

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده برق و کامپیوتر

طراحی سیستم بازشناسی اتوماتیک تومورهای سرطانی از روی تصاویر ماموگرام

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق-الکترونیک

سید مسعود هاشمی عمروآبادی

استاد راهنما
دکتر محمدرضا احمدزاده

بهار ۱۳۸۷



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق - الکترونیک آقای سید مسعود هاشمی
عمروآبادی

تحت عنوان

طراحی سیستم بازشناسی اتوماتیک تومورهای سرطانی
از روی تصاویر ماموگرام

در تاریخ ۱۳۸۷/۱/۳۱ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| دکتر محمدرضا احمدزاده | ۱- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر علی حکمت نیا | ۲- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر سعید صدری | ۳- استاد داور |
| دکتر رسول امیرفتاحی | ۴- استاد داور |
| دکتر علی محمد دوست حسینی | ۵- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده |

تشکر و قدردانی

در کلیه مراحل تحقیق و تدوین این پایان نامه از کمک و راهنمایی اساتید ارجمندی برخوردار بودم که لازم است مراتب قدردانی و تشکر خود را نسبت به آنان بیان دارم. از آقای دکتر محمدرضا احمدزاده، استاد راهنمای پایان نامه که در طی این مدت همواره نظرات سودمندشان حلال مشکلات بود کمال تشکر را دارم. بی شک بدون راهنمایی های ایشان انجام این پایان نامه میسر نبود. از آقای دکتر علی حکمت نیا، استاد مشاور پایان نامه، که در مدت تحصیل از محضر ایشان بهره فراوان بردم و در انجام این تحقیق نیز از راهنمایی های ارزشمندشان خصوصاً در مرحله نگارش پایان نامه استفاده نمودم سپاسگذاری و قدردانی می نمایم. همچنین لازم است از آقایان دکتر سعید صدری و دکتر رسول امیرفلاحی که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند و با حضور در جلسه دفاع از پایان نامه نکات مفیدی را یادآوری نمودند، تشکر نمایم.

در نهایت آنچه هرگز نباید فراموش کنم حمایت های بی دریغ خانواده و مخصوصاً پدر و مادر گرامی ام در کلیه مراحل تحصیل می باشد. قطعاً اگر کانون گرم خانواده و محبت های آنان نبود رسیدن به این مرحله تحصیلی برایم دشوار می نمود. در همین جا تمام زحمات آنها را ارج می نهم و برایشان آرزوی موفقیت می نمایم.

با آرزوی توفیق از درگاه ایزد منان

سید مسعود هاشمی

فروردین ۱۳۸۷

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به **دانشگاه صنعتی اصفهان**
است.

تقدیم بہ پدر و مادر عزیزم

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هشت
چکیده	۱
فصل اول : مقدمه	
۱-۱- معرفی سرطان سینه	۲
۲-۱- ساختار سینه	۳
۱-۲-۱- انواع بافت‌های سینه از دید ماموگرافی	۵
۲-۲-۱- انواع ضایعات در سرطان سینه	۶
۳-۱- ماموگرافی دیجیتال (FFDM)	۹
۴-۱- پایگاه داده استفاده شده	۱۱
۱-۴-۱- پایگاه داده mini-MIAS	۱۱
۲-۴-۱- پایگاه داده فراری و رانگایان	۱۱
۵-۱- تشخیص کامپیوتری (CAD)	۱۱
۶-۱- ارزیابی عملکرد	۱۳
۱-۶-۱- منحنی ROC معیاری برای بررسی کارایی الگوریتم‌های تشخیص	۱۴
۷-۱- پیاده سازی الگوریتم	۱۶
۱-۷-۱- تشخیص	۱۷
۲-۷-۱- دسته‌بندی	۲۲
۳-۷-۱- ویژگیها	۲۲
۴-۷-۱- روش‌ها و ابزارهای کلاس بندی	۲۷
۸-۱- نتایج الگوریتم‌های بررسی شده	۳۰
۹-۱- ساختار پایان‌نامه	۳۱
۱۰-۱- خلاصه	۳۳
فصل دوم : تشخیص مرز سینه و جداسازی ماهیچه پکتورال	
۱-۲- مقدمه	۳۴
۲-۲- حذف مصنوعات و اعوجاجها	۳۵
۳-۲- روش پیشنهادی برای استخراج مرز سینه با استفاده از فیلتر گابور	۳۷
۴-۲- روش پیشنهادی برای تشخیص مرز سینه با استفاده از مدل ترکیب گوسی	۴۷
۱-۴-۲- مدل ترکیب گوسی	۵۰
۲-۴-۲- حداکثر درست‌نمایی	۴۹
۳-۴-۲- الگوریتم Expectation-Maximization	۵۰

۵۳	۵-۲-۲-۲-۵-۲	روش پیشنهادی برای تشخیص مرز سینه با استفاده از روش آستانه گذاری بر اساس انترویی
۵۵	۱-۵-۲-۲-۵-۲	ماتریس همرخداد
۵۶	۲-۵-۲-۲-۵-۲	آستانه گذاری بر اساس انترویی نسبی
۵۹	۶-۲-۲-۵-۲	روش پیشنهادی برای جداسازی ماهیچه پکتورال با استفاده از مدل ترکیب گوسی
۶۳	۷-۲-۲-۵-۲	الگوریتم جداسازی ماهیچه پکتورال با استفاده از فیلترهای گابور
۶۶	۱-۷-۲-۲-۵-۲	روش پیشنهادی برای اصلاح روش ما و ماجونات
۶۷	۸-۲-۲-۵-۲	ارزیابی مرزهای استخراج شده
۶۷	۱-۸-۲-۲-۵-۲	ارزیابی مرزهای استخراج شده برای سینه
۷۰	۲-۸-۲-۲-۵-۲	ارزیابی مرزهای استخراج شده برای ماهیچه پکتورال
۶۹	۹-۲-۲-۵-۲	خلاصه

فصل سوم : تشخیص نواحی مشکوک

۷۰	۱-۳-۲-۵-۲	مقدمه
۷۱	۲-۳-۲-۵-۲	روش ROI Hunter برای یافتن نواحی مشکوک
۷۲	۳-۳-۲-۵-۲	روش پیشنهادی برای یافتن نواحی مشکوک
۷۳	۱-۳-۳-۲-۵-۲	کاهش تعداد ماکزیمم‌های محلی با استفاده از تقریب هیستوگرام به وسیله منحنی Bezier
۷۶	۴-۳-۲-۵-۲	مقایسه روش های تشخیص مناطق مورد توجه
۸۰	۵-۳-۲-۵-۲	خلاصه

