دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی گرایش طراحی فرایند های جداسازی

عنوان:

بررسی مشخصات هندسی BAFFLE ها در افزایش ظرفیت برجهای SCC توسط آنالیز CFD

استاد راهنما:

دکتر مرتضی زیودار

تحقیق و نگارش:

جمال روحی گل خطمی

مهر ۱۳۸۸

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان بررسی مشخصات هندسی BAFFLE ها در افـزایش ظرفیـت برجهـای SCC توسـط آنالیز CFD قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی توسـط دانشـجو جمـال روحـی گل خطمی تحت راهنمایی استاد پایان نامه دکتر مرتضی زیودار تهیـه شـده اسـت. اسـتفاده از مطالـب آن بـه منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشـگاه سیسـتان و بلوچسـتان مجاز می باشد.

جمال روحی گل خطمی

این پایان نامه ۸ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هییـت داوران بررسـی و درجـه ..... به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:	دکتر مرتضی زیودار		
داور ۱:	دکتر رهبر رحیمی		
داور ۲:	دکتر جعفر صادقی		

نماینده تحصیلات تکمیلی:

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب جمال روحی گل خطمی تأیید 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 ارایه نشده است.

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

نام و نام خانوادگی دانشجو: جمال روحی گل خطمی

امضاء

این اثر ناچیز را تقدیم می کنم به:

پدر و مادر مهربانم و

خانواده ی عزیزم

سپاسگزاری

اکنون که به لطف و یاری خداوند تحقیق و نگارش این پایان نامه به اتمام رسیده است، بر خود لازم می دانم که از همه دوستان و عزیزانی که مرا در تهیه این تحقیق یاری داده اند کمال تشکر وقدردانی را بجا آورم. قبل از هر چیز از پدر و مادر مهربان و خانواده ی دلسوزم مخصوصا خواهر بزرگم که در تمام مراحل زندگی مرا یاری نموده اند تشکر میکنم ، که بدون یاری ایشان پیمودن چنین مسیری هرگز میسر نبود، امیدوارم که توانسته باشم قطره ای ناچیز از اقیانوس بی کران محبتشان را جبران کرده باشم. از استاد گرانقدر دکتر مرتضی زیودار که راهنمایی این پروژه را به عهده داشتند و در طول این تحقیق از راهنمایی های ایشان بهره برده ام مراتب تشکر و قدردانی را بجا می آورم. همچنین از استاد گرامی دکتر رهبر رحیمی که در انجام این تحقیق مشاور غیر رسمی بنده بوده اند ، تشکر و قدردانی می نمایم. از تمامی اساتید بزرگوارم که در طول تحصیل همواره راهنما و مشوق بنده بوده اند سپاسگزارم . از دوستان عزیز دکتر سید حسین حسینی ، دکتر مجید مهدویان ، دکتر کیانوش رزاقی و مهندسین : طالب زارعی ، علی زارعی ، لیلا پور جعفر ، حسین قاسمی و سایر دوستان عزیزم که در انجام این تحقیق مرا را یاری کرده اند بسیار تشکر و قدر دانی می کنم.
از خداوند متعال برای همه این عزیزان آرزوی موفقیت و سربلندی را در تمامی مراحل زندگیشان دارم

جمال روحی گل خطمی
مهر ۱۳۸۸

چکیده:

برج های تقطیر سینی دار از نوع مخروط چرخان (SCC)[1] یکی از انواع برجهای تقطیر می باشند که کاربرد آنها در فرایند های جداسازی به خصوص در صنایع غذایی بسیار رو به افزایش است. پیچیدگی هندسی، رژیم های جریان متفاوت و مکانیزم های مختلف انتقال جرم در آنها باعث شده که به کمک

[1]- Spinning Cone Column

دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)[۲] به دنبال توسعه هر چه بیشتر و بهینه سازی اینگونه برج ها باشیم. هدف از این تحقیق بررسی اثر بافل بر روی ظرفیت برج SCC در مقیاس پایلوت است که این خود به تنهایی یک نوآوری مهم به شمار می آید. برای بررسی و ارزیابی پارامترهای هیدرودینامیکی در برجهای SCC از مدل هایی استفاده شده است که بر اساس معادلات ناویر استوکس پایه ریزی شده اند و روابط با ابزار دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) و توسط نرم افزار CFX-11 ارزیابی شده اند. برای اطمینان از صحت هیدرودینامیک مدل، شبیه سازی افت فشار خشک برای جریان بخار آب و افت فشار دو فازی برای شدت جریان ثابت آب برابر با (kg/min) ۱ در شدت جریان های متفاوت گاز و در سرعت چرخش rpm ۵۵۰ انجام شده است. سپس بافل ها در دو ناحیه ی حساس برج قرار داده شدند و اثرات آن بر روی هیدرودینامیک برج بررسی شد . تحلیل نتایج بدست آمده حاکی از این است که رژیم جریان در داخل برج مخروطی چرخان در مقیاس پایلوت با معادلات جربان آرام قرابت خوبی دارد و همچنین این رژیم به صورت ناپایدار است و شبیه سازی این برج در مقیاس پایلوت باید به صورت ناپایدار انجام شود . در شبیه سازی دو فازی برج مخروطی چرخان افزایش ناگهانی افت فشار در برج نشان دهنده ی شروع طغیان در داخل برج است . افزایش بافل در گلوگاه خارجی باعث کاهش ناپایداری در سیستم و کاهش افت فشار خشک به میزان ۲۸٪ شده است و افزایش بافل در گلوگاه داخلی تاثیری بر روی پایداری سیستم ندارد ولی افت فشار خشک را به میزان تقریبی ۴۵٪ و افت فشار حاصل از افزایش مایع را به میزان ۸۰٪ کاهش می دهد که این تغییرات موجب افزایش ظرفیت برج به میزان ۴۰٪ شده است .

ادامه ی تحلیل نتایج حاکی از این است که افزایش سرعت زاویه ای چرخش محور باعث افزایش تاثیر بافل بر روی افت فشار می شود که این میزان بطور متوسط ۴۰۰ پاسکال به ازای هر rpm۲۵۰ است با توجه به اهمیت ضریب انتقال جرم در بازده برج ، تحلیل ها نشان می دهد که افزایش بافل به گلوگاه داخلی باعث افزایش رینولدز اسپری به میزان ۳۷٪ می شود که این افزایش معادل ۱۱٪ افزایش در عدد شروود و به طبع در ضریب انتقال جرم اسپری است . دلیل این امر را می توان در چرخش این بافل ها جستجو کرد زیرا این بافل ها با چرخش خود باعث بهبود انتقال مومنتوم به جریان گاز در گلوگاه داخلی می شوند و سرعت گاز را کاهش می دهند و به طبع باعث کاهش مقدار مایع پراکنده شده بر

---

[۲]- Computational Fluid Dynamics

روی سینی ها و کاهش افت فشار و افزایش ظرفیت برج می شوند . از طرفی در جریان دو فازی، وجود این بافل ها در گلوگاه داخلی باعث بوجود آمدن اختلاط بین دو فاز می شود که نتیجه این، افزایش سرعت لغزشی و در نتیجه افزایش راندمان برج است.

کلمات کلیدی: برج سینی دار مخروطی چرخان (SCC)، دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)، هیدرودینامیک برج مخروطی چرخان، ماکزیمم ظرفیت برج

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ۱
مقدمه ۲
اهداف کلی پروژه ۲
نوآوری های ارایه شده در این تحقیق ۳

ساختار پروژه ۳

فصل اول: مروری بر برج های سینی دار مخروطی چرخان ۵

۱-۱- مقدمه ۶

۱-۲-کاربردهای برج SCC ۶

۱-۳-بررسی جریان گاز و مایع ۶

۱-۴-تاریخچه ۹

۱-۵-مکانیزم های فیزیکی جریان گاز ومایع ۱۰

۱-۶-رژیم جریان ۱۱

۱-۶-۱- رژیم جریان pre loading ۱۱

۱-۶-۲- رژیم جریان loading ۱۱

۱-۶-۳ - رژیم جریان flooding ۱۲

۱-۷- اعداد رینولدز ۱۳

۱-۸- افت فشار ۱۴

۱-۹- نمودارهای SLE (Sherwood-Leva-Eckert) ۱۵

۱-۱۰- انتقال جرم ۱۸

۱-۱۱- ضخامت لایه مایع ۱۸

۱-۱۲- نتیجه گیری ۲۱

فصل دوم: مروری بر پژوهشهای انجام شده در زمینه آنالیز CFD برجهای SCC ۲۲

۲-۱-مقدمه ۲۳

۲-۲-تاریخچه استفاده از CFD برای مدل سازی برجهای SCC ۲۳

۲-۳-نتیجه گیری ۳۸

فصل سوم: دینامیک سیالات محاسباتی ۳۹

۳-۱- مقدمه ۴۰

۳-۲- دینامیک سیالات محاسباتی(CFD) ۴۰

۳-۳- روش های حل در دینامیک سیالات محاسباتی ۴۱

۳-۴- معادلات حاکم بر جریان سیال ۴۳

۳-۴-۱- معادلات حاکم برجریان سیال در حالت یک فازی ۴۴

۳-۴-۲- معادلات حاکم برجریان سیال در حالت دو فازی ۴۴

۳-۴-۳- مدل های جریان آشفته ۴۵

۳-۴-۴- مدل های نیروی پسا ۵۱

۳-۴-۵- مدل های ارایه شده برای بررسی جریان چند فازی ۵۳

۳-۵- مروری بر نرم افزار CFX ....

۵۶
۳-۶- نتیجه گیری ۵۸
فصل چهارم: مدلسازی سیستم ۵۹
۴-۱- مقدمه ۶۰
۴-۲- فرضیات مورد استفاده ۶۰
۴-۳- معادلات حاکم بر سیستم ۶۱
۴-۳-۱- معادلات حاکم برای مدل سازی و تحلیل پارامترهای هیدرودینامیکی برج ۶۱
۴-۴- مراحل مدلسازی ۶۲
۴-۴-۱- تولید هندسه مدل .....
۶۳
۴-۴-۲- شبکه بندی مدل ۶۵
۴-۴-۳- شرایط مرزی ۶۸
۴-۴-۳-۱- شرایط مرزی مورد استفاده برای تحلیل افت فشار خشک .....
۶۸
۴-۴-۳-۲- شرایط مرزی مورد استفاده برای تحلیل افت فشار دو فازی .....
۶۹
۴-۴-۴- تخمین مقادیر اولیه ۷۰
۴-۵- نتیجه گیری ۷۰
فصل پنجم: تحلیل نتایج .....
۷۱
۵-۱- مقدمه ۷۲
۵-۲- تحلیل نتایج حاصل از آنالیز CFD افت فشار خشک و دوفازی .....
۷۲
۵-۲-۱- نتایج مربوط به افت فشار خشک ۷۲
۵-۲-۲- نتایج مربوط به افت فشار دو فازی ۷۷
۵-۲- ۲-۱ طغیان ۷۹
۵-۲-۲-۲ ظرفیت برج ۸۰
۵-۳- نتایج مربوط به تاثیر بافل ۸۲
۵-۳-۱ هیدرودینامیک تک فازی ۸۲
۵-۳-۱-۱گلوگاه خارجی ۸۳
۵-۳-۱-۲ گلوگاه داخلی ۸۸
۵-۳-۱-۳ اثر چرخش ۹۳
۵-۳-۲ هیدرودینامیک دو فازی ۹۴
۵-۳-۲-۱ ماکزیمم ظرفیت برج ۹۴
۵-۳-۲-۲ پارامترهای موثر بر انتقال جرم ۹۴
۵-۴- نتیجه گیری ۹۸
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادها ۹۹

۶-۱- مقدمه ۱۰۰
۶-۲- خلاصه نتایج حاصل از آنالیز CFD افت فشار ۱۰۰
۶-۳- خلاصه نتایج حاصل از آنالیز CFD تاثیر بافل ۱۰۰
۶-۳-۱- نتایج حاصل از افزایش بافل در گلوگاه خارجی ۱۰۱
۶-۳-۲- نتایج حاصل از افزایش بافل در گلوگاه داخلی ۱۰۱
۶-۴- پیشنهادها ۱۰۲
مراجع ۱۰۳
پیوست ها ۱۰۹
پیوست (الف) - معادلات ناویر استوکس ۱۱۰
پیوست (ب)- الگوریتم حل معادلات در نرم افزارCFX ۱۱۳
پیوست(ج): کدهای مربوط به داده های خروجی نرم افزار CFX ۱۱۶
پیوست(د): نمونه ای از منحنی های باقیمانده ۱۳۹
پیوست (ز)- چکیده مقالات ۱۴۴

فهرست علایم

علامت	نشانه
$A(m^2)$	سطح مقطع ذره کروی
$A_1(m^2)$	سطح کل یک مخروط چرخان درون برج
$A_2(m^2)$	سطح کل یک مخروط ثابت درون برج
$A_{min}(m^2)$	سطح مقطع بحرانی جریان گاز
$A_{LF}(m^2)$	سطح مقطع جریان مایع پیوسته
$a_e(1/m)$	سطح مؤثر بین فازها
B(N)	نیروی جاذبه

C_μ	ضریب ثابت
C_D	ضریب کلی نیروی پسا
C_{GL}	ضریب نیروی پسا در فصل مشترک
C_{LG}	ضریب نیروی پسا در فصل مشترک
$D_L(m/s^2)$	ضریب نفوذ مولکولی در فاز مایع
$D_G(m/s^2)$	ضریب نفوذ مولکولی در فاز گاز
$d_P(m)$	قطر ذرات مایع
$F(m^{-1})$	فاکتور آکندگی
$F\left(N/m^3\right)$	نیروی پسا
$g(m/s^2)$	شتاب جاذبه زمین
$G(kg/m^2s)$	شدت جرمی گاز برحسب واحد سطح
$\bar{G}(kg/s)$	شدت جرمی گاز
h	ارتفاع برج
H	پارامتر وابسته به گرانروی موثر
J	پارامتر وابسته به گرانروی موثر
$K(kg/m^3)$	گرانروی توده
k_{reg}	ثابت تجربی مشخص کننده ی رژیم جریان
k_{rot}	ثابت تجربی مشخص کننده ی بازده گریز از مرکز چرخنده
$k(J)$	انرژی سینتیک اغتشاش
K_{Load}	عامل بارگذاری
$\bar{L}(kg/s)$	شدت جرمی مایع
$L(kg/m^2s)$	شدت جرمی مایع برحسب واحد سطح
$l_T(m)$	طول اختلاط درهمی
N	تعداد مراحل برج

N_{st}	تعداد مجموعه سینی های مخروطی
P(Pa)	فشار
P_C یا Pitch(m)	ارتفاع سینی(فاصله بین دو سینی ثابت متوالی یا دو سینی متحرک متوالی)

دبی جریان مایع پیوسته	Q_{LC} (m^3 s^{-1})
دبی جریان مایع پراکنده	Q_{LD} (m^3 s^{-1})
شعاع هیدرولیکی	$R_H(m)$
واحد سرعت چرخشی	rpm(revolution/min)
مشخصه فاصله شعاعی	$r_0(m)$
فاصله شعاعی در امتداد سطح سینی	r(m)
شعاع داخلی سینی چرخان	$R_{SI}(m)$
شعاع خارجی سینی چرخان	$R_{SO}(m)$
شعاع داخلی سینی ثابت	$R_{FI}(m)$
شعاع داخلی برج	$R_C(m)$
فاصله بین یک مخروط ثابت و متحرک	$R_H(m)$
شعاع محور چرخان(شفت)	$R_S(m)$
زمان	t(s)
سرعت حد ذرات مایع	$U_T(m/s)$
بردار سرعت	$U(m/s)$
سرعت حقیقی	$U(m/s)$
متوسط سرعت	u_{av}(m/s)
سرعت مایع	$U_L(m/s)$
سرعت گاز	$U_G(m/s)$
سرعت مولی در فاز مایع	U_{LM}(kmol/s)
سرعت مولی در فاز گاز	U_{GM}(kmol/s)
سرعت مشخصه	$u_T(m/s)$
حجم اشغال شده توسط فاز مایع	$V_L(m^3)$
حجم اشغال شده توسط فاز گاز	$V_G(m^3)$
سرعت	V(m/s)
پارامتر جریان	X
پارامتر ظرفیت	Y

M	عدد بدون بعد مورتون
Eo	عدد بدون بعد اتووس
Sc	عدد بدون بعد اشمیت
R_O	عدد روسبی ، بدون بعد
Re	عدد بدون بعد رینولدز
θ	زاویه ای است که مخروط با دیواره قایم می سازد
ψ	نسبت دانسیته آب به مایع
$\rho_G (kg/m^3)$	دانسیته بخار
$\rho_L (kg/m^3)$	دانسیته مایع
$\omega_{rotor} (rpm)$	سرعت چرخشی بخش چرخان
$\mu \ (kg/m.s)$	گرانروی ملکولی
$(kg/m.s)\ \Gamma$	ضریب پخش برای جزء حجمی
$\Delta P_{stage} (Pa)$	افت فشار یک مرحله
$\Delta P_t (Pa)$	افت فشار کل برج
$(\mathrm{Pa})\ \Delta p$	افت فشار برج
$(N/m)\ \sigma$	کشش سطحی
λ	نسبت ضریب زاویه خط تعادل به خط تبادل، m شیب خط تعادل
$\nu (m/s^2)$	ویسکوزیته سینماتیکی
$(N/m^2)\ \tau$	تانسور تنش
γ_α	جزء حجمی فاز α
$\rho (kg/m^3)$	چگالی سیال
$\mu_e \ (kg/m.s)$	گرانروی موثر سیال
$\mu_{ref} \ (kg/m.s)$	گرانروی ملکولی آب
δ	تانسور شاخص
$\mu_T \ (kg/m.s)$	گرانروی آشفتگی
η	مشخصه شعاعی بدون بعد
α	فراریت نسبی

پیشگفتار

مقدمه

عملیات جداسازی یکی از مهمترین عملیاتهایی است که در یک مجموعه شیمیایی انجام می گیـرد. یکـی از مهمترین روشهای جداسازی عملیات تقطیر می باشد. تقطیر به راحتی در دما و فشـار مناسـب انجـام پـذیر بوده و بصورت چند مرحله ای در می آید. در عملیات تقطیر ، جداسازی بر اساس فراریت نسبی اجزاء صورت می گیرد. برجهای تقطیر در حالت کلی به دو نوع سینی دار و آکنده تقسیم می شود. یکی از انـواع برجهـای تقطیر سینی دار، برج تقطیر با سینی های مخروطی چرخان (SCC)[1] مـی باشـد کـه در ایـن پـروژه مـورد بررسی قرار می گیرد.

برای طراحی بهینه ی برجهای SCC پارامترهای زیادی باید مورد توجه قرار گیرند، مثل پارامترهای مربـوط به انتقال جرم و پارامترهای هیدرودینامیکی برج. از جمله پارامترهای موثر بر عملکرد برج می توان بـه افـت فشار خشک، افـت فشـار دو فـازی و بـازده انتقـال جـرم اشـاره کـرد. بـه طـور کلـی بررسـی پـارامتر هـای هیدرودینامیکی و پارامتر های مربوط به انتقال جرم بـرای بهینـه سـازی و کنتـرل ایـن برجهـا بسـیار مهـم می باشند.

اهداف کلی پروژه:

هدف اصلی از انجام این پروژوه بررسی یک ایده در داخل برج مخروطی چرخنده است تا به این وسیله میزان ظرفیت برج افزایش یابد . این ایده ، افزایش بافل به داخل برج است. در این تحقیق در نظر است.

بافل را به داخل برج مخروطی چرخان اضافه کرده و اثرات آن را بر روی هیدرودینامیک برج بررسی شود.

با توجه به ویژگی های دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)[2] که در فصل های آتـی ایـن ویژگـی هـا بـه تفضیل بیان خواهد شد، برای انجام این پروژوه از این ابزار استفاده شده است. با توجه به اهداف گفتـه شـده باید در ابتدا برج مخروطی چرخان را به وسیله ی نرم افزارهای دینامیک سـیالات محاسـباتی، شـبیه سـازی کرده و سپس به وسیله ی تحلیل نتایج شبیه سازی مکان هایی که بافل می تواند در آنجا تاثیر کذر باشـد را پیدا کرده و سپس بافل یا بافل ها را در آنجا قرار داده و در نهایت تـاثیر ایـن افـزایش را بـر روی افـت فشـار بررسی کرده تا بتوانیم میزان افزایش ظرفیت برج را پیدا کرد. در بخش شبیه سازی، معـادلات پیوسـتگی و اندازه حرکت در حالت ناپایا برای محاسبه ی توزیع فشار و سرعت توسط نرم افزار CFX-11 مورد تجزیـه و تحلیـل قـرار گرفتـه انـد. اکثـر تحقیقـات گذشـته مربـوط بـه آنـالیز CFD برجهـای SCC در مقیـاس آزمایشگاهی بوده است. به همین دلیل کاربرد این نتایج برای سیستم های واقعی با اشکال مواجه است. زیرا

[1] Spinning Cone Column
Computational Fluid Dynamics

رژیم جریان از مقیاس آزمایشگاهی به مقیاس پایلوت و صنعتی متفاوت می شود . در این تحقیق برای بررسی بافل از برجی با مقیاس پایلوت (D_c=۰/۳۴۷ m) استفاده شده است.

نوآوریهای ارایه شده در این تحقیق

همانگونه که ذکر شد، هدف از این تحقیق بررسی اثر بافل بر روی ظرفیت برج SCC در مقیاس پایلوت است که این خود به تنهایی یک نوآوری مهم به شمار می آید اما در مجموع وجوه تمایز این تحقیق با پژوهشهای پیشین انجام گرفته عبارتند از:

۱- در اغلب تحقیقات پیشین مدل مورد بررسی در مقیاس آزمایشگاهی می باشد، در حالیکه در تحقیق حاضر مقیاس پایلوت بررسی شده است.

۲- بررسی تاثیر افزایش بافل در برجهای SCC توسط آنالیز CFD برای نخستین بار در این تحقیق ارایه می گردد.

۳- شبیه سازی بصورت ناپایدار و برای سه مرحله از سی مرحله انجام شده است در حالیکه در کار هایی که در مقیاس پایلوت انجام شده تنها یک مرحله از سی مرحله و آن هم به صورت پایدار شبیه سازی شده است.

ساختار پروژه:

ساختار نوشتاری این پروژه بصورت زیر طبقه بندی گردیده است.

این تحقیق شامل شش فصل می باشد. پس از ارائه پیشگفتار، توضیحاتی در خصوص برجهای SCC تاریخچه و ویژگیهای آنها در فصل اول ارائه گردیده است. در بخشهای اول این فصل، جزئیات بیشتری از ساختار این برجها و مزایای آنها ارائه شده است. در بخشهای دیگر ، پارامترهای موثر بر عملکرد این برجها توضیح داده شده و مدلهای تئوری افت فشار و رژیم های مختلف جریان بحث و بررسی شده اند.

در فصل دوم مروری بر پژوهشهای انجام گرفته در زمینه آنالیز CFD برجهای SCC صورت گرفته و در انتها نیز نوآوریهای ارائه شده در این تحقیق ذکر می گردد.

فصل سوم این تحقیق به بحث پیرامون دینامیک سیالات محاسباتی اختصاص داده شده است. در آغاز این فصل، معادلات حاکم بر جریان سیال در حالت یک فازی و دو فازی بصورت خلاصه آورده شده است. در بخشهای بعدی این فصل به مباحثی پیرامون تحلیل جریان آشفته و مدلهای نیروی پسا پرداخته شده است. پس از آن در مورد روشهای حل معادلات توسط CFD و بخشهای مختلف نرم افزار CFX بحث شده است.

در فصل چهارم، مدل سازی سیستم توسط آنالیز CFD توضیح داده شده است. فرضیات مـدل پیشـنهادی، معادلات حاکم بر مدل، روابط و پارامترهای هیدرودینامیکی، تولید هندسه مـدل و شـرایط مـرزی و شـرایط اولیه بکار گرفته شده در مدل سازی سیستم عناوینی است که در این فصل مورد بررسی قرار گرفته اند.

برای اطمینان از صحت داده های حاصل از شبیه سازی، این نتایج باید با داده های تجربـی مقایسـه گردنـد. تفسیر نتایج حاصل از شبیه سازی و مقایسه آنها با نتایج آزمایشگاهی در فصل پنجم گردآوری شده است.

نتیجه گیری کلی از این تحقیق و ارائه برخی از پیشنهادات برای انجام تحقیقات بعدی در این زمینه نیـز در فصل ششم ارائه شده است.

فصل اول

مروری بر برجهای سینی دار مخروطی چرخان(SCC)

۱-۱- مقدمه

یکی از انواع برجهای تقطیر سینی دار، برج تقطیر با سینی های مخروطی چرخان (SCC) میباشد که در این پروژه مورد بررسی قرار می گیرد.

این برج یک وسیله تقطیر جدید در صنایع غذایی برای جداسازی اجزاء فرار از مایع و ذرات معلق می باشد که در حال حاضر توسعه کاربردهای تجاری آن رو به افزایش است[۱]. طراحی برجهای SCC کنونی تا حد زیادی براساس فرایندهای تجربی بنا شده است[۲].

به دلیل قابلیت های چند منظوره این برج ، می توان از آن در صنایع نفت خام و پتروشیمی در آینده استفاده کرد[۳]. در این فصل توضیحاتی در خصوص برجهای SCC تاریخچه و ویژگیهای آنها ارائه گردیده است. در بخشهای اول ، جزئیات بیشتری از ساختار این برجها و مزایای آنها ارائه شده است. در بخشهای دیگر ، پارامترهای موثر بر عملکرد این برجها توضیح داده شده و مدلهای تئوری افت فشار، رژیم های مختلف جریان و انتقال جرم بحث و بررسی شده اند.

۱-۲- کاربردهای برج SCC

ساختار ویژه برجهای SCC باعث شده است که این برجها برای فرایند کردن محدوده ی وسیعی از مواد مختلف قابل استفاده باشند. این محدوده شامل مایعات رقیقی مثل قهوه یا چای تا محلولهای ویسکوزی مثل عسل، محلول پوره مرکبات وحتی دوغاب مواد آسیاب شده ای مثل پوسته ی مرکبات می باشد. از این رو SCC در بازیافت طعم دهنده های مواد غذایی از قبیل عصاره ی سیب، توت فرنگی، انبه، کیوی، قهوه، گوجه فرنگی، هویج و در دیگر موارد مثل بی بو کردن یا بو زدایی شیر، روغن نخل، روغن ماهی، الکل زدایی، گند زدایی، حذف رنگ و فاسد کننده ها ی مواد غذایی کاربرد دارد. این برجها برای عملیات در خلاء مناسب می باشند و با توجه به اینکه عصاره ی مواد غذایی در دمای بالا ممکن است آسیب ببینند، لذا استفاده از این برج ها می تواند مفید واقع شود. در واقع مصرف اصلی این گونه برجها در صنایع غذایی است[۴].

مزایای SCC در مقایسه با برج های سنتی عبارتند از[۵]:

۱- کاهش ماندگی مایع

۲- زمان کوتاه باقی ماندن مایع

۳- کاهش افت فشار

۴- بازده جداسازی بالا