

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



عنوان

بررسی جریان غیرنیوتنی خون و مدلسازی شنت ریوی - سیستمیک

توسط:

اسحق خرمالی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته بیومکانیک

استاد راهنما : دکتر نوید بخش

اردیبهشت ۱۳۸۳

:

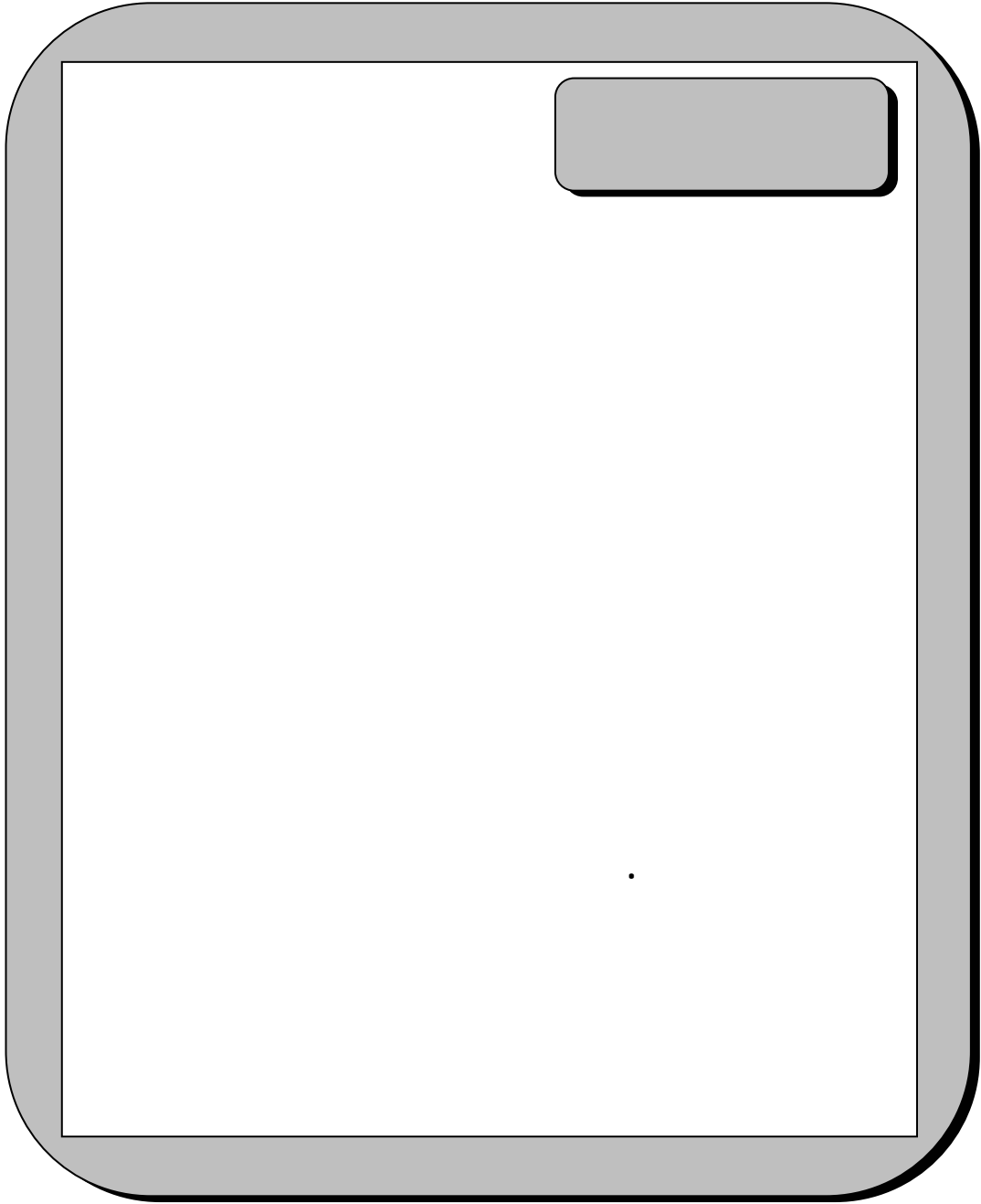
پدر و مادر عزیزم

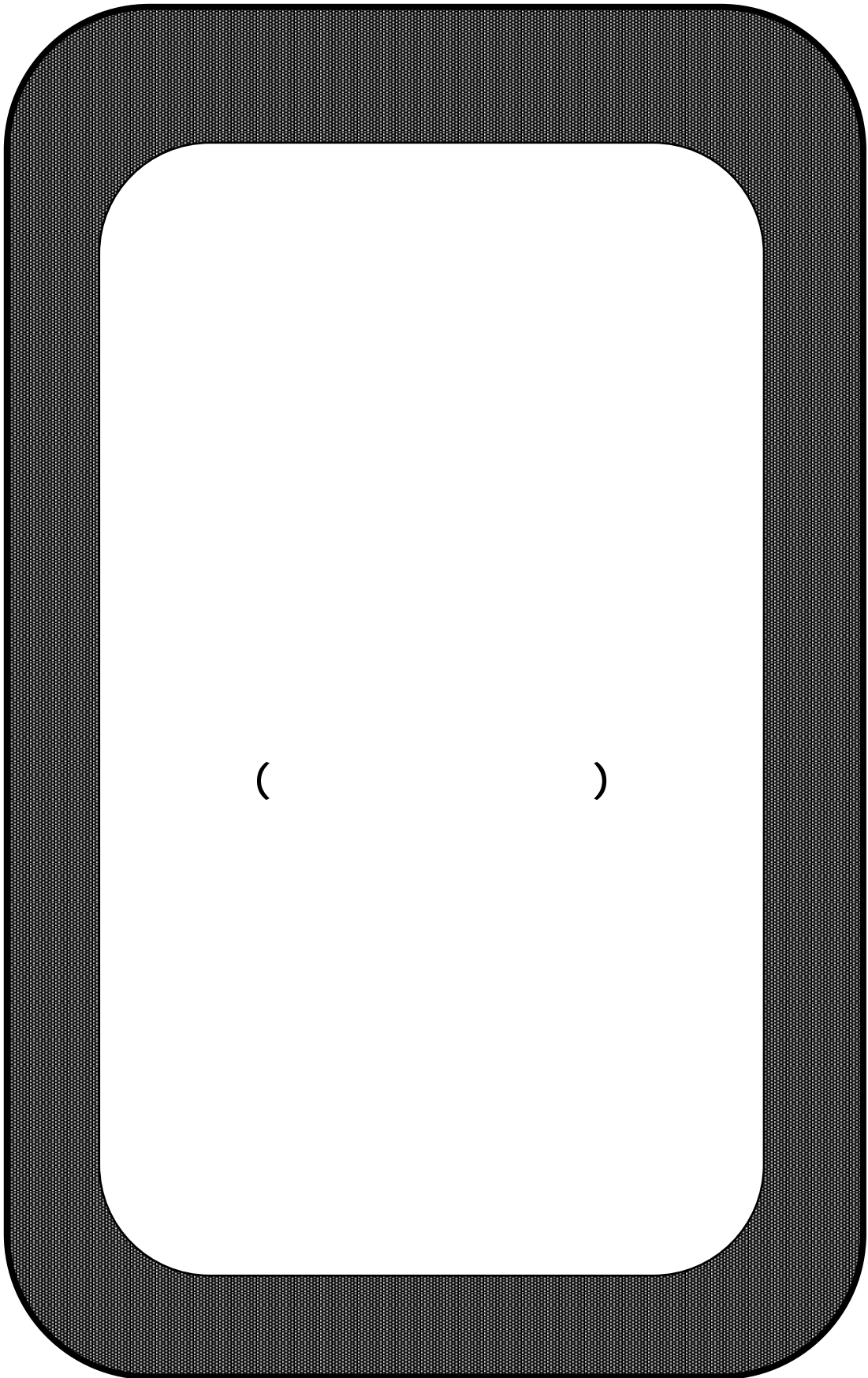
بی شک اگر آرزوی آنها جز این بود،
موفقیت امروز حاصل نمی آمد.



چکیده

شنت ریوی یک ارتباط رگی برای بهبود نفوذ ریوی در کودکان مبتلا به بیماری HLHS می‌باشد که بین شریانهای ریوی و رگی که به سمت اندام فوقانی از طرف قلب می‌رود، ایجاد می‌شود، در این تحقیق ابتدا به بررسی سیستم گردش خون، رئولوژی و کارهای انجام شده در رابطه با شنت ریوی - سیستمیک می‌پردازیم، سپس قوانین بقای جرم، معادلات ناویراستوکس و روش حل عددی بر اساس روش گالرکین را بکار می‌بریم. در این مطالعه چند هندسه دو بعدی از شنت را که در اندازه زوایا و قطر متفاوت می‌باشند، مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهیم. در این مدلها جریان خون را در حالت‌های نیوتنی و غیرنیوتنی (مدل کاسون) در حالت متغیر با زمان با استفاده از روش اجزاء محدود تحلیل می‌کنیم. تاثیر زوایا، قطر و پالسی بودن جریان را در مدل‌های مختلف مقایسه کرده و افت فشار، تنش برشی وارد به دیواره شنت برای نقاط حساس و ویسکوزیته کاسون را برای آنها از تحلیل استخراج