

آسم-فراگستر: طراحی و پیاده سازی سیستم پایش بیماران مبتلا به آسم با بهره گیری از سیستم اطلاعات مکانی فراگستر

احسانعلی کشته گر^۱، ابوالقاسم صادقی نیارکی^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه برداری- دانشگاه صنعتی

خواجه نصیرالدین طوسی

ehsanali.keshtehgar@mail.kntu.ac.ir

^۲ استادیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

a.sadeghi@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت بهمن ۱۳۹۳، تاریخ تصویب شهریور ۱۳۹۴)

چکیده

امروزه با توجه به رشد جمعیت و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی و تغییر در سبک زندگی افراد با رشد چشم‌گیری در تعداد بیماران مبتلا به آسم مواجه شده ایم. در همین راستا، با توجه به فقدان روشی مناسب برای درمان بیماران مبتلا به آسم، به اهمیت نقش کنترل شدت بیماری آسم در جهت بهبود کیفیت زندگی بیماران توجه بسیاری شده است. در مطالعه حاضر با توجه به مهم‌ترین محرک‌های زیست محیطی موثر در تشدید بیماری آسم و سابقه پزشکی بیماران مبتلا به آسم، به پایش فراگستری بیماران^۱ پرداخته شد. در این راستا از سیستم اطلاعات مکانی فراگستر^۲ استفاده شد. به منظور پیاده سازی سیستم، این تحقیق در خصوص ۳۰ بیمار مبتلا آسم که تحت پیگیری بوده اند، انجام شد. به منظور توسعه مدل پایش فراگستر پیش بینی تشدید وضعیت بیمار آسمی، ابتدا از روش VIKOR برای کلاسه بندی پزشکی بیماران استفاده شد. پس از کلاسه بندی با روش VIKOR، یک بیمار به عنوان مطالعه موردی انتخاب گردید و اطلاعات مربوط به FVC^۳ و FEV1^۴ آن در ۸۶ موقعیت به مدت ۴۷ روز اندازه گیری شد. در راستای ارائه خدمات محیط‌آگاه^۵، از داده‌های حسگر آلودگی هوای CO، حسگرهای دما، رطوبت و فشار نیز در راستای ایجاد پایگاه داده آبی و همچنین داده‌های ایستگاه‌های ثابت آلاینده PM10، SO₂، NO₃ و O₃ نیز بهره گرفته شد تا با بهره‌گیری از روش شبکه عصبی مصنوعی وضعیت تشدید بیمار پیش‌بینی شود. نتایج این مطالعه نشان داد که مدل آسم-فراگستر از خطای ارزیابی ۰/۰۲۳۰ در پیش بینی وضعیت بیمار آسمی برخوردار است.

واژگان کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی فراگستر، پایش بیماران آسمی، محیط‌آگاهی، روش VIKOR، روش شبکه عصبی مصنوعی

* نویسنده رابط

^۱ Ubiquitous Patient Monitoring

^۲ Ubiquitous GIS

^۳ Forced Vital Capacity

^۴ Forced Expiratory Volume in 1 Second

^۵ Context-Awareness

۱- مقدمه

امروزه توجه به حوزه سلامت، یکی از مهمترین سیاست‌گذاری‌ها در میان ملل مختلف است. از طرفی با گسترش آلودگی‌های زیست محیطی، امکان بروز و تشدید بیماری‌های تنفسی در میان انسان‌ها رو به افزایش است [۱]. آسم به عنوان یکی از رایج‌ترین بیماری‌های تنفسی که طبق اعلام سازمان بهداشت جهانی (WHO) در سال ۱۳۹۳ بیش از ۳۲۴ میلیون نفر در جهان و ۹ میلیون نفر در ایران به آن مبتلا هستند، به سه مسئله اساسی شامل: موقعیت، شرایط محیطی و مسائل پزشکی وابستگی دارد. عوامل خطر ساز متعددی برای آسم مطرح شده است که هنوز نقش دقیق بیشتر آنها به خوبی مشخص نشده است که شامل استعداد ژنتیکی، آتوپی، افزایش پاسخ‌دهی مجاری هوایی، نژاد، جنس، آلرژن‌ها، سیگار، عفونت‌های تنفسی، چاقی و عفونت‌های ویروسی زودرس هستند [۱۳].

با پیشرفت‌های حاصل‌شده در دنیای فناوری اطلاعات، حسگرها نقشی مهمی در سیستم‌های فناوری اطلاعات و محیط‌های هوشمند یافته‌اند [۳]. با ظهور نسل جدید محاسبات هوشمند با عنوان رایانش فراگستر^۱، حسگرهای هوشمند نقشی بی‌بدیل یافته‌اند. چرا که حسگرهای توانمند کنونی به خوبی می‌توانند در محیط کاشت شده و المان‌های مختلف محیطی را به اطلاع سیستم برسانند [۴]. مارک وایزر در سال ۱۹۹۶ با نگاه به این ایده که بتوان هر نوع خدماتی را در هر زمانی و هر مکانی به هر کاربری با بهره‌گیری از هر نوع شبکه‌ای ارائه داد، به عنوان پدر رایانش فراگستر شناخته شد. با گسترش ایده‌ی رایانش فراگستر در حوزه‌های مختلف از جمله بهداشت و درمان، تحولی بزرگ در زمینه پایش بیماران به وجود آمد [۲]. سیستم‌های محیط‌آگاه، مکان‌آگاه^۲ و محیط‌های تعامل پذیر از مهم‌ترین مولفه‌های تشکیل‌دهنده رایانش فراگستر محسوب می‌شوند [۵-۶]. از این رو بررسی حسگرهای مورد استفاده در هر یک امری ضروری به نظر می‌رسد. همچنین بررسی بیشتر الگوریتم‌ها و استانداردهای مکانی مرتبط با حسگرها، موجب شناخت بهتر و استفاده صحیح تر از آنها در سیستم‌های اطلاعات مکانی خواهد شد [۷].

تاکنون روش‌ها و رویکردهای متعددی در رابطه با شناسایی علائم و مدیریت وضعیت بیماران مورد بررسی و توجه قرار گرفته‌اند. ماگنا اسپونزا و همکاران در سال ۲۰۱۴ در پروژه‌ای با نام WiSPH با طراحی خانه‌ای هوشمند^۳ که از حسگرهای پوشیده بهره گرفته بود تلاش کردند تا فعالیت‌های روزانه افراد را با شبکه حسگرهای بیسیم پایش کنند [۸]. همچنین در سال ۲۰۰۵ آقای فیلیپ و همکاران با بهره‌گیری از RFID^۴ توانستند بر روی یک سری لوازم و ابزارآلات، محیطی را برای هوشمند سازی بیمار به وجود آورند [۹].

