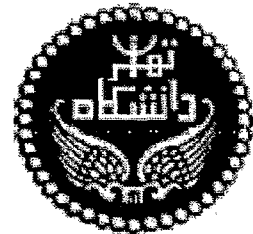
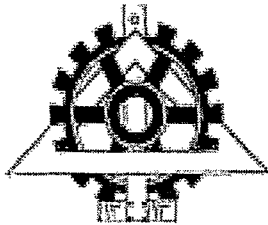


اسکن شد  
تاریخ :  
پراشور :

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

۹۱۲۷۰



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

پردازش تصاویر اولتراسوند درون رگی (IVUS) به منظور استخراج مرزهای

داخلی و خارجی رگ و بخش‌بندی پلاک‌های کلسیمی

نگارش:

زهرا نجفی

استاد راهنمای اول:

دکتر سید کمال ستاره دان

استاد راهنمای دوم:

دکتر رضا آقایی زاده ظروفي

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته

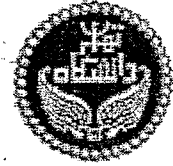
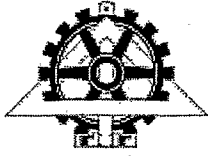
مهندسی پزشکی گرایش بیوالکتریک

شهریور ۱۳۸۶

۱۳۸۶ / ۹ / ۲۵

۹۱۲۷۲

موسسه تخصصی زبان  
موسسه تخصصی زبان



به نام خدا  
دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر



## گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقا/خانم **زهرا نجفی** در رشته مهندسی برق و

کامپیوتر، گرایش: مهندسی پزشکی

با عنوان: "پردازش تصاویر IVUS به منظور استخراج مرزهای داخلی و خارجی رگ و بخش بندی پلاکهای کلسیمی"

به عدد **۱۹۷۵** به حروف **هزار و نهم**

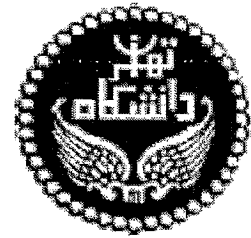
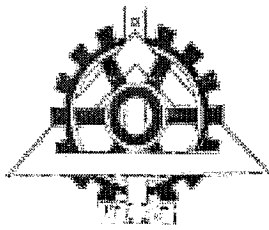
در تاریخ **۱۳۸۶/۰۶/۲۵** نمره نهایی پایان نامه: **۱۹/۵**

و درجه **عالی** ارزیابی نمود.

امضاء	دانشگاه یا موسسه	مرتبه دانشگاهی	نام و نام خانوادگی	مشخصات هیأت داوران
	تهران	دانشیار	دکتر سیدکمال الدین ستاره دان	۱-استاد راهنما
	تهران	دانشیار	دکتر رضا آقایی زاده ظروفی	استاد راهنمای دوم (حسب مورد)
	--	--	--	۲-استاد مشاور
	علم و صنعت	استادیار	دکتر حمید بهنام	۳-استاد مدعو خارجی (یا استاد مشاور دوم)
	تهران	استادیار	دکتر فریبا بهرامی	۴-استاد مدعو داخلی
	تهران	استادیار	دکتر غلامعلی حسین زاده دهکردی	۵-داور و نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده

تذکره: این برگه پس از تکمیل توسط هیأت داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.





دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

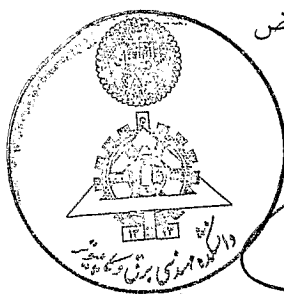
پردازش تصاویر اولتراسوند درون رگی (IVUS) به منظور استخراج مرزهای داخلی و خارجی رگ و بخش‌بندی پلاک‌های کلسیمی

نگارش:

زهرا نجفی

از این پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق (مهندسی پزشکی-بیوالکترونیک) در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۲۵ مقابل هیأت داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.

معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی پردیس دانشکده‌های فنی: دکتر جواد فیض



رئیس دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر: دکتر پرویز جبه‌دار مال‌الایی  
۲۶,۹۲۰

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر سعید نادر اصفهانی

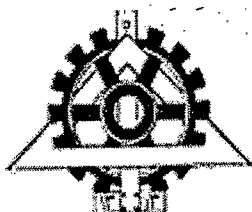
استاد راهنمای اول: دکتر سید کمال الدین ستاره دان

استاد راهنمای دوم: دکتر رضا آقایبی زاده ظروفی

عضو هیأت داوران: دکتر فریبا بهرامی

عضو هیأت داوران: دکتر غلامعلی حسین‌زاده

عضو هیأت داوران: دکتر حمید بهنام




## تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب زهرا نجفی تائید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است، طبق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: زهرا نجفی

امضای دانشجو:



تقدیم به پدر گرانقدرم او که چون کوه ایستاد تا استوار گردم و پرنده خیالم

در سایه پشتیبانی اش به اوج قله های رفیع موفقیت و کامیابی پرواز کرد.

تقدیم به مادر مهربانم که پلکهایش روی هم قرار نگرفت تا آرام بخوابم،

عزیزی که آسمان محبتش را انتهای نیست.

مهرشان در قلبم جاودانه است به امید آنکه گوشه ای از الطاف بی دریغشان را جبران کنم.

تقدیم به خواهران نازنینم که از کودکی تا به حال یار و همدم همیشگی من بودند.

## سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر ستاره دان و جناب آقای دکتر ظروفی، که شاگردی ایشان برای من افتخار بزرگی بود و بخاطر تمام زحمات و راهنمایی‌ها و قرار دادن بنده در این مسیر، تشکر و قدردانی می‌کنم. از مادر و پدر عزیزم که فداکاری، صبر و همراهی مشفقانه‌شان از ابتدای عمر همراه من بوده است، آنها که همیشه در مشکلات گوناگون در هر حالت و به هر شکل پشتیبان من بوده‌اند سپاسگزارم. همین‌طور از خواهرانم که صادقانه مشوق و همدم من بودند قدردانی می‌کنم.

بدین وسیله وظیفه خود می‌دانم از اساتید محترم، خانم دکتر بهرامی، آقای دکتر حسین‌زاده و آقای دکترنواب که در تکوین دیدگاه من در دوره کارشناسی ارشد نقش داشته‌اند، سپاسگزاری کنم. همین‌طور از آقای مهندس صحتی به خاطر فراهم آوردن محیطی علمی برای من و بقیه دانشجویان در آزمایشگاه تجهیزات پزشکی طی این مدت، تشکر می‌کنم. همچنین جادارد از تمامی دوستانم از جمله، آقایان احسان رخصت‌یزدی، آرش تاکی، مهدی تیموری، شهروز روحی، اشکان یزدانی و خانمها شقایق حمیدپور، آسیه وصولی‌پور، راحیل زرگری‌نژاد و متینه شاکر که همراه و مشوق من بوده‌اند قدردانی کنم.

## چکیده

امروزه بیماریهای رگهای تغذیه کننده قلب CAD<sup>1</sup> یکی از بزرگ ترین عوامل مرگ و میر در سطح دنیا به شمار می رود. علت این بیماری جمع شدن پلاکها در دیواره رگهای کرونری می باشد، که باعث انسداد و ایجاد خلل در سلولهای تغذیه کننده قلبی می شود. پیدا کردن روشهایی برای تشخیص میزان تنگی این رگها و سپس درمان بموقع آن، برای پیشگیری از گرفتگی کامل رگ حائز اهمیت است.

از روشهای معمول که برای تشخیص گرفتگی عروق کرونری استفاده می شود، روشی موسوم به آنژیوگرافی است. در این روش بعد از تزریق ماده حاجب، تصویربرداری X-Ray از بیمار صورت می گیرد. تصویربرداری به روش آنژیوگرافی معایب و مشکلات زیادی به همراه دارد که به عنوان مثال علاوه بر مضرات حاصل از تشعشعات پرتو ایکس در هنگام تصویربرداری، این روش قدرت تشخیص میزان رسوبات و جنس آنها در دیواره رگ را ندارد

روش جدیدی که از سال ۱۹۹۰ در تشخیص بیماریهای قلبی از جمله گرفتگی رگها<sup>۲</sup> مورد استفاده قرار گرفته است IVUS<sup>۳</sup> می باشد. این روش یک تکنیک تصویر برداری پزشکی است که بر پایه فرستادن کاتتر<sup>۴</sup> به داخل رگ و استفاده از امواج اولتراسوند برای تشکیل تصاویر زمان حقیقی<sup>۵</sup> با رزولوشن بالا از دیواره داخلی رگ بنا شده است. این روش از خطرات استفاده از اشعه X بدور بوده و اطلاعات بیشتر و دقیقتری از دیواره رگ را در اختیار قرار میدهد. لذا نسبت به روش تصویر برداری آنژیوگرافی مزایای خاص خود را دارد.