کرده و به مقایسه آنها می‌پردازیم. در این تحلیلها هر چه قطر شنت را افزایش می‌دهیم افت فشار در طول شنت کاهش پیدا کرده و تنش برشی در انشعاب افزایش پیدا می‌کند. انحنا در مدل باعث کاهش تنش برشی و کاهش افت فشار در شنت می‌گردد.





فهرست مطالب

صفحه

عنوان

.....	فهرست مطالب	أ
.....	فهرست شکلها	ه
.....	فهرست جداول	ط
.....	مقدمه و اهمیت موضوع	ی
.....	فصل اول : فیزیولوژی و رئولوژی خون	۱
.....	۱-۱- کلیات گردش خون، فشار، جریان و مقاومت	۱
.....	۱-۱-۱- ویژگیهای فیزیکی گردش خون	۱
.....	۱-۱-۲- تئوری اساسی عملکرد گردش خون	۴
.....	۱-۱-۳- روابط بین فشار، جریان و مقاومت	۵
.....	۱-۱-۴- جریان خون	۵
.....	۱-۱-۵- جریان لایه‌ای در عروق خونی	۷
.....	۱-۱-۶- فشار خون	۸
.....	۱-۱-۷- مقاومت در برابر جریان خون	۸
.....	۱-۱-۸- تاثیر هماتوکریت بر ویسکوزیته خون و مقاومت عروق و جریان خون	۱۰
.....	۱-۱-۹- تاثیرات فشار بر مقاومت عروقی و جریان خون بافت	۱۱
.....	۱-۲- قابلیت اتساع عروق و وظایف دستگاههای شریانی و وریدی	۱۲
.....	۱-۲-۱- میزان پذیرش یا ظرفیت عروق	۱۳
.....	۱-۲-۲- منحنی‌های حجم- فشار در گردش خون شریانی و وریدی	۱۳
.....	۱-۲-۳- کامپلینانس تاخیری (انبساط ناشی از کشش) عروق	۱۴
.....	۱-۲-۴- روش بالینی جهت اندازه‌گیری فشارهای سیستولی و دیاستولی	۱۵
.....	۱-۳- گردش خون ریوی	۱۶
.....	۱-۳-۱- عروق ریوی	۱۶
.....	۱-۳-۲- فشارهای دستگاه ریوی	۱۶
.....	۱-۳-۳- حجم خون ریه‌ها	۱۷

۱۸	۴-۳-۱- جابه‌جایی خون بین دستگاههای گردش خون ریوی و عمومی بر اثر نارسایی قلب
۱۸	۵-۳-۱- جریان خون در ریه‌ها و توزیع آن
۱۸	۶-۳-۱- اثر اختلاف فشار هیدرواستاتیک در ریه‌ها بر جریان خون ناحیه‌ای ریه
۱۹	۴-۱- رئولوژی خون
۲۰	۱-۴-۱- اندازه‌گیری ویسکوزیته
۲۶	۲-۴-۱- خواص فیزیکی خون
۲۷	۳-۴-۱- ویسکوزیته پلاسما
۲۷	۴-۴-۱- ویسکوزیته کل خون
۲۸	۵-۴-۱- تاثیر هماتوکریت
۲۸	۶-۴-۱- تاثیر دما
۲۹	۷-۴-۱- تنش تسلیم برای خون
۳۰	۸-۴-۱- تاثیر قطر رگ در جریان خون، اثر فاروس - لیندکویست
۳۱	۹-۴-۱- اطلاعات کلینیکی در مورد نرخ جریان، تغییرات قطر و گرادیان فشار
۳۳	فصل دوم: بافت‌شناسی رگهای خونی
۳۳	۱-۲- مروری بر ساختمان رگهای خونی
۳۴	۱-۱-۲- ساختار دیواره‌های رگهای خونی
۳۵	۲-۱-۲- سیستم شریانی
۳۵	۳-۱-۲- مویرگها
۳۶	۴-۱-۲- سیستم وریدها
۳۶	۲-۲- بررسی خواص مکانیکی رگها
۳۸	۳-۲- فشار خون و تاثیر آن بر قطر رگ
۴۰	۴-۲- عوامل موثر بر فشار خون
۴۱	۵-۲- استخراج فرمولهای مدل یک‌بعدی رگ
۴۳	۶-۲- بدست آوردن فرمول مدل یک بعدی با استفاده از قانون فشار جبری
۴۵	۷-۲- در نظر گرفتن عبارت اینرسی دیوار
۴۸	۸-۲- در نظر گرفتن عبارت ویسکوالاستیسیته
۴۹	۹-۲- در نظر گرفتن عبارت الاستیسیته طولی
۵۱	فصل سوم: بررسی جریان خون

۵۱	۱-۳- معادلات حاکم بر جریان خون
۵۳	۲-۳- بررسی جریان آرام و پایدار سیال غیرنیوتنی در لوله صلب
۵۳	۱-۲-۳- مدل قانون توان (Power Law)
۵۴	۲-۲-۳- مدل هر شل - بالکلی (Hersche-Balkley)
۵۵	۳-۲-۳- مدل پلاستیک بینگهام (Bingham plastic)
۵۷	۴-۲-۳- مدل کاسون (Casson)
۶۰	۳-۳- بررسی جریان آرام و پایدار سیال غیرنیوتنی در لوله الاستیک
۶۰	۱-۳-۳- بررسی نتایج تجربی
۶۳	۲-۳-۳- مدل قانون توان با استفاده از تئوری الاستیک خطی
۶۴	۳-۳-۳- مدل سیال کاسون با استفاده از تئوری الاستیک خطی
۶۵	فصل چهارم: مروری بر مطالعات و تحقیقات پیشین در زمینه جریان خون و شنت ریوی- سیستمیک
۶۵	۱-۴- مطالعات انجام شده در مورد جریان خون
۶۷	۲-۴- رابطه تنش برشی و ویسکوزیته و اثر متقابل آنها بر یکدیگر
۷۰	۳-۴- مطالعات و تحقیقات انجام شده در مورد شنت سیستمیک- ریوی
۷۰	۱-۳-۴- مدل شنت MBT در شرایط آزمایشگاهی
۷۴	۲-۳-۴- شنت MBT در تحقیقات جر- تکس (Gore-Tex)
۷۷	۳-۳-۴- ارائه مدل‌های FEM (روش اجزا محدود) برای شنت
۷۹	۴-۳-۴- نتایج تاثیر اندازه شنت، مقاومت رگی و برون ده قلب
۸۹	۵-۳-۴- بررسی، تحلیل و مدلسازی جریان خون در شنت سیستمیک- ریوی
۹۹	فصل پنجم: بررسی و مدلسازی جریان نیوتنی و غیرنیوتنی خون
۱۰۰	۱-۵- تعیین نوع جریان
۱۰۰	۲-۵- جریان‌های توسعه یافته
۱۰۱	۳-۵- ارائه مدل‌های مختلف
۱۰۲	۴-۵- سرعت ورودی و خروجی شریان اینومینیت
۱۰۴	۵-۵- شرایط فشاری
۱۰۴	۵-۵- مدل جریان خون
۱۰۵	۷-۵- پروفیل سرعت

فصل ششم: نتایج مدلسازی و بحث در مورد آنها	۱۱۶
۱-۶- شرایط مرزی	۱۱۷
۲-۶- افت فشار در طول شنت	۱۱۸
۳-۶- پروفیل سرعت	۱۱۹
۴-۶- بررسی جریان خون در شریانهای ریوی	۱۲۷
۵-۶- بررسی ویسکوزیته خون برای مدل‌های مختلف	۱۳۰
۶-۶- بررسی تنش برشی دیواره	۱۳۳
۷-۶- بررسی ماکزیمم تنش برشی دیواره در انشعاب	۱۳۶
نتیجه‌گیری	۱۳۹
پیشنهادات	۱۴۰
پیوست شماره ۱	۱۴۱
پیوست شماره ۲	۱۴۶
مراجع	۱۴۹

فهرست شکلها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۱: توزیع حجم خون.....	۲
شکل ۲-۱: فشار خون در قسمتهای مختلف دستگاه گردش خون.....	۴
شکل ۳-۱: رابطه میان فشار، مقاومت و جریان خون.....	۵
شکل ۴-۱: جریان سنج الکترومغناطیسی.....	۶
شکل ۵-۱: جریان سنج ماورا صوت داپلر.....	۷
شکل ۶-۱: نمایی از جریان لایه ای خون.....	۷
شکل ۷-۱: میدل الکترونیکی برای ثبت فشار خون.....	۸
شکل ۸-۱: A، نمایش اثر قطر رگ بر جریان خون، B، حلقه های متحدالمرکز جریان خون در سرعتهای مختلف.....	۹
شکل ۹-۱: اثر هماتوکریت بر ویسکوزیته.....	۱۱
شکل ۱۰-۱: اثر فشار شریانی بر جریان خون در رگ بر اساس افزایش یا کاهش تحریک سمپاتیک.....	۱۲
شکل ۱۱-۱: منحنی های حجم- فشار شریانی و وریدی عمومی که تاثیر تحریک و مهار سمپاتیک را نشان می دهند.....	۱۴
شکل ۱۲-۱: تاثیر تزریق مقداری خون به درون قطعه وریدی بر فشار داخل رگ که اصول کامپلینس تاخیری را نشان می دهد.....	۱۴
شکل ۱۳-۱: روش معمول اندازه گیری فشارهای سیستولی و دیاستولی شریانه.....	۱۵
شکل ۱۴-۱: تغییرات فشارهای سیستولی، دیاستولی و میانگین شریانه با سن.....	۱۶
شکل ۱۵-۱: فشار نبض در بطن راست، شریان ریوی و آئورت.....	۱۷
شکل ۱۶-۱: فشارهای عروق مختلف ریه.....	۱۷
شکل ۱۷-۱: جریان خون در سطوح مختلف ریه.....	۱۹
شکل ۱۸-۱: مکانیک جریان خون در سه ناحیه جریان خون ریه.....	۱۹
شکل ۱۹-۱: دو نوع ویسکومتر مویی.....	۲۱
شکل ۲۰-۱: ویسکومتر استوانه ای محوری (چرخشی).....	۲۳
شکل ۲۱-۱: ویسکومتر تخت و مخروطی.....	۲۵
شکل ۲۲-۱: ویسکومتر کوات (Couette).....	۲۶
شکل ۲۳-۱: نمودار α در برابر ϕ برای مقادیر ϕ تا $\phi/6$	۲۹
شکل ۲-۲: سه لایه اصلی عروق.....	۳۴
شکل ۲-۲: مجموعه ای از خواص رگهای مختلف، خواص مکانیکی (قسمت بالا)، مشخصات ظاهری (قسمت پایین).....	۳۷

- شکل ۲-۳: (الف) شریان در حالت دیاستول. (ب) در فاز سیستول قلب، دیواره‌های الاستیک شریانها در اثر افزایش فشار باز می‌شوند(ج) در فاز دیاستول قلب، دیواره‌های الاستیک شریانها جمع می‌شوند تا خون را به آرتریولها و مویرگها هدایت کنند..... ۳۸
- شکل ۲-۴: تغییرات فشار در قلب و شریانها در فازهای سیستول و دیاستول قلب،..... ۳۹
- شکل ۲-۵: نمایش تحریکات سمپاتیک،..... ۳۹
- شکل ۲-۶: عوامل مؤثر بر فشار خون،..... ۴۰
- شکل ۲-۷: مدل رگ..... ۴۱
- شکل ۲-۸: نتایج تاثیر اینرسی وقتی که طول موجها ۳۲mm و چگالی رگ 3 gr/cm³ ۱ می‌باشد،..... ۴۶
- شکل ۲-۹: نتایج تاثیر اینرسی وقتی که طول موجها ۴ mm و چگالی رگ 3 gr/cm³ ۱ می‌باشد،..... ۴۷
- شکل ۲-۱۰: نتایج تاثیر اینرسی وقتی که طول موجها ۴ mm و چگالی رگ 3 gr/cm³ ۱۰۰ می‌باشد،..... ۴۸
- شکل ۲-۱۱: تاثیر عبارت ویسکوالاستیسیته،..... ۴۹
- شکل ۲-۱۲: تاثیر عبارت الاستیسیته طولی..... ۵۰
- شکل ۳-۱: پروفیل سرعت در مدل قانون توان..... ۵۳
- شکل ۳-۲: پروفیل سرعت در مدل هر شل - بالکی..... ۵۴
- شکل ۳-۳: پروفیل سرعت در مدل کاسون..... ۵۷
- شکل ۳-۴: منحنی نتایج آزمایشات روج و برتون..... ۶۰
- شکل ۳-۵: مقایسه روابط و داده‌های آزمایشگاهی..... ۶۲
- شکل ۴-۱: تغییرات زمانی جریان در شریان ریوی اصلی (MPA) و آنورت بالا رونده (AAO)..... ۶۶
- شکل ۴-۲: رابطه تنش برشی و طول رگ..... ۶۶
- شکل ۴-۳: رابطه ویسکوزیته با تنش برشی..... ۶۸
- شکل ۴-۴: جریان خون در رگ..... ۶۸
- شکل ۴-۵: محدوده تنش برشی در رگ..... ۶۹
- شکل ۴-۶: مدل شنت MBT..... ۷۱
- شکل ۴-۷: حلقه هیدرولیک..... ۷۲
- شکل ۴-۸: محدوده‌های فشاری را برای شبیه‌سازی CFD برای مدل شنت ۳mm..... ۷۳
- شکل ۴-۹: مقایسه شرایط آزمایشگاهی (vitro) و نتایج CFD برای افت فشار کلی شنت..... ۷۴
- شکل ۴-۱۰: شماتیک مدل تنظیم شده..... ۷۵
- شکل ۴-۱۱: افت فشار را بر حسب نرخ جریان شنت..... ۷۶
- شکل ۴-۱۲: مدل محاسباتی سه بعدی..... ۷۷

- شکل ۴-۱۳: مقایسه آنالیز برگشتی جریانها در بخش‌های پروگزیمال و دیستال شنت..... ۷۹
- شکل ۴-۱۴: مدل پارامتری براساس بیماری HLHS..... ۸۰
- شکل ۴-۱۵: حلقه‌های فشار - حجم بطنی (A)، نسبت‌های زمانی بطنی-آنورتی و فشارهای شریان ریوی (B) و جریان در شنت و آنورت (D,C)..... ۸۵
- شکل ۴-۱۶: CI و \dot{Q}_P/\dot{Q}_S به عنوان پارامترهایی از قطر شنت..... ۸۶
- شکل ۴-۱۷: CI و \dot{Q}_P/\dot{Q}_S به عنوان تابعی از PVR_a ۸۷
- شکل ۴-۱۸: تاثیر SVRa بر CI و \dot{Q}_P/\dot{Q}_S ۸۷
- شکل ۴-۱۹: تاثیر افزایش HR بر روی CI و \dot{Q}_P/\dot{Q}_S ۸۸
- شکل ۴-۲۰ (A,B): شبیه‌سازی اولین دوره مراقبت‌های بعد از عمل جراحی..... ۸۹
- شکل ۴-۲۱: مشبندی بر اساس انژیوکار دیوگرامی و اندازه‌گیریهای حین عمل جراحی بر اساس نوع و زوایای شنت..... ۹۱
- شکل ۴-۲۲: محدوده فشاری برای هندسه مستقیم (قطر شنت ۳/۵ و قطر IA برابر ۷ میلی‌متر می‌باشد)..... ۹۳
- شکل ۴-۲۳: نسبت بین جریان خون ریوی و افت فشار شنت برای حالت مستقیم..... ۹۴
- شکل ۴-۲۴: تاثیر انحنای شنت روی نسبت اختلاف فشار-جریان مدل‌های CURVED و مستقیم..... ۹۴
- شکل ۴-۲۵: نسبت اختلاف فشار - جریان برای بررسی تاثیر زوایا (قطر شنت ۳/۵ mm و قطر IA برابر ۷ mm می‌باشد)..... ۹۵
- شکل ۴-۲۶: ضرایب A و B بر اساس قطر شنت (Dshunt)..... ۹۶
- شکل ۴-۲۷: منحنی جریان در شنت و مقایسه حل FEM (خط پر رنگ، Q_{FEM}) و محاسبات ریاضی (خط تیره تیره)، برای حالت مستقیم (STRIGHT) که قطر شنت ۴/۵ mm و قطر IA برابر ۷ mm است..... ۹۸
- شکل ۵-۱: مدل‌های مختلف شنت..... ۱۰۱
- شکل ۵-۲: تغییرات دبی عبوری از آنورت و ورودی به شریان اینومینیت نسبت به زمان..... ۱۰۴
- شکل ۵-۳: پروفیل سرعت توسعه یافته در مدل نیوتنی..... ۱۰۸
- شکل ۵-۴: کانتور پروفیل سرعت در مدل فرضی کاسون..... ۱۰۹
- شکل ۵-۵: منحنی مقادیر پروفیل سرعت خروجی..... ۱۰۹
- شکل ۵-۶: پروفیل توسعه یافته جریان خون در مدل کاسون..... ۱۱۲
- شکل ۵-۷: سرعت جریان خون در ناحیه توسعه یافته در مدل کاسون..... ۱۱۲
- شکل ۵-۸: ویسکوزیته خون در مدل کاسون..... ۱۱۳
- شکل ۵-۹: پروفیل توسعه یافته جریان خون در مدل توانی..... ۱۱۴
- شکل ۵-۱۰: ویسکوزیته خون در مدل توانی از مرکز تا دیواره..... ۱۱۵

- شکل ۶-۱: افت فشار در طول شنت برای مدل‌های مختلف ۱۱۸
- شکل ۶-۲: افت فشار در مدل BI با قطرهای مختلف ۱۱۹
- شکل ۶-۳: نمودار جریان کاسون در خروجی شنت در مدل Cu4 ۱۲۰
- شکل ۶-۴: نمودار جریان نیوتنی در خروجی شنت در مدل Cu4 ۱۲۰
- شکل ۶-۵: پروفیل سرعت در انتهای شنت در زمانهای ۰/۴ و ۰/۱ ثانیه ۱۲۲
- شکل ۶-۶: پروفیل سرعت در انتهای شنت در زمانهای ۰/۱۶ و ۰/۲ ثانیه ۱۲۳
- شکل ۶-۷: پروفیل سرعت در انتهای شنت در زمانهای ۰/۳ و ۰/۵ ثانیه ۱۲۴
- شکل ۶-۸: پروفیل سرعت در مدل BI3 در زمان ۰/۱ ثانیه ۱۲۵
- شکل ۶-۹: پروفیل سرعت در مدل BI3.5 در زمان ۰/۱ ثانیه ۱۲۵
- شکل ۶-۱۰: پروفیل سرعت در مدل BI4 در زمان ۰/۱ ثانیه ۱۲۶
- شکل ۶-۱۱: پروفیل سرعت در مدل BI4.5 در زمان ۰/۱ ثانیه ۱۲۶
- شکل ۶-۱۲: جریان خون در مدل St4 در زمان ۰/۱۲ ثانیه ۱۲۷
- شکل ۶-۱۳: جریان خون در مدل St4 در زمان ۰/۴ ثانیه ۱۲۸
- شکل ۶-۱۴: جریان خون در مدل BI4 در زمان ۰/۱۸ ثانیه ۱۲۹
- شکل ۶-۱۵: جریان خون در مدل Cu4 در زمان ۰/۱۸ ثانیه ۱۲۹
- شکل ۶-۱۶: ویسکوزیته خون در شنت در زمان ۰/۴ ثانیه برای مدل BI4 ۱۳۰
- شکل ۶-۱۷: ویسکوزیته خون در شنت در زمان ۰/۲۲ ثانیه برای مدل BI4 ۱۳۱
- شکل ۶-۱۸: ویسکوزیته خون در دو زمان ۰/۴ و ۰/۲۲ ثانیه برای مدل‌های مختلف شنت در عرض آن و حدودا در ۲ سانتیمتری از ابتدای آن ۱۳۲
- شکل ۶-۱۹: تنش برشی دیواره در مدل St4 در زمان ۰/۰۶ ثانیه ۱۳۳
- شکل ۶-۲۰: نمودارهای ویسکوزیته و تنش برشی روی دیواره بیرونی مدلها در زمان ۰/۰۶ ثانیه ۱۳۴
- شکل ۶-۲۱: نمودارهای ویسکوزیته و تنش برشی دیواره در مدل BI با قطرهای مختلف شنت در زمان ۰/۰۶ ثانیه ۱۳۵
- شکل ۶-۲۲: تنش برشی وارد به دیواره بیرونی در مدل CuN4 در زمان ۰/۰۶ ثانیه ۱۳۶
- شکل ۶-۲۳: ماکزیمم تنش برشی برای چهار مدل مختلف ۱۳۸
- شکل ۶-۲۴: ماکزیمم تنش برشی برای سه مدل BI با قطرهای مختلف ۱۳۸

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳	جدول ۱-۱: سطح مقطع تقریبی کل برای عروق همنوع.....
۲۶	جدول ۱-۲: اجزای اصلی خون.....
۲۷	جدول ۱-۳: محدوده مقادیر طبیعی تراکم اجزای سلولی در خون انسان.....
۳۲	جدول ۱-۴: اطلاعات کلینیکی.....
۵۹	جدول ۱-۳: مقدار نرخ جریان و ضریب ویسکوزیته در گرادیان فشار ثابت برای مدل‌های مختلف.....
۵۹	جدول ۲-۳: گرادیان فشار و مقدار تنش برشی دیواره برای مدل‌های مختلف با نرخ جریان ثابت.....
۶۰	جدول ۳-۳: جدول نتایج آزمایشات روچ و برتون.....
۸۳	جدول ۱-۴: آزمایشات انجام شده و اطلاعات انزوگرافی برای ۲۸ بیمار.....
۸۳	جدول ۲-۴: پارامترهای یک مدل عمومی قلب.....
۸۴	جدول ۳-۴: مقادیر بکار گرفته شده برای قسمت‌های مختلف مدل.....
۸۵	جدول ۴-۴: مقادیر پیش‌گویی شده برای پارامترهای متغییر و تفاوت‌های درصدی از داده‌های مشاهده شده.....
۹۵	جدول ۴-۵: داده‌ها و اطلاعات اصلی شبیه‌سازی حالت پایدار که جریان IA برابر $60 + \text{cm}^3/\text{min}$ می‌باشد.....
۹۷	جدول ۴-۶: مقادیر ماکزیمم، مینیمم و متوسط افت فشار و جریان در طول شنت.....
۱۰۷	جدول ۱-۵: مربوط به رابطه نیوتن.....
۱۱۱	جدول ۲-۵: مربوط به رابطه کاسون.....
۱۳۷	جدول ۱-۶: مقادیر تنش برشی ماکزیمم در محل انشعاب شنت در مدل‌های مختلف.....

مقدمه و اهمیت موضوع

روشهای متعدد حل معادلات مکانیک سیالات در چند سال اخیر باعث شد تا مطالعاتی بر روی سیالات بیولوژیکی که دارای رفتار پیچیدهتری بودند انجام شود. در این راستا برای آنالیز جریان خون روز به روز اطلاعات بیشتر و بهتری از الگوی جریان و تنش‌های برشی وارد بر دیواره به دست می‌آید و در نتیجه بررسی و تحلیل مدل‌های کاملتری از جریان خون در رگ انجام می‌شود که باعث شده است اکثر بیماریها مانند تصلب شرایین و ... مدل‌سازی شوند و عمل‌های جراحی با دقت بیشتری صورت گیرند.

بیماری HLHS (پیوست شماره ۱) که سال‌های متمادی کودکان بسیاری را به آغوش مرگ می‌کشاند و عملاً ناعلاج بود، با روشهای جدید و مدل‌سازیهای انجام شده روز به روز بیشتر شناخته شد تا اینکه روشهایی برای معالجه پیشنهاد و بررسی شد که از آن جمله می‌توان به استفاده از شنت و بکارگیری آن در ناحیه‌ای از شریان اینومینیت و شریان ریوی نام برد که در نتیجه آن مقداری از خون که از قلب به سمت اندام پمپ می‌شود به سمت ریه‌ها فرستاده می‌شود تا تغذیه ریوی و اکسیژنه کردن خون انجام شود. البته این روش نقص‌های فراوانی دارد و کودکی که تحت این عمل جراحی قرار می‌گیرد از سلامت کامل برخوردار نمی‌شود و فقط می‌تواند مثل مردم عادی زندگی کند.

در این راستا مدل‌های مختلفی از شنت ارائه شد که چگونگی جریان خون در شنت و رگ‌های اطراف را توجیه می‌کردند. در این تحقیق سعی بر این است که مدل‌های مختلف شنت ارائه شود تا به بررسی کارهایی که افراد مختلف بر روی شنت انجام داده‌اند بپردازیم.

درک رابطه بین افت فشار و جریان، یک طرف قضیه سیستم گردش خون است که موضوع جدیدی است. در حال حاضر نسبت فشار-جریان که محققان بدست آورده‌اند، یک مشخصه خوب از تاثیر نامطلوب توزیع نامناسب جریان خون در رگ‌های اطراف قلب می‌باشد. رابطه بین فشار-جریان برای دریچه‌های قلب با شریان‌های تنگ شده ریوی با دیواره صلب یا دیواره گرفته شده (کلپس شده) بدست آمده است که این اطلاعات از طریق انژوگرافی و یک سری اطلاعات دیگر مشخص شده‌اند.

اطلاع داشتن در مورد دینامیک سیال وقتی که بهبود جراحی در بای‌پس قلب و مطلوب کردن جریان مدنظر باشد، ضروری است. بعنوان مثال اغلب در هنگام از بین بردن مریضی‌های مادرزادی قلب با چنین وضعی مواجه هستیم. در اکثر موارد فرایندهای غیریکنواخت جریان خون و یا انحرافهای خیلی کم (شنت‌های کوچک) نسبت به موقعیت شنت‌های وخیم در نظر گرفته نمی‌شوند. در این حالات، علم جریان میان کانال‌های بهبود یافته برای خروجی خوب و بهبود بیماری مهم است.

در حال حاضر توجه به یک سندرم هایپوپلاستیک چپ قلب (HLHS) برای ادامه حیات بیمار ضروری است، HLHS یک طیف از خلقت ناقص قلب است که کاراکتر بندی آن بوسیله علم فیزیولوژیک انجام می شود که برای رفع آن باید اطلاعات زیادی در مورد بطن چپ داشته باشیم.

HLHS اغلب عیب قلبی مرگ آوری است که مادرزادی است و تا زمانی که مجهولات مشخص نشوند بصورت ناعلاج باقی می ماند، البته برای اینکه به نتایج بهتری برسیم به بررسی و ارائه مدل هایی از جریان خون در رگ های دیگر نیز می پردازیم تا با مشکلاتی که ممکن است در مدلسازی شنت پیش آید آشنا شویم.

بهبود سلامت این کودکان به میزان زیادی به قطر، انحناء و زوایای شنت بستگی دارد که هر کدام از این عوامل تاثیر بسزایی در جریان شنت دارند. باید در نظر داشت که توجه به خطاهای کوچک و رفع آنها تا چه حد در سلامت این کودکان مؤثر است.

تنش برشی دیواره باید در همه مدلها بررسی شود زیرا تنش برشی دیواره تعیین کننده بیماریهای بعدی از جمله تصلب شرایین می باشد.

در همه این مدلسازیها سعی بر این است که خطاها را به حداقل برسانیم، زیرا این مدلها بعداً بر روی کودکان بیمار اعمال می شوند و در نتیجه از لحاظ اخلاقی و انسانی حساسیت موضوع مشخص است.

فصل اول

فیزیولوژی و رئولوژی خون

فصل اول

فیزیولوژی و رئولوژی خون

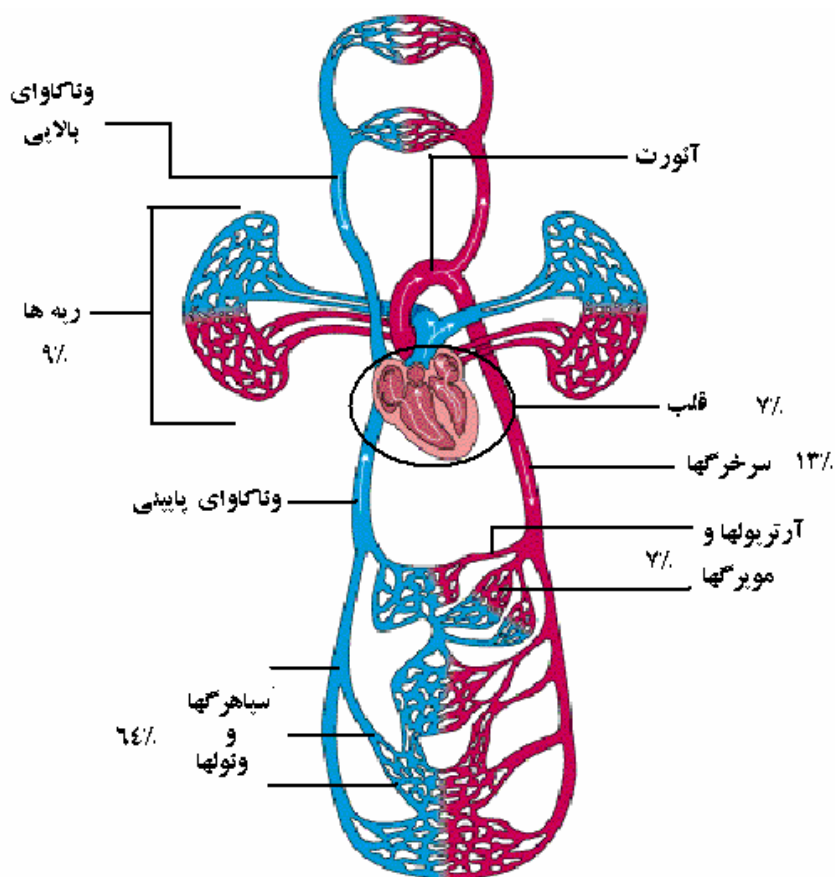
۱-۱- کلیات گردش خون، فشار، جریان و مقاومت

وظیفه گردش خون این است که نیازهای بافت‌ها را تامین کند، یعنی غذایی را به بافت‌ها برساند فرآورده‌های دفعی را از آنها دور کند، هورمون‌ها را از قسمتی از بدن به قسمت دیگری برساند و به طور کلی محیط مناسب را در تمام مایعات بافتی حفظ نماید تا سلول‌ها بتوانند به نحو مطلوب زنده بمانند و به فعالیت پردازند.

گاهی درک این مطلب دشوار است که چگونه جریان خون متناسب با نیازهای بافت کنترل می‌شود و نحوه کنترل قلب و گردش خون برای تامین برون‌ده قلب و فشار شریانی چگونه است، همچنین، مکانیسم‌های کنترل حجم کدامند و ارتباط آنها با سایر وظایف گردش خون چگونه است؟ در این فصل سعی می‌کنیم که به پاسخ این سوالات پردازیم.

۱-۱-۱ ویژگیهای فیزیکی گردش خون

گردش خون (شکل (۱-۱)) را به دو جزء عمومی (سیستمی) و ریوی تقسیم می‌کنند نظر به اینکه گردش خون عمومی به تمام بافت‌های بدن بجز ریه‌ها خون می‌رساند به آن گردش خون بزرگتر یا گردش خون محیطی نیز می‌گویند، [۳۰].



شکل ۱-۱: توزیع حجم خون.

الف) قسمت‌های عملکردی گردش خون

وظیفه شریانها انتقال خون پر فشار به بافت‌هاست. لذا جدار شریانها قوی است و خون به سرعت در آنها جریان می‌یابد.

آرتریولها آخرین شاخه‌های کوچک دستگاه شریانی هستند و به عنوان دریچه کنترل ورود خون به مویرگها عمل می‌کنند. آرتریول دارای یک جدارقوی عضلانی است که می‌تواند مجرا را به طور کامل ببندد یا آرتریول را چند برابر گشاد کند.

وظیفه مویرگها عبارتست از تبادل مایع، مواد غذایی، الکترولیتها، هورمونها و سایر مواد بین خون و مایع میان‌بافتی، بنابراین جدار مویرگها بسیار نازک است.

ونولها خون را از مویرگها جمع‌آوری می‌کنند آنها تدریجاً به هم می‌پیوندند و وریدهای بزرگتر را می‌سازند. وریدها به عنوان لوله‌هایی برای برگرداندن خون از بافت‌ها به قلب عمل می‌کنند و وظیفه مهم آنها این است که به عنوان مخزن خون عمل می‌کنند. فشار درون دستگاه وریدی بسیار پایین است و لذا جدار وریدها نازک می‌باشد. ولی وریدها به خوبی قابل انقباض و انبساط برای ایجاد یک مخزن مناسب برای خون می‌باشند، [۳۳].