University of Qom
Engineering Management and Soft Computing
JEMSC.QOM
Online ISSN: 2538-2675

An Intelligent Fuzzy Model for Uncertainty Management in Diagnosis of the Breast Cancer Staging

Leila Honari Mahmood[1], Rahil Hosseini[2]✉ and Mahdi Mazinani[1]

1. MSc. Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: rahil.hosseini@qodsiau.ac.ir
2. Corresponding author ,Assistant Prof., Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: leilahonari@gmail.com
3. Assistant Prof., Faculty of Engineering, Department of Electrical Engineering, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: Mahdi.mazinani@qodsiau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 2022 November 29
Received in revised form 2023 February 1
Accepted 2023 February 3
Published online 2023 March 16

Keywords:
Breast cancer,
Fuzzy logic,
Mamdani fuzzy inference system,
Uncertainty.

ABSTRACT

In recent years, intelligent decision-makeing systems have been the center of many researchers to manage uncertainty in medical diagnoses. Given the ambiguity in identifying the stages of breast cancer, which has been one of the leading causes of deaths in women over the past decade, early diagnosis of cancer progression can increase the chance of complete recovery to find the best treatment option. This study presents a model to manage fuzzy logic- based uncertainty with the possibility of managing uncertainties in inputs and outputs in the staging of breast cancer. In this study, medical records of 400 breast cancer patients with 3 characteristics were studied and its results were analyzed by a team of experts. The results of the system performance were evaluated using ROC curve analysis method. The accuracy of performance for stages 1 and 4 of breast cancer was 97.50% and 98.46%, respectively.

Cite this article: Honari Mahmood, L., Hosseini, R. & Mazinani, M. (2022). An Intelligent Fuzzy Model for Uncertainty Management in Diagnosis of the Breast Cancer Staging. *Enginiiring Management and Soft Computing, 8* (2). 1-14. **DOI**: https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.4989.1122

© The Author(s)
Publisher: University of Qom
DOI: https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.4989.1122

JEMSC.QOM
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۵-۲۵۳۸

مدیریت مهندسی و رایانش نرم

دانشگاه قم

ارایه یک مدل هوشمند فازی در مدیریت عدم قطعیت در تشخیص مرحله پیشرفت سرطان سینه

لیلا هنری محمود[۱]، راحیل حسینی[۲]✉ و مهدی مزینانی[۳]

۱. کارشناسی ارشد هوش مصنوعی، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: leilahonari@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: rahil.hosseini@qodsiau.ac.ir

۳. استادیار، گروه مهندسی برق-الکترونیک، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: Mahdi.mazinani@qodsiau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۰۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵

کلیدواژه‌ها:
سرطان سینه،
منطق فازی،
سیستم استنتاج فازی ممدانی،
عدم قطعیت.

چکیده

در سال‌های اخیر سیستم‌های هوشمند تصمیم‌یار موردتوجه پژوهش‌های فراوانی جهت مدیریت عدم قطعیت در تشخیص‌های پزشکی قرارگرفته است. با توجه به ابهام در تشخیص مراحل سرطان پستان که یکی از دلایل عمده واصلی مرگ‌ومیر زنان در دهه اخیر بوده است، تشخیص زودهنگام مرحله پیشرفت سرطان می‌تواند شانس بهبودی کامل را افزایش دهد تا بهترین گزینه درمان انتخاب شود. در این پژوهش مدلی جهت مدیریت عدم قطعیت مبتنی بر منطق فازی با امکان مدیریت عدم قطعیت در ورودی‌ها و خروجی‌ها در مرحله‌بندی سرطان سینه، ارائه می‌شود. در این پژوهش، پرونده پزشکی ۴۰۰ بیمار مبتلابه سرطان پستان با تعداد ۳ ویژگی موردمطالعه قرارگرفته و نتایج آن توسط گروهی از متخصصان خبره مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است. نتایج به‌دست‌آمده کارایی سیستم با استفاده از روش تحلیل منحنی ROC موردبررسی قرار گرفت که میزان صحت عملکرد به ترتیب برای مراحل ۱ و ۴ سرطان سینه ۹۷/۵۰ درصد و ۹۸/۴۶ درصد از جنبه معیار سطح زیر منحنی به‌دست‌آمده است.

استناد: هنری محمود، لیلا؛ حسینی، راحیل و مزینانی، مهدی. (۱۴۰۱). «ارایه یک مدل هوشمند فازی در مدیریت عدم قطعیت در تشخیص مرحله پیشرفت سرطان سینه». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم، دوره ۸* (۲). صص: ۱۴-۱. https://doi.org/10.22091/jemsc.2020.4989.1122

ناشر: دانشگاه قم

© نویسندگان.

۱) مقدمه

استفاده از سیستم فازی در شاخه تشخیص پزشکی همچون سایر شاخه‌های علوم به‌منظور برطرف نمودن مشکلات عدم قطعیت موردتوجه بسیاری از پژوهش‌ها قرارگرفته است. یکی از مشکلات اساسی در ارائه سیستمی هوشمند مبتنی بر سیستم استنتاج فازی ممدانی در تشخیص مرحله‌بندی سرطان سینه در نظر نگرفتن منابع عدم قطعیت دردانش و ورودی‌های سیستم است. این در حالی است که منابع عدم قطعیت بر کارایی و صحت عملکرد یک سیستم هوشمند تأثیرگذارند؛ و همچنین ازآنجایی‌که سیستم‌های هوشمند کامپیوتری به کمک تشخیص پزشکی از مشکلات عدم قطعیت ناشی از دانش پزشکی و فنّاوری‌های موجود رنج می‌برند، این پژوهش بر آن است تا با ارائه سیستمی هوشمند مبتنی بر سیستم استنتاج فازی ممدانی جهت مدیریت عدم قطعیت در تشخیص مرحله پیشرفت سرطان سینه در دانش پزشکی به مرحله‌بندی سرطان سینه بپردازد (حسینی و مزینانی، ۱۳۹۳).

منابع عدم قطعیت در کاربردهای مبتنی بر مرحله‌بندی سرطان سینه در علم پزشکی عبارت‌اند از:

۱- دانش پزشکی و کامل نبودن دانش بشر در خصوص بیماری سرطان

۲- دانش فردی پزشکان در جهت مرحله‌بندی سرطان سینه (متفاوت بودن تشخیص یک متخصص باتجربه با یک متخصص کم‌تجربه) و همچنین ابزارهای در دسترس متخصصان، هرچقدر این ابزارها سیستمی و هوشمند باشند مرحله‌بندی دقیق‌تر و سریع‌تر صورت می‌گیرد.

۳- عدم قطعیت یک فرد خبره یا عدم قطعیت چندین فرد خبره در خصوص یک مورد پزشکی مشترک در مرحله‌بندی سرطان سینه (حسینی و مزینانی، ۱۳۹۳).

موارد فوق در مرحله‌بندی سرطان به دلیل مشاهدات عینی گوناگون و تجربه‌های متفاوت متخصصان و مشاهدات متفاوت مرحله بیماری و سوابق پزشکی توسط متخصصان مختلف و آزمایشگاه‌ها اجتناب‌ناپذیر است. از سوی دیگر مرحله‌بندی سرطان سینه توسط متخصصان معمولاً قطعی نیست و با یک سطح اطمینان بیان می‌شود (حسینی و مزینانی، ۱۳۹۳). صفت عدم قطعیت، به صورت‌های گوناگون، در همه‌ی زمینه‌ها و پدیده‌ها صرف‌نظر از روش‌شناسی مورد کاربرد جهت مطالعه، طراحی و کنترل پدیدار می‌شود. مفاهیم نادقیق بسیاری در پیرامون ما وجود دارند که آن‌ها را به‌صورت روزمره در قالب عبارت‌های مختلف بیان می‌کنیم. در سیستم‌های عملی اطلاعات مهم از دو منبع سرچشمه می‌گیرند: یکی از منابع افراد خبره که دانش و آگاهی‌شان را در مورد سیستم با زبان طبیعی تعریف می‌کنند. دوم از طریق اندازه‌گیری‌ها و مدل‌های ریاضی که از قواعد فیزیکی به‌دست‌آمده‌اند؛ بنابراین یک مسئله مهم ترکیب این دو نوع اطلاعات در طراحی سیستم‌ها است.

