

طبقه بندی انواع مختلف سرطان سینه مبتنی بر تصاویر حرارتی

امین مرادمند جزی^{۱*}، بهرنگ برکتین^۲، سجاد فرخی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، نجف آباد، ایران

۲- استادیار، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، نجف آباد، ایران

۳- استادیار، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، نجف آباد، ایران

خلاصه

سرطان سینه بعد از سرطان ریه رایج ترین سرطان در سراسر جهان بوده و پنجمین عامل مرگ و میر ناشی از سرطان می باشد. سرطان سینه بیشتر در زنان بالای ۵۰ سال مشاهده می شود هر چند در زنان جوان نیز محتمل است. بیشتر زنانی که سرطانشان در مراحل اولیه شکل گیری و پیشرفت آشکار سازی می شود، دارای این شانس خواهند بود که مابقی عمر خود را بدون سرطان سپری کنند. ترموگرام های حرارتی ثابت کرده اند قابلیت تشخیص زودهنگام سرطان سینه نسبت به روش مرسوم ماموگرافی را دارند و این در حالی است که ترموگرافی غیر تهاجمی بوده و برای بیمار و اپراتور تصویر برداری هیچ گونه خطر تشعشعی ندارد. پس از اخذ ترموگرام های حرارتی لازم است این تصاویر حرارتی خاکستری، تفسیر حرارتی شده و بر اساس تفسیر انجام شده طبقه بندی گردند. پس از تفسیر حرارتی می توان نوع تومور از نظر خوش خیم و بدخیم بودن را مشخص و حتی ریسک ابتلا به سرطان در سال های آینده را پیش بینی نمود. در این مقاله به تفسیر حرارتی ترموگرام ها و طبقه بندی سرطان های سینه مبتنی بر تصاویر حرارتی خواهیم پرداخت.

کلمات کلیدی: سرطان سینه، انواع سرطان سینه، روش ترموگرافی، روش ماموگرافی، تفسیر حرارتی

۱. مقدمه

سرطان سینه بعد از سرطان ریه رایج ترین سرطان در سراسر جهان است [۱، ۲]. سرطان سینه بیشتر در زنان بالای ۵۰ سال رخ می دهد، هر چند در زنان جوان نیز محتمل است. تنها ۱٪ سرطان سینه در مردان رخ می دهد [۳]. تومورهای سرطانی در مراحل اولیه شکل گیری، ناهنجاری های فیزیولوژیکی ایجاد می کنند که با گذشت زمان در سال های بعد به سرطان و تومورهای بدخیم تبدیل می شوند [۴]. راه حل اصلی در کنترل و درمان بیماری، تشخیص

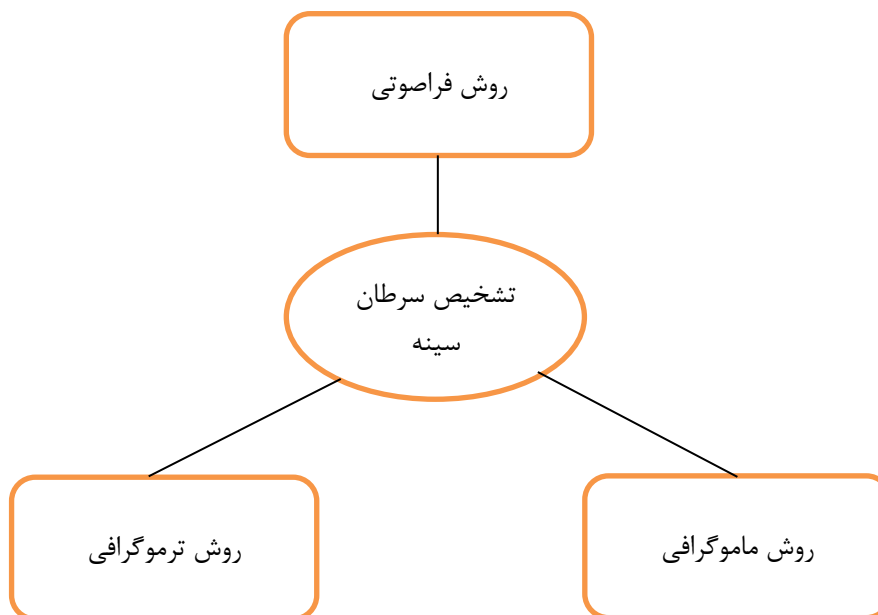
¹ Corresponding author :

Email : Itspetro@gmail.com

² BEHRANG_BAREKATAIN@iaun.ac.ir

³ sajjad_farokhi@yahoo.com

زود هنگام است. روش‌های مختلفی به منظور آشکارسازی بافت‌های سرطانی وجود دارند که از مهمترین آن‌ها می‌توان به روش فراصوتی^۱، روش ماموگرافی^۲ و روش ترموگرافی^۳ اشاره کرد (شکل ۱).



شکل ۱- روش‌های مختلف تشخیص سرطان سینه

در تصاویر فراصوتی که به کمک امواج برگشتی از بافت‌های سینه تشکیل می‌شوند، قابلیت تشخیص تومورها و کیست‌ها وجود دارد ولی متأسفانه کیفیت تصاویر فراصوتی ذاتاً پایین است و تشخیص رسوب‌های کلسیمی کوچک که می‌توانند نشانه تشکیل بافت‌های سرطانی باشند میسر نیست [۴-۶]. تصاویر ماموگرافی رایج‌ترین تصاویر در تشخیص سرطان سینه است. این تصاویر به کمک امواج تشعشعی ایکس تشکیل می‌شوند و کیفیت تصاویر ماموگرافی بسیار زیاد است و از مزایای این روش محسوب می‌گردد ولی متأسفانه این روش قادر به تشخیص نوع تومورها از نظر خوش خیم و بد خیم بودن نبوده و در طی آزمایش بیمار و اپراتور در معرض اشعه ایکس که خود یکی از عوامل سرطانی شدن بافت‌های سالم است، قرار می‌گیرند [۴-۶]. ترموگرافی یک آزمایش فیزیولوژیکی است که در آن اطلاعات حرارتی بازتاب شده از سطح پوست توسط دوربین‌های حرارتی به تصاویر حرارتی تبدیل می‌شوند [۷]. بافت‌های سرطانی به دلیل سوخت و ساز بیشتر به منظور تکثیر، دارای اختلاف دمای آشکاری با بافت‌های پیرامون و بافت‌های متقارن در سینه دیگر می‌باشند (بسته به اندازه و نوع تومر دارای اختلاف دمای بین ۰.۲ درجه تا بیش از چند درجه می‌باشند) و این اطلاعات دمایی حایز اهمیت در تشخیص زود هنگام سرطان سینه بسیار موثر است [۵]. علاوه بر این، ترموگرافی مادون‌قرمز دارای مزایای دیگری نیز می‌باشد که عبارتند از:

¹ Ultrasound

² Mammography

³ Thermography

- ۱- غیرتهاجمی است (بیمار و متصدی در معرض تابش‌های یون‌ساز قرار نمی‌گیرند).
- ۲- قابل اطمینان است (میزان حساسیت و اختصاصی بودن این آزمایش بیش از ۹۰٪ است).
- ۳- بدون درد است.
- ۴- سریع و آسان است.
- ۵- کم‌هزینه است (در مقایسه با ماموگرافی).
- ۶- دارای حساسیت و قابلیت مشابه برای تمام گروه‌های سنی است.
- ۷- قابلیت تعیین خوش‌خیم بودن یا بدخیم بودن تومورها در صورت وجود و جلوگیری از بیوپسی‌های غیرضروری [۸-۱۰].

