بررسی دینامیکی بیودیزل در راکتور STR توسط دینامیک محاسبات سیالاتی(CFD)

نیما باهمت[۱] ، علی محمد نیکبخت[۲] ، آرش محبی[۲]

۱- دانشجوی ارشد مکانیک بیو سیستم دانشگاه ارومیه Nimabahemmat@gmail.com
۲-عضو هیئت علمی مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه Alinikbakht87@yahoo.com

Archive of SID

چکیده

در حال حاظر سوخت های نفتی به سرعت در حال کم شدن هستند ومشکلات زیست محیطی پدید آورده اند بنابراین باید جایگیزنی برای سوخت های فسیلی و نفتی ارائه کرد . سوخت بیو دیزل یکی از گزینه های جایگزین برای کاهش استفاده از سوخت های نفتی و فسیلی است. برای تولید سوخت بیو دیزل نیاز به راکتور های تولید سوخت بیو دیزل وجود دارد و طراحی و ساخت این راکتور ها زمان بر و پر هزینه می باشد، برای صرفه جویی در هزینه و زمان ساخت ، نیاز به طراحی در نرم افزار و تحلیل دینامیکی سیال داریم . دینامیک سیالات محاسباتی CFD(Computational Fluid Dynamics) یکی از بزرگترین زمینه‌هایی است که مکانیک قدیم را به علوم رایانه و توانمندی‌های نوین محاسباتی مرتبط می کند . با استفاده ازCFD می توان تحلیل دینامیکی سیال در داخل راکتور را انجام داد و نتایجی را عرضه کرد که در ساخت و طراحی راکتور بسیار مهم می باشد. تحلیل ها با نرم افزار فلوئنت انجام پذیرفته و طراحی با نرم افزار Gambit به عمل آمده است .شبیه سازی های دینامیکی راکتور در چهار سرعت مختلف پره انجام گرفت . نتایج حاصل از مشاهده وکتورهای سرعت ، بخش هایی از راکتور را که سرعت برخورد سیال در آنها زیاد می باشد و در نتیجه خوردگی در این نواحی بیشتر است را تعیین کرد .

واژه های کلیدی : بیودیزل ، راکتور ، فلوئنت ، Gambit ، CFD ، وکتورهای سرعت

www.SID.ir

مقدمه

مفهوم استفاده از بیوفیول ها درموتورهای دیزل از نمایش اولین موتور دیزل بوسیله ی مخترع آن، رادولف دیزل در نمایشگاه جهانی پاریس در سال ۱۹۰۰ میلادی، نشأت گرفته است. درسوخت این موتور از روغن بادام زمینی استفاده شده بود. ولی بدلیل فراهم بودن وافر پترودیزل، فعالیت ها روی روغن های گیاهی بصورت جدی پیگیری نشد و زمانی توجه ها را به خود جلب کرد که مشخص شد سوخت های نفتی به سرعت در حال کم شدن هستند ومشکلات زیست محیطی پدید آورده اند (Sahoo and Das, 2009). بیودیزل پس از اینکه سطح قابل توجهی ازموفقیت را در اروپا بدست آورد در ایالات متحده نیز مورد توجه قرار گرفت(Van Gerpen., et al 2003). و امروزه نیز در کشورمان یکی از جدیترین جای گزین سوخت های فسیلی محسوب می شود . و مطالعات زیادی در این باره به عمل می آید .

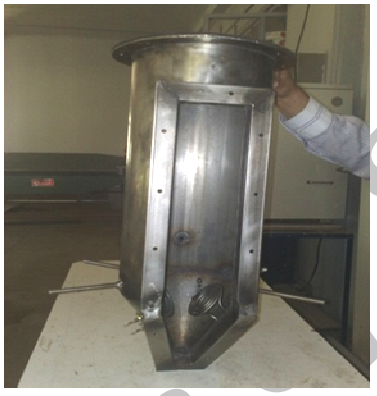
دینامیک سیّالات محاسباتی یا سی‌اِف‌دی ((Computational fluid dynamics (CFD)) یکی از بزرگ‌ترین زمینه‌هایی است که مکانیک قدیم را به علوم رایانه و توانمندی‌های نوین محاسباتی آن در نیمه دوّم قرن بیستم و در سده جدید میلادی وصل می‌کند . در این کار ریچاردسون از روشی تازه موسوم به رها سازی (relaxation) برای حلّ معادله لاپلاس استفاده نمود. او در این شیوه حلّ عددی، داده‌های فراهم‌آمده از مرحله پیشین تکرار (iteration) را برای تازه‌سازی تمامی مقادیر مجهول در گام جدید به کار می‌گرفت. محاسبات دینامیکی سیال راه حل تئوری جهت بررسی و پیش بینی عملکرد سیستمهایی است که در گیر جریان سیال، انتقال انرژی و پدیدههای مربوطه مانند احتراق و واکنشهای شیمیایی می باشند. این محاسبات با شبیه سازی کامپیوتری همراه میباشد. کدهای CFD معادلات پیوستگی جرم، انرژی و اندازه حرکت را روی یک دامنه که توسط کاربر مشخص میشود، حل مینمایند. تکنیک بسیار قوی بوده و محدودهٔ بزرگی از کاربردهای صنعتی و کشاورزی را در برمیگیرد. قوانین حاکم بر جریان هر نوع جریان و هر نوع هندسه که در CFD در نظر گرفته شود عبارتند از: قانون بقای جرم، قانون بقای مومنتم و قانون بقای انرژی. روش های عددی استفاده شده در CFD عبارتند از روش المان محدود ، روش احجام محدود، روش تفاضلات محدود و روش های طیفی. امروزه روش دینامیک سیالات محاسباتی جای خود را در میان روش‌های آزمایشگاهی و تحلیلی برای تحلیل مسائل سیالات و انتقال حرارت باز کرده‌است و استفاده از این روش‌ها برای انجام تحلیل‌های مهندسی امری عادی شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش ها

در این تحقیق از راکتور STR تولید بیو دیزل موجود در کارگاه آموزشی گروه ماشین های کشاورزی که توسط آقای مهندس سید مهدی حسینی ساخته شده(که در شکل ۱ مشاهده می کنیم) ، استفاده شده و از روی این راکتور شبیه سازی انجام گرفته و تمامی اندازه های استفاده شده دقیقا مطابق با راکتور STR می باشد .



شکل ۱ – راکتور STR تولید بیو دیزل موجود در کارگاه

سوخت تحلیلی در این آزمایش از سوخت ایجاد شده توسط ترکیب روغن پس ماند سویا و متانول بوده که بعد از هم زنی توسط راکتور به دست می آید . با در دست داشتن چگالی و گرانروی هر یک از مواد هم متانول و هم روغن سویا و هم چنین با آگاهی از فرمول شیمیایی و ترکیب ۷ به ۱ متانول با سویا به چگالی مشخص و ضریب گرانروی مشخص رسیده، شبیه سازی انجام می گیرد .

نرم افزار های مورد استفاده

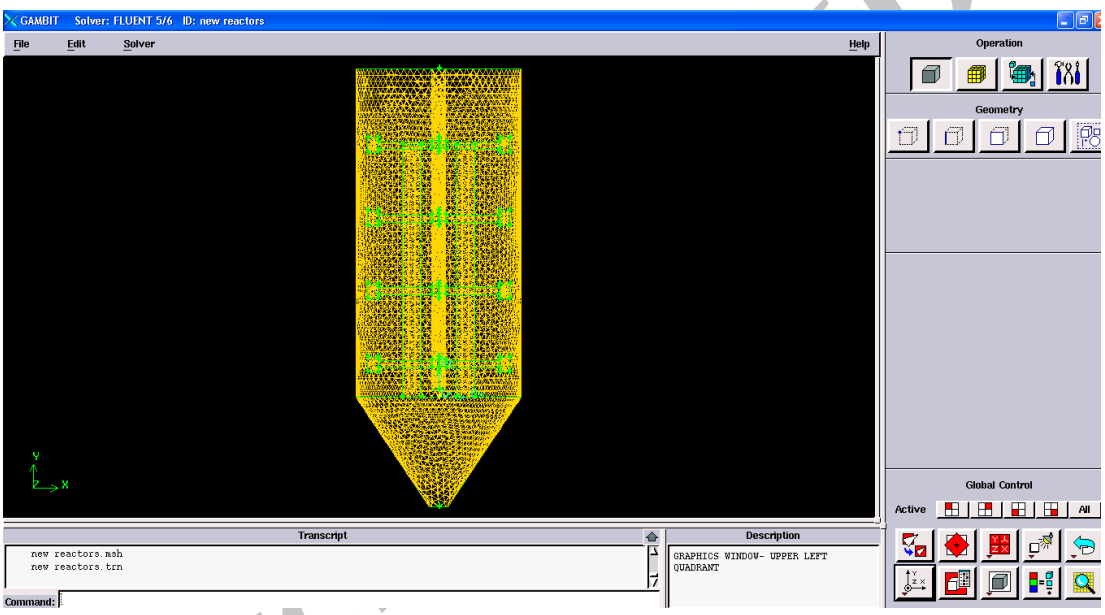
به منظور شبیه سازی انتقال نیوماتیکی مواد ، از نرم افزار گمبیت(Gambit 2.2.30) برای تولید هندسه و شبکه و از نرم افزار انسیس فلوئنت (Ansys Fluent 12) جهت حل و تحلیل دینامیکی سیال استفاده گردید .

با استفاده از نرم افزار Gambit می توان طراحی مورد نظر را انجام داد و قطعه مورد نظر برای تحلیل در نرم افزار fluent بدست می آید . نرم افزار Gambit یکی از بهترین نرم افزار هایی است که نرم افزار فلوئنت را ساپورت می کند . ابتدا در Gambit برای طراحی راکتور باید پره ها و شفت را طراحی کرد سپس طراحی مخزن را انجام داد . اندازه های استفاده شده در طراحی دقیقا اندازه های راکتور STR موجود در کارگاه می باشد ، . اندازه مخزن راکتور به صورت قطر ورودی ۲۲۶ سانتیمتر ، ارتفاع کل ۶۰۰ سانتیمتر ، قطر خروجی ۰/۵ اینچ می باشد . بعد از طراحی قسمت های مختلف مخزن بایستی مخزن را با پره به همدیگر اتصال داد . بعد از طراحی کامل راکتور نوبت

Archive of SID
www.SID.ir

به مش بندی می رسد . مش ایجاد شده بر روی راکتور ، به دلیل اینکه شکل راکتور یک شکل منظم نیست ، از مش Tet\hybrid استفاده شده است .

در شکل ۲ راکتور طراحی شده و مش زده شده نشان داده می شود .



شکل ۲- راکتور مش بندی شده در نرم افزار گمبیت

شرایط مرزی در گمبیت

پس از مش بندی باید شرایط مرزی را اعمال کرد که شرایط مرزی (boundary condition) مهمترین بخش از گمبیت می باشد که باید به دقت تمامی قسمت ها را به صورت جدا گانه تعریف کرد . برای مثال بدنه ، در پوش و قسمت انتهایی همه به صورت WALL تعریف می شود اما باید به صورت جداگانه تعریف شوند ، بدنه به صورت جداگانه از در پوش و انتها تعریف می شود و پره ها هم به صورت جداگانه از کل به صورت WALL تعریف می شود .

www.SID.ir

برای تعریف قسمتهایی که به صورت مایع و جامد هستند در گمبیت باید از قسمت Cell zone condition استفاده کرد ، که در این قسمت با استفاده از روش mrf که روشی بر پایه moving zone می باشد . در این روش بایستی پره با شفت را به صورت solid و مخزن و قسمت moving zone را fluid تعریف کرد . بعد از ایجاد راکتور مورد نظر در گمبیت و اعمال شرایط مرزی باید به صورت فایل mesh ذخیره گردد ، تا بتوان در نرم افزار فلوئنت مورد استفاده قرار داد .

تحلیل در فلوئنت

برای تحلیل در فلوئنت ابتدا مدل مورد نظر را بایستی انتخاب کرد. در این تحقیق مدل viscose model به کار رفته است . یکی از مدل های viscose که برای تانک های مخزن دار به کار می رود مدل k-epsilon است . و RNG زیر مجموعه استفاده شده از این مدل برای تحلیل می باشد . و تمامی تحلیل های این تحقیق با همین مدل مورد بررسی قرار گرفته است . ماده تعریف شده در این تحلیل به دلیل اینکه فلوئنت ماده bio diesel را به صورت تعریف شده در خود ندارد مجبور به تعریف آن در بخش material شدیم و ویسکوزیته و چگالی ها را به صورت منحصر به فرد تعریف کردیم تا این که بخش های که در گمبیت به صورت fluid تعریف شده بود ، مایع مورد نظر را بیو دیزل انتخاب کنیم .

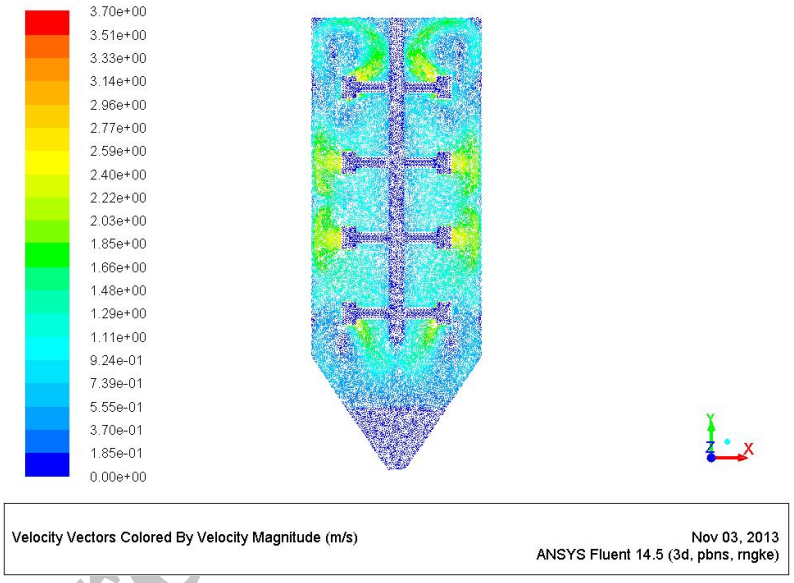
دور های تحلیل شده با ۴ سرعت ورودی برای شفت به صورت rpm می باشد که از سرعت های 200(rpm) تا 500(rpm) به صورت جداگانه تحلیل گشته است . سرعتهای استفاده شده در این تحقیق به صورت ۲۰۰،۳۰۰،۴۰۰و ۵۰۰ انتخاب گردید . که هر تحلیل بر روی سیستم core i7 با دارا بودن ۸ گیگ رم انجام شده است که برای هر دور حدود ۲۸ الی ۳۶ ساعت به طول انجا میده ، که هر تحلیل برای یک سرعت ورودی معین تا ۱۰۰۰۰ ایتریشن (iteration) به طول انجامیده است .

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

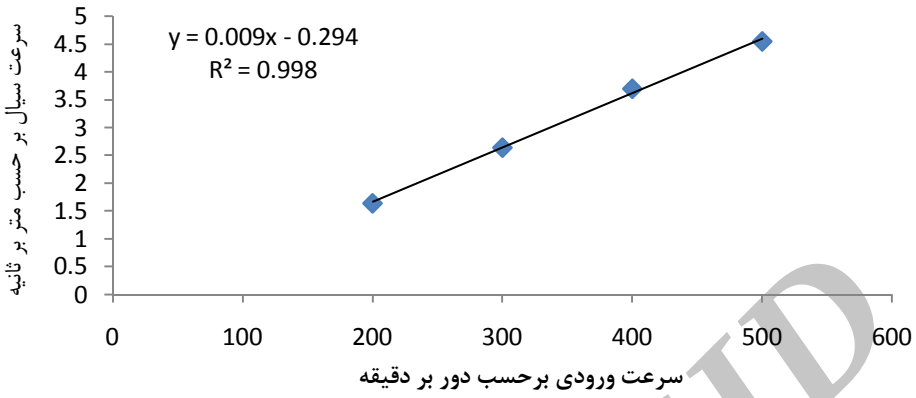
طبق نتایج بدست آمده از ۴ سرعت مختلف برای دور پره سرعتهایی برای سیال بدست آمده که به صورت زیر می باشد . شکل شماره ۳ نمونه ای از نتایج اجراء شده در نرم افزار فلوئنت می باشد ، که نشان گر برخورد پره با سیال در داخل راکتور می باشد . ماکزیمم سرعتهای بدست آمده و میانگین سرعتهای بدست آمده را برای مطالعه در نرم افزار Excel مورد بررسی قرار دادیم .



شکل ۳- وکتورهای velocity magnitude با دور ورودی 400rpm برای پره

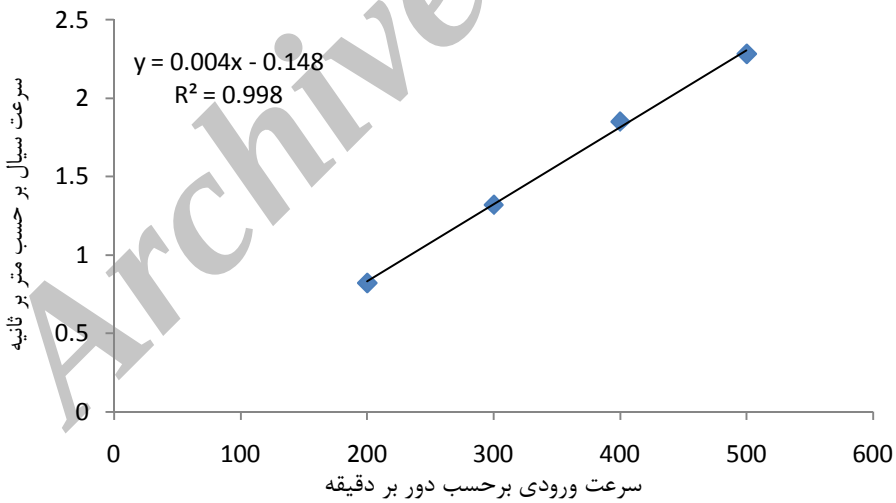
ماکزیمم سرعتهای بدست آمده و میانگین سرعتهای بدست آمده را برای مطالعه در نرم افزار Excel مورد بررسی قرار دادیم .

www.SID.ir



شکل ۴ – نمودار تغییرات سرعت با دور پره

همان طوری که در شکل ۴ مشاهده می کنیم با افزایش دور پره سرعت برخورد سیال با پره افزایش یافته و مشاهده می شود که این افزایش سرعت باعث برخورد سریع و بیشتر سیال با پره در نقاط بحرانی می باشد .



شکل ۵– نمودار تغییرات سرعت میانگین با دور ورودی پره

نمودار شکل ۵ نشانگر این است که میانگین سرعتهای سیال همانند تغییرات ماکسیمم سرعت سیال به صورت تقریبا خطی افزایش یافته است ، اما نتیجه اصلی این نمودار این است که میانگین سرعت در دور ۵۰۰ بیشتر از ماکسیمم سرعت در دور ورودی 200rpm می باشد .

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه گیری

با مشاهده به شکل ۳ در می یابیم که بیشترین سرعت سیال و برخورد در فضای ایجاد شده در بین پره ۲ با دیواره و همچنین پره ۳ با دیواره می باشد . و در قسمتهای ابتدایی و انتهایی (پره های ۱و۴) چون فضای ابتدایی و انتهایی بیشتر بوده سیال برخورد کمتر با پره و برخورد بیشتر با سیال دیگر را دارا می باشد ، که این برخورد ها در سرعتهای بالای ورودی مانند ۵۰۰ و بیشتر ، موجب آسیب به پره و شفت می شود ، برای کاهش آسیب و خوردگی پره می توان ابتدا با کنترل سرعت ورودی پره این برخورد ها را کم کرد و همچنین بایستی فاصله پره با دیواره را افزایش داد تا برخورد سیال با دیواره و پره کاهش یابد و برخورد سیال با سیال افزایش یابد .

مراجع

۱- حسینی سید مهدی. پایان نامه ارشد . طراحی و ساخت راکتور STR تولید بیودیزل . دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه .

۲- حقیقی . مهدی . آموزش کاربردی نرم افزار Fluent . تهران . انتشارات دیباگران تهران ۱۳۸۶

۳- هاشم آبادی، سید حسن. دهنوی، محمد علی . شبیه سازی CFD جریان های چند فازی با نرم افزار فلوئنت(ترجمه). تهران، انتشارات اندیشه سرا ۱۳۹۰،

4- Mahsa Taghavi, Ramin Zadghaffari, Jafarsadegh Moghaddasa , Yousef Moghaddas (2011) Experimental and CFD investigation of power consumption in a dual Rushton turbine stirred tank chemical engineering research and design 8 9 (2 01 1) 280–290

5- ujalski, W., Jaworski, Z., Nienow, A. W., "CFD study of homogenisation with dual Rushton turbines-comparison with experimental results, Part II: Using the multiple reference frame", Transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part A - Research and Design, 80, 97-104(2002).

6- Otomo, N., Bujalski, W., Nienow, A.W. and Takahashi, K., "A novel Measurment Technique for mixing Time in an Aerated Stirred Vessel", Journal of chemical Chemical Engineering of Japan, Vol. 36, No.1, 66- 74(2003).

7- Sahoo P.K., Das L.M. Process optimization for biodiesel production from Jatropha, Karanja and Polanga oils. Fuel 88 (2009) 1588–1594.

8- Van Gerpen J., Shanks B., Pruszko R. (2002-2004). Biodiesel Production Technology. Iowa State University.

Archive of SID
www.SID.ir