



دانشکده مهندسی کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد

# تشخیص آریتمی های قلبی بر پایه الکتروکاردیوگرام با استفاده از الگوریتم های فراکاوشی

نام دانشجو:

جلال الدین نصیری

استاد راهنما:

دکتر محمود نقیب زاده

استاد مشاور:

دکتر هادی صدوقی یزدی

آبان ماه ۱۳۸۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## تعهدنامه

اینجانب **جلال الدین نصیری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده پایان نامه "تشخیص آریتمی های قلبی بر پایه الکتروکاردیوگرام با استفاده از الگوریتم های فراکاوشی" تحت راهنمایی دکتر محمود نقیبزاده متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود و یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه فردوسی مشهد" و یا "Ferdowsi University of Mashhad" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

جلال الدین نصیری

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

به نام خدا

دانشگاه فردوسی مشهد  
دانشکده مهندسی گروه کامپیوتر  
پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

تشخیص آریتمی های قلبی بر پایه الکتروکاردیوگرام با استفاده از الگوریتم های  
فراکاوشی

نگارنده:

جلال الدین نصیری

کمیته ممتحنین:

استاد راهنما: دکتر محمود نقیبزاده  
امضا:

استاد مشاور: دکتر هادی صدوقی یزدی  
امضا:

استاد داور: دکتر عابد واحدیان مظلوم  
امضا:

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی: دکتر حسین دلداری  
امضا:

تقدیم بہ شہدای راہ حقیقت و آزادی

آنان کہ از این اوراق بی بہا مستغنی اند.

و تقدیم بہ

پدرم

کہ تلاش و فداکاریش، نقطہ اتحای من است

مادرم

کہ ہموارہ دعایش، مایہ امید و دلگرمی است

و ہمسر عزیزم

کہ صبرش، مایہ آرامش و وجودش، شوق زندگیست.

تشکر و قدردانی:

از استاد ارجمندم، جناب آقای دکتر نقیب زاده که در تمامی این مدت با بزرگواری فراوان، بارهاستغاثی‌های ارزنده خود یاریگر من بودند، کمال امتنان را داشته و برای ایشان آرزوی سلامتی و بهروزی دارم. از جناب آقای دکتر صدوقی یزدی که با شکیبایی بسیار، همواره پاسخگوی مشکلات من بودند، قدردانی نموده و خود را مرهمون زحمات ایشان می‌دانم.

همچنین از جناب آقای دکتر واحدیان و جناب آقای دکتر دلداری که داوری این پایان‌نامه را به عهده داشتند و علیرغم مشغله فراوان، تقدیمی این اثر را قبل نمودند، سپاسگزارم.

در پایان لازم می‌دانم از زحمات همسر عزیزم و آقای دکتر بهرام نقیب زاده که با مشاوره‌های خود در مباحث پزشکی مسیر این تحقیق را هموار نمودند، تشکر کنم.

جلال‌الدین نصیری

آبان ۸۸

## چکیده

بیماری‌های قلبی بنا بر آمارهای سازمان جهانی بهداشت شایعترین علت فوت را در میان سایر بیماری‌ها به خود اختصاص می‌دهند. تشخیص سریع و مراقبت ویژه پزشکی از بیماران مبتلا به این امراض می‌تواند تا حد زیادی از مرگ ناگهانی آنها جلوگیری نماید. از میان وسایل و راه‌های تشخیص مورد استفاده در این بیماری‌ها، استفاده از الکتروکاردیوگرام (ElectroCardioGram: ECG) کاربرد وسیع و قابل توجهی دارد. با توجه به اینکه ثبت نوار قلب آسان، کم هزینه و در عین حال ثمر بخش می‌باشد، استفاده از آن برای تشخیص مفید است. به علت حجم کاری فراوان متخصصین قلب، خستگی و بی‌خوابی ایشان، احتمال تشخیص اشتباه بیماری وجود دارد. برای کاستن از این اشتباهات و کمک به پزشکان، می‌توان از روشهای هوشمند در تشخیص این بیماری‌ها استفاده نمود. تغییر و اعوجاج در هریک از پارامترهای اصلی سیگنال الکتروکاردیوگرام می‌تواند نشان دهنده یک بیماری قلبی باشد. هر یک از این تغییرات نابهنجار به طور کلی یک "آریتمی قلبی" نامیده می‌شود.