سرطان پستان یکی از شایع‌ترین سرطان‌ها در زنان است که تقریباً ده درصد از زنان را در مراحل مختلف زندگی تحت تأثیر قرار می‌دهد (انجمن سرطان آمریکا،۱۳۸۹) (هورتوباگی، گارزاسالازار، پریچارد، آمادورئی، هایدینگر، هودیس،۲۰۰۵). این سرطان، شایع‌ترین بدخیمی در زنان ایرانی و کانون اصلی توجهات در ایران است. در سال‌های اخیر، میزان شیوع بیماری روند رو به رشدی داشته و بررسی‌ها نشان می‌دهد که میزان بقای بیماران تا پنج و ده سال پس از تشخیص، به ترتیب ۸۸ و ۸۰ درصد بوده است (ستایشی، اکبری، درگاهی، حقیقیت خواه ۱۳۹۰). تمام تومورها سرطانی

نیستند و ممکن است خوش‌خیم یا بدخیم باشند. تومورهای خوش‌خیم، رشد غیرطبیعی دارند ولی به‌ندرت کشنده هستند. بااین‌حال، تعدادی از توده‌های خوش‌خیم پستان نیز می‌توانند خطر ابتلا به سرطان پستان را افزایش دهند. همچنین در برخی از زنان دارای سابقه نمونه‌برداری از توده‌های خوش‌خیم پستان نیز، خطر سرطان پستان افزایش‌یافته است. از طرف دیگر، تومورهای بدخیم، جدی‌تر بوده و سرطانی محسوب می‌شوند ولی تشخیص و مرحله‌بندی زودهنگام این نوع از سرطان‌ها شانس درمان موفقیت‌آمیز را بالابرده است (انجمن سرطان آمریکا،۱۳۸۹).

پیش‌بینی و تشخیص زودهنگام و همچنین تعیین دقیق مرحله سرطان پستان، ازجمله اهداف مهم و بزرگ پیش روی محققان در این زمینه می‌باشد. لذا پژوهش‌های زیادی توسط محققین درزمینهٔ تشخیص زودهنگام و بقای بیماران مبتلابه سرطان پستان انجام‌شده است (پادماپریاو ولموروگان، ۲۰۱۴). لیکن پژوهش‌های بسیار اندکی درزمینهٔ تشخیص مرحله سرطان پستان صورت گرفته است که با توجه به اهمیت این موضوع در اتخاذ نحوه درمان و نجات جان افراد، ضروری است که به آن نیز پرداخته شود.

درصورتی‌که سرطان سینه در مرحله اول یعنی زمانی که سرطان محدود به پستان است، تشخیص داده شود، ۷۵ تا ۹۰ درصد از زنان، از زندگی پنج‌ساله سالمی برخوردار خواهند بود. چنانچه در مرحله دوم بیماری که سرطان به غدد لنفاوی دست‌اندازی کرده است، تشخیص داده شود، احتمال بقای پنج‌ساله بیماری به ۱۶٪ کاهش می‌یابد. ضمن اینکه درمان سرطان پستان در مراحل پیشرفته با مراحل اولیه متفاوت است (صادق نژاد، نیکنامیش، غفاری,۱۳۸۸).

مراحل مختلف سرطان پستان به چگونگی گسترش آن بستگی دارد و با مقیاسی از یک تا چهار سنجیده می‌شود. (گنجی، آباده، ۱۳۸۹) اینکه فرد در کدام مرحله از سرطان پستان قرار دارد، توسط پزشک و از طریق آزمایش ماستکتومی و لامپکتومی (برداشتن بخشی از پستان) و نمونه‌برداری از گره‌های لنفاوی زیر بغل مشخص می‌شود. (الفت بخش، حقیقت، طبری، هاشمی، ساری، کاویانی، ۱۳۹۷) با پیشرفت‌هایی که در تشخیص و درمان این بیماری صورت گرفته است، افراد مبتلابه سرطان پستان بیش از گذشته زنده می‌مانند. مراحل سرطان پستان به سایز تومور و چگونگی گسترش سلول‌های سرطانی بستگی دارد و ممکن است از پستان به سایر نواحی بدن مانند گره‌های لنفاوی گسترش یابد. در مراحل بالاتر، تومور بزرگ‌تر و سرطان گسترده‌تر می‌شود.

پس‌ازآنکه سرطان سینه تشخیص داده شد آزمایش‌های مربوطه صورت می‌گیرند تا معلوم شود که آیا سرطان فقط در خود سینه وجود دارد و یا در ارگان‌های دیگر هم پخش‌شده است. مرحله سرطان سینه معرف میزان پیشرفت بیماری در بافت سینه و سایر ارگان‌های بدن بوده و مستقیماً بیانگر میزان بقاء بیمار به دنبال ابتلا به سرطان می‌باشد. بدیهی است هر چه بیماری پیشرفته‌تر باشد طول عمر بیمار کمتر خواهد بود.

سرطان پستان در مرحله ۱ قرار دارد اگر: قطر تومور بیشتر از ۲ سانتی‌متر (۳/۴ اینچ) نباشد،

سرطان به گره‌های لنفاوی گسترش نیافته باشد، سرطان به اطراف پستان گسترش نیافته باشد.

اگر سرطان پستان در مرحله دوم باشد یکی از موارد زیر وجود دارد: تومور به قطر ۲ تا ۵ سانتیمتر (۳/۴ تا ۲ اینچ) می‌رسد. سرطان ممکن است به گره‌های لنفاوی زیر بغل رسیده باشد. اندازه تومور ممکن است به قطر بیش از ۵ سانتی‌متر برسد، اما سرطان به گره‌های لنفاوی زیر بغل نرسیده باشد. قطر تومور ممکن است کمتر از ۲ سانتی‌متر باشد (۳/۴ اینچ) اما

سرطان به حداکثر ۳ گره لنفاوی در زیر بغل گسترش‌یافته باشد. هیچ توموری در پستان نباشد، اما سرطان به حداکثر ۳ گره لنفاوی در زیر بغل گسترش‌یافته باشد. مرحله سوم سرطان به سرطان پیشرفته موضعی یا ناحیه‌ای معروف است. سرطان ممکن است به گره‌های لنفاوی نزدیک پستان، یعنی تا زیر بغل یا نزدیک استخوان ترقوه رسیده باشد. به‌طور مثال: اندازه تومور بزرگ‌تر از ۵ سانتی‌متر (۲ اینچ) و سلول‌های سرطانی که تا نزدیک غده‌های لنفاوی زیر بغل گسترش‌یافته باشند. اگرچه این سلول‌ها هنوز به یکدیگر متصل نشده‌اند. تومور کوچک‌تر از ۵ سانتی‌متر قطر دارد، ولی سرطان به نزدیک گره‌های لنفاوی گسترش‌یافته و گره‌ها به یکدیگر متصل شده‌اند. (یا بافت محافظ پستان را احاطه کرده‌اند). اندازه تومور کوچک‌تر از ۵ سانتی‌متر است؛ اما سرطان تا گره‌های لنفاوی بالای استخوان ترقوه گسترش‌یافته باشد. مرحله چهارم، پیشرفته‌ترین شکل سرطان پستان است. سلول‌های سرطانی به قسمت‌های مختلف بدن گسترش‌یافته‌اند همانند: استخوان‌ها، اندام‌ها یا گره‌های لنفاوی دور از پستان. درمان ممکن است موجب کاهش یا کنترل سرطان برای مدت‌زمانی شود اما معمولاً درمان قطعی برای سرطان نیست. در این مرحله تسکین علائم در اولویت است. احتمال زنده ماندن بیش از ۵ سال، برای مرحله چهارم سرطان پستان حدود ۲۰ درصد است. (امین، اجه، گرین، بایرد؛ بروکلند، واشنگتون، گرشنوالد، کامپتون، هس، سالیوان، جاسب، بریلیگس پار، شیلسکی، بالچ، وینچستر، آثار، مدارا، گرس، میر، ۲۰۱۸)

