

تاثیر تغییر ویسکوزیته خوراک و دمای آلاینده واحد تولیدی فرآورده سنگین نفتی HVO بر میزان انتشار آلاینده CO با رویکرد کاهش مصرف انرژی

باهر شفاپی^{۱*}، غلامرضا نبی بید هندی^۲، عبدالرضا کرباسی^۳، محمد جواد امیری^۴

* - دانشجوی دکتری، پردیس بین المللی کیش، دانشگاه تهران

۲- استاد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

۳- دانشیار، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

۴- استادیار، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

* ایمیل نویسنده مسئول: bahershafae@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۲۱

چکیده

انتشار آلاینده های حاصل از فرآیند های پالایشگاهی همواره مسئله مهمی برای نهادهای حفاظت از محیط زیست بوده است، واحد تولیدی فرآورده های HVO از جمله واحد های آلاینده پالایشگاهی می باشد که غالباً میزان انتشار آلاینده های SO_x، NO_x، THC، CO₂ و CO بالاتر از محدوده استاندارد را داشته است، با بررسی پارامترهای عملیاتی و تعیین میزان اثرگذاری آنها بر آلاینده ها، مشخصه ویسکوزیته خوراک بعنوان یکی از پارامترهای مهم شناسایی و بعنوان معیار ارزیابی تعیین شد. با استفاده از چند خوراک با مشخصه ویسکوزیته متفاوت، کاهش دمای آلاینده، تغییر دمای محفظه احتراق (بعنوان بخش مصرف کننده انرژی) و تنظیم سایر شرایط فرآیندی و تولید محصول در دو طبقه بندی LHVO و HHVO میزان آلاینده CO منتشر شده اندازه گیری شد. میزان آلاینده CO خروجی از فرآیند تولید LHVO به مراتب کمتر از تولید HHVO می باشد و با افزایش ویسکوزیته خوراک و کاهش دمای آلاینده خروجی از راکتور، این میزان کاهش می یابد که بعنوان مثال مقدار آلاینده CO خروجی در شرایط یکسان فرآیندی، با میزان 1280 mg/nm^3 در فرآیند تولید LHVO به میزان 1740 mg/nm^3 در فرآیند HHVO افزایش یافته و همچنین مقدار این آلاینده خروجی در فرآیند تولید HHVO از 1619 mg/nm^3 در وضعیت خروج عادی به 690 mg/nm^3 در وضعیت کاهش دمای آلاینده، کاهش یافته است. نهایتاً مجموعه نتایج بدست آمده مطابق با پارامتر های تعیین شده مقایسه، تحلیل و گزارش شد.

کلمات کلیدی

"انتشار آلاینده CO"، "فرآورده سنگین نفتی HVO"، "ویسکوزیته خوراک"، "دمای آلاینده"، "کاهش مصرف انرژی"

The Effect of Change in Feed Viscosity and Pollutant Temperature of Heavy Viscosity Oil (HVO) Production Unit on CO Emission with reducing energy consumption

Seyed Baher Shafae^{1*}, Gholamreza Nabi Bidhendi², Abdolreza Karbassi³, Mohammadjavad Amiri⁴

1*. PhD candied, Kish International Campus, University of Tehran, Kish Island – Iran

2. Professor, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran – Iran

3. Associate professor, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran – Iran

4. Assistant professor, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran – Iran

*Email Address: bahershafae@ut.ac.ir

Abstract

The emissions of pollutants from refinery processes always were a major issue for environmental protection institutions. The HVO production unit is one of the refineries' pollutant units, which often has a CO, THC, NO_x, SO_x and CO emissions higher than the standard limits. By investigating the operational parameters and determining their effect on pollutants, the viscosity of the feed was determined as one of the important parameters and evaluation measure. The emitted amount of CO pollutant was measured in several feeds with different viscosity characteristics, by decreasing the pollutants temperature, changing combustion chamber temperature (energy consumption) and adjusting other process and production conditions in two product categories: HHVO, LHVO. The amount of CO pollutant emission from LHVO production process is far less than the HHVO production and this amount is reduced by increasing the viscosity of the feed and reducing the outlet pollutant temperature of the reactor. For example the amount of CO emission in same operational condition is 1280 mg/nm^3 for LHVO process but for HHVO process is 1740 mg/nm^3 and the amount of this pollutant is 1619 mg/nm^3 for HHVO process in normal emission process but decrees of pollutants temperature has resulted in decrease of emission to 690 mg/nm^3 . Finally, the results was analyzed and reported in accordance with the specified parameters.