تومورهای سرطانی فعال به سرعت تکثیر می‌شوند و هر ۹۰ روز تعدادشان دو برابر می‌شود. ماموگرافی زمانی قادر به آشکارسازی سرطان است که تعداد سلول‌های سرطانی ۳۲ برابر شده باشد و این یعنی آشکارسازی ۸ سال بعد از شکل‌گیری اولین سلول سرطانی امکان‌پذیر خواهد بود و این در حالی است که به کمک ترموگرافی می‌توان آشکارسازی را در ۲ سال اول شکل‌گیری بافت‌های سرطانی، انجام داد و این همان نتیجه‌ای است که ماموگرافی قابلیت آشکارسازی تومورهایی با اندازه متوسط ۱۶.۶ میلی‌متر و ترموگرافی قابلیت تشخیص تومورهایی با اندازه متوسط ۱۲.۸ میلی‌متر را دارد [۱۱، ۱۲]. در جدول شماره ۱ زمان آشکارسازی روش ماموگرافی و ترموگرافی نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه زمان آشکارسازی سلول‌های سرطانی توسط ماموگرافی و ترموگرافی

زمان تکثیر	تعداد سلول‌های سرطانی	آشکارسازی با ماموگرافی	آشکارسازی با ترموگرافی
۹۰ روز	۲	غیر قابل آشکارسازی	غیر قابل آشکارسازی
۱ سال	۱۶	غیر قابل آشکارسازی	غیر قابل آشکارسازی
۲ سال	۲۵۶	غیر قابل آشکارسازی	قابل آشکارسازی
۳ سال	۴۸۹۶	غیر قابل آشکارسازی	قابل آشکارسازی
۴ سال	۶۵۵۳۶	غیر قابل آشکارسازی	قابل آشکارسازی
۵ سال	۱۰۴۸۵۷۶	غیر قابل آشکارسازی	قابل آشکارسازی
۶ سال	۱۶۷۷۷۲۱۶	غیر قابل آشکارسازی	قابل آشکارسازی
۷ سال	۲۶۸۴۳۵۴۵۶	غیر قابل آشکارسازی	قابل آشکارسازی
۸ سال	۴۲۹۴۹۶۷۲۹۶	قابل آشکارسازی	قابل آشکارسازی

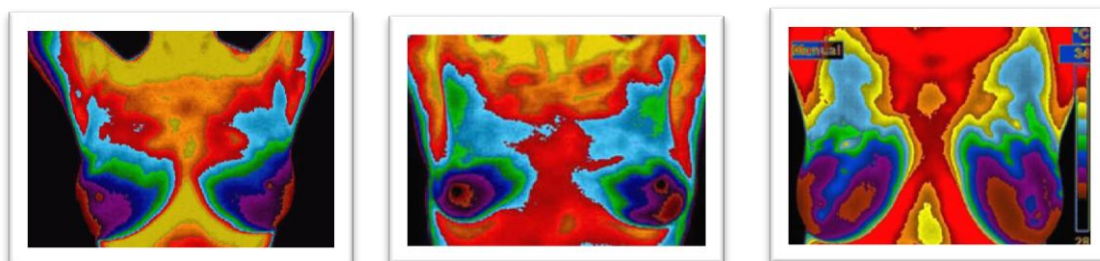
پس از اخذ تصاویر حرارتی به منظور مشخص کردن نوع تومور از نظر خوش‌خیم و بدخیم بودن و همچنین ریسک ابتلا به سرطان، لازم است تصاویر حرارتی تفسیر و طبقه‌بندی شوند. توزیع حرارتی بدن در سمت چپ و راست نسبتاً مشابه است، از این رو الگوی حرارتی سمت چپ و راست را می‌توان نسبتاً متقارن در نظر گرفت. بنابراین تفاوت عمده در

الگوی حرارتی سمت چپ و راست می‌تواند نمایانگر وجود یک ناهنجاری یا ریسکی در آینده باشد و این موضوع اساس تفسیر ترموگرام‌ها و طبقه‌بندی انواع سرطان‌های سینه مبتنی بر ترموگرام‌های حرارتی است [۱۳].

در ادامه این مقاله در بخش دوم به بررسی انواع الگوهای حرارتی سینه و در بخش سوم به تفسیر حرارتی ترموگرام‌ها می‌پردازیم. در بخش چهارم طبقه‌بندی انواع سرطان سینه مبتنی بر ترموگرام‌های حرارتی بیان می‌شود و در بخش پنجم نتیجه‌گیری این مقاله ارائه می‌گردد.

۲. تنوع الگوهای حرارتی سینه

توزیع حرارتی بدن در سمت چپ و راست نسبتاً مشابه است، از این رو الگوی حرارتی سمت چپ و راست را می‌توان نسبتاً متقارن در نظر گرفت. بنابراین تفاوت عمده در الگوی حرارتی سمت چپ و راست می‌تواند نمایانگر وجود یک ناهنجاری یا ریسکی در آینده باشد. با انجام ترموگرافی در دوره‌های مختلف (بازه‌های زمانی سه ماهه) می‌توان یک آرشیو مناسب از ترموگرام‌های هر فرد تهیه کرد و بدین ترتیب ترموگرام‌های هر مرحله با هم مقایسه می‌شوند و تغییرات قابل شناسایی خواهند بود. گذشته از آن الگوی حرارتی بدن هر فرد با فرد دیگر متفاوت است و مانند اثر انگشت منحصر به فرد می‌باشد [۱۳]. در شکل ۲ نمونه‌ای از ترموگرام‌های نرمال چند فرد مختلف نشان داده شده است.



(ج)

(ب)

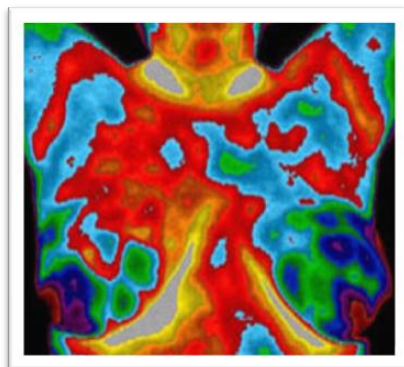
(الف)

شکل ۲- نمونه‌هایی از ترموگرام‌های نرمال

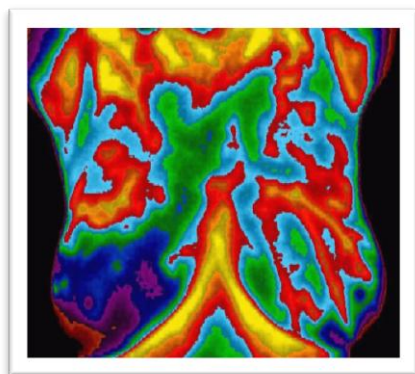
در شکل ۲ نمونه‌هایی از ترموگرام‌های سینه که متعلق به افراد مختلف می‌باشد نشان داده شده است. افراد در هر سه مورد در این شکل سالم هستند و دارای یک وضعیت نرمال می‌باشند. همان‌طور که دیده می‌شود الگوی حرارتی افراد مختلف با هم متفاوت است. بنابراین ترموگرام‌های اشخاص مختلف با هم مقایسه نمی‌شوند بلکه برای هر شخص ترموگرام‌های مربوط به خودش که در بازه‌های زمانی مختلف تهیه شده با هم مقایسه می‌گردد.