۱-۱) پیشینه پژوهش

مطالعات نشان می‌دهد روش‌های هوش مصنوعی و منطق فازی در تشخیص انواع بیماری‌ها ازجمله سرطان به کمک پزشک آمده است. به‌طور خاص در تحقیقات سرطان پستان، این روش‌ها در تشخیص زودهنگام سرطان پستان، تشخیص نوع توده پستان، پیش‌بینی بقای افراد مبتلابه سرطان پستان و پیش‌بینی عود مجدد این سرطان به‌کاررفته است. به‌عنوان نمونه دلن و همکاران از شبکه‌های عصبی مصنوعی، درخت تصمیم‌گیری و رگرسیون لجستیک برای توسعه مدل‌های پیش‌بینی سرطان سینه با تجزیه‌وتحلیل پایگاه داده‌های بزرگ که از پایگاه مشهور ویسکانسین گردآوری‌شده بود، بهره جستند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که الگوریتم درخت تصمیم برای استخراج دانش از داده‌های موجود مقدم بر سایر روش‌ها بوده و نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق، به واقعیت نزدیک بوده است (دلن، واکر، کادام،۲۰۰۵). بی و فویانگ از ماشین بردار پشتیبان به‌تنهایی برای کشف الگوهای تشخیص سرطان سینه، از داده‌های موجود در بیمارستان ویسکانسین استفاده کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که این الگو برای تشخیص الگوهای سرطان سینه روش مناسبی بوده و این نتایج با شواهد موجود و واقعی مطابقت داشت (بی و فویانگ، ۲۰۰۶) لاندین و همکاران از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی ۵، ۱۰، ۱۵ ساله بقای بیماران مبتلابه سرطان سینه استفاده کردند. آن‌ها ۹۵۱ بیمار مبتلابه سرطان سینه را موردمطالعه قرار داده و اندازه تومور، وضعیت گره‌های لنفی، نوع بافت، تشکیل توبول، نکروز تومور و سن را به‌عنوان متغیرهای ورودی محسوب کردند. سپس به این نتیجه رسیدند که درختان طبقه‌بندی و همچنین رگرسیون لجستیک برای تفسیر بالینی بسیار آسان‌تر است (لاندن، لاندن، بارک، تویکنن، پایکنن، جواینسر، ۱۹۹۹) پندهارکر و همکاران از چندین روش داده‌کاوی برای بررسی الگوهای موجود در سرطان سینه استفاده نمودند. در مطالعه آن‌ها نشان داده‌شده که داده‌کاوی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار ارزشمند در شناسایی شباهت‌ها در مورد سرطان سینه باهدف تشخیص، پیش‌آگاهی

و درمان به کار رود (پندهارکر، رودگر، یاوربائوم، هرمان، بنر، ۱۹۹۹) طلوعی اشلقی و همکاران در تحقیق خود به‌منظور پیش‌بینی عود مجدد سرطان سینه از سه تکنیک داده‌کاوی استفاده کردند که شامل درختان تصمیم‌گیری، ماشین بردار پشتیبان و تکنیک‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی بوده است. نتایج بررسی‌های آن‌ها نشان داد که در میان این سه روش، بیشترین دقت مربوط به روش شبکه‌های عصبی مصنوعی بوده است (قاسم احمد، ۱۳۹۱) کنار کوهی در تحقیق خود به بررسی امکان استفاده از سیستم جدید هوشمند استنتاج فازی-عصبی تطبیقی یا انفیس برای پیش‌بینی قدرت سرطان‌زایی ویروس پاپیلومای انسانی پرداخت و نشان داد که این مدل قادر به‌پیش بینی موفقیت‌آمیز سرطان‌زایی پاپیلومای ویروس‌ها بود (کنار کوهی، سلیمان جاهی، فلاحی، ریاحی مدوار، مشکات، ۱۳۸۹) در جدول ۱ به‌مرور مقالات انجام‌شده قبلی می‌پردازیم.

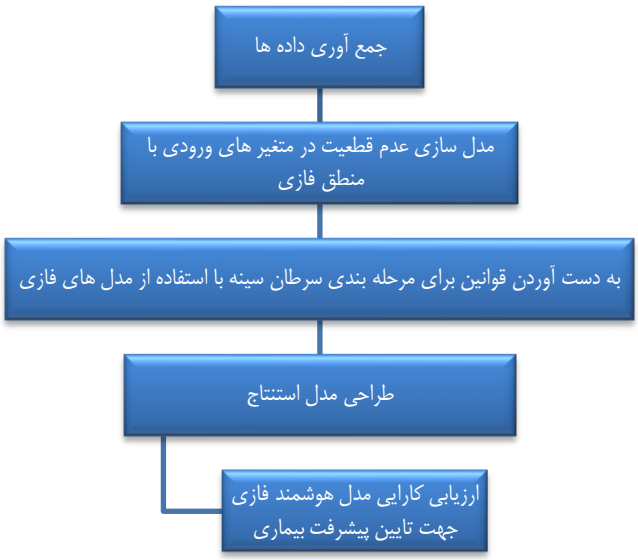
جدول ۱. نگاهی بر مقالات انجام‌شده درزمینهٔ سرطان سینه

