SO2< 8.5

Rule number:  28  [AsthmaExac=0  Cover=10  (1%)   prob=0.20]
     AQI>= 100.5
     CO>= 21.95
     AQI< 151.5
     PM2.5>= 140.5

Rule number:  6  [AsthmaExac=0  Cover=14  (1%)   prob=0.14]
     AQI>= 100.5
     CO< 21.95
Rule number:  2  [AsthmaExac=0  Cover=806  (68%)   prob=0.09]
     AQI< 100.5
```

شکل ۶- قوانین برتر استخراج شده از الگوریتم درخت تصمیم

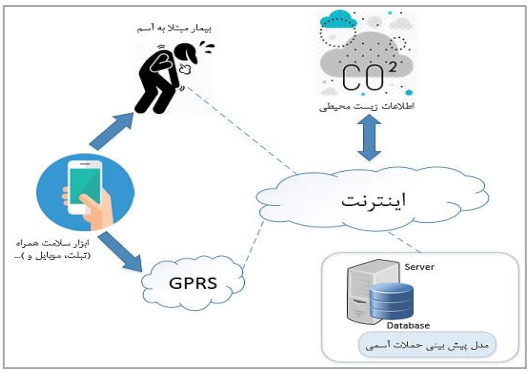
۵-۴- توسعه زیر سیستم تشدید آسم

بعد از ساخت درخت تصمیم، لازم است تا پیش‌نیازهایی را برای بازتولید روزانه نقشه‌های پیش‌بینی آسم آماده‌نماییم. زیرا با توجه به تغییر شرایط آلودگی هوا به‌طورروزانه، لازم است این نقشه‌ها به‌طور مداوم به‌روزرسانی شوند و برای استفاده بیماران در محیطوب انتشاریابند. به‌همین‌منظور برای جلوگیری از انجام فرآیندهای تکراری و زمان‌بر، یک زیرسیستم تشدید آسم ایجادمی‌شود تا اطلاعات را به‌طور روزانه اخذ نموده و نقشه‌های تشدید آسم را به‌طور خودکار ایجادنماید. این نقشه‌ها از طریق سیستم‌های اطلاعات‌مکانی تحت‌وب، در محیط اینترنت انتشاریافته و در معرض استفاده کاربران قرارمی‌گیرند. برای توسعه این زیرسیستم دو جز ضروری است:

- پایگاه‌داده: یک پایگاه‌داده جغرافیایی تا تمامی اطلاعات آلودگی هوا به‌طور روزانه از طریق وبسایت ایستگاه‌های آلایندگی‌سنجی و بواسطه اینترنت در آن قابل‌ذخیره و تجمیع باشد.
- زیرسیستم پیش‌بینی تشدید آسم: یک مدیر سایت به‌طور روزانه با کمک الگوریتم درخت تصمیم و قواعد اگر-آنگاه استخراج‌شده در بخش قبل، نقشه‌های تشدید آسم را تنها با یک کلیک بر روی یک جعبه ابزار تولیدشده، در محیطوب انتشار می‌دهد. ورودی این زیرسیستم، نیز داده‌های مرتبط در پایگاه‌داده است. نحوه کارکرد این زیرسیستم در شکل ۷ نمایش‌داده‌شده‌است.

