ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۲ (پیاپی:۲)، تیر ۱۳۹۹
صفحات ۱۰-۱

بهینه‌سازی و تحلیل مانیفولد دود خودروی پژو ۲۰۶ توسط نرم‌افزار انسیس - فلوئنت

سید محمدرضا حسینی علی آباد[۱*]، عرفان جمیلی[۲]، میلاد فراهانی علوی[۳]، محمدمعین رشیدپور[۴]

۱- گروه مهندسی مکانیک، مازندران
۲- گروه مهندسی خودرو، انزلی
۳- گروه مهندسی مکانیک، همدان
۴- گروه مهندسی خودرو، انزلی

چکیده

قطعه‌ای به نام مانیفولد در پیشرانه وسایل نقلیه درون سوز قرار گرفته که به دو نوع مانیفولد هوا و مانیفولد دود تقسیم می‌گردد. مانیفولد دود که مبحث اصلی این مقاله می‌باشد، وظیفه آن هدایت و خارج نمودن گازهای حاصل از احتراق موتور به بیرون می‌باشد. در این مقاله، مانیفولد دود پژو ۲۰۶ به صورت تقریب و نزدیک به واقعیت توسط نرم‌افزار کتیا طراحی گردیده و سپس سرعت سیال در داخل مانیفولد دود و در نواحی خروجی مانیفولد دود و همچنین فشار در مانیفولد دود بررسی گردیده است. سپس زوایا و ابعاد مانیفولد دود پژو ۲۰۶ را جهت بهینه‌سازی (هر کدام از لوله‌ها را به صورت جداگانه به خروجی متصل کرده و شعاع انحنای لوله‌ها را بیشتر کرده و لوله‌ها را در انتها به سوی پایین هدایت کرده‌ایم) تغییر داده‌ایم. سپس سرعت سیال در مانیفولد دود بهینه‌سازی شده و همچنین فشار در مانیفولد دود بهینه‌سازی شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده بدین صورت است که مانیفولد دود پژو ۲۰۶ از طراحی تقریبا مناسبی برخوردار است، لیکن محل قرارگیری خروجی مانیفولد با توجه به ورودی مانیفولد در جای مناسبی قرار نگرفته است. به همین منظور در طراحی بهینه انجام گرفته، مشکل خروجی را با جداسازی هر لوله و هدایت نمودن آن‌ها به سمت پایین تا حدودی حل نموده‌ایم و جهت تماس کمتر سیال به جداره‌های مانیفولد، زوایای آن تغییر داده شده است.

واژگان کلیدی: تحلیل، بهینه‌سازی، مانیفولد دود، پژو ۲۰۶، فلوئنت

ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۲ (پیاپی:۲)، تیر ۱۳۹۹
صفحات ۱۰-۱

۱- مقدمه

سامانه تخلیه دود[۱] در موتور احتراق داخلی به منظور انتقال گازهای حاصل از احتراق، از محفظه احتراق موتور به فضای محیط استفاده می‌گردد. در موتورهای احتراق داخلی با بیش از یک استوانه از چند راهه دود[۲] به منظور انتقال محصولات احتراق، از درگاه خروجی استوانه‌ها به یک خروجی مشترک استفاده می‌گردد. با توجه به اینکه هندسه، روش ساخت و جنس چند راهه دود تاثیر بسزایی روی عملکرد آن دارد، انواع مختلفی از چند راهه‌های خروجی در موتورهای مختلف استفاده گردیده است[۱].

فرآیند اگزوز در موتورهای احتراق داخلی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است[۲]، از این رو در این مقاله، در گام نخست به تشریح جریان خروج گازها پرداخته گردیده و در گام بعدی مانیفولد دود پژو ۲۰۶ از طریق نرم‌افزار کتیا طراحی و سپس توسط نرم‌افزار فلوئنت تحلیل و در خاتمه نیز جهت بهینه‌سازی، زوایا و ابعاد مانیفولد دود را تغییر داده و مجددا از طریق نرم‌افزار فلوئنت تحلیل صورت گرفته است.

۲- جریان خروج گازها[۳]

پس از شکل‌گیری کامل فرآیند احتراق و تولید قدرت در اثر انبساط گازهای حاصل از احتراق، مرحله خروج گازها آغاز می‌گردد تا شرایط سیلندر برای ورود هوای تازه مهیا گردد[۳].

فرآیند خروج گازها از اواخر مرحله انبساط آغاز می‌گردد. معمولا هنگامی که هنوز ۳۰ الی ۵۰ درجه گردش میل‌لنگ تا رسیدن به نقطه مرگ پایین باقی مانده است، سوپاپ دود باز می‌گردد. در این مرحله هنوز فشار داخل سیلندر در حدود ۴ الی ۵ اتمسفر بوده و دما بیش از ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. هر چند که وجود این مقدار آوانس در زود باز شدن سوپاپ دود، باعث اتلاف بخشی از قدرت می‌شود و فشار حاصل از احتراق تا آخرین حد خود نمی‌تواند به قدرت تبدیل شود، اما از سوی دیگر با تخلیه بهتر گازهای سوخته شده و افزایش راندمان حجمی، کیفیت احتراق‌های بعدی افزایش یافته و در نهایت قدرت بیشتری تولید می‌شود[۳].

خروج گازهای داخل سیلندر در دو مرحله انجام می‌پذیرد. مرحله اول، خروج آنی گازها است که قبل از رسیدن پیستون به نقطه مرگ پایین رخ می‌دهد. یعنی در همان زمان آوانس سوپاپ دود، به محض باز شدن سوپاپ به دلیل اختلاف فشار شدیدی که بین فضای داخل و خارج وجود دارد، به صورت لحظه‌ای و در مدت زمان کوتاهی، حجم زیادی از گازهای داخل سیلندر تخلیه می‌گردد[۳].

پس از عبور پیستون از نقطه مرگ پایین و آغاز مرحله تخلیه، مرحله دوم خروج گازهای حاصل از احتراق انجام می‌پذیرد. در این مرحله با بالا رفتن پیستون و کاهش فضای سیلندر، گازها به سمت سوپاپ خروجی هدایت شده و با روندی آرام از آن خارج می‌گردد[۳].

۳- معرفی نرم‌افزار انسیس[۴]

انسیس به عنوان یکی از نرم‌افزار تحلیل از بین نرم‌افزارهای تحلیلی مطرح است. این نرم‌افزار یک نرم‌افزار چندگانه است و قابلیت تحلیل مسائل گوناگون و متنوع مهندسی از قبیل حرارت، سیالات، مغناطیس، الکترواستاتیک، الکتریسیته، سازه، ارتعاشات، استاتیک و ... را دارد. این نرم‌افزار همچنین قابلیت ایجاد ارتباط بین هر یک از موارد ذکر شده را نیز داراست[۴].

دلایل برتری نرم‌افزار انسیس نسبت به سایر نرم‌افزارهای تحلیل عبارتند از[۴]:

- انجام آنالیز در زمینه‌های گوناگون از قبیل: جامدات، سیالات، انتقال حرارت، الکترومغناطیس، الکترواستاتیک، الکترونیک و دینامیک.
- توانایی آنالیز توامان مانند آنالیز سیالاتی – جامداتی.
- توانایی بهینه‌سازی مدل‌های طراحی شده.
- قابلیت برنامه‌نویسی به کمک زبان برنامه‌نویسی نرم‌افزار برای توسعه امکانات جدید.
- قابلیت تهیه گزارش و خروجی‌های مختلف به صورت فیلم و عکس.
- توانایی تشخیص پارامترهای مختلف و بررسی میزان اهمیت هر کدام از آن‌ها در رسیدن به جواب نهایی طراحی‌ها.
- امکان برقراری ارتباط با نرم‌افزارهای دیگر نظیر کتیا[۵]، سالیدورکز[۶] و پروانجینیر[۷].

۴- معرفی نرم‌افزار فلوئنت[۸]

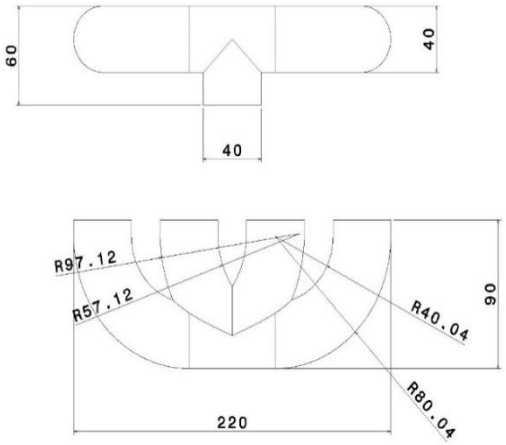
پیشرفت تکنولوژی در پردازنده‌ها و کامپیوترهای خانگی از یک طرف و استفاده گسترده از روش‌های عددی CFD در حل معادلات ریاضی مکانیک سیالات از سوی دیگر منجر به پیدایش نرم‌افزارهای متنوع در زمینه دینامیک سیالات محاسباتی جهت شبیه‌سازی و پیش‌بینی رفتار سیالات گردید[۵]. نرم‌افزار فلوئنت، یک نرم‌افزار کامپیوتری چند منظوره برای بررسی جریان سیال و انتقال حرارت می‌باشد. با توجه به محیط مناسب این نرم‌افزار از جهت حل مسائل با شرایط مرزی گوناگون[۶]، امروز بسیاری از مهندسین از این نرم‌افزار استفاده می‌نمایند.

۵- ابعاد و طراحی مانیفولد دود پژو ۲۰۶

ابعاد طراحی شده در نرم‌افزار کتیا برای مانیفولد دود خودروی پژو ۲۰۶ مطابق شکل زیر می‌باشد:

ماهنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره ۱، شماره ۲ (پیاپی:۲)، تیر ۱۳۹۹
صفحات ۱۰-۱

شکل۱: نمای واقعی از مانیفولد دود پژو ۲۰۶



شکل۲: ابعاد طراحی شده مانیفولد دود

شکل۳: طراحی سه بعدی مانیفولد دود توسط نرم‌افزار کتیا

۶- جنس

جنس سیال استفاده شده برای تحلیل، دی اکسید کربن(CO_2) می‌باشد.

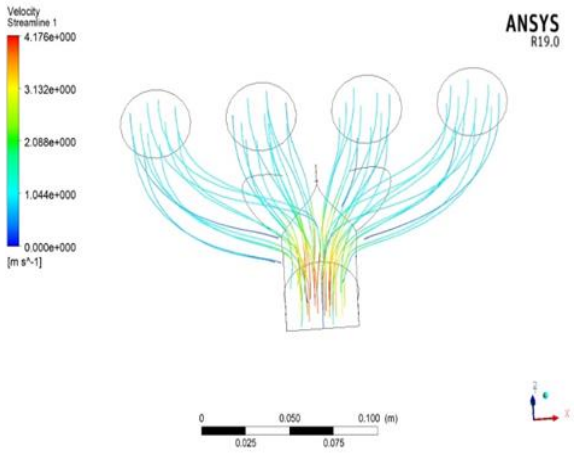
چگالی	**۱/۷۸ Kg/m^۳**
ویسکوزیته	۱/۳۷*۱۰^-۵ Kg/m-s

۷- شرایط مرزی

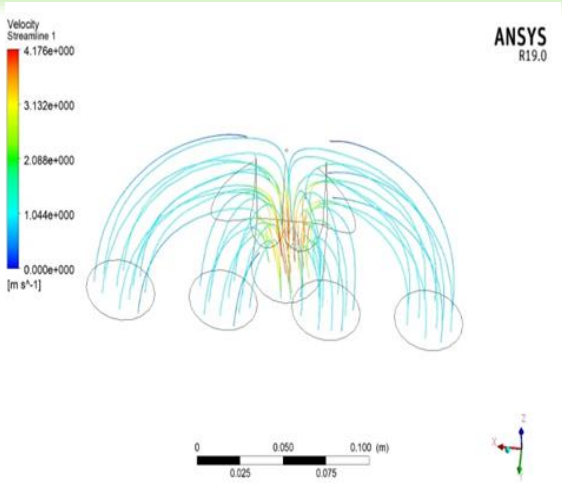
سرعت سیال را معادل m/s ۱ در نظر گرفته‌ایم و از ورودی‌های مانیفولد به آن اعمال نمودیم و محل خروج دود از مانیفولد را به عنوان خروجی در نظر گرفتیم. از معادله انرژی صرف نظر گردیده در نتیجه دمای سیال را نادیده گرفته و همچنین معادله را تابع زمان در نظر گرفتیم و زمان تحلیل را ۱ ثانیه قرار داده‌ایم.

۸- بحث بر روی نتایج

با توجه به شرایط مرزی اعمال شده، جواب‌های بدست آمده از نرم‌افزار انسیس – ماژول تحلیلی فلوئنت برای مانیفولد دود خودروی ۲۰۶ مطابق اشکال زیر می‌باشد.

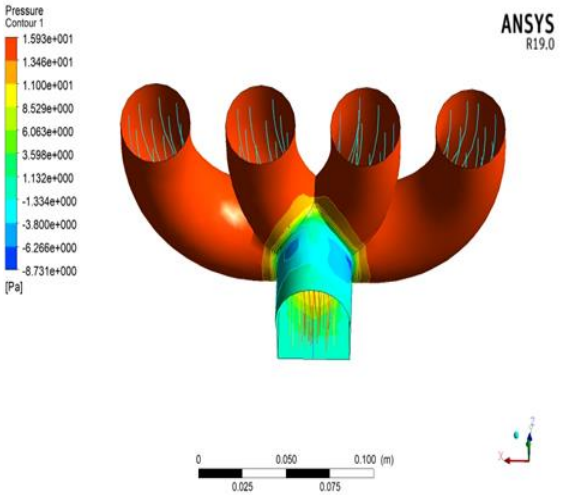


شکل۴: سرعت سیال در مانیفولد دود از نمای پشت

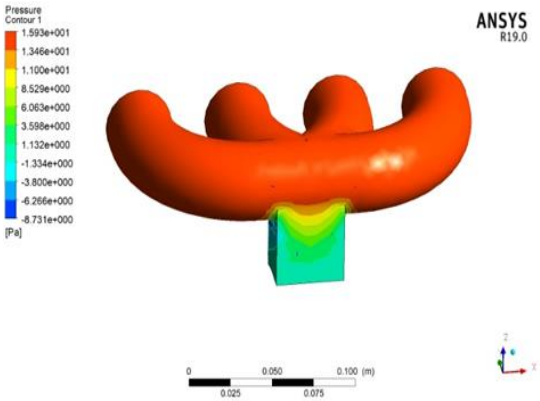


شکل۵: سرعت سیال در مانیفولد دود از نمای روبرو

با توجه به جواب بدست آمده از نرم‌افزار انسیس – ماژول تحلیلی فلوئنت، سرعت سیال در داخل لوله‌های مانیفولد دود ثابت بوده و در نواحی خروجی، سرعت سیال خروجی به ۴ m/s افزایش یافته است.



شکل۶: فشار در مانیفولد دود از نمای روبرو

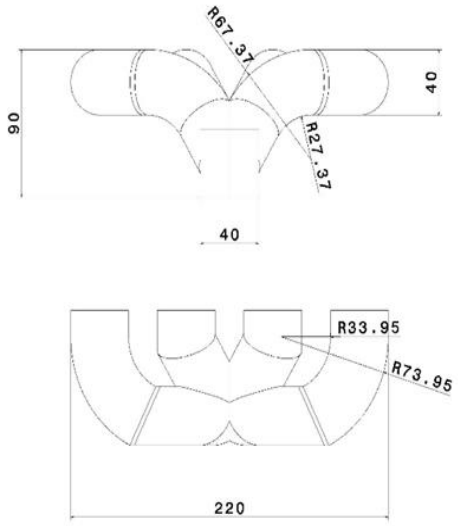


شکل۷: فشار در مانیفولد دود از نمای پشت

با توجه به جواب بدست آمده، بیشترین میزان فشار وارده به دیواره مانیفولد از طرف سیال برابر pa ۱۶ می‌باشد و در واقع بیشترین تماس سیال با دیواره، در ورودی می‌باشد و در نواحی خروجی سیال، فشار وارده بسیار کمتر بوده و می‌توان گفت سیال به دیواره‌ها برخورد زیادی داشته و باعث جلوگیری از خروج سیال می‌گردد.

۹- ابعاد و طراحی مانیفولد دود پژو ۲۰۶ جهت بهینه‌سازی

با توجه به حالت سیال در مانیفولد دود خودروی ۲۰۶، زوایا و ابعاد آن را جهت بهینه سازی تغییر داده‌ایم و ابعاد و طراحی آن مطابق اشکل ذیل می‌باشد.

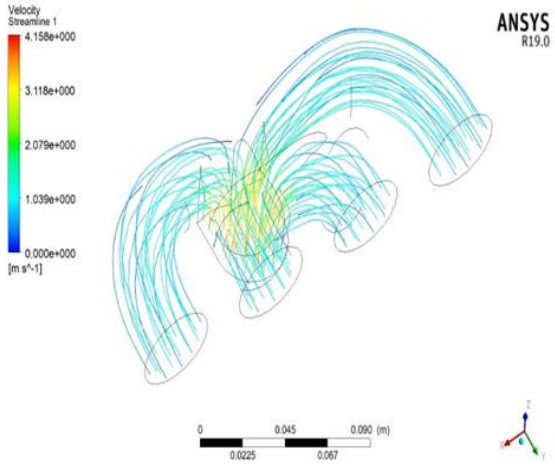


شکل۸: ابعاد مانیفولد دود بهینه‌سازی شده

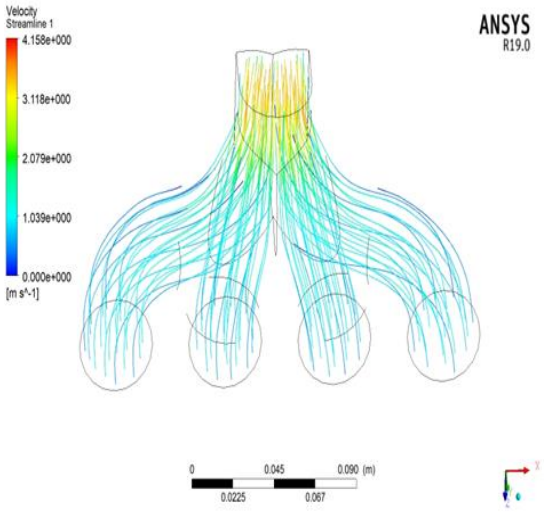
شکل۹: طراحی سه بعدی مانیفولد دود بهینه‌سازی شده

با توجه به شکل فوق، خروجی هر کدام از لوله‌ها را به صورت جداگانه به خروجی متصل نموده و شعاع انحنای لوله‌ها را بیشتر کرده و لوله‌ها را در انتها به سوی پایین هدایت کرده تا سیال کمترین ارتباط را با لوله‌ها جهت خروج داشته باشد.

ضمنا، جنس و شرایط مرزی جهت تحلیل مانیفولد دود بهینه‌سازی، مانند نمونه اصلی در نظر گرفته شد.

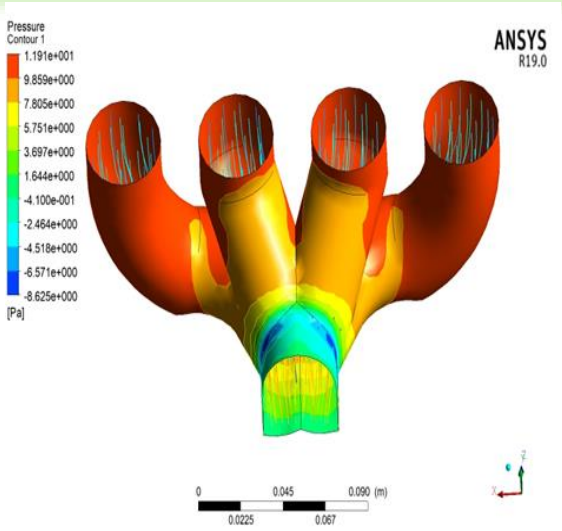


شکل۱۰: سرعت سیال در مانیفولد دود بهینه‌سازی شده از نمای روبرو

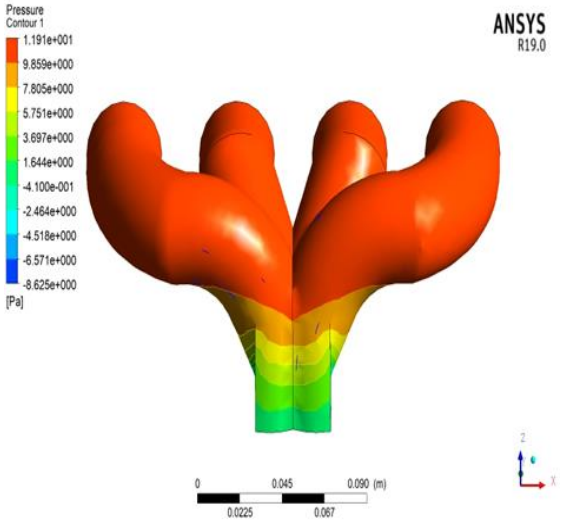


شکل۱۱: سرعت سیال در مانیفولد دود بهینه‌سازی شده از نمای پایین

با توجه به جواب بدست آمده، سرعت سیال تغییری زیادی نکرده به دلیل آنکه سرعت سیال ورودی را ثابت در نظر گرفته‌ایم و زمان تحلیل را نیز یک ثانیه در نظر گرفتیم؛ اما می‌توان گفت در نمونه بهینه‌سازی شده سیال‌ها به صورت منظم در حال خروج از مانیفولد هستند.



شکل۱۲: فشار در مانیفولد دود بهینه‌سازی شده از نمای پایین



شکل۱۳: فشار در مانیفولد دود بهینه‌سازی شده از نمای پشت

با توجه به جواب‌های بدست آمده از نرم افزار انسیس – ماژول تحلیلی فلوئنت، می‌توان گفت مانیفولد دود پژو ۲۰۶ بهینه‌سازی شده در جلوگیری از تماس سیال به دیواره مانیفولد عملکرد بهتری نسبت به مانیفولد اصلی داشته و بیشترین فشار در دیواره مانیفولد برابر pa ۱۲ می‌باشد که در نواحی بالایی لوله‌ها می‌باشد.

۱۰- نتیجه گیری

و در انتها می‌توان گفت مانیفولد دود خودروی ۲۰۶ از طراحی تقریبا مناسبی بر خوردار می‌باشد ولی محل قرارگیری خروجی مانیفلود با توجه به ورودی مانیفولد در جای مناسبی نمی‌باشد. در طراحی بهینه انجام گرفته، مشکل خروجی را با جداسازی هر لوله و هدایت کردن آن‌ها به سوی پایین تا حدودی حل کرده‌ایم و جهت تماس کمتر سیال به جداره‌های مانیفولد، زوایای آن

را تغییر داده و همچنین تا حد الامکان از زوایای تند استفاده نشده است. با توجه به جواب بدست آمده از تحلیل، فشار سیال در جداره‌ها pa ۴ از نمونه اصلی کمتر بوده و نشان دهنده موثر واقع بودن زوایا می‌باشد.

۱۱- پانویس‌ها

۱. Exhaust system
۲. Exhaust manifold
۳. Gas Exhaust Flow
۴. Ansys
۵. Catia
۶. Solidworks
۷. Proengineering

مراجع

[۱] R. Van Basshuysen, F. Schafer, Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems, and Perspectives, SAE International, USA, ۲۰۰۴.

[۲] محسن قاضی خانی، محمد ابراهیم فیض، پوریا نیکوئیان، بررسی آزمایشگاهی اثر کاهش فشار در مانیفولد دود با استفاده از فرایند بازگشت دود بر جرم باقیمانده سیلندر، ششمین کنفرانس سالانه دانشجویی مهندسی مکانیک، ایران، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، اسفند ۱۳۸۷.

[۳] مهدی خرازان، طراحی موتورهای پیستونی، انتشارات نما، مشهد، چاپ دوم، بهار ۱۳۹۵.

[۴] مجتبی حسنلو، سید غلامرضا میرحسینی، محمود صادق زاده، احمد باقری، آنالیز مودال و ارتعاشی استند تست موتور توربوشفت با استفاده از ANSYS، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی مکانیک جامدات، زمستان ۱۳۹۵.

[۵] نسرین ابراهیمی، علیرضا حسین نژاد وین، فرامرز سر حدی، فیروز فیروز کوهی مقدم، بررسی اثر زاویه‌ای دیفیوزر بر پارامترهای هیدرودینامیکی جریان آرام با استفاده از نرم‌افزار فلوئنت، کنفرانس بین المللی یافته‌های نوین پژوهشی در مهندسی صنایع و مهندسی مکانیک، ۱۳۹۴.

[۶] حمید امرالهی بیوکی، مهدی محمودی کلیبر، تکنولوژی شاسی و بدنه، انتشارات ساد، چاپ اول، ۱۳۸۹.