ردیف	نام مقاله فارسی/لاتین/سال /روش موردبررسی/متغیر ورودی/ متغیرخروجی/مزایا و معایب
۱	تشخیص پیشرفت سرطان سینه با استفاده از روش‌های خوشه‌بندی فازی-عصبی تطبیقی و داده کاوی/ ۱۳۹۷/ خوشه‌بندی فازی-عصبی تطبیقی و داده‌کاوی /Inv-node.،Menopause،Tumor-size،Age, premeno تشخیص پیشرفت سرطان سینه/ با توجه به نتایج به‌دست‌آمده این روش برای تشخیص سرطان سینه مطلوب است. به‌طوری‌که در این روش به میانگین دقت معادل ۸۹ درصد رسیده است. (مهدوی و رشیدی، ۱۳۹٤).
۲	طراحی یک سیستم تصمیم‌گیری گروهی با ترکیب فازی روش‌های رگرسیون در پیش‌بینی خوش‌خیم یا بدخیم بودن تومورهای پستان۱۳۹٦/منطق فازی/ ضخامت انبوه، یکنواختی اندازه سلول، یکنواختی شکل سلول، چسبندگی لبه‌ها، حجم سلول، هسته عادی تقسیم هسته سلول به دو قسمت و. پیش‌بینی خوش‌خیم یا بدخیم بودن تومورهای پستان / سیستم پیشنهادی عملکرد مناسبی در پیش‌بینی خوش‌خیم یا بدخیم بودن توده‌های پستان دارد. تعیین دقیق نوع توده می‌تواند در انتخاب روش درمانی مناسب به پزشک کمک کند و از پیشروی این سرطان جلوگیری کند. (خسروانیان، رحمانی، کشاورزی، ۱۳۹٦)
۳	یک روش ترکیبی هوشمند برای تشخیص، مرزبندی و طبقه‌بندی توده‌های پستان مبتنی بر ویژگی‌های بافت جدید مستخرج از دو نمای تصاویر ماموگرافی۱۳۹٦/ سیستم استنتاج فازی، الگوریتم رشد ناحیه / بافت سینه، اندازه تومور / تشخیص، مرزبندی و طبقه‌بندی توده‌های پستان/ سیستم پیشنهادی عملکرد مناسبی در تشخیص سالم یا ناسالم بودن توده‌های پستان دارد. (بیگدلی جباری، ملکی، ۱۳۹٦)
٤	افزایش دقت پیش‌بینی سرطان پستان با استفاده از الگوریتم ژنتیک و داده‌کاوی/۱۳۹۵/ الگوریتم ژنتیک و داده‌کاوی/ سن، قد، وزن، تعداد زایمان طبیعی، تعداد زایمان سزارین، تعداد سقط‌جنین، سن اولین قاعدگی،.../ تشخیص سرطان پستان/ در پیش‌بینی سرطان پستان، مدل پیشنهادی نسبت به سایر مدل‌های مورد مقایسه دارای حداقل میزان خطا و بیشترین دقت و صحت است. (لطیف، مؤمنی، صرام، آقا صرام، پور احمدی، حاج ابراهیمی، ۱۳۹۵).
٥	مدل‌سازی بیماری سرطان پستان با استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌کاوی /۱۳۹٦/..../ Clump Thickness, Uniformity of Cell Size, Uniformity of Cell Shape Marginal Adhesion,... / این بررسی به‌وضوح نشان از اثربخشی فن‌آوری‌های شبکه‌های عصبی در تشخیص سرطان را دارد. (دهقان، مقربی، ذباح، لایقی، ماروسی، ۱۳۹٦)
٦	بررسی الگوریتم‌های داده‌کاوی درزمینهٔ تشخیص سرطان سینه /۱۳۹٤/داده‌کاوی/ age، meno_pause، tumor_size، inv_nodes/.../ تشخیص سرطان سینه/ هر دو ویژگی‌های هندسه و بافت برای تشخیص توده مفید هستند. انتخاب ویژگی برای طبقه‌بندی که بتوانند دقت را بهبود بخشد مفید است (عسگر پور و غفوری، ۱۳۹٤)

ردیف	نام مقاله فارسی/لاتین/سال /روش موردبررسی/متغییر ورودی/ متغییرخروجی/مزایا و معایب
۷	تعیین فشردگی بافت سینه با استفاده از منطق فازی /۱۳۹۳/منطق فازی/بافت سینه/ تعیین فشردگی بافت سینه/ در این پژوهش روش جدید برای دسته‌بندی و تعیین فشردگی بافت سینه ارائه‌شده است. مزیت این روش نسبت به روش‌های قبلی در سهولت استفاده از آن و دوری از محاسبات پیچیده ریاضی است. (لنگری زاده و رزی، ۱۳۹۳)
۸	مروری بر الگوریتم‌های استنتاج فازی/۱۳۹٤/ الگوریتم استنتاج فازی/ .../ الگوریتم استنتاج فازی / قوانین منطق فازی توسط تجربه متخصص تعیین می‌شوند. تجزیه‌وتحلیل یک سیستم با منطق فازی دشوار است یعنی نمی‌توان قبل از واکنش آن را تخمین زد.توابع توسط آزمون‌وخطا مشخص می‌شوند که زمان‌بر هستند) .جعفری و شهبازی، ۱۳۹٤)
۹	پیش‌بینی بقای بیماران مبتلابه سرطان پستان با استفاده از دو مدل رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی/۱۳۹۳/ دو مدل رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی / دریافت جراحی، دریافت رادیوتراپی، درجه تمایز تومور، مورفولوژی میانگین±انحراف معیار سن / پیش‌بینی بقای بیماران مبتلابه سرطان پستان / یافته‌ها نشان می‌دهند اگرچه تفاوت کمی در دو مدل وجود دارد، اما در این‌گونه داده‌ها برای پیش‌بینی بقای بیماران مبتلابه سرطان پستان، مدل شبکه عصبی مصنوعی ابزار مناسب‌تری هست. (اسدآبادی، بهرام پور، حق‌دوست، ۱۳۹۲)
۱۰	based Expert System for the Prognosis of the Risk of Development of the Breast Cancer /۲۰۱٤/سیستم خبره فازی /سن، سن آخرین قاعدگی، شاخص توده بدنی BMI: سن اولین قاعدگی FMA سن اولین بارداری FPA، استعمال دخانیات.../ پیش‌بینی احتمال ابتلا به سرطان سینه برحسب درصد/ مزیت اصلی این روش در مقایسه با مطالعات دیگر توانایی این روش در تعیین ریسک سرطان سینه در زنان سالم می‌باشد (خذری، حسینی، مزینانی،۱۳۹۰)

۱-۲) روش‌شناسی پژوهش

مراحل روش پیشنهادی برای مرحله‌بندی سرطان پستان در شکل ۵ نشان داده‌شده است که طبق آن ابتدا برای جمع‌آوری مجموعه داده‌های مربوط به سرطان سینه، به بیمارستان لقمان حکیم مراجعه شده و پرونده ۴۲۲ بیمار موردبررسی قرارگرفته است داده‌ها مربوط به آذرماه سال ۱۳۹۶ تا اسفندماه سال ۱۳۹۷ می‌باشد. در جدول ۲ اسامی و تعداد نمونه‌ها نمایش داده‌شده است.



شکل ۵. بلوک دیاگرام از مراحل اجراشده در پژوهش

جدول ۲. اسامی و تعداد نمونه‌های موردبررسی جهت تشخیص مرحله سرطان سینه

ردیف	نام کلاس	تعداد کل نمونه‌ها	تعداد نمونه‌ها (زن)	تعداد نمونه‌ها (مرد)
۱	مرحله اول سرطان پستان	۸۶	۷۰	۱۶
۲	مرحله دوم سرطان پستان	۱۹۸	۱۸۰	۱۸
۳	مرحله سوم سرطان پستان	۶۶	۵۰	۱۶
٤	مرحله چهارم سرطان پستان	٤۹	٤۵	٤

سیستم فازی ممدانی قادر است از میان حجم زیادی از داده‌ها دانش نهفته را کشف نماید. نرم‌افزارهای فراوانی برای روش سیستم استنتاج فازی ممدانی در حوزه‌های مختلف داده‌ها موجود می‌باشند. هریک از آن‌ها با توجه به نوع اصلی داده‌هایی که مورد کاوش قرارمی دهند، روی الگوریتم‌های خاصی متمرکزشده‌اند. مقایسه دقیق و علمی این ابزارها باید از جنبه‌های متفاوت و متعددی مانند تنوع انواع و فرمت داده‌های ورودی، حجم ممکن برای پردازش داده‌ها، الگوریتم‌های پیاده‌سازی شده، روش‌های ارزیابی نتایج، روش‌های مصورسازی، روش‌های پیش‌پردازش داده‌ها، واسطه‌ای کاربرپسند، قیمت و در دسترس بودن نرم‌افزار صورت گیرد. از آن میان نرم‌افزار متلب با داشتن امکانات بسیار گسترده، امکان مقایسه خروجی روش‌های مختلف باهم، راهنمای خوب، واسط گرافیکی کارا، سازگاری با سایر برنامه‌های ویندوزی و از همه مهم‌تر رایگان بودن نرم‌افزار معرفی می‌شود. این نرم‌افزار و نرم‌افزارهای مشابه شامل الگوریتم‌های هوش مصنوع می‌باشند که می‌توان از آن‌ها برای استخراج اطلاعات نهفته درداده‌ها استفاده کرد.