هدف اصلی این تحقیق، بدست آوردن روشی اتوماتیک و کارا جهت تشخیص و تفکیک بیماری‌های قلبی بلوک شاخه ای راست<sup>۱</sup>، بلوک شاخه ای چپ<sup>۲</sup>، پیس ریتم<sup>۳</sup> و حالت نرمال و طبیعی از یکدیگر می‌باشد. برای این منظور یک سیستم طراحی شد تا ویژگی‌هایی را از سیگنال قلب استخراج کند. در گام بعد با استفاده از روش‌های موجود و نیز روش پیشنهادی بر پایه الگوریتم ژنتیک ویژگی‌های مناسب از بین مجموعه ویژگی‌ها انتخاب می‌شود. این گام بسیار مهم بوده و سبب دقت سیستم به صورت چشمگیری می‌شود. در نهایت مشخصه‌های انتخاب شده به یک کلاس‌بند چند کلاسی DAG SVM و DAG ESVM داده می‌شود و ضربان‌های متفاوت در هر یک از گروه‌ها دسته‌بندی می‌شوند.

**کلمات کلیدی:** آریتمی‌های قلبی، ماشین بردار پشتیبان، ژنتیک الگوریتم، استخراج ویژگی، کاهش ویژگی.

---

<sup>1</sup> Right Bundle Branch Block: RBBB

<sup>2</sup> Left Bundle Branch Block: LBBB

<sup>3</sup> Paced beat

## فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه	۱۲
۱-۱- مقدمه	۱۳
۲-۱- توصیف مساله	۱۳
۳-۱- ساختار پایان نامه	۱۴
فصل ۲: مروری بر فیزیولوژی و آریتمی‌های قلبی	۱۶
۱-۲- آناتومی و فیزیولوژی قلب	۱۷
۱-۱-۲- ساختمان داخلی قلب	۱۸
۲-۱-۲- دوره قلبی	۲۰
۳-۱-۲- انتقال ایمپالس های الکتریکی	۲۱
۴-۱-۲- سیکل های دپلاریزاسیون - رپلاریزاسیون	۲۱
۵-۱-۲- مسیر داخل قلب	۲۲
۲-۲- معرفی و تفسیر سیگنال الکتروکاردیوگرافی (ECG)	۲۶
۱-۲-۲- انواع ECG	۲۶
۲-۲-۲- کاغذ الکتروکاردیوگرام	۲۷
۳-۲-۲- مروری بر کمپلکس ECG	۲۸
۳-۲- آریتمی های قلبی	۳۲
۱-۳-۲- ریتم سینوسی نرمال	۳۲
۲-۳-۲- بلوک شاخه ای	۳۲
۳-۳-۲- پیس ریتم	۳۴
فصل ۳: مروری بر کار های پیشین	۳۵
۱-۳- معرفی پایگاه داده های بیماری های قلبی	۳۷
۲-۳- کاهش نویز	۴۱
۱-۲-۳- متوسط گیری	۴۱
۲-۲-۳- تبدیل ویولت	۴۱
۳-۳- استخراج ویژگی	۴۲
۱-۳-۳- استخراج ویژگی در حوزه زمان	۴۲
۲-۳-۳- استخراج ویژگی در دیگر حوزه ها	۴۳
۴-۳- کاهش ویژگی	۴۵
۱-۴-۳- تحلیل مولفه های اصلی (PCA)	۴۵