تقارن نسبی موجود بین الگوهای حرارتی سمت چپ و راست بدن یکی از معیارهای اصلی ارزیابی و تفسیر ترموگرام‌ها است. بدین معنی که وجود عدم تقارن نسبتاً زیاد خبر از وجود یک ناهنجاری فیزیولوژیکی می‌دهد. ناهنجاری‌های پیشرفته تغییرات گسترده‌تری را ایجاد می‌کنند. تومورهای بدخیم در مقایسه با تومورهای خوش‌خیم گرم‌تر هستند و به میزان بیشتری تقارن پروفایل‌های حرارتی را بر هم می‌زنند. هرچه میزان تقارن کمتر باشد میزان ریسک افزایش می‌یابد در شکل ۳ نمونه‌هایی از ترموگرام‌های نامتقارن سینه آورده شده است. وجود قلب در سمت چپ سینه همواره تا حدودی تقارن الگوی حرارتی را بر هم می‌زند. به همین علت عدم تقارن‌های جزئی در سمت چپ نرمال و طبیعی است. اما

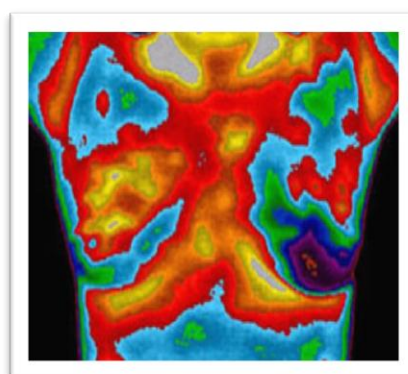
همین میزان عدم تقارن در صورتی که در سمت راست مشاهده شود باید به دقت ارزیابی شده و تحت بررسی های بیشتر قرار بگیرد. بنابراین ترموگرام (الف) به دلیل دارا بودن یک ناهنجاری در سمت راست نرمال نبوده و دارای ریسک نسبتاً بالایی می‌باشد. در ترموگرام (ب) و (ج) عدم تقارن کاملاً مشخص است و میزان بالایی دارد، بنابراین وضعیت نمایانگر ریسک بالایی از سرطانی بودن بافت است [۱۴].



(الف)



(ج)



(ب)

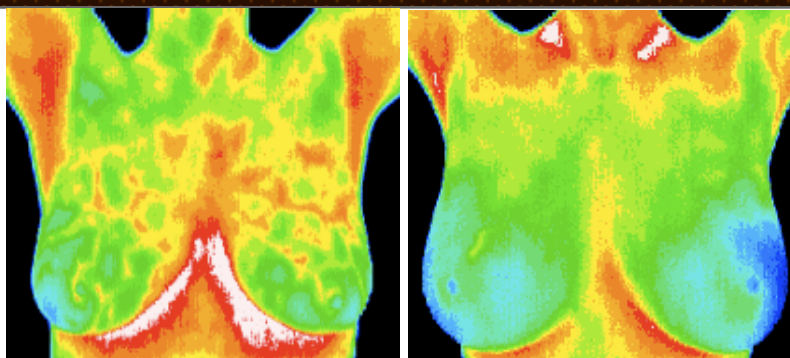
شکل ۳- نمونه‌هایی از ترموگرام‌های غیرنرمال

الف- ترموگرام یک مورد با ریسک بالا ب- ترموگرام یک مورد سرطانی

در کلی ترین طبقه‌بندی می‌توان ترموگرام‌ها را به دو دسته تقسیم کرد. ترموگرام‌های نرمال و ترموگرام‌های غیرنرمال [۱۵]. ترموگرام‌های نرمال با توجه به وجود یا عدم وجود الگوهای رگی متقارن به دو دسته تقسیم می‌شوند [۱۵]:

- ۱) ترموگرام‌هایی با الگوی حرارتی متقارن که رگ سازی در آنها دیده نمی‌شود^۱.
- ۲) ترموگرام‌هایی با الگوی حرارتی متقارن همراه با رگ سازی های متقارن^۱. عموماً در دوران بارداری و یا شیردهی بانوان شاهد یک چنین الگوهای رگی متقارنی در ترموگرام‌ها هستیم. در شکل ۴ نمونه از ترموگرام‌های نرمال نشان داده شده است.

¹ Symmetrical nonvascular-



(ب)

(الف)

شکل ۴- نمونه‌هایی از ترموگرام‌های نرمال

الف- ترموگرام یک فرد سالم با الگوی حرارتی متقارن و بدون رگ‌سازی. ب- ترموگرام یک فرد باردار و البته سالم با الگوی رگی متقارن.

هر عاملی که تقارن نسبی در الگوی حرارتی سینه را بر هم بزند منجر به ترموگرام‌های غیر نرمال سینه می‌شود. چهارگروه اصلی از عوامل پاتولوژیکی به صورت یکطرفه (یک سمت بدن) الگوی حرارتی سینه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این چهار عامل منجر به ترموگرام‌های غیر نرمال می‌شوند [۱۵]. هر یک از این عوامل نوعی بیماری و ناهنجاری فیزیولوژیکی برای سینه محسوب می‌شوند که لزوماً سرطان نیستند. این عوامل عبارتند از:

- (۱) التهاب^۱؛ عفونتی سطحی یا عمیق که منجر به افزایش شار خون می‌شود و معمولاً یک چهارم سینه را در بر می‌گیرد و در مراحل پیشرفته کل سینه درگیر می‌شود. این ناهنجاری به صورت افزایش ناحیه‌ای دمای در ترموگرام ظاهر می‌شود.
- (۲) جراحت^۲؛ این مورد به دو صورت اتفاق می‌افتد، الف- جراحتهای جداره قفسه سینه که رشته‌های عصبی را درگیر می‌کند و به صورت افزایش دمای محلی در ترموگرام ظاهر می‌شود، ب- انقباض عروق که به صورت ناحیه‌های سرد قطعه قطعه در ترموگرام دیده می‌شوند و یا بافت‌های مرده و غدد خونی که به صورت لکه‌های سرد در ترموگرام ظاهر می‌شوند.
- (۳) ایجاد بافت‌های رشته‌ای و تغییرات خوش خیم^۴؛ تغییرات پاتوفیزیولوژیکی خوش خیم سینه در این گروه طبقه بندی می‌شود. از آن جمله می‌توان به موردی اشاره کرد که با ایجاد بافت‌های الیافی و نیز سفت شدن بافت سینه همراه است^۵. این وضعیت شرایط دردناکی را به همراه می‌آورد و به صورت افزایش دما در ترموگرام ظاهر می‌شود. در شکل ۵ نمونه‌ای از این مورد آورده شده است.