برای مرحله‌بندی سرطان پستان از سیستم TNM استفاده می‌شود. در این سیستم حرف T برای اندازه تومور و گسترش پوست دیواره قفسه سینه در زیر پستان است. حرفN نشان می‌دهد که آیا سرطان تا غدد لنفاوی نزدیک پستان گسترش داشته است یا خیر و اگر چنین است، چه تعدادی از غدد لنفاوی را تحت تأثیر قرار داده است. حرف M نشان می‌دهد که آیا سرطان به اندام‌های دیگر گسترش‌یافته است یا خیر. برای مثال، ریه‌ها و یا استخوان. (سوبین، فلمینگ، ۱۹۹۷) داده‌های مورداستفاده شامل سه ویژگی اندازه تومور، درگیری غدد لنفاوی و همتاساز دوردست هستند. با توجه به مقادیر این سه ویژگی، داده‌ها خود به چهار مرحله تقسیم می‌شود؛ بنابراین بر اساس میزان این سه ویژگی، مرحله هر نمونه تشخیص داده می‌شود. زمانی که گروه‌های M و T،N یک بیمار تعیین می‌شود، می‌توان مرحله بیماری آن فرد را مشخص کرد. (گنجی، آباده، ۱۳۹۰) مشخصات پارامترهای ورودی و خروجی سیستم فازی طراحی‌شده و عبارت‌های زبانی آن‌ها در جدول‌های ۳ و ۴ آمده است.

جدول ۳. مشخصات پارامتر ورودی سیستم فازی جهت تشخیص مرحله سرطان سینه

ردیف	عبارت زبانی	مشخصات
۱	T1	اندازه تومور کمتر یا مساوی ۲۰ میلی‌متر
۲	T2	اندازه تومور بیشتر از ۲۰ میلی‌متر و کمتر مساوی ۵۰ میلی‌متر
۳	T3	اندازه تومور بیشتر از ۵۰ میلی‌متر و کمتر مساوی ۷۵ میلی‌متر
٤	T4	اندازه تومور بزرگ‌تر از ۷۵ میلی‌متر
۵	N0	۱ تا ۲ غدد لنفاوی درگیر

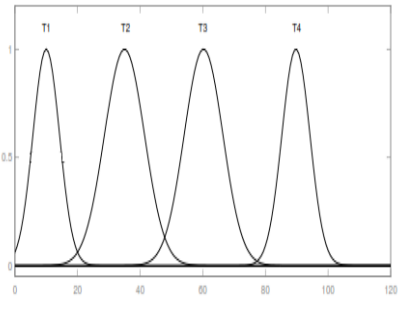
ردیف	عبارت زبانی	مشخصات
٦	N1	۲ تا ۳ غدد لنفاوی درگیر
۷	N2	۳ تا ٤ غدد لنفاوی درگیر
۸	N3	٤ تا ۱۰ غدد لنفاوی درگیر
۹	N4	بیشتر از ۱۰ غدد لنفاوی درگیر
۱۰	M0	متاستاز مشخص نباشد
۱۱	M1	متاستاز مشخص باشد

جدول ٤. مشخصات پارامتر خروجی سیستم فازی جهت تشخیص مرحله سرطان سینه

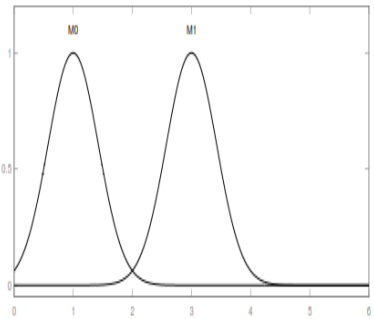
پارامترهای خروجی	عبارت زبانی			
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4
مرحله بیماری	۰-۱.۵	۱.۵-۲.۵	۲.۵-۳.۵	۳.۵-٤

نمودارهای به‌دست‌آمده مربوط به پارامترهای ورودی اندازه تومور، درگیری غدد لنفاوی، متاستاز و پارامتر خروجی مرحله بیماری در جدول ۵ نشان داده‌شده است.

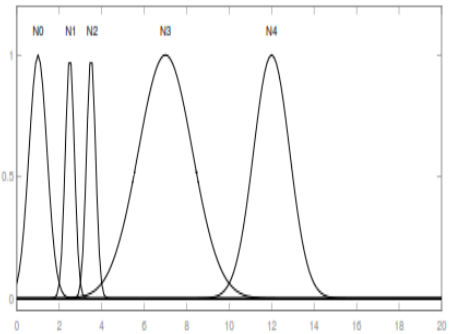
جدول ۵. الف. پارامترهای ورودی اندازه تومور ۱T و ۲T و ۳T و ۴T، ب. پارامترهای ورودی درگیری غدد لنفاوی ۰N و ۱N و ۲N و ۳N و ۴N، ج. متغیرهای ورودی متاستاز ۰M و ۱M، د. متغیر خروجی ۱STAGE و ۲STAGE و ۳STAGE و ۴STAGE



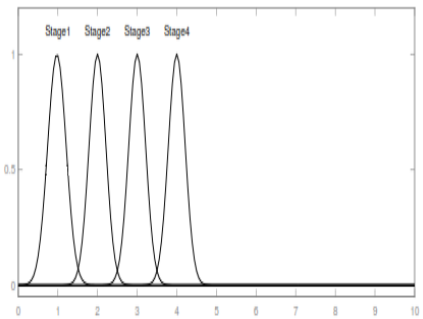
الف: پارامترهای ورودی اندازه تومور T1 و T2 و T3 و T4



ج: متغیرهای ورودی متاستاز M0 و M1



ب: پارامترهای ورودی درگیری غدد لنفاوی N۰ و N1 و N2 و N3 و N4،



د: متغیر خروجی STAGE1 و STAGE2 و STAGE4 و STAGE3

برای طراحی قوانین بهترین روش مراجعه به فرد خبره است یا با استفاده از روش تکاملی یا استخراج اتوماتیک از روی مجموعه داده‌های آموزشی مثلاً استفاده از تکنیک‌های یادگیری مثل خوشه‌بندی. چند قانونی که توسط فرد خبره برای مرحله‌بندی سرطان سینه مطرح‌شده در جدول ۶ مشخص‌شده است.