Keywords

"CO pollutant emission", "HVO heavy oil product", "pollutant temperature", "reducing energy consumption"

۲-۱ بررسی اطلاعات آماری

با توجه به اینکه آیتم های مختلفی در شرایط فرآیند تولید تاثیر گذار می باشند، لذا در ابتدا با بررسی اطلاعات آماری موجود در واحد تولید کلیه موارد مرتبط با واکنش و شرایط فرآیندی شناسایی و تحلیل آماری انجام شد. مطابق با آمارهای موجود، داده های ورودی به مدت ۵ سال گذشته در جدول ۱ به شرح آیتم های ذیل ثبت گردید. مجموعه داده های وارد شده حدود ۸۰۰ داده جهت ۱۴ متغیر (۸ متغیر فرآیندی و ۶ متغیر آلایندگی) می باشد. بررسی داده های آماری و تعریف متغیرهای موثر در میزان آلایندگی در مراحل مختلف تولید با درصد وزنی، مجموع ۶ پارامتر، "ویسکوزیته خوراک ورودی به راکتور"، "دمای خوراک ورودی به راکتور"، "دمای هوای ورودی به راکتور"، "نسبت هوای ورودی به راکتور به خوراک ورودی به راکتور"، "زمان ماند راکتور (زمان واکنش)" و "دمای آلایندگی خروجی از محفظه احتراق" بعنوان پارامترهای تاثیرگذار در میزان آلایندگی شناسایی شدند. این عوامل تاثیر بسزایی در کیفیت محصول تولیدی و همچنین میزان ترکیب درصد گازهای حاصل از واکنش را دارند و در این میان گازهای مختلفی اعم از SO_x، NO_x، CO₂ و CO تولید و طی عبور از مسیر به محفظه احتراق هدایت شده و پس از سوخت کامل توسط لوله دودکش به محیط منتشر می شوند.

۲-۲ تعیین آیتم تاثیر گذار و نوع آلایندگی مرجع

جهت ارزیابی درصد وزنی اثرگذاری پارامترهای تاثیرگذار و تعیین ضریب همبستگی (Correlation Coefficient) داده ها از روش آنالیز حساسیت با تعیین جهت تعیین آیتم هایی با تاثیرگذاری بیشتر بر میزان آلایندگی و همچنین تاثیر پذیری بیشتر هر آلایندگی از هر پارامتر انجام پذیرفت. با توجه به اینکه آیتم ویسکوزیته خوراک ورودی بعنوان یکی از تاثیرگذارترین عوامل در میزان انتشار آلایندگی شناخته شد و همچنین امکان اعمال تغییرات در این مشخصه در شبیه سازی شرایط فرآیندی امکانپذیر می باشد این مشخصه بعنوان آیتم تاثیرگذار مرجع انتخاب گردید. با بررسی الزامات و قوانین زیست محیطی در میزان مجاز انتشار آلایندگی های پالایشگاهی (محدوده مجاز انتشار هر آلایندگی) و با توجه به اینکه در تولید فرآورده سنگین نفتی HVO^۱، انواع آلایندگی هیدروکربنی بسیار حائز اهمیت می باشد لذا آلایندگی CO بعنوان آلایندگی مرجع انتخاب گردید.