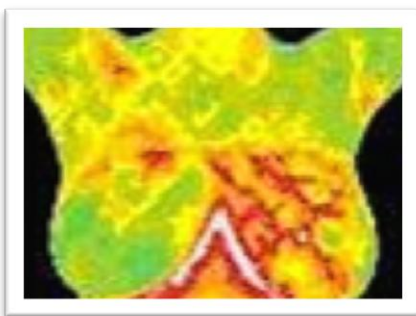
^۱- Symmetrical vascular-

^۲-inflammation

^۳- Trauma

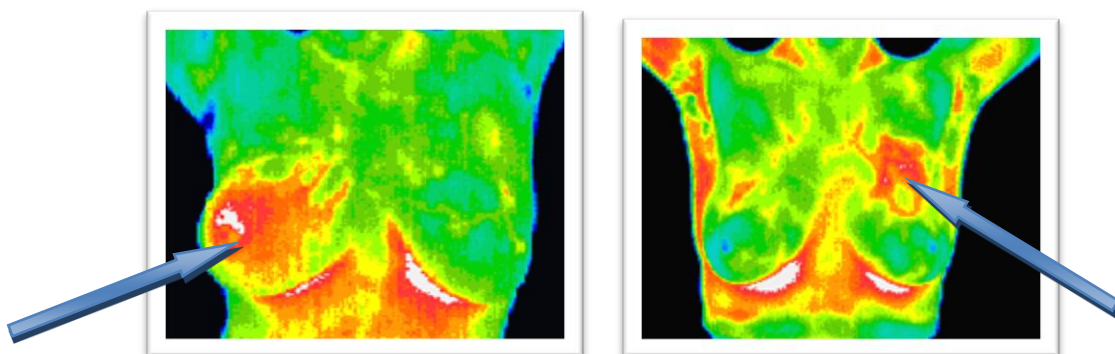
^۴- Mastopathy

^۵- Fibrocystic case



شکل ۵- نمونه‌ای از ترموگرام فردی که در سینه سمت چپ بافت‌های الیافی ایجاد شده است.

۴) بافت‌های سرطانی (تغییر متابولیسم سلول‌های سالم بواسطه سرطانی شدن آنها)^۱: این وضعیت که توسط تومورها در سینه ایجاد می‌شود همراه با رگ‌سازی و در نتیجه افزایش شار خون محلی است بنابراین به صورت نواحی گرم در ترموگرام ظاهر می‌شود. در شکل ۶ نمونه‌هایی از ترموگرام‌های غیر نرمال که بواسطه سرطانی شدن بافت‌ها، فاقد تقارن در الگوی حرارتی می‌باشند، نشان داده شده است.



(ب)

(الف)

شکل ۶- نمونه‌هایی از ترموگرام‌های غیر نرمال مربوط به افراد مبتلا به سرطان.

ترموگرام (ب) در شکل ۶ نمونه‌ای از سرطان سینه فراگیر را نشان می‌دهد^۲. که در سینه راست ایجاد و در مراحل اولیه آشکارسازی شده است. این مورد در این مرحله از پیشرفت توسط ماموگرافی قابل تشخیص نیست، حتی نشانه‌های کلینیکی نظیر رنگ پریدگی، تورم و درد نیز ظاهر نمی‌شود. این مورد در زنان جوان تر رایج است.

Neoplasia-¹

Inflammatory Breast Cancer-²

۳. تفسیر ترموگرام‌های حرارتی

تفسیر ترموگرام بر عهده ترمولوژیست است. برای این منظور، ترمولوژیست ترموگرام‌ها را بر اساس فاکتورهایی که در ادامه به آنها خواهیم پرداخت امتیازدهی می‌کند و در نهایت بر اساس امتیازی که به هر ترموگرام نسبت داده می‌شود، ترموگرام‌ها طبقه‌بندی شده و بدین ترتیب میزان ریسک ابتلا به سرطان تعیین می‌شود. هر چه امتیازی که به میزان ناهنجاری یک ترموگرام نسبت داده می‌شود بیشتر باشد ترموگرام در گروه‌هایی با ریسک بالاتر طبقه‌بندی می‌شود [۱۵، ۱۶].

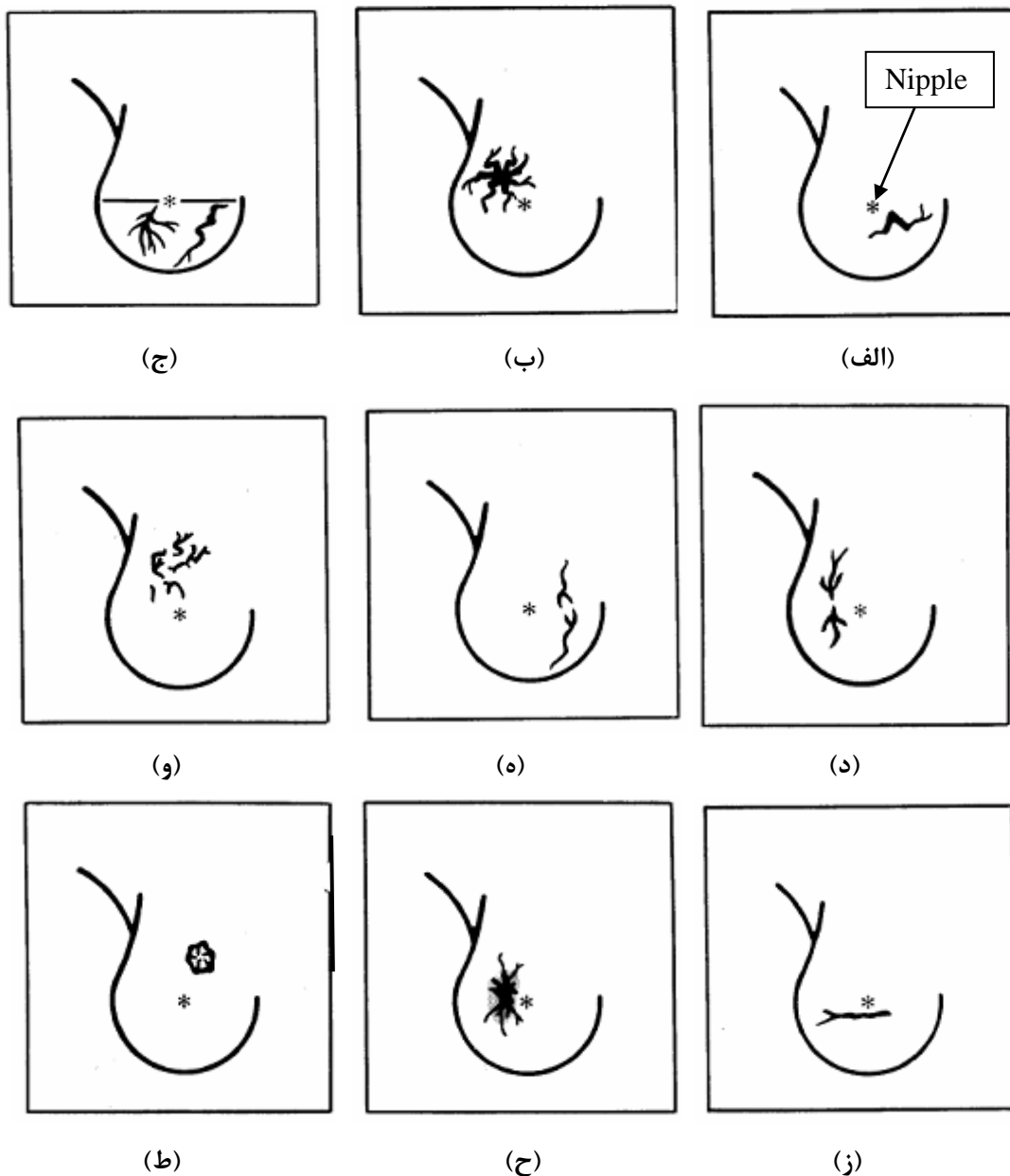
کلیه ترموگرام‌ها با توجه به سه عامل اصلی طبقه‌بندی می‌شوند. (۱) میزان تقارن الگوی حرارتی، (۲) الگوهای رگی و میزان رگ‌سازی، (۳) میزان اختلاف دما [۱۵، ۱۶].