جدول ٦. قوانین سیستم فازی جهت مرحله‌بندی سرطان سینه

	قوانین سیستم فازی
۱	If (Tumor_size is T1) and (Lymph_nodes_around_the_tumor is N1) and (Metastasis is M0) then (Stage_of_disease is STAGE1) (1)
۲	If (Tumor_size is T2) and (Lymph_nodes_around_the_tumor is N1) and (Metastasis is M0) then (Stage_of_disease is STAGE2) (1)
۳	If (Tumor_size is T3) and (Lymph_nodes_around_the_tumor is N0) and (Metastasis is M0) then (Stage_of_disease is STAGE2) (1)
٤	If (Tumor_size is T1) and (Lymph_nodes_around_the_tumor is N2) and (Metastasis is M0) then (Stage_of_disease is STAGE3) (1)
٥	If (Tumor_size is T4) and (Lymph_nodes_around_the_tumor is N2) and (Metastasis is M0) then (Stage_of_disease is STAGE3) (1)
٦	If (Tumor_size is T3) and (Lymph_nodes_around_the_tumor is N3) and (Metastasis is M1) then (Stage_of_disease is STAGE3) (1)
۷	If (Tumor_size is T3) and (Lymph_nodes_around_the_tumor is N3) and (Metastasis is M1) then (Stage_of_disease is STAGE4) (1)
۸	If (Tumor_size is T3) and (Lymph_nodes_around_the_tumor is N4) and (Metastasis is M1) then (Stage_of_disease is STAGE4) (1)

۱-۳) یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر به‌منظور مدل‌سازی مرحله‌بندی سرطان سینه از روش سیستم استنتاج ممدانی استفاده شد. پس از اتمام طراحی از روش تحلیل منحنی ROC1 برای ارزیابی کارایی سیستم پیشنهادی استفاده‌شده است که از قابل‌اعتمادترین روش‌های ارزیابی سیستم‌های هوشمند می‌باشد و می‌تواند تشخیص‌های درست و اشتباه سیستم را به‌طور هم‌زمان نشان دهد. طی چهار دهه گذشته، تجزیه‌وتحلیل ROC به روشی رایج برای ارزیابی صحت سیستم‌های تشخیص پزشکی تبدیل‌شده است. مطلوب‌ترین ویژگی تجزیه‌وتحلیل ROC این است که شاخص‌های دقت به‌دست‌آمده از این تکنیک توسط نوسانات ناشی از استفاده از معیارهای تصمیم‌گیری یا برش‌های دلخواه انتخابی تحریف نمی‌شوند. به‌عبارت‌دیگر، شاخص‌های دقت تحت تأثیر معیار تصمیم‌گیری (گرایش یک خواننده یا ناظر به انتخاب آستانه خاص در متغیر جداکننده) و / یا در نظر گرفتن احتمال قبلی سیگنال (فاراگی، ریزر، ۲۰۰۲).

منحنی ROC یک نمایش گرافیکی از میزان حساسیت یا پیش‌بینی درست در مقابل پیش‌بینی غلط در یک سیستم طبقه‌بندی دودویی است که آستانه تفکیک در آن متغیر است. (هانلی، مک نیل، ۱۹۸۲) بدیهی است هنگامی‌که حساسیت افزایش پیدا کند، میزان مثبت کاذب نیز افزایش می‌یابد؛ بنابراین منحنی ROC به ما اجازه می‌دهد تا میزان مثبت واقعی و مثبت کاذب (۱ - ویژگی) را در هر نقطه بر روی منحنی بررسی و مقایسه کنیم. سطح زیر منحنی کیفیت کلی آزمون‌های تشخیصی) دقت را به ما نشان می‌دهد. تست‌های با سطح زیر منحنی یکسان عملکرد کلی تشخیصی برابری دارند، ولی لزوماً حساسیت و ویژگی برابری ندارند. سطح زیر منحنی می‌تواند توسط بسیاری از نرم‌افزارهای آماری محاسبه و اندازه‌گیری شود. (خانا، تانجا، سینگ، کومار، سرینیواس، پلییل، ۲۰۰۲) پس از تحلیل منحنی ROC و در نظر گرفتن

1 Receiver Operating Characteristics

مساحت سطح زیر منحنی به‌عنوان صحت عملکرد سیستم‌های طراحی‌شده با استفاده از مقادیر TP2،FP3،TN4، FN5 و رابطه‌های ۱ و ۲ و ۳ میزان ویژگی (Specificity)، حساسیت (Sensitivity) و دقت (Accuracy) سیستم‌ها محاسبه می‌شوند و دقت سیستم بیانگر مقادیر پیش‌بینی‌شده درست در مقابل تمام خروجی‌های مثبت سیستم است. (گنجی، آباده، ۱۳۸۹) (گنجی، آباده، ۱۳۹۰) (گنجی، آباده، ۱۳۸۹) (سانگ، کوانگ، وانگ، آباده، ۲۰۰۹).

رابطه۱ $$sensitivity = \frac{\mathrm{TP}}{\mathrm{TP} + \mathrm{FN}}$$

رابطه۲ $$Accuracy = \frac{\mathrm{TP} + \mathrm{TN}}{\mathrm{N}}$$

رابطه۳ $$Speciticitt = \frac{\mathrm{TN}}{\mathrm{TN} + \mathrm{FN}}$$

میزان TP، FP، TN، FN برای سیستم فازی به شرح زیر به‌دست‌آمده است. پارامترهای مربوط به مرحله‌بندی بیماری سرطان سینه عبارت‌اند از:

TP: تعداد رکوردهایی که به‌درستی، مثبت تشخیص داده می‌شوند (تشخیص‌های درست مرحله سرطان سینه در بیماران با استفاده از نتایج تست).

FP: تعداد رکوردهایی که به‌غلط، مثبت تشخیص داده می‌شوند. (تشخیص‌های غلط مرحله سرطان سینه در بیماران با استفاده از نتایج تست مثال: بیماران که در مرحله ۱ نبودند ولی مرحله ۱ تشخیص داده‌شده‌اند.)

TN: تعداد رکوردهایی که به‌درستی، منفی تشخیص داده می‌شوند. (تشخیص‌های درست مرحله سرطان سینه بیماری در بیماران با استفاده از نتایج تست.)

FN: تعداد رکوردهایی که به‌غلط، منفی تشخیص داده می‌شوند. تشخیص‌های غلط فقدان مرحله سرطان سینه در بیماران با استفاده از نتایج تست مثال: بیماران مرحله ۱ که غیر مرحله ۱ تشخیص داده‌شده‌اند (حبیبی، آباده، ۱۳۸۹)

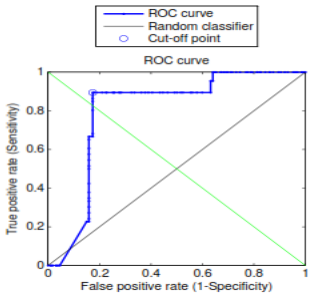
نتایج ارزیابی کارایی سیستم فازی در جدول ۷، نشان داده‌شده است که شامل مقادیر ویژگی حساسیت و دقت سیستم ارائه‌شده می‌باشد؛ و منحنی ROC مربوط به ارزیابی سیستم فازی در جدول ۸ ارائه‌شده است.

جدول ۷. نتایج ارزیابی سیستم استنتاج فازی ممدانی جهت مرحله‌بندی سرطان سینه

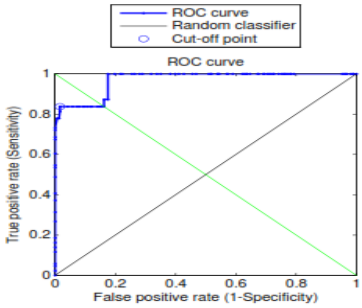
مرحله بیماری	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ٤
TP	۷۲	۱۹۰	۵۹	۵۰
FP	۵	۹۳	۵۸	۱۵
TN	۳۰۹	۱۰۹	۲۷٦	۳۳٤
FN	۱٤	۸	۷	۱
AUC	۹۷/۰۹٪	۵٦/۰۳٪	۸۰/۱۲٪	۹۸/٤٦٪
Accuracy	۹۳/۵۰٪	٦۷/۱۳٪	۵۰/٤۲٪	۷٦/۹۲٪

