

شبیه سازی جریان خون درون گرفتگی یک سرخرگ شریانی با هدف بررسی سرعت و فشار

رامین استادی^۱، دکتر مرزیه رضازاده^۲

^۱ دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان، raminostadi1992@gmail.com

^۲ دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان، rezazadeh@gut.ac.ir

چکیده

در این مقاله به بررسی عددی تاثیر گرفتگی رگ کاروتید انشعابی گردن بر مشخصه های جریان خون نظیر سرعت، فشار و تنش برشی دیواره به کمک نرم افزار انسیس-فلوئنت پرداخته ایم. جریان خون را آرام، تراکم ناپذیر، پایا، نیوتونی و دیواره رگ را صلب فرض نموده ایم. اختلاف فشار ثابت بین ورودی و خروجی های رگ لحاظ شده است. رگ را یکبار بدون گرفتگی و بار دیگر با گرفتگی ۷۵ درصد در نظر گرفتیم و نتایج دو حالت با یکدیگر مقایسه شده است و اعتبارسنجی نتایج بررسی گردید. نتایج نشان داد که گرفتگی، سبب به تاخیر انداختن جدایش جریان و اخلاص در بازگشت خون به قلب می شود.

واژه های کلیدی

جریان پایا - سیال نیوتونی - رگ کاروتید انشعابی - گرفتگی -

سرعت

مقدمه

بیماری های قلبی-عروقی از دلایل عمده مرگ و میر در کشورهای مختلف هستند. یکی از شایع ترین این بیماری ها تصلب شریان است که در اثر تجمع مواد چرب از جمله کلسترول و تری گلیسیرید در دیواره رگ به وجود می آید. در اثر این بیماری، جریان خون دچار تغییر شده و از حالت عادی خارج می شود. این اختلال در جریان طبیعی خون، نقش مهمی در بیماری های قلبی-عروقی دارد، بطوریکه بسته به محل گرفتگی موجب آنژین قلبی یا سکته می شود. نظریه های متعددی درباره علت گرفتگی رگ ها و بروز بیماری های قلبی-عروقی در نواحی گرفتگی ارائه شده است، اما هنوز یک تئوری جامع در این زمینه بدست نیامده است. بسیاری از محققان خاطرنشان کرده اند که پیشرفت بیماری تصلب شریان، به مشخصه های جریان خون بستگی داشته و مطالعه خواص جریان خون در درک و درمان بسیاری از بیماری های قلبی-عروقی نقش اساسی دارد.

پژوهش در زمینه گرفتگی رگ از سال ۱۹۶۷ آغاز شده است.

یانگ [1] جریان خون نیوتونی درون یک لوله استوانه ای با گرفتگی متقارن را بررسی نموده است. وی معادلات ناویر استوکس را بر اساس مدل غیرنیوتونی کراس مدل سازی نموده و اثر رشد گرفتگی بر توزیع فشار، تنش برشی دیواره را مورد مطالعه قرار داده است. لی و فانگ [2] با هدف کمک به درک بیماری تصلب شریان، جریان خون درون یک استوانه با گرفتگی را به صورت عددی شبیه سازی نموده اند.

آن ها توزیع فشار، سرعت، تنش برشی در اعداد رینولدز بین صفر تا ۲۵ را به دست آورده اند. نتایج آن ها نشان می دهد که انتخاب نوع هندسه و عدد رینولدز مناسب به میزان قابل توجهی نتایج را تحت تاثیر قرار می دهد. مورگان و یانگ [3] جریان سیال نیوتونی درون رگ با گرفتگی متقارن را به صورت عددی بررسی نموده اند. آن ها اثر گرفتگی خفیف و شدید را در اعداد رینولدز پایین بررسی نموده اند. آن ها توزیع سرعت، افت فشار و تنش برشی دیواره را به دست آورده اند که از تطابق خوبی با نتایج تجربی برخوردار است. آزوما و فوکوشیما [4] جریان خون را بصورت نیوتونی و پایا را درون رگ با گرفتگی به صورت تجربی بررسی نموده اند. آن ها هندسه متقارن و غیر متقارن را شبیه سازی نموده اند. آن ها اثر عدد رینولدز و میزان گرفتگی را در شکل گیری و آغاز بیماری تصلب شریان مطالعه نموده اند. یانگ و همکاران [5] تحقیق آزوما و فوکوشیما [4] را ادامه داده و یک مدل خاص برای گرفتگی ایجاد شده به دست آورده و اثر یک داروی گشادکننده رگ را بررسی کرده اند. تئودورا و بلت [6] جریان آرام، پایا و گذرای سیال غیرنیوتونی درون لوله با گرفتگی را به صورت عددی بررسی کرده و توزیع سرعت، افت فشار و تنش برشی را به دست آورده اند. لیو و همکاران [7] جریان خون نیوتونی درون رگ را با استفاده از نرم افزار ANSYS شبیه سازی کرده و اثر سرعت ورودی بر مشخصه های جریان را مورد مطالعه قرار داده اند. آن ها جریان را گذرا، دیواره رگ را نیز الاستیک در نظر گرفته اند. نتایج آن ها نشان می دهد که در سرعت ماکزیمم ورودی لوله، تنش برشی دیواره و افت فشار بین ورودی و خروجی نیز ماکزیمم می باشد. علیشاهی و همکاران [8] جریان خون غیرنیوتونی را در یک مدل واقعی رگ انسان شبیه سازی نموده اند. آن ها برای بررسی مدل واقعی، عکس سی تی اسکن را به نرم افزار ANSYS منتقل نموده اند. آن ها دیواره رگ را یک بار به صورت الاستیک و بار دیگر به صورت غیر الاستیک مدل سازی نموده اند. نتایج آن ها نشان می دهد که سرعت و فشار در رگ الاستیک کمتر از رگ صلب می باشد. پینتو و همکاران [9] جریان خون غیرنیوتونی درون رگ کرونرچپ به صورت یک انشعاب با استفاده از دو نرم افزار SOLIDWORKS برای هندسه و ANSYS برای شبکه بندی و حل معادلات حاکم شبیه سازی نموده اند. آن ها نتایج خود را برای گرفتگی ۶۰٪ و ۹۰٪ به دست آورده اند. نتایج آن ها نشان می دهد که در گرفتگی ۹۰٪، افت فشار استاتیک و توزیع دبی جرمی بین دو شاخه بیشتر است.