در سال ۲۰۰۳، در پروژه Mobihealth، آقای کونستانسین و همکاران با ارائه مدلی و بهره‌گیری از WSN و حسگرهای علائم حیاتی سعی در پایش از راه دور بیماران کردند [۱۰]. همچنین در سال ۲۰۰۸، آقای وود و همکاران با ارائه روشی جامع‌تر که توانایی حس کردن رطوبت، دما و حرکت را نیز دارا بود، به پایش وضعیت سلامت افراد پرداختند. همچنین در مدل ارائه شده ضربان قلب نیز مورد پایش قرار می‌گرفت [۱۱].

در سال ۲۰۰۶، چو و همکاران با طراحی سیستم هشدار فراگستر برای بیماران مبتلا به آسم، گام جدیدی در این زمینه گشودند. در این پژوهش با بهره‌گیری از روش شبکه عصبی و داده‌های آلودگی مانند CO, NOX, SO2, O3 و آب و هوا مانند فشار، رطوبت و دما، وضعیت بیمار مبتلا به آسم را با در نظر گرفتن شاخص آلودگی هوا، پیش‌بینی کردند. در این تحقیق، خروجی اطلاعات برای همه بیماران یکسان بود و همچنین از داده‌های ایستگاه‌های ثابت بهره گرفته می‌شد [۱۲].

بدین منظور، مقاله پیش‌رو از ۵ بخش تشکیل شده است. بخش ۲ شامل مبانی تئوری مرتبط با این تحقیق می‌باشد. بخش ۳ روش پیشنهادی توضیح داده شده است. در بخش ۴، معرفی داده‌های مورد استفاده و منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر و همچنین نتایج سیستم پیشنهادی پرداخته شده است. در نهایت نیز نتیجه‌گیری در بخش ۵ ارائه شده است.

^۳ Ambient Home
^۴ Radio Frequency Identification

^۱ Ubiquitous Computing
^۲ Location awareness

۲- مبانی تئوری تحقیق

۲-۱- بیماری آسم

آسم بیماری حاد و مزمن ریه است که غالباً با التهاب مجاری هوایی همراه بوده و ممکن است سبب مشکلات تنفسی شود. مزمن به این معنا است که بیماری همیشه وجود دارد حتی زمانی که بیمار احساس ناخوشی ندارد در صورت تحریک مجاری هوایی در فرد مبتلا به آسم، علائم خس خس، سرفه، تنگی نفس و فشرده‌گی قفسه سینه ظاهر می‌شود و تنفس طبیعی و راحت برای بیمار دشوار می‌شود. آسم مسئله‌ای مهم در امر بهداشت و سلامت عمومی است به طوری‌که بیش از ۳۲۴ میلیون نفر در جهان، از جمله تعداد قابل توجهی در ایران به این بیماری مبتلا هستند. همچنین این بیماری تحمیل هزینه زیاد، کاهش کارایی و عدم توانایی ادامه زندگی طبیعی بیماران در خانواده‌هایشان را سبب می‌شود [۱۳].

روش‌های متعددی وجود دارد که بیماران می‌توانند از طریق آنها از شدت بیماری خود کم کنند. فرد می‌تواند با شناخت و اجتناب از تماس خود با عوامل آغازگر علائم آسم از شروع حمله پیشگیری کند و در این رابطه از پزشک خود بخواهد تا در شناسایی و راه‌های پیشگیری از تماس عوامل محرک و مزاحم به وی کمک کند. در شکل ۱ مروری اجمالی بر عوامل محرک بیماری آسم بیان شده است [۱۴].



شکل ۱- عوامل تشدید کننده بیماری آسم [۲۸]

یکی از عناصر اصلی برای تشخیص آسم، وجود تنگی لوله‌های هوایی موقع بازدم است. به همین علت یکی از مهم‌ترین آزمایش‌ها برای پزشک سنجش تنفس (اسپیرومتری) است که از طریق آن می‌توان آسم را تشخیص داد و کنترل درمان را از طریق آن پیگیری کرد. سنجش تنفس یک آزمایش بدون درد^۱ است که با آن می‌توان تنفس (حجم تنفسی) یک فرد را اندازه‌گیری نمود [۲۶]. در اینجا لازم است تا تعریفی از دو مقدار ضروری حاصل از آزمایش سنجش تنفس در بیماری آسم ذکر شود [۲۷].

۲-۱-۱- FCV: فشار گنجایش حیاتی، حجم هوایی است که می‌توان بعد از یک دم عمیق، با حداکثر توان از ریه خارج کرد. البته در ادامه تست یک دم عمیق در انتهای کار توصیه می‌شود. در این مانور عمق و سرعت تنفس هر دو برای ما مهم است.

۲-۱-۲- FEV1: فشار حجم سپری شده در ثانیه اول، به عنوان حجم هوای بازدم در ثانیه اول FVC تعریف می‌شود.

۲-۲- سیستم اطلاعات مکانی فراگستر

در ابتدای روند تکامل رایانش، رایانه‌های بزرگ موسوم به ابر رایانه‌ها نقش انجام محاسبات را بازی می‌کردند. این رایانه‌ها نقش مرکزی داشتند و برای چندین کاربر مورد استفاده قرار می‌گرفتند. به همین خاطر میزان دسترسی مردم به کامپیوترها کم بود و نقش عمده‌های را در زندگی مردم بازی نمی‌کردند. به علاوه به علت پیچیدگی آن‌ها کسی توجه چندانی به آن‌ها نمی‌کرد. در ادامه اندازه‌ی این ابر رایانه‌ها کوچکتر، تعداد آن‌ها بیشتر، و امکان ایجاد ارتباط میان آن‌ها نیز برقرار شد. تا زمانی که رایانه‌های رومیزی به زندگی انسان‌ها وارد شدند و تعداد رایانه‌ها با کاربران آن‌ها برابری می‌کرد این رایانه‌ها کوچکتر شدند و کار با آن‌ها ساده‌تر شد. بنابراین امکانات بیشتری در اختیار کاربران قرار می‌گرفت [۱۵].

