



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال نهم، شماره‌ی ۳۳
زمستان ۱۳۹۶، صفحات ۳۵-۲۱

بررسی عوامل و تعیین میزان ضایعات مواد هیدروکربنی مخازن ذخیره شرکت پالایش نفت تبریز ناشی از تبخیر سطحی

هانیه کریمی بهنق

گروه شیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

رامین زادغفار

گروه شیمی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

Email: rmmn.zadghaffari@gmail.com

چکیده

در این تحقیق، تبخیر مواد نفتی و فرآورده‌های آن از مخازن پالایشگاه تبریز در سال‌های اخیر مورد توجه واقع شده است. در تحقیق حاضر روش‌های متداول محاسبه انتشار از مخازن مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. متعاقباً با استفاده از نرم افزار TANKS نسبت به محاسبه مواد نفتی پالایشگاه تبریز اقدام شد. کلیه پارامترهای تأثیرگذار بر تبخیر فرآورده‌ها همراه با شرایط مخازن وارد نرم افزار شد. محاسبات نشان می‌دهد که به صورت سالانه حدود ۵۲ تن در سال، انواع فرآورده از مخازن پالایشگاه تبریز تبخیر می‌شود. این میزان تبخیر می‌تواند تأثیر بر آلودگی هوا در محیط اطراف پالایشگاه داشته باشد. از نظر اقتصادی میزان تلفات فوق‌الذکر با قیمت‌های داخلی و بین‌المللی هزینه‌نگفتی می‌شود. با اقدامات ساده بهینه‌سازی نظیر نصب سیستم بازیافت بخارات فرآورده نظیر میعان و جذب سطحی کاهش خواهد یافت. با توجه به این که این میزان تلفات فرآورده‌های نفتی حاصل از اتلاف اتصالات کف و اتلاف اتصالات دیواره می‌باشد لذا پیشنهاد می‌گردد که در مخازن از سیستم بازیافت و کنترل بخارات هیدروکربنی استفاده شود. همچنین با توجه به خروجی نرم افزار و یافته‌های این تحقیق سعی می‌شود تا با نصب سیستم‌های کنترلی مانند فیلتر غشائی پلیمری با راندمان کاری ۹۰٪، میزان انتشار فرآورده‌ها را که به صورت بالقوه برای سلامت کارکنان جایگاه و محیط زیست خطرناک می‌باشند را کاهش داد.

کلیدواژه: تبخیر سطحی، مخازن پالایشگاه تبریز، نرم‌افزار Tank، مدل‌سازی.

مقدمه

ترکیبات آلی فرار، ترکیباتی بسیار متنوع و در همه جا پراکنده می‌باشند. برخی از انواع این ترکیبات به صورت طبیعی یافت می‌شوند و برخی دیگر نیز به دست انسان ایجاد شده‌اند. بسیاری از عطرها و مواد بودار از ترکیبات آلی فرار تشکیل شده‌اند. این مواد نقش مهمی را در برقراری ارتباط بین گیاهان بر عهده دارند. تعدادی از این ترکیبات برای سلامتی انسان و یا محیط زیست مضر می‌باشند. محدوده مقدار مجاز غلظت این نوع مواد مضر در محیط (به‌ویژه در یک فضای بسته) به صورت قانونی تعیین شده است. مواد آلی فرار مضر ممکن است سمی نباشند ولی در طولانی مدت اثرات مخرب بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشند. با توجه به این - که غلظت این مواد در هوا بسیار کم می‌باشد لذا تحقیقات بر روی این مواد به دشواری صورت می‌گیرد [۱]. اطلاعات جامع و کاملی درباره تبخیر و هدررفت مواد هیدروکربنی از مخازن نیمه پر سر باز که جریان هوا از روی آن‌ها عبور می‌کند در دسترس نیست. تبخیر مواد هیدروکربنی موجود در مخازن پالایشگاه‌های نفت یکی از مسائل و مشکلاتی است که این پالایشگاه‌ها با آن روبرو هستند. اگر چه تبخیر مواد هیدروکربنی به دلیل فراریت خود مواد هیدروکربنی موجود در مخازن است ولی عواملی از جمله سرعت وزش باد، دمای هوای محیط، پر و نیمه پر بودن مخازن و عدم تثبیت مواد هیدروکربنی می‌توانند باعث افزایش میزان تبخیر مواد در مخازن شوند که این موضوع نه تنها سالانه ضرر و زیان مالی زیادی به پالایشگاه‌ها تحمیل می‌کند بلکه مسائل زیست محیطی حادی را نیز ایجاد می‌نماید. بنابراین دانستن میزان تبخیر و عوامل موثر بر آن از مخازن از جمله عواملی است که می‌تواند ما را در جهت چگونگی جلوگیری و کنترل آن کمک و ترغیب کند [۱]. بنابراین در این پروژه و در قالب مطالعات موردی، میزان انتشار آلاینده‌های ترکیبات هیدروکربنی فرار ناشی از تلفات موجود از مخازن ذخیره سازی واقع در شرکت پالایش نفت تبریز، با استفاده از نرم افزار TANKS 4.0.9d تعیین می‌شود. شرکت پالایش نفت

تبریز در مجموع دارای ۶۴ مخزن ذخیره‌سازی می‌باشد که از این تعداد ۵ مخزن کروی و ۵۹ مخزن نیز از نوع استوانه-ای (سقف ثابت، سقف شناور و سقف گنبدی) هستند. از جمله عوامل موثر در تبخیر سطحی از این مخازن می‌توان به سرعت وزش باد، دمای هوای محیط، پر و نیم پر بودن مخازن و عدم تثبیت مواد هیدروکربنی در مخازن اشاره کرد [۲]. مدل TANKS جهت تخمین انتشار مایعات آلی از مخازن ذخیره به هوا طراحی شده است. در این نرم افزار با وارد کردن اطلاعات خاصی مانند مشخصات مخزن ذخیره (قطر، ساختمان مخزن و غیره)، مایعات درون آن (ترکیب شیمیایی و درجه حرارت مایع) و موقعیت مکانی مخزن (نزدیکی به شهر، دمای محیط و غیره)، گزارشی در خصوص انتشارات هوا ارائه می‌دهد. این گزارش شامل تخمین انتشارات ماهانه، سالانه یا بخشی از یک سال برای هر ماده ذخیره شده در مخازن یا ترکیبی از آن‌ها است [۳].

با توجه به افزایش استفاده از انرژی و رشد جمعیت و همچنین توسعه سریع و صنعتی شدن، مشکلات آلودگی هوا در بسیاری از کشورهای جهان امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. علاوه بر این، در شرایط فقدان سیاست‌های زیست محیطی مناسب، این رشد می‌تواند هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی هنگامی داشته باشد [۴]. کیفیت هوای محیطی به حدی رو به وخامت گذاشته است که می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر سلامت و رفاه انسان داشته باشد، به طوری که سازمان جهانی بهداشت (WHO) اعلام کرده است که هر ساله حدود ۲/۷ میلیون نفر در جهان از اثرات ناشی از آلودگی هوا از بین می‌روند. بنابراین استراتژی‌های مدیریت کیفیت هوا، به منظور به حداقل رساندن اثرات حاد آلاینده‌های هوا، مهم و ضروری می‌باشد. به منظور مدیریت صحیح کیفیت هوا، مشخص نمودن نوع آلاینده از منابع مختلف و بررسی اثرات آن‌ها بسیار مهم است [۴-۵].

یکی از مهم‌ترین مسائل در زمینه صنایع استخراج و پالایش نفت و مشتقات آن ذخیره‌سازی این مواد پس از خالص‌سازی

یکی از مهم‌ترین آلاینده‌ها، ترکیبات آلی فرار است که در میان منابع انتشار آن‌ها می‌توان به مخازن ذخیره مایعات آلی اشاره کرد [۱۱]. هدف اصلی مخازن ذخیره، ذخیره مواد اولیه و خوراک واحدها، ذخیره مواد واسطه تولید شده در فرآیند، ذخیره فرآورده‌ها، ذخیره مواد برای بارگیری و پخش، همسان نمودن کیفیت محصول و معیاری جