



## طرح اختلاط نفت خام‌های سروش و نوروز با دیگر نفت خام‌های تولیدی کشور

علیرضا کمیزی<sup>۱</sup>، مهدی شیربرانگار<sup>۲</sup>، شهرام حاجیلو<sup>۳</sup> ■ مدیریت نظارت بر تولید نفت و گاز، شرکت ملی نفت ایران

### مقدمه

گسترده‌گی میادین نفتی و لایه‌های تولیدی در سطح شرکت ملی نفت ایران، منجر به تولید انواع مختلف نفت خام با کیفیت‌های گوناگون می‌شود. از طرفی دیگر، شرایط عملیاتی و حاکم بر بازار فروش نفت خام که نیازمند معرفی تعداد محدودی نفت خام با کیفیت‌های مشخص و تعریف شده‌ای است، ایجاب می‌نماید که به‌منظور دستیابی به این نوع نفت خام‌ها، اختلاط<sup>۴</sup> نفت خام‌های مختلف تولیدی کشور، با در نظر گرفتن سایر شرایط خاص عملیاتی، یکی از عملیات معمول شرکت ملی نفت ایران باشد.

به دنبال تولید از میادین توسعه یافته نفت بسیار سنگین و هم‌زمان، افزایش قیمت نفت خام‌ها در بازار جهانی و به‌دنبال آن، افزایش تأثیر کیفیت در فروش و قیمت‌گذاری نفت خام‌ها، تقاضای نفت خام‌های سنگینی نظیر سروش و نوروز به‌دلایل بالا بودن گوگرد، ترکیبات سنگین و مشکلات فرآوری در تولید اولیه و همچنین عدم اطمینان پالایشگران از نتایج فرآوری آن‌ها، با مشکلاتی روبه‌رو شده است. بدین منظور، برای رفع مشکل یاد شده و ایجاد امکان بازاریابی و فروش نفت خام‌های با کیفیت ذاتی و نسبی پایین سروش

و نوروز، پس از بررسی راه‌کارهای مختلف، طرح اختلاط این نفت خام‌ها با میعانات گازی پارس جنوبی و در مرحله اولیه، فرآورش آن در پالایشگاه بندر عباس مورد تأیید مدیران ارشد وزارت نفت قرار گرفت. این طرح به سبب درگیر کردن ۹ مدیریت و شرکت زیر مجموعه وزارت نفت، یکی از تجارب موفق در حل مسایل و مشکلات مرتبط با صنعت نفت در زمینه همکاری سایر شرکت‌ها و مدیریت‌های زیر مجموعه وزارت نفت می‌باشد.

### کیفیت نفت خام‌های سروش و نوروز

نفت خام سروش دارای درجه API حدود ۱۹ بوده و در رده نفت خام‌های بسیار سنگین قرار دارد. همچنین این نفت خام دارای ۳/۶ درصد وزنی گوگرد می‌باشد. این دو شاخص مهم، فروش این نفت خام را در یک بازه زمانی کوتاه با محدودیت‌هایی روبه‌رو نمود. نفت خام نوروز نیز دارای درجه API حدود ۲۰ بوده و همانند نفت خام سروش در رده نفت خام‌های بسیار سنگین می‌باشد. این نفت خام نیز دارای ۳/۸ درصد وزنی گوگرد است. به علاوه این نفت خام دارای اسیدیته برابر ۱/۱۷ mgKOH/g می‌باشد که آن را در زمره نفت خام‌های اسیدی قرار می‌دهد. برای نفت خام نوروز نیز نامناسب بودن سه شاخص کیفی یاد شده، باعث گردید که این

نفت خام از سوی بازار با اقبال خوبی روبه‌رو نشود. از طرفی با شروع تولید از میادین سروش و نوروز از سال ۱۳۸۲ و به علت در سرویس نبودن سیستم‌های نمک‌زدایی در زمان تولید زودهنگام<sup>۵</sup> مقاومت امولسیون‌های آب همراه نفت خام، میزان نمک نفت خام سروش در حد بالایی بود؛ به گونه‌ای که در فرآورش و همچنین معرفی این نفت خام به بازار، مشکلات کم سابقه‌ای را ایجاد نمود.

### کیفیت میعانات گازی تولیدی پارس جنوبی

این میعانات دارای درجه API حدود ۶۰ بوده و درصد وزنی گوگرد آن نیز ۰/۲۱ است. میزان اسیدیته این میعانات نیز بسیار پایین می‌باشد؛ به گونه‌ای که مقدار آن همواره کمتر از ۰/۵۰ mgKOH/g است. از طرف دیگر میزان نمک نیز در این میعانات در حد جزئی است. علت انتخاب این میعانات برای اختلاط، مناسب بودن سه شاخص اصلی یاد شده (درجه API، گوگرد کل و اسیدیته) و همچنین مشخصه‌های برش‌های این میعانات برای اختلاط با نفت خام‌های سروش و نوروز می‌باشد؛ چرا که این شاخص‌ها در نفت خام‌های یاد شده برای معرفی به بازار یا فرآورش در پالایشگاه‌های داخل کشور، در حد مطلوبی نیست.

### کیفیت نفت خام سنگین صادراتی ایران

این نفت خام که خوراک پالایشگاه بندرعباس نیز می‌باشد، دارای درجه API حدود ۳۰ بوده و درصد وزنی گوگرد آن نیز ۱/۹۵ است. در ضمن میزان اسیدیته آن در حدود ۰/۱۶ mgKOH/g می‌باشد. سایر مشخصات این نفت خام در جدول ۳ آمده است.

### مطالعات انجام شده پیش از شروع عملیات اختلاط

همان‌گونه که گفته شد، این طرح به سبب گسترده‌بودن در سطح مدیریت‌ها و شرکت‌های زیر مجموعه وزارت نفت، پیش از انجام عملیات، نیازمند بررسی و مطالعات دقیق بود. بنابراین در ابتدا توسط نرم‌افزار شبیه‌ساز HYSIS، محاسبات مربوط به یافتن گزینه بهتر از میان گزینه‌های مختلف اختلاط انجام شد. در جدول ۱، میزان درصدهای اختلاط آرایه شده است. همچنین جداول مشخصات عمومی کیفیت و درصد برش‌های حاصل از فرآورش این نفت خام و

<sup>1</sup> kamizi@nioc.ir

<sup>2</sup> shiribaranghar@nioc.ir

<sup>3</sup> Shahramhajiloo77@yahoo.com

<sup>4</sup> Blending

<sup>5</sup> Early production



۲ | تطبیق TBP نفت‌خام مخلوط و نفت‌خام سنگین صادراتی ایران  
(بر حسب درصد تجمعی وزنی)

نفت‌خام سنگین	نفت‌خام مخلوط	دمای جوش (درجه سانتیگراد)
۰/۹۵	۱/۴	۱۵ - TBP <sup>۱</sup>
۳/۲۲	۵/۰۳	۱۵ - ۶۵
۵/۵	۹/۷	۶۵ - ۱۰۰
۷/۱	۱۳/۲۹	۱۰۰ - ۱۲۵
۹/۲۲	۱۷/۴	۱۲۵ - ۱۵۰
۱۱/۹	۲۱/۳۴	۱۵۰ - ۱۷۵
۱۴/۴	۲۵/۰۴	۱۷۵ - ۲۰۰
۱۷/۳	۲۸/۶۳	۲۰۰ - ۲۲۵
۲۰/۰	۳۲/۴	۲۲۵ - ۲۵۰
۲۲/۵	۳۶/۲۱	۲۵۰ - ۲۷۵
۲۵/۸	۳۹/۶۱	۲۷۵ - ۳۰۰
۲۸	۴۲/۲	۳۰۰ - ۳۲۵
۳۱/۷	۴۷/۲۷	۳۲۵ - ۳۵۰
۳۵/۹	۵۱/۳۸	۳۵۰ - ۳۸۵
۴۰/۷	۵۵/۲۲	۳۸۵ - ۴۲۵
۴۵/۴	۵۹/۳۲	۴۲۵ - ۴۵۰
۴۸/۹	۶۳/۶۱	۴۵۰ - ۴۷۵
۵۲/۵	۶۶/۸	۴۷۵ - ۵۰۰
۵۷/۰	۷۰/۲۸	۵۰۰ - ۵۳۰
۶۱/۶	۷۴/۹۱	۵۳۰ - ۵۶۵
۱۰۰	۱۰۰	۵۶۵ <sup>۲</sup>

