

بررسی تاثیر گرفتگی رگ انشعابی گردن بر تنش برشی دیواره در یک جریان پایا

رامین استادی^۱، دکتر مرزیه رضازاده^۲

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

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

چکیده

در این مقاله به بررسی عددی تاثیر گرفتگی رگ کاروتید انشعابی گردن بر مشخصه‌های جریان خون نظیر تنش برشی دیواره به کمک نرم افزار انسیس - فلوئنت پرداخته‌ایم. جریان خون را آرام، تراکم-ناپذیر، پایا، نیوتونی و دیواره رگ را صلب فرض نموده‌ایم. اختلاف فشار ثابت بین ورودی و خروجی‌های 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 کاهش دبی ورودی و افزایش تنش برشی دیواره رگ می‌گردد.

واژه های کلیدی

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

تنش برشی دیواره

مقدمه

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

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

یانگ [1] جریان خون نیوتونی درون یک لوله استوانه‌ای با گرفتگی متقارن را بررسی نموده است. وی معادلات ناویر استوکس را بر اساس مدل غیرنیوتونی کراس مدل‌سازی 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 شبیه‌سازی نموده‌اند.

آن‌ها توزیع فشار، سرعت، تنش برشی در اعداد رینولدز بین صفر تا ۲۵ را به دست آورده‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که انتخاب نوع هندسه و عدد رینولدز مناسب به میزان قابل توجهی نتایج را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مورگان و یانگ [3] جریان سیال نیوتونی درون رگ با گرفتگی متقارن را به صورت عددی بررسی نموده‌اند. آن‌ها اثر گرفتگی خفیف و شدید را در اعداد رینولدز پایین بررسی نموده‌اند. آن‌ها توزیع سرعت، افت فشار و تنش برشی دیواره را به دست آورده‌اند 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 نموده‌اند. آن‌ها هندسه متقارن و غیر متقارن را شبیه‌سازی نموده‌اند. آن‌ها اثر عدد رینولدز و میزان گرفتگی را در شکل گیری و آغاز بیماری تصلب شریان مطالعه نموده‌اند. 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 کرده‌اند. 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 آورده‌اند. لیو و همکاران [7] جریان خون نیوتونی درون رگ را با استفاده از نرم افزار ANSYS شبیه‌سازی کرده و اثر سرعت ورودی بر مشخصه‌های جریان را مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها جریان را گذرا، دیواره رگ را نیز الاستیک در نظر گرفته‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که در سرعت ماکزیمم ورودی لوله، تنش برشی دیواره و افت فشار بین ورودی و خروجی نیز ماکزیمم می‌باشد. علیشاهی و همکاران [8] جریان خون غیرنیوتونی را در یک مدل واقعی رگ انسان شبیه‌سازی نموده‌اند. آن‌ها برای بررسی مدل واقعی، عکس سی تی اسکن را به نرم افزار ANSYS منتقل نموده‌اند. آن‌ها دیواره رگ را یک بار به صورت الاستیک و بار دیگر به صورت غیر الاستیک مدل‌سازی نموده‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که سرعت و فشار در رگ الاستیک کمتر از رگ صلب می‌باشد. 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 شبیه‌سازی نموده‌اند. آن‌ها نتایج خود را برای گرفتگی ۶۰٪ و ۹۰٪ به دست آورده‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که در گرفتگی ۹۰٪، افت فشار استاتیک و توزیع دبی جرمی بین دو شاخه بیشتر است.