2 True positive
3 False positive
4 True Negative
5 False Negative

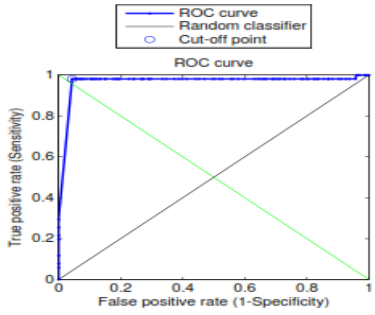
مرحله بیماری	مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ٤
Sensitivity	۸۳/۷۲٪	۹۵/۹٦٪	۸۹/۳۹٪	۹۸/۰۳٪
Specificity	۹۸/٤۰٪	۹٦/۵۳٪	۸۲/٦۳٪	۹۵/۷۰٪



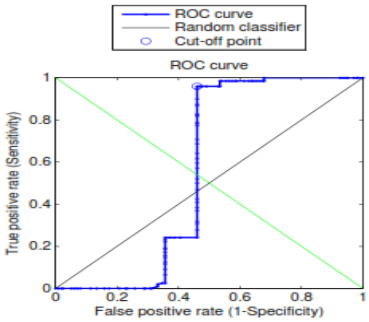
ج: در مرحله ۳ سرطان سینه



الف: در مرحله ۱ سرطان سینه



د: در مرحله ٤ سرطان سینه



ب: در مرحله ۲ سرطان سینه

شکل ٦. منحنی ROC مربوط به ارزیابی سیستم فازی ممدانی الف: در مرحله ۱ سرطان سینه، ب: در مرحله ۲ سرطان سینه، ج: در مرحله ۳ سرطان سینه، د: در مرحله ٤ سرطان سینه

در پیش‌بینی مرحله سرطان سینه، مدل پیشنهادی نسبت به سایر مدل‌های مورد مقایسه جدول ۹ دارای حداقل میزان خطا و بیشترین دقت و صحت است. استفاده از مدل فازی در بهبود عوارض جانبی می‌تواند کمک به سزایی داشته باشد. می‌تواند باعث افزایش سرعت و دقت تشخیص توسط پزشک شود درنتیجه بیمار کمترین آسیب را می‌بیند.

جدول ۹. مقایسه کارهای انجام‌شده و روش پیشنهادی

ردیف	نام مقاله	مجموعه داده مورداستفاده	مشخصه و نمونه (متغیر ورودی)	نوع الگوریتم	Accuracy
۱	سیستم پیشنهادی پژوهش حاضر در مرحله ۱ و ٤	٤۰۰	۳ مشخصه (اندازه تومور، درگیری غدد لنفاوی و متاستاز)	ممدانی	بیش از ۹۷٪
۲	تشخیص پیشرفت سرطان سینه با استفاده از روش‌های خوشه‌بندی فازی–عصبی تطبیقی و داده‌کاوی (مهدوی و رشیدی، ۱۳۹٤).	۱۰۹۰	9مشخصه Age Menopause Tumor-size Inv-nodes Node-caps	خوشه‌بندی فازی–عصبی تطبیقی و داده کاوی	٪۸۹

ردیف	نام مقاله	مجموعه داده مورداستفاده	مشخصه و نمونه (متغیر ورودی)	نوع الگوریتم	Accuracy
			Deg-malig Breast central Breast-quad Irradiate...		
۳	افزایش دقت پیش‌بینی سرطان پستان با استفاده از الگوریتم ژنتیک و داده‌کاوی (لطیف و مؤمنی، ۱۳۹۵).	۵۷٤	۳۲ مشخصه (سن، قد، وزن،...)	الگوریتم ژنتیک و داده‌کاوی	٪۹٦
٤	تعیین فشردگی بافت سینه با استفاده از منطق فازی (لنگری زاده و محمود، ۱۳۹۳).	۲۲۰	تصویر ماموگرافی (بافت سینه)	منطق فازی	٪۸۰/۹۲

۱-۴) نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مقادیر به‌دست‌آمده برای خطا با مشورت پزشکان بیمارستان به‌عنوان خطای مطلوب و قابل‌قبول پذیرفته شدند. بررسی عملکرد سیستم تصمیم‌گیری گروهی پیشنهادی در این مقاله با شاخص‌های صحت، دقت، حساسیت و اختصاصیت نشان داد این سیستم در مرحله‌بندی سرطان سینه موفق عمل کرده است. این امر نشان می‌دهد که سیستم‌های استنتاج فازی ممدانی، قابلیت رقابت با سایر روش‌های طراحی‌شده تاکنون در پیش‌بینی مرحله‌بندی سرطان سینه را دارد.

ازآنجاکه زنان، محور و تضمین‌کننده سلامت خانواده هستند و با توجه به نقش گسترده زنان در چرخه اقتصادی-اجتماعی کشور و هدف انسان سالم- محور توسعه پایدار، لزوم تشخیص زودرس سرطان پستان و پیشگیری از آن با توجه به شیوع بالای آن در سراسر دنیا، به‌عنوان یکی از بهترین رویکردها در جهت کنترل این بیماری حائز اهمیت است؛ ازاین‌رو، پیشگیری اولیه به‌صورت تغییر در سبک زندگی، اجتناب از عوامل خطر و آموزش و اطلاع‌رسانی وسیع به‌ویژه از طریق رسانه‌های گروهی مانند رادیو، تلویزیون و جراید به‌منظور ارتقای سطح آگاهی افراد نسبت به روش‌های غربالگری و مرحله‌بندی سرطان پستان توصیه می‌شود؛ همچنین پیشگیری ثانویه شامل: شناسایی زودرس سرطان یا آسیب‌های پیش سرطانی، با روش‌های غربالگری مؤثر و کارآمد که در حال حاضر ماموگرافی به‌عنوان مؤثرترین روش در شناسایی سرطان پستان می‌باشد، می‌تواند نقش مهمی در کاهش میزان ابتلا و مرگ‌ومیر ناشی از سرطان پستان ایفا کند. مرحله‌بندی صحیح سرطان پستان با استفاده از هوش مصنوعی و سیستم‌های استنتاج فازی، شانس درمان موفق را بالا می‌برد.

منابع

Abadeh MS, Habibi J, Soroush E. Induction of Fuzzy Classification Systems via Evolutionary ACO- Based Algorithms. International Journal of Simulation, Systems, Science, Technology, 2008; 9:1- 8. DOI: https://doi.org/10.1109/AMS.2007.53

American Cancer Society. Breast cancer facts& figures 2009-2010. [cited 2006 Feb 11].Available from: http://www.cancer.org

Amin, M.B. Edge, S. Greene, F. Byrd, D.R. Brookland, R.K.Washington, M.K. Gershenwald, J.E. Compton, C.C. Hess, K.R. Sullivan, D.C. Jessup, J.M. Brierley, J.D. Gaspar, L.E. Schilsky, R.L. Balch, C.M. Winchester, D.P. Asare, E.A. Madera, M. Gress, D.M. Meyer, L.R. (Eds).2018. 8 edition (September 5, 2018) AJCC Cancer Staging Manual. American College of Surgeons, 1032. DOI: https://doi.org/10.1089/thy.2017.0102

Asadabadi A, Bahrampour A, Haghdoost A. Prediction of Breast Cancer Survival by Logistic Regression and Artificial Neural Network Models. irje. 2014; 10 (3):1-8 DOI: https://doi.org/10.32996/jmss

Askarpour, Somayeh and Seyed Hamid Ghafouri, 2015, Investigation of Data Mining Algorithms in Breast Cancer Diagnosis, 3rd Electronic Conference on New Research in Science and Technology, Electronically, Alam-e-Mehran Aseman Co. DOI: https://doi.org/10.5812/semj-120140

Cancer: Interdisciplinary InternationalJournal of the American Cancer Society1997; 80(9):1803-4

Dehghan P, Mogharabi M, Zabbah I, Layeghi K, Maroosi A. Modeling Breast Cancer Using Data Mining Methods. Journal of Health and Biomedical Informatics. 2018; 4 (4):266-278.