با ظهور اینترنت و فضای مجازی وب و به دنبال آن ابزار و وسایل قابل حمل امروزه تحول عظیمی در رایانش ایجاد شده و نسل جدیدی از رایانش تحت عنوان رایانش

^۱ Non INVASIVE

توزیع یافته بوجود آمد. رایانه ها به هم متصل شدند، سرور های مرکزی ایجاد شد که نتیجهی آن پخش شدن پردازشها و دادهها در کامپیوترهای مختلف بود [۱۶]. در این نسل تعداد رایانهها برای هر شخص بیشتر شد. یک کاربر از چندین ابزار محاسباتی نظیر رایانهی شخصی، تلفنهای هوشمند و تبلتها استفاده می کند. اما نسل بعد در رایانش را می توان رایانش فراگستر دانست که در آن انسانها نه تنها از چند ابزار محاسباتی بلکه از صدها دستگاه رایانش برای رسیدن به خدمات مورد نیازشان استفاده می کنند (شکل ۲). بنابراین با بهره گیری از انواع سنسورها می توان فهم بهتری از محیط اطراف خود داشت و متعاقب آن، می توان خدمات هوشمندتری را به کاربر ارائه داد [۱۷].



شکل ۲- روند تکامل رایانش

Mark Weiser رایانش فراگستر را اینگونه تعریف می کند:

"رایانش فراگستر ارتقا کاربرد رایانهها در محیط، از طریق فراهم آوردن تعداد زیادی از آنها است، به صورتی که کاملاً نامرئی و نامحسوس برای کاربر، در محیط قرار گیرند."

در واقع هدف در رایانش فراگستر محو و نامرئی نمودن بعد مجازی فناوری در زندگی انسان هاست [۱۸]. در رایانش فراگستر همهی محدودیتها برای انسان حذف می شود. هر کاربر در هر زمان و مکانی، با هر وسیله ای و بدون محدودیت در شبکه می تواند به سرویس مورد نیازش، دسترسی پیدا کند (شکل ۳). به عنوان مثال تعیین موقعیت کاربر و سرویس هایی که دریافت می کند به هیچ وجه محدود به یک زمان یا مکان خاص نمی شود. کاربر در یک فروشگاه نیز می تواند به راحتی محصولی را که به دنبال آن است پیدا کند. برای این کار نیازی به حمل

دستگاه خاصی ندارد، بلکه ممکن است از طریق دستگاه دیگری مثلاً یک نمایشگر در فروشگاه به این اطلاعات دست یابد [۱۹].



شکل ۳- عناصر رایانش فراگستر [۲۵]

۳-۲- اولویت بندی به روش VIKOR

یک مسئله تصمیم گیری چندمعیاره را می توان به طور مختصر در قالب یک ماتریس بیان کرد که به آن ماتریس تصمیم یا ماتریس عملکرد می گویند. در این ماتریس، ستونها بیانگر معیارهای در نظر گرفته شده در مسئله مورد نظر و سطرها بیانگر گزینه هایی که باید مقایسه گردند، هستند. به طور خاص، یک مسئله تصمیم گیری با J گزینه (A_1, A_2, \dots, A_J) که با n معیار (C_1, C_2, \dots, C_n) ارزیابی می شوند، می تواند به عنوان یک سیستم هندسی با m نقطه در فضای n بعدی در نظر گرفته شود [۲۰].

روش VIKOR برای بهینه سازی چندمعیاره سیستم های پیچیده توسعه یافت و این روش بر رتبه بندی و انتخاب از مجموعه های از گزینه ها، و تعیین راه حل های توافق برای مسئله ای با معیارهای متناقض که می تواند تصمیم گیران را در رسیدن به یک تصمیم نهایی کمک کند، تمرکز دارد. در اینجا، راه حل توافق راه حل ممکن است که به راه حل ایده آل نزدیکترین است و توافق به معنی توافق ایجاد شده توسط امتیازات متقابل می باشد. این روش، شاخص رتبه بندی چندمعیاره بر اساس اندازه خاصی از نزدیکی به راه حل ایده آل است [۲۱].

اندازهی چندمعیاره برای رتبه بندی توافقی، از L_p -metric (که به عنوان یک تابع تلفیق در روش برنامه

$$Q_j = \left(\frac{v(S_j - S^*)}{(S^- - S^*)} \right) + \left(\frac{(1-v)(R_j - R^*)}{(R^- - R^*)} \right) \quad (۶)$$

$$S^* = \min_i S_j : S^- = \max_i S_j$$

$$R^* = \min_i R_j : R^- = \max_i R_j$$

۴-۲- پیش‌بینی وضعیت تشدید بیماری به کمک شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌ای عصبی مصنوعی، یکی از روش‌های محاسباتی است که به کمک فرآیند یادگیری^۱ و با استفاده از پردازشگرهایی بنام نرون تلاش می‌کند با شناخت روابط ذاتی بین داده‌ها، نگاشتی میان فضای ورودی (لایه ورودی) و فضای مطلوب (لایه خروجی) ارائه دهد. لایه یا لایه‌های مخفی، اطلاعات دریافت شده از لایه ورودی را پردازش کرده و در اختیار لایه خروجی قرار می‌دهند. هر شبکه با دریافت مثال‌هایی آموزش می‌بیند. آموزش فرآیندی است که در نهایت منجر به یادگیری می‌شود. یادگیری شبکه، زمانی انجام می‌شود که وزن‌های ارتباطی بین لایه‌ها چنان تغییر کند که اختلاف بین مقادیر پیش-بینی شده و محاسبه شده در حد قابل قبولی باشد. با دست یابی به این شرایط فرآیند یادگیری محقق شده است. این وزن‌ها حافظه و دانش شبکه را بیان می‌کنند. شبکه عصبی آموزش دیده می‌تواند برای پیش‌بینی خروجی‌های متناسب با مجموعه جدید داده‌ها بکار رود. با توجه به ساختار شبکه عصبی مصنوعی، ویژگی‌های عمده آن، سرعت بالای پردازش، توانایی یادگیری الگو به روش اراده الگو، توانایی تعمیم دانش پس از یادگیری، انعطاف پذیری در برابر خطاهای ناخواسته و عدم ایجاد اختلال قابل توجه در صورت بروز اشکال در بخشی از اتصال‌های به دلیل توزیع وزن‌های شبکه است [۲۲].

