

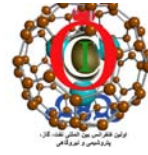
## شبیه سازی برج تثبیت کننده میعانات گازی در واحد تبدیل کاتالیستی پالایشگاه اصفهان به منظور ایجاد شرایط بهینه جهت استحصال بنزین با استفاده از نرم افزار HYSYS

مریم معارفیان<sup>۱</sup> (دانش آموخته مهندسی شیمی صنایع پتروشیمی دانشگاه صنعتی ارومیه)، مهرآیین جعفرزاده<sup>۲</sup> (دانش آموخته مهندسی شیمی صنایع پتروشیمی دانشگاه صنعتی ارومیه)

### چکیده

این پژوهش با هدف آشنایی با پالایشگاه اصفهان و واحد تبدیل کاتالیستی و عملیات هایی که می توان در جهت ایجاد شرایط بهینه به منظور استحصال بنزین در این واحد انجام داد صورت گرفت پالایشگاه اصفهان زمینه ی پالایش نفت خام و تولید محصولات مختلفی از جمله بنزین ، نفت کوره ، سوخت وسایل هوایی را فراهم می کند. طراحی این پالایشگاه به صورت دو پالایشگاه کاملا قرینه می باشد که واحد تولید گاز مایع و واحد تثبیت کننده از منطقه الف و واحد تبدیل کاتالیستی از منطقه ب مورد بررسی قرار گرفته است. واحد تثبیت میعانات گازی وظیفه جداسازی گاز و پایدار نمودن میعانات گازی، و رساندن آن به مشخصات فشار بخار ردو بدون آب را که مناسب برای ذخیره سازی و صدور به تانکرهای دریایی می باشد به عهده دارد. واحد تثبیت میعانات گازی دارای شش قسمت مجزا شامل جداسازفشار متوسط، ظرف خوراک برج تثبیت، فیلتر میعانات گازی، برج تثبیت میعانات گازی، کولر میعانات گازی و کولر نهایی میعانات گازی می باشد. برج تثبیت میعانات گازی فشاربخار میعانات را با از بین بردن اجزا سبک کاهش می دهد. نرم افزار HYSYS یکی از نرم افزارهای پر طرفدار در عرصه مهندسی شیمی است که در راستای این پژوهش شبیه سازی برج تثبیت میعانات گازی به کمک نرم افزار مورد ارزیابی قرار گرفت و شکل ساده شده واحد تثبیت میعانات گازی در حالت پایا شبیه سازی شد.

واژه های کلیدی: پالایشگاه اصفهان ، واحد تبدیل کاتالیستی، واحد تولید گاز مایع ، فرایند برج تثبیت کننده میعانات گازی، نرم افزار شبیه ساز HYSYS



## 1- مقدمه

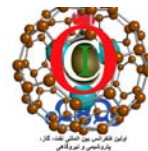
در راستای تهیه این پروژه شبیه سازی برج تثبیت میعانات گازی به کمک نرم افزار مورد ارزیابی قرار گرفت و شکل ساده شده واحد تثبیت میعانات گازی در حالت پایا شبیه سازی شد. پالایشگاه اصفهان زمینه ی پالایش نفت خام و تولید محصولات مختلفی از جمله بنزین ، نفت کوره ، سوخت وسایل هوایی فعالیت می کند که علاوه بر تولید ۲۰ نوع محصول مختلف از جمله گاز های سبک ، گاز مایع ، بنزین معمولی و سوپر ، نفت سفید و نفت گاز و ... خوراک کارخانجات و واحد های صنعتی دیگر از جمله پتروشیمی اصفهان و کارخانه روغن سپاهان نیز تأمین می کند . طراحی این پالایشگاه به صورت دو پالایشگاه کاملا قرینه می باشد که در این پروژه واحد نمک زدایی و واحد LPG (liquid petroleum gas) از منطقه الف و واحد تبدیل کاتالیستی از منطقه ب مورد بررسی قرار گرفته است. واحد تثبیت میعانات گازی وظیفه جداسازی گاز و پایدار نمودن میعانات گازی، و رساندن آن به مشخصات فشار بخار رد برابر حداکثر 82.6 کیلو پاسگال (در دمای 37/8 درجه سانتیگراد) و بدون آب را که مناسب برای ذخیره سازی و صدور به تانکرهای دریایی می باشد به عهده دارد. واحد تثبیت میعانات گازی دارای شش قسمت مجزا شامل جداساز MP (medium pressure) ، ظرف خوراک برج تثبیت، فیلتر میعانات گازی، برج تثبیت میعانات گازی، کولر میعانات گازی و کولر نهایی میعانات گازی می باشد. برج تثبیت میعانات گازی فشاربخار میعانات را با از بین بردن اجزا سبک کاهش می دهد. این برج یک برج بدون رفلاکس می باشد که از 12-24 سینی ممکن است داشته باشد. اجزا سبک از بالای برج به سمت سوخت سبک کم فشار می روند. نرم افزار HYSYS یکی از نرم افزارهای پر طرفدار در عرصه مهندسی شیمی است که در این پروژه ضمن معرفی اجمالی این نرم افزار شکل ساده شده واحد تثبیت میعانات گازی توسط آن شبیه سازی شده است .

## 2- تعاریف و مفاهیم

به حدود نیم قرن پس از شروع تولید نفت در مناطق نفت خیز جنوب گازهای همراه نفت در مشعل واحدهای بهره برداری سوزانده می شد. این امر علاوه بر هرز رفت سرمایه ملی اثرات مخرب زیست محیطی به همراه داشت از اواسط دهه 1340 اهمیت گاز به عنوان سوخت تمیز و جایگزین مناسب برای سوخت های مایع بیش از پیش آشکار شد بر همین اساس جمع آوری و استفاده از گازهای همراه نفت در اولویت کار قرار گرفته و پروژه های زیادی در این رابطه تکمیل و به بهره برداری رسیده اند.

در حال حاضر پس از انجام عملیات حفاری و نصب وسایل درون چاهی تاج چاه نصب و کل حفاری ترخیص می شود. با توجه به نوع چاه و خصوصیات آن تسهیلات خاصی ساخته می شود. شروع عملیات روی نفت تولیدی چاهها در واحدهای بهره برداری از این محل آغاز می شود و لوله های نفت چاههای مربوط به هر واحد بهره برداری به ابتدای این قسمت متصل و نفت را به واحد بهره برداری منتقل می کند. به طور کلی اساس کار واحدهای بهره برداری در حقیقت کارخانه ای با تمام وسایل لازم است که تفکیک گاز از نفت براساس تقلیل مرحله ای فشار در آن انجام می شود. مهم ترین بخش های یک واحد بهره برداری لوله ها، شیرها، دستگاههای تفکیک گر تلمبه ها و توربین ها و اتاق فرمان است. کار دستگاه های تفکیک گر به طور کلی جداسازی و تفکیک گازهای همراه نفت است که طی چند مرحله (چهارمرحله) با توجه به تقلیل فشار در مراحل مختلف تفکیک گاز و نفت انجام می شود تا نفتی که برای صادرات یا مصرف در پالایشگاه ها ارسال می شود عاری از گاز باشد در مخزن بهره برداری باقی مانده ی گازهای همراه نفت که شامل گازهای سنگین است از فاز مایع جدا و نهایتا نفت عاری از گاز توسط تلمبه ها با گرداننده توربین فشار افزایی شده و از طریق خط لوله اصلی نفت به پایانه صادراتی یا پالایشگاه های داخلی ارسال می گردد.<sup>[1]</sup>

ایستگاههای تقویت فشار گاز که در جوار واحدهای بهره برداری احداث شده اند. گازهای غنی که طی مراحل دوم و سوم و چهارم تفکیک در واحد بهره برداری از نفت جدا می شوند را دریافت و پس از فشرده سازی و جدا کردن مایعات گازی از آنها



محصولات نهایی خود را به صورت گاز و مایعات گازی برای انجام فرآورش و پالایش بیشتر روی آنها به کارخانجات گاز و گاز مایع ارسال می کنند. لازم به توضیح است گاز مرحله ی اول تفکیک به دلیل دارا بودن شرایط مناسب از نظر فشار و ترکیبات مستقیماً و جداگانه به کارخانه های گاز و گاز مایع ارسال می شود. نهایتاً تمامی گازهای فشرده شده وارد ظرف جداکننده سه فاز کامپوزیت درام می شود. در این ظرف پس از اعمال زمان ماند کافی مخلوط به سه فاز گاز مایعات گازی و آب آزاد تجزیه می شود. آب آزاد به صورت ایمن دفع و گاز و مایعات گازی از طریق دو خط لوله جداگانه برای فرآورش بیشتر به کارخانه گاز و گاز مایع ارسال می شود.

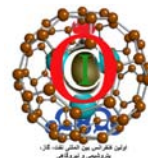
به جهت ایجاد جریان پایدار برای انجام فرآورش گاز غنی و حذف برخی مواد زاید گازهای غنی پس از ورود به کارخانه های گاز و گاز مایع وارد مخازن ورودی، لختی گیر یا جداکننده ورودی که برای این منظور تعبیه شده است، می شود گازهای همراه در کارخانه های گاز و گاز مایع معمولاً طی سه فرآیند اصلی: تبرید، تفکیک، تثبیت به دو محصول گازمایع و گاز سبک تبدیل می شود. که بسته به ماهیت و کیفیت گاز غنی ورودی ترتیب انجام این سه فرآیند متفاوت خواهد بود.<sup>[2]</sup>

فرآیند تبرید: گاز غنی پس از خروج از مخازن ورودی وارد مبدل حرارتی گاز شده و بر اثر تبادل حرارت با گاز سبک خروجی سرد می شود سپس گاز غنی بعد از عبور از دو مبدل حرارتی دیگر به نام های پیش مبرد و مبرد بر اثر تبادل حرارت با پروپان مایع در حال تبخیر تا دمای زیر صفر سرد می شود. با این عمل بخش اعظم بخار آب و بخشی از ترکیبات سنگین هیدروکربنی موجود در گاز به مایع تبدیل می شود به منظور ممانعت از تشکیل هیدرات گازی که موجب اختلال در انجام مراحل مختلف فرآیند تبرید خواهد شد در بخش های ورودی مبدل های حرارتی محلول مونو اتیلن گلیکول تزریق می شود.

