

## افزایش خوراک و فرآورده‌های پالایشگاه نفت بندرعباس با اجرای تزریق مستقیم میعانات گازی به برج اتمسفریک

هاشم نامور<sup>۱</sup>، غلامحسین رمضانپور<sup>۲</sup>، عبدالوهاب آرامش<sup>۳</sup>، امیر محمد نصرآبادی<sup>۴</sup>، محسن پیرزاده<sup>۵\*</sup>

۱- مدیرعامل شرکت پالایش نفت بندرعباس

۲- مدیر عملیات شرکت پالایش نفت بندرعباس

۳- رئیس اداره بهره برداری شرکت پالایش نفت بندرعباس

۴- رئیس اداره مهندسی پالایش شرکت پالایش نفت بندرعباس

۵- کارشناس ارشد مهندسی پالایش واحدهای تقطیر و کاهش گرانروی

دریافت: ۹۱/۰۷/۰۲ پذیرش: ۹۱/۰۹/۰۵

### چکیده

امروزه با وجود نرم افزارهای شبیه ساز تخصصی فرایندهای پالایشگاهی مانند پتروسیم، انجام شبیه سازی دقیق و سریع واحدهای عملیاتی از جمله واحدهای تقطیر برای انجام تغییرات، بهینه سازی و افزایش ظرفیت آنها امکان پذیر شده است. در این تحقیق واحد تقطیر پالایشگاه بندرعباس با نرم افزار Petro-SIM 4 شبیه سازی شده و با استفاده از نتایج آن موارد مورد نیاز جهت امکان سنجی طرح افزایش خوراک و فرآورده‌های پالایشگاه نفت بندرعباس با اجرای تزریق مستقیم میعانات گازی شیرین به برج اتمسفریک واحدهای تقطیر مورد ارزیابی قرار گرفته است. در نهایت بهینه ترین حالت جهت تزریق مستقیم میعانات گازی به برج اتمسفریک بدست آمد. همچنین به کمک شبیه سازی شرایط داخلی برج و قسمت های دیگر واحد تقطیر پس از تزریق میعانات از قبیل پدیده طغیان، شیب دمایی در طول برج، میزان جریانات برگشتی به برج، مشخصات محصولات خروجی و ظرفیت تلمبه ها و پنکه های هوایی و سایر تجهیزات، شخص گردید. در نهایت مورد تست میدانی در واحد تقطیر پالایشگاه بندرعباس قرار گرفته و در حال حاضر نیز ادامه دارد. که از دستاوردهای مهم می توان به افزایش توان پالایش نفت خام و میعانات گازی و افزایش تولید محصولات استراتژیکی مانند بنزین و گازوئیل اشاره کرد.

**واژگان کلیدی:** شبیه ساز پتروسیم، میعانات گازی، برج اتمسفریک و افزایش ظرفیت پالایشگاه

### مقدمه

می باشد. شرکت پالایش نفت بندرعباس به عنوان سومین پالایشگاه نفت کشور از نظر ظرفیت پالایشی، یکی از مراکز مهم تولیدکننده سوخت، انرژی و فرآورده های نفتی مورد نیاز کشور به شمار می رود. در سالهای اخیر، با رویکرد استفاده از دانش و توانمندی بومی در جهت اجرای پروژه های افزایش بهره وری

امروزه انرژی به یکی از مؤلفه های اصلی تولید در واحدهای صنعتی، پالایشگاهها و دیگر بخشهای اقتصادی تبدیل شده است. در سالهای اخیر نیز به دلیل روند فزاینده صنعتی شدن و شهرنشینی فاصله بین عرضه و تقاضای انرژی رو به افزایش

\* Mohsenpirzadeh59@gmail.com

تزریق می‌گردد. میزان میعانات گازی خوراک واحد تقطیر طبق طراحی برابر با ۱۳۰۰۰ بشکه در روز بوده که با توجه به دریافت نفت خام هنگام، میزان تزریق آن از مسیر طراحی به کمتر از این میزان کاهش یافته است. با توجه به وجود ظرفیت خالی برای مبدل پیش گرمکن میعانات و نیز برج اتمسفریک، پیشنهاد گردید با افزودن میزان میعانات گازی ورودی، این ظرفیت خالی جبران گردد. بر اساس بررسی اولیه پیشنهاد شد یک انشعاب از مسیر میعانات خروجی مبدل، گرفته شده و به دو شاخه تقسیم گردد و به یکی یا هر دو مسیر سرد و گرم جریان برگشتی نفت‌گاز به برج اتمسفریک تزریق شود تا امکان کنترل دمایی و مشخصات محصول نفت‌گاز فراهم گردد. با توجه به اهمیت موضوع و زمان بر بودن تعبیه یک مسیر جداگانه برای انجام این طرح، استفاده از مسیرهای بدون استفاده موجود در واحد تقطیر، مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت مسیر باقیمانده برج اتمسفریک از واحد تقطیر شماره دو (Atm.Residue) به سمت واحد تقطیر شماره یک مورد استفاده قرار گرفت. طرح اولیه پیشنهادی که مورد آزمایش قرار گرفت، در شکل شماره یک نشان داده شده است.