فصل چهارم : بازشناسی تومورها

۸۱	۱-۴-۲-۵-۲	مقدمه
۸۱	۲-۴-۲-۵-۲	روشهای استفاده شده برای استخراج ویژگیها
۸۲	۱-۲-۴-۲-۵-۲	ویژگی های استخراج شده از ماتریس همرخداد
۸۴	۲-۲-۴-۲-۵-۲	ویژگی های استخراج شده از ماتریس طول تکرار
۹۰	۳-۲-۴-۲-۵-۲	ویژگی های استخراج شده از هیستوگرام تصویر
۸۸	۴-۲-۴-۲-۵-۲	ویژگی های استخراج شده از تصاویر خروجی فیلترهای گابور
۸۹	۵-۲-۴-۲-۵-۲	اندازه گیری بعد فرکتالی تصاویر
۹۲	۶-۲-۴-۲-۵-۲	تبدیل کارهونن لایف یا تحلیل مؤلفه اصلی
۱۰۰	۳-۴-۲-۵-۲	روشهای انتخاب مؤثرترین ویژگیها
۱۰۰	۱-۳-۴-۲-۵-۲	روش پیشنهادی با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای انتخاب مؤثرترین ویژگی ها
۱۱۳	۲-۳-۴-۲-۵-۲	استفاده از انترویی برای انتخاب ویژگی های مؤثر
۱۱۱	۴-۴-۲-۵-۲	استفاده از ماشین بردار پشتیبان (SVM) به عنوان ابزاری برای کلاسدی
۱۱۵	۱-۴-۴-۲-۵-۲	استفاده از هسته برای دسته بندی غیرخطی
۱۱۶	۵-۴-۲-۵-۲	نتایج به دست آمده از استخراج ویژگیها و انتخاب ویژگیهای مؤثر
۱۱۸	۱-۵-۴-۲-۵-۲	برآورد کارایی ویژگیهای حاصل از ماتریسهای همرخداد

- ۱۲۲-۲-۵-۴- برآورد کارایی ویژگیهای حاصل از ماتریسهای طول تکرار.....
- ۱۲۳-۳-۵-۴- برآورد کارایی ویژگیهای حاصل از خروجیهای بانک فیلتر گابور.....
- ۱۲۴-۴-۵-۴- برآورد کارایی ویژگیهای حاصل از تبدیل کارهونن لاییف.....
- ۱۲۷-۶-۴- مقایسه روش پیشنهادی با دیگر روشها.....
- ۱۲۷-۷-۴- خلاصه.....

فصل پنجم : طبقه‌بندی تومورها

- ۱۲۹-۱-۵- مقدمه.....
- ۱۳۰-۲-۵- معرفی ویژگیهای استفاده شده برای شناسایی نوع تومور.....
- ۱۳۳-۱-۲-۵- بعد فرکتالی (بعد جعبه‌ای یا بعد شمارش جعبه‌ها).....
- ۱۳۵-۲-۲-۵- ویژگیهای استخراج شده با استفاده از تبدیل موجک پیوسته.....
- ۱۳۶-۳-۲-۵- اندازه‌گیری میزان مدور بودن.....
- ۱۳۷-۴-۲-۵- کنتراست.....
- ۱۳۸-۳-۵- دسته‌بندی تومورها.....
- ۱۳۹-۴-۵- خلاصه.....

فصل ششم : جمع‌بندی نتایج و پیشنهادات

- ۱۴۱-۱-۶- بررسی نتایج.....
- ۱۴۳-۲-۶- پیشنهادات.....
- ۱۴۵-مراجع.....

چکیده

سرطان سینه شایعترین سرطان و اولین عامل مرگ و میر ناشی از سرطان در میان زنان جهان است. در حال حاضر ماموگرافی مناسبترین روش تشخیص سرطان سینه محسوب می‌گردد. اما به علت نوع بافت سینه و استفاده از تابش اشعه ایکس با تراکم پایین در تهیه ماموگرام‌ها، تصاویر از تباین پایینی برخوردارند. در ضمن تومورها دارای اندازه‌ها و شکل‌های متفاوتی هستند به همین دلیل تشخیص ضایعات به خصوص در مراحل اولیه تشکیل کار بسیار دشوار و خسته کننده‌ای است. آمار نشان می‌دهد تشخیص زودهنگام ضایعات در کاهش مرگ و میر ناشی از سرطان نقش چشمگیری دارد. در این تحقیق هدف یافتن تومورها در تصاویر ماموگرام می‌باشد. تصاویر ماموگرام دارای ابعاد بزرگی هستند و پردازش کل تصویر برای یافتن تومور بسیار زمانبر می‌باشد به منظور کاهش نواحی مورد پردازش تصویر روشهایی برای جداسازی پس زمینه از بافت سینه و شناسایی مرز ماهیچه پکتورال پیشنهاد شده‌اند. برای کاهش بیشتر نواحی که مورد پردازش قرار می‌گیرد الگوریتمی برای شناسایی نواحی مشکوک پیشنهاد شده است تا الگوریتم بازشناسایی تنها بر تصاویر خروجی از این الگوریتم اعمال شود. برای بازشناسی تومورها تعدادی ویژگی از تصاویر مربوط به نواحی مشکوک استخراج می‌شود. برای به دست آوردن بهترین ویژگی‌های ممکن ابتدا چندین روش استخراج داده بررسی شده‌اند سپس یک روش ترکیبی با استفاده از ویژگی‌های به دست آمده از ماتریس هم‌رخداد و تبدیل PCA پیشنهاد شده است که دارای کارایی بسیار مناسبی می‌باشد. برای کاهش تعداد ویژگی‌های مورد استفاده و همچنین افزایش بازدهی الگوریتم، یک روش برای انتخاب ویژگی‌های مؤثر با استفاده از الگوریتم ژنتیک پیشنهاد شده است. برای دسته‌بندی نهایی نیز از بین ابزارهای مختلف موجود، SVM پس از ارزیابی تعدادی از ابزارهای کلاس‌بندی به عنوان یکی از مطمئن‌ترین روش‌های کلاس‌بندی در این کاربرد انتخاب شده و مورد استفاده قرار گرفته است. در انتها نیز برای شناسایی نوع تومور (خوش یا بد خیمی تومور) یک روش بر اساس یافتن مرز تومور و باز کردن این مرز حول مرکز جرم و استخراج ویژگی‌های توصیف کننده شکل مانند بعد فرکتالی، پیشنهاد شده است. الگوریتم نهایی پیشنهاد شده به صورت ترکیب ویژگی‌های ماتریس هم‌رخداد و PCA و انتخاب ویژگی‌ها توسط الگوریتم ژنتیک به سطح زیر منحنی 0.97 رسیده است. درصد تشخیص مثبت صحیح به دست آمده توسط SVM برابر $97/3\%$ و درصد تشخیص مثبت کاذب برابر $16/65\%$ می‌باشد.

