

## روش جدید مبتنی بر هوش مصنوعی در تشخیص ضایعات دهانه رحم با استفاده از تلفیق روش متوسط الگوهای دودویی محلی توسعه یافته مستحکم و ماشین بردار پشتیبان

سهیلا حافظی حقانی<sup>۱</sup>، جابر ذبیحی راد<sup>۲</sup>، محمد قاسم‌بندی<sup>۳\*</sup>، سجاد فرخی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۰۹/۰۵ تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۲/۱۳

### چکیده

**پیش‌زمینه و هدف:** سرطان مهاجم دهانه رحم دومین سرطان شایع در بین زنان سراسر جهان است. روش‌های بسیاری بر مبنای هوش مصنوعی برای تشخیص دقیق نرمال بودن یا سرطانی بودن سلول‌ها و کمک به فرد متخصص در تشخیص هر چه بهتر و سریع‌تر سرطان ارائه شده است. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارائه یک روش جدید و کارآمد در تشخیص سلول‌های طبیعی از غیرطبیعی بود.

**مواد و روش‌ها:** این یک مطالعه توصیفی بود. برای ایجاد پایگاه داده، ۲۶۰۰ تصویر از ۱۵۰ لام سیتولوژی تهیه گردید. تصاویر توسط متخصصین مورد ارزیابی، شناسایی و طبقه‌بندی قرار گرفتند. جهت ارزیابی روش پیشنهادی در پایگاه داده تهیه‌شده، از مجموع ۲۶۰۰ تصویر تهیه‌شده ۱۳۰۰ تصویر برای آموزش سیستم و ۱۳۰۰ تصویر برای آزمون در نظر گرفته شد. در این پژوهش جهت ارزیابی روش پیشنهادی و مقایسه با سایر روش‌ها، از نرم‌افزار MATLAB نسخه R2014b استفاده شده است.

**یافته‌ها:** جهت استخراج ویژگی‌های سلول‌ها در هر سه مرحله از استخراج گرهای مورفولوژیکی و برای طبقه‌بندی به ترتیب از ماشین بردار پشتیبان، رگرسیون لجستیک و طبقه‌بندی C<sub>۴۵</sub> استفاده شد. دقت روش پیشنهادی در تشخیص سلول‌ها دهانه رحم در دو گروه نرمال و غیرنرمال ۹۸/۲۳ درصد بود که نسبت به سایر روش‌ها بیشتر بوده و همچنین نسبت مثبت کاذب با عدد ۰/۹۲ درصد و منفی کاذب ۰/۸۵ درصد نسبت به سایر روش‌ها کمتر است.

**بحث و نتیجه‌گیری:** روش پیشنهادی می‌تواند با تشخیص زود هنگام سرطان با دقت و حساسیت بالا و نتایج کاذب کمتر، کمک چشمگیری به تشخیص در حیطه پزشکی نماید و در بسیاری از موارد در درمان به موقع بیماران و جلوگیری از مرگ‌ومیر آن‌ها تأثیر بسزایی داشته باشد.

**کلیدواژه‌ها:** سرطان دهانه رحم، الگوی دودویی محلی توسعه یافته، ماشین بردار پشتیبان

مجله پرستاری و مامایی، دوره بیست و یکم، شماره اول، پی‌درپی ۱۶۲، فروردین ۱۴۰۲، ص ۵۷-۴۷

آدرس مکاتبه: مرکز تحقیقات سلامت جامعه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. تلفن: ۰۹۳۷۲۶۲۵۱۳۳

Email: m.ghasembandi@yahoo.com

که ۳۴۰۰۰۰ مورد مرگ‌ومیر را به دنبال داشته است. تقریباً ۸۴ درصد این بدخیمی در کشورهای در حال توسعه رخ می‌دهد که دلیل آن، کمبود دسترسی به روش‌های غربالگری، درمان و خدمات پیگیری مناسب است. پس تشخیص به‌موقع و دقیق سرطان دهانه رحم یک ضرورت است که با توجه به افزایش رشد جمعیت در سراسر جهان نیاز فوری به منظور توسعه روش غربالگری در جهت تشخیص هر چه سریع‌تر این سرطان احساس می‌شود (۱-۴).

سرطان دهانه رحم یک تومور بدخیم است که زمانی رخ می‌دهد که سلول‌های دهانه رحم با تقسیم سلولی کنترل نشده شروع به

### مقدمه

سرطان مهاجم دهانه رحم یا سرطان سرویکس دومین بدخیمی شایع زنان است که چهارمین سرطان شایع زنان در جهان است و به یکی از علل اصلی مرگ‌ومیر زنان در سراسر جهان تبدیل شده است و به‌طور جدی زندگی و سلامت زنان را تهدید می‌کند. طبق گزارشات آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان سازمان جهانی بهداشت و آخرین داده‌های جهانی سرطان در سال ۲۰۲۰ در ۱۸۵ کشور در سراسر جهان، ۶۰۰۰۰۰ مورد جدید سرطان دهانه رحم شناسایی شده است

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد کامپیوتر، دانشکده مهندسی کامپیوتر، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

<sup>۲</sup> مربی گروه تکنولوژی اتاق عمل، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

<sup>۳</sup> مربی گروه اتاق عمل، مرکز تحقیقات سلامت جامعه، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)

<sup>۴</sup> استادیار، دانشکده مهندسی کامپیوتر، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

ضایعه سنگفرشی<sup>۱۱</sup> تقسیم شده‌اند. در نهایت به سلول‌های سرطانی تقسیم می‌شوند(۸).