۱- تقارن الگوی حرارتی

ابتدا الگوی حرارتی سمت چپ و راست مقایسه می‌شود و بر اساس میزان تقارن الگوی حرارتی سینه امتیازی به ترموگرام داده می‌شود.

۲- الگوی رگی

بعد از ارزیابی تقارن الگوی حرارتی، رگ‌سازی‌های صورت گرفته بررسی می‌شود. رگ‌سازی گسترده‌تر امتیاز بیشتری را برای ترموگرام فراهم می‌کند. توجه به این نکته ضروری است که هر رگ‌سازی ناهنجاری نیست. در حقیقت رگ‌سازی‌ها و تغییرات فیزیولوژیکی یکطرفه ناهنجاری به حساب می‌آیند. تغییراتی که در هر دو سمت رخ می‌دهد معمولاً ناهنجاری فیزیولوژیکی محسوب نمی‌شوند. در دوران بارداری، شیردهی و یا هورمون درمانی شاهد یک چنین رگ‌سازی‌هایی هستیم که در هر دو سینه و به طور هم‌زمان ایجاد می‌شوند و کاملاً طبیعی هستند [۱۵]. نمونه‌هایی از الگوهای رگی رایج که در ترموگرام‌های غیر نرمال ظاهر می‌شوند، در شکل ۷ نشان داده شده است. هر یک از این الگوها در صورت وجود یک عامل ریسکی محسوب شده و امتیاز ترموگرام را افزایش می‌دهد.

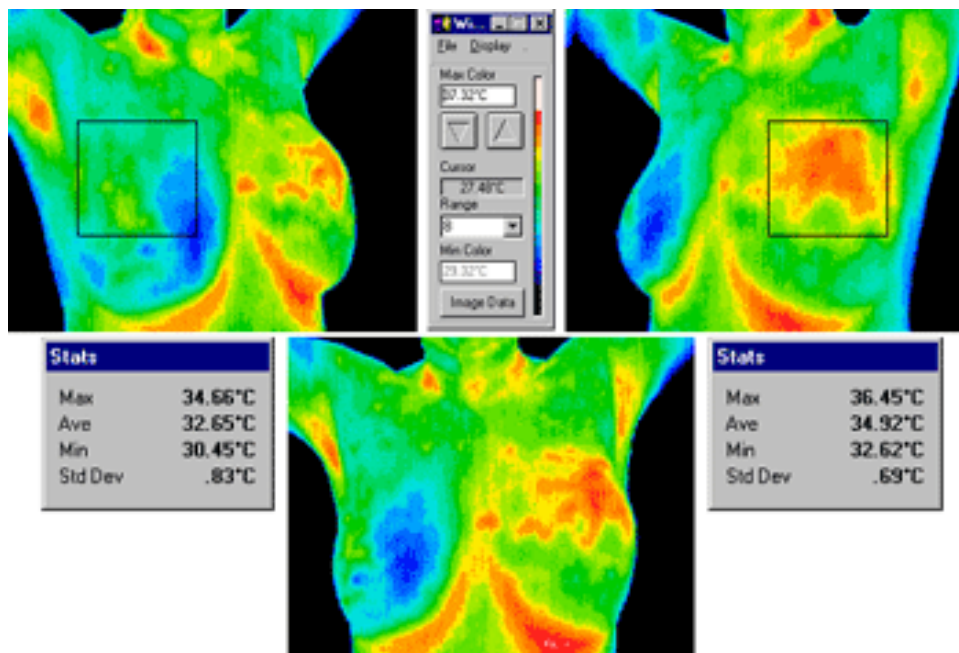


شکل ۷- الگوهای رنگی رایج در ترموگرام‌های غیر نرمال سینه

۳- اختلاف دما

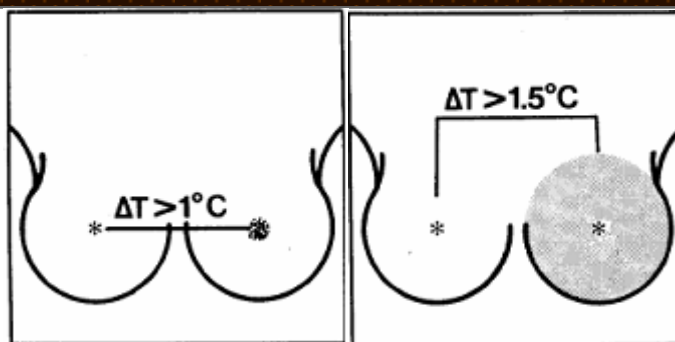
بعد از آشکارسازی نواحی مشکوک در ترموگرام که به صورت یکطرفه تقارن الگوی حرارتی را بر هم می‌زنند اختلاف دمای این نواحی نسبت به نواحی اطراف و ناحیه متناظرش در سمت دیگر بدن محاسبه و ارزیابی می‌شود شکل (۸). اگر اختلاف دما در هر مورد، از اختلاف دمای معیار بیشتر باشد، امتیاز مثبتی به ترموگرام نسبت داده می‌شود و ترموگرام ریسک بالاتری را گزارش می‌کند. اختلاف دمای معیار برای این ارزیابی به کمک یک جامعه آماری مبتلا به سرطان در نظر گرفته می‌شود، به طوری که یکبار اختلاف دمای ناحیه سرطانی و ناحیه آینه‌ای مشابه در سمت دیگر

بدن و بار دیگر اختلاف دمای ناحیه سرطانی با نواحی اطرافش، برای جامعه آماری مذکور اندازه‌گیری می‌شود و در هر دو گروه از اندازه‌گیری‌ها بطور مجزا میانگین‌گیری انجام می‌شود. اختلاف دمای معیار همواره مقداری کمتر از میانگین‌ها در نظر گرفته می‌شود [۱۵، ۱۶].