فصل اول

مقدمه

۱-۱- معرفی سرطان سینه

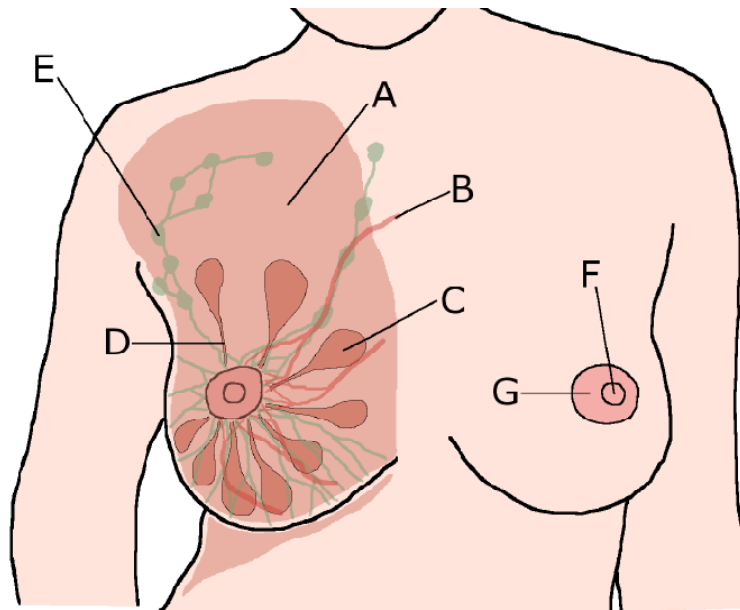
سرطان سینه یکی از مهم ترین عوامل مرگ و میر بین خانم‌هاست. طبق آمار ارائه شده توسط انجمن سرطان آمریکا از بین هر نه زن یکی از آنها در طول زندگی سرطان سینه را تجربه می‌کند. سرطان سینه پس از سرطان ریه، دومین رتبه در مرگ و میر ناشی از سرطان را در بین زنان و ششمین رتبه در میان کل سرطان‌های زنان و مردان را به خود اختصاص داده است. طبق آمار سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۵ میلادی بیش از ۱/۲ میلیون نفر مبتلا به این بیماری شناسائی شده‌اند [۱]. در همین سال در آمریکا ۲۱۱ هزار زن به این بیماری مبتلا شدند که چهل هزار مورد، منجر به مرگ شده‌است. تشخیص زود هنگام باعث کاهش این میزان مرگ و میر می‌شود. ماموگرافی در حال حاضر تنها روش مؤثر برای شناسایی سرطان سینه در مراحل اولیه است. تشخیص سرطان توسط رادیولوژیست کاری خسته کننده و پیچیده است و درصد صحت تشخیص وابسته به تجربه رادیولوژیست می‌باشد. آمار نشان می‌دهد که تنها ۸۵٪ تشخیص‌های انجام شده از روی ماموگرام درست هستند و اغلب رادیولوژیست‌ها برای اطمینان از صحت تشخیص، از نمونه‌برداری استفاده می‌کنند که علاوه بر هزینه‌های اضافی برای بیمار آسیب‌هایی را نیز به او وارد می‌نماید. بنابراین برای کاهش درصد خطا در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های مبتنی بر تشخیص کامپیوتری رواج پیدا کرده است.

درباره تعداد مبتلایان و میزان مرگ و میر ناشی از سرطان سینه در کشور ایران آمار دقیقی در دست نیست، اما بر اساس مطالعات ثبت شده در انیستیتوی سرطان بیمارستان امام خمینی تهران آمار ابتلا به این بیماری در یک سال حدود ۲۲/۵ در صدهزار نفر جمعیت است. این آمار در کل جهان حدود ۲۷/۵ در صدهزار نفر است که در حدود یک پنجم آمار مربوط به کشور آمریکاست. براساس مطالعات همین مرکز در آمار مربوط به شهر تهران در سال

۱۳۷۷ و بر اساس نسبت جمعیت، حدود ۷۴۰۰ مورد ابتلا به سرطان سینه تخمین زده شده است که ۱۳ درصد کل سرطانها (در هر دو جنس) و شایعترین سرطان در بین زنان بوده است. در بررسی‌های دیگری که در کشور ایران انجام گرفته است متوسط سنی ابتلا به این بیماری ۴۸ سال بوده است [۲].

۱-۲- ساختار سینه

ساختار سینه و قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده آنرا می‌توان در شکل ۱-۱ ملاحظه نمود.



شکل ۱-۱ ساختار یک سینه سالم

- A Pectoral muscle
- B Vasculature
- C Lobe
- D Duct
- E Lymph node and lymphatic system
- F Nipple
- G Areola

سینه طبیعی از سه نوع بافت اصلی شامل بافت فیبروز^۱، غده‌ای^۲ و چربی تشکیل شده است. سینه‌ها بر روی ماهیچه پکتورال^۳ قرار دارند. هر یک از سینه‌ها دارای ۱۵ تا ۲۰ لوب^۴ بافت غده‌ای بوده که توسط بافت همبند لیفی با یکدیگر ارتباط دارند. هر لوب، محتوی لوبول‌ها^۵ (خوشه‌هایی از سلول‌هایی ترشحی موسوم به آرنول^۶ که به داخل مجاری لاکتوفروس^۷ باز می‌شوند) است. بافت چربی با ضخامتی در حدود یک سانتی‌متر، در زیر لایه خارجی پوست قرار دارد [۳].

¹ Fibrosis
² Glandular
³ Pectoral
⁴ Lobe
⁵ Lobules
⁶ Areola
⁷ Lactiferous

اگرچه از سوی پزشکان برای بیان میزان پیشرفت سرطان استانداردهای رتبه‌بندی متفاوتی ارائه شده است، اما معمولاً در تمام این رتبه‌بندی‌ها سرطان سینه از نظر میزان پیشرفت در چهار یا پنج مرحله اصلی رده‌بندی می‌شود. اولین مرحله مربوط به احتمال آغاز تشکیل ضایعه و آخرین آن مربوط به پیشرفت کامل سرطان و گسترش آن به دیگر بافتهای بدن است. پزشک بسته به نوع بیماری و مرحله‌ای که بیماری در آن قرار دارد نوع درمان را مشخص می‌کند.

بر طبق استاندارد موسسه ملی سرطان آمریکا مراحل پیشرفت سرطان به طور خلاصه عبارتند از:

- مرحله صفر: در این مرحله سرطان آغاز نشده است اما احتمال آغاز تشکیل ضایعه و شروع بیماری وجود دارد. دلیل این احتمال تشکیل سلولهای غیرتهاجمی^۱ سرطانی در سینه است. اگرچه این سلولها بی‌خطرند اما آمادگی تبدیل شدن به سلولهای تهاجمی^۲ را دارند.

- مرحله ۱: این مرحله از مراحل آغازین سرطان محسوب می‌گردد. در این مرحله در صورت وجود تومور، اندازه آن کوچکتر از ۲ سانتیمتر است و سرطان تهاجم به بافتهای اطراف را آغاز نکرده است.

- مرحله ۲ الف: این مرحله نیز از مراحل ابتدایی سرطان محسوب می‌گردد که در آن ضایعه سرطانی کوچکتر از ۲ سانتیمتر است و بیماری به غدد متحرک زیر بغل^۳ سرایت کرده است.

- مرحله ۲ ب: تفاوت این مرحله با مرحله قبل در اندازه ضایعه است. در این مرحله ضایعه از ۲ سانتیمتر بزرگتر شده است.

- مرحله ۳ الف: در این مرحله اندازه ضایعه از ۲ سانتیمتر کوچکتر است و سرطان به غدد ثابت زیر بغل^۴ سرایت کرده است.

- مرحله ۳ ب: در این مرحله ضایعه هر اندازه‌ای می‌تواند داشته باشد و به بافتهای داخلی سینه و اطراف آن سرایت کرده است. در این مرحله گسترش به دیگر نقاط بدن رخ نداده است و متاستاز دور وجود ندارد.

- مرحله ۴: در این مرحله ضایعه می‌تواند اندازه‌های متفاوتی داشته باشد. بیماری به طور کامل پیشرفت کرده است و به نقاط متفاوت بدن سرایت نموده است (متاستاز دور) [۴].

جدول ۱-۱ شانس زنده ماندن بیمار مبتلا به سرطان سینه به مدت پنج سال را در هر یک از مراحل فوق نشان می‌دهد. این جدول به خوبی بیانگر اهمیت تشخیص زودهنگام سرطان و آغاز درمان در مراحل اولیه بیماریست.

^۱ Noninvasive

^۲ Invasive

^۳ Movable axillary nodes

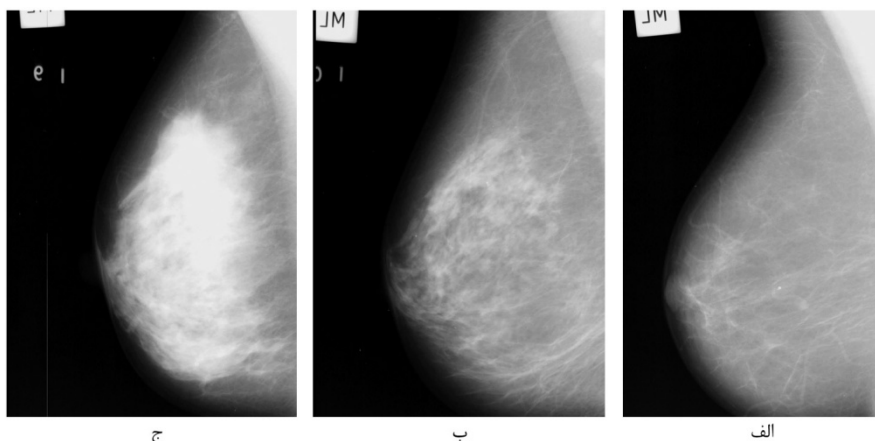
^۴ Fixed axillary nodes

جدول ۱-۱ شانس زنده ماندن به مدت پنج سال برای بیماران مبتلا به سرطان سینه [۴]

مرحله	شانس زنده ماندن
مرحله صفر	٪۱۰۰
مرحله ۱	٪۹۸
مرحله ۲ الف	٪۸۸
مرحله ۲ ب	٪۷۶
مرحله ۳ الف	٪۵۶
مرحله ۳ ب	٪۴۹
مرحله ۴	٪۱۶

۱-۲-۱- انواع بافت‌های سینه از دید ماموگرافی

بافت سینه افراد مختلف با یکدیگر تفاوت دارد. برای مثال در افراد جوان به دلیل تراکم بافت سینه تصویر بافت به صورت فشرده و چگال نمایان می‌شود و سطح روشنایی بافت در تصویر بدست آمده بالاست. با افزایش سن این تراکم کاهش می‌یابد که باعث سهولت در تشخیص می‌گردد. سینه‌هایی که دارای ۱۰ تا ۵۰ درصد بافت متراکم باشند اصطلاحاً متراکم جزئی^۱، سینه‌هایی که دارای ۵۰ تا ۹۰ درصد بافت متراکم باشند، متراکم^۲ و سینه‌های دارای ۹۰ تا ۱۰۰ درصد بافت متراکم، بسیار متراکم^۳ نامیده می‌شوند. در یک دسته‌بندی مشابه بافت سینه افراد مختلف با توجه به خصوصیات ظاهری آنها در ماموگرافی به سه دسته سینه با بافت چربی^۴، سینه با بافت چربی-غددی^۵ و سینه با بافت متراکم-غددی^۶ تفکیک می‌گردد [۳]. تفاوت خصوصیات بافت این سه نوع سینه در شکل ۱-۲ دیده می‌شود.



شکل ۱-۲ الف-سینه با بافت چربی، ب-سینه با بافت چربی-غددی، ج-سینه با بافت متراکم-غددی [۷]

^۱ Partially dense
^۲ Dense
^۳ Very dense
^۴ Fatty
^۵ Fatty-Glandular
^۶ Dense-Glandular

تعیین نوع بافت به صورت خود کار یا چشمی و به لحاظ خصوصیات آن در پردازش ها می تواند به بالا رفتن دقت نتایج کمک کند [۳].

۱-۲-۲- انواع ضایعات در سرطان سینه

ضایعات متفاوتی وجود دارند که به عنوان سرطان سینه شناخته می شوند. برخی از مهمترین آنها عبارتند از:

- تومور^۱

- کلسیفیکیشن^۲ یا رسوب کلسیم در بافت

- به هم ریختگی ساختار بافت سینه^۳

- عدم تقارن بین تراکم بافت دو سینه^۴

در ادامه به معرفی برخی از انواع ضایعات پرداخته می شود.

کلسیفیکیشن: رسوب کلسیم در بافت را کلسیفیکیشن می نامند. ابعاد این ذرات کلسیمی معمولاً بین ۰/۱ میلی متر تا ۱۰ میلی متر متفاوت است و دارای شکل مشخصی نمی باشند. به ابعاد کوچک کلسیفیکیشن ها (معمولاً زیر نیم میلی متر)، میکرو کلسیفیکیشن گفته می شود. میکرو کلسیفیکیشن ها به دلیل ابعاد بسیار کوچک معمولاً در آغاز تشکیل با چشم قابل رؤیت نمی باشند و برای تشخیص باید به حد کافی رشد کنند تا با چشم دیده شوند. واضح است که بزرگ شدن ضایعه در صورت بدخیم بودن باعث طولانی شدن مدت درمان، افزایش زمان مصرف دارو و کاهش شانس بهبود می گردد. تشخیص زود هنگام میکرو کلسیفیکیشن ها یعنی در آغاز تشکیل به روند درمان و بهبود بیماری کمک کرده و به همین دلیل از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

کلسیفیکیشن ها از لحاظ شکل ظاهری و نحوه توزیع در بافت بسیار متنوع اند. خصوصیات ظاهری کلسیفیکیشن ها در تشخیص خوش خیمی و بدخیمی آنها دارای اهمیت است. کلسیفیکیشن ها را بسته به نحوه توزیع در بافت در یکی از دو دسته زیر قرار می دهند:

- خوشه^۵: حضور بیش از سه کلسیفیکیشن در محدوده ای مشخص (معمولاً با وسعت یک سانتی متر مربع) را خوشه کلسیفیکیشن می نامند. خوشه های میکرو کلسیفیکیشن از نظر پزشکی دارای اهمیت زیادی می باشند.

- پراکنده^۶: در صورتیکه کلسیفیکیشن ها به صورت تک تک وجود داشته باشند و در بخش عمده ای از بافت اصلی سینه پخش شده باشند به آنها متفرق یا پراکنده می گویند.

نوع انتشار میکرو کلسیفیکیشن ها در بافت در تعیین نوع ضایعه و دسته بندی آنها دارای اهمیت است. همچنین فرم دانه های میکرو کلسیفیکیشن در بررسی آنها بسیار اهمیت دارد. میکرو کلسیفیکیشن ها از لحاظ فرم در یکی از دسته های زیر قرار می گیرند [۵و۶]:

¹ Tumor

² Calcification

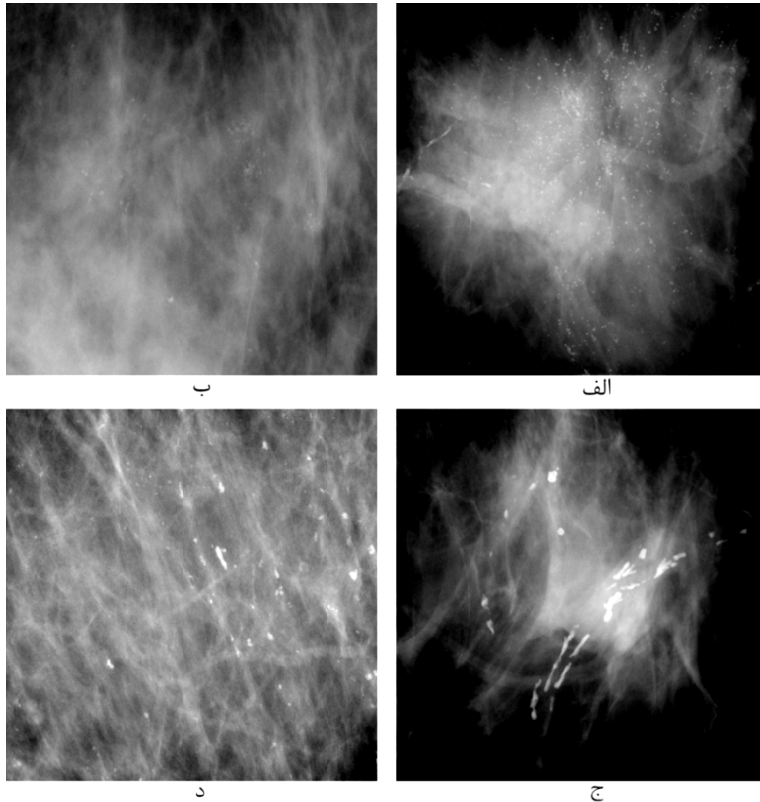
³ Architectural Distortion

⁴ Asymmetrical Density

⁵ Cluster

⁶ Scatter

- نقطه‌ای^۱: این نوع کلسیفیکیشن احتمالاً خوش خیم هستند و معمولاً در صورت مشاهده برای تشخیص قطعی نیاز به پی‌گیری و مراجعه برای تصویربرداری مجدد پس از مدت زمان کوتاهی دارد.
- گرد^۲: این نوع از کلسیفیکیشن نیز احتمالاً خوش خیم است و برای تشخیص به مراجعه مجدد پس از مدت زمان کوتاه برای تصویربرداری نیاز است.
- بی شکل^۳: معمولاً گرد یا تکه‌تکه‌ای شکل هستند و به علت کوچکی و مبهم بودن شکل به سختی قابل تشخیص هستند.
- چندشکلی^۴: کلسیفیکیشن‌های دارای شکل و اندازه متفاوت که معمولاً قطر آنها از نیم میلی‌متر کمتر است و احتمالاً بدخیم هستند. بنابراین برای تشخیص قطعی نیاز به نمونه برداری است.
- خطی^۵: این نوع کلسیفیکیشن‌ها دارای شکل خطی هستند. بسته به شکل آنها به دو دسته میله‌ای شکل^۶ و نامنظم^۷ تقسیم می‌شوند. نوع میله‌ای ظاهری منظم دارد و خوش خیم است. نوع نامنظم آن بدخیم است. شکل ۱-۳ چند نمونه از انواع میکروکلسیفیکیشن‌ها را نشان می‌دهد.

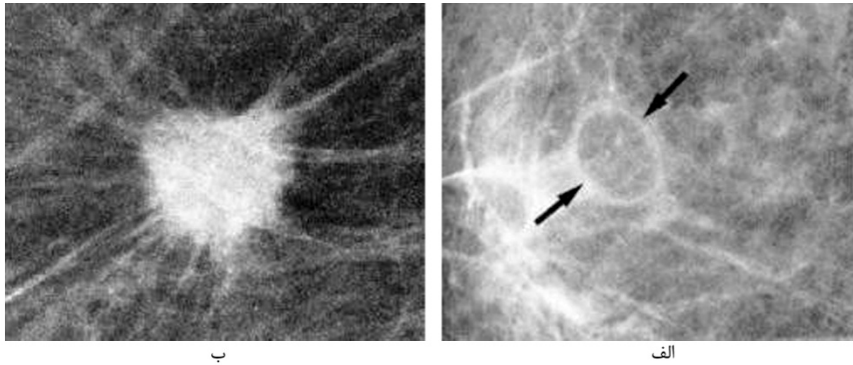


شکل ۱-۳ چند نمونه از انواع میکروکلسیفیکیشن‌ها، الف- بی شکل، ب- چندشکلی، ج- خطی نامنظم،

د- خطی میله‌ای [۵]

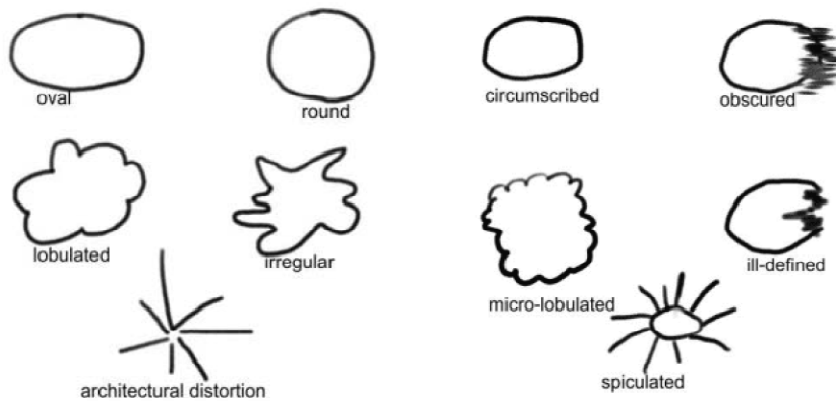
¹ Punctate
² Round
³ Amorphous
⁴ Pleomorphic
⁵ Linear
⁶ Rod-shape
⁷ Irregular

تومور: به هرگونه رشد غیر طبیعی بافت تومور گفته می‌شود. این رشد ممکن است به صورت یک توده متراکم و یا به شکل بی‌نظمی در نوع و جهت رشد بافت نمایان گردد. تومورها انواع گوناگونی دارند و بر اساس شکل و حاشیه^۱ توده دسته‌بندی می‌گردند. شکل ۱-۴ دو نمونه از تومورها را نشان می‌دهد.



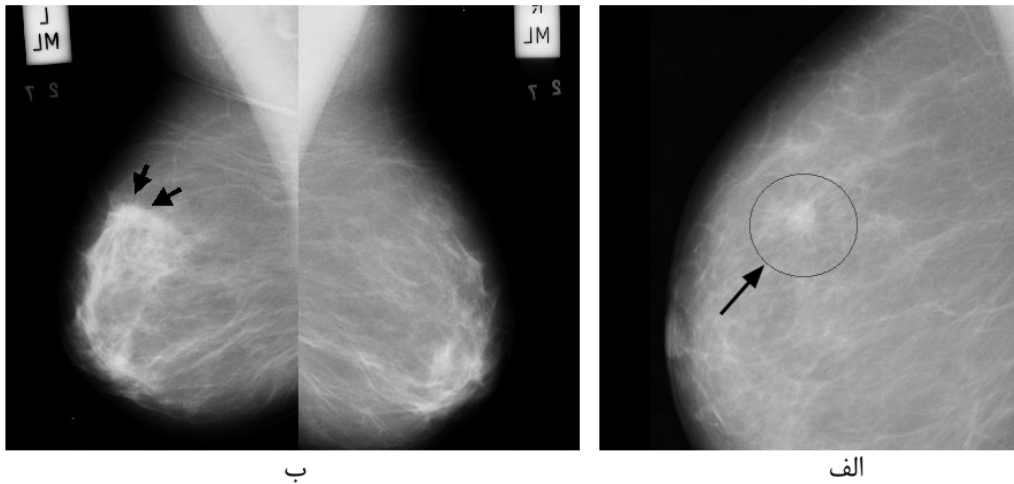
شکل ۱-۴ الف- نمونه‌ای از یک تومور مدور، ب- نمونه‌ای از یک ضایعه ستاره‌ای شکل [۷]

معمولاً تومورهای با شکل مدور و با حدود مشخص و منظم خوش‌خیم هستند و هرچه شکل توده نامنظم‌تر و حدود آن نامشخص یا ستاره‌ای شکل باشد احتمال اینکه تومور بدخیم باشد بیشتر است. نمونه‌هایی از شکل‌های مختلفی که یک تومور می‌تواند داشته باشد در شکل ۱-۵ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۵ نمونه‌هایی از شکل‌های مختلف یک تومور [۳]

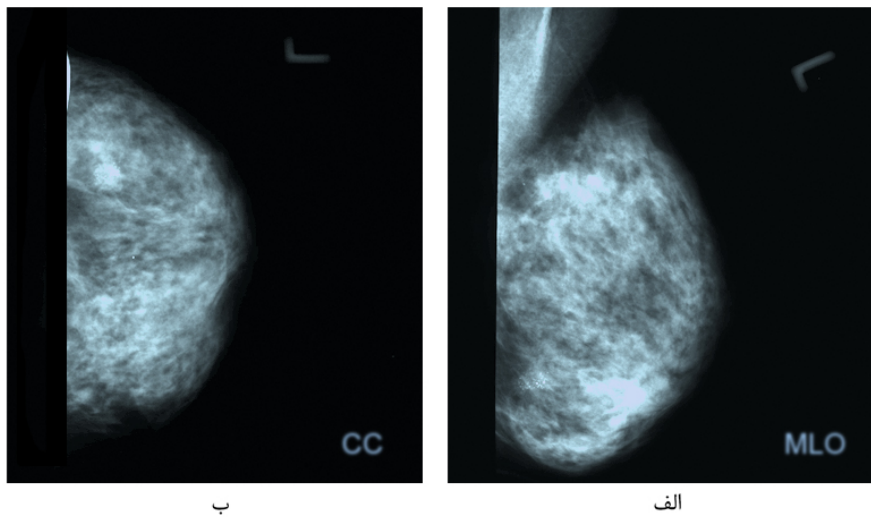
برخی دیگر از ضایعاتی که به وسیله ماموگرافی قابل تشخیص است، مانند عدم تقارن در تراکم بافت دو سینه و بهم ریختگی در ساختار اصلی بافت، در شکل ۱-۶ نشان داده شده است.



شکل ۱-۶ الف-بهم ریختگی در ساختار اصلی بافت سینه، ب-عدم تقارن در تراکم بافت دو سینه [۳]

۱-۳- ماموگرافی دیجیتال^۱ (FFDM)

در ماموگرافی با استفاده از اشعه ایکس تصویری دو بعدی از بافت سینه ایجاد می‌شود که آن را ماموگرام می‌نامند. در ماموگرافی معمولاً تصاویر بافت سینه از دو زاویه دید متفاوت تهیه می‌شوند. در یک حالت با تابش اشعه از بالا به بافت، تصویری حاصل می‌شود که آن را تصویر دید CC^۲ یا دید از بالا می‌نامند. در حالت دیگر اشعه را با یک زاویه نسبت به محور عمودی بدن از کنار به بافت می‌تابانند. به تصویر حاصل دید MLO^۳ یا دید مایل می‌گویند. شکل ۱-۷-۱ تصاویر ماموگرافی حاصل از این دو دید متفاوت را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۷-۱ الف- ماموگرام سینه چپ از دید MLO، ب-ماموگرام سینه چپ از دید CC [۳]

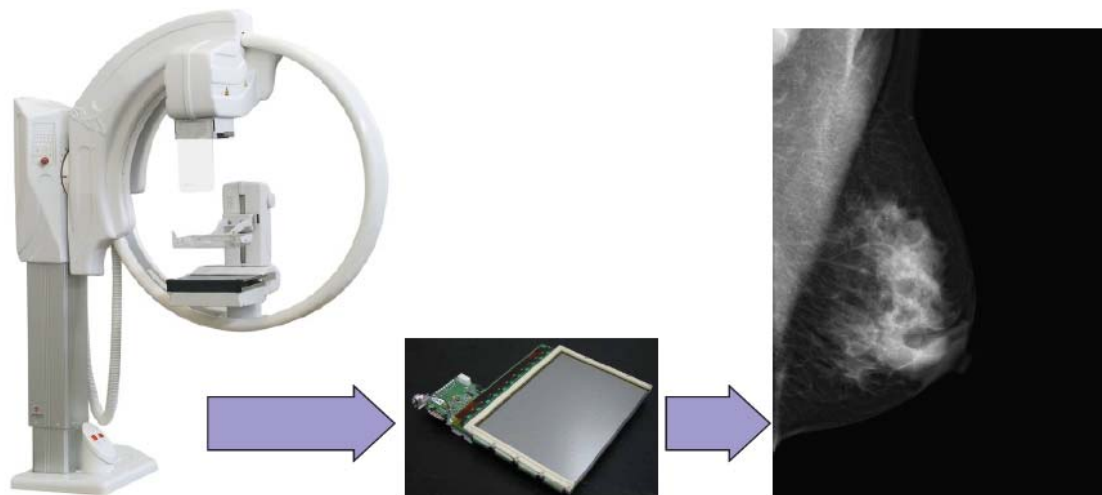
در سال‌های اخیر تکنولوژی جدیدی به نام ماموگرافی دیجیتالی، باعث دگرگون شدن علم ماموگرافی شده است. در این تکنولوژی جدید، یک گیرنده دیجیتالی جانشین فیلم جمع‌کننده اشعه X می‌شود. این سنسورها، اشعه‌های

^۱ Full Field Digital Mammography

^۲ Cranial-caudal (CC) view

^۳ Medio Lateral Oblique (MLO) view

ایکس را مستقیماً و بدون دخالت فیلم‌های آنالوگ به پتانسیل‌های الکترونیکی تبدیل می‌سازند. در این فرایند، دستگاه دیجیتالی تصویر خامی تولید می‌کند که می‌توان آن را در کامپیوترهای شخصی ذخیره و مشاهده نمود. یکی از مهمترین مزایای تکنولوژی FFDM این است که به تابش پرتوهای با دوز کمتری نیاز دارد. سنسورهای مورد استفاده در ماموگرافی بایستی دارای پیکسل‌های بسیار کوچک با نسبت سیگنال به نویز بالا باشد. به همین دلیل این تکنولوژی در میان تکنولوژی‌های تصویری یکی از چالش برانگیزترین تکنولوژی‌ها است. تصاویر به دست آمده از نسخه دیجیتالی این تکنولوژی در مقایسه با فیلم‌های آنالوگ، دارای کیفیت و تباین روشنایی^۱ بیشتری هستند. این ویژگی‌ها باعث تحلیل بهتر تصاویر می‌شود. علاوه بر آن، این امکان را فراهم می‌کند که تصاویر مستقیماً توسط نرم-افزار آنالیز و اجرا شوند. این سیستم باعث تشخیص بهتر ویژگی‌هایی می‌شود که به نوعی نشانگر وجود سرطان در بافت سینه هستند و بین بافت‌هایی که دارای ساختار سرطانی هستند و بافت‌هایی که دارای ناهنجاری‌های بافتی هستند، تمایز ایجاد می‌کند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که بین تعداد بافت‌های سرطانی که در تصاویر دیجیتال به درستی تشخیص داده شده‌اند با تعداد بافت‌های سرطانی تشخیص داده شده در تصاویر آنالوگ، تفاوت زیادی وجود ندارد. اما این تکنولوژی باعث کاهش تعداد تشخیص‌های مثبت کاذب شده است بنابراین زنان با استفاده از دستگاه‌های دیجیتالی نیاز کمتری به آزمایشات بعدی دارند. مزیت بزرگ ماموگرافی دیجیتالی فراهم شدن امکان انجام آنالیز اتوماتیک ماموگرام‌ها در تشخیص سرطان سینه است. سیستم‌های تشخیص کامپیوتری (CAD)، نرم افزارهایی هستند که برای این منظور طراحی شده‌اند. در شکل ۱-۸ یک نمونه از دستگاه‌های ماموگرافی دیجیتال نمایش داده شده است.



شکل ۱-۸ نمونه‌ای از یک دستگاه ماموگرافی دیجیتال

۱-۴- پایگاه داده استفاده شده

در این پایان نامه از پایگاه‌های داده تصاویر کوچک انجمن تحلیل تصاویر ماموگرافی با عنوان mini-MIAS که در سایت اینترنتی دانشگاه ایسکس انگلستان به صورت رایگان موجود است، استفاده شد [۷].

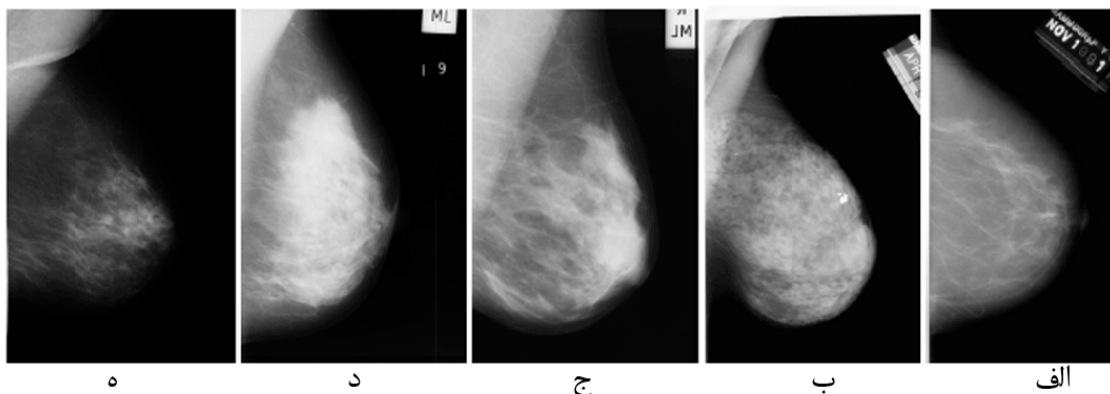
^۱ Contrast

۱-۴-۱- پایگاه داده mini-MIAS

پایگاه داده Mini-MIAS شامل بیش از ۳۰۰ ماموگرام دیجیتال است و تصاویر آن به طور مداوم در حال اضافه شدن است. این تصاویر از روی پایگاه داده MIAS و با کاهش رزولوشن تصاویر از 2048×2048 پیکسل به 1024×1024 پیکسل تهیه شده است. به همراه این پایگاه داده اطلاعات کاملی از نوع بافت سینه و محل و نوع ضایعات با اعلام خوش خیمی یا بدخیمی ضایعه در هر تصویر ارائه شده است. با توجه به کیفیت خوب تصاویر دیجیتال شده و تعداد زیاد تصاویر موجود در این پایگاه داده، در این تحقیق برای تست الگوریتم‌های پیشنهاد شده از این پایگاه استفاده شده است. تعدادی از تصاویر ماموگرام موجود در پایگاه‌های داده مختلف در شکل ۱-۹ نشان داده شده است.

۱-۴-۲- پایگاه داده فراری و راتکایان

این پایگاه شامل اطلاعات مربوط به مرز بافت سینه در بخشی از ماموگرام‌های mini-MIAS است. در این پایگاه برای هر ماموگرام اطلاعات مربوط به مرز رسم شده به وسیله یک رادیولوژیست و همچنین مرز ترسیم شده با استفاده از الگوریتم مرز فعال و فقی (الگوریتم مار بهبود یافته) فراری و همکارانش وجود دارد. بنابراین دلیل دیگر انتخاب پایگاه داده mini-MIAS در این تحقیق آن است که این پایگاه داده مبنای خوبی برای مقایسه الگوریتم‌های ارائه شده با نتایج دیگر تحقیقات انجام شده است.



شکل ۱-۹ تصاویر ماموگرافی مربوط به سه پایگاه داده متفاوت، الف و ب (DDSM)، ج و د (Mini-MIAS)، ه (Nijmegen)

۱-۵- تشخیص کامپیوتری (CAD)

هدف یک سیستم CAD در رادیولوژی، بهبود بخشیدن به دقت تشخیص و همچنین کمک به رادیولوژیست برای تفسیر تصاویر ماموگرام با استفاده از داده‌های کامپیوتری به عنوان یک راهنما می‌باشد. در واقع هدف سیستم CAD، افزایش بازده و کارآیی مراحل تشخیص به وسیله یک سیستم کامپیوتری به عنوان یک نظر ثانوی می‌باشد. سیستم CAD در کمک به رادیولوژیست‌ها، مناطق مشکوک به ناهنجاری را مشخص می‌سازد و با توجه به احتمال وجود سرطان قدرت تصمیم‌گیری نهایی را به رادیولوژیست‌ها می‌دهد. سیستم‌های CAD موجود را تنها می‌توان به عنوان یک کمک در تشخیص ضایعات در نظر گرفت ولی تحقیقات وسیع‌تری برای افزایش دقت تشخیص در حال انجام است و در آینده، سیستم‌های CAD می‌توانند به عنوان یک ناظر ثانوی در کنار رادیولوژیست مورد استفاده قرار