پالایش نفت خام جهت تولید انواع فرآورده های نفتی به منظور کاربردهای متنوع آنها و همچنین افزایش ارزش افزوده محصول، با پیشرفت تکنولوژی های روز همراه بوده و بکار گیری تجهیزات مدرن تولیدی و بهره گیری روش های جدید در فرآیند های تولید موجب گردید است که بازدهی تجهیزات افزایش و نهایتاً کیفیت محصولات تولیدی بهبود یابد. با توجه به اینکه پالایشگاه ها مانند بسیار از صنایع دیگر جز دسته صنایع آلایندگی بشمار می آیند، مقررات جدید زیست محیطی و الزامات سختگیرانه میزان انتشار آلایندگی های حاصل از واکنش های شیمیایی همواره جز لاینفک پروژه ها و صنایع پالایشگاهی بوده است. با افزایش الزامات زیست محیطی به مرور زمان محدوده استاندارد میزان انتشار آلایندگی ها محدودتر و ارزیابی تیم های صنایع پالایشگاهی با افزایش الزامات زیست محیطی به مرور زمان دقیق تر از گذشته شده است [۱]. در فرآیند پالایش نفت خام علاوه بر انجام جداسازی های فیزیکی برش های مختلف نفتی، بخش عمده ای از تولید مشتقات نفتی بر اساس شکل گیری یک فرآیند شیمیایی همراه می باشد که در همه این واکنش های شیمیایی بسته به نوع و میزان محصول تولیدی میزان قابل توجهی گازهای حاصل از واکنش تولید می شود [۲] که در مراحل مختلف با استفاده از تکنولوژی های نوین بخشی از این گازها بعنوان محصول اصلی و یا جانبی استحصال شده و بخشی دیگر طی فرآیند های مختلف فیلتراسیون و واکنشی به محیط (هوا) منتشر می شوند [۳]، فرآیندهای پالایشگاهی اعم از تولید محصولات بالادستی و پایین دستی هر یک به نوبه خود دارای تنوع و شدت میزان انتشار آلایندگی می باشند [۴] آلایندگی های رایجی که توسط پالایشگاه ها منتشر می شود شامل ترکیبات آلی فرار (VOC)، H₂S، CO، NO_x، SO_x، THC، ذرات معلق، بنزن، تولوئن، کربن دی سولفید، ترکیبات فلزی، فرمالوئید، CH₄، CO₂ و ... می باشد [۵]. در فرآیند تولید محصولات پایین دستی پالایشگاهی میزان انتشار آلایندگی های هیدروکربنی به مراتب بیشتر از واحد های بالا دستی می باشد. سنگین ترین فرآورده نفتی خروجی از پالایشگاه نفت خام را HVO^۱ می نامند و معمولاً این دسته از فرآورده در پایین دست ترین واحد پالایشگاه و یا واحد تولیدی مستقل مجاور پالایشگاه تولید می شود [۶]. فرآیند تولید واحد HVO در یک راکتور شیمیایی با واکنش گرمای میان خوراک (VB^۲) و هوا انجام می شود. واکنش تولیدی با از دست دادن هیدروژن در زنجیره کربنی و جایگزینی آن با اکسیژن و یا ایجاد زنجیر دوگانه رخ داده و ترکیب خروجی دارای ویسکوزیته بالاتری نسبت به خوراک ورودی خواهد بود. با توجه به تنظیم شرایط فرآیندی و استراتژی تولید محصول، فرآورده LHVO^۳ و HHVO^۴ تولید می شود [۷]، در طول واکنش برش های سبک از برش نفتی ورودی جدا و نهایتاً بصورت گازهای حاصل از واکنش به قسمت بالایی راکتور هدایت می شود. فرآیند تولیدی برش های سنگین نفتی آلایندگی های هیدروکربنی زیادی را تولید می نمایند [۸]، که بخشی از آن بصورت کک در جداره راکتور باقی مانده و مابقی بصورت گازهای حاصل از واکنش خارج می شوند.

1: HVO (High Viscosity Oil)

2: VB (Vacuum Bottom)

3: LHVO (Low High Viscosity Oil)

4: HHVO (High High Viscosity Oil)

جدول ۱: داده های ثبت شده آماری

اطلاعات		Date	
		YYYY / MM / DD	
فرآیند تولید	نوع محصول تولیدی	LHVO	HHVO
	ویسکوزیته خوراک واحد تولید	داده	داده
	دمای خوراک واحد تولید	داده	داده
	دمای هوا (خوراک) واحد تولید	داده	داده
	ویسکوزیته خوراک واحد تولید	داده	داده
	دمای خوراک واحد تولید	داده	داده
	میزان خوراک ورودی به راکتور	داده	داده
	میزان هوای ورودی به راکتور	داده	داده
	دمای گازهای خروجی از راکتور	داده	داده
آلاینده	میزان آلاینده خروجی SO ₂	داده	داده
	میزان آلاینده خروجی NO _x	داده	داده
	میزان آلاینده خروجی NO	داده	داده
	میزان آلاینده خروجی CO	داده	داده
	میزان آلاینده خروجی CO ₂	داده	داده
	میزان O ₂ خروجی	داده	داده

محدوده ویسکوزیته خوراک تولیدی پالایشگاه ها تهیه و با پیش بینی اینکه اختلاف عددی بالای Cst ۲۰ می تواند بر شرایط فرآیندی تاثیرگذاری محسوسی داشته باشد لذا سه نمونه خوراک با ویسکوزیته های ۵۸۰، ۶۲۰ و ۶۸۰ سانتی استوک (Cst) انتخاب گردید. در خصوص شبیه سازی شرایط فرآیندی و اندازه گیری میزان آلاینده های منتشر شده، استفاده از دستگاه پایلوت پلنت "مقیاس آزمایشگاهی یک پلنت تولید فرآورده HVO " مد نظر قرار گرفت [۱۴]. با توجه به اینکه تولید محصولات با گریدهای مختلف، میزان آلاینده متفاوتی را منتشر خواهد نمود لذا تنظیم آیتم های فرآیندی جهت تولید دو گرید محصول LHVO و HHVO به شرح ذیل انجام پذیرفت. ویسکوزیته خوراک به مقدار ۵۸۰، ۶۲۰ و ۶۵۰ سانتی استوک، میزان خوراک ورودی به راکتور ۴ کیلوگرم در ساعت، دمای خوراک در دو حالت ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه سانتیگراد، دمای هوای ورودی ۵۰ درجه سانتیگراد، دمای راکتور ۲۳۰ تا ۲۳۵ درجه سانتیگراد جهت تولید LHVO و ۲۴۰ تا ۲۴۵ درجه سانتیگراد جهت تولید HHVO ، زمان واکنش در راکتور ۷۰-۸۰ دقیقه جهت تولید LHVO و ۹۰-۱۰۰ درجه سانتیگراد جهت تولید HHVO. دمای گاز خروجی از محفظه احتراق ۶۵۰ و ۷۰۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد. طی انجام واکنش و پس از اتمام هر دوره از فرآیند تولید محصول، نمونه تولید شده مورد آزمون قرار گرفته و کیفیت محصول خروجی نیز بررسی شد. داده های فرآیندی به شرح جدول شماره ۴ و ۵ می باشد. با توجه به اینکه در این فرآیند برش های هیدروکربنی سبک از خوراک جدا شده و بسمت قسمت بالایی راکتور هدایت می شود، به منظور استحصال هیدروکربن های سنگین در گازهای خروجی ، میزان مشخصی آب با دمای ۴۰ درجه سانتیگراد در مسیر خروجی گاز به منظور

جدول ۲: تاثیرگذار ترین مشخصه بر هر آلاینده

مشخصه	آلاینده	
	LHVO	HHVO
ویسکوزیته خوراک	CO	CO ₂
دمای خوراک	NO _x	SO ₂
دمای هوای ورودی	CO ₂	O ₂
نسبت هوا به خوراک	NO	CO
زمان واکنش	NO _x	CO ₂
دمای آلاینده خروجی از محفظه احتراق	O ₂	CO ₂

جدول ۳: داده های آنالیز حساسیت پارامتر های تاثیرگذار

نوع آلاینده	ویسکوزیته خوراک	
	LHVO	HHVO
CO	-0.6382	-0.4727
SO ₂	-0.5944	-0.2815
NO _x	-0.5734	-0.5552
NO	-0.6085	-0.5305
CO ₂	-0.5857	-0.5724
O ₂	-0.4260	0.5304

۳- روش انجام کار

۳-۱ فرآیند تولید

با بررسی فرآیند تقطیر پالایشگاه های نفت و مشخصات برش سنگین نفتی تولید پالایشگاه ها بعنوان خوراک واحد تولیدی HVO در ایران، آمار

جدول ۵ : داده های فرآیندی تولید محصول HHVO

ویسکوزیته خوراک (Cst)	580	580	580	580
دمای خوراک (°C)	170	189	170	188
راکتور دمای (°C)	240	244	240	245
واکنش زمان (Minute)	100	100	100	100
آلاینده خروجی دمای (°C)	650	650	700	700
CO (mg/Nm3)	1741		1622	
آب ورودی به مسیر گاز (L)		2.2		2.2
(پس از سرد نمودن مسیر گاز) CO		708		675

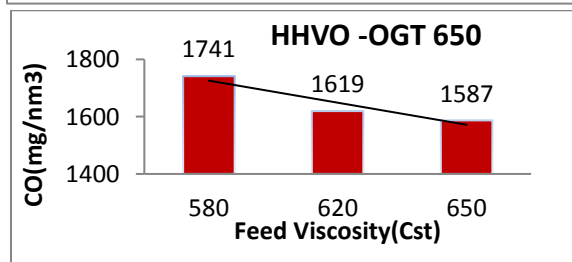
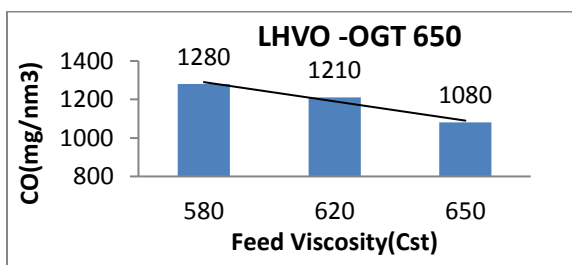
ویسکوزیته خوراک (Cst)	620	620	620	620
دمای خوراک (°C)	170	188	170	189
راکتور دمای (°C)	240	243	240	245
واکنش زمان (Minute)	95	95	95	95
آلاینده خروجی دمای (°C)	650	650	700	700
CO (mg/Nm3)	1619		1506	
آب ورودی به مسیر گاز (L)		2.2		2.2
(پس از سرد نمودن مسیر گاز) CO		690		645

ویسکوزیته خوراک (Cst)	650	650	650	650
دمای خوراک (°C)	170	188	170	189
راکتور دمای (°C)	241	246	240	246
واکنش زمان (Minute)	90	90	90	90
آلاینده خروجی دمای (°C)	650	650	700	700
CO (mg/Nm3)	1587		1476	
آب ورودی به مسیر گاز (L)		2.2		2.2
(پس از سرد نمودن مسیر گاز) CO		650		625

نتایج

با توجه به نتایج بدست آمده از پیلوت آزمایشگاهی و دسته بندی نتایج مطابق با پارامترهای اصلی تاثیرگذار، داده های بدست آمده از فرآیند تولید مطابق با دسته بندی انجام شده و به تفکیک هر وضعیت بر اساس آلاینده CO جهت تولید دو فرآورده HHVO و LHVO بر مبنای دمای آلاینده خروجی و در مدار بودن و نبودن سیستم Deoiling جمع بندی و ارائه شده است.

نمودار ۱: میزان آلاینده CO حاصل از فرآیند تولید HHVO و LHVO با تغییرات ویسکوزیته خوراک و دمای ۶۵۰ درجه سانتیگراد



خنک نمودن گاز تزریق شده (فرآیند Deoiling) و نهایتاً گاز خروجی بسمت محفظه احتراق هدایت تا پس از افزایش دما و انجام فرآیند سوختن کامل و تبدیل بخشی از آلاینده CO به CO2 انجام شده و نهایتاً گازهای خروجی از دودکش به محیط منتشر می شود [۱۸].

۳-۲ مکانیزیم اندازه گیری آلاینده های خروجی

تجهیز پیلوت پلنت مجهز به سیستم مانیتورینگ آلاینده ها با متد اندازه گیری بر اساس طول موج انعکاس با برخورد اشعه Infrared می باشد این سیستم مجهز به سیستم هیتر جهت ایجاد شرایط واقعی نمونه آلاینده در مرحله انتشار و تجهیز کالیبراسیون اتوماتیک مرجع اندازه گیری آلاینده (AVU) می باشد، اندازه گیری نوع و میزان آلاینده توسط سنسورهای مختلف با محدوده اندازه گیری مشخص (آلاینده CO، ۲۰۰۰-۰) انجام می شود [۱۹]. گازهای حاصل از فرآیند در قسمت بالای راکتور جمع آوری و به بوسیله یک خط لوله به محفظه احتراق هدایت می شود. مسیر هدایت گاز مجهز به سیستم خنک کننده و همچنین محفظه احتراق نیز دارای تجهیز تنظیم کننده دمای احتراق می باشد. لذا هدایت گاز حاصل از واکنش در چهار وضعیت " سیستم Deoiling در مدار و خارج از مدار و دمای محفظه احتراق ۶۵۰ و ۷۰۰ درجه سانتیگراد" انجام شد [۲۰]. گاز خروجی از محفظه احتراق وارد دودکش می شود، در مقطع ۷۰٪ از طول دودکش، تجهیز اندازه گیری نصب شده است و گاز در این مقطع وارد پراب می شود، در این قسمت نمونه گاز وارد دستگاه هیتر شده و به دمای واقعی می رسد و سپس وارد سنسور اشعه Infrared شده و بر اساس طول موج انعکاس میزان هر آلاینده مشخص شده و بر اساس درصد خلوص آلاینده مرجع کالیبراسیون، مقدار آن مانیتور می شود، مجموعه فرآیند اندازه گیری میزان آلاینده از زمان ورود به تجهیز تا ثبت داده حدود ۲۰ ثانیه به طول می انجامد. (جدول ۴ و ۵)

جدول ۴: داده های فرآیندی تولید محصول LHVO

ویسکوزیته خوراک (Cst)	580	580	580	580
دمای خوراک (°C)	170	189	170	187
راکتور دمای (°C)	230	235	230	234
واکنش زمان (Minute)	80	80	80	80
آلاینده خروجی دمای (°C)	650	650	700	700
CO (mg/Nm3)	1280		1102	
آب ورودی به مسیر گاز (L)		1.95		1.95
(پس از سرد نمودن مسیر گاز) CO		590		385

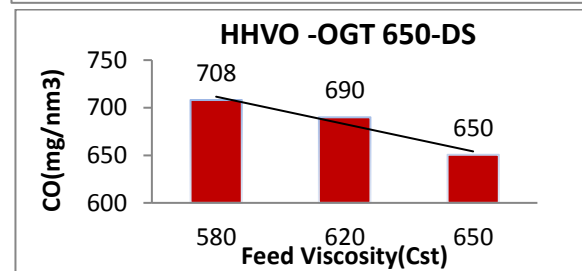
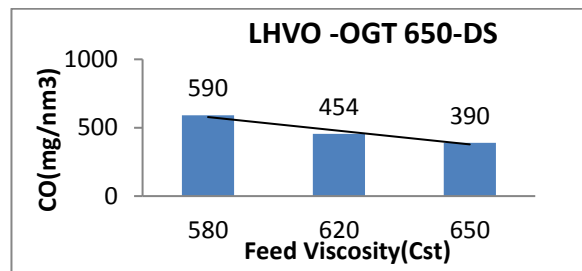
ویسکوزیته خوراک (Cst)	620	620	620	620
دمای خوراک (°C)	170	190	170	190
راکتور دمای (°C)	230	235	230	235
واکنش زمان (Minute)	75	75	75	75
آلاینده خروجی دمای (°C)	650	650	700	700
CO (mg/Nm3)	1210		969	
آب ورودی به مسیر گاز (L)		1.95		1.95
(پس از سرد نمودن مسیر گاز) CO		454		390

ویسکوزیته خوراک (Cst)	650	650	650	650
دمای خوراک (°C)	170	191	170	191
راکتور دمای (°C)	230	234	230	234
واکنش زمان (Minute)	73	73	73	73
آلاینده خروجی دمای (°C)	650	650	700	700
CO (mg/Nm3)	1080		700	
آب ورودی به مسیر گاز (L)		1.95		1.95
(پس از سرد نمودن مسیر گاز) CO		390		230

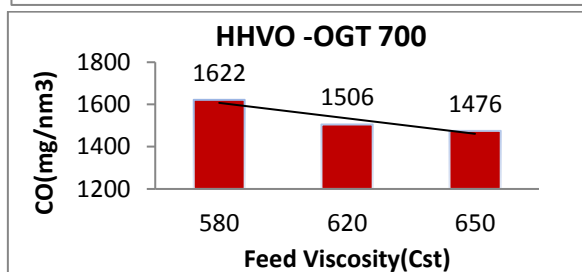
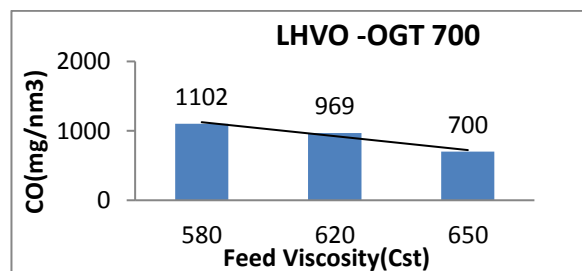
با توجه به نتایج بدست آمده میزان انتشار آلاینده CO با افزایش ویسکوزیته خوراک کاهش می یابد و این میزان کاهش در تولید فرآورده HHVO بیشتر از فرآورده LHVO می باشد. افزایش ویسکوزیته خوراک منجر به کاهش زمان واکنش تولید فرآورده و نهایتاً کاهش میزان مصرف انرژی (هوای مصرف در فرآیند تولید، Utility مصرفی در فرآیند تولید) خواهد شد. کاهش دمای آلاینده خروجی از راکتور(در مدار بودن سیستم Deoiling)، موجب استحصال هیدروکربن های نیمه سنگین از گاز خروجی شده و میزان انتشار آلاینده CO کاهش یافته و این میزان کاهش در تولید فرآورده LHVO بیشتر از فرآورده HHVO می باشد.

افزایش دمای محفظه احتراق موجب افزایش سرعت سوختن کامل و تبدیل حداکثری آلاینده CO به CO₂ می گردد و نهایتاً با افزایش ویسکوزیته خوراک ورودی کاهش میزان انتشار آلاینده CO در برخواهد داشت. کمترین میزان انتشار آلاینده CO در فرآیند تولید محصول LHVO با خوراک با ویسکوزیته بالا و خنک نمودن گاز خروجی (در مدار بودن سیستم Deoiling) و نهایتاً افزایش دمای محفظه احتراق رخ میدهد. با تحلیل نتایج بدست آمده، آیتم کاهش دمای آلاینده (در سرویس قرار گرفتن سیستم خنک کننده (Deoiling)) بیشترین اثر در کاهش میزان آلاینده CO را ایفا می نماید ، و در رتبه دوم آیتم افزایش ویسکوزیته خوراک در میزان کاهش آلاینده CO اثرگذار می باشد. اولویت گذاری در مدار قرار دادن سیستم خنک کننده (Deoiling) با بیشترین تاثیرگذاری در کاهش میزان آلاینده CO و همچنین در راستای ایجاد سیستم پوششی پشتیبان بهره گیری از پارامتر افزایش ویسکوزیته خوراک موجب کاهش میزان آلاینده CO (تا حداکثر میزان محدوده استاندارد) خواهد بود، لذا با توجه به بهینه سازی شرایط فرایندی جهت کاهش میزان آلاینده در نقطه بهینه، اثرگذاری افزایش دمای محفظه احتراق در مقایسه با دو عامل در مدار قرار نمودن سیستم Deoiling و افزایش ویسکوزیته خوراک، قابل صرف نظر کردن می باشد. با توجه به اینکه در حال حاضر عمده صنایع پالایشگاهی کشور جهت کاهش میزان آلاینده خروجی بویژه آلاینده CO از روش (سهل الوصول) افزایش دمای احتراق (افزایش راندمان تبدیل گاز انرژی ناشی مصرف سوخت (گاز طبیعی، گازوئیل) جهت افزایش ظرفیت حرارتی مشعل سیستم احتراق خواهد بود، لذا با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق، بهره گیری از دو روش (۱) در مدار قرار نمودن سیستم خنک کننده گاز خروجی از راکتور (Deoiling)، (۲) افزایش ویسکوزیته خوراک در فرآیند تولید فرآورده HVO ، منجر به کاهش میزان انتشار آلاینده CO (نقطه بهینه) و کاهش میزان مصرف سوخت (انرژی) ناشی از حذف روش افزایش دمای احتراق گاز خواهد شد.

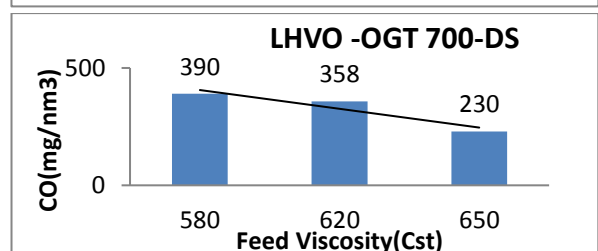
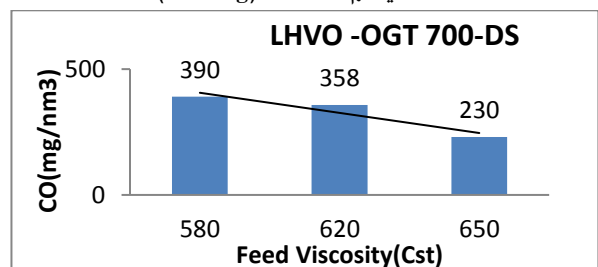
نموارد ۲: میزان آلاینده CO حاصل از فرآیند تولید HHVO و LHVO با تغییرات ویسکوزیته خوراک و دمای ۶۵۰ درجه سانتیگراد با سرویس سیستم خنک کننده(Deoiling)



نموارد ۳: میزان آلاینده CO حاصل از فرآیند تولید HHVO و LHVO با تغییرات ویسکوزیته خوراک و دمای ۷۰۰ درجه سانتیگراد



نموارد ۴: میزان آلاینده CO حاصل از فرآیند تولید HHVO و LHVO با تغییرات ویسکوزیته خوراک و دمای ۶۵۰ درجه سانتیگراد با سرویس سیستم خنک کننده(Deoiling)