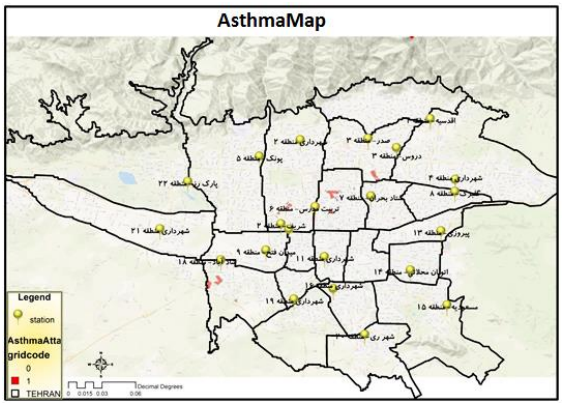
به‌همین‌منظور، برای بازتولید نقشه‌ها، ابتدا زیرسیستم با کمک نرم‌افزار ArcGIS تولیدمی‌شود. برای شروع کار لازم است، قوانین اگر-آنگاه استخراج‌شده را با کمک قابلیت Raster Calculater این نرم‌افزار و فرمول ذیل به نقشه وقوع تشدید آسم تبدیل‌نماییم:

Con ("AQI.img" < 100.5,0, Con ("CO.img" < 21.95,0, Con ("AQI.img" >= 152,1, Con ("PM2.5.img" >= 140,0, Con ("SO2.img" < 8.5,0,1)))))



شکل ۷- معماری زیر سیستم تشدید آسم

یک نمونه نقشه تولیدشده توسط این ابزار در شکل ۸ نمایش‌داده‌شده‌است. مکان‌هایی که با رنگ قرمز مشاهده‌می‌شوند، مناطق بالقوه دارای خطر تشدید آسم هستند.



شکل ۸- نقشه وقوع تشدید آسم

از سویی‌دیگر، از آنجایی‌که لازم است این نقشه‌ها به‌طور روزانه، توسط مدیر سایت به‌روزرسانی شوند، با یک فرایند تکراری مواجهیم. برای جلوگیری از تکرار این فرآیند از قابلیت Model Builder برای ایجاد یک جعبه‌ابزار[۱] پیش‌بینی تشدید آسم استفاده‌می‌نماییم. مزیت این کار، ذخیره‌کردن مدل‌پیش‌بینی برای انجام مجدد فرآیندها بدون نیاز به تکرار مراحل است. در تولید نقشه پیش‌بینی، از جدول و داده‌های توصیفی استفاده‌شده و در

۱ Toolbox

www.SID.ir

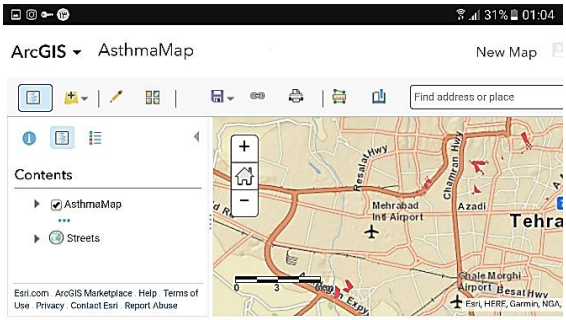
Archive of SID

نهایت مدل نوشته‌شده در این محیط به شکل یک جعبه ابزار ذخیره‌می‌شود. در واقع تمامی مراحل تولید و به‌روز رسانی نقشه‌ها به شکل یک فلوچارت درخواهدآمد و مدل فقط با یکبار کلیک بر روی جعبه‌ابزار به‌روزرسانی خواهد-شد. داده‌های ورودی شامل لایه‌های نقطه‌ای از ایستگاه-های سنجش آلودگی با مقادیر $PM_{2.5}$، SO_2، CO و AQI می‌باشد که با استفاده از میان‌یابی Kriging چهار نقشه رستری از آنها تولیدخواهدشد. در این مرحله با استفاده از ابزار Raster Calcutor مدل نهایی به شکل یک رستر با مقادیر ۰ و ۱ (۰ به معنی عدم تشدید آسم و ۱ به معنی تشدید آسم) تولیدمی‌گردد و در انتها این نقشه به صورت یک لایه وکتوری برای انتشار در محیط وب آماده‌می‌گردد.