این شبکه شامل یک لایه ورودی، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی است. برای آموزش این شبکه، معمولاً از الگوریتم پس انتشار (BP)^۲ استفاده می‌شود. در طی آموزش شبکه MLP به کمک الگوریتم یادگیری BP، ابتدا محاسبات از ورودی شبکه به سوی خروجی شبکه انجام می‌شود و سپس مقادیر خطای محاسبه شده به لایه‌های قبل انتشار می‌یابد. در ابتدا، محاسبه خروجی به

نویسی توافقی استفاده شده است)، توسعه یافته است. J گزینه مختلف، امتیاز از i امین معیار توسط f_{ij} مشخص به صورت A₁, A₂... A_j نشان داده می‌شوند. طبق معادله (۱)، برای گزینه A می‌شود که مقدار i امین تابع معیار برای گزینه A_j است. n تعداد معیارهاست. توسعه روش VIKOR با Lp- metric زیر آغاز شد.

$$L_{p,j} = \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i(f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)]^p \right\}^{1/p} \quad (۱)$$

$$1 \leq p \leq \infty \quad j=0,1,2,\dots, J$$

روش VIKOR یکی از روش‌های مناسب در حل مسائلی است که با معیارهای ناسازگار روبه‌رو است. مراحل مقایسه گزینه‌ها در روش فوق به صورت زیر خواهد بود.

- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از مقادیر شاخص برای هر گزینه
- محاسبه وزن مربوط به هر معیار که در تحقیق موردنظر از روش سلسله‌مراتبی به دست آمده است.
- نرمال‌سازی ماتریس تصمیم
- تعیین بهترین f_i^+ ، بدترین مقدار f_i^- برای هر معیار از بین گزینه‌های موجود با استفاده از رابطه‌ی (۲) و (۳) که در آن رابطه i بیانگر شماره سطرها و j بیانگر شماره ستون‌ها در ماتریس تصمیم‌گیری است.

$$f_i^+ = \max_j f_{ij} \quad (۲)$$

$$f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (۳)$$

- محاسبه پارامترهای (S,R)، با در نظر گرفتن بهترین و بدترین مقدار برای هر معیار با استفاده از روابط (۴) و (۵). در این رابطه‌ها W نمایانگر وزن معیارها است.

$$S_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{w_i(f_i^+ - f_{ij})}{(f_i^+ - f_i^-)} \right) \quad (۴)$$

$$R_j = \max_i \left(\frac{w_i(f_i^+ - f_{ij})}{(f_i^+ - f_i^-)} \right) \quad (۵)$$

- محاسبه مقدار تابع مزیت (Q) با کمک پارامترهای (R,S) در رابطه‌ی (۶):

^۱ Learning

^۲ Back Propagation

باشد. بدین منظور از روش VIKOR برای اولویت بندی این بیماران استفاده شد.

با در نظر گرفتن اینکه آیا بیمار ما در حال حاضر بیماری خاصی دارد که تشدید او را تسریع بخشد و همچنین وضعیت زندگی بیمار (محیط زندگی که بیمار با آن در تماس بیشینه هست)، این طبقه بندی صورت گرفت. بنابراین بیمار انتخابی می تواند در هر کدام از کلاسه ها قرار بگیرد. نکته مهم و قابل توجه در این بخش این می باشد که بیمار در طول دوران بیماری در کلاسه های مختلفی گروه بندی می شود.

۳-۲- مدل محیط: طراحی شبکه عصبی مصنوعی

با در نظر گرفتن داده های حسگر آلودگی هوای CO، حسگرهای دما، رطوبت و فشار در راستای ایجاد پایگاه داده آبی و همچنین داده های ایستگاه های ثابت آلاینده PM10، SO2، NO و O3، حجم هوای داخل ریه بیمار بدست می آید. شبکه عصبی با ۹ نرون لایه ورودی (داده های آلودگی، زیست محیطی و همچنین خروجی روش VIKOR برای مدلسازی بیماران) و دو نرون لایه خروجی (مقادیر FEV1، FVC) طراحی شد. توپولوژی شبکه مذکور از نوع پس انتشار است. در این تحقیق برای پیاده سازی شبکه عصبی تحت سرور و از نرم افزار Matlab استفاده شد. از شبکه MLP برای پیش بینی استفاده شد و همچنین توابع آستانه مختلفی برای یافتن حالت بهینه آن مورد ارزیابی قرار گرفت که عبارتند از:

$$Y_i = \frac{1}{1 + \exp(X_j)} \quad (7) \quad \text{تابع سیگموئیدی لگاریتمی}$$

$$Y_i = \frac{2}{(1 + \exp(-2X_j)) - 1} \quad (8) \quad \text{تابع تانژانت سیگموئیدی}$$

یکی از مشکلاتی که هنگام آموزش شبکه عصبی ممکن است پیش بیاید، بیش اموزی شبکه است. بدین صورت که در هنگام آموزش شبکه، خطا به مقدار قابل قبول می رسد ولی هنگام ارزیابی، خطای شبکه به مراتب از خطای داده های آموزشی بیشتر باشد [۱۵]. برای

صورت لایه به لایه انجام می شود و خروجی هر لایه، ورودی لایه بعدی خواهد بود. در حالت پس انتشار، ابتدا لایه های خروجی تعدیل می شود، زیرا برای هر یک از نرون های لایه خروجی، مقدار مطلوبی وجود دارد و می توان به کمک آنها و قاعده های بهنگام سازی، وزن ها را تعدیل نمود. با وجود اینکه الگوریتم پس انتشار خطا نتایج بسیار خوبی در حل مسائل ارائه داده است، در حل برخی از مسائل ضعیف عمل می کند که می تواند به دلیل طولانی بودن یا مشخص نبودن زمان یادگیری، انتخاب نامناسب ضریب یادگیری و یا توزیع تصادفی وزنه های اولیه باشد. مراحل آموزش به کمک این الگوریتم عبارتند از [۲۳-۲۴]. (الف) اختصاص ماتریس وزن تصادفی به هریک از اتصالات (ب) انتخاب بردار ورودی و خروجی متناسب با آن (پ) محاسبه خروجی نرون در هر لایه و در نتیجه محاسبه خروجی نرون ها در لایه خروجی (ت) بهنگام سازی وزن ها به روش انتشار خطای شبکه به لایه های قبل که خطای یادشده ناشی از اختلاف بین خروجی واقعی و خروجی محاسبه شده است. (ث) ارزیابی عملکرد شبکه آموزش دیده به کمک برخی شاخص های تعریف شده مانند جذر میانگین مربعات خطا (MSE) و سرانجام برگشت به قسمت (پ) یا پایان آموزش.