۴۷	.....۲-۴-۳- بهینه سازی جمعی ذرات (PSO)
۴۸	.....۵-۳- بازشناسایی
۴۹	.....۱-۵-۳- شبکه عصبی
۵۱	.....۲-۵-۳- شبکه ویولت (موجک)
۵۵	.....۳-۵-۳- روش فیشر
۵۹	.....۴-۵-۳- ماشین بردار پشتیبان
۷۰	..... فصل ۴: سیستم پیشنهادی
۷۲	.....۱-۴- مقدمه
۷۳	.....۲-۴- سیستم تشخیص آریتمی های قلبی
۷۴	.....۳-۴- پایگاه داده مورد استفاده در تحقیق
۷۸	.....۴-۴- استخراج ویژگی
۷۹	.....۱-۴-۴- ویژگی های مورد توجه پزشکان
۸۱	.....۲-۴-۴- سیستم طراحی شده استخراج ویژگی
۸۵	.....۵-۴- انتخاب و کاهش ویژگی
۸۵	.....۱-۵-۴- تحلیل مولفه های اصلی (PCA)
۸۹	.....۲-۵-۴- الگوریتم ژنتیک
۹۳	.....۶-۴- بازشناسایی
۹۴	.....۱-۶-۴- ماشین بردار پشتیبان SVM
۹۵	.....۲-۶-۴- روش DAG SVM
۹۷	.....۳-۶-۴- روش Emphatic SVM (ESVM)
۱۰۰	.....۴-۶-۴- روش DAG ESVM
۱۰۱	.....۵-۶-۴- روش Genetic- SVM
۱۰۴	..... فصل ۵: ارزیابی سیستم پیشنهادی
۱۰۵	.....۱-۵- پیاده سازی سیستم پیشنهادی
۱۰۶	.....۲-۵- معیار ارزیابی کارایی سیستم
۱۰۸	.....۳-۵- آزمایشات
۱۰۸	..... DAG SVM-۱-۳-۵
۱۱۰	..... PCA-SVM-۲-۳-۵
۱۱۱	..... NPCA-SVM-۳-۳-۵
۱۱۳	..... Genetic-SVM-۴-۳-۵
۱۱۴	..... Genetic-ESVM-۵-۳-۵
۱۱۶	.....۴-۵- نمودارهای مقایسه ای

۱۱۹	..... فصل ۶: نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات
۱۲۰	..... ۱-۶- مقدمه
۱۲۱	..... ۲-۶- مروری بر سیستم پیشنهادی
۱۲۳	..... ۳-۶- نتیجه گیری
۱۲۴	..... ۴-۶- پیشنهادات

## فهرست جداول

- جدول (۱-۵) : Recognition بدون کاهش ویژگی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۰۸
- جدول (۲-۵) : Accuracy بدون کاهش ویژگی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۰۹
- جدول (۳-۵) : Sensitivity بدون کاهش ویژگی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۰۹
- جدول (۴-۵) : Specificity بدون کاهش ویژگی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۰۹
- جدول (۵-۵) : جدول کلی معیارها، بدون کاهش ویژگی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۰۹
- جدول (۶-۵) : Recognition با کاهش ویژگی PCA بدون نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۰
- جدول (۷-۵) : Accuracy با کاهش ویژگی PCA بدون نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۰
- جدول (۸-۵) : Sensitivity با کاهش ویژگی PCA بدون نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۰
- جدول (۹-۵) : Specificity با کاهش ویژگی PCA بدون نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۱
- جدول (۱۰-۵) : جدول کلی معیارها با کاهش ویژگی PCA بدون نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۱
- جدول (۱۱-۵) : Recognition با کاهش ویژگی PCA و نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۱
- جدول (۱۲-۵) : Accuracy با کاهش ویژگی PCA و نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۲
- جدول (۱۳-۵) : Sensitivity با کاهش ویژگی PCA و نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۲
- جدول (۱۴-۵) : Specificity با کاهش ویژگی PCA و نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۲
- جدول (۱۵-۵) : جدول کلی معیارها با کاهش ویژگی PCA و نرمال‌سازی و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۲
- جدول (۱۶-۵) : Recognition با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۳
- جدول (۱۷-۵) : Accuracy با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۳
- جدول (۱۸-۵) : Sensitivity با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۳
- جدول (۱۹-۵) : Specificity با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۴
- جدول (۲۰-۵) : جدول کلی معیارها با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG SVM ..... ۱۱۴
- جدول (۲۱-۵) : Recognition با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG ESVM ..... ۱۱۴
- جدول (۲۲-۵) : Accuracy با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG ESVM ..... ۱۱۵
- جدول (۲۳-۵) : Sensitivity با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG ESVM ..... ۱۱۵
- جدول (۲۴-۵) : Specificity با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG ESVM ..... ۱۱۵
- جدول (۲۵-۵) : جدول کلی معیارها با کاهش ویژگی Genetic و کلاس‌بند DAG ESVM ..... ۱۱۵