- Gadalla, M., Olujić, Ž., Jobson, M., & Smith, R. (2006). Estimation and reduction of CO emissions from crude oil distillation units. *Energy*, 31(13), 2398-2408.
- Abosedo, E. E. (2013). Effect of crude oil pollution on some soil physical properties. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 6(3), 14-17.
- Al-Haddad, A., Ettouney, H., & Saqer, S. (2012). Oil Refineries Emissions: Source and Impact: A Study using AERMOD.
- Cetin, E., Odabasi, M., & Seyfioglu, R. (2003). Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery. *Science of the Total Environment*, 312(1), 103-112.
- Environmental codes of Practice, Pradhan mantra Gram Sadak Yojana, Government of India, July, 2010
- Kalabokas, P. D., Hatzianestis, J., Bartzis, J. G., & Papagiannakopoulos, P. (2001). Atmospheric concentrations of saturated and aromatic hydrocarbons around a Greek oil refinery. *Atmospheric Environment*, 35(14), 2545-2555.
- Read, J., & Whiteoak, D. (2003). *The shell bitumen handbook*. Thomas Telford.
- Schwille, F. (1981). Groundwater pollution in porous media by fluids immiscible with water. *Science of the Total Environment*, 21, 173-185.
- Sarsembin, U., Juknys, R., Oshakbayev, M., Kazova, R., Dedele, A., & Balcius, G. (2014). Chemical Pollution of the Air around the Oil and Gas Refining Complex. *International Journal of Chemical Sciences*, 12(4).
- Wei, W., Cheng, S., Li, G., Wang, G., & Wang, H. (2014). Characteristics of volatile organic compounds (VOCs) emitted from a petroleum refinery in Beijing, China. *Atmospheric Environment*, 89, 358-366.
- 7 Million Premature Deaths Annually Linked to Air Pollution. Available online: <http://www.webcitation.org/6sTQXdqmL> (accessed on 4 August 2017).
- W. Wei, S. Cheng, G. Li, G. Wang and H. Wang, Characteristics of Ozone and Ozone Precursors (VOCs and NOx) around a Petroleum Refinery in Beijing, China *J. Environ. Sci.*, 26, 332-342 (2014).
- A. V. Soromotin, Ecological Consequences of Different Stages of the Development of Oil and Gas Deposits in the Taiga Zone of the Tyumen' Oblast, *Contem. Prob. Ecol.*, 4(6), 600-607 (2011).
- S. V. Kakareka, Assessing Total Atmospheric Air Pollution, *Geo. Nat. Resour.*, 33(2), 113-118 (2012).
- B. Nordell, Thermal Pollution Causes Global Warming, *J. Global Planetary Change*, 38, 305-312 (2003).
- Y. Shu, N. S. N. Lam and M. Reams, A New Method for Estimating Carbon Dioxide Emissions from Transportation at Fine Spatial Scales *Environ. Res. Lett.*, 5, 041001-045301 (2010).
- M. R. Rahimpour and S. M. Jokar, Feasibility of Flare Gas Reformation to Practical Energy in Farashband Gas Refinery: No Gas Flaring, *J. Hazard. Mater.*, 209-210, 204-217 (2012).
- A. Al-Haddad, H. Ettouney and S. Saqer, Oil Refineries Emissions: Source and Impact: A Study using AERMOD, *World Acad. Sci. Engg. Technol.*, 6, 62-66 (2012).
- M. R. Johnson and A. R. Coderre, An Analysis of Flaring and Venting Activity in the Alberta Upstream Oil and Gas Industry, *J. Air Waste Manage. Associ.*, 61(2), 190-200 (2011).
- F. Azam and S. Farooq, Agriculture and Global Warming: Evapotranspiration as an Important Factor Compared to CO₂, *Pakistan J. Biolog. Sci.*, 8(11), 1630-1638 (2005).
- A. M. W. Abdelrasoul, A. Al-Hadad and A. R. Khan, Oil Refineries Emissions Impact on Urban Localities using AERMOD, *Amer. J. Environ. Sci.*, 6(6), 505-515 (2010).
- BP Statistical Review of World Energy June (2010). Available at: [www.bp.com/statistical review](http://www.bp.com/statistical-review)
- P. Baltrėnas, E. Baltrėnaitė, V. Šerevičienė and P. Pereira, Atmospheric BTEX Concentrations in the Vicinity of the Crude Oil Refinery of the Baltic Region, *Environ. Monitor. Assess.*, 182(1-4), 115-127 (2011).