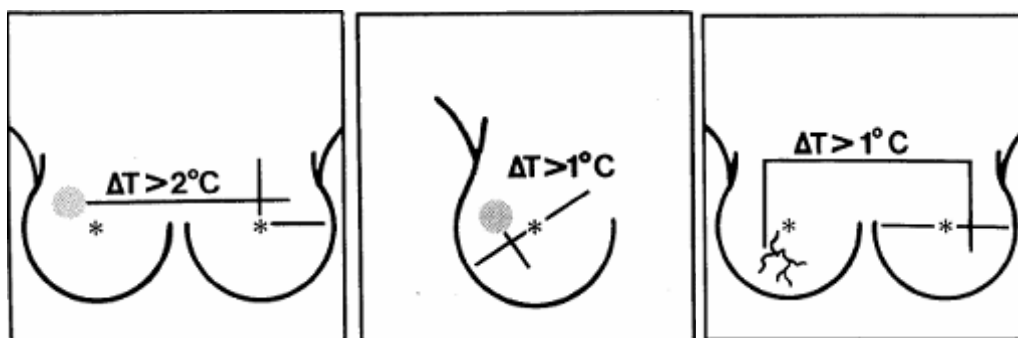
شکل ۸- بررسی اختلاف دمای نواحی مشابه در دو سمت ترموگرام سینه

به طور کلی در هنگام بررسی ترموگرام‌هایی که از تقارن کافی برخوردار نیستند، چهار مورد اختلاف دما بررسی می‌شود (شکل ۹). به ازای وجود اختلاف دماهای بالاتر از حد معیار در هر یک از این چهار مورد، امتیاز مثبتی به ترموگرام داده می‌شود که منجر به افزایش ریسک می‌شود. ترموگرام یک فرد، می‌تواند کلیه امتیازهای مربوط به این پنج مورد را اخذ کند یا تعدادی از آنها را شامل شود و یا هیچ امتیازی از این چهار مورد را کسب نکند [۱۵]. این چهار مورد بصورت مشروح در ادامه مطرح شده‌اند:



(ب)

(الف)



(ه)

(د)

(ج)

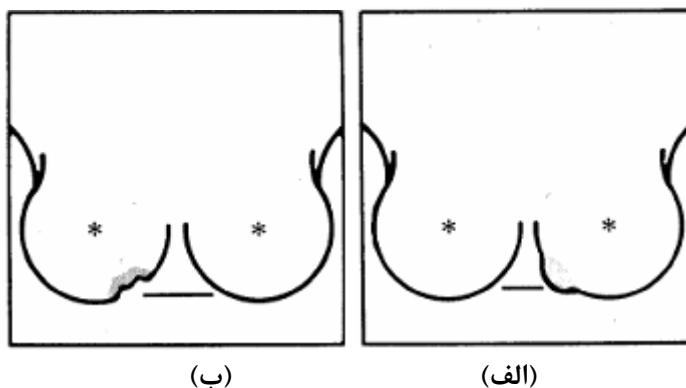
شکل ۹- بررسی و مقایسه اختلاف دما بین نواحی مشکوک در ترموگرام‌های سینه

الف- ارزیابی اختلاف دمای کلی دو سینه. ب- ارزیابی اختلاف دمای ناحیه Nipple در دو سینه. ج- ارزیابی اختلاف دما الگوهای رگی یکطرفه با نواحی متناظر در سمت دیگر بدن. د- ارزیابی اختلاف دمای لکه‌های داغ با نواحی مجاور. ه- ارزیابی اختلاف دمای لکه‌های داغ با ناحیه متناظر در سمت دیگر بدن.

- ۱) اگر توزیع حرارتی در ترموگرام به گونه‌ای باشد که یکی از سینه‌ها در کل گرمتر از دیگری در ترموگرام ظاهر شود، باید میانگین دمای نواحی مختلف در هر سینه محاسبه و سپس با هم مقایسه شود. اگر اختلاف دماهای میانگین در دو سینه بیشتر از 1.5°C باشد، آنگاه یک مورد مشکوک داریم و امتیاز مثبتی به ترموگرام نسبت داده می‌شود. در غیر این صورت امتیازی به ترموگرام تعلق نمی‌گیرد، قسمت (الف) در شکل (۹).
- ۲) اگر ناحیه Nipple دو سینه اختلاف دمایی بیشتر از 1°C داشته باشند، یک مورد مشکوک خواهیم داشت و امتیاز مثبتی به ترموگرام تعلق می‌گیرد و در غیر این صورت ترموگرام امتیازی کسب نخواهد کرد، قسمت (ب) در شکل (۹).
- ۳) اختلاف دمای موجود بین الگوهای رگی و ناحیه متناظرشان در سمت دیگر بدن باید محاسبه شود. اگر اختلاف دما بیشتر از 1°C باشد، شاهد یک وضعیت مشکوک خواهیم بود. بنابراین امتیاز مثبتی به ترموگرام نسبت داده می‌شود و در غیر این صورت امتیازی تعلق نخواهد گرفت، قسمت (ج) در شکل (۹).
- ۴) لکه‌های نسبتاً داغ نیز از اهمیت زیادی برخوردار هستند. اگر اختلاف دمای این لکه‌ها نسبت به نواحی اطراف و ناحیه متناظرشان در سمت دیگر بدن به ترتیب بیشتر از 1°C و 2°C باشد، امتیاز مثبتی به

ترموگرام داده خواهد شد که منجر به افزایش میزان ریسک می‌شود. قسمت‌های (د) و (ه) در شکل (۹).

علاوه بر این موارد کلیه برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌هایی که در سینه ظاهر می‌شوند و منشاء گرمایی دارند و به صورت نواحی داغ در ترموگرام ظاهر می‌شوند، وضعیت‌های مشکوکی را گزارش می‌کنند شکل (۳-۱۰). به ازای وجود هر یک از این موارد، امتیاز مثبتی به ترموگرام داده می‌شود.



شکل ۱۰- برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌هایی سینه با منشاء گرمایی به عنوان عوامل افزایش دهنده ریسک
الف- برآمدگی ب- فرورفتگی

۴. طبقه بندی استاندارد ترموگرام های سینه

ترموگرافی سینه میزان ریسک بیماری های سینه را مشخص می کند. ترموگرام‌ها بر اساس امتیازهایی که اخذ می‌کنند در یکی از ۵ گروه زیر طبقه بندی می‌شوند [۱۵-۱۷].

۱- گروه TH1

ترموگرام‌هایی که در این گروه قرار می‌گیرند از تقارن کافی برخوردار بوده و یک وضعیت نرمال را گزارش می‌کنند. ترموگرام‌هایی که در این گروه طبقه بندی می‌شود عاری از هر گونه ریسک می‌باشند.

۲- گروه TH2

در این گروه از ترموگرام‌ها الگوی حرارتی نسبتاً متقارن است و ممکن است شاهد تغییرات فیزیولوژیکی خوش خویمی در سینه باشیم. الگوهای شبه رگی متقارن نیز یکی از مواردی است که در الگوهای حرارتی ترموگرام‌های این گروه می‌تواند دیده شود.