## فهرست شکل ها

- شکل (۱-۱): روال در نظر گرفته شده جهت تشخیص بیماری های قلبی ..... ۱۴
- شکل (۱-۲): برشی از نمای داخلی قلب ..... ۱۹
- شکل (۲-۲): مسیر داخل قلب ..... ۲۳
- شکل (۳-۲): ECG طبیعی ..... ۲۸
- شکل (۱-۳): الگوهای زمانی-فرکانسی پنج دسته آریتمی قلبی پس از اعمال تبدیل ویولت [Sab 2007] ..... ۴۴
- شکل (۲-۳): نمایشی از افزونگی های بین دو بعد [Shl 2009] ..... ۴۶
- شکل (۳-۳): موجک مادر مرلت [Sab 2007] ..... ۵۳
- شکل (۴-۳): ساختار سیستم تشخیص با تبدیل موجک [Aze 2006] ..... ۵۴
- شکل (۵-۳): تفسیر هندسی ضرب بردار X در بردار Y که W ..... ۵۵
- شکل (۶-۳): بهترین ابرصفحه جداساز خطی [Web 2002] ..... ۶۱
- شکل (۷-۳): نواحی غیر قابل کلاسنندی در OVA SVM [Abe 2005] ..... ۶۷
- شکل (۸-۳): نواحی غیر قابل کلاسنندی در OVO SVM [Abe 2005] ..... ۶۹
- شکل (۱-۴): ساختار سیستم بازشناسایی بیماری های قلبی ..... ۷۳
- شکل (۲-۴): نمونه ای از سیگنال های گرفته شده در چهار گروه افراد ..... ۷۵
- شکل (۳-۴): نمودار فواصل زمانی R-R در چهار شخص دارای بیماری متفاوت ..... ۷۶
- شکل (۴-۴): نمودار هیستوگرام فواصل زمانی R-R در چهار شخص دارای بیماری متفاوت ..... ۷۷
- شکل (۵-۴): وضعیت ایده ال قرار گیری ویژگی ها در یک ضربان ..... ۸۲
- شکل (۶-۴): رابط گرافیکی سیستم نیمه اتوماتیک استخراج ویژگی ..... ۸۲
- شکل (۷-۴): ویژگی های RR,ST,TP ..... ۸۳
- شکل (۸-۴): PCA و عدم توانایی برای داده های غیرخطی ..... ۸۷
- شکل (۹-۴): بیضی محاط کننده مناسب ..... ۸۷
- شکل (۱۰-۴): بیضی محاط کننده نامناسب ..... ۸۸
- شکل (۱۱-۴): ضعف PCA هنگامی که محورهای ویژگی ها بر هم عمود نیستند ..... ۸۸
- شکل (۱۲-۴): روند اجرای الگوریتم های ژنتیک [Gen 2000] ..... ۸۹
- شکل (۱۳-۴): نحوه انجام عملیات بازترکیبی ..... ۹۱
- شکل (۱۴-۴): ساختار DAG SVM با توجه به ساختار مسأله [Abe 2005] ..... ۹۵
- شکل (۱۵-۴): ساختار DAG SVM با توجه به ساختار مسأله ..... ۹۶
- شکل (۱۶-۴): نمودار نامساوی فازی ..... ۹۸
- شکل (۱-۵): متوسط Accuracy بدست آمده در روش های متفاوت ..... ۱۱۶
- شکل (۲-۵): متوسط Sensitivity بدست آمده در روش های متفاوت ..... ۱۱۷