دیواره داخلی رگهای کرونری از دو لایه مهم تشکیل شده است که، لایه داخلی Intima و لایه خارجی Media-Adventitia نام دارد. پلاکها در فاصله بین این لایهها جمع شده و باعث تنگ شدن رگ می شود. بررسی تصاویر IVUS و تشخیص این لایهها توسط پزشک کاری خسته کننده و زمان بر بوده و دقت عمل به مهارت پزشک وابسته است. لذا در این پروژه هدف استخراج این لایهها به شکل خودکار می باشد.

از جمله مشکلات تشخیص مرزها در تصاویر اولتراسوند وجود نویز در این تصاویر می باشد. لذا در این پروژه از روش فیلتر انتشار<sup>۶</sup> برای کاهش نویز استفاده شده که علاوه بر کم کردن نویز، لبهها نیز حفظ می شوند. در روش پیشنهادی بخش بندی تصاویر ابتدا مرز اولیه از طریق روشهای آستانه یابی و روشهای آشکارسازی مرز Canny استخراج شده و سپس مدلهای شکل پذیر پارامتریک (مار)<sup>۷</sup> و غیرپارامتریک (Level Set)<sup>۸</sup> به تصاویر اعمال شده و مرزهای داخلی و خارجی رگ به شکل خودکار مشخص می شوند. پلاکهای کلسیمی در دیواره داخلی رگ رسوب کرده و باعث تنگ شدن رگ می شوند. این پلاکها در تصاویر IVUS به شکل نواحی با شدت روشنایی بالا در بین دو مرز ظاهر می شوند که در پشت این پلاکها ناحیه سایه دار ایجاد می شود. تشخیص دقیق این نواحی برای پزشک در درمان تنگی رگها حائز اهمیت می باشد. در این پروژه به پردازش ناحیه بین دو مرز خواهیم پرداخت. برای این منظور بعد از جدا کردن ناحیه بین دو مرز، دو روش آستانه گذاری و بخش بندی بیز بر روی تصاویر اعمال شده و نتایج با نواحی مشخص شده کلسیمی توسط پزشک، مقایسه شده اند.

در قسمت انتهایی این پروژه، جهت نمایش حجمی (سه بعدی) ساختارهای بخش بندی شده از روشهای تولید سطح، مانند مکعبهای راه رونده و مکعبهای تقسیم کننده استفاده شده است.

<sup>1</sup> Coronary Artery Disease

<sup>2</sup> Atherosclerosis

<sup>3</sup> IntraVascular Ultrasound

<sup>4</sup> Catheter

<sup>5</sup> Real-Time

<sup>6</sup> Anisotropic diffusion filter

<sup>7</sup> Parametric deformable model

<sup>8</sup> Geometric deformable model



## فهرست

فصل اول: مقدمه.....	۲
۱-۱- معرفی و شرح مساله.....	۲
۲-۱- پردازش تصاویر IVUS.....	۷
۳-۱- جمع بندی.....	۱۲
فصل دوم: روش تصویربرداری اولتراسوند و IVUS.....	۱۴
۱-۱- مقدمه.....	۱۵
۲-۲- اصول تصویر برداری پالس-اكو.....	۱۶
۳-۲- روشهای مختلف تصویر برداری.....	۱۷
۱-۳-۲- روش A اسکن.....	۱۸
۲-۳-۲- روش B اسکن.....	۱۹
۳-۳-۲- روش M اسکن.....	۲۰
۴-۳-۲- آرتیفکتهای موجود در تصاویر اولتراسوند.....	۲۱
۴-۲- تصویربرداری IVUS.....	۲۲
۱-۴-۲- اغتشاش ناشی از چرخیدن کاتتر در داخل رگ (حرکتی).....	۲۳
۲-۴-۲- حلقه های نورانی.....	۲۴
۳-۴-۲- مشکلات ناشی از انحنای رگ.....	۲۴
۴-۴-۲- اغتشاش حاصل از شاخه های جانبی رگ.....	۲۴
۵-۴-۲- نویز اسپکل.....	۲۵
۵-۲- جمع بندی.....	۲۵
فصل سوم: بررسی روش های پیش پردازش و بخش بندی تصاویر IVUS.....	۲۶
۱-۳- مقدمه.....	۲۸
۲-۳- پیش پردازش تصاویر IVUS.....	۲۸
۱-۲-۳- فیلتر وینر.....	۲۹
۲-۲-۳- فیلتر انتشار.....	۳۰
۳-۲-۳- فیلترهای تطبیقی.....	۳۲

۳۲	.....۴-۲-۳-فیلترهای مدین
۳۲	.....۳-۳-معیار های ارزیابی بهبود تصاویر
۳۲	.....۱-۳-۳-معیار SNR
۳۳	.....۲-۳-۳-معیار CSR
۳۴	.....۳-۳-۳-معیار PSNR
۳۴	.....۴-۳-روشهای بخش بندی و تشخیص مرز
۳۷	.....۱-۴-۳-آستانه گذاری
۳۷	.....۲-۴-۳-روشهای مبتنی بر ناحیه
۴۰	.....۱-۲-۴-۳-روشهای مبتنی بر ناحیه در پردازش تصاویر IVUS
۴۲	.....۳-۴-۳-روشهای مبتنی بر مرز
۴۳	.....۱-۳-۴-۳-روشهای مبتنی بر مرز در پردازش تصاویر IVUS
۴۵	.....۴-۴-۳-مدل مرزهای فعال پارامتریک یا مارها
۵۰	.....۵-۴-۳-مرزهای فعال هندسی
۵۰	.....۱-۵-۴-۳-تئوری تکمیل منحنی
۵۱	.....۲-۵-۴-۳-روش سطوح همتراز
۵۴	.....۳-۵-۴-۳-توابع سرعت
۵۶	.....۵-۳-جمع بندی
۵۸	.....فصل چهارم: روش های پیشنهادی و نتایج
۵۹	.....۱-۴-مقدمه
۵۹	.....۲-۴-اخذ تصاویر IVUS
۶۰	.....۳-۴-پیش پردازش در تصاویر IVUS
۶۰	.....۱-۳-۴-کاهش نویز اسپکل در تصاویر IVUS
۶۳	.....۲-۳-۴-محاسبه کانتور اولیه
۶۵	.....۴-۴-بخش بندی مرزها توسط مدل های شکل پذیر پارامتریک
۶۹	.....۱-۴-۴-نتایج عددی و معیارهای ارزیابی
۷۳	.....۵-۴-بخش بندی مرزها توسط مدل های شکل پذیر هندسی
۷۷	.....۱-۵-۴-نتایج عددی ارزیابی آنها
۷۸	.....۶-۴-تشخیص پلاکهای کلسیمی در تصاویر
۷۸	.....۱-۶-۴-آستانه گذاری
۸۱	.....۲-۶-۴-بخش بندی بیز

۸۲	.....۷-۴-جمع بندی
۸۴	.....فصل پنجم: روشهای نمایش سه بعدی
۸۵	.....۱-۵-مقدمه
۸۵	.....۲-۵-نمایش حجمی مستقیم
۸۶	.....۳-۵-روشهای تولید سطح
۸۸	.....۴-۵-نمایش سه بعدی تصاویر IVUS
۸۹	.....۵-۵-جمع بندی
۹۱	.....فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات
۹۴	.....مراجع
۹۹	.....فهرست واژگان

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- نمونه ای از یک تصویر IVUS [۶] ..... ۳
- شکل ۲-۱- انواع پلاکها در تصاویر IVUS (الف) پلاک سخت یا کلسیمی (ب) پلاک ترکیبی چربی، کلسیمی و فیبروز شده (ج) پلاک نرم یا چربی [۷] ..... ۳
- شکل ۳-۱- نمونه یک کاتتر در داخل رگ [۷] ..... ۴
- شکل ۴-۱- مراحل تشکیل تصویر IVUS در داخل رگ و نمونه‌ای از یک دستگاه تصویربرداری IVUS در کنار دستگاه تصویربرداری آنژیوگرافی [۸] ..... ۵
- شکل ۵-۱- نمونه‌ای از یک دستگاه تصویربرداری IVUS در کنار دستگاه تصویربرداری آنژیوگرافی [۸] ..... ۵
- شکل ۶-۱- نمونه ای از پردازش VH بر تصاویر IVUS [۸] ..... ۶
- شکل ۷-۱- تفاوت تشخیص در IVUS و آنژیوگرافی [۴] ..... ۶
- شکل ۸-۱- نمایی از ترکیب تصاویر آنژیولوژی و تصاویر بخش بندی شده IVUS جهت نماسازی حجمی [۶۲] ..... ۹
- شکل ۹-۱- مرز با دقت پایین و خطای بالا نسبت به کاردیولوژیست [۲۸] ..... ۱۰
- شکل ۱۰-۱- مرز ناپیوسته در تصاویر IVUS [۲۷] ..... ۱۰
- شکل ۱۱-۱- پلاک کلسیم رسوبی در دیواره رگ و ناحیه سایه دار [۲۷] ..... ۱۱
- شکل ۱-۲- رفتار موج در برخورد با سطح [۲] ..... ۱۷
- شکل ۲-۲- اسکن برای مشخص کردن خط میانی مغز [۳۲] ..... ۱۸
- شکل ۳-۲- نحوه بدست آمدن یک خط از B اسکن [۳۲] ..... ۱۹
- شکل ۴-۲- روش اسکن مد حرکت [۳۲] ..... ۲۱
- شکل ۵-۲- تصویر بافت شناسی از سطح مقطع رگ کرونری قلب [۳] ..... ۲۲
- شکل ۶-۲- (الف) نمونه ای از یک رگ سالم (ب) نمونه ای از یک رگ با رسوبات کلسیمی و چربی [۷] ..... ۲۳
- شکل ۷-۲- آرتیفکت NURD در تصاویر [۳] ..... ۲۴
- شکل ۸-۲- آرتیفکت Stent در تصاویر IVUS [۷] ..... ۲۵
- شکل ۱-۳- اثر فیلتر وینر بر تصاویر اولتراسوند (الف) تصویر اصلی (ب) تصویر پس از اعمال فیلتر [۱۰] ..... ۳۰
- شکل ۲-۳- اثر انتشار بر تصاویر IVUS، ستون اول تصویر اصلی و ستون دوم تصویر پس از اعمال روش [۲۵] ..... ۳۱
- شکل ۳-۳- فیلتر تطبیقی بر تصاویر اولتراسوند (الف) تصویر اصلی (ب) تصویر پس از اعمال فیلتر [۱۱] ..... ۳۲
- شکل ۴-۳- مرز نقطه چین تعیین شده توسط پزشک و مرز پیوسته نتیجه روش رشد ناحیه ای [۲۲] ..... ۴۱
- شکل ۵-۳- نتیجه روش آماری در استخراج مرز داخلی رگ در تصاویر IVUS [۱۶] ..... ۴۱
- شکل ۶-۳- ستون اول دو تصویر از رگ بدون پلاک و ستون دوم نتیجه حاصل از اعمال روش پیشنهادی [۲۳] ..... ۴۲
- شکل ۷-۳- استخراج مرز (الف) تشخیص دست پزشک (ب) روش پیشنهاد شده [۲۰] ..... ۴۳
- شکل ۸-۳- نمایش مرز داخلی و خارجی در تصویر اصلی [۱۷] ..... ۴۴
- شکل ۹-۳- سطر اول نتیجه روش پیشنهاد شده و سطر دوم تشخیص دست پزشک [۲۸] ..... ۴۴

- شکل ۳-۱۰- نتیجه پردازش سطح پائین بر تصاویر IVUS [۱۵]..... ۴۶
- شکل ۳-۱۱- نمونه ای از محاط شدن یک منحنی توسط سطوح همتراز (a) یک منحنی ساده. (b) تابع سطح همتراز جائیکه منحنی توسط سطح همتراز صفر محاط شده است. (c) نقشه فاصله تابع سطح همتراز با سطح همتراز صفر خودش در ناحیه سیاه..... ۵۲
- شکل ۳-۱۲- از چپ بر است، سطح همتراز صفر تقسیم می شود به دو منحنی در حالیکه تابع سطح همتراز هنوز یک تابع معتبر است..... ۵۲
- شکل ۳-۱۳- استخراج کانتور شکل کیست از تصویر اولتراسوند سینه از طریق بهم پیوستن چند level set اولیه. [۲۴]..... ۵۵
- شکل ۴-۱- تصویری از سطح مقطع رگ توسط دستگاه تصویربرداری IVUS..... ۶۰
- شکل ۴-۲- (الف) تصویر اصلی (ب) اثر فیلتر انتشار بر تصاویر IVUS..... ۶۱
- شکل ۴-۳- مکان پروفایل سطر ۱۵۰ در تصویر IVUS..... ۶۲
- شکل ۴-۴- (الف) شمای کلی پروفایل سطر ۱۵۰ ام از تصویر اصلی و پروفایلهای فیلتر شده توسط فیلترهای وینر (قرمز)، فیلتر مدین (سیاه) و فیلتر انتشار (سبز). (ب) تصویر بزرگ شده قسمتی از نمودار (الف)..... ۶۳
- شکل ۴-۵- (الف) نمایی از تصویر در مختصات قطبی. (ب) کانتور اولیه. intima (ج) کانتور اولیه media-adventitia..... ۶۵
- شکل ۴-۶- نتایج (الف) تصویر اصلی برای رگ تنگ شده (ب) نتیجه روش پیشنهادی (ج) تصویر اصلی همراه با نواحی کلسیمی (د) نتیجه (ه) تصویر اصلی در قسمت بالن دار رگ (ی) نتیجه بخش بندی..... ۶۸
- شکل ۴-۷- مقایسه مرز مشخص شده توسط دست پزشک (قرمز) و روش پیشنهادی (آبی)..... ۶۹
- شکل ۴-۸- نمایشی از معیار مقایسه روش دستی و خودکار. ناحیه قرمز تفاوت در مساحت بین دو کانتور را نمایش داده و d فاصله بین دو مرز می باشد (AD و HD)..... ۷۰
- شکل ۴-۹- نمودار رگرسیون برای اختلاف مساحتها (الف) Intima (ب) Media-Adventitia در اینجا n تعداد نمونه ها و  $r^2$  ضریب همبستگی می باشد..... ۷۲
- شکل ۴-۱۰- فرم ورودی بر پایه تابع علامتدار فاصله ای..... ۷۳
- شکل ۴-۱۱- نتایج (الف) تصویر اصلی برای رگ تنگ شده (ب) نتیجه روش سطوح همتراز (ج) تصویر اصلی همراه با نواحی کلسیمی (د) نتیجه (ه) تصویر اصلی در قسمت بالن دار رگ (ی) نتیجه بخش بندی..... ۷۷
- شکل ۴-۱۲- نتایج (الف) تصویر اصلی رگ حاوی پلاک (ب) نتیجه روش آستانه گذاری..... ۷۹
- شکل ۴-۱۳- انتقال تصویر به مختصات قطبی برای تشخیص نواحی سایه دار..... ۸۰
- شکل ۴-۱۴- نتیجه نهایی تشخیص نواحی با رسوبات کلسیمی..... ۸۰
- شکل ۴-۱۵- نتایج (الف) تصویر اصلی رگ حاوی پلاک (ب) نتیجه روش بخش بندی بیز..... ۸۱
- شکل ۴-۱۶- انتقال تصویر به مختصات قطبی برای تشخیص نواحی سایه دار..... ۸۲
- شکل ۴-۱۷- نتیجه نهایی تشخیص نواحی با رسوبات کلسیمی توسط بیز..... ۸۲
- شکل ۵-۱- نمای کلی از روش انتشار شعاع حجمی [۵۳]..... ۸۶
- شکل ۵-۲- حالات مختلف تلاقی سطح با واکسل در الگوریتم مکعبهای راهرونده [۵۴]..... ۸۷

- شکل ۳-۵- نمای کلی از روش جستجو و ارتباط کانتورها ..... ۸۸
- شکل ۴-۵- نماسازی سه بعدی از رگ. مرزهای داخلی و خارجی به رنگ قرمز و همچنین نواحی پلاکدار به رنگ سفید نمایش داده شده‌اند. .... ۹۰

## فهرست جدول‌ها

- جدول ۴-۱- نتایج PSNR در اعمال فیلترهای متفاوت بر تصویر IVUS ..... ۵۹
- جدول ۴-۲- ارزیابی کانتور بدست آمده با کانتور واقعی برای Intima (واحد پیکسل). Manual 1 تشخیص دستی اولین کاردیولوژیست و Automatic 1 روش مدل‌های شکل پذیر پارامتریک و r ضریب همبستگی می‌باشد. .... ۶۶
- جدول ۴-۳- ارزیابی کانتور بدست آمده با کانتور واقعی برای Media-adventitia (واحد پیکسل). Manual 1 تشخیص دستی اولین کاردیولوژیست و Automatic 1 روش مدل‌های شکل پذیر پارامتریک و r ضریب همبستگی می‌باشد. .... ۶۶
- جدول ۴-۴- ارزیابی کانتور بدست آمده با کانتور واقعی برای Intima (واحد پیکسل). Manual 1 تشخیص دستی اولین کاردیولوژیست و Automatic 2 روش مدل‌های شکل پذیر پارامتریک و r ضریب همبستگی می‌باشد. .... ۷۳
- جدول ۴-۵- ارزیابی کانتور بدست آمده با کانتور واقعی برای Media-adventitia (واحد پیکسل). Manual 1 تشخیص دستی اولین کاردیولوژیست و Automatic 2 روش مدل‌های شکل پذیر پارامتریک و r ضریب همبستگی می‌باشد. .... ۷۴

## فهرست علائم و اختصارات

ACM	Active Contour Model
AD	Average Distance
CSR	Contrast to Noise Ratio
EEG	Electroencephalogram
FN	False Negative
FP	False Positive
FSM	Fast Marching Method
GDM	Geometric Deformable Models
HNN	Hopfield Neural Network
HD	Hausdorff Distance
IVUS	IntraVascular Ultrasound
MSE	Minimum Square of Error
PAC	Parametric Deformable Model
RF	Radio Frequency
SNR	Signal to Noise Ratio
TN	True Negative
TP	True Positive
VH	Virtual Histology
WI	Williams Index



## فصل اول: مقدمه

## ۱-۱- معرفی و شرح مساله

امروزه بیماریهای عروق قلب از بزرگترین عوامل مرگ و میر در دنیا به شمار می‌رود. عامل این بیماری‌ها تنگ شدن رگهای کرونری (رگهای تغذیه کننده قلب) می‌باشد. تنگی عروق در اثر جمع شدن پلاکهای کلسیم، چربی و یا فیروز در فاصله بین دیواره داخلی و خارجی رگ‌ها ایجاد می‌شود. روشهایی که به پزشک در استخراج مرزهای داخلی و خارجی و همچنین تشخیص میزان پلاکها کمک کند، حائز اهمیت می‌باشد [۱]. آنژیوگرافی یک روش معمول برای تشخیص گرفتگی رگهای کرونری می‌باشد که در آن پس از تزریق ماده حاجب به درون رگها، تصویر توسط تابانیدن اشعه ایکس بدست می‌آید. این روش اطلاعاتی در زمینه نوع و میزان پلاکهای رسوبی در دیواره رگها نمی‌دهد. روشهای جدید تصویربرداری برای تشخیص میزان گرفتگی و انواع پلاکهای رسوبی در دیواره داخلی آنها صورت گرفته است.

تصویربرداری اولتراسوند از داخل رگ (IVUS)<sup>۱</sup> روش جدیدی است که از سال ۱۹۹۰ در تشخیص بیماریها، از جمله تصلب شرائین<sup>۲</sup> مورد استفاده قرار گرفته است. IVUS یک تکنیک جدید تصویربرداری پزشکی است که بر پایه فرستادن کاتتر<sup>۳</sup> به داخل رگ و استفاده از امواج اولتراسوند برای تشکیل تصاویر مقطعی زمان حقیقی<sup>۴</sup> با قدرت تفکیک نسبتاً بالا، از دیواره داخلی رگ بنا شده است [۲]. این روش از خطرات استفاده از اشعه ایکس بدور بوده و اطلاعات بیشتر و دقیقتری نسبت به آنژیوگرافی، از دیواره رگ را در اختیار قرار می‌دهد [۳] و [۴].

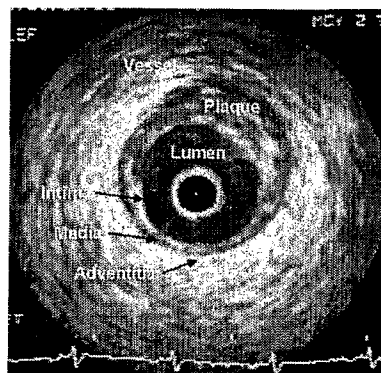
از معایب روش تصویر برداری IVUS، می‌توان به گران بودن دستگاه تصویربرداری، نزدیک بودن سطوح خاکستری مربوط به انواع پلاکها در تصاویر حاصله (که تشخیص جنس پلاکها را مشکل می‌کند)، خطرات ناشی از استفاده از کاتتر در بیماران که به میزان زیادی گرفتگی در ناحیه رگ آنها وجود دارد و کاتتر خطر پارگی رگ را در پیش دارد و نهایتاً وجود اغتشاشات و آرتیفکتهای مختلف در این تصاویر می‌توان اشاره کرد [۵] و [۶]. شکل ۱-۱ نمونه‌ای از یک تصویر IVUS را نشان می‌دهد.

