

# شبیه سازی استاتیک و دینامیک واحد خالص سازی ۱ و ۳ بوتادین

رهبر رحیمی<sup>۱\*</sup>، شیرین بولاچی<sup>۲</sup>

۱- ایران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، استاد گروه مهندسی شیمی

۲- ایران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

rahimi@hamoon.usb.ac.ir

## چکیده

پارامترهای فرآیندی صنایع پتروشیمی و پالایشگاهی دارای شرایط دینامیکی پیچیده ای هستند، یکی از روشهای مناسب برای پاسخ به تغییرات و اغتشاشات ورودی به سیستم های فرآیندی، طراحی واحد در حالت دینامیکی است. در شبیه سازی دینامیکی، همزمان با طراحی، اثر پارامترهای مختلف در نظر گرفته می شود و در صورت نیاز کنترل می گردند.

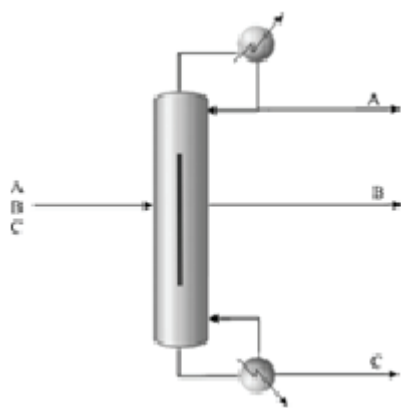
در این تحقیق شبیه سازی استاتیک و دینامیکی واحد خالص سازی ۱ و ۳ بوتادین مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه ی بررسی رفتاری سیستم در برابر تغییرات پارامترهای ورودی می تواند در طراحی برج های تقطیر دیوار میانی مورد استفاده قرار گیرد. ابتدا واحد در حالت استاتیک شبیه سازی شد. معادله ی پنگ رابینسون نزدیک ترین نتایج به داده های طراحی را به همراه دارد. نتایج حاصل از حالت استاتیک به عنوان نقطه ی شروع برای شبیه سازی دینامیکی مورد استفاده قرار گرفت، در نهایت به بررسی نتایج رفتار دینامیکی واحد در برابر اغتشاشات ایجاد شده، پرداخته شد.

کلمات کلیدی: تقطیر، شبیه سازی استاتیک، معادله ی حالت، شبیه سازی دینامیکی، ۱ و ۳ بوتادین، برج دیوار میانی

## ۱- مقدمه

چون در این حالت بار حرارتی جوش آور به کمترین مقدار خود می رسد. عدم تقارن، انرژی مصرفی را افزایش می دهد [۲]. نمای کلی این برج ها در شکل ۱ آمده است.

شکل ۱ نمایی از برج دیوار میانی [۲]



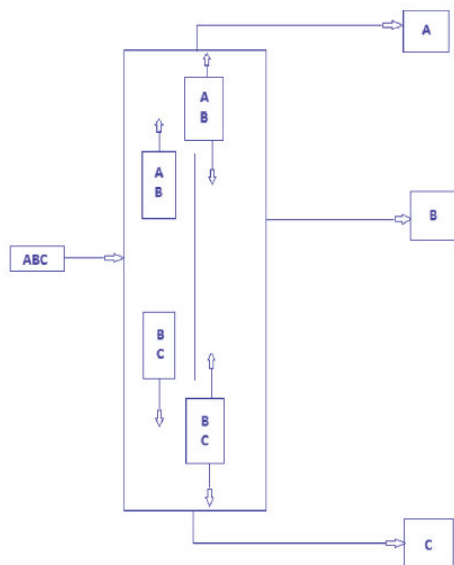
I. Dividing Wall Column

فرایندهای تقطیر ۳٪ از مصرف انرژی جهان را در بر می گیرد [۱] به همین دلیل طراحی مجدد برج های تقطیر برای بهینه سازی انرژی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از بهترین روش ها این است که در جداسازی های سه یا چهار جزئی، برج های تقطیر معمولی را با برجهای تقطیر دیوار میانی<sup>۱</sup> (DWC) جایگزین کنیم. به این ترتیب یک کندانسور و یک جوش آور از سیستم حذف و در هزینه های ساخت و تولید صرفه جویی می شود [۱].

برجهای تقطیر دیوار میانی برای نخستین بار در سالهای ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ به عنوان یک اختراع مطرح شد. ویژگی منحصر به فرد این برج وجود دیواری است که فضای داخلی برج را به دو قسمت خوراک و جریان جانبی تقسیم می کند این دیواره از اختلاط طرف خوراک و جریان جانبی جلوگیری می کند [۲]. پس از بررسی های صورت گرفته، موقعیت دیواره بهتر است طوری باشد که تعداد مراحل بالا و پایین با هم برابر شود



شکل ۲ جداسازی اجزاء خوراک سه جزئی در برج دیوار میانی



اما برای جایگزینی برج های نصب شده معمولی با برج های دیوار میانی نیاز به شناخت دقیق عملکرد فرآیند است. از جمله موارد شناختی چگونگی برقراری مدل ترمودینامیکی فرآیند است. مدل ترمودینامیکی حاکم بر فرآیند را می شود با استفاده از نرم افزار شبیه ساز در حالت استاتیک مشخص نمود. و سپس با استفاده از نرم افزار شبیه ساز در حالت دینامیک اغتشاشات سیستم مورد بررسی قرار داد. برای کنترل اغتشاشات از کنترل کننده های مختلف استفاده شده تا بهترین حالت ممکن تعیین شود.

۳۱ بوتادین در صنایع پلیمری و لاستیک سازی کاربرد وسیعی دارد [۷]. خوراک فرآیند خالص سازی این ترکیب شبه سه جزئی تلقی شده و جدا سازی آن در صنعت با دو برج تقطیر انجام می شود. به این ترتیب جایگزینی آن با برجهای دیوار میانی قابل توجه است. در تحقیقات گذشته مدل ترمودینامیکی برای برج اول معادله ی پنگ رابینسون-تاوو و برای برج دوم معادله ی پنگ رابینسون پیشنهاد شده است [۸]. در این تحقیق برای شبیه سازی هم زمان دو برج تقطیر موجود در واحد خالص سازی ۱۰ بوتادین معادلات Chao-Seader, B-K10 و Peng-Robinson مورد بررسی قرار گرفتند [۹]. مشاهده شد که نتایج به دست آمده از معادله ی پنگ رابینسون برای دما، فشار و درصد جرمی اجزاء، در جریان های بالا و پایین برج های تقطیر، به داده

مطالعات نظری نشان داده است که به طور متوسط حدود ۳۰ الی ۵۰٪ کاهش هزینه انرژی در مقایسه با چینش های معمولی داریم [۴]. کاربرد برج دیوار میانی نه تنها باعث کاهش هزینه های عملیاتی و سرمایه گذاری اولیه شده بلکه به دلیل نیاز کمتر به سوخت های فسیلی، نشر گازهای گلخانه ای کاهش می یابد، ضمن این که در نتیجه کاهش دما نیاز به آب خنک کننده در چگالنده نیز کمتری شود [۴].

این برج ها به دو صورت سینی دار و آکنده موجودند. اما استفاده از نمونه آکنده دار آن متداول تر است. ساخت برج های سینی دار پیچیده تر و جوش دادن دیواره میانی مشکل تر است. امروزه برج دیوار میانی تکنولوژی پذیرفته شده ای است و هم اینک تعداد بالغ بر ۱۰۰ نمونه از آن در سراسر دنیا نصب شده است. در آینده ای نزدیک برج دیوار میانی در صنایع فرایند شیمیایی به عنوان یک تقطیر استاندارد معرفی خواهد شد [۵] هر چند کنترل مایع برگشتی و بخار افزایشی در آنها چالش آور است.

جداسازی مخلوط سه جزئی در برج تقطیر دیوار میانی با توجه به شکل ۲ به این صورت است که در اطراف سینی خوراک، برج با بکار بردن یک دیواره عمودی به دو قسمت تقسیم می شود. در جریان پایینی سینی خوراک مقدار سازنده A و در جریان بالای سینی خوراک مقدار سازنده C خیلی کم است. به طوری که انتقال جرم بین A و B به سمت بالای برج، و B و C به سمت پایین برج است.

در قسمت پایین برج بعد از اینکه دیواره به پایین می رسد B اجازه می یابد در طرف دیگر به سمت بالا حرکت کند. بعد از جدا شدن سازنده B، سازنده C از پایین خارج می شود. به طور مشابه در بالای سینی خوراک نبودن دیواره باعث می شود سازنده B به سمت پایین حرکت کند و بعد از جداسازی سازنده A می تواند از قسمت بالای برج خارج شود و سازنده B به عنوان محصول جانبی از قسمت میانی برج اصلی خارج می شود [۶].



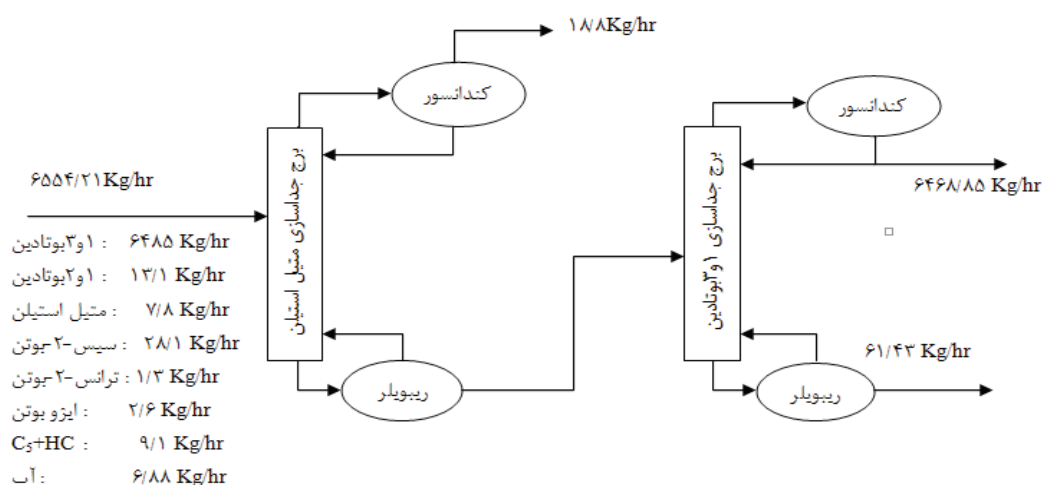
به عنوان فاز سبک جدا می شود. این برج دارای ۶۰ سینی می باشد. جریان خروجی از پایین برج وارد سینی ۳۵ برج دوم می شود. برج دوم دارای ۶۸ سینی بوده و محصول نهایی آن ۳ بوتادین غنی شده با درصد خلوص ۹۹/۷۱٪ از بالای برج خارج می شود. خوراک مشتمل بر ۸ جزء است که به میزان  $6554/21 \text{ kg/h}$  وارد برج اول میشود. آهنگ ورود هریک از اجزاء در شکل ۳ نشان داده شده است. این اجزاء معادل یک سیستم سه جزیی بوده که میتوان جدا سازی آن ها را بر مبنای برج های دیوار میانی به انجام رساند. طبق شکل ۲ برای واحد مورد بررسی، اجزای A و B و C به ترتیب عبارتند از: متیل استیلن، ۱ بوتادین و ۱ بوتادین.

های طراحی بسیار نزدیک تر است. در ادامه، بررسی های این تحقیق نشان داد که بهتر است در شبیه سازی دینامیکی برای کنترل مناسب اغتشاشات از کنترل کننده ی فشار و سطح در بالای دو برج و از کنترل کننده ی سطح در پایین برج، استفاده شود.

## ۲- شرح فرآیند

نمودار جعبه ای فرایند در شکل ۳ نشان داده شده است. جریان خوراک شامل ۹۸/۹۵ درصد جرمی ۱ بوتادین، ۰/۱۲ درصد جرمی متیل استیلن و ۰/۲ درصد جرمی ۱ بوتادین در دمای ۴۳/۵ درجه سلسیوس و فشار ۷/۱ بار وارد سینی ۱۵ برج اول شده و از قسمت بالای این برج متیل استیلن

شکل ۳ نمودار جعبه ای واحد خالص سازی ۱ بوتادین



مدل های ترمودینامیکی پنگ-رابینسون، بی-ک-۱۰ و چاوو-سیدر بررسی شدند که نتایج آنها در جدول های ۱ و ۲ برای شبیه سازی حالت استاتیک برج های اول و دوم آمده است.

## ۳- شبیه سازی در حالت استاتیک و انتخاب معادله ی حالت مناسب

برای شبیه سازی واحد خالص سازی ۱ بوتادین با توجه به غیر قطبی و هیدروکربنی بودن مواد موجود در خوراک،

- 1.Flow Driven
- 2.Pressure Driven

جدول ۱ مقایسه ی نتایج جریان بالای برج اول از معادلات ترمودینامیکی در حالت استاتیک

مدل ترمودینامیکی			داده های طراحی	پارامترها
Chao-Sea	B-K10	Peng-R		
۶/۸۳	۳۹/۳۴	۴۷/۰۴	۴۱/۴	دما (°C)
۶/۹۹	۶/۹۹	۶/۹۹	۷	فشار (bar)
۱	۱	۱	۱	Vapor Frac
۷/۸۰	۷/۸۰	۷/۳۸	۸/۰	(kg/hr) Methyl Acetylene
۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	Trace	(kg/hr) I-BUTENE
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	Trace	(kg/hr) TRANS-01
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	Trace	(kg/hr) CIS-2-01
۳/۶۲	۳/۶۳	۱۰/۹۲	۱۰/۸	(kg/hr) 3_1 BUTADIENE
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	Trace	(kg/hr) 1-2 BUTADIENE
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	Trace	(kg/hr) C5+HC
۶/۸۸	۶/۸۸	۰/۰۰	Trace	(kg/hr) WATER
۱۸/۳۱	۱۸/۳۱	۱۸/۳۱	۱۸/۸	جریان کل (kg/hr)

جدول ۲ مقایسه ی نتایج جریان بالای برج دوم برای معادلات از معادلات ترمودینامیکی در حالت استاتیک

Chao-Seader	B-K10	Peng-R	داده های طراحی	پارامترها
۴۲/۹۱	۴۵/۲۸	۴۱/۲۶	۴۱/۷	دما (°C)
۴/۴۹	۴/۵۰	۴/۴۹	۴/۵	فشار (bar)
۰	۰	۰	۰	Vapor Frac
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۴۲	Trace	(kg/hr) Methyl Acetylene
۲/۵۹	۲/۵۹	۲/۵۹	۲/۹	(kg/hr) I-BUTENE
۰/۸۶	۱/۰۶	۰/۹۲	۱/۴	(kg/hr) TRANS-01
۱۰/۳۹	۱۲/۵۷	۱۰/۴۵	۱۴/۳	(kg/hr) CIS-2-01
۶۴۵۳/۶۶	۶۴۵۲/۵۸	۶۴۵۴/۳۰	۶۴۴۹/۴	(kg/hr) 3_1 BUTADIENE
۱/۴۱	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۱	(kg/hr) 1-2 BUTADIENE
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰	۰/۱	(kg/hr) C5+HC
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۳	(kg/hr) WATER
۶۴۶۸/۹۲	۶۴۶۸/۹۳	۶۴۶۸/۹۲	۶۴۶۸/۵۴	جریان کل (kg/hr)



برخی از شبیه سازی ها برای تعیین دبی و فشار جریان های خروجی، باید فشار و جریان دستگاه های پایین دستی فرآیند نیز در نظر گرفته شود و شبیه سازی دینامیکی بر اساس فشار<sup>۲</sup> این قابلیت را فراهم می نماید [۱۰].

در ابتدا شبیه سازی دینامیکی واحد خالص سازی ۱ و ۳ بوتادین با هر دو روش انجام شد. در شبیه سازی دینامیکی بر اساس فشار نیاز به قرار دادن تعداد زیادی پمپ، شیر کنترل و کمپرسور می باشد و در نتیجه حجم محاسبات به دلیل افزایش تعداد پارامترها و متغیرها بالا می رود و از طرفی چون تفاوت چندانی بین نتایج حاصل از این دو شبیه سازی وجود ندارد، برای انجام ادامه ی شبیه سازی واحد مورد مطالعه از شبیه سازی دینامیکی بر اساس جریان استفاده شده است [۱۱].

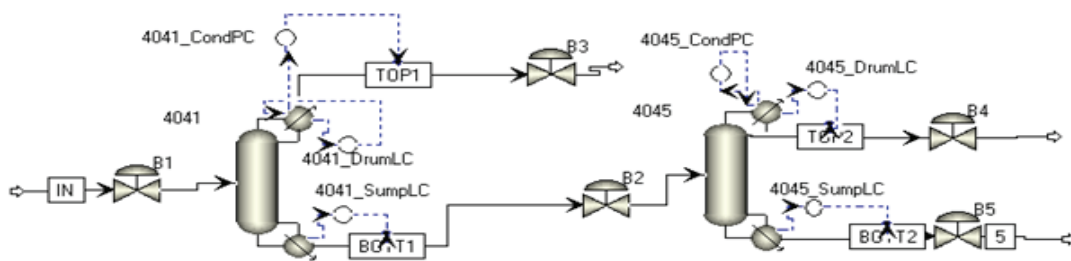
طرح شبیه سازی دینامیکی برج در شکل ۴ نشان داده شده است. کنترل های استفاده شده در شکل عبارتند از: کنترل کننده ی فشار و سطح در بالای دو برج و کنترل کننده ی سطح در پایین هر یک از دو برج.

جداول ۱ و ۲ نشان می دهند که نتایج به دست آمده از معادله ی چاوو - سیدر برای دمای بالای برج اول خطای ۸۳/۵٪ را به همراه دارد که قابل قبول نیست. نتایج حاصل از معادلات پنگ - رابینسون و بی-ک ۱۰ برای جریان بالای برج اول درصد خطای کمتری دارند. در جریان بالای برج دوم که محصول نهایی است، مقدار خطای به دست آمده برای دما، از طریق معادله ی پنگ - رابینسون ۱٪ و از طریق معادله ی بی-ک ۱۰ ۸/۹٪ می باشد. در نتیجه به طور کلی نتایج حاصل از استفاده معادله ی پنگ - رابینسون در شبیه سازی به مقادیر واقعی نزدیک تر بوده و در انجام شبیه سازی های واحد خالص سازی ۱ و ۳ بوتادین از معادله ی پنگ - رابینسون استفاده می شود.

#### ۴- شبیه سازی در حالت دینامیک و قرار دادن کنترل کننده ها

شبیه سازی دینامیکی بر اساس فشار یا جریان انجام می گیرد. در شبیه سازی دینامیکی بر اساس جریان<sup>۱</sup>، دبی و فشار جریان های خروجی از یک دستگاه تعیین شده و تحت جریان ورودی و مشخصات خود دستگاه تعیین شده و تحت تأثیر سایر تجهیزات پایین دستی فرآیند نمی باشد. در

شکل ۴ نمای کلی شبیه سازی دینامیک و کنترل کننده های اعمالی



یک از شش کنترل کننده ی اعمال شده در شکل ۴ پرداخته می شود.

در برج اول برای کنترل کننده ی سطح بالای برج سیگنال ورودی، سطح مایع روی سینی شماره ی ۱، و سیگنال خروجی نسبت جریان برگشتی چگالنده است. برای کنترل کننده ی فشار برج اول، سیگنال ورودی فشار روی سینی اول و سیگنال خروجی جریان جرمی کل خروجی از بالای برج است. در برج دوم برای کنترل کننده سطح بالای برج

با بررسی کنترل کننده های مختلف، پس از اعمال کنترل کننده ی فشار و سطح در بالای دو برج و کنترل کننده ی سطح در پایین، که از نوع کنترل کننده های تناسبی<sup>۱</sup> می باشند، به نتایج بسیار مشابه واقعیت می رسیم. هر کنترل کننده یک سیگنال ورودی و یک سیگنال خروجی دارد. سیگنال ورودی مربوط به متغیری است که باید کنترل شود و سیگنال خروجی نیز مربوط به متغیری است که با اعمال تغییرات در آن باید مقدار ورودی کنترل شود. در ادامه به بیان ورودی ها و خروجی های هر

1. PIDincr

سیگنال ورودی مربوط به سطح مایع روی سینی اول و خروجی مربوط به جریان جرمی کل خروجی از بالای برج می باشد. ورودی به کنترل کننده ی فشار برج دوم نیز فشار روی سینی اول، و خروجی، حرارت گرفته شده در چگالنده می باشد. ورودی و خروجی کنترل کننده ی سطح پایین هر دو برج اول و دوم نیز به ترتیب عبارتند از: مقدار کل مایع ورودی به جوش آور و مقدار مایع خروجی از پایین هر یک از برج ها. نتایج به دست آمده از شبیه سازی دینامیکی برای جریان بالای برج اول و بالای برج دوم، با استفاده از کنترل کننده های ذکر شده در بالا، به ترتیب در جدول های ۳ و ۴ آورده شده اند.

جدول ۳ داده های طراحی و نتایج شبیه سازی دینامیکی برای محصول خروجی از بالای برج اول

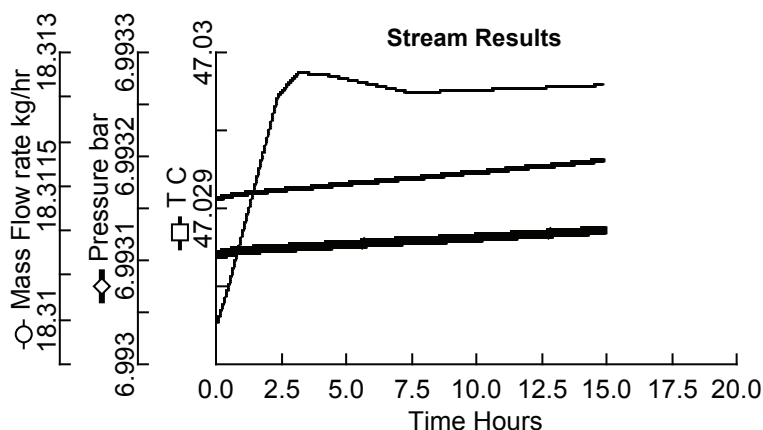
پارامترها	داده های حاصل از شبیه سازی دینامیکی	داده های طراحی
دما (°C)	۴۷/۰۳	۴۷/۲
فشار (bar)	۶/۹۹	۷
(kg/hr)Methyl Acetylene	۷/۳۹	۸/۰
(kg/hr) I-BUTENE	۰/۰۱	Trace
(kg/hr)TRANS-01	۰/۰۰	Trace
(kg/hr) CIS-2-01	۰/۰۰	Trace
(kg/hr) 3_1 BUTADIENE	۱۰/۹۱	۱۰/۸
(kg/hr)1-2 BUTADIENE	.	Trace
(kg/hr)C5+HC	.	Trace
(kg/hr) WATER	.	Trace
جریان کل (kg/hr)	۱۸/۳۱	۱۸/۸

جدول ۴ داده های طراحی و نتایج شبیه سازی دینامیکی برای محصول ۱ و ۳ بوتادین غنی شده ی خروجی از برج دوم

پارامترها	داده های حاصل از شبیه سازی دینامیکی	داده های طراحی
دما (°C)	۴۱/۲۶	۴۱/۷
فشار (bar)	۴/۵	۴/۵
(kg/hr)Methyl Acetylene	۰/۴۱	
(kg/hr) I-BUTENE	۲/۵۹	۲/۹
(kg/hr)TRANS-01	۰/۹۴	۱/۴
(kg/hr) CIS-2-01	۱۰/۵۸	۱۴/۳
(kg/hr) 3_1 BUTADIENE	۶۴۵۴/۱۷	۶۴۴۹/۴
(kg/hr)1-2 BUTADIENE	۰/۳۲	۰/۱
(kg/hr)C5+HC	۰/۰	۰/۱
(kg/hr) WATER	۰/۰۰	۰/۳۳
جریان کل (kg/hr)	۶۴۶۸/۹۲	۶۴۶۸/۵۳



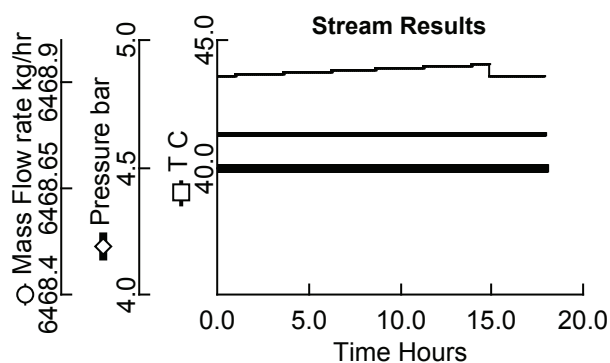
در ادامه در شکل های ۵ و ۶ نمودار های دما، فشار و مقدار جرمی کل جریان های اصلی واحد خالص سازی ۳ و ۱ بوتادین، یعنی جریان خروجی از بالای برج اول و جریان خروجی از بالای برج دوم (جریان یا محصول نهایی ۳ و ۱ بوتادین غنی شده) نسبت به زمان رسم شده اند. این نمودارها زمان رسیدن به تعادل و ثابت شدن مقادیر دما، فشار و مقدار جرمی کل جریان ها را نشان می دهند.



شکل ۵ منحنی تغییرات جریان جرمی بالا، فشار و دمای برج اول با زمان

در شکل ۵ مشاهده می کنیم که در برج اول تغییرات جریان جرمی بالای برج بیشتر از بقیه موارد در دید است، جرم ورودی تا زمان ۵ ساعت افزایش می یابد و به بیشترین مقدار خود می رسد و بعد از کاهشی اندک در زمان ۷ ساعت به بعد

به حالت ثابت خود می رسد. اما شکل ۶ که منحنی تغییرات جریان برج دوم است، تغییراتی نسبتاً ثابت و با شیب کمی خطی افزایش را نشان می دهد.



شکل ۶ منحنی تغییرات جریان جرمی بالا، فشار و دمای برج دوم با زمان

بیشترین و مهمترین تغییراتی که می تواند در واحد مورد نظر ایجاد شود تغییرات دبی خوراک ورودی به برج اول است [14]. برای بررسی اینکه آیا کنترل کننده های اعمال شده در دو دبی ۶۷۰۰ kg/hr و ۸۰۰۰ kg/hr جوابگو هستند یا نه، نتایج این دو مورد در حالت استاتیک و دینامیک بررسی شدند. جدول ۵ نتایج را برای جریان غنی شده از ۳ و ۱ بوتادین نشان می دهد. جدول ۵ دما را ثابت و تغییرات درصد خلوص محصول را ناچیز با تغییر دبی خوراک نشان میدهد.

جدول ۵ نتایج ایجاد تغییرات خوراک در حالت دینامیک

دبی خوراک ورودی kg/hr	دما (C)	درصد جرمی او بوتادین خروجی
۶۵۵۰/۸۸	۴۱/۲۶	۹۹/۷۷
۶۷۰۰	۴۱/۲۶	۹۹/۷۸
۸۰۰۰	۴۱/۲۵	۹۹/۷۶

#### ۵- بحث

با بررسی کنترل کننده های مختلف در شبیه سازی دینامیک، اعمال کنترل کننده ی فشار و سطح در بالای دو برج و کنترل کننده ی سطح در پایین، که از نوع PIDincr می باشند، بهترین حالت انتخاب شد و نتایج به دست آمده بسیار مشابه واقعیت بودند.

#### ۷- سپاسگزاری

در این جا از ریاست محترم واحد تحقیق و توسعه، واحد فرآیند و بهره برداری تولید او ۳ بوتادین پتروشیمی امیرکبیر که در ارائه دادهای واحد تقطیر همراهی نمودند، تشکر و قدردانی می گردد.

#### مراجع:

- [1]- Rangaiah et al., Retrofitting conventional column system to dividing wall column, Chem. Eng. Res. Des. 2009, vol.87, pp.47-60.
- [2]-Petlyuk F.B, Distillation Theory and Its Application to Optimal Design of Separation Units, Cambridge series in chemical engineering, 1978.
- [3]- Laszlo, Szabo, Miklos Balaton, Sandor Nemeth, Analysing Divided Wall Column, Springer-Verlag, 2011.
- [4]-Barroso-Muñoz, F.O., et al., Experimental study on pressure drops in a dividing wall distillation column. Chem. Eng. Proc.: Process Intensification, 2010. 49(2), pp 177-182.
- [5]-Yildirim, O., Kiss, A. A., Kenig, E. Y., Dividing wall columns in Chemical Process Industry: A review on current activities. Separation and Purification Tech., 2011. 80(3): p. 403-417.
- [۶]- رحیمی ر، البرزی ا، سودمند م. ح، زیودار م، ماهنامه فرآیند نو، تابستان ۹۱، شماره ۳۸، صفحه ۶۹ تا ۷۹
- [7]-Montz, Dividing Wall-pak, Montz Equipment Supplier. [www.Montz.de/pics/sevice/download/](http://www.Montz.de/pics/sevice/download/)

با انجام شبیه سازی استاتیک، معادله ی پنگ - رابینسون به عنوان بهترین معادله ترمودینامیکی سیستم تعیین گردید. این معادله برای ترکیبات غیر قطبی و هیدروکربنی معادله ی مناسبی است. به ویژه مقدار کم آب موجود در خوراک قابل چشم پوشی است. چون در برج دیوار میانی فشار دو طرف دیوار یکسان است، استفاده از یک معادله حالت مناسب است در حالی که دو معادله حالت نیز گزارش شده است [۸]. در شبیه سازی دینامیک کنترل کننده های مناسب که عبارتند از کنترل کننده ی فشار و سطح در بالای دو برج و کنترل کننده ی سطح در پایین، انتخاب شدند.

شبیه سازی دینامیک انجام شده، برای دو دبی (۶۷۰۰ kg/hr و ۸۰۰۰ kg/hr) خوراکی که در واحد معمول است نیز امتحان شدند و نتیجه ی مطلوبی به دست آمد. بدین صورت که با تغییر دبی خوراک، دما و درصد جرمی او بوتادین، که همان اهداف نهایی واحد هستند، تغییر چندانی نکردند. باید در نظر داشت که فشار دو ناحیه برج های دیوار میانی یکسان بوده و تعداد سینی های برابری نیز دارند. اما در دوبرج صنعتی مورد مطالعه فشار برج اول ۹۹ bar / ۶ و در برج دوم ۴/۵ bar است.

#### ۶- نتیجه گیری

با بررسی معادلات حالت چاو-سیدر، بی-ک ۱۰ و پنگ - رابینسون برای شبیه سازی واحد خالص سازی او ۳ بوتادین نشان داد که داده های حاصل از معادله ی چاو-سیدر برای دمای بالای برج اول با داده های طراحی بسیار متفاوت است. در ادامه با بررسی دو معادله ی دیگر مشاهده شد نتایج معادله ی پنگ - رابینسون نسبت به بی-ک ۱۰ برای دمای بالای برج دوم که هدف نهایی شبیه سازی است به داده های طراحی نزدیک تر است و به طور کلی نیز برای واحد مورد نظر صادق است.





دیوار میانی؛ پروژه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۱

[13]- B. Kaibel, H.J., E. Zich, Ž. Oluji, Unfixed dividing wall technology for packed and tray distillation columns in *Distillation & Absorption* IChemE, 2006, vol. 23, pp. 252-266.

[14]- Amirkabir Petrochemical Company, Design Document, personal communication.

catalog/English/dividing wall column/S.48-51.pdf

[۸]- رحیمی ر.، موسویان م. ع.، صدرزاده مقدم ف.، شبیه سازی برج های تقطیر خالص سازی ۱ و ۳ بوتادین، چهاردهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران، ۱۳۹۱

[۹]- گوهررخی م.، ترابی م.، گلعداری ف.، اکبری ف.، مقدمه ای بر شبیه سازی فرآیندهای شیمیایی پایا با نرم افزار Aspen Plus2008، انتشارات دانشگران صنعت پروژه، ۱۳۸۸ [۱۰]- ویلیام ال. لویین، طراحی و کنترل ستون های تقطیر با استفاده از شبیه سازی نرم افزار Aspen، ترجمه ی: موسوی حجازی ا. س.، سعادت عاکفی آ.، شاهشوند ا.، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۹

[۱۱]- بولاچی ش.، شبیه سازی دینامیکی واحد خالص سازی ۱ و ۳ بوتادین؛ پروژه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۲

[۱۲]- سودمند م. ح.، مدلسازی و شبیه سازی برج تقطیر



# Static and Dynamic Simulation of 1, 3 Butadien Distillation Unit

Rahbar Rahimi<sup>1\*</sup>, Shirin Bulaghi<sup>1</sup>

1- Department of Chemical Engineering- University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

## Abstract

Dynamic behaviour of chemical, petrochemical and refinery's process parameters are very complex. Considerations of system dynamic behaviour with respect to the system disturbances are necessary for proper design of such processes. The study leads to the selection or justification of installing process control system.

In the present research a dynamic and static simulation of 1, 3 butadien separation distillation trains were scrutinized with the aim of retrofitting the existing unit with the divided wall columns. Attention on the selection of thermodynamic model revealed that the use of Peng- Robinson thermodynamic model is appropriate. The dynamic behaviour showed insensivity of purified butadien stream to the feed flow rate.

**Keywords:** Distillation, static simulation, dynamic simulation, DWC, 1, 3 butadien, thermodynamic model