شکل (۳-۵) : متوسط Specificity بدست آمده در روش های متفاوت..... ۱۱۷

شکل (۴-۵) : متوسط Recognition بدست آمده در روش های متفاوت..... ۱۱۸

# فصل ١: مقدمه

## ۱-۱- مقدمه

سیستم گردش خون در بدن انسان یکی از اساسی‌ترین قسمت‌های حیاتی بدن می‌باشد و قلب به عنوان مهم‌ترین قسمت این سیستم از اهمیت خاصی برخوردار است. بیماری‌های قلبی بنا بر آمارهای سازمان جهانی بهداشت شایع‌ترین علت فوت را در میان سایر بیماری‌ها به خود اختصاص می‌دهند. تشخیص سریع و مراقبت ویژه پزشکی از بیماران مبتلا به این امراض می‌تواند تا حد زیادی از مرگ ناگهانی آنها جلوگیری نماید. از میان وسایل تشخیصی مورد استفاده در این بیماری‌ها، استفاده از الکتروکاردیوگرام (ECG: ElectroCardioGram) کاربرد وسیع و قابل توجهی دارد. با توجه به اینکه ثبت نوار قلب آسان، کم هزینه و در عین حال ثمر بخش می‌باشد، استفاده از الکتروکاردیوگرام و آشنایی با اصول کار، شناخت و تفسیر آن ما را در تشخیص بیماری یاری می‌دهد. به علت حجم کاری فراوان متخصصین قلب، خستگی و بی‌خوابی ایشان، احتمال تشخیص اشتباه بیماری وجود دارد. برای کاستن از این اشتباهات و کمک به پزشکان، می‌توان از روش‌های هوشمند در تشخیص این بیماری‌ها استفاده نمود. تغییر واعوجاج در هریک از پارامترهای اصلی سیگنال الکتروکاردیوگرام می‌تواند نشان دهنده یک بیماری قلبی باشد که ممکن است به هرعلتی ایجاد شده باشد. هر یک از این تغییرات نابهنجار به طورکلی یک "آریتمی قلبی" نامیده می‌شود. گفتنی است که علل و عواملی نظیر ارث، استعمال دخانیات، ابتلا به چاقی و غیره تحت عنوان ریسک فاکتورها سبب تشدید خطر ابتلا به بیماریهای قلبی خواهد شد.

## ۱-۲- توصیف مساله

هدف اصلی این تحقیق، بدست آوردن روشی اتوماتیک و کارا جهت تشخیص و تفکیک بیماری‌های قلبی بلوک شاخه ای راست<sup>۱</sup>، بلوک شاخه ای چپ<sup>۲</sup>، پیس ریتم<sup>۳</sup> و حالت نرمال و طبیعی از یکدیگر می‌باشد.

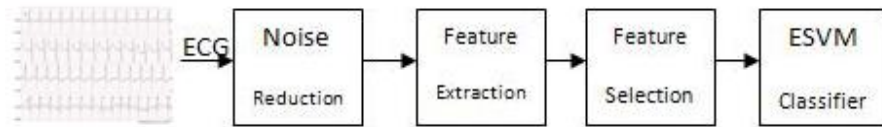
---

<sup>۱</sup> Right Bundle Branch Block: RBBB

<sup>۲</sup> Left Bundle Branch Block: LBBB

<sup>۳</sup> Paced beat

این تشخیص باید از طریق سیگنال‌های الکتروکاردیوگرام (نوار قلب) باشد. برای این منظور روال زیر در نظر گرفته شده است:



شکل (۱-۱): روال در نظر گرفته شده جهت تشخیص بیماری‌های قلبی

به طور کلی این سیستم ها شامل چهار مرحله اصلی کاهش نویز، استخراج ویژگی، کاهش ویژگی و بازنسازایی می‌باشند. در مرحله استخراج ویژگی سعی در پیدا نمودن مشخصه هایی است تا بتوان با استفاده از آن‌ها یک ضربان قلب را هر چه بهتر مدل کرد. برای این منظور یک سیستم طراحی شد تا ویژگی هایی را از سیگنال قلب استخراج کرد. در گام بعد با استفاده از روش های موجود و نیز روش پیشنهادی ویژگی‌های مناسب از بین مجموعه ویژگی ها انتخاب شود. این گام بسیار مهم بوده و سبب دقت سیستم به صورت چشمگیری می شود. در نهایت مشخصه‌های انتخاب شده به یک کلاس بند چند کلاسی داده می‌شود و ضربان های متفاوت در هر یک از گروه‌ها دسته بندی می‌شوند.

### ۱-۳- ساختار پایان نامه

پس از مشخص شدن صورت مساله، در فصل دوم این تحقیق، مروری بر فیزیولوژی و آریتمی های مورد بررسی در این تحقیق مورد مطالعه قرار می گیرند. سپس در فصل سوم با مطالعه راه کارهای ارائه شده در سیستم های تشخیص بیماری‌های قلبی، مروری بر تحقیقات انجام گرفته پیشین صورت می گیرد. در فصل چهارم به صورت کامل سیستم پیشنهاد شده توسط مؤلف، ارائه شده است. فصل پنجم نیز به ارزیابی و ارائه نتایج حاصل از



آزمایشات مختلف بر روی سیستم های مختلف و سیستم پیشنهادی اختصاص دارد و در آخر نتیجه گیری و پیشنهاداتی جهت ادامه کار در فصل ششم ارائه شده است.

## **فصل ۲: مروری بر فیزیولوژی و**

### **آریتمی‌های قلبی**

## ۲-۱- آناتومی و فیزیولوژی قلب

قلب اندامی است عضلانی و مخروطی شکل که در درون قفسه سینه، پشت جناق در داخل مدیاستن<sup>۱</sup>، بین ریه‌ها و جلو ستون فقرات قرار دارد. قلب مانند مثلث وارونه‌ای است که قاعده آن در بالا، درست زیر دنده دوم و رأس آن یا نوک قلب<sup>۲</sup> در پایین و متمایل به جلو، در طرف چپ بدن و روی دیافراگم قرار دارد. اندازه قلب در افراد مختلف متغیر است و بستگی به اندازه بدن شخص دارد، قلب اندامی است به طول ۱۲ سانتی‌متر و عرض ۹ سانتی‌متر، که به اندازه مشت بسته‌ی شخص است. وزن قلب ۲۵۰-۳۵۰ گرم می‌باشد، که تحت تأثیر عواملی چون: اندازه بدن، سن، جنس و میزان فعالیت ورزشی شخص قرار می‌گیرد. قلب یک فرد ورزشکار وزن بیشتری نسبت به یک فرد عادی دارد و در یک فرد مسن، قلب دارای وزن کمتری است.

دیواره‌ی قلب<sup>۳</sup> (پریکارد) متشکل از سه لایه است: اپیکارد، میوکارد و آندوکارد. اپیکارد، خارجی‌ترین لایه‌ی قلب است که به عنوان لایه‌ی احشایی پریکارد، سطح خارجی قلب را می‌پوشاند. میوکارد، بزرگترین بخش دیواره قلب را تشکیل می‌دهد. این لایه عضلانی با هر ضربان قلب منقبض می‌شود. آندوکارد، درونی‌ترین لایه‌ی دیواره قلب و دارای بافت آندوتلیال بوده، حفره‌ها و دریچه‌های قلب را می‌پوشاند. ساختمانی از بافت همبند<sup>۴</sup> موسوم به پریکارد لیفی<sup>۵</sup> قلب را به صورت یک کیسه‌ی حفاظتی، سفت و محکم در بر می‌گیرد. این ساختمان محتوی مایع پریکارد سروزی<sup>۶</sup> است، و از دو لایه‌ی احشایی<sup>۷</sup> و جداری<sup>۸</sup> تشکیل شده است. لایه‌ی بیرونی یا جداری با لایه‌ی درونی یا احشایی مرتبط و به پریکارد لیفی چسبیده است و موجب نگهداری قلب در محل خود می‌شود.