۶-۴- انتشار نقشه‌های پیش‌بینی تشدید آسم با کمک GIS تحت‌وب

در گام پایانی، هدف این است که نقشه روزانه تشدید آسم که یک ابزار کمکی آگاه‌ساز برای بیماران است، بوسیله ابزارهای مرتبط با سیستم اطلاعات‌مکانی در محیط اینترنت انتشاریابد تا قابل‌دسترس برای همگان باشد. بدین‌منظور ابتدا مدیرسایت، نقشه‌های تولیدشده توسط زیرسیستم تشدید آسم را با استفاده از ArcGIS Server در محیط‌وب به اشتراک‌می‌گذارد. برای این کار لازم است تا وی برای خود یک حساب‌کاربری ایجادنموده و از این طریق اقدام به اشتراک‌گذاری نقشه‌ها جهت بهره-برداری در محیط ArcGIS Server نماید. کاربران (بیماران آسمی) نیز می‌توانند از طریق مرورگر دسکتاپ و موبایل خود و از طریق اتصال به سایت ArcGIS Online این نقشه‌ها را که به‌روزرسانی می‌شوند، مشاهده‌نمایند.

برای این‌منظور، ابتدا لازم است بیماران در سایت (https://www.arcgis.com/home/signin.html) ثبت‌نام و با تعریف نام‌کاربری و رمز عبور اختصاصی، عنوان "AsthmaMap" را جستجو و نقشه‌های پیش‌بینی تشدید آسم را به‌طور روزانه دریافت‌نمایند و نسبت به مکان‌هایی که از لحاظ فاکتورهای آلایندگی هوا برای آنها خطرآفرین هستند، مطلع‌شوند. با استفاده از مرورگر موبایل نیز بیماران می‌توانند در هر زمان و مکان، بدون هیچگونه محدودیتی، به این نقشه‌ها دسترسی داشته‌باشد. در شکل ۹ یک نمونه از این نقشه‌ها در ArcGIS Online و از طریق مرورگر تلفن‌همراه، قابل‌مشاهده است. نقاط قرمز رنگ در تصویر نشان‌دهنده نقاط بالقوه خطرناک برای وقوع تشدید آسم می‌باشند.



شکل ۹- نمای نقشه دیده شده توسط کاربران توسط مرورگر تلفن های همراه در ArcGIS Online

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف این پژوهش، توسعه یک سیستم الکترونیکی مدیریت آسم برای پایش وقوع یک تشدید آسمیِ حاصل از پارامترهای آلایندگی‌هوا می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، ابتدا با استفاده از درخت‌تصمیم و تلفیق آن با داده-کاوی مکانی، نقشه پیش‌بینی تشدید آسم ایجاد و عملکرد آن ارزیابی و قواعد اگر-آنگاه حاصل از آن استخراج‌شدند. سپس برای بازتولید و انتشار روزانه این نقشه‌ها، یک زیر-سیستم پیش‌بینی تشدید آسم در قالب یک جعبه‌ابزار و به عنوان جزیی از سیستم مدیریت آسم ایجادشد. به منظور به اشتراک‌گذاری این نقشه‌ها با بیماران در محیط وب، از قابلیت‌های ArcGIS Server به عنوان یک سیستم اطلاعات مکانی تحت‌وب استفاده‌گردید. بیماران با ثبت‌نام در سایت ArcGIS Online و تعریف نام‌کاربری و کلمه عبوراختصاصی، می‌توانند نقشه‌ها را با کمک مرورگر خود (چه از طریق دسکتاپ و چه از طریق تلفن‌های همراه هوشمند) دریافت و رویت نمایند.

بیماران با کمک این نقشه‌ها، ابزار خودمدیریتی قدرتمندی در اختیار خواهندداشت تا به‌طورمداوم از مکان‌های بالقوه خطرناک وقوع حملات آسمی، مطلع و آگاه‌شوند. همچنین آنها می‌توانند نسبت به حضور یا عدم حضور در این مناطق تصمیم‌گیری‌نموده و حدالمقدور به این نواحی مراجعت ننمایند. در نتیجه می‌توان دستاوردهای زیر را برای این پژوهش برشمرد:

www.SID.ir

Archive of SID

- طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم کاربردی مدیریت آسم برای پیش‌بینی تشدید بیماری مبتنی بر آلاینده‌های هوا
- طراحی یک ابزار کمک‌یار برای آگاهی از احتمال وقوع تشدید آسم با کمک داده‌کاوی مکانی به جای استفاده از روش‌های مرسوم و کلاسیک داده-کاوی
- استخراج قوانین اگر-آنگاه برای پیش‌بینی تشدید آسم که براحتی قابل فهم و تفسیر برای کاربران هستند.