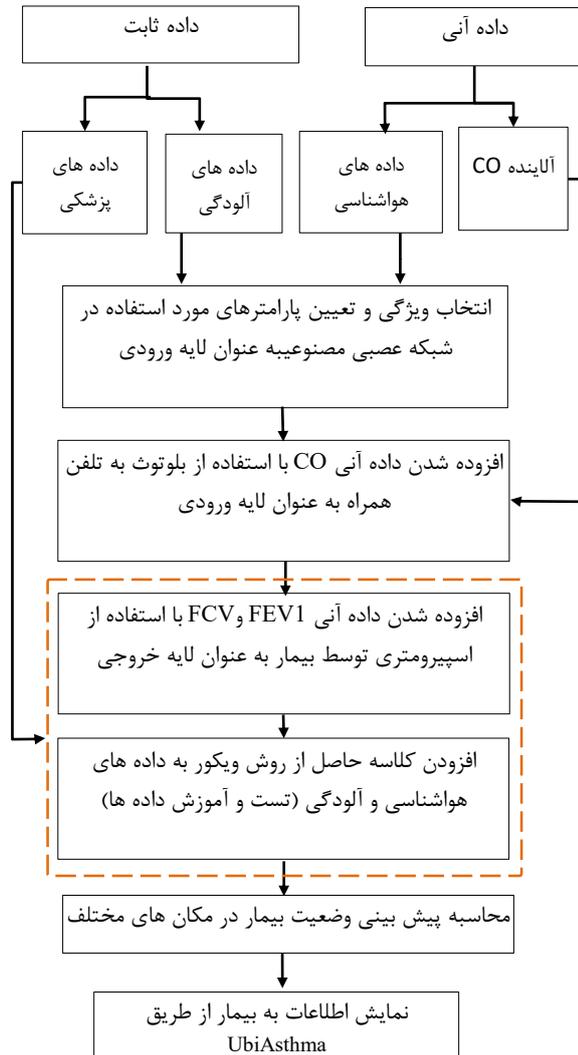
۳- روش پیشنهادی

در راستای مدلسازی وضعیت تشدید بیماری کاربر مبتلا به آسم در حوزه سیستم اطلاعات مکانی فراگستر، دو بخش مدل کاربر و مدل محیط ارائه شد که به شرح ذیل می باشند.

۳-۱- مدل کاربر مبتلا به آسم

در این بخش تلاش بر مدلسازی کاربر به عنوان مهم ترین و اساسی ترین بخش در سیستم اطلاعات مکانی فراگستر انجام شد. با توجه به اینکه قرار گرفتن در وضعیت تشدید بیماری و حمله آسم در بیماران مبتلا به آسم وابستگی بسیاری به وضعیت پزشکی آن ها دارد، در این تحقیق دسته بندی رایج که بیماران را به ۴ گروه تقسیم بندی می کند را به ۳۲ گروه طبقه بندی کردیم. به طوری که هر بیمار آسمی متعلق به یکی از این ۳۲ کلاس می -

کند. خروجی حاصل از این مدل به بیمار و همچنین پزشک مخصوص بیمار مخابره می شود.



شکل ۴- الگوریتم روش پیشنهادی

جلوگیری از بیش‌آموزی دو راه وجود دارد: الف- توقف سریع آموزش^۱، ب- انتخاب کمترین تعداد نرون در لایه پنهان [۱۶]. در این تحقیق از روش دوم استفاده شد. بدین صورت که برای آموزش شبکه، ابتدا داده به طور تصادفی به سه قسمت تقسیم شدند، طوری که ۸۰ درصد داده برای آموزش و ۱۰ درصد داده ها برای ارزیابی و ۱۰ درصد داده برای تست شبکه استفاده شد. درحین آموزش شبکه، زمانی که خطای بین داده های آموزش و ارزیابی می خواهد زیاد شود، فرآیند آموزش قطع می شود. برای یافتن شبکه عصبی با توپولوژی مناسب به کمک الگوریتم آموزشی، از معیار خطای مربعات میانگین استفاده می شود که هدف کمینه شدن خطای مذکور است که با رابطه (۹) تعریف می شود.

$$MES = \sum_P^M \sum_{i=1}^N (S_{ip} - T_{ip})^2 \quad (9)$$

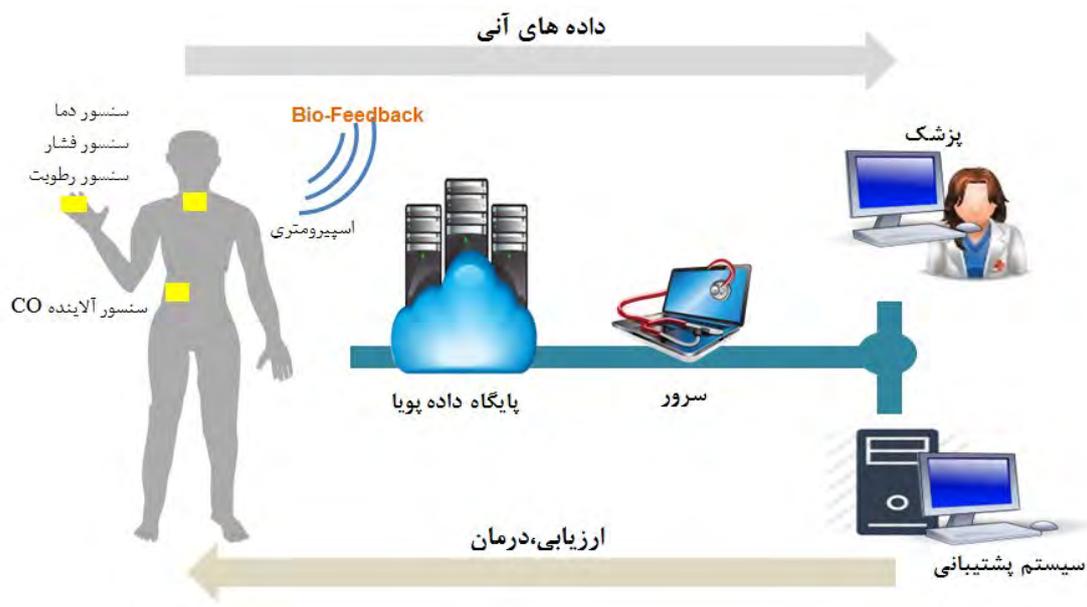
که در آن MSE خطای مربعات میانگین در مرحله تست، Sip خروجی شبکه در نرون آم و الگوی ام، Tip خروجی هدف در نرون آم و الگوی ام، N تعداد نرون های لایه خروجی و M تعداد الگوی های تست است. برای ارزیابی شبکه انتخاب شده در مرحله قبل از معیار ضریب تعیین (R²) برای داده های پیش‌بینی شده در حین آموزش شبکه استفاده شد.