---

<sup>1</sup> mediastinum

<sup>2</sup> apex

<sup>3</sup> pericardium

<sup>4</sup> connective tissue

<sup>5</sup> fibrous pericardium

<sup>6</sup> serous pericardium

<sup>7</sup> visceral

<sup>8</sup> parietal

## ۲-۱-۱- ساختمان داخلی قلب

قلب در واقع دو پمپ جداگانه است: یک قلب راست که خون را به داخل ریه‌ها و یک قلب چپ که خون را در اندام‌های محیطی پمپ می‌کند. هر یک از این دو قلب جداگانه، به نوبه خود یک پمپ دو محفظه‌ای ضربان‌دار متشکل از یک دهلیز و یک بطن است (شکل (۲-۱)). دهلیز به طور عمده به عنوان یک منبع ذخیره خون و به عنوان یک مجرای ورودی برای بطن کار می‌کند اما در عین حال، عمل تلمبه‌ای ضعیفی برای کمک به حرکت خون به داخل بطن‌ها دارد. بطن به نوبه خود تأمین‌کننده نیروی عمده برای جلو راندن خون در گردش ریوی یا گردش محیطی است. دهلیزها خون را در خود انبار کرده و به داخل بطن‌ها می‌فرستند. دهلیز راست، خون بدون اکسیژن بازگشتی از وریدهای اجوف تحتانی و فوقانی بدن<sup>۱</sup> و همچنین خون سینوس کرونری را دریافت می‌کند. دهلیز چپ خون اکسیژن‌دار را از طریق چهار ورید ریوی دریافت می‌کند. دیواره بین دو دهلیز<sup>۲</sup> حفره‌ها را از هم مجزا ساخته و به انقباض آنها کمک می‌کند. انقباض دهلیزها موجب می‌شود که خون به داخل بطن‌ها سرازیر شود.

بطن راست و چپ به صورت پمپ عمل می‌کنند. بطن راست خون را از دهلیز راست دریافت کرده و آنرا از طریق شریان ریوی به داخل ریه‌ها پمپ می‌کند، جایی که خون، اکسیژن گرفته و دی‌اکسیدکربن را از دست می‌دهد. بطن چپ خون اکسیژن‌دار را از دهلیز چپ می‌گیرد و آنرا به داخل آئورت و در نتیجه به سراسر بدن پمپ می‌کند. دیواره بین دو بطن، بطن‌ها را از هم جدا ساخته و نیز به عمل پمپ کردن آنها کمک می‌کند. ضخامت دیواره‌ی حفرات (دهلیزها و بطن‌ها) بستگی به میزان فشار داخل حفرات و نحوه کار آنها دارد. با توجه به این‌که دهلیزها نقش انباری دارند و ضمناً خون را به نقاط دوری پمپ نمی‌کنند بنابراین دیواره‌ی آنها بطور قابل ملاحظه‌ای از دیواره‌ی بطن‌ها نازکتر است. به همین ترتیب، بطن چپ دیواره ضخیم‌تری نسبت به بطن راست دارد (شکل (۲-۱))، زیرا که بطن چپ خون را در مقابل فشار بالای موجود در گردش خون شریانی عمومی پمپ می‌کند.

---

<sup>۱</sup> inferior & superior venacavas

<sup>۲</sup> interatrial septum