### شبیه‌سازی واحد تقطیر شماره دو پالایشگاه نفت

#### بندرعباس با نرم‌افزار پتروسیم

برای بررسی امکان‌سنجی انجام پروژه تزریق مستقیم میعانات گازی شیرین به برج اتمسفریک واحد تقطیر شماره دو شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزار Petro-SIM 4 صورت گرفت. در شکل شماره دو شمای کل واحد تقطیر در نرم‌افزار پتروسیم آورده شده است. به کمک شبیه‌سازی محل صحیح تزریق میعانات به برج از نظر فرایندی و همچنین شرایط داخلی برج پس از تزریق میعانات از قبیل پدیده طغیان، شیب دمایی در طول برج، میزان جریانات برگشتی به برج و مشخصات محصولات خروجی از برج، مشخص گردید. [۴،۵]

محل مناسب تزریق مستقیم میعانات گازی شیرین به برج که در شبیه‌سازی مشخص شده بود از نظر هیدرولیکی و عملیاتی (Operation) نیز بررسی شد که بهترین نقطه جهت تزریق

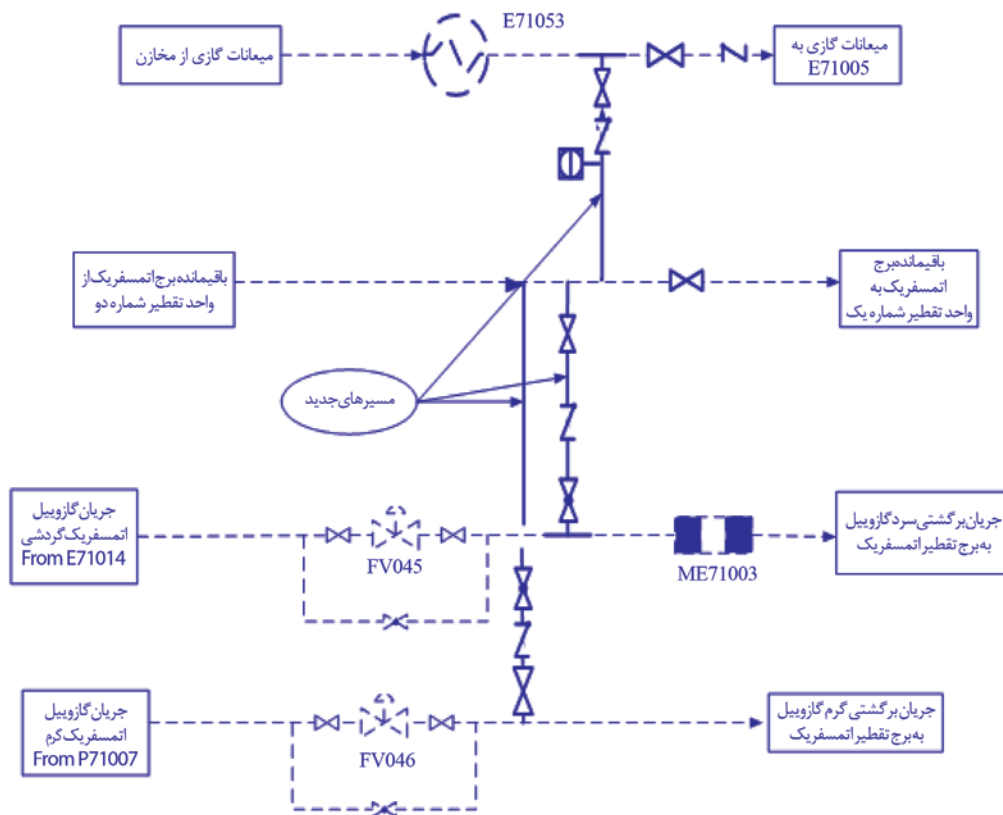
فرآیند پالایش نفت خام و تولید فرآورده و نیز بهینه‌سازی مصرف انرژی، طرح‌های مختلفی در قالب پیشنهادی کارشناسان و متخصصین شرکت به مرحله اجرا در آمده که علاوه بر تحقق اهداف اقتصادی پیش‌بینی شده، کسب تجربیات جدید در این عرصه و افزایش خود باوری در کارکنان را به دنبال داشته است. مقاله فوق با موضوع «افزایش خوراک و فرآورده‌های پالایشگاه بندرعباس بوسیله تزریق مستقیم میعانات گازی شیرین به برج اتمسفریک واحد تقطیر» که پیشنهاد، شبیه‌سازی و اجرای آن توسط کارکنان و مهندسان باتجربه و سخت‌کوش این پالایشگاه صورت گرفته، نمونه‌ای از این تلاش سازنده می‌باشد. در طول اجرای این طرح علاوه بر افزایش تولید بنزین دستاوردهای ارزشمند دیگری نیز حاصل شد که در بخش نتایج به آنها اشاره می‌شود.