۳- گروه TH3

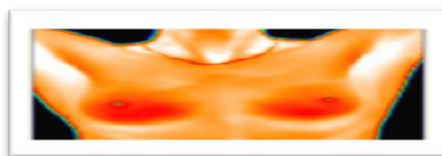
در پروفایل گرمایی ترموگرام‌های این گروه فعالیت متابولیسمی و رگ‌سازی‌های غیر طبیعی دیده می‌شود. افرادی که ترموگرام آنها در این گروه طبقه‌بندی می‌شود دارای یک ریسک ابتلا به سرطان با احتمال ۱۰-۲۰٪ می‌باشند و با احتمال ۸۰-۹۰٪ دارای تغییرات خوش‌خیمی چون التهاب و تورم، کیست، فیبری شدن بافت‌ها و تورم غدد فیبری و... هستند. ترموگرام‌های این گروه ترموگرام‌هایی مبهم هستند به همین علت تکرار ترموگرافی در بازه‌های زمانی مشخص برای این افراد توصیه می‌شود.

۴- گروه TH4

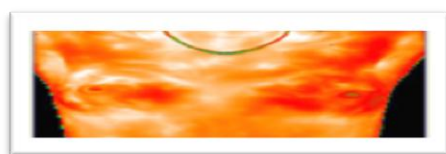
ترموگرام‌های این گروه دارای یک ریسک ۶۵-۸۵٪ هستند. در این موارد ناهنجاری معمولاً به صورت توده‌هایی قابل لمس ظاهر می‌شود که با تغییراتی در پوست همراه می‌باشد. به افرادی که ترموگرافی آنها منجر به یک چنین ترموگرام‌هایی می‌شود، انجام ماموگرافی و سایر تست‌های کلینیکی دیگر توصیه می‌شود.

۵- گروه TH5

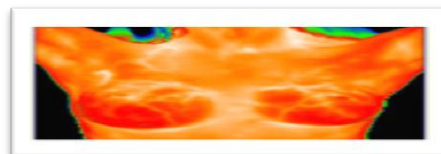
ترموگرام‌های این گروه بالاترین ریسک ابتلا به سرطان را به همراه دارند و افرادی که ترموگرام‌های آنها در این گروه قرار می‌گیرد با احتمال ۹۵٪ دارای تومورهای بدخیم می‌باشند. در شکل ۱۱ طبقه‌بندی ترموگرام‌های سینه نشان داده شده است.



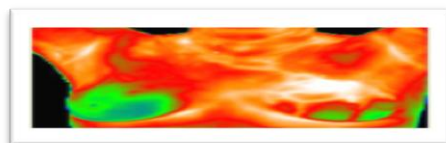
(الف)



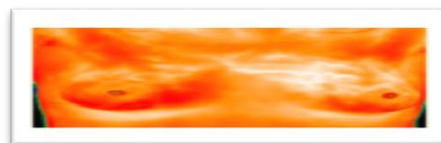
(ج)



(ب)



(ه)



(د)

شکل ۱۱- طبقه‌بندی ترموگرام سینه

الف- TH1 ب- TH2 ج- TH3 د- TH4 ه- TH5

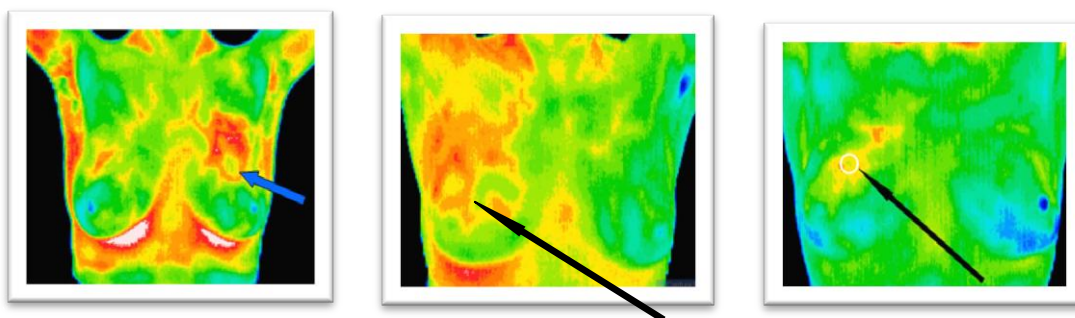
برای افراد با ترموگرام‌های مشکوک معمولاً یک دوره یک ساله ترموگرافی تجویز می‌شود که در بازه‌های زمانی سه ماهی انجام می‌گیرد. همچنین آزمایش‌های کلینیکی دیگر نظیر آزمایش خون بطور مرتب صورت می‌گیرد تا وجود و یا عدم وجود سرطان سینه تایید شود. اگر وجود سرطان سینه در فردی مشخص شود باید آزمایش‌های بیشتری صورت گیرد تا تعیین شود سرطان فراگیر و پخش شونده هست یا نه و بدین ترتیب مرحله سرطان مشخص شود. به طور کلی پنج مرحله برای سرطان سینه در نظر گرفته می‌شود که بطور مشروح در ادامه مطرح می‌شود [۱، ۱۱، ۱۵، ۱۸، ۱۹]. پر واضح است آشکارسازی سرطان در مراحل اولیه با شانس بقاء بیشتر همراه خواهد بود.

۱- مرحله صفر

در این مرحله سلول‌های سرطانی پخش نمی‌شوند و در محلی که شکل‌گیری صورت گرفته رشد می‌کنند. این مرحله موسوم به سرطان در محل است و شانس حیات پنج ساله هنگام آشکارسازی سرطان در این مرحله ۱۰۰٪ می‌باشد. این مرحله به دو دسته کلی تقسیم می‌شود: (۱) سرطان در بافت اصلی^۱ و (۲) سرطان در مجاری لنفاوی^۲

• سرطان در بافت اصلی

ناهنجاری‌ها در این وضعیت در بافت اصلی سینه ایجاد می‌شوند و در حقیقت ریسک کمتری را به همراه دارند به طوریکه حتی می‌تواند یک مورد سرطانی در نظر گرفته نشود. در حقیقت این حالت وجود یک ریسک بالا برای ابتلا به سرطان محسوب می‌شود.



(ج)

(ب)

(الف)

شکل ۱۲: نمونه‌هایی از ترموگرام‌های افراد مبتلا به سرطان در مرحله صفر

• سرطان در مجاری لنفاوی

سرطان‌هایی که لوله‌ها و مجاری لنفاوی در سینه را درگیر می‌کند. اگر سرطان در این مرحله آشکارسازی شود قابل درمان است و عدم آشکارسازی در این مرحله منجر به سرایت ناهنجاری به بافت‌های سالم اطراف شده و سرطان وارد مراحل پیشرفته‌تر می‌شود. در شکل ۱۲ نمونه‌هایی از این مورد آورده شده است. از جمله مشخصه‌هایی که در ترموگرام‌های افراد مبتلا به سرطان در این مرحله دیده می‌شود، وجود نواحی سردی است که توسط نواحی گرم احاطه شده است. این نواحی در شکل ۱۲ توسط پیکان‌هایی مشخص شده است.