Delen, D. Walker, G. & Kadam, A. (2005). Predicting breast cancer survivability: a comparison of three data mining methods. Artificial intelligence in medicine, 34(2), 113-127 DOI: https://doi.org/10.1016/j.artmed.2004.07.002
Faraggi D, Reiser B. Estimating of area under the ROCcurve. Stat Med. 2002; 21:3093-3106 DOI: https://doi.org/10.1002/sim.1228
Ganji MF, Abadeh MS. An Intelligence Fuzzy Classification System for Diabetes Detection. Iranian Conference on Fuzzy Systems, 2010. DOI: https://doi.org/10.22044/jadm.2023.12383.2383
Ganji MF, Abadeh MS. Parallel Fuzzy Rule Learning Using an ACO-Based Algorithm for Medical Data Mining. IEEE Fifth International Conference on Bio-Innspired Compting: theories and Applications, 2010: 573-581 DOI: https://doi.org/10.1109/BICTA.2010.5645189
Ganji MF, Abadeh MS. Using Fuzzy Ant Colony Optimization for Diagnosis of Diabetes Disease. Iranian conference of Electrical Engineering, ICEE, 2011. DOI: https://doi.org/10.1109/IRANIANCEE.2010.5507019
Ghasem Ahmad Leila. Prediction of recurrence of breast cancer using three data mining techniques. Iranian Journal of Breast Diseases. 2012; 5 (4): 23-34. DOI: https://doi.org/10.4172/2157-7420.1000124
Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the areaunder a receiver operating characteristic (ROC) curve.Radiology. 1982;143:29-36 DOI: https://doi.org/10.1148/radiology.143.1.7063747
Hortobagyi GN, de la Garza Salazar J,Pritchard K, Amadori D, Haidinger R, HudisCA, et al. The global breast cancer burden: variations in epidemiology and survival.Clin Breast Cancer. 2005; 6(5):391- 401. DOI: https://doi.org/10.3816/cbc.2005.n.043
Hosseini, Raheel and Mehdi Mazinani, 2014, A Fuzzy Mamdani Inference System for Diagnosis of Breast Cancer in Intelligent Computer System using Medical Diagnosis, National Conference on Computer Science and Engineering, Mashhad, Khavaran Institute of Higher Education. DOI: https://doi.org/10.1109/ICCIC.2015.7435670
Hosseini, Raheel and Mehdi Mazinani, 2014, Classification of Uncertainty Sources in Intelligent Medical Image Analysis and Processing Devices, National Conference on Computer Science and Engineering, Mashhad, Khavaran Institute of Higher Education.
Jafari Souk, Alemi and Hamed Shahbazi, 2015, A Review of Fuzzy Inference Algorithms, 4th National Conference on New Ideas in Electrical Engineering, Isfahan, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Dor: 10.30495/ijsee.2022.1969247.1232
Kenarkoohi A, soleimanjahi H, Falahi S, Riahi Madvar H, Meshkat Z. The application of the new intelligent Adaptive Nero Fuzzy Inference System (ANFIS) in prediction of human papilloma virus oncogenicity potency. J Arak Uni Med Sci. 2011; 13 (4):95-105. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-012-1027-5
Khanna R, Taneja V, Singh SK, Kumar N, Sreenivas V,Puliyel JM. The clinical risk index of babies (CRIB)score in India. Indian J Pediatr. 2002;69:957-60 DOI: https://doi.org/10.1007/BF02726013
Khezri, R. Hosseini, R. & Mazinani, M. (2014). A fuzzy rule-based expert system for the prognosis of the risk of development of the breast cancer 1557-1564. DOI: https://doi.org/10.5829/idosi.ije.2014.27.10a.09
Khosravanian A, Rahmanimanesh M, Keshavarzi P. Designing a Group Decision-Making System Using a Fuzzy Combination of Regression Methods for Prediction of Benign or Malignant Breast Tumors. ijbd. 2017; 10 (3):55-66 Dor: 20.1001.1.17359406.1396.10.3.6.9
Langarizadeh M, Mahmud R. Determination Of Breast Density Using Fuzzy Logic. payavard. 2014; 8 (3):210-219. DOI: https://doi.org/10.4102/sajr.v22i2.1358
Latif A M, Momeny M, Sarram R, Agha Srram M, Pour Ahmadi A, Haj Ebrahimi Z. Using Data Mining and Genetic Algorithm for Diagnosis of Breast Cancer. ijbd. 2016; 9 (1):45-56 Dor: 20.1001.1.17359406.1395.9.1.6.8
Lundin, M. Lundin, J. Burke, H. B. Toikkanen, S. Pylkkänen, L. & Joensuu, H. (1999). Artificial neural networks applied to survival prediction in breast cancer. Oncology, 57(4), 281-286. DOI: https://doi.org/10.1159/000012061
Mahdavi, Henganga and Hassan Rashidi, 2015, Diagnosis of breast cancer progression using adaptive neuro-fuzzy clustering and data mining methods, 3rd International Conference on Applied Research in Computer Engineering and Information Technology, Tehran, Malek Ashtar University of Technology DOI: https://doi.org/10.48301/kssa.2022.277156.1426
Nooshin Bigdeli, Hamed Jabbari, Negar Maleki, An Intelligent Hybrid Method for Detection, Demarcation and Classification of Breast Masses Based on The Characteristics of New Tissues Based on Two Images of Mammography, Machine Vision and Image Processing, Accepted, November 16, 2017 Dor: 20.1001.1.23831197.1397.5.2.5.0
Olfatbakhsh A. Haghighat S. Tabari MR. Hashemi E. Sari F. Kaviani A. Patient Satisfaction and Body Image Following Mastectomy, Breast-Conserving Therapy, and Mastectomy With Reconstruction: A Study in Iran". Arch Breast Cancer, 2018. 5(4):173-182 DOI: https://doi.org/10.32768/abc.201854173-182
Padmapriya, B. & Velmurugan, T. (2014, December). A survey on breast cancer analysis using data mining techniques. In 2014 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (pp. 1-4). IEEE DOI: https://doi.org/10.1109/ICCIC.2014.7238530
Pendharkar, P. C. Rodger, J. A. Yaverbaum, G. J. Herman, N. & Benner, M. (1999). Association, statistical, mathematical and neural approaches for mining breast cancer patterns. Expert Systems with Applications, 17(3), 223-232. DOI: https://doi.org/10.1016/s0957-4174(99)00036-6
Sadeghnezhad F, NiknamiSh, Ghaffari M, Effect of health education methods on promoting breast self examination (BSE), Journal of Birjand University of MedicalSciences 2009; 15(4): 38-48. DOI: https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1119_20
Setayeshi S, Akbari ME, Darghahi R,Haghighat khah HR."Breast Cancer and Technical Analysis of its Diagnostics". Tehran:Bitarafan; 2011. Persian. DOI: https://doi.org/10.18502/ijph.v50i8.6802
Sobin LH, Fleming ID. TNM classification of malignant tumors, (1997). DOI: https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0142(19971101)80:9<1803::aid-cncr16>3.0.co;2-9
Tsang CH, Kwong S, Wang H. Genetic-Fuzzy Rule Mining Approach and Evolution of Feature Selection Techniques for Anomaly Intrusion Detection. Pattern Recognition, 2009; 40: 2373-2391 DOI: https://doi.org/10.1016/j.patcog.2006.12.009
Yi, W. & Fuyong, W. (2006, August). Breast cancer diagnosis via supp ort vector machines. In Control Conference, 2006. CCC 2006. Chinese (pp. 1853-1856). IEEE. DOI: https://doi.org/10.1021/ci0256438