- انتشار روزانه نقشه‌های پیش‌بینی تشدید آسم بر روی محیط اینترنت با کمک سیستم‌های اطلاعات مکانی تحت‌وب
- بهبود در ابزارهای کلاسیک و مبتنی بر کاغذ مدیریت آسم

در تحقیقات آتی می‌توان یک برنامه کاربردی توسعه‌داد تا علاوه بر انتشار نقشه‌های پیش‌بینی، شامل ابزارهای آموزشی، توصیه‌گر و مشاوره‌ای درمورد تاثیر پارامترهای زیست‌محیطی برای بیماران باشد. همچنین متغیرهای دیگری همچون سوابق پزشکی بیماران، رژیم‌های دارویی، سبک زندگی، استرس، فشارهای عصبی و... که بر تشدید بیماری آسم موثرند نیز در مدل پیش‌بینی به عنوان متغیرهای مستقل به‌کار گرفته‌شوند. در تحقیقات آتی می‌توان با اضافه نمودن این متغیرها به مدل پیش‌بینی، نتایج دقیق‌تری در اختیار داشت و آسم را به‌طور موثرتری مدیریت‌نمود.

مراجع

[1] Liu F, Zhao Y, Liu YQ, Liu Y, Sun J, Huang MM, Liu Y and Dong GH. (2014). “Asthma and asthma related symptoms in 23,326 Chinese children in relation to indoor and outdoor environmental factors: The Seven Northeastern Cities (SNEC) Study.” The Science of the Total Environment, Vol. 497-498, PP. 10-17.

[2] Cakmak, S., Hebbern, C., Jasmine, D., Vanos, J. (2016). “The modifying effect of socioeconomic status on the relationship between traffic, air pollution and respiratory health in elementary schoolchildren.” Journal of Environmental Management, Vol. 177, PP. 1-8.

[3] Delamater PL, Finley AO and Banerjee S. (2012). “An analysis of asthma hospitalizations, air pollution, and weather conditions in Los Angeles County, California.” The Science of the Total Environment, Vol. 425, PP. 110-8.

[4] Strickland, MJ., Darrow, LA., Klein, M., Flanders, WD., Sarnat, JA., Waller, LA., Sarnat, SE., Mulholland, JA. and Tolbert, PE. (2010). “Short-term associations between ambient air pollutants and pediatric asthma emergency department visits.” American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, Vol. 182, No. 3, PP. 307-16.

[5] Bateman ED, Buhl R, O'Byrne PM, Humbert M, Reddel HK, Sears MR, Jenkins C6, Harrison TW, Quirce S, Peterson S and Eriksson G. (2015). “Development and validation of a novel risk score for asthma exacerbations: The risk score for exacerbations.” Journal of Allergy and Clinical Immunology, Vol. 135, PP. 1457-64.e4.

[6] Thamrin, C., Zindel, J., Nydegger, R., Reddel, HK., Chanez, P., Wenzel, SE., FitzPatrick, S., Watt, RA., Suki, B. and Frey, U. (2011). “Predicting future risk of asthma exacerbations using individual conditional Probabilities.” THE Journal of Allergy and Clinical Immunology, Vol. 127, No. 6, PP. 1494-1502.

[7] Tsai, CL., Clark, S. and Camargo, CA. (2010). “Risk stratification for hospitalization in acute asthma: the CHOP classification tree.” The American Journal of Emergency Medicine, Vol. 28, No. 3, PP. 803-8.

[8] Ram, S., Zhang, W., Williams, M. and Pengetnze, Y. (2015). “Predicting Asthma-Related Emergency Department Visits Using Big Data.” IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, Vol. 19, No. 4, PP. 1216-1223.

