



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد M.Sc

مهندسی شیمی - طراحی فرایند

## عنوان :

مدل سازی و شبیه سازی فرآیند جذب سطحی در مرکاپتان زدایی از  
گاز طبیعی با استفاده از جاذب غربال ملکولی

استاد راهنما :

استاد مشاور :

نگارش :

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان مطالب
۱.....	چکیده
۲.....	مقدمه
۳.....	فصل اول : کلیات
۴.....	۱-۱) هدف
۴.....	۲-۱) پیشینه تحقیق
۴.....	۳-۱) روش کار و تحقیق
۶.....	فصل دوم :
۷.....	۱-۲) جذب سطحی
۱۳.....	۲-۲) جاذب ها
۲۲.....	۳-۲) فرایندهای جذب سطحی
۳۳.....	۴-۲) روش های خالص سازی گاز طبیعی
۳۷.....	۵-۲) روش های جدا سازی مرکاپتانها از گاز طبیعی
۴۵.....	۶-۲) شمای کلی واحد فرایند گاز
۴۷.....	۷-۲) گوگرد و ترکیبات آن
۵۱.....	فصل سوم :
۵۲.....	۱-۳) مدل سازی جذب سطحی در بستر ساکن
۵۶.....	۲-۳) مدل های تعادلی جذب سطحی

۶۸.....	۳-۳) محاسبه ضریب پراکندگی محوری.....
۷۰.....	۳-۴) محاسبات سیکلی .....
۷۲.....	فصل چهارم : .....
۷۳.....	۴-۱) استخراج معادلات .....
۷۵.....	۴-۲) روابط و پارامترهای مورد نیاز معادلات موازنه جرم .....
۸۳.....	۴-۳) شرایط مرزی و اولیه و محاسبات سیکلی .....
۸۴.....	۴-۴) شکل عددی معادلات .....
۸۷.....	۴-۵) روند حل معادلات در حالت همدمای .....
۹۱.....	فصل پنجم : .....
۹۲.....	نتیجه گیری .....
۱۰۰.....	پیشنهادات .....
۱۰۰.....	پیوست ها .....
۱۰۵.....	منابع و مأخذ .....
۱۰۹.....	چکیده انگلیسی .....

## فهرست جدولها

عنوان	شماره صفحه
۱-۲: فرآیند جذب سطحی سیکلی .....	۹
۲-۲: مقایسه فرایندهای مختلف جذب سطحی .....	۳۲
۱-۳: مقایسه پارامترهای محاسبه شده برای پروپان در ژئولیت بر اساس مدل لانگمیر با مقدار های بدست آمده از آنالیز دقیق .....	۶۳
۲-۳: مقادیر تجربی ضرایب معادله (۳-۳۶) برای محاسبه ضریب پراکندگی محوری ۷۰	
۱-۴: معادله حالت SRK .....	۷۶
۲-۴: ثوابت ترمودینامیکی اجزاء موجود در سیستم .....	۷۷
۳-۴: مقادیر ثوابت آیزوترم های وابسته به دمای معادله لانگمیر .....	۷۸
۴-۴: پارامترهای معادله ۴-۱۶ .....	۸۳
۵-۴: شرایط مرزی و اولیه .....	۸۵
۶-۴: مشخصات خوراک ورودی واحد .....	۸۹
۷-۴: مقادیر پارامترهای حل عددی معادلات .....	۸۹
۸-۴: پارامترهای سیستم مورد بررسی در این مطالعه .....	۹۰

## فهرست نمودارها

عنوان	شماره صفحه
۱-۵: تغییرات غلظت مرکاپتان در طول برج در زمانهای مختلف مرحله جذب سطحی	۹۳
۲-۵: تغییرات غلظت آب در طول برج در زمانهای مختلف مرحله جذب سطحی	۹۳
۳-۵: تغییرات زمانی غلظت مرکاپتان در دو نقطه برج	۹۴
۴-۵: تغییرات زمانی غلظت آب در دو نقطه برج	۹۴
۵-۵: تاثیر دمای خوراک بر غلظت محلول	۹۵
۶-۵: تاثیر شدت جریان خوراک بر زمان جذب سطحی	۹۷
۷-۵: تاثیر غلظت مرکاپتان و آب در خوراک بر طول بستر	۹۸

## فهرست شکل ها

عنوان	شماره صفحه
۱-۲ : ساختمان شبکه ای زئولیت ها	۱۵
۲-۲ : ساختمان شبکه ای انواع زئولیت ها	۱۶
۳-۲ : شکل شماتیک ارائه شده زئولیت mordenite	۱۷
۴-۲ : ساختمان کانال زئولیت ها	۱۷
۵-۲ : تجهیزات اولیه برای تماس یک مایع با یک جذب تک بیج	۲۳
۶-۲ : تجهیزات اولیه برای تماس یک مایع با یک جذب دو بیج	۲۴
۷-۲ : تماس مختلف الجهت سه مرحله ای	۲۵
۸-۲ : روند حرکت منطقه انتقال جرم در طول یک بستر جذب ساکن	۲۶
۹-۲ : تاثیر پارامترهای تعادلی بر روی تعادل جذب سطحی	۲۸
۱۰-۲ : شکل شماتیک جذب کننده بستر سیالی	۳۱
۱۱-۲ : شکل شماتیک یک جذب کننده بستر چرخشی	۳۱

- ۱۲-۲ : شکل شماتیک فرآیند جذب توسط حلال ..... ۳۳
- ۱۳-۲ : تراوش گاز ..... ۳۵
- ۱۴-۲ : واحدهای تراوش گاز ..... ۳۶
- ۱۵-۲ : شمای کلی فرآیند مراکس ..... ۴۱
- ۱۶-۲ : فرآیند مرکاپتان زدایی گاز با روش غربال مولکولی ..... ۴۴
- ۱-۳ : طبقه بندی Brunauer برای آیزوترم ..... ۵۷
- ۲-۳ : نتایج به دست آمده برای پروپان ..... ۶۲
- ۳-۳ : بررسی صحت رابطه لوئیس ..... ۶۵
- ۱-۴ : المان در نظر گرفته در موازنه ..... ۷۳
- ۲-۴ : آیزوترم های جذب سطحی مرکاپتان در دماهای مختلف ..... ۷۸
- ۳-۴ : آیزوترم های جذب سطحی آب در دماهای مختلف ..... ۷۹

## چکیده :

در این رساله مدل سازی و شبیه سازی فرآیند جذب سطحی سیکلی مورد استفاده در مرکاپتان زدائی از گاز طبیعی با استفاده از جاذبه غربال ملکولی مورد بررسی قرار گرفته است . این فرآیند هم اکنون در واحد مرکاپتان زدائی پالایشگاه گاز فاز یک پارس جنوبی مورد استفاده قرار می گیرد .

در این فرآیند شش بستر ساکن جذب سطحی حاوی جاذب غربال مولکولی از نوع زئولیت  $13X$  برای جذب انتخابی مرکاپتان وجود دارد در فرآیند مذکور ، در هر زمان سه بستر در حال جذب و سه بستر دیگر در حال احیاء هستند . سیکل احیا شامل دو مرحله گرمایش و یک مرحله خنک کردن است .

در مدل سازی این فرآیند با در نظر گرفتن مدل پراکندگی محوری برای رژیم جریان گاز در داخل بستر معادلات موازنه جرم استخراج شده است . از آنجا که جذب اجزاء در سیستم به غیر از آب و مرکاپتان ناچیز است فرآیند به صورت یک سیستم سه جزئی ( مرکاپتان ، آب و جزء بی اثر ) در نظر گرفته شده است .

تقریب نیرو محرکه خطی نیز برای محاسبه سرعت جذب سطحی بین فاز سیال و فاز جامد مورد استفاده قرار گرفته است .

با توجه به تک لایه بودن جذب بر روی زئولیت ها مدل لانگمیر برای بیان رابطه تعادلی بین غلظت فازهای سیال و جذب شده مورد استفاده قرار گرفته است .

دستگاه معادلات دیفرانسیل جزئی حاصل از مجموعه این معادلات ، با استفاده از روش عددی تفاضلات محدود غیر صریح در مراحل مختلف و به طور همزمان حل شده است . با استفاده از نتایج این محاسبات تغییرات غلظت در دمای ثابت در طول بستر و در زمانهای مختلف ارائه شده است و به دلیل محدودیت نتایج عملی اثر تغییر پارامترهای مهم مانند شدت جریان خوراک و دمای خوراک و غلظت ورودی اجزاء قابل جذب در جهت اثبات صحت شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفته است .

چون ظرفیت جاذب برای جذب سطحی با افزایش دما کاهش می یابد لذا با افزایش دما غلظت در خروجی نیز زیاد می شود و با افزایش شدت جریان خوراک سرعت حرکت منطقه فعال شده سریعتر می شود و با افزایش ۴ برابری غلظت خوراک همانگونه که انتظار می رود برج می تواند به خوبی تغییرات غلظت در ورودی را تعدیل نماید و تغییر قابل ملاحظه ای در خروجی مشاهده نشد .