صادراتی، به ترتیب به میزان ۱۱۷۰۸۷، ۱۱۲۷۸۲ و ۳۰۲۹۲۰ بشکه و در کل نفت‌خام مخلوط به میزان ۶۴۹۸۵۴ بشکه به پالایشگاه بندرعباس ارسال گردید. ولی متأسفانه به دلیل عدم رعایت ترتیب بارگیری و هم‌چنین عدم تخلیه تمامی محموله در مخازن پالایشگاه، اختلاط نفت‌خام‌ها به درستی صورت نگرفته بود و فرآورش این نفت‌خام در پالایشگاه با مشکل روبه‌رو گردید.

دومین محموله که شامل نفت‌خام‌های سروش، نوروز، میعانات گازی و سنگین صادراتی به ترتیب به میزان ۷۹۱۶۴، ۷۹۴۳۹، ۷۶۲۱۱ و ۲۰۳۶۹۲ بشکه و در کل نفت‌خام مخلوط به میزان ۴۳۸۵۰۶ بشکه بود، در تاریخ ۸۵/۱/۲۴ توسط نفتکش تبریز به پالایشگاه بندرعباس ارسال گردید. فرآورش این نفت‌خام در پالایشگاه بندرعباس با موفقیت به پایان رسید.

فرآورده‌های نفتی و موافقت شرکت یاد شده برای دریافت این نفت‌خام به‌عنوان خوراک پالایشگاه بندرعباس، هماهنگی با شرکت نفت و گاز پارس و امور بین‌الملل شرکت ملی نفت ایران برای برداشت میعانات گازی پارس جنوبی و هم‌چنین هماهنگی با شرکت پایانه‌های نفتی ایران و شرکت نفت فلات قاره به‌منظور برداشت نفت‌خام‌های سنگین صادراتی و نفت‌خام‌های سروش و نوروز اشاره کرد.

#### ◆ شروع عملیات اختلاط

پس از انجام مطالعات و مقدمات لازم، در تاریخ ۸۴/۱۲/۱۰ نفتکش ایران - آبدان در ابتدا نفت‌خام‌های سروش و نوروز را از طریق عملیات STS<sup>۱</sup> و نفتکش‌های حاضر در لنگرگاه خارک دریافت نمود. در مرحله بعد این نفتکش، نفت‌خام سنگین صادراتی را از اسکله تجزیه خارک بارگیری کرد و در نهایت با عزمیت آن به بندر عسلویه، بارگیری میعانات گازی از SBM<sup>۱</sup> عسلویه با موفقیت انجام شد و نفت‌خام مخلوط شامل نفت‌خام‌های سروش، نوروز، میعانات گازی و سنگین

فرآورده‌های سبک از جمله بنزین بیش‌تر در پالایشگاه گردد. شاخص بعدی، میزان گوگرد کل نفت‌خام مخلوط است که ۲/۲ درصد وزنی در مقابل ۱/۹ درصد نفت‌خام سنگین صادراتی است. این امر نشان می‌دهد که میزان گوگرد، ۰/۳ درصد وزنی افزایش داشته است که البته اختلاف چشمگیری محسوب نمی‌شود. شاخص مهم دیگر، میزان اسیدیته نفت‌خام (TAN)<sup>۲</sup> مخلوط است که ۰/۳۱ در برابر ۰/۱۶ نفت‌خام سنگین صادراتی می‌باشد. این مقدار افزایش در اسیدیته نفت‌خام، مشکلاتی را از نظر خوردگی در تجهیزات پالایشی پالایشگاه بندرعباس ایجاد می‌نماید. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، سایر شاخص‌ها در محدوده نسبتاً بهتری از نفت‌خام خوراک پالایشگاه بندرعباس قرار دارد. از جمله آن‌ها می‌توان به فلزات موجود در نفت‌خام مخلوط اشاره نمود که مقادیر آن کم‌تر از نفت‌خام سنگین صادراتی است.

#### ◆ انجام مقدمات عملیات اختلاط

پس از انجام مطالعات لازم و اطمینان از صحت آن‌ها، مقدمات و هماهنگی‌های متعددی میان شرکت‌های مختلف درگیر انجام شد که از آن جمله می‌توان به هماهنگی با شرکت ملی نفتکش ایران به‌منظور انجام عملیات اختلاط بر روی نفتکش‌های حمل‌کننده خوراک پالایشگاه بندرعباس، ارسال مشخصات پیش‌بینی‌شده نفت‌خام مخلوط به شرکت ملی پالایش و پخش

نمودار TBP نفت‌خام مخلوط، توسط این نرم افزار آماده گردید. سپس به‌منظور اطمینان از صحت نتایج حاصله از نرم افزار، یک نمونه مخلوط واقعی از نفت‌خام سروش و نوروز و میعانات گازی پارس جنوبی و نفت‌خام سنگین صادراتی با ترکیب درصدهای مشخص شده، برای ارزیابی کامل، به پژوهشگاه صنعت نفت ارسال گردید. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان داد که مشخصات نفت‌خام مخلوطی که از نرم‌افزار حاصل شده است با مشخصات نفت‌خام مخلوط واقعی، مطابقت کامل داشته و در صورت انجام درست مراحل عملیات اختلاط، نفت‌خام مورد نظر با مشخصات پیش‌بینی شده که بسیار به مشخصات نفت‌خام سنگین صادراتی ایران (خوراک معمول پالایشگاه بندرعباس) نزدیک است، حاصل خواهد شد. در جدول‌های ۲ و ۳ و شکل ۱، مشخصات عمومی کیفیت و درصد برش‌های حاصل از فرآورش و هم‌چنین نمودار TBP نفت‌خام مخلوط و نفت‌خام سنگین صادراتی (برای مقایسه) ارائه شده است. شایان ذکر است که اعداد و ارقام یاد شده، مربوط به شاخص‌های کیفی نفت‌خام مخلوط بر اساس فرمول‌های میانگین وزنی بوده و در پاراهای موارد که شاخص کیفی رفتار خطی ندارد، از فرمول‌های ویژه ارائه شده در منابع انتهای متن استفاده گردیده است [۱، ۲، ۳]. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، درجه API نفت‌خام مخلوط کمی بالاتر از نفت‌خام خوراک معمول پالایشگاه بندرعباس است. این امر می‌تواند منجر به تولید

۳ | مشخصات نفت‌خام‌های منتخب برای اختلاط به‌صورت مجزا و مخلوط

نوع نفت‌خام	نوروز	سروش	میعانات	سنگین خام	نفت‌خام مخلوط
وزن مخصوص در ۶۰°F	۰/۹۲۹۷	۰/۹۳۷۱	۰/۷۳۹۷	۰/۸۷۸۹	۰/۸۷۳۸
شاخص API	۲۰/۷	۱۹/۵	۵۹/۸	۲۹/۵	۳۰/۴
درصدهای حجمی و وزنی نفت‌خام در مخلوط	درصد حجمی	۱۸/۰	۱۹/۳	۱۷/۳	۴۶/۷
	درصد وزنی	۱۹/۲	۱۸/۰	۱۴/۶	۴۷/۰
	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

<sup>6</sup> True Boiling Point

<sup>7</sup> Total Acidity Number

<sup>8</sup> Initial Boiling Point

<sup>9</sup> Ship to Ship

<sup>10</sup> Submersible Buoy Marine



فرآورش یک بشکه نفت خام مخلوط در مقایسه با نفت خام سنگین صادراتی نیز برابر ۰/۳۱ دلار شد.

۴- سود کل جایگزینی نفت خام مخلوط با نفت خام سنگین صادراتی خوراک پالایشگاه بندرعباس به ازای هر بشکه، با جمع سودهای حاصله و کاهش هزینه‌های صورت گرفته برابر ۱/۹۶ دلار حاصل گردید.

شایان ذکر است که هزینه‌های اختلاط و هم‌چنین سود ناشی از این عملیات، بستگی زیادی به قیمت نفت خام‌ها و تفاوت قیمت‌های اجزای مخلوط دارد.

#### نتیجه‌گیری

با توجه به این که تاکنون در حدود ۵۰ محموله نفت خام مخلوط با مشخصات یادشده و هم‌چنین چند ده محموله نفت خام مخلوط سایر نفت‌خام‌های تولیدی کشور به پالایشگاه بندرعباس ارسال شده است، به نظر می‌رسد که با برنامه‌ریزی دقیق‌تر موضوع اختلاط، بتوان برای نفت‌خام‌های با کیفیت پایین کشور، بازار مصرف خوبی ایجاد نمود. هم‌چنین می‌توان با ایجاد یک سیستم اختلاط در مخازن جزیره خارگ، نفت‌خام‌های مختلفی با کیفیت‌های گوناگون تهیه کرد تا برای فروش آسان‌تر یا مصرف داخلی این نفت‌خام‌ها در پالایشگاه‌های کشور، انتخاب‌های بیش‌تری وجود داشته باشد.

#### منابع

- [۱] مبنای پالایش نفت - دکتر گیتی ابوالحمد.
- [2] Technical Paper TB006-0512-2, Jiskoot Company.
- [3] Kelly, J.D. and J.L.Mann, "Crude oil blend scheduling optimization", Hydrocarbon Processing Journal, June 2003, pgs 47-53.

<sup>11</sup> Total Sulphure

<sup>12</sup> Light Straight Run Gasoline

#### مشکلات فرآیندی پیش آمده در فرآورش نفت خام مخلوط

فرآورش نفت خام مخلوط برخی مشکلات فرآیندی را به دنبال داشت که عبارتند از:

۱. افزایش میزان ترکیبات گوگردی، به‌ویژه مرکاپتان در LSRG<sup>۱۱</sup> و به‌دنبال آن، خارج از محدوده شدن میزان مرکاپتان در ورودی واحد مراکز پالایشگاه به‌دلیل استفاده از میعانات ترش بارس جنوبی

۲. افزایش میزان خوردگی سیستم‌های فرآورش و انتقال در واحدهای مختلف پالایشگاه به‌دلیل بالا بودن میزان اسیدیته نفت خام نوروژ

۳. افزایش میزان گوگرد مازوت تولیدی پالایشگاه به‌دلیل بالا بودن میزان گوگرد نفت‌خام‌های سروش و نوروژ

۴. افزایش میزان ویسکوزیته نفت کوره تولیدی پالایشگاه به‌دلیل وجود ترکیبات سنگین در نفت‌خام‌های سروش و نوروژ و به‌دنبال آن مصرف بیش‌تر Cutter

#### بررسی سود مالی اجرای طرح

اجرای طرح یاد شده علاوه بر مزایای گفته شده، باعث سودآوری مالی شرکت ملی نفت ایران گردید. در این باره ذکر موارد ذیل، میزان این سودآوری را نشان می‌دهد:

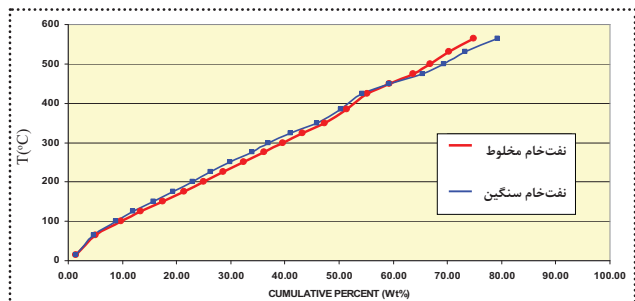
- ۱- هزینه‌های عملیات ارسال نفت خام مخلوط به پالایشگاه بندرعباس در مقایسه با نفت خام سنگین صادراتی به ازای یک بشکه برابر ۰/۲۵ دلار بوده است.
- ۲- با توجه به قیمت‌های نفت خام و میعانات در دوره ارسال نفت خام مخلوط، سود جایگزینی هر بشکه نفت خام مخلوط با نفت خام سنگین صادراتی خوراک پالایشگاه بندرعباس برابر ۱/۹ دلار محاسبه گردید.
- ۳- با توجه به گزارش پالایشگاه بندرعباس، سود پالایشی حاصل از

۱۳ مشخصات عمومی نفت خام مخلوط و نفت خام سنگین صادراتی ایران

نوع نفت خام	API	T.S. <sup>۱۱</sup> (WT%)	H <sub>2</sub> S (ppm)	Nitrogen (ppm)	TAN (MgKOH/gr)	Wax (WT%)	Salt (PTB)	Vanadium (ppm)	Nickel (ppm)
نفت خام مخلوط	۳۰/۲۳	۲/۲	۰/۵	۲۵۲۵	۰/۳۱	۵/۱۶	۹/۸	۷۸	۱۹
نفت خام سنگین	۲۹/۵۴	۱/۹	۱	۳۳۰۰	۰/۱۸	۷/۷۴	۵	۹۰	۲۱

۱۴ مقادیر نفت خام و میعانات گازی ارسالی به پالایشگاه بندرعباس از ابتدای طرح تاکنون (واحد: بشکه)

نفت خام سنگین	نفت خام سروش	نفت خام نوروژ	میعانات گازی	جمع کل
۱۳,۳۵۰,۰۰۰	۸,۲۰۰,۰۰۰	۳,۱۵۰,۰۰۰	۵,۳۰۰,۰۰۰	۳۰,۰۰۰,۰۰۰



۱ نمودار TBP نفت خام مخلوط و سنگین صادراتی ایران

- و نوروژ ذخیره شده در کشتی‌های شناور بر روی دریا
۲. افزایش قدرت چانه‌زنی در بازارهای بین‌المللی نفت خام
۳. افزایش قدرت مانور تولید و به‌دنبال آن، تولید با ظرفیت کامل از میادین یاد شده
۴. جلب اعتماد مشتریان بین‌المللی به نفت‌خام‌های سروش و نوروژ
۵. استفاده از توان پالایشی پالایشگاه داخلی (پالایشگاه بندرعباس)
۶. کاهش هزینه‌های ذخیره‌سازی
۷. افزایش تولید فرآورده‌های سبک پالایشگاه بندرعباس
۸. سودآوری اختلاط به‌علت تفاوت زیاد قیمت نفت‌خام‌های سروش و نوروژ در مقایسه با نفت خام سنگین صادراتی
۹. افزایش سود پالایشی
۱۰. شناخت و اعتماد به توانمندی کارشناسان صنعت نفت

از تاریخ ۸۴/۱۲/۱۰ تاکنون، حدود ۵۰ محموله نفت خام مخلوط که مجموعاً ۳۰ میلیون بشکه نفت خام را شامل می‌شود، با مشخصات و درصد‌های یاد شده به پالایشگاه بندرعباس ارسال گردیده است. میزان نفت خام و میعانات ارسالی به شرح جدول ۴ می‌باشد. شایان ذکر است که در زمان ارسال این ۵۰ محموله به پالایشگاه بندرعباس، گاهی به‌علت تقاضای کم بازار برای نفت خام سروش، درصد‌های یاد شده به‌منظور مصرف این نفت خام، با کمی تغییر روبه‌رو شده است.

#### آثار و نتایج مثبت طرح

اجرای طرح یاد شده، مزایا و منفای را برای شرکت ملی نفت ایران در بر داشته است که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱. کاهش میزان نفت‌خام‌های سروش