<sup>1</sup> IVUS (Intravascular Ultrasound)

<sup>2</sup> Atherosclerosis

<sup>3</sup> Catheter

<sup>4</sup> Real-Time



شکل ۱-۱- نمونه ای از یک تصویر IVUS [۶]

در تصویربرداری IVUS مقاطعی از قسمتهای مختلف درون رگ به شکل سطوح خاکستری متفاوت نمایش داده می‌شوند، که به‌عنوان مثال اکوهای برگشتی از پلاکهای کلسیمی و چربی (پلاک نرم) در دیواره رگ به‌صورت نواحی با شدت روشنایی بالا و متوسط در تصویر مشخص می‌شوند. می‌توان با استفاده از سطوح خاکستری متفاوت میزان احتمال گرفتگی در رگهای کرونری را تعیین کرد. در شکل ۱-۲ نمونه ای از انواع این پلاکها را می‌توان مشاهده کرد [۷].



(ج)

(ب)

(الف)

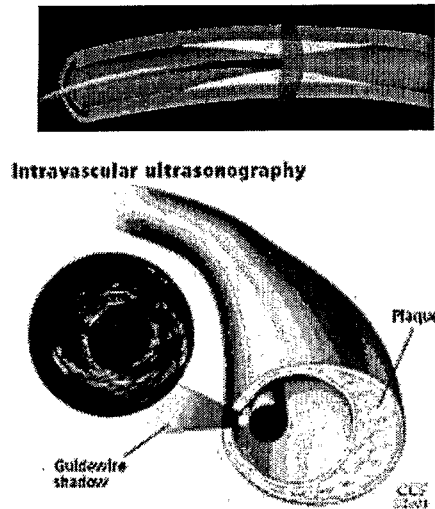
شکل ۱-۲- انواع پلاکها در تصاویر IVUS (الف) پلاک سخت یا کلسیمی (ب) پلاک ترکیبی چربی،

کلسیمی و فیروز شده (ج) پلاک نرم یا چربی [۷]

در این روش تصویر برداری پس از تزریق ماده حاجب، کاتتر به همان روش تصویربرداری آنژیوگرافی به داخل سیاهرگ فرستاده می‌شود. مبدل اولتراسوند به شکل آرایه ای با ۶۴ المان در داخل یک بالن قرار گرفته و با یک هدایتگر در رگ به جلو فرستاده می‌شود. معمولاً طول این بالن ۲ سانتیمتر و قطر آن ۱/۶ میلیمتر است و بسته به فشار داخل رگ این دو مقدار قابل تغییر هستند.

<sup>1</sup> Calcified and Lipid Caps

فرکانس مبدل اولتراسوند معمولا بین ۲۰-۵۰ MHz می‌باشد. شکل ۱-۳ یک نمونه از کاتتر IVUS را نشان می‌دهد. در این تحقیق تصاویر مورد استفاده توسط دستگاه تصویربرداری شرکت VOLCANO و با فرکانس ۳۰ MHz بدست آمده اند.



شکل ۱-۳- نمونه یک کاتتر در داخل رگ [۷]

کاتتر از داخل رگ توسط یک موتور با سرعت ثابت به عقب کشیده شده<sup>۱</sup> و باعث ایجاد تعدادی تصویر مقطعی از قسمتهای مختلف رگ می‌شود. طبق شکل ۱-۴ مبدل چرخان اولتراسوند در داخل رگ امواج را ارسال و در هنگام کشیده شدن کاتتر به سمت عقب رگ می‌توان دو نوع تصویر سطح مقطعی<sup>۲</sup> و همچنین طولی<sup>۳</sup> از داخل رگ بدست آورد. تصاویر طولی از کنار هم قرار داده شدن تمام فریمهای سطح مقطعی بدست می‌آید. بعد از تشخیص میزان گرفتگی در فریم های سطح مقطعی، می‌توان از تصاویر طولی در تشخیص مکان گرفتگی کمک گرفت. نمونه‌ای از دستگاه تصویر برداری IVUS در ترکیب با دستگاه تصویربرداری آنژیوگرافی در شکل ۱-۵ آمده است [۷]. از خروجی های دیگر دستگاه تصویربرداری IVUS می‌توان به سیگنال RF<sup>۴</sup> اولتراسوند اشاره کرد. پس از پردازش روی این سیگنالها می‌توان جنس انواع پلاکهای رسوبی در دیواره رگ های قلبی را با دقتی بیشتر از پردازش بر روی تصاویر بدست آورد

<sup>1</sup> Pull Back  
<sup>2</sup> Cross Sectional  
<sup>3</sup> Longitudinal  
<sup>4</sup> Radio Frequency