^۱-Lobular Carcinoma In Situ (LCIS)

^۲- Ductal Carcinoma in Situ (DCIS)

۲- مرحله ۱

در این مرحله تومورها کوچکتر از ۲cm است و ناهنجاری به بافت ها و غدد لنفاوی اطراف سرایت نمی‌کند و شانس حیات پنج ساله هنگام آشکارسازی سرطان در این مرحله ۹۸٪ می‌باشد.

۳- مرحله ۲

مرحله دوم پیشروی سرطان سینه به دو حالت تقسیم می‌شود. این تقسیم بندی با در نظر گرفتن اندازه تومور و میزان درگیری غددلنفاوی با سرطان اعمال می‌شود. شانس حیات پنج ساله هنگام آشکارسازی سرطان در این مرحله ۸۸٪ می‌باشد. این دو مرحله عبارتند از:

- ۱) تومور کوچکتر از ۲cm است و ناهنجاری به بیش از سه غده لنفاوی زیر بغل سرایت می‌کند ، و یا تومور بزرگتر از ۲cm و کوچکتر از ۵cm است و گسترش ناهنجاری به غدد لنفاوی اطراف وجود ندارد.
- ۲) تومور بزرگتر از ۲cm و کوچکتر از ۵cm است و ناهنجاری به بیش از سه غده لنفاوی زیر بغل سرایت می‌کند و یا تومور ها بزرگتر از ۵cm است اما سرایت و پخش ناهنجاری به غدد لنفاوی اطراف وجود ندارد.

۴- مرحله ۳

مرحله سوم پیشروی سرطان سینه نیز به دو حالت تقسیم می‌شود. این دو مرحله عبارتند از:

- ۱) تومور بزرگتر از ۲cm و کوچکتر از ۵cm است و ناهنجاری به بیش از سه غده لنفاوی زیر بغل سرایت می‌کند و شانس حیات پنج ساله هنگامی که سرطان در این مرحله آشکار سازی شود ۵۶٪ می‌باشد.
- ۲) در این مرحله سرطان به بافت های نزدیک سینه شامل پوست، دیواره قفسه سینه، دنده‌ها و ماهیچه-ها ، غدد لنفاوی در جداره قفسه سینه و یا بالای ترقوه سرایت می‌کند و شانس حیات پنج ساله هنگامی که سرطان در این مرحله آشکارسازی شود ۴۹٪ می‌باشد.

۵- مرحله ۴

سرطان به ارگان‌های دیگر نظیر کبد، ریه، سیستم اسکلتی و نیز غدد لنفاوی نزدیک ترقوه سرایت کرده است و شانس حیات پنج ساله هنگام آشکارسازی سرطان در این مرحله ۱۶٪ می‌باشد.

۶. نتیجه گیری

سرطان سینه رایج‌ترین سرطان زنان است و بعد از سرطان ریه بیشترین مرگ و میر ناشی از سرطان را شامل می‌شود. تحقیقات اخیر ثابت کرده‌اند اگر سرطان سینه در مراحل اولیه تشکیل بافت‌های سرطانی تشخیص داده شوند، شانس حیات به طرز چشمگیری افزایش یافته و هزینه‌های ناشی از کنترل بیماری به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین راه حل اصلی، تشخیص زودهنگام سرطان سینه است و ترموگرام‌های حرارتی ثابت کرده‌اند قابلیت تشخیص زودهنگام سرطان سینه دارند و حتی می‌توانند احتمال ریسک ابتلا به سرطان را در سال‌های آتی پیش‌بینی کنند. پس از اخذ تصاویر حرارتی لازم است این تصاویر تفسیر حرارتی شوند و براساس نتایج حاصل از تفسیر حرارتی، نوع سرطان تشخیص و طبقه‌بندی گردد. در این مقاله به بررسی تفسیر حرارتی ترموگرام‌ها پرداختیم و مشاهده نمودیم با بررسی ناهنجاری در بافت‌های سینه و مقایسه با نواحی اطراف و متقارن به ترموگرام امتیاز داده می‌شود و امتیاز کسب شده از تفسیر ترموگرام به عنوان پارامتر طبقه‌بندی نوع سرطان در نظر گرفته می‌شود و در یکی از گروه‌های TH1 تا TH5 قرار می‌گیرد.

1. ACCT, "Who shoul have breast thermography". www.acct.blog.com, August 2010.
2. IARC, W., "World Health Organization International Ag-ency for Research on Cancer". Available from: <http://globocan.iarc.fr/factsheets/populations/factsheet.asp?uno=900>, 2008.
3. N.A.Diakides, J.D.B., "Medical Infrared Imaging". CRC Press, 2008.
4. B. Borchardt , A.C., "Breast thermography from an image processing viewpoint:A survey", Signal Processing , Elsevier, 2014. **19**: p. 30-38.
5. Araújo, M.C., "Interval symbolic feature extraction for thermography breast cancer detection". Expert Systems with Applications ,Elsevier, 2014. **20**: p. 305-311.
6. V Francis , M.S., G. Bhavani Bharathi "Breast cancer detection in rotational thermography images using texture features". Infrared Physics And Technology,Elsevier, 2014. **67**: p. 490-496.
7. Chato, J.C., "Measurement of Thermal Properties of Growing Tumors". Proc. N. Y. Acad. Sci, 1980. **35**: p. 67-85.
8. F.Arena, C.B., "Use of Infrared imaging in enhanced breast cancer detection and monitoring of the clinical response to treatment". Proceeding Of The 25th Annual International of the IEEE EMBS, 2003. **17**: p. 1129 - 1132.
9. E.F.J.Ring, "Process in the measurement of human body tempreature". IEEE Engineering In Medical And Biology, 1998 .113 :p. 792 - 808.
10. E.Y.K.Ng, "A review of thermography as promising non-invasive detection modality for breast tumor". 2009. **48**: p. 849 - 859.
11. Clinic, T., "Early Detection Saves Live". www.thermographyclinic.ca.com/index.html, 2010.
12. V.D.Fournier, "Correlation of thermography and doubling times of breast cancer". ACTA Thermographic, 1978. **3**: p. 107 - 117.
13. R.N.Lawson, "Implications of surface temperatures in the diagnosis of breast cancer". Can. Med. Assoc, 2006. **75**: p. 309-315.
14. F.J.Head, F.w., C.A.Lipari, "The important role of infrared imaging in breast cancer". IEEE Engineering In Medical And Biology, 2000: p. 73-79.
15. N.A. Diakides, J.D.B., "Medical Infrared Imaging, Taylor & Francis Group". Boca Raton, 2008. **15**: p. 18-24.
16. KR ,F., "Thermographic detection of breast cancer". IEEE Engineering In Medicine And Biology, 2008. **14**: p. 10-17.
17. J. R. Keyserlingk, P.D.A., E. Yu, N. Belliveau,and M. Yassa, "Functional infrared imaging of the breast". IEEE Engineering in Medicine and Biology, 2008. **15**: p. 30-39.
18. M.Lee, C.Y., "Entropy-based feature extraction and decision tree induction for breast cancer diagnosis with standardized thermograph images". Computer methods and programs in medicines, 2010. **100**: p. 269-282.
19. EYK, N" ,A review of thermography as promising non-invasive detection modality for breast tumour". Int J Therm Sci, 2009. **48**: p. 849-859.