[9] Sanchez-Morillo, D., Fernandez-Granero, M. A., Leon-Jimenez, A. (2016). “Use of predictive algorithms in-home monitoring of chronic obstructive pulmonary disease and asthma: A systematic review.” Chronic Respiratory Disease, Vol. 13, No 3, PP. 264-83.

[10] Larkin, A., Williams, D.E., Kile, M.L. and Baird, W.M. (2015). “Developing a Smartphone Software Package for Predicting Atmospheric Pollutant Concentrations at Mobile Locations.” The Computer Journal, Vol. 58, PP. 1431-1442.

[11] Tolbert PE, Mulholland JA, MacIntosh DL, Xu F, Daniels D, Devine OJ, Carlin BP, Klein M, Dorley J, Butler AJ, Nordenberg DF, Frumkin H, Ryan PB, White MC. (2000). “Air quality and pediatric emergency room visits for asthma in Atlanta, Georgia, USA.” American Journal of Epidemiology. Vol. 151, PP. 798-810.

[12] To T, Shen S, Atenafu EG, Guan J, McLimont S, Stocks B, Licskai C. (2013). “The Air Quality Health Index and Asthma Morbidity: A Population-Based Study.” Environmental Health Perspective, Vol. 121, PP. 46–52.

www.SID.ir

Archive of SID

[13] Teach SJ, Gergen PJ, Szefler SJ, Mitchell HE, Calatroni A, Wildfire J, Bloomberg GR, Kercsmar CM, Liu AH, Makhija MM, Matsui E, Morgan W, O'Connor G and Busse WW. (2015) "Seasonal risk factors for asthma exacerbations among inner-city children." Journal of Allergy and Clinical Immunology, Vol. 135, PP. 1465-73.e5.

[14] Samadsoltani T, Langarizade M, Mohammadvand Z and Zolnoori M. (2014). "Intelligent Diagnosis of Asthma Using Machine Learning Algorithms." International Research Journal of Applied and Basic Sciences, Vol. 4, PP. 4041-4046.

[15] Zolnoori, M., Fazal, Z., Moin, M, Taherian, M. (2012). "Fuzzy rule-based expert system for evaluating level of asthma control." Journal of medical systems, Vol. 36, 2947-2958.

[16] Lee, C.H., Chen, J.C. and Tseng, V.S. (2011). "A Novel Data Mining Mechanism Considering Bio-Signal and Environmental Data with Applications on Asthma Monitoring." Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 101, PP. 44-61.

[17] Timothy S. Chang, Ronald E. Gangnon, C. David Page, William R. Buckingham, Aman Tandias, Kelly J. Cowan, Carrie D. Tomasallo, Brian G. Arndt, Lawrence P. Hanrahan, Theresa W. Guilbert. (2015). "Sparse modeling of spatial environmental variables associated with asthma." Journal of Biomedical Informatics, Vol. 53, PP. 320-329.

[18] Raun, L., Ensor, K. and Persse, D. (2014). "Using Community Level Strategies to Reduce Asthma Attacks Triggered by Outdoor Air Pollution: A Case Crossover Analysis." Environmental Health, Vol.13(58).

[19] Ting, C., Chir-Chang, H. and Lian, Z. (2006). "A Ubiquitous Warning System for Asthma-Inducement." Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing, IEEE International Conference, PP. 186-191.

[20] Youssefagha, A. and Lohermman, D. (2013). "Application of Data Mining Techniques to Predict Allergy Outbreaks among Elementary School Children." Journal of Communication and Computer, Vol. 10, PP. 451-460.

[21] Ho, W.C., Hartley, W.R., Myers, L., Lin, M.H., Lin, Y.S., Lien, CH. and Lin, RS. (2007). "Air Pollution, Weather, and Associated Risk Factors Related to Asthma Prevalence and Attack Rate" Environmental Research, Vol. 104, PP. 402-409.

www.SID.ir