۳-۳- الگوریتم روش پیشنهادی

فلوچارت الگوریتم روش پیشنهادی به منظور پیش بینی وضعیت بیمار مبتلا به آسم با استفاده از داده های آنی بدست آمده از محیط پیرامون کاربر و همچنین نوع کاربر در شکل ۴ نشان داده شده است. این الگوریتم شامل دو مرحله اصلی می باشد که در این بخش شرح داده می شود.

در شکل ۵ نیز معماری پیشنهادی برای پایش بیماران مبتلا به آسم با بهره گیری از سیستم اطلاعات مکانی فراگستر نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، داده ها به صورت آنی توسط بیمار و سنسورها به سرور مخابره می شود. سرور با استفاده از روش VIKOR و روش شبکه عصبی مقادیر FEV1 و FVC را محاسبه می

^۱ Early Stopping



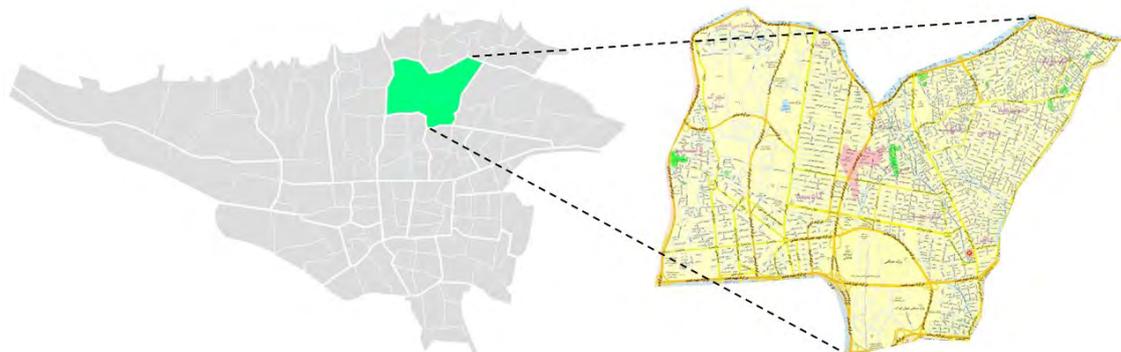
شکل ۵- معماری روش پیشنهادی (UbiAsthma)

۴- نتایج و ارزیابی سیستم

۴-۱- منطقه مطالعاتی و داده های مورد استفاده

منطقه‌ی مورد مطالعه در این تحقیق، شهر تهران می باشد. با توجه به رشد چشمگیر بیماری آسم در شهر تهران در سالهای اخیر مطالعه و بررسی سیستم پیشنهادی در این شهر صورت گرفت. در رابطه با پیاده سازی سیستم هوشمند پایش فراگستر بیمار مبتلا به آسم، این تحقیق در منطقه ۳ شهر تهران صورت گرفت. منطقه ۳ شهر تهران به دلیل دارا بودن پوشش بهتر ایستگاه‌های هواشناسی و آلودگی هوا، همچنین به دلیل تنوع جغرافیایی این منطقه مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این بیمار آسمی مورد بررسی در این تحقیق، در این منطقه تردد بیشتری نسبت به دیگر مناطق داراست بنابراین به دلیل محل سکونت و

محل کار بیمار، این منطقه مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۶، منطقه مورد مطالعه را نمایش می‌دهد. در منطقه مورد نظر، مطالعه موردی صورت گرفت و اطلاعات مربوط به FVC و FEV1 بیمار مورد بررسی در این تحقیق با استفاده از اسپرومتر در ۸۶ موقعیت به مدت ۴۷ روز اندازه گیری شد. در راستای ارائه خدمات محیط آگاه، از حسگر آلودگی هوای CO، حسگرهای دما، رطوبت و فشار نیز در راستای ایجاد پایگاه داده آنی و همچنین داده های ایستگاه های پویا آلاینده PM10، SO2، NO و O3 نیز بهره گرفته شد تا با بهره گیری از روش شبکه عصبی مصنوعی وضعیت تشدید بیمار پیش‌بینی شود. داده های مربوط به ایستگاه های ثابت یا استفاده از روش درون یابی برای هر مکان محاسبه گردید.



شکل ۶- منطقه مورد مطالعه: شهر تهران- منطقه ۳

۴-۲- نتایج مدلسازی

پس از بررسی داده های بیماران آسمی، در راستای مدلسازی بیماران، با استفاده از روش VIKOR کلاسه بندی صورت گرفت. جدول ۱، نتایج ۱۶ کلاسه بالای حاصل از الویت بندی کلاسه های بیماران با استفاده از روش VIKOR را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود کلاسه متناسب به بیمار آسمی ای که از آسم شدید رنج می برد و بیماری سینوزیت دارد و محل زندگی آن مناسب است برای بیمار آسمی، دارای اولویت خطرناکتری است نسبت به بیماری که آسم شدید دارد و ریفلاکس معده دارد. بنابراین بیمار می تواند در بازه های زمانی مختلف در هر یک از کلاسه های پیرامون خود قرار بگیرد. در تحقیق حاضر، نوع کلاسه حاصل از روش VIKOR به عنوان یک نورون ورودی برای پیش بینی وضعیت آسم بیمار معرفی گردید. بنابراین با در دست داشتن وضعیت بیمار و همچنین ۸ لایه زیست محیطی دیگر که به صورت آنی و ثابت

بدست آمده اند، لایه های ورودی لازم برای پیش بینی وضعیت بیمار معرفی گردید.

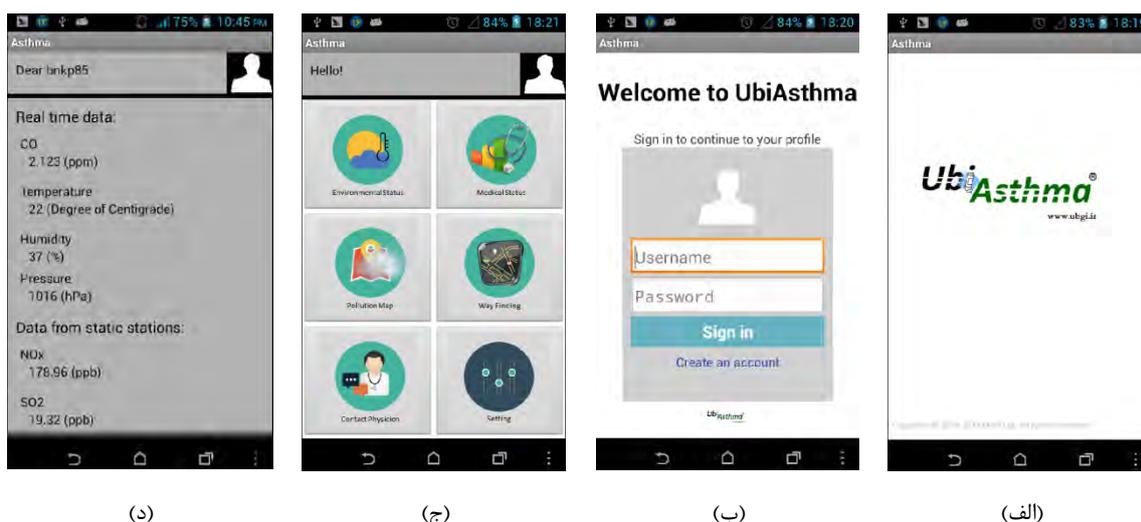
در راستای تشخیص اینکه آیا بیمار در وضعیت خطر قرار دارد یا خیر، نیاز به اسپیرومتری از بیمار می باشد. بدین منظور داده های اندازه گیری شده از بیمار در طول ۴۶ روز به عنوان داده های تست و آموزش معرفی گردید و وضعیت بیمار در روز ۴۷ پیش بینی شد که برای بررسی عملکرد شبکه پرسپترون چند لایه از توپولوژیهای مختلف با تعداد نرون های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. در گام اول بعد از اینکه شبکه آموزش دید، خطای MSE تست شبکه محاسبه و بر اساس آن مناسب ترین توپولوژی انتخاب شد (جدول ۲). در ضمن کاربرد تابع آستانه Logsig عملکرد بهتری از خود نشان می دهد. شبکه با تعداد چرخه آموزش ۲۴، تابع آستانه سیگموئید لگاریتمی با الگوریتم یادگیری LM در مقایسه با توپولوژی دیگر کمترین خطای آموزشی (۰/۰۲۳) را تولید کرده است.

جدول ۱- نتایج حاصل از روش الویت بندی VIKOR

| گروه | نوع بیماری آسم | وضعیت بیماری | مساعد بودن محل زندگی | رده بندی حاصل از VIKOR |
|--------------|----------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| ۱ | آسم شدید | شاخص توده بدنی بالا | + | ۳۲ |
| | | | - | ۳۰ |
| | | بیماری قلبی | + | ۳۱ |
| | | | - | ۲۷ |
| | | سینوزیت | + | ۲۸ |
| | | | - | ۲۵ |
| ریفلاکس معده | + | ۲۶ | | |
| | - | ۲۳ | | |
| ۲ | آسم ملایم | شاخص توده بدنی بالا | + | ۲۹ |
| | | | - | ۲۲ |
| | | بیماری قلبی | + | ۲۴ |
| | | | - | ۲۰ |
| | | سینوزیت | + | ۲۱ |
| | | | - | ۱۹ |
| ریفلاکس معده | + | ۱۸ | | |
| | - | ۱۷ | | |

در شکل ۷ رابط کاربری طراحی شده برای بیماران نشان داده شده است. بدین وسیله بیمار با ورود اطلاعات به سامانه می تواند به پروفایل شخصی خود وارد گشته و اطلاعات پزشکی خود را وارد نماید. وضعیت اسپیرومتری

بیمار با توجه به مدلسازی که با روش شبکه عصبی مصنوعی و روش VIKOR صورت گرفته است، به او مخابره می گردد و اگر از آستانه تشدید بیشتر باشد به کاربر وضعیت خطر را هشدار می دهد.



شکل ۷- نمایشی از برنامه کاربردی پیاده سازی شده: (الف) صفحه آغازین برنامه کاربردی (ب) ورود به حساب کاربر (ج) سرویس های طراحی شده برای کاربر (د) نمایش داده های آبی خروجی

جدول ۲- نتایج حاصل از روش MLP

| تعداد تکرار | خطای ارزیابی | تابع آستانه |
|-------------|--------------|-------------|
| ۲۸ | ۰/۰۶۶۷ | tansig |
| ۲۴ | ۰/۰۲۳۰ | logsig |

پایش فراگستر جهت پیش بینی تشدید بیماری آسم، از روش VIKOR در راستای کلاسه بندی بیماران استفاده گردید. پس از کلاسه بندی بیماران با روش VIKOR، یک بیمار به عنوان مطالعه موردی انتخاب گردید و اطلاعات مربوط به FEV1 و FVC آن در ۸۶ موقعیت به مدت ۴۷ روز اندازه گیری شد. همچنین در این تحقیق، از حسگر آلاینده هوای CO، حسگرهای دما، رطوبت و فشار نیز در راستای ایجاد پایگاه داده آبی و همچنین داده های ایستگاه های ثابت آلاینده PM10، SO2، NO و O3 نیز بهره گرفته شد تا با بهره گیری از روش شبکه عصبی مصنوعی وضعیت تشدید بیمار پیش بینی شود. نتایج این مطالعه نشان داد که مدل آسم- فراگستر از خطای ارزیابی ۰/۰۲۳۰ در پیش بینی وضعیت بیمار آسمی برخوردار است.