فرآیند تفکیک: گاز، مایعات گازی و محلول گلیکول که حاوی آب میعان شده نیز هست در یک مخزن جداکننده سه فازی از هم تفکیک می شوند گاز سبک پس از عبور از یک مخزن جداکننده برای حصول اطمینان از عدم وجود هرگونه قطرات مایع در آن و انتقال برودت خود به گاز غنی ورودی در مبدل حرارتی گاز به مبادی مصرف که معمولاً شرکت ملی گاز ایران است ارسال شده و یا در میادین نفتی تزریق می شود. محلول گلیکول نیز پس از جداسازی به واحد احیای گلیکول ارسال شده و مجدداً برای تزریق در بخش های ورودی مبدل های حرارتی به سمت محل های مورد نیاز هدایت می شود.

فرآیند تثبیت: در فرآیند تثبیت مایعات گازی تفکیک شده از جداکننده سه فازی با جداسازی بخشی از ترکیبات آن در برج متان زدا تثبیت شده و پس از افزایش فشار در پمپ های مربوطه توسط شبکه خطوط لوله به مجتمع های پتروشیمی انتقال می یابد.

معمولاً در هر پالایشگاهی واحد یا واحدهایی برای انجام تثبیت میعانات گازی اختصاص داده می شود. واحد تثبیت میعانات گازی وظیفه جداسازی گاز (degassing) و پایدار نمودن میعانات گازی، و رساندن آن به مشخصات فشار بخار رد (Reid vapor pressure) برابر حداکثر 82.7 کیلو پاسگال (در دمای 37/8 درجه سانتیگراد) و بدون آب را که مناسب برای ذخیره سازی و صدور به تانکرهای دریایی می باشد به عهده دارد واحد تثبیت میعانات گازی دارای شش قسمت مجزا شامل جداساز (MP (medium pressure)، ظرف خوراک برج تثبیت، فیلتر میعانات گازی، برج تثبیت میعانات گازی، کولر میعانات گازی و کولر نهایی میعانات گازی می باشد. برج تثبیت میعانات گازی فشاربخار میعانات را با از بین بردن اجزا سبک کاهش می دهد. این برج یک برج بدون رفلاکس می باشد که از 12-24 سینی ممکن است داشته باشد. اجزا سبک از بالای برج به سمت سوخت سبک کم فشار می روند.<sup>[3]</sup>



پالایشگاه اصفهان به صورت دو پالایشگاه کاملاً قرینه می باشد که در ادامه واحد تقطیر اتمسفریک و واحد تولید گاز مایع LPG (liquid petroleum gas) از منطقه الف و واحد تبدیل کاتالیستی از منطقه ب مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

شکل 1 - فرآیند پالایش نفت خام و استحصال فرآورده های نفتی در پالایشگاه اصفهان



### 3-1- واحد تثبیت میعانات گازی

LPG (liquid petroleum gas), HSRG (heavy straight run gas), LSRG (light straight run gas): A

B: مایع برگشتی به برج (Tower reflux)

C: بخارات خروجی از جمع کننده مایع برگشتی (Reflux accumulator) برای ورود به جمع کننده محصول (product accumulator)

accumulator) پس از سرد شدن با 8 فن هوایی (که با هوا تبادل حرارتی می کند) و سپس از کولر آبی

D: آب ترش (Sour Water) که در پایین ترین نقطه از جمع کننده مایع برگشتی و نیز جمع کننده محصول ته نشین و

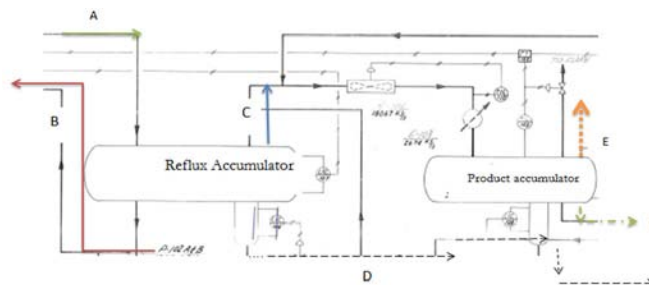
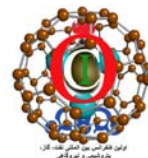
خارج می شود

E: در صورت انباشتگی بیش از حد محصول خروجی دوم عمل کرده جهت خروج محصولات به طرف مشعل برای سوزاندن

F: خروجی اول جهت خارج شدن محصولات و پمپ شدن آنها به واحد تولید گاز مایع پس از دو مرحله دیگر جداسازی SRG

(تفکیک نفتا)

شکل 3 - جمع کننده گازهای خروجی از بالای برج (overhead accumulator)



## 3-2- واحد تبدیل کاتالیستی

واحد تبدیل کاتالیستی دارای ۲ قسمت است :

Unifiner (تصفیه نفتا): ۸۲٪ خوراک این قسمت HSRG است که در اصل محصول خارج شده از واحد تثبیت میعانات گازی است و وظیفه آن تصفیه مواد نفتی و خوراک های ورودی از مزاحم ها (نیتروژن و سولفور) است.  
Plat former: قسمت محصول واحد Unifiner را میگیرد و طی واکنش هایی آن را تبدیل به بنزین با عدد اکتان بالا (بالای 98) می کند .

## 3-3- واحد تولید گاز مایع

دو خوراک گاز و مایع از مجموعه پالایشگاه به این واحد می آید. خوراک گاز با کمپرسور و خوراک مایع با پمپ ارسال میشود. خوراک از C<sub>1</sub> تا C<sub>6</sub> است. توسط دی اتانایزر C<sub>1</sub> و C<sub>2</sub> جدا می شوند.  
LPG گاز مایع شامل C<sub>3</sub> - C<sub>6</sub> است که پالایش شده و C<sub>3</sub> - C<sub>4</sub> آن به مخازن C<sub>3</sub>، جهت مصارف خانگی در کپسول، و نیز C<sub>5</sub> و C<sub>6</sub> به مخازن بنزین هدایت می شوند. این جداسازی بر حسب اختلاف دمای جوش هر گاز و توسط سه برج تقطیر متوالی صورت می گیرد .

## 4- شبیه سازی

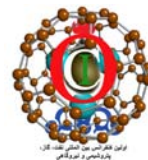
در این بخش شبیه سازی تعیین اصول ترمودینامیکی و شیمیایی آن است. در نرم افزار hysys کلیه اطلاعات مربوط به محاسبه خواص ترکیبات و جریانها در یک مجموعه اطلاعاتی واحد بنام Fluid Package قرار داده شده است. تعدادی Fluid Package می توانند برای یک شبیه سازی واحد تعریف شده و در مواقع مقتضی و قسمتهای خاصی حین شبیه سازی استفاده گردند. همانطوری که در این شبیه سازی نیز از دو Fluid Package استفاده شده است.

### 4-1- شبیه سازی با نرم افزار Hysys

برای محاسبات برج همراه با ریویلر از معادلات NRTL برای تعیین ضریب اکتیویته اجزا در فاز مایع و از معادله Peng-PR (Robinson) برای مشخصات جریان بخار استفاده شده است.  
مدل NRTL عموماً برای نمایش رفتار VLE, VLE, VLE مناسب می باشد و معادله PR نیز برای بسیاری از استفاده های عملی در بازه گسترده ای از شرایط دمایی و فشاری و حالت های یک دو سه فازی قابل استفاده می باشد.  
در سایر تجهیزات PDF از مدل Uniquac برای تعیین ضریب اکتیویته اجزا در فاز مایع و از مدل Virial برای محاسبات مشخصات جریان بخار استفاده شده است.

# ولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



کاربرد مدل Uniquac مشابه مدل NRTL بوده با این تفاوت که روش محاسبات آن روشهای پیچیده اماری می باشد. مدل Virial نیز برای محاسبات ضرایب فوگاسیته اجزا و سایر خواص فاز بخار در فشارهای کم تا متوسط مناسب می باشد. پی از مشخص کردن Fluid Package باید لیست مواد شیمیایی که در فرایندهای وجود دارند را به برنامه hysys معرفی کنیم یا به عبارت دیگر یک component list تشکیل دهیم. در جدول لیست مواد مورد استفاده همراه با خواص فیزیکی مقدماتی آنها نشان داده شده است.

جدول 2- لیست تجهیزات موجود در فرآیند

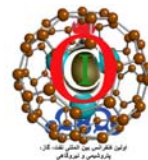
Equipment Number	Identification	Description	Material Of Construction
1-V-31001	MP SEPARATOR	HORIZONTAL WITH BOOT	LTCS
1-V-31002	CONDENSATE STABILISER FEED DRUM	HORIZONTAL WITH BOOT	KCS
1-F-31001 A/B	CONDENSATE FILTER	CARTRIDGE FILTER	KCS
1-T-31001	CONDENSATE STABILISER COLUMN	12 VALVE TRAY + 1 CHIMNEY	CS
1-E-31001 A/B	CONDENSATE STABILISER REBOILER		Tube/Shell CS/KCS
1-E-31002	CONDENSATE COOLER	AIR COOLER, FORCED DRAFT TYPE	Tube/Header SS/KCS
1-E-31003	CONDENSATE TRIM COOLER	SEA WATER (TUBE SIDE)	Tube/Shell AL-BRONZE/KCS

جدول 1- لیست مواد شیمیایی موجود در فرآیند

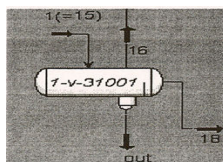
	Component name	Molecular weight	Normal Boiling Point (°C)	Critical Temp. (°C)	Critical Pressure (kpa)
C <sub>1</sub>	Methane	16.04	-161.52	-82.45	4640.68
C <sub>2</sub>	Ethane	30.07	-88.60	32.28	4883.85
C <sub>3</sub>	Propane	44.10	-42.10	96.75	4256.66
iC <sub>4</sub>	i-Butane	58.12	-11.73	134.95	3647.62
nC <sub>4</sub>	n-Butane	58.12	-0.5	152.05	3796.62
iC <sub>5</sub>	i-Pentane	72.15	27.88	187.25	3333.59
nC <sub>5</sub>	n-Pentane	72.15	36.06	196.45	3375.12
MC <sub>5</sub>	Mcyclopentan	84.16	71.81	259.55	3789.55
BENZENE	Benzene	78.11	80.09	288.95	4924.39
nC <sub>6</sub>	n-Hexane	86.18	68.73	234.75	3031.62
CH	Cyclohexane	84.16	80.73	280.05	4053.00
MCH	Mcuclohexane	98.19	100.93	298.95	3475.37
TOLUENE	Toluene	92.14	110.65	318.65	4100.04
nC <sub>7</sub>	n-Heptane	100.21	98.43	267.01	2736.78
nC <sub>8</sub>	n-Octane	114.23	125.67	295.45	2496.62
COCT	Cyclooctane	112.21	151.16	374.05	3560.00
nC <sub>9</sub>	n-Nonane	128.26	150.82	321.45	2300.07
CNON	Cyclononane	126.24	178.39	371.11	3171.75
nC <sub>10</sub>	n-Decane	142.29	174.15	344.45	2107.55
nC <sub>11</sub>	n- C <sub>11</sub>	156.31	195.89	365.15	1964.93
C <sub>12</sub>	n- C <sub>12</sub>	170.34	216.28	385.15	1829.92
C <sub>17</sub>	n- C <sub>17</sub>	240.46	302.15	460.22	1316.90
C <sub>22</sub>	n- C <sub>22</sub>	310.59	368.61	513.85	1060.00
N <sub>2</sub>	Nitrogen	28.01	-195.80	-146.96	3394.37
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide	44.01	-78.55	30.95	7370.00
H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> S	34.08	-59.65	100.45	9007.79
COS	COS	60.07	-50.15	105.65	6179.81
M-MCAPT	M-Mercaptan	48.11	5.95	196.85	7234.60
E-MCAPT	E-Mercaptan	62.13	35.05	225.85	5491.81
PR <sub>2</sub> THIOL	2PropanThiol	76.16	52.55	238.85	4349.99
BU <sub>1</sub> THIOL	nBMercaptan	90.19	98.46	293.85	3970.00
HX <sub>2</sub> THIOL	1HexaneThiol	118.24	152.65	348.85	3010.00
H <sub>2</sub> O	water	18.02	100	374.15	22120.00

## 4-2- شبیه سازی تجهیزات اصلی

جدا ساز فشار متوسط MP جدا ساز بشکل استوانه است و بصورت یک فلش درام است یعنی جریان ورودی به آن به دو فاز مایع و بخار در تعادل با هم تبدیل می شود. در نتیجه مقداری از اجزا سبک تر به فاز بخار رفته و از مایع گرفته می شوند. حجم ظاهری این واحد عملیاتی 57/81 متر مکعب و حجم موثر آن بر حسب حجم مایعی که در آن قرار می گیرد برابر 28/91 متر مکعب می باشد. این جدا ساز در فشار عملیاتی 3370 کیلو پاسکال و دمای 22/8 سانتی گراد کار می کند.<sup>[5]</sup>

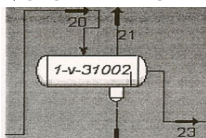


شکل 4- جداساز اول



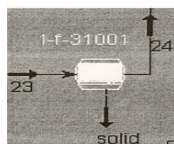
ظرف خوراک برج تثبیت جریان مایع خروجی از جداساز قبلی پس از عبور از یک شیر و اختلاط با چند جریان دیگر وارد این ظرف میشود که دارای عملکردی مشابه جداساز قبلی می باشد. این جدا سازبشکل استوانه است.حجم ظاهری این واحد 49/95 متر مکعب و حجم موثر بر حسب حجم مایعی که در آن قرار می گیرد برابر 21/47 متر مکعب می باشد.این جداساز در فشار عملیاتی 1110 کیلو پاسکال ودمای 18/44 سانتی گراد است.

شکل 5- جداساز دوم

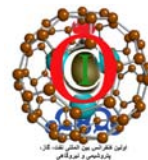


فیلتر میعانات گازی جریان مایع خروجی از جداساز وارد این فیلتر می شود.اختلاف فشار دو سر برابر با 260 کیلو پاسکال می باشد. این فیلتر برای جدا کردن ذرات جامدی که بطور تصادفی و به مقدار کم وارد جریان شده اند استفاده می شود و جریان مایع ورودی به فیلتر بر حسب طراحی سیستم دارای مواد جامد نمی باشد. بهمین دلیل دبی جریان solid خروجی از فیلتر صفر است و در PFD فرایند به رنگ زرد مشاهده می شود.

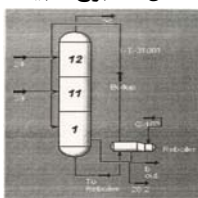
شکل 6- فیلتر



برج تثبیت میعانات گازی مهمترین واحد عملیاتی در این PFD برج تثبیت می باشد.این برج دارای 12 سینی است که راندمان آنها طبق اطلاعات 50٪ می باشد.اجزا سبک و فرار از بالای برج و جریان میعانات گازی تثبیت شده از پایین برج خارج شده است. حرارت برج از طریق ریپویلر تامین می شود.بار حرارتی این ریپویلر 3/947\*10<sup>7</sup> کیلو ژول بر ساعت محاسبه شده است.شرایط عملیاتی آن فشاری برابر با 880 کیلو پاسکال و دمای 230/9 سانتی گراد می باشد. فشار برج از 850 کیلو پاسکال تا فشاری برابر 880 کیلو پاسکال در پایین برج تغییر می کند. محدوده دمایی برج نیز از 34/8 تا 161/4 می باشد. برای حل معادلات برج از حل کننده Modified Hysim Inside-out استفاده شده است که نسبت به سایر حل کننده های موجود در Hysys بهترین جوابها را می دهد<sup>[6]</sup>.

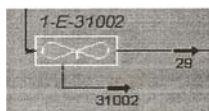


شکل 7- برج تثبیت



کولر میعانات گازی جریان مایع خروجی از پایین برج برای خنک شدن وارد این کولر که با استفاده از خوا کار می کند. فشار عملیاتی کولر برابر 70 کیلو پاسکال و بار حرارتی  $10^7 * 2/692$  می باشد. دمای آن 161/5 وارد و در دمای 55 از کولر خارج می شود.

شکل 8- کولر اول



کولر نهایی میعانات گازی این کولر از نوع ابی می باشد. جریان خروجی از کولر وارد آن شده و دمای آن به اندازه 10 کاهش پیدا می کند. فشار کولر برابر 70 کیلو پاسکال و بار حرارتی آن  $10^6 * 2/266$  می باشد.

شکل 9- کولر دوم



## 5- نتیجه گیری

به طور کلی هدف از تثبیت میعانات گازی افزایش جزء مولی اجزای سبک گازی در محصول خروجی از واحد است بنابراین متان یا گازهای سبک به دست آمده از فراورده خروجی بالای برج تقطیر را به عنوان سوخت به واحد CNG و یا به واحد LNG به منظور تثبیت هدایت می نمایند. با توجه به داده های بدست آمده از شبیه سازی که توسط نرم افزار Hysys در این پژوهش انجام شده است جزء مولی اجزای سبک بدست آمده از گاز خروجی بالای برج بیشتر از جزء مولی اجزای سنگین است. در این پژوهش مقایسه ای بین نتایج محاسباتی Hysys و نتایج ارائه شده قبلی که به عنوان داده در شبیه سازی مورد استفاده قرار گرفت انجام شده است که این مقایسه بر روی مشخصات اصلی و اجزا اصلی مربوط به جریان های خروجی از واحد انجام گرفته است.

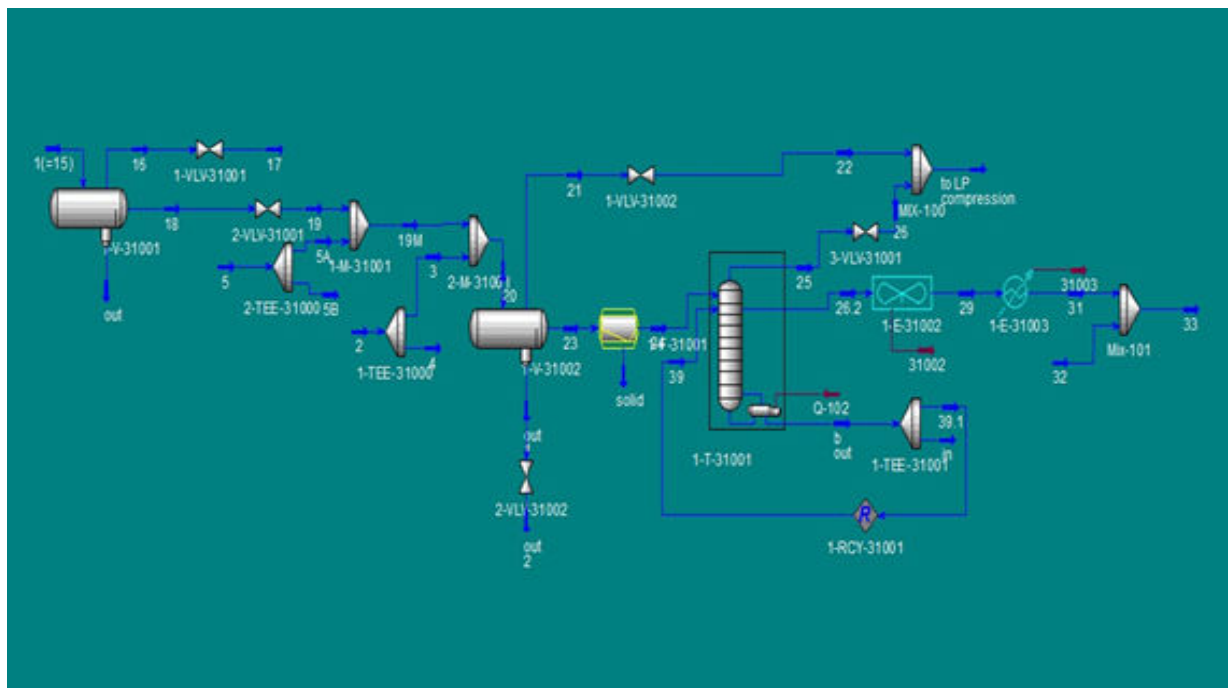
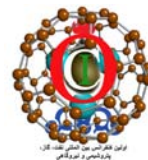
## 5-1- (Plot Flow Diagram) PFD فرایند تثبیت میعانات گازی

شکل 10- Hysys PFD



# ولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



## 5-2- محاسبه درصد خطا

نتایج بدست آمده از این مقایسه نشان می دهد که درصد خطا در جریان های خروجی اصلی به قرار زیر است:

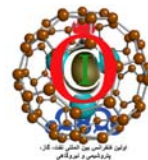
جدول 3 - مقایسه انجام شده روی جریان 17

درصد خطا	نتایج حاصل از شبیه سازی	نتایج موجود	دبی مولی محصول (Kgmol/hr)
۱/۴	۲۸۵/۶	۲۸۹/۸	درجه حرارت (°C)
-۱۰۷۶	۲۲/۳۱۷	۲۲/۳	فشار (kpa)
۰	۳۲۸۰	۳۲۸۰	ترکیب درصد محصول:
۱/۴	-۰/۸۲۰۷	-۰/۸۳۲۶	C <sub>1</sub>
۱۱/۴	-۰/۰۸۱۶	-۰/۰۷۳۲	C <sub>2</sub>
۱۰	-۰/۰۲۳۳	-۰/۰۲۵۹	C <sub>3</sub>
۴/۶	-۰/۰۰۶۲	-۰/۰۰۶۵	nC <sub>4</sub>
۴/۴۹	-۰/۰۰۱۷	-۰/۰۰۱۷۸	iC <sub>5</sub>
۱۸/۳۴	-۰/۰۰۱۲۶۰	-۰/۰۰۱۵۴۳	nC <sub>5</sub>
-۱۶۶	-۰/۰۱۷۹۹۴	-۰/۰۱۷۸۷۶	N <sub>2</sub>
۳/۶۸	-۰/۰۲۵۱	-۰/۰۲۶۰۶	CO <sub>2</sub>
۴/۶۵	-۰/۰۰۸۱	-۰/۰۰۷۷۷	H <sub>2</sub> S

جدول 4 - مقایسه انجام شده روی جریان 27

# ولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران

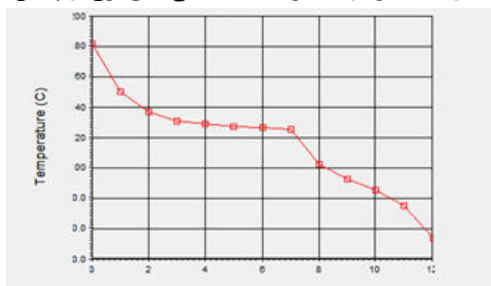


محتاسیه خطا	نتایج حاصل از شبیه سازی	نتایج موجود	دبی مولی محصول (Kgmol/h)
۳/۴۳	۴۸۱/۶۸	۴۷۸/۲۵	درجه حرارت (°C)
۴۴/۸۳	۲۴/۰۵۲	۴۳/۶	فشار (kpa)
۰	۷۶۰	۷۶۰	ترکیب درصد محصول:
۳/۱۳	۰/۳۸۶۳۸	۰/۳۷۴۶۴	C <sub>1</sub>
۳/۳۳	۰/۱۷۱۷۵۷	۰/۱۷۷۶۸۰	C <sub>2</sub>
۲۵/۶۸	۰/۱۷۶۵۴۳	۰/۲۳۷۵۵۸	C <sub>3</sub>
۵۳/۶۴	۰/۰۹۲۰۶۸	۰/۰۵۹۹۲۶	iC <sub>4</sub>
۱۲/۳۱	۰/۰۶۱۱۲۰	۰/۰۶۹۶۲۵	nC <sub>4</sub>
۷۳/۲۱	۰/۰۱۸۴۹۲	۰/۰۱۰۶۷۶	iC <sub>5</sub>
۲/۸۱	۰/۰۰۲۵۲۲	۰/۰۰۲۴۵۳	N <sub>2</sub>
۲/۲	۰/۰۰۲۷۵۷۱	۰/۰۰۲۶۹۷۵	CO <sub>2</sub>
۱/۷۳	۰/۰۰۲۰۷۷۲	۰/۰۰۲۱۱۳۷	H <sub>2</sub> S

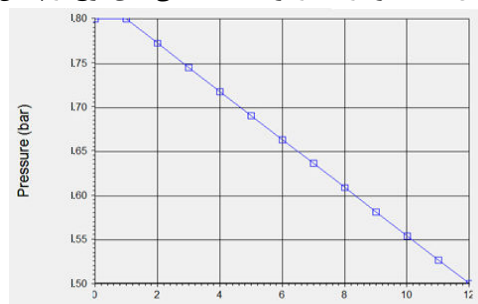
## 3-5- نتایج برج به صورت نمودار

در زیر نمودار های مربوط به برج آورده شده است:

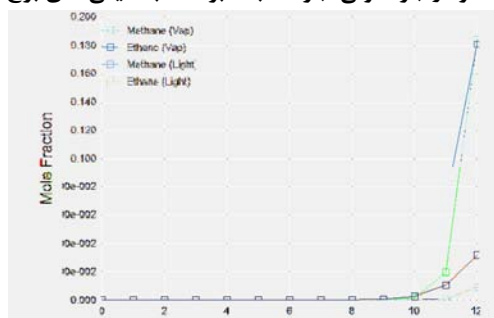
شکل 10- نمودار دما بر حسب سینی های برج از پایین

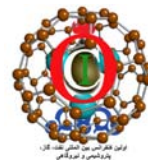


شکل 11- نمودار فشار بر حسب سینی های برج از پایین

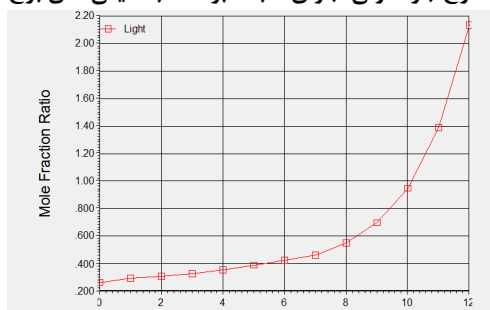


شکل 12- نمودار جزء مولی اجزاء سبک بر حسب سینی های برج از پایین





شکل 13- نرخ جزء مولی اجزای سبک بر حسب سینی های برج از پایین



## 6- پیشنهادات

در این پژوهش ما بر آن شدید تا شبیه سازی این فرایند را در حالت پایا یا استاتیکی بررسی نماییم اما نتایج دقیق تر و کاربردی زمانی حاصل خواهد شد که شبیه سازی در حالت ناپایا یا دینامیکی انجام گیرد.

برای کاهش هر چه بیشتر درصد خطا در این پژوهش می توان این فرایند را توسط نرم افزارهای مدل ساز مانند Matlab با نوشتن معادلات جرم و انرژی برای هر تجهیز مدل سازی کرد.

برای کاهش میزان آب در محصول خروجی می توان برای برج متغیر بازیابی جزء (component recovery specs) به میزان 0.0001 تعریف کرد.

به منظور بالا بردن کارایی برج تقطیر شبیه سازی شده و افزایش تکنولوژی کارکرد آن می توان با به کارگیری نرم افزارهای برنامه نویسی نظیر Matlab سیستم برج را در شبکه عصبی طوری برنامه نویسی کرد که توسط هوش مصنوعی کار کند.

جهت افزایش بهره وری انرژی و کاهش مصرف سوخت در واحد تثبیت میعانات گازی می توان برای این پژوهش نقشه piping تهیه کرده و توسط آن برای بهینه سازی تصمیم گیری کرد.

## مراجع

- [1] Arlene R. Tusing & Bob Tippee, "The Natural Gas Industry: Evolution, structure, and Economics" (Tulsa, Oklahoma, 1995, Penn well Publishing Company)
- [2] Katz & Williams 10-14, Courtesy AAPG, "Retrograde condensation from gas phase by pressure reduction"
- [3] Primary mechanisms oil of recovery [Kats etc. all . . . 1-1, courtesy McGraw-Hill Publishing Co.]
- [4] Esfahan Refinery, Catalytic Reformer Unit
- [5] Energy Information Administration, office oil and gas, January 2006
- [6] Energy Information Administration, *US Curbed Oil, Natural Gas and Natural Gas Liquid Reserves*, 1995 and 2004 Annual Report, Table 9