### خوراک واحدهای تقطیر پالایشگاه نفت بندرعباس

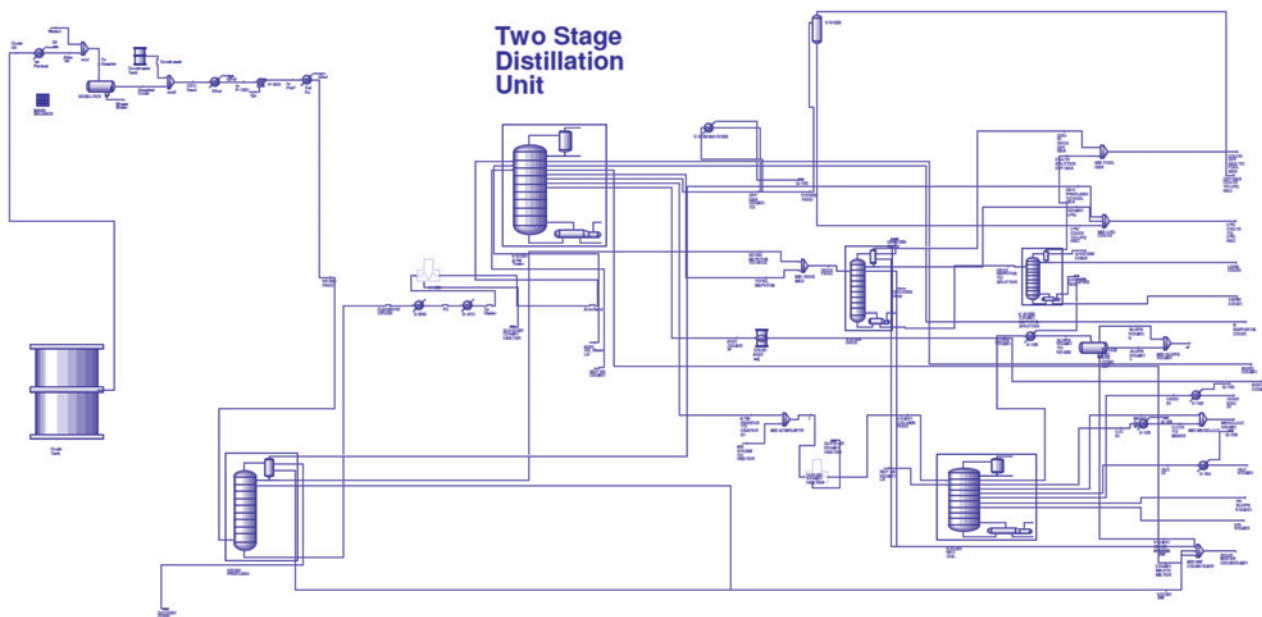
پالایشگاه بندرعباس با ظرفیت ۳۲۰ هزار بشکه در روز، دارای دو واحد تقطیر نفت خام با ظرفیت هر کدام ۱۶۰ هزار بشکه در روز می‌باشد. خوراک طراحی این پالایشگاه، نفت خام سنگین ایران است که با استفاده از کشتی‌های نفتکش انتقال می‌یابد [۳] و خوراک دیگر آن میعانات گازی شیرین سرخون می‌باشد که در سالهای اخیر استفاده از نفت خام‌های دیگر از جمله سروش و نوروز، فروزان، سبک ایران و میعانات گازی مارون خامی، پارسیان و میعانات ترش میدان پارس جنوبی (عسلویه) به عنوان خوراک این پالایشگاه نیز بنا به ضرورت در دستور کار قرار گرفته است. با توجه به موقعیت راهبردی و حساس میدان نفتی هنگام، در حال حاضر نفت خام این میدان نفتی نیز به عنوان درصدی از خوراک پالایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### طرح اولیه

طبق طراحی واحد، میعانات گازی از مسیر اصلی وارد واحد تقطیر و پس از پیش گرم شدن توسط یکی از مبدلهای موجود در واحد تقطیر (E71053A/B) با دمای حدود  $130^{\circ}\text{C}$  و فشار در حدود Barg ۱۴ به نفت خام خروجی از ظروف نمک زدا



شکل ۱: طرح اولیه

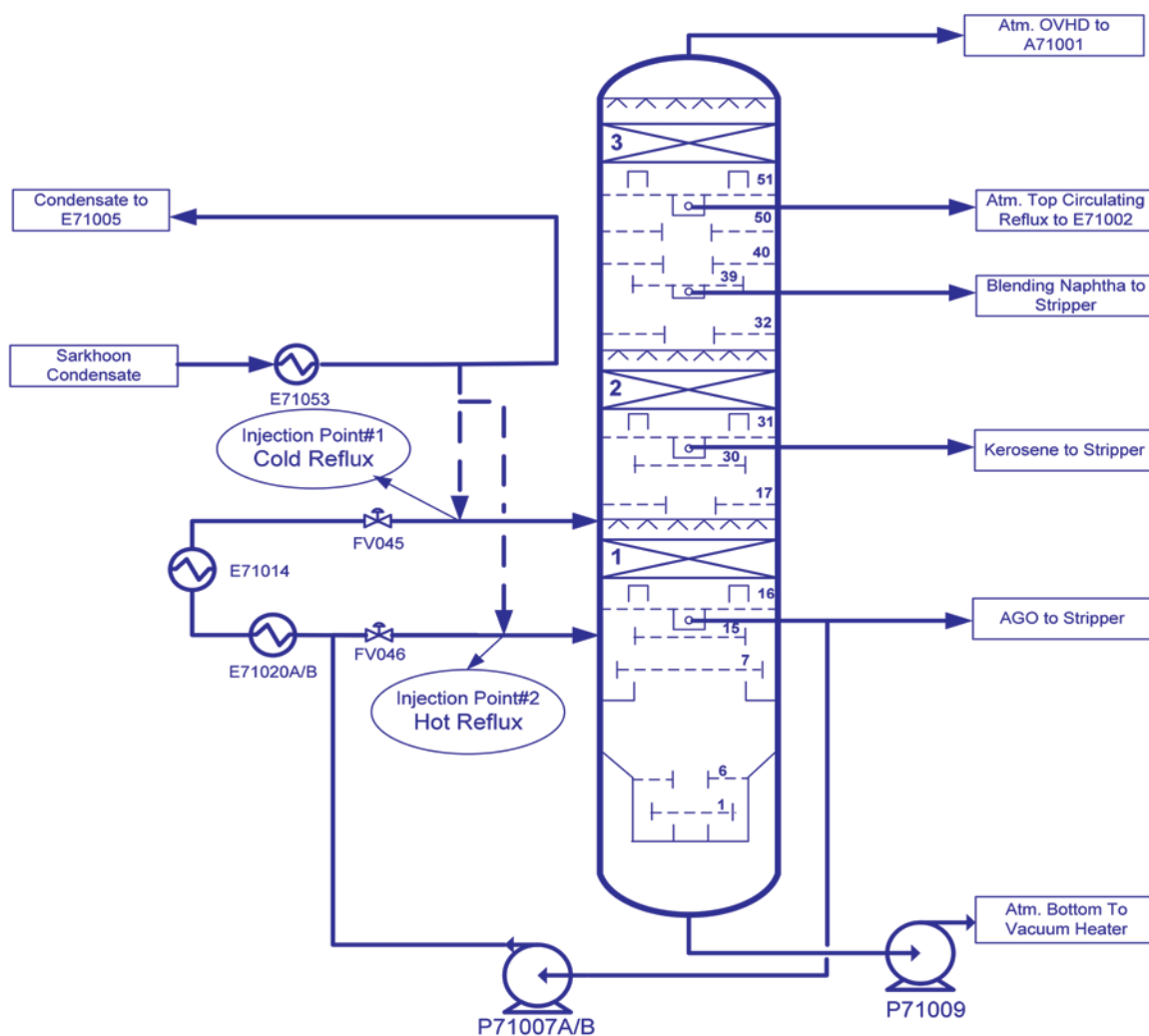


شکل ۲: شمای کلی از شبیه‌سازی واحد تقطیر

### انجام تست میدانی و نتایج آن

پس از شبیه‌سازی، برای اجرای طرح یاد شده نیاز به انجام تغییرات در واحد از قبیل ایجاد مسیرها و نصب سایر تجهیزات و آماده‌سازی آنها در واحد بود که در تعمیرات اساسی گذشته در بهمن و اسفند سال ۹۰ واحد تقطیر شماره دو انجام گرفت و در نهایت پس از برگزاری جلسات متعدد جهت هماهنگی و در نظر گرفتن تمهیدات مورد نیاز از قبیل آب‌گیری کامل میعانات آماده تزریق (وجود آب ریسک‌پذیری بالایی دارد و سبب به هم خوردن شرایط فرآیندی برج و آسیب جدی به تجهیزات داخل آن می‌شود) و شفاف‌بودن آن، آزمون میدانی (Field Test) این

تعیین گردید (نقطه تزریق شماره یک در شکل شماره سه). با توجه به این‌که پالایشگاه بندرعباس میعانات گازی شیرین سرخون و میعانات گازی میدان‌های دیگر کشور را پالایش می‌کند که برخی از آن‌ها مانند میعانات گازی مارون دارای نقطه‌جوش نهایی (FBP) بالای ۴۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشد، و از طرفی شرایط نگهداری در مخازن ذخیره و انتقال میعانات سبب کدر شدن آنها می‌شود، تزریق مستقیم میعانات گازی شیرین به برج در نقطه شماره دو (شکل شماره سه) نیز پیشنهاد گردید. (تزریق به مایع برگشتی گرم کنترل سیستم و تنظیم محصول و برج را بسیار دشوار می‌سازد)



شکل ۳: شمای کلی برج تقطیر اتمسفریک و نقاط تزریق پیشنهادی

۲. کیفیت محصولات قبل و بعد از اجرای طرح پالایشگاه به نتایج آزمایشگاهی ارسالی از اداره آزمایشگاه پالایشگاه بندرعباس که بصورت نمودارهای یک تا چهار آورده شده، دامنه تقطیر محصولات برج اتمسفریک پس از اجرای طرح تغییرات بسیار ناچیزی داشته و در محدوده مجاز بوده و کیفیت آنها مورد قبول می‌باشد. [۱]

به منظور استمرار عملیات تزریق میعانات گازی به برج تقطیر لازم است اقدامات زیر مورد توجه جدی قرار گیرد:

۱. با توجه به افزایش ظرفیت پالایشگاه ناشی از اجرای طرح فوق، میعانات گازی شیرین از سایر میداین کشور به صورت مستمر دریافت و پالایش شود..

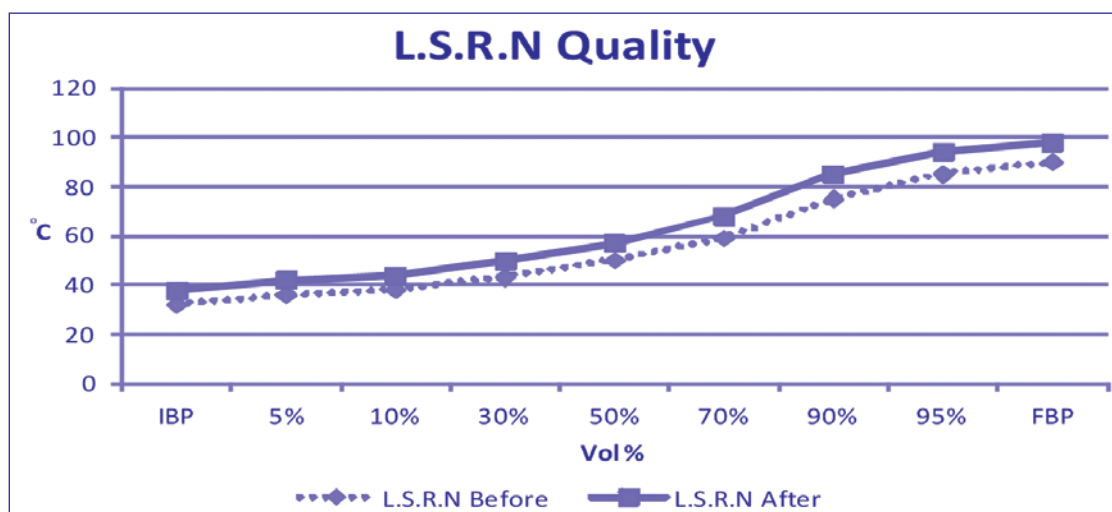
طرح در تاریخ ۱۳۹۱/۰۱/۲۱ آغاز گردید و شرایط عملیاتی و فرآیندی واحدهای تقطیر با نظارت کارشناسان مهندسی پالایش و کارشناسان بهره‌برداری در بهترین حالت تنظیم گردید تا کیفیت محصولات تولیدی برج اتمسفریک در محدوده مجاز قرار گیرد و هیچ‌یک از تجهیزات نیز در شرایط بحرانی کارکرد قرار نگیرند.

### کیفیت و کمیت محصولات قبل و بعد از اجرای طرح

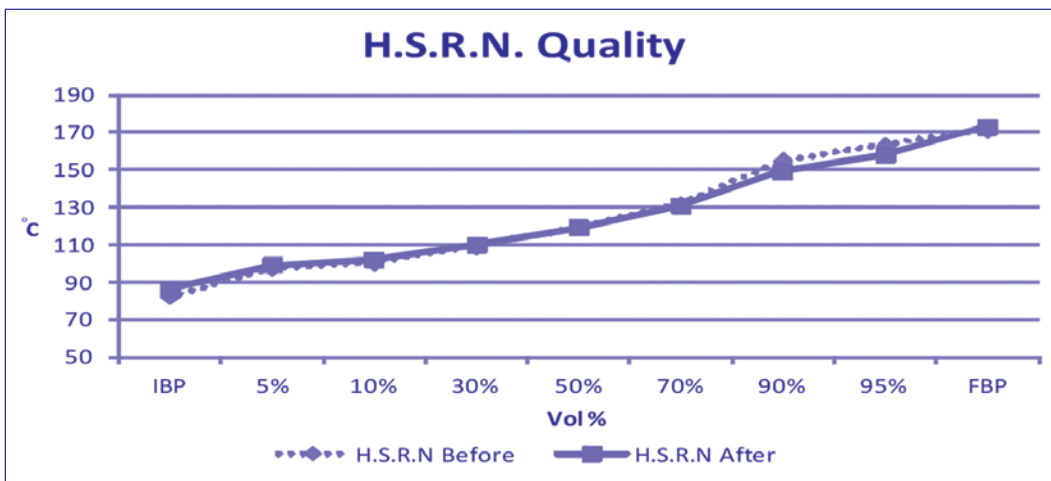
۱. افزایش محصولات با ارزش در برج اتمسفریک طبق جدول موازنه مواد که اطلاعات آن از سیستم DCS اتاق کنترل شماره دو پالایشگاه بندرعباس گرفته شده است. [۲]

جدول شماره ۱: جدول موازنه مواد

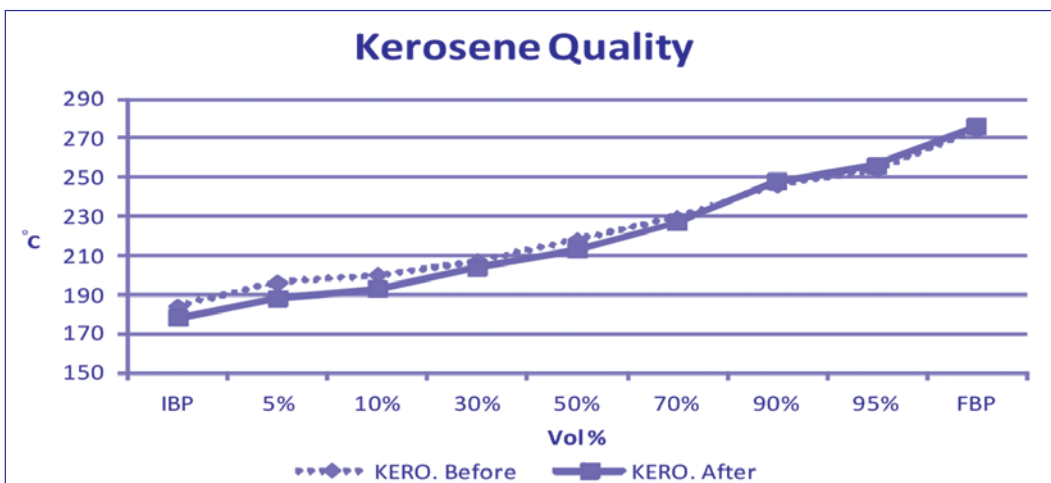
مقایسه میزان محصولات قبل و بعد از اجرای طرح تزریق مستقیم میعانات گازی به برج اتمسفریک		
Atmospheric Tower Products	Before (M <sup>۳</sup> /Hr)	After (M <sup>۳</sup> /Hr)
LPG	۳۷/۶	۳۸
Light Naphtha (L.S.R.N)	۷۵/۸	۸۴/۱
Heavy Naphtha (H.S.R.N)	۱۷۸	۱۹۷/۱
Kerosene	۱۳۳/۶	۱۴۹/۵
Atm. Gasoil	۱۳۷/۲	۱۵۸/۸



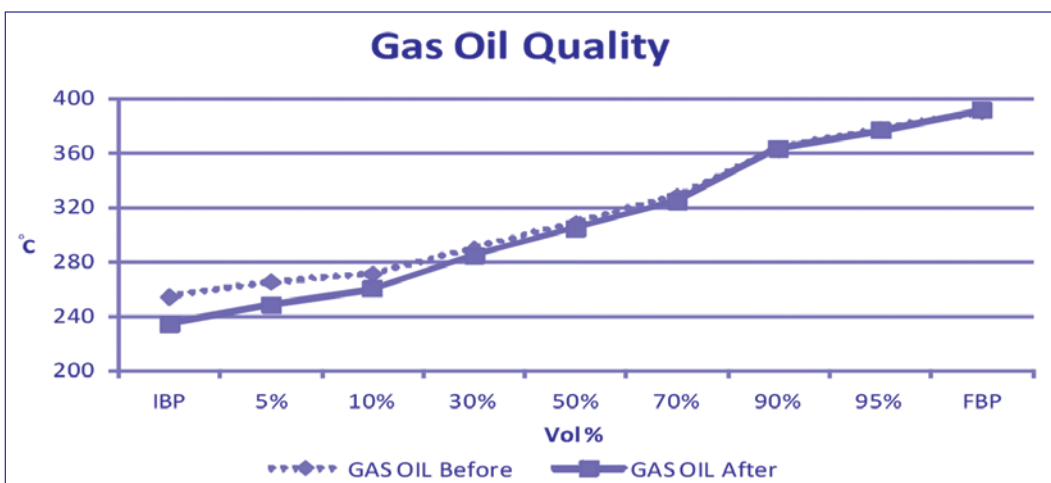
نمودار شماره ۱: کیفیت محصول نفتای سبک قبل و بعد اجرای طرح



نمودار شماره ۲: کیفیت محصول نفتای سنگین قبل و بعد اجرای طرح



نمودار شماره ۳: کیفیت محصول نفت سبک قبل و بعد اجرای طرح



نمودار شماره ۴: کیفیت محصول نفت گاز قبل و بعد اجرای طرح

رسوب، افزایش بازده مبدل‌ها چه از نظر حرارتی و چه از نظر رسوب‌گذاری، و کاهش درصد دوفازی شدن در برخی از مبدل‌ها، و ... اشاره کرد.

۳. امکان در سرویس قرار گرفتن کمپرسور واحد تقطیر که در طرح افزایش ظرفیت پالایشگاه در سال ۱۳۸۷ بدلیل عدم وجود خوراک گاز ورودی بصورت متوقف در حالت عادی بدون جریان (NNF) در نظر گرفته شده بود. که پس از در سرویس قرار گرفتن، گازهای بالاسری برجهای تقطیر در جو و Preflash رابه فرآوردهای گازمایع به میزان ۴ متر مکعب در ساعت سوخت گاز به میزان ۱۰۰۰ نرمال مترمکعب در ساعت تبدیل می‌کند.

۴. کاهش سرعت خوردگی در بخش بالای برج اتمسفریک ناشی از کاهش جزء مولی آب

۵. توقف یکی از پمپ‌های تزریق نفت خام به واحدهای تقطیر با مصرف برق حدود ۱MW

۶. تهیه خوراک مناسب و کافی برای طرح افزایش ظرفیت بنزین سازی.

۷. کاهش میزان آلاینده‌های هوا در اثر کاهش میزان گازهای ارسالی به مشعل پالایشگاه

۸. کاهش مصرف بخار در سیستم مشعل پالایشگاه

۹. افزایش بهره‌وری و صرفه جویی در مصرف انرژی.

۱۰. تقویت روحیه خود باوری و اعتماد بنفس و همچنین ایجاد انگیزه و تمایل نزد پرسنل پالایشگاه در جهت انجام فعالیتهای گروهی.

### سود و صرفه جویی

بر مبنای محاسبات کارشناسان و با اجرای فاز دوم این طرح در واحد تقطیر شماره یک که در مجموع خوراک واحدهای تقطیر به میزان ۲۰ هزار بشکه در روز افزایش می‌یابد، علاوه بر صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای جهت سرمایه‌گذاری اولیه فرآورش ۲۰ هزار بشکه در روز میعانات‌گازی، نزدیک به ۱۶۵ میلیون دلار در سال برای پالایشگاه بندرعباس سودآوری به همراه دارد.

۲. در صورت امکان دریافت میعانات گازی سرخون توسط پالایشگاه بندرعباس افزایش یابد.

۳. میعانات گازی پارس جنوبی تا حد امکان با مرکاپتان کمتر از ۱۰۰ ppm دریافت شود.

۴. با توجه به عدم وجود سیستم و روش کاملاً مطمئن برای تشخیص و جلوگیری از ورود آب به برج، جهت ادامه انجام تست میدانی و در سرویس بودن مداوم آن، لازم است از یک ظرف آب‌گیر و یا سیستم هشداردهنده وجود آب جهت Shut Down سیستم استفاده کرد.

### محدودیت‌ها

جهت افزایش دریافت خوراک بیشتر از ۱۰۰۰۰ بشکه فعلی در حال حاضر محدودیت‌هایی به شرح زیر وجود دارد.

۱. با توجه به افزایش محصولات بالاسری برج اتمسفریک

پمپ‌های این قسمت که محصولات بالاسری را به سمت بخش بوتان‌زدا و تثبیت نفتا ارسال می‌نمایند و نیز پمپ‌های بخش بوتان‌زدا در حداکثر ظرفیت خود کار می‌کنند و برای افزایش خوراک باید پمپ‌های جدید با ظرفیت بالاتر در نظر گرفته شوند.

۲. با توجه به افزایش محصولات بالاسری برج اتمسفریک بار

حرارتی پنکه‌های هوایی این بخش افزایش یافته که برای افزایش خوراک، کولرهای آبی یا پنکه‌های هوایی بیشتری مورد نیاز می‌باشد.

### دستاوردهای حاصل از اجرای طرح

۱. افزایش میزان خوراک (۲۰ هزار بشکه در روز معادل هفت درصد افزایش ظرفیت پالایشگاه) و تولید فرآورده‌های با ارزشی مانند گاز مایع، بنزین، نفت سفید و نفت گاز در پالایشگاه بندرعباس

۲. کاهش مشکلات مبدل‌های پیش‌گرمکن نفت خام که از جمله می‌توان به پایین آمدن فشار خروجی ظروف نمک زدا، کاهش افت فشار کل مبدل‌ها به دلیل کاهش مواد سبک در جریان و پایداری بیشتر جریان نسبت به تشکیل

## نتیجه گیری

۱. براساس مطالعات و آزمایش میدانی صورت پذیرفته ضمن حداکثر بهره‌گیری از امکانات، پتانسیل‌ها، دستگاهها و تجهیزات موجود در واحدهای تقطیر و بدون انجام هزینه و سرمایه گذاری صرفا با تغییر پارامترهای عملیاتی و فرآیندی و همچنین تشخیص دقیق و صحیح در تعیین محل تزریق میعان‌ات گازی به روی بستر اول برج تقطیر در جو، افزایش ظرفیت پالایشی به میزان ۲۰ هزار بشکه در روز برای دو واحد تقطیر حاصل گردید.
۲. بمنظور بهره‌گیری از ظرفیت خالی برج تقطیر اتمسفریک واحدهای تقطیر پالایشگاه بندرعباس استفاده از میعان‌ات شیرین و شفاف بهترین راه حل می‌باشد و تنها مشکل

اصلی در افزایش تزریق مستقیم بیشتر از ۱۰۰۰۰ هزار بشکه در روز برای هر واحد تقطیر محدود بودن ظرفیت بعضی از پمپ‌های و پنکه‌های هوایی واحدهای تقطیر می‌باشد. که می‌توان با افزودن پمپ‌ها و پنکه‌های هوایی جدید و رفع این مشکل ظرفیت هر واحد تقطیر را تا ۱۵۰۰۰ بشکه در روز افزایش داد.

## تشکر و قدردانی

در پایان از کلیه همکاران محترم که با وجود مشکلات فراوان، مقدمات ارسال مستقیم میعان‌ات گازی به برج تقطیر در جو واحدهای تقطیر را فراهم نموده و در تهیه این مقاله همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

۱. داده‌های آزمایشگاه شرکت پالایش نفت بندرعباس.
۲. داده‌های دریافتی از سیستم DCS شرکت پالایش نفت بندرعباس.
۳. کتابچه‌های راهنمای واحدهای تقطیر شرکت پالایش نفت بندرعباس.
۴. کتابچه نرم افزار پتروسیم، شرکت KBC انگلیس، ۱۳۹۱.
۵. مهدی گوهررخی، مرتضی ترابی و فواد گلعداری، مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی و بهینه‌سازی فرآیندهای پالایشگاهی، انتشارات شرکت دانشگران صنعت پژوه، ۱۳۸۹.