۶- نتیجه گیری

در این مقاله یک روش نوین پایش بیماران مبتلا به آسم در حوزه بهداشت و درمان و سیستم اطلاعات مکانی فراگستر ارائه گردید. در مطالعه حاضر تلاش گردید تا با مدلسازی کاربر و محیط، خدمات محیط آگاه به بیمار ارائه شود. همچنین به مهم ترین محرکهای زیست محیطی موثر در تشدید بیماری آسم و مدلسازی ویژگی های پزشکی بیماران مبتلا به آسم پرداخته شد. در این راستا تلاش گردید تا با بهره گیری از سیستم اطلاعات مکانی فراگستر به عنوان سیستمی هوشمند برای پایش بیماران مبتلا به آسم استفاده گردد. به منظور پیاده سازی سیستم، این تحقیق در خصوص ۳۰ بیمار مبتلا آسم که تحت پیگیری بوده اند، انجام شد. به منظور توسعه مدل

مراجع

- [1] World Health Organization. (2014), WHO factsheet 206: bronchial asthma.
- [2] Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. Scientific american, 265(3), 94-104.
- [3] Li, Z., Liu, Y., Li, M., Wang, J., & Cao, Z. (2013). Exploiting ubiquitous data collection for mobile users in wireless sensor networks. Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on, 24(2), 312-326.

- [4] Caldeira, J. M., Rodrigues, J. J., & Lorenz, P. (2012). Toward ubiquitous mobility solutions for body sensor networks on healthcare. *Communications Magazine, IEEE*, 50(5), 108-115.
- [5] Yau, K. L. A., Komisarczuk, P., & Teal, P. D. (2012). Reinforcement learning for context awareness and intelligence in wireless networks: Review, new features and open issues. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(1), 253-267.
- [6] Noh, H. Y., Lee, J. H., Oh, S. W., Hwang, K. S., & Cho, S. B. (2012). Exploiting indoor location and mobile information for context-awareness service. *Information Processing & Management*, 48(1), 1-12.
- [7] Petrenko, A., Sizo, A., Qian, W., Knowles, A. D., Tavassolian, A., Stanley, K., & Bell, S. (2014). Exploring Mobility Indoors: an Application of Sensor-based and GIS Systems. *Transactions in GIS*, 18(3), 351-369.
- [8] Magaña-Espinoza, P., Aquino-Santos, R., Cárdenas-Benítez, N., Aguilar-Velasco, J., Buenrostro-Segura, C., Edwards-Block, A., & Medina-Cass, A. (2014). WiSPH: A Wireless Sensor Network-Based Home Care Monitoring System. *Sensors*, 14(4), 7096-7119.
- [9] Smith, J., Kenneth P. F., Bing .A, Alexander M., Matthai P., Adam D., Sumit R., and Kishore P. (2005). RFID-based techniques for human-activity detection." *Communications of the ACM* 48(9), 39-44.
- [10] Konstantas, D., & Herzog, R. (2003). Continuous monitoring of vital constants for mobile users: the MobiHealth approach. In *Engineering in Medicine and Biology Society. Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE (Vol. 4, pp. 3728-3731)*. IEEE.
- [11] Wood, A., Stankovic, J. A., Virone, G., Selavo, L., He, Z., Cao, Q., ... & Stoleru, R. (2008). Context-aware wireless sensor networks for assisted living and residential monitoring. *Network, IEEE*, 22(4), 26-33.
- [12] Chu, H. T., Huang, C. C., Lian, Z. H., & Tsai, J. J. (2006, June). A ubiquitous warning system for asthma-inducement. In *Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing, 2006. IEEE International Conference on (Vol. 2, pp. 186-191)*. IEEE.
- [13] Savenije, O. E., Kerkhof, M., Koppelman, G. H., & Postma, D. S. (2012). Predicting who will have asthma at school age among preschool children. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 130(2), 325-331.
- [14] Nathan, Robert A., Christine A. Sorkness, Mark Kosinski, Michael Schatz, James T. Li, Philip M., John J. Murray, and Trudy B. Pendergraft. (2004). Development of the asthma control test: a survey for assessing asthma control. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 113(1), 59-65.
- [15] Mnzis, A. H., & Msc, C. (2000). *The Road to Ubiquitous Geographic Information Systems Roam Anywhere-Remain Connected*.
- [16] Niaraki, A. S., & Kim, K. (2009). Ontology based personalized route planning system using a multi-criteria decision making approach. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2250-2259.
- [17] Schuurman, N. (2009). The new Brave New World: Geography, GIS, and the emergence of ubiquitous mapping and data. *Environment and planning, D, Society and space*, 27(4), 571.
- [18] Weiser, M. (1993). Some computer science issues in ubiquitous computing. *Communications of the ACM*, 36(7), 75-84.
- [19] Loke, S. (2006). *Context-aware pervasive systems: architectures for a new breed of applications*. CRC Press.
- [20] Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 178(2), 514-529.
- [21] Sanayei, A., Mousavi, S. F., & Yazdankhah, A. (2010). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 24-30.
- [22] Wang, S. C. (2003). Artificial neural network. In *Interdisciplinary Computing in Java Programming* (pp. 81-100). Springer US.
- [23] Goyal, S., & Goyal, G. K. (2011). Cascade and feedforward backpropagation artificial neural networks models for prediction of sensory quality of instant coffee flavoured sterilized drink. *Canadian Journal on Artificial Intelligence, Machine Learning and Pattern Recognition*, 2(6), 78-82.

- [24] Yin, F., Mao, H., Hua, L., Guo, W., & Shu, M. (2011). Back Propagation neural network modeling for warpage prediction and optimization of plastic products during injection molding. *Materials & design*, 32(4), 1844-1850.
- [25] Krumm, J.E., (2009), *Ubiquitous computing fundamentals*, CRC Press.
- [26] Miller, M. R., Hankinson, J. A. T. S., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A. & Wanger, J. A. T. S. (2005). Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*, 26(2), 319-38.
- [27] Menezes, A. M. B., Pérez-Padilla, R., Wehrmeister, F. C., Lopez-Varela, M. V., Muiño, A., Valdivia, G., Victora, C. G. (2014). FEV1 Is a Better Predictor of Mortality than FVC: The PLATINO Cohort Study. *PloS one*, 9(10), e109732.
- [28] Darabi, S. A., Teimourpour, B., & Zolnoori, M. (2014). Case-Based-Reasoning System for Feature Selection and Diagnosing Disease; Case Study: Asthma. *Innovative Systems Design and Engineering*, 5(5), 43-59.