دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در مهندسی شیمی – فرآیندهای جداسازی

عنوان:

بررسی انتقال جرم و بازده سینی غربالی توسط دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)

اساتید راهنما:

پروفسور رهبر رحیمی

دکتر مرتضی زیودار

استاد مشاور:

مهندس طالب زارعی

تحقیق و نگارش:

مصطفی نیرومند تل گری

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

مهر ۱۳۹۱

بسمه تعالي

این پایان نامه با عنوان بررسی انتقال جرم و بازده سینی غربالی با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی توسط دانشجو مصطفی نیرومند تل گری با راهنمایی استاد پایان نامه پروفسور رهبر رحیمی و دکتر مرتضی زیودار تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

مصطفی نیرومند تل گری

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:	پروفسور رهبر رحیمی		
استاد راهنما:	دکتر مرتضی زیودار		
استاد مشاور:	مهندس طالب زارعی		
داور ۱:	دکتر فرشاد فرشچی تبریزی		
داور ۲:	دکتر داود محبی کلهری		
نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر غلامحسین اکبری		

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب مصطفی نیرومند تل گری تعهد می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: مصطفی نیرومند تل گری

امضاء

تقدیم به

پدر فداکار و مادر مهربانم

و

همه عزیزانم

سپاسگزاری

اکنون که به یاری حق تعالی توانستم این رساله را به اتمام برسانم بر خود لازم می‌دانم از کسانی که در این راه مرا مساعدت فرمودند تشکر و قدر دانی نمایم:

سپاسگزارم از زحمات استاد ارجمندم جناب دکتر رحیمی و دکتر مرتضی زیودار که در تمامی مراحل این پایان نامه همواره مرا یاری نمودند و با صبر و حوصله تجربیات خویش را در اختیار بنده قرار دادند.

از خانواده عزیزم که همواره پشتیبان و مشوق اصلی من در پیمودن این مسیر بودند صمیمانه قدردانی میکنم و از خداوند منان آرزوی سلامتی برای عزیزانم دارم.

سپاس و درود به دوستان مهربانم آقایان طالب زارعی، هیمن خالد، مهدی مهدوی، اشکان البرزی، محمد حسن سودمند و همه عزیزانی که مرا در اتمام این پایان نامه یاری نمودند. برای همه آنها آرزوی موفقیت دارم.

چکیده:

مدل‌سازی سینی برج تقطیر از این نظر که پارامترهای مختلف هندسی و شرایط عملیاتی را به راندمان مربوط می‌کند، از اهمیت زیادی برخوردار است. مدل‌سازی بر مبنای دینامیک سیالات محاسباتی، CFD، به این دلیل که بدون محدودیت هندسه و در بازه‌ی زمانی کوتاه‌تر، نتایج قابل قبولی را برای پیش‌بینی رفتار سیستم مهیا می‌کند، ابزار قدرتمندی است. از این رو مدل‌سازی هیدرودینامیکی و انتقال جرم سینی غربالی با روش CFD در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است.

در پژوهش حاضر مدل CFD سه بعدی و دو فازی در چارچوب اولری- اولری برای شبیه سازی هیدرودینامیک و انتقال جرم سینی غربالی ارائه گردیده و بازده مورفری و نقطه‌ای سینی محاسبه شد.

شبیه سازی هیدرودینامیک برای سیستم آب و هوا در شدت جریان‌های مختلف فاز گاز(F-factor= ۰/۴۶۲, $(\frac{m}{s}\left(\frac{kg}{m^3}\right)^{\frac{1}{2}})$ ۱/۴۶۴ ,۱/۰۱۵ ,۰/۸۰۱) انجام گردید و پارامترهای توزیع سرعت و ارتفاع مایع زلال و ارتفاع سرکف محاسبه شده و با نتایج آزمایشگاهی مقایسه شد.

شبیه سازی برای سیستم متانول- نرمال پروپانول نیز صورت گرفت. در این شبیه سازی علاوه بر هیدرودینامیک، انتقال جرم نیز مورد بررسی قرار گرفت و توزیع کسر مولی متانول روی سینی و بازده مورفری و نقطه‌ای محاسبه گردید. ضرایب انتقال جرم فازهای گاز و مایع به ترتیب توسط نظریه‌های هیگبی و کشش جایگزینی سطوح، SRS، محاسبه گردید.

در این تحقیق اثرات غیر یکنواختی جریان روی سینی(مانند نقاط ساکن، نقاط برگشتی و توزیع نامتقارن سرعت)، بر انتقال جرم و بازده سینی بررسی شد. همچنین برای نشان دادن اثر ضریب انتقال جرم مایع، از دو نظریه هیگبی و SRS برای محاسبه ضریب انتقال جرم فاز مایع استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان دادند که غیر یکنواختی جریان باعث کاهش بازده انتقال جرم در محدوده ۲ تا ۲۰ درصد می‌گردد. نظریه SRS مقدار بازده انتقال جرم صورت گرفته روی سینی را در مقایسه با نظریه‌ی هیگبی، ۱۵درصد بیشتر بدست می‌آورد.

کلمات کلیدی: سینی غربالی، دینامیک سیالات محاسباتی، هیدرودینامیک، انتقال جرم، بازده سینی، نظریه SRS

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت انجام پروژه ۳

۱-۳- اهداف و نوآوری پروژه ۴

۱-۴- ساختار پروژه ۴

فصل دوم مروری بر مفاهیم و روابط استفاده شده ۶

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- تماس مایع-گاز ۷

۲-۳- برج های سینی دار ۷

۲-۴- سینی غربالی ۱۱

۲-۵- هیدرودینامیک سینی ۱۳

۲-۵-۱- رژیم‌های جریان بر روی سینی ۱۳

۲-۵-۲- ارتفاع مایع زلال، چگالی و ارتفاع سرکف ۱۵

۲-۵-۳- تشکیل حباب ۱۶

۲-۵-۴- مقاومت هیدرولیکی ۱۷

۲-۵-۵- افت فشار ۱۷

۲-۵-۶- شیب هیدرولیکی ۱۸

۲-۶- انتقال جرم ۱۸

۲-۶-۱- نظریه رسوخ ۱۹

۲-۶-۲- نظریه‌ی جایگزینی سطح ۲۰

۲-۶-۳- نظریه‌ی SRS ۲۱

۲-۷- بازده سینی‌ها ۲۳

۲-۷-۱-تعریف بازده سینی ۲۴
۲-۷-۲- بازده نقطه ای ۲۵
۲-۷-۳- بازده مورفری ۲۷
۲-۷-۴- رابطه‌ی بازده نقطه‌ای و بازده سینی ۲۸
۲-۸- نتیجه گیری ۳۱
فصل سوم مروری بر تحقیقات گذشته ۳۲
۳-۱- مقدمه ۳۳
۳-۲- مروری بر شبیه سازی‌های هیدرودینامیک، انتقال حرارت و انتقال جرم ۳۳
۳-۲-۱ هیدرودینامیک ۳۳
۳-۲-۲- انتقال حرارت و جرم ۳۸
۳-۳- نتیجه گیری ۴۱
فصل چهارم مدل سازی سیستم با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی و روش حل ۴۲
۴-۱- مقدمه ۴۳
۴-۲- تحقیق آزمایشگاهی ۴۳
۴-۳- محاسبه نظری ۴۴
۴-۳-۱- امتیازات محاسبه‌ی نظری ۴۴
۴-۳-۲- نارسایی‌های روش نظری ۴۵
۴-۴- روش نظری یا آزمایشگاهی ۴۵
۴-۵- مدل سازی ۴۷
۴-۶- معادلات حاکم ۴۷
۴-۶-۱- معادلات حاکم بر جریان سیال در حالت دو فازی ۴۸
۴-۶-۲- معادله پیوستگی ۴۸
۴-۶-۳- معادله‌ی اندازه‌ی حرکت ۴۹
۴-۶-۴- معادله‌ی بقاء حجم ۵۰
۴-۶-۵- معادله‌ی فشار ۵۰

۴-۶-۶- معادله‌ی انتقال جرم ۵۰
۴-۷- معادلات تکمیلی اندازه حرکت ۵۰
۴-۷-۱- نیروی درگ ۵۱
۴-۷-۲- نیروی شناوری ۵۳
۴-۷-۳- نیروی جرم مجازی ۵۳
۴-۷-۴- نیروی بالا برنده ۵۴
۴-۷-۵- نیروی Turbulent dispersion forces ۵۵
۴-۷-۵- نیروی Wall lubrication force ۵۶
۴-۸- مدلهای آشفتگی ۵۶
۴-۹- معادلات تکمیلی انتقال جرم ۵۸
۴-۱۰- شرایط مرزی ۶۰
۴-۱۱- روش‌های کلی حل عددی معادلات ۶۱
۴-۱۲- نتیجه گیری ۶۱
فصل پنجم نتایج شبیه سازی و تحلیل آن‌ها ۶۳
۵-۱- مقدمه ۶۴
۵-۲- سیستم آب و هوا ۶۴
۵-۲-۱- هیدرودینامیک سینی غربالی ۶۴
۵-۲-۲- مدل سازی ۶۵
۵-۲-۳- مشخصات هندسی ۶۵
۵-۲-۴- شرایط مرزی ۶۹
۵-۲-۵- نتایج شبیه سازی ۷۱
۵-۲-۵-۱- استقلال از مش ۷۱
۵-۲-۵-۲- توزیع سرعت‌ها ۷۲
۵-۲-۵-۳- ارتفاع مایع زلال و ارتفاع سرکف ۷۸
۵-۳- سیستم متانول – نرمال پروپانول ۸۰

۵-۳-۱- داده‌های تعادلی ۸۲
۵-۳-۲- هیدرودینامیک ۸۳
۵-۳-۳- نتایج انتقال جرم ۸۵
۵-۳-۴- بازده مورفری ۹۱
۵-۳-۵- بازده نقطه‌ای ۹۶
فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات ۹۸
۶-۱- نتیجه گیری ۹۹
۶-۲- پیشنهادات ۱۰۰
مراجع ۱۰۲
پیوست‌ها ۱۰۵
پیوست (الف): کدهای مربوط به داده‌های خروجی نرم افزار CFX ۱۱ ..... ۱۰۶
پیوست (ب): محاسبه ارتفاع مایع زلال و سرکف ۱۲۲

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۲-۱. طرحواره از یک سینی برج تقطیر **۸**

شکل ۲-۲. محدوده عملکردی سینی غربالی **۱۱**

شکل ۲-۳. نمایی از سینی غربالی..... **۱۲**

شکل ۲-۴. رژیمهای جریان گاز- مایع **۱۴**

شکل ۳-۴. بازده سینی **۲۵**

شکل ۴-۴. منحنی توزیع غلظت جزء فرار در بخار خروجی از سینی **۳۰**

شکل ۵-۱. هندسه‌ی سینی شبیه سازی شده و شرایط مرزی آن..... **۶۶**

شکل ۵-۲. نمایی از شبکه بندی سیستم **۶۷**

شکل ۵-۳. نمایی از شبکه بندی روی سینی **۶۸**

شکل ۵-۴. طرحواره توزیع مکانی نقاط اندازه گیری سرعت مایع **۷۳**

شکل ۵-۵. توزیع سرعت مایع در دبی مایع (Q_L= ۰/۰۱۷۸ (m^3/s) و F_S=۰/٤٦٢، الف) پروفایل بالادستی جریان، ب) پروفایل پایین دستی جریان **۷۵**

شکل ۵-۶. توزیع سرعت مایع در دبی مایع (Q_L= ۰/۰۱۷۸ (m^3/s) و F_S=۰/۸۰۱، الف) پروفایل بالادستی جریان، ب) پروفایل پایین دستی جریان **۷۶**

شکل ۵-۷. کانتور کسر حجمی آب در دبی مایع (Q_L= ۰/۰۱۷۸ (m^3/s) و فاکتور F گاز برابر F_S=۱/۰۱۵ در صفحه مرکزی سینی **۷۷**

شکل ۵-۸. پروفایل سرعت مایع در دبی مایع (Q_L= ۰/۰۱۷۸ (m^3/s) و فاکتور F گاز برابر F_S=۱/۰۱۵ در صفحه مرکزی سینی **۷۷**

شکل ۵-۹. ارتفاع مایع زلال بر حسب **Fs** در دبی مایع ثابت **QL = 0.0178m3s** **۷۹**

شکل ۵-۱۰. ارتفاع مایع زلال بر حسب **Fs**در دبی مایع ثابت $\mathbf{QL = 0.0178m3s}$ ۷۹
شکل ۵-۱۱. ارتفاع سرکف بر حسب **Fs** در دبی مایع ثابت $\mathbf{QL = 0.0178m3s}$ ۸۰
شکل ۵-۱۲ منحنی تعادل بخار- مایع ۸۲
شکل ۵-۱۳ منحنی دمای اشباع ۸۳
شکل ۵-۱۴. ارتفاع سرکف بر حسب غلظت متوسط مایع ۸۴
شکل ۵-۱۵. ارتفاع مایع زلال بر حسب غلظت متوسط مایع ۸۵
شکل ۵-۱۶. تقسیم بندی سینی به سه ناحیه: مرکزی و نواحی کناری سینی ۸۶
شکل ۵-۱۷. ناحیه‌ی غیر یکنواخت جریان روی سینی غربالی ۸۶
شکل ۵-۱۸ کانتور کسر حجمی فاز مایع در غلظت متوسط متانول Xm=۰/۴۱ ..... ۸۷
شکل ۵-۱۹. کانتور کسر مولی متانول در فاز مایع روی صفحه z-y برای Xm=۰/۴۱ ..... ۸۸
شکل ۵-۲۰. منحنی توزیع کسر مولی متانول در فاز مایع در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/279}$ ۸۹
شکل ۵-۲۱. منحنی توزیع کسر مولی متانول در فاز مایع در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/41}$ ۸۹
شکل ۵-۲۲. منحنی توزیع کسر مولی متانول در فاز مایع در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/555}$ ۹۰
شکل ۵-۲۳. منحنی توزیع کسر مولی متانول در فاز مایع در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/771}$ ۹۰
شکل ۵-۲۴. روند تغییرات غلظت مولی متانول در فاز مایع در عرض سینی برای Xm=۰/۴۱ ..... ۹۱
شکل ۵-۲۵. بازده مورفری در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/279}$ ۹۲
شکل ۵-۲۶. بازده مورفری در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/341}$ ۹۲
شکل ۵-۲۷. بازده مورفری در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/41}$ ۹۳
شکل ۵-۲۸. بازده مورفری در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/555}$ ۹۳
شکل ۵-۲۹. بازده مورفری در طول سینی برای$\boldsymbol{Xm = 0/771}$ ۹۴
شکل ۵-۳۰. منحنی توزیع کسر مولی متانول در فاز مایع در طول سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/41}$ ۹۵
شکل ۵-۳۱. بازده مورفری سینی ۹۵

شکل ۵-۳۲. بازده مورفری بر حسب غلظت متوسط متانول در فاز مایع ۹۶
شکل ۵-۳۳. تقسیم بندی سینی به نواحی و سلول‌های مختلف ۹۷
شکل ۵-۳۴. بازده نقطه‌ای در نواحی مختلف سینی برای $\boldsymbol{Xm = 0/41}$ ۹۷

فهرست جداول

عنوان جدول صفحه

جدول ۵-۱. مشخصات هندسی سینی سولاری و بل..... ۶۶

جدول ۵-۲. ارتفاع مایع زلال نسبت به تعداد گره‌ها ۷۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

به ندرت یک فرآیند شیمیایی را می‌توان یافت که نیاز به جداسازی و خالص سازی نداشته باشد. جداسازی ممکن است به روش‌های کاملاً مکانیکی انجام شود (مانند الک کردن، صاف کردن و فشردن) یا به روش‌های غیر مکانیکی مانند تقطیر. تقطیر که از مهم‌ترین فرآیندهای جداسازی مستقیم است، پرکاربردترین روش جداسازی بوده و بطور معمول انتخاب اول در جداسازی مخلوط مایعات است. تاریخچه‌ی استفاده از تقطیر به قرن‌ها پیش باز می-گردد. در اواسط سلسله‌ی چو[۱]، چینی‌ها فرآیند تقطیر را کشف کرده‌اند. با پیشرفت تمدن تولید مایعات تقطیر شده ادامه پیدا کرده است[۱].

هر چند مطالعات و تحقیقات زیادی در مورد تقطیر صورت گرفته است. ولی با مروری بر اطلاعات موجود می‌توان گفت که قسمت اعظم دانش حاصله، روابط و روش‌های طراحی برج‌های تقطیر تجربی بوده و درک بنیادین اندکی از هیدرودینامیک جریان فازهای گاز و مایع روی سینی‌های برج تقطیر حاصل شده است.

نکته‌ی حائز اهمیت در مورد برج‌های سینی‌دار، شامل برج‌های تقطیر و جذب این است که راندمان ترمودینامیکی حدود ۱۰درصد دارند و پر مصرف‌ترین بخش‌ها از نظر مصرف انرژی می‌باشد. با توجه به مصرف بالای انرژی در برج‌های تقطیر، تلاش برای افزایش بازده از طریق طراحی مناسب‌تر، می‌تواند به کاهش مصرف انرژی کمک شایانی کند؛ اما با توجه به هزینه‌های بالای انجام آزمایشات صنعتی و کارهای آزمایشگاهی، روی آوردن به روش‌های مدل سازی روز به روز افزایش یافته است. در این میان، در سال‌های اخیر استفاده از ابزار دینامیک سیالات محاسباتی[۲]، CFD ، در زمینه‌های گوناگون در مهندسی شیمی مورد توجه قرار گرفته است.

سینی‌های غربالی معمول ترین سینی‌هایی هستند که در برج‌های تقطیر و جذب مورد استفاده قرار می گیرند. هندسه سینی تأثیر مهمی بر بازده سینی دارد. هندسه سینی مستقیما رفتار هیدرولیکی را تغییر می‌دهد و پروفیل غلظت مختلفی ایجاد می‌کند. برای بررسی و ارزیابی پارامترهای هیدرودینامیکی سینی غربالی و نیز تعیین

[۱] Chou
[۲] Computational Fluid Dynamics

میزان انتقال جرم صورت گرفته روی سینی نیز، در سال‌های اخیر از ابزار دینامیک سیالات محاسباتی استفاده شده است.

مدل سازی با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی مزایای بسیاری نسبت به روش‌های آزمایشگاهی دارد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به هزینه نسبتاً پایین آن، سرعت بالاتر، توانایی شبیه‌سازی شرایط واقعی و ایده آل و بدست آوردن اطلاعات جامع از نتایج حاصل از مدل سازی، اشاره کرد.

در این پروژه علاوه بر بررسی هیدرودینامیک، انتقال جرم و بازده نقطه‌ای و بازده مورفری سینی نیز مورد بررسی قرار گرفته شده است. در شبیه سازی‌ها از نرم افزارهای تجاری Workbench برای رسم هندسه و شبکه بندی آن و CFX-۱۱ برای تعریف فیزیک مسئله، اعمال شرایط مرزی، اجرای مدل و تحلیل نتایج استفاده شده است که هر دو محصول شرکت Ansys می‌باشند.

۱-۲- ضرورت انجام پروژه

با نگاهی به پژوهش‌های زیادی که هر ساله در زمینه‌ی تقطیر و جذب انجام می‌شود، مشاهده می‌شود که هدف اصلی این تحقیقات تأکید بر پیدا کردن بیشترین بازده فرآیندها و کاهش مصرف انرژی می‌باشد. در این میان شبیه‌سازی‌های CFD نسبت به کارهای آزمایشگاهی، سهم کمی در این مقالات داشته‌اند و نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه وجود دارد.

تاکنون در مطالعات صورت گرفته در مورد محاسبه بازده توسط CFD، برای محاسبه ضریب انتقال جرم مایع از نظریه‌ی رسوخ[۱] هیگبی[۲] استفاده شده است. قطر حباب ایجاد شده روی سینی به پارامترهای هندسی سینی نظیر قطر سوراخ، فاصله بین سوراخ‌ها و شکل آن‌ها بستگی دارد. قطر حباب همچنین به پارامترهای جریان از جمله خواص فیزیکی سیالات و دبی فازهای گاز و مایع بستگی دارد[۲]. از این رو محاسبه‌ی قطر حباب تشکیل شده روی سینی کار دشواری می‌باشد و تاکنون رابطه‌ای که در آن تمامی این پارامترها در نظر گرفته شده باشد ارائه نشده است. به همین دلیل روابطی برای شبیه سازی‌ها توسط CFD مناسب می‌باشد که مستقل از قطر حباب باشند. ون

[۱] Penetration Theory
[۲] Higbie

باتن و کریشنا(۲۰۰۰) [۳] رابطه‌ی مستقل از قطر حباب برای محاسبه‌ی ضریب دراگ ارائه دادند. نتایج این ضریب برای پیش بینی هیدرودینامیک سینی‌های غربالی مناسب بوده و در بیشتر شبیه‌سازی‌های انجام شده مورد استفاده قرار گرفته است.

جاجویی و همکاران(۲۰۰۶) [۴] نیز رابطه‌ای برای محاسبه‌ی ضریب انتقال جرم فاز مایع ارائه کرده‌اند. این رابطه مستقل از قطر حباب بوده و می‌تواند برای استفاده درشبیه سازی‌ها مناسب‌تر از رابطه هیگبی باشد. این رابطه به رابطه SRS[۱] موسوم است و اولین بار توسط رحیمی و همکاران [۵]در شبیه سازی‌ها برای سینی غربالی مستطیلی مورد استفاده قرار گرفت. در این پایان نامه نیز از همین رابطه SRS برای محاسبه‌ی ضریب انتقال جرم مایع استفاده شده است. در این تحقیق اثرات غیر یکنواختی جریان روی سینی غربالی دایره‌ای(مانند نقاط ساکن، نقاط برگشتی و توزیع نامتقارن سرعت)، بر انتقال جرم و بازده سینی مورد بررسی قرار گرفته شده است.

۱-۳- اهداف و نوآوری پروژه

اهداف زیر در پایان نامه در نظر گرفته شده‌اند:

- شبیه سازی هیدرودینامیکی سینی غربالی دایره‌ای
- استفاده از نظریه‌ی SRS برای ضریب انتقال جرم فاز مایع به دلیل استقلال از قطر حباب این نظریه و جایگزینی آن به جای تئوری رسوخ هیگبی، برای سینی دایره‌ای
- بررسی اثرات غیر یکنواختی توزیع جریان بر راندمان سینی دایره‌ای

نوآوری این پروژه در استفاده از نظریه‌ی جدیدی برای ضریب انتقال جرم فاز مایع در سینی دایره‌ای و همچنین بررسی اثرات غیر یکنواختی جریان روی سینی بر راندمان سینی می‌باشد.

۱-۴- ساختار پروژه

با توجه به اهداف پروژه، در فصل دوم مفاهیم و روابط کلی هیدرودینامیک، نظریه‌های انتقال جرم و تعاریف بازده به صورت خلاصه بیان خواهد شد. در فصل سوم مروری بر کارهای انجام شده در زمینه دینامیک سیالات

[۱] Surface- Renewal- Stretch

محاسباتی مربوط به سینی‌های غربالی، صورت گرفته است. فصل چهارم شامل مدل سازی سیستم به روش دینامیک سیالات محاسباتی، معادلات مومنتوم و انتقال جرم حاکم در این شبیه سازی و روش حل آن‌ها، می‌باشد. هندسه‌ی سیستم مورد نظر و شرایط فیزیکی آن و ارائه‌ی نتایج حاصل از شبیه سازی، و تحلیل و توصیف آن‌ها در فصل پنجم گنجانده خواهد شد و در فصل ششم نتیجه گیری و ارائه‌ی پیشنهادات برای کارهای بعدی ذکر خواهد شد.

فصل دوم

مروری بر مفاهیم و روابط استفاده شده