با توسعه سخت‌افزار کامپیوتر، یادگیری عمیق<sup>۱۲</sup> به تدریج در زمینه‌های مختلف کاربردی شد و شبکه‌های مختلفی برای حل مشکلات مختلف ایجاد شده است. اخیراً، شبکه‌های عصبی<sup>۱۳</sup> در تقسیم‌بندی خودکار تصاویر پزشکی موفق بوده‌اند و به‌عنوان یک الگوریتم یادگیری عمیق، عملکرد تقسیم‌بندی عالی را به دست آورده است(۹). هدف اصلی استفاده از فن‌های هوش مصنوعی در علم پزشکی، توسعه سیستم‌های هوشمند رایانه‌ای است که بتواند متخصصان را در تشخیص دقیق‌تر و به‌موقع‌تر کمک کند(۱۰، ۱۱). کاربردهای شبکه‌های عصبی در تشخیص سرطان دهانه رحم و تقسیم‌بندی بافت طبیعی در مطالعات متعددی مورد بررسی قرار گرفته است(۵، ۱۲، ۱۳) برخی مطالعات توانستند که سلول‌های نرمال را از غیرنرمال تمایز دهند(۱۴، ۱۵) جی سو<sup>۱۴</sup> و همکاران یک سیستم طبقه‌بندی آبشاری دوسطحی یکپارچه جهت طبقه‌بندی سلول‌ها در دو گروه نرمال و غیر نرمال با کمک تصاویر به‌دست‌آمده از اسلایدها ارائه کردند که دقت شناسایی سلول‌ها ۹۵/۶۴ درصد و نرخ منفی کاذب<sup>۱۵</sup> و مثبت کاذب<sup>۱۶</sup> ۱/۴۴ درصد بود(۱۶) در برخی روش‌های دیگر بررسی‌شده مشکلاتی همچون دقت به‌خوبی حل‌نشده و یا اینکه تشخیص صرفاً در دو گروه نرمال و غیرنرمال بررسی شده است و روند تقسیم‌بندی سلول‌ها در هیچ‌یک از آن‌ها اعمال نشده است. علاوه بر این، ویژگی‌های مناسب بسیاری برای حل این مشکل ناشناخته وجود دارد(۱۷، ۱۸) به‌طور مثال سانگ<sup>۱۷</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۴ روشی جهت تقسیم‌بندی دقیق هسته و سیتوپلاسم بر اساس یادگیری عمیق ارائه کردند. اگرچه روش دارای صحت ۹۴/۵۰ درصد، دقت ۹۱ درصد و فراخوان ۸۷ درصد بود اما در این روش تقسیم هسته و سیتوپلاسم در سایر گروه‌های نرمال و غیر نرمال در نظر نگرفته نشد(۱۷). سکوئی<sup>۱۸</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۱ با ارائه روشی در تجزیه و تحلیل تصاویر، اقدام به استخراج ویژگی‌های اولیه سلول‌های سرطانی کردند. این روش دارای دقت ۱۰۰ درصد بود و همچنین این روش قادر به استخراج ویژگی سلول‌های طبیعی، پیش سرطانی و سرطانی با توجه به بافت و

تکثیر کنند. از آنجایی که این سلول‌ها کنترل نشده به‌شدت شروع به تکثیر می‌کنند به توده‌ای به نام تومور تبدیل می‌شوند. این سلول‌های سرطانی می‌توانند با عبور از جریان خون، سایر قسمت‌های بدن را نیز آلوده کنند. سلول‌های آلوده به‌عنوان نئوپلازی داخل اپیتلیال شناخته می‌شوند. معمولاً نئوپلازی ثابت می‌ماند و با پاسخ سیستم ایمنی حذف می‌شود، اما در موارد بسیار کمی، اگر به‌موقع درمان نشود، رشد می‌کند و تبدیل به سرطان می‌شود(۳).

دیسپلازی را می‌توان زودتر از رشد سرطان سرویکس تشخیص داد که تشخیص زودهنگام، درمان را آسان‌تر می‌کند. اگر علائم پیش سرطانی در مراحل اولیه شناسایی و درمان شوند، سرطان دهانه رحم کاملاً قابل پیشگیری و درمان است اما سرطان دهانه رحم معمولاً با بررسی و تجزیه و تحلیل دقیق نوع سلول در تصاویر میکروسکوپی تهیه شده توسط سیتولوژیست تشخیص داده می‌شود. آزمون پاپ اسمیر، گردآوری و تجزیه و تحلیل نمونه کوچکی از سلول‌های دهانه و تنه رحم می‌باشد که می‌تواند تغییرات اولیه اپیتلیال را آشکار کند اما حساسیت کلی آزمون پاپ اسمیر در تشخیص ضایعات داخل اپیتلیال سنگفرشی درجه بالا (HSIL<sup>۱</sup>) ۷۰/۸ درصد است(۵). از طرفی بررسی اسلایدها توسط سیتولوژیست به دلیل خستگی ناشی از بررسی تمام فضای اسلاید توسط فرد متخصص، مقیاس‌پذیری ضعیف، هزینه بالا و عدم مهارت و اطمینان کافی افراد در این زمینه، از دقت و صحت غربالگری کاهش داده است، به همین منظور روش‌های متعددی در تشخیص نرمال بودن یا نبودن سلول‌ها برای بهبود فرآیند تشخیص صورت پذیرفته است(۶، ۷)

در بررسی‌های نمونه‌های پاپ اسمیر نمونه‌های نرمال و غیرنرمال سلول‌های سنگفرشی<sup>۲</sup> دهانه رحم به چندین گروه متفاوت تقسیم می‌شوند. سلول‌های نرمال به سه گروه شامل سلول‌های سوپرفیشیال<sup>۳</sup>، سلول‌های اینترمدیت<sup>۴</sup> و سلول‌های پارابازال<sup>۵</sup> و سلول‌های غیرنرمال به سه گروه مشکوک<sup>۶</sup>، پیش بدخیم<sup>۷</sup> و سرطانی تقسیم می‌شوند. گروه مشکوک به دو نوع سلول‌های غیرطبیعی با اهمیت نامعلوم (ASC-US)<sup>۸</sup> و (ASC-H)<sup>۹</sup> تقسیم شده‌اند. گروه پیش بدخیم به دو نوع درجه پایین ضایعه سنگفرشی<sup>۱۰</sup> و درجه بالا

<sup>10</sup> Low-grade Squamous Intraepithelial Lesion (LSIL)

<sup>11</sup> High-grade Squamous Intraepithelial Lesion (HSIL)

<sup>12</sup> Deep Learning

<sup>13</sup> Neural network

<sup>14</sup> Jie Su

<sup>15</sup> False Negative

<sup>16</sup> False Positive

<sup>17</sup> Song

<sup>18</sup> Sokouti

<sup>1</sup> High grade squamous intraepithelial lesion

<sup>2</sup> Squamous Cell

<sup>3</sup> Superficial Cell

<sup>4</sup> Intermediate Cell

<sup>5</sup> Parabasal Cell

<sup>6</sup> Atypical Squamous Cells (ASC)

<sup>7</sup> Squamous Intraepithelial Lesion (SIL)

<sup>8</sup> Atypical Squamous Cells of Undetermined Significance (ASC-US)

<sup>9</sup> Atypical Squamous Cells, cannot exclude High-grade squamous (ASC-H)

پشتیبان جهت استخراج ویژگی‌های سلول‌های دهانه رحم است که بتواند دقت تشخیص این روش نسبت به سایر روش‌ها را بیشتر کند.

## مواد و روش کار

این یک مطالعه توصیفی است که در این مطالعه نمونه برداری به روش پاپ اسمیر از سرویکس رحم از ۱۵۰ بیمار در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۶ در شهر اصفهان توسط متخصصین ژنیکولوژی انجام شد. سپس نمونه‌های پاپ اسمیر در مراکز آزمایشگاهی و بیمارستان‌های اصفهان بررسی گردید، به طوری که با استفاده از یک میکروسکوپ مجهز به دوربین دیجیتال پیشرفته با بزرگنمایی ۴۰ برابری از هر لام تصاویری تهیه شد که در مجموع ۴۰۰۰ تصویر از ۱۵۰ لام سیتولوژی تهیه گردید. تصاویری که سلول‌ها با هم تداخل سلولی داشته از مجموعه پایگاه داده حذف گردید و از ۴۰۰۰ تصویر تنها ۲۶۰۰ تصویر از که سلول‌های تکی که دقیقاً مرز هسته و سیتوپلاسم در آن‌ها به وضوح قابل مشاهده بود، استخراج شد که جهت ارزیابی روش پیشنهادی از مجموع ۲۶۰۰ تصویر انتخاب شده ۱۳۰۰ تصویر برای آموزش و ۱۳۰۰ تصویر برای آزمون در نظر گرفته شد.

در این پژوهش جهت ارزیابی روش پیشنهادی و مقایسه با سایر روش‌ها، از نرم‌افزار MATLAB نسخه R2014b استفاده شده است. روش شامل دو فاز آموزش و آزمون بود در شکل ۱ نشان داده شده است.

فاز آموزش شامل سه مرحله پیش‌پردازش، استخراج ویژگی و ذخیره داده‌ها در پایگاه داده می‌باشد. ابتدا تصاویری که در پایگاه داده می‌باشد خوانده شده و سپس در مرحله بعد که استخراج ویژگی می‌باشد، ویژگی‌ها استخراج و به سیستم آموزش داده شد. در مرحله پیش‌پردازش تصویر برای استخراج ویژگی‌هایی آماده می‌شود. تصویری که ممکن است چندین سلول آن با هم تداخل دارد تک‌سلول‌هایی که صرفاً مرز سیتوپلاسم و هسته به طور کامل مشخص می‌باشد انتخاب شده و توسط پزشک متخصص نوع سلول تشخیص داده می‌شود. سپس سیتوپلاسم و هسته آن به صورت دستی بریده شده و فرآیند تقطیع<sup>۶</sup> انجام می‌گیرد. در مرحله بعد ویژگی با کمک الگوهای دودویی محلی توسعه یافته مستحکم و ویژگی‌های مورفولوژیکی استخراج می‌شود.

مورفولوژی به صورت خودکار بود، اما این روش در سلول‌هایی که با هم تداخل دارند کارایی نداشته و علاوه بر آن سلول‌های مشکوک نیز در نظر گرفته نشده است (۱۹).

عملگر الگوهای دودویی محلی<sup>۱</sup> که توسط آجالا<sup>۲</sup> در سال ۱۹۹۶ مطرح شد، به عنوان توصیفگری برای بافت معرفی شده است این عملگر یک همسایه در سیستم مرکزی به شعاع ۳×۳ در نظر می‌گیرد که شامل ۸ پیکسل بوده و مقدار آستانه را عدد مرکزی قرار داده، و در نهایت بعد از آستانه گذاری یک عدد دودویی تولید می‌کند. پس از آن هیستوگرام برچسب‌ها به عنوان توصیفگر بافت مورداستفاده قرار می‌گیرد. (۲۰). در حالی که الگوهای دودویی محلی تنها ارتباط بین یک نقطه مرکزی و همسایگان آن را رمزگذاری می‌کند، الگوهای دودویی محلی توسعه یافته<sup>۳</sup> برای رمزگذاری روابط فضایی متمایز در یک منطقه محلی طراحی شده است و در نتیجه حاوی اطلاعات فضایی بیشتری است. متوسط الگوهای دودویی محلی توسعه یافته مستحکم<sup>۴</sup> در جهت ارتقاء عملکرد الگوهای دودویی محلی که به دلیل حساسیت بالا به نویز قادر به استخراج اطلاعات کافی از تصاویر نبود، در سال ۲۰۱۶ توسط لئو<sup>۵</sup> ارائه گردید متوسط الگوهای دودویی محلی توسعه یافته مستحکم، قدرت افتراق پذیری زیادی داشته و علاوه بر آن عملکرد بالای در استخراج ویژگی در بافت تصاویر دارد و به دلیل عدم نیاز به تنظیم پارامترها و پیش‌آزمون بسیار کاربردی است. (۲۱).

در شبکه‌های عصبی مانند چندلایه پرسپترون و شعاعی غالباً توجه بر بهبود ساختار شبکه عصبی است، به نحوی که خطای تخمین و میزان اشتباه‌های شبکه عصبی کمینه شود. اما در نوع خاصی از شبکه عصبی، موسوم به ماشین بردار پشتیبان<sup>۶</sup> صرفاً بر روی کاهش ریسک عملیاتی مربوط به عدم عملکرد صحیح، تمرکز می‌شود. کد بردار پشتیبان الگوریتم طبقه‌بندی<sup>۷</sup> بوده و به عنوان یکی از بهترین فن‌های دسته‌بندی و پیش‌بینی و تشخیص داده‌های خارج از محدوده<sup>۸</sup> شناخته شده است و برخلاف الگوریتم‌های خوشه‌بندی در دسته یادگیری با نظارت محسوب می‌شود و دو فاز آموزش و تست دارد (۲۲).

با توجه به این که روش‌های مختلفی مبتنی بر هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی برای تشخیص ضایعات دهانه رحم وجود دارد حال هدف این پژوهش ارائه یک روش نوین با استفاده از تلفیق روش متوسط الگوهای دودویی محلی توسعه یافته مستحکم و ماشین بردار

6 Support Vector Machine (SVM)

7 Classifier

8 Outlier

9 Segmentation

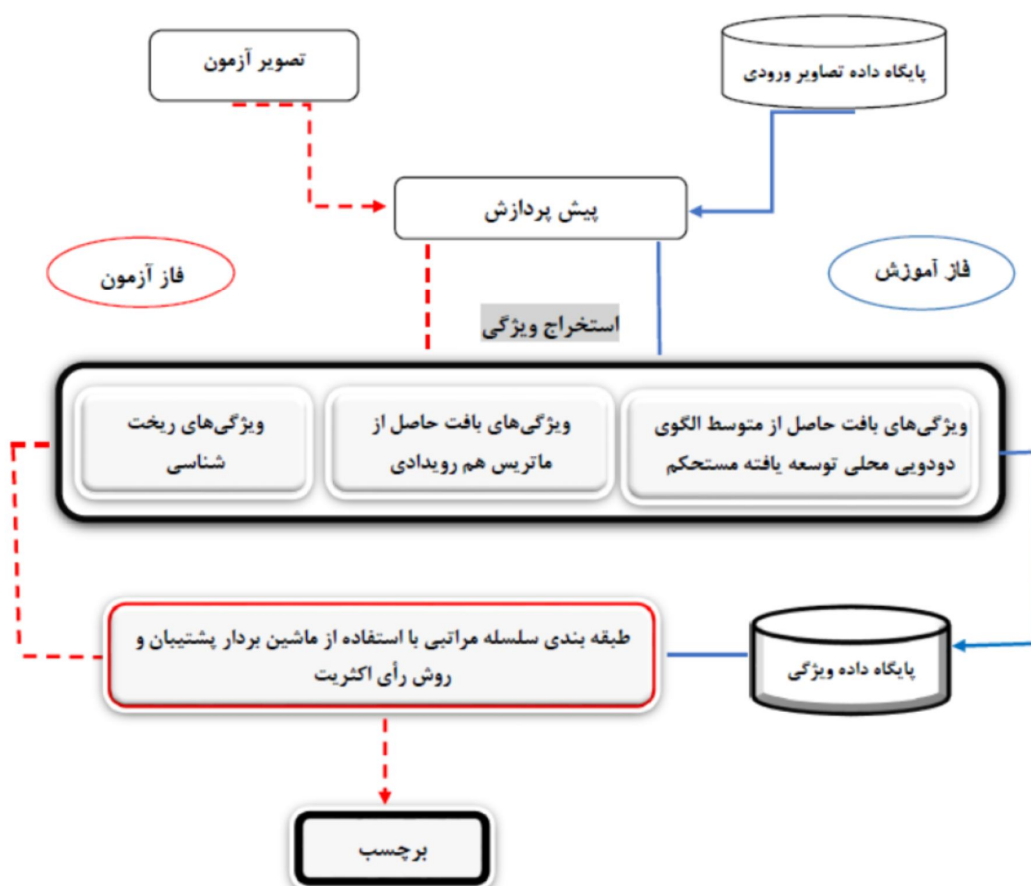
1 Local Binary Patterns (LBP)

2 Ojala

3 Extended Local Binary Patterns (ELBP)

4 Median Robust Extended Local Binary Patterns (MRELBP)

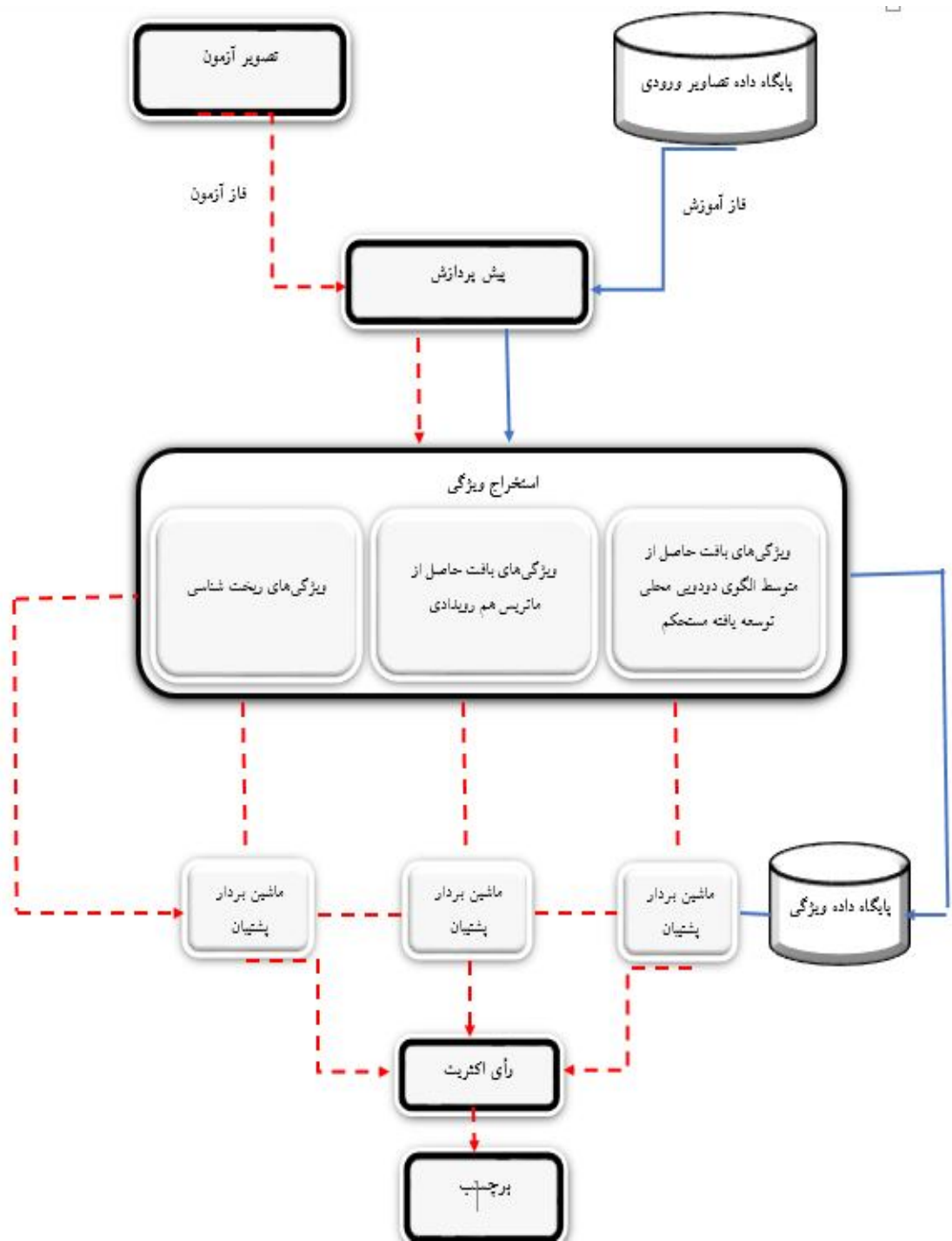
5 Liu



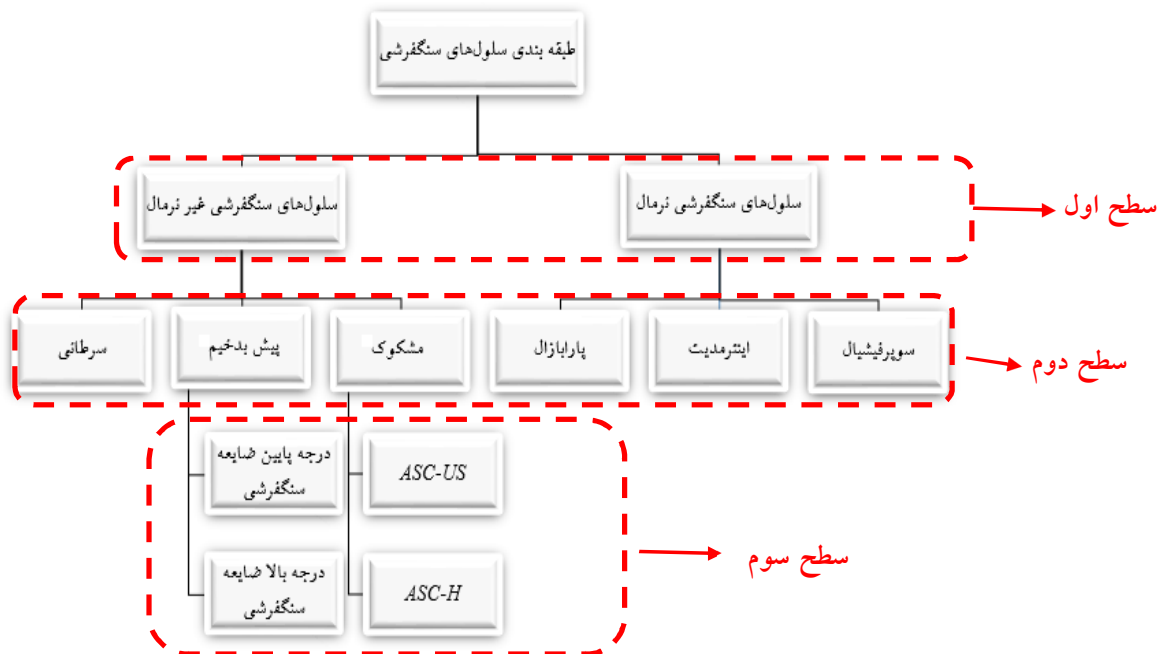
شکل (۱): الگوی فاز آموزش و آزمون

ویژگی‌های استخراج‌شده اعمال گردیده و در نهایت با روش رأی اکثریت، برچسب نهایی به تصاویر داده خواهد شد (شکل ۲). در سطح دوم طبقه‌بندی در صورتی که سلول نرمال باشد در یکی از سه گروه سوپرفیشیال، اینترمدیت یا پارابازال قرار گرفته، و در صورت یک سلول غیرنرمال باشد، در یکی از سه گروه مشکوک، پیش بدخیم یا سرطانی جای خواهد گرفت. در نهایت در سطح سوم اگر سلول در گروه مشکوک باشد در دو زیرگروه ASC-US و ASC-H قرار می‌گیرد، و در صورتی که در گروه پیش بدخیم باشد در یکی از زیرگروه‌های پیش بدخیم شامل سلول با درجه پایین ضایعه سنگفرشی و درجه بالا ضایعه سنگفرشی قرار می‌گیرد و در صورت عدم مشابهت به گروه‌های ذکرشده به گروه سلول‌های سرطانی تعلق می‌گیرد (شکل ۳).

در فاز آزمون بخش عملکرد سیستم در برخورد با داده‌هایی که تاکنون با آن مواجه نشده بررسی گردید. به عبارتی بعد از آموزش، کارایی سیستم در این مرحله موردسنجش قرار گرفت. در این قسمت پیش‌پردازش و استخراج ویژگی همانند مرحله آموزش می‌باشد و تنها تفاوت در مرحله طبقه‌بندی است در این مرحله در جهت افزایش دقت طبقه‌بندی از ماشین بردار پشتیبان و روش رأی اکثریت استفاده شد که در سه سطح و به صورت سلسله‌مراتب است. در سطح اول طبقه‌بندی تصاویر سلول‌ها با توجه به ویژگی‌های استخراج‌شده در بخش استخراج ویژگی (ویژگی‌های بافت حاصل از متوسط الگوی دودویی محلی توسعه‌یافته مستحکم، ویژگی‌های بافت حاصل از ماتریس هم رویدادی و ویژگی‌های ریخت‌شناسی)، به صورت جداگانه به دو گروه نرمال و غیرنرمال تقسیم می‌گردند. سپس طبقه بند ماشین بردار پشتیبان جداگانه به هریک از



شکل (۲): دیاگرام روش پیشنهادی



شکل (۳): سلسله‌مراتب روش پیشنهادی

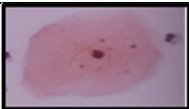
پشتیبان، رگرسیون لجستیک<sup>۱</sup> و طبقه بند C4.5 استفاده شد. در مرحله آخر که روش پیشنهادی بررسی شده است جهت استخراج ویژگی از استخراج گره‌های مورفولوژیکی به‌علاوه نسبت قطر هسته به قطر سیتوپلاسم و همچنین متوسط الگوهای دودویی محلی توسعه‌یافته مستحکم استفاده گردید و برای طبقه‌بندی نیز از ماشین بردار پشتیبان استفاده شد (جدول ۲). ماتریس‌های درهم‌ریختگی حاصل از هر یک از روش‌ها تنها درصد شناخت صحیح از هر نمونه سلول را نشان می‌دهد و قادر به نشان دادن ارزیابی معیارهای مهمی از جمله حساسیت، ارزش اخباری مثبت و منفی نیست، که جدول ۲ این معیارها محاسبه و نتایج نشان داده شده‌اند.

#### یافته‌ها

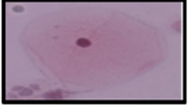
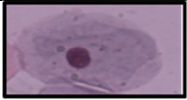
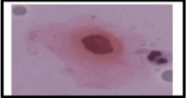
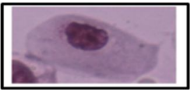

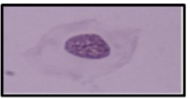
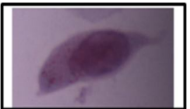
پایگاه داده در این پژوهش شامل ۵۲۰۰ تصویر که ۲۶۰۰ تصویر از سیتوپلاسم و ۲۶۰۰ تصویر از هسته هر سلول می‌باشد. پایگاه داده شامل ۲ گروه نرمال و غیرنرمال است که ۳ زیرگروه سلول‌های نرمال شامل سلول‌های سوپرفیشیال با ۳۳۶ عدد تصویر، اینترمدیت با ۳۵۲ عدد تصویر و پارابازال با ۳۶۲ عدد تصویر و گروه غیرنرمال شامل ۳ زیرگروه مشکوک با ۵۵۰ تصویر، پیش بدخیم با ۶۶۰ تصویر و سلول‌های سرطانی با ۳۴۰ تصویر است.

جهت استخراج ویژگی در هر سه مرحله از استخراج گره‌های مورفولوژیکی و برای طبقه‌بندی به ترتیب از ماشین بردار

جدول (۱): مشخصات نمونه‌های از تصاویر پایگاه داده مورداستفاده

ردیف	انواع سلول‌ها	تعداد تصویر	تصاویر سلول‌ها
۱	سوپرفیشیال	۳۳۶	

<sup>1</sup> Logistic Regression

ردیف	انواع سلول‌ها	تعداد تصویر	تصاویر سلول‌ها
۲	اینترمدیت	۳۵۲	
۳	پارابازال	۳۶۲	
۴	ASC-US	۲۷۰	
۵	ASC-H	۲۸۰	
۶	درجه پایین ضایعه سنگفرشی	۲۰۴	
۷	درجه بالا ضایعه سنگفرشی	۴۵۶	
۸	SCC	۳۴۰	

جدول (۲): مقایسه نتایج روش پیشنهادی با سایر روش‌های دیگر

روش	دقت	نسبت مثبت کاذب	نسبت منفی کاذب	ارزش اخباری مثبت	ارزش اخباری منفی	حساسیت
۱ روش رگرسیون لجستیک	۹۲/۳۱	۳/۳۱	۴/۳۸	۹۴/۵۳	۸۸/۹۱	۹۲/۸۸
۲ روش C4.5	۹۴/۰۸	۲/۴۶	۳/۴۶	۹۵/۹۳	۹۱/۲۳	۹۴/۳۸
۳ روش ماشین بردار پشتیبان	۹۵/۶۲	۱/۹۲	۲/۴۶	۹۶/۸۵	۹۳/۶۹	۹۶/۰۰
۴ روش پیشنهادی	۹۸/۲۳	۰/۹۲	۰/۸۵	۹۸/۵۰	۹۷/۷۸	۹۸/۶۳

به سایر روش‌ها کمتر شده است؛ چرا که در روش پیشنهادی از ویژگی‌های ریخت شناسی به کار برده شده در مقاله پایه به علاوه نسبت قطر هسته به سیتوپلاسم و همچنین متوسط الگوهای

در این جدول دقت روش پیشنهادی که ۹۸/۲۳ درصد است، نسبت به سایر روش‌ها بیشتر بوده و همچنین نسبت مثبت کاذب با عدد ۰/۹۲ درصد و منفی کاذب ۰/۸۵ درصد نسبت

همچنین استخراج ضعیف ویژگی‌های محاسبه شده در مناطق سیتوپلاسم که عدم درجه بندی درست سلولی را در پی خواهد داشت ناموفق بوده است.

ژانگ<sup>۴</sup> و همکارانش در سال ۲۰۱۶ چهارچوب گرافیکی احتمالی در تقسیم هسته، سیتوپلاسم و پس زمینه با استفاده از مدل تقسیم‌بندی مارکوف ارائه کردند از جمله مزایای این روش سرعت بالا در تقسیم‌بندی سلول‌ها و از معایب آن زمان بر بودن و عدم دقت کافی نسبت به روش پیشنهادی بود (۱۵). در مطالعه ای دیگر که توسط ژانگ<sup>۴</sup> و همکارانش با استفاده از مدل عبور نور نیمه شفاف در ساختارهای سلولی صورت گرفت، نتایج نشان داد که این تکنیک در تقسیم‌بندی سلول‌هایی که با هم تداخل دارند، کارایی مؤثری دارد. با این وجود این تکنیک دارای معایبی از قبیل: سرعت پایین، استفاده از الگوریتم تغییر میانگین، قادر نبودن به تقسیم سلول‌هایی که از دو سلول بیش‌تر با هم تداخل دارند (۲۴)

لی سو و همکاران در سال ۲۰۱۶ با ارائه یک سیستم طبقه‌بندی آبشاری یکپارچه جهت طبقه‌بندی سلول‌ها در دو گروه نرمال و غیرنرمال با مجموعه داده ۲۰۰۰۰ سلول از ۱۲۰ اسلاید ارائه کردند. از مزایای این روش درصد بالای شناسایی سلول‌ها ۹۵/۶۴ درصد در مقایسه با سایر روش‌های دیگر بوده و درصد منفی کاذب و مثبت کاذب در مقایسه با سایر روش‌های سنتی کمتر و در حدود ۱/۴۴ درصد می‌باشد. (۱۶) اما با توجه به درصد دو معیار منفی کاذب و مثبت کاذب که باید نزدیک به عدد صفر باشند و علاوه بر آن فقط در نظر داشتن ویژگی‌های مربوط به هسته و چشم پوشی از ویژگی‌های سیتوپلاسم برای تشخیص در نرمال بودن یا نبودن سلول‌ها، و همچنین طبقه‌بندی سلول‌ها صرفاً در دو گروه نرمال و غیرنرمال صورت پذیرفته و سایر گروه‌های نرمال و از جمله غیرنرمال‌ها که شامل گروه‌های مشکوک، پیش بدخیم و سرطانی نیز هستند در نظر گرفته نشده است، از جمله معایب این روش است.

گنزالز<sup>۵</sup> و همکارانش در سال ۲۰۱۶ روشی در جهت مدیریت اطلاعات چند مقیاسی و ترکیب الگوریتم‌های تقسیم و طبقه‌بندی در جهت تقسیم هسته ارائه کردند از جمله مزایای این روش می‌توان به سرعت بالا در تقسیم‌بندی سلول‌ها، بهبود عملکرد در شناسایی هسته، که باعث کاهش خطای در تشخیص متخصص می‌گردد و از معایب آن زمان بر بودن و عدم دقت کافی اشاره کرد (۲۵)

دودویی محلی توسعه‌یافته مستحکم جهت استخراج ویژگی و از طبقه بند ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی استفاده شده است. قابل‌ذکر است روش‌هایی که از طبقه بند ماشین بردار پشتیبان استفاده کرده‌اند، به دلیل اینکه از این طبقه بند در حالات دودویی به خوبی عمل می‌کند و آموزش نسبتاً ساده و از قدرت خوبی در تعمیم برخوردار می‌باشد، حتی با وجود استخراج گرهای ویژگی ذکر شده در مقاله پایه دقت نهایی بالاتری نسبت به طبقه بندهای رگرسیون لجستیک و C4.5 بیشتر دارند.

## بحث و نتیجه‌گیری

روش‌های اتوماتیک و نیمه اتوماتیک بسیاری در جهت تشخیص سلول‌های غیرطبیعی و تجزیه و تحلیل خودکار تصاویر توسعه‌یافته و مورد مطالعه و بهبود قرار گرفته است. این روش‌ها، باعث بهبود در روش غربالگری و کاهش خطای انسانی شده است. در روش تشخیص انواع نمونه‌های نرمال و غیرنرمال، سعی بر این است که با استفاده از تکنیک‌های خاص، ویژگی‌های مهم تصاویر سلول‌ها استخراج گردد تا عمل تشخیص و مقایسه با سایر سلول‌ها به راحتی صورت پذیرد.

در مطالعه‌ای حسین آبادی و همکاران در سال ۲۰۲۰ که باهدف تشخیص سرطان دهانه‌ی رحم در تصاویر پاپ اسمیر با استفاده از ویژگی‌های بافتی و هندسی صورت گرفت، به منظور افزایش دقت در تشخیص از ویژگی‌های بافتی هیستوگرام‌گرایان چرخشی به‌عنوان مکمل ویژگی‌های هندسی استفاده شد. نتایج الگوریتم طراحی شده در طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان در این مطالعه دقت ۹۷/۵ درصد را نشان داد (۶)

جنکتا<sup>۱</sup> و همکاران از یک طبقه‌بندی بدون نظارت با استفاده از ۸۲ تصویر گرفته شده از ۱۸ نفر جهت تقسیم هفت نوع از سلول‌ها، از جمله دو نوع از سلول‌های سنگفرشی، یک نوع از اندوسرویکال<sup>۲</sup>، سه نوع دیسپلازی و سرطانی، در تشخیص درست هسته تکی در کنار تداخل سلول‌ها در قسمت‌هایی که سیتوپلاسم تداخل دارد استفاده کردند. این روش دارای دقت ۹۳ درصد می‌باشد (۲۳). اگر چه این روش باعث کاهش خطای غربالگری، کاهش زمان تشخیص غیرطبیعی بودن سلول‌ها، افزایش توان عملیاتی، کمک به متخصص در زمینه رتبه بندی سلول‌ها، افزایش دقت و کارایی در تصاویر با رنگ آمیزی متناقض و کنتراست ضعیف، شد اما به دلیل عملکرد ضعیف در مراحل تقسیم هسته و سیتوپلاسم در مناطقی که با هم تداخل دارند و

<sup>4</sup> Zhang

<sup>5</sup> Gonzalez

<sup>1</sup> Genctav

<sup>2</sup> Endocervical

<sup>3</sup> Zhao



و دسته‌بندی سول های سرطانی سرویکس در دسترس است اما روش پیشنهادی می‌تواند با تشخیص با دقت بالا و حساسیت بیشتر و نتایج کاذب کمتر کمک چشمگیری در تشخیص سرطان سرویکس نماید و در درمان به‌موقع بیماران و جلوگیری از مرگ‌ومیر آن‌ها تأثیر بسزایی داشته باشد.

### تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی به شماره ۱۵۰۴۱۰۰۷۹۴۲۰۰۷ مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد می‌باشد. بدین وسیله از معاونت پژوهشی و فن آوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد به جهت حمایت از این طرح و کارکنان بخش آزمایشگاه‌های تشخیصی دکتر رجبی، دکتر محزون، آزمایشگاه مهدیه، آزمایشگاه نیکان و آزمایشگاه بیمارستان الزهراء، شهید بهشتی و امید جهت همکاری در تهیه داده‌های مورد نیاز، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

مطالعه حاضر جهت افزایش دقت و همچنین کاهش مثبت کاذب منفی کاذب هم از ویژگی‌های مورفولوژیکی و هم از نسبت قطر هسته به سیتوپلاسم با کمک روش متوسط الگوهای دودویی محلی توسعه یافته مستحکم و از طبقه بند ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی استفاده شده است. استفاده از ماشین بردار پشتیبان در حالات دودویی به خوبی عمل می‌کند و آموزش نسبتاً ساده و از قدرت خوبی در تعمیم برخوردار می‌باشد، که باعث افزایش دقت نسبت به طبقه بندهای رگرسیون لجستیک و C4.5 می‌شود که نتایج ما نشان داد که دقت روش پیشنهادی نسبت به سایر روش‌ها بیشتر بوده و همچنین نسبت مثبت کاذب نسبت به سایر روش‌ها کمتر است.

### نتیجه‌گیری

روش‌های مختلفی مبتنی بر هوش مصنوعی برای تشخیص

### References:

1. Ito Y, Miyoshi A, Ueda Y, Tanaka Y, Nakae R, Morimoto A, et al. An artificial intelligence-assisted diagnostic system improves the accuracy of image diagnosis of uterine cervical lesions. *Mol Clin Oncol* 2022;16(2):1-6.
2. Xu D, Zhu X, Ren J, Huang S, Xiao Z, Jiang H, et al. Quantitative proteomic analysis of cervical cancer based on TMT-labeled quantitative proteomics. *J Proteomics*.2022;252:104453.
3. Gupta R, Sarwar A, Sharma V. Screening of cervical cancer by artificial intelligence-based analysis of digitized papanicolaou-smear images. *Int J Contemp Med Res* 2017;4(5):2454-7379.
4. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: Cancer J Clin*.2021;71(3)209-49.
5. Wang C-W, Liou Y-A, Lin Y-J, Chang C-C, Chu P-H, Lee Y-C, et al. Artificial intelligence-assisted fast screening cervical high grade squamous intraepithelial lesion and squamous cell carcinoma diagnosis and treatment planning. *Sci Rep* 2021;11(1):16244.
6. Hosseinabadi H, Mehri-Dehnavi A, Talebi A, Momenzadeh M, Vard A. Diagnosis of Cervical Cancer Using Texture and Morphological Features in Pap Smear Images. *J Isfahan Med Sch* 2020;38(583):489-93.
7. Asgary R, Beideck E, Naderi R. Comparative assessment of test characteristics of cervical cancer screening methods for implementation in low-resource settings. *Prev Med* 2022;154:106883.
8. Nayar R, Wilbur DC. The Bethesda system for reporting cervical cytology: definitions, criteria, and explanatory notes. Third ed: Springer; 2015
9. Tian X, Li C, Hou Y, Xie J, Song M, Liu K, et al. Artificial intelligence in brachytherapy for cervical cancer. *J Cancer Res Ther* 2022;18(5):1241-6.
10. Sarwar A, Sharma V. Comparative analysis of machine learning techniques in prognosis of type II diabetes. *AI Soc* 2014 Feb;29:123-9.
11. Kern J, Dezelic G, Tezak-Bencic M, Durrigl T, editors. Medical decision making using inductive learning program. Proceedings of 1st congress on Yugoslav medical informatics, Beograd; 1990.

12. Kano Y, Ikushima H, Sasaki M, Haga A. Automatic contour segmentation of cervical cancer using artificial intelligence. *J Radiat Res* 2021;62(5):934-44.
13. Soni VD, Soni AN. Cervical cancer diagnosis using convolution neural network with conditional random field. In: 2021 Third International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA). IEEE; 2021.
14. Sokouti B, Haghypour S, Tabrizi AD. A framework for diagnosing cervical cancer disease based on feedforward MLP neural network and ThinPrep histopathological cell image features. *Neural Comput Appl* 2014;24(1):221-32.
15. Zhao L, Li K, Wang M, Yin J, Zhu E, Wu C, et al. Automatic cytoplasm and nuclei segmentation for color cervical smear image using an efficient gap-search MRF. *Comput Biol Med* 2016;71:46-56.
16. Su J, Xu X, He Y, Song J. Automatic detection of cervical cancer cells by a two-level cascade classification system. *Anal Cell Pathol (Amst)* 2016;2016:9535027. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9535027>.
17. Song Y, Zhang L, Chen S, Ni D, Li B, Zhou Y, Lei B, Wang T. A deep learning based framework for accurate segmentation of cervical cytoplasm and nuclei. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2014; 2014:2903-6.
18. Harandi NM, Sadri S, Moghaddam NA, Amirfattahi R. An Automated Method for Segmentation of Epithelial Cervical Cells in Images of ThinPrep. *J Med Syst* 2010;34(6):1043-58.
19. Sokouti B, Haghypour S, Tabrizi AD. A Pilot Study on Image Analysis Techniques for Extracting Early Uterine Cervix Cancer Cell Features. *J Med Syst* 2012;36(3):1901-7.
20. Ojala T, Pietikainen M, Maenpaa T. Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell* 2002;24(7):971-87. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/tpami.2002.1017623>.
21. Liu L, Lao S, Fieguth PW, Guo Y, Wang X, Pietikainen M. Median robust extended local binary pattern for texture classification. *IEEE Trans Image Process* 2016;25(3):1368-81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/TIP.2016.2522378>.
22. Duda RO, Hart PE, Stork DG. *Pattern classification*: John Wiley & Sons; 2012
23. Gençtav A, Aksoy S, Önder S. Unsupervised segmentation and classification of cervical cell images. *Patt Recogn* 2012;45(12):4151-68.
24. Zhang J, Hu Z, Han G, He X. Segmentation of overlapping cells in cervical smears based on spatial relationship and overlapping translucency light transmission model. *Patt Recogn* 2016;60:286-95.
25. Garcia-Gonzalez D, Garcia-Silvente M, Aguirre E. A multiscale algorithm for nuclei extraction in pap smear images. *Expert Syst Appl* 2016; 64:512-22.

## A NEW METHOD BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIAGNOSIS OF CERVICAL LESIONS USING A COMBINATION OF MODERATE BINARY PATTERNS DEVELOPED LOCALLY AND SUPPORT VECTOR MACHINE

Soheila Hafezi Haghani<sup>1</sup>, Jaber Zabihirad<sup>2</sup>, Mohammad Ghasembandi<sup>\*3</sup>, Sajad Farokhi<sup>4</sup>

Received: 26 November, 2022; Accepted: 03 May, 2023

### Abstract

**Background & Aims:** Invasive cervical cancer is the second most common cancer among women worldwide. There are many methods based on artificial intelligence to accurately diagnose the normality or cancer of the cells, which help the specialist to diagnose cancer cells better and faster. This study aimed to present a new and efficient method for automatically detecting normal and abnormal cells.

**Material & Method:** This was a descriptive study. In order to create the database, 2600 images were prepared from 150 cytological slides. Images were evaluated, identified, and classified by specialists. In order to evaluate the proposed method in the prepared database, out of 2600 images prepared, 1300 images were considered for system training and 1300 images for testing. This research used MATLAB software version R2014b to evaluate and compare the proposed method with other methods.

**Results:** Morphological extractors were used to extract the characteristics of the cells in all three stages, and support vector machine, logistic regression and C4.5 classifications were used for classification, respectively. The accuracy of the proposed method in detecting cervical cells in both normal and abnormal groups was 98.23%, which is more than other methods, and also the ratio of false positives (0.92%) and false negatives (0.85%) is lower than other methods.

**Conclusion:** The proposed method can help significantly in the field of diagnosis in medicine with the early detection of cancer and, in many cases, can be very effective in timely treatment of the patients and prevention of their mortality.

**Keywords:** Cervical Cancer, Locally Developed Binary Pattern, Support Vector Machine

**Address:** Community Health Research Center, Isfahan Branch (Khorasgan) Islamic Azad University, Isfahan, Iran

**Tel:** +989372625133

**Email:** m.ghasembandi@yahoo.com

Copyright © 2023 Nursing and Midwifery Journal

This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, as long as the original work is properly cited.

<sup>1</sup> Master of Computer Science, Faculty of Computer Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

<sup>2</sup> Educator, Department of Operating Room Technology, School of Nursing and Midwifery, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup> Educator, Master of Operating Room Technology, Community Health Research Center, Isfahan Branch (Khorasgan) Islamic Azad University, Isfahan, Iran (Corresponding Author)

<sup>4</sup> Assistant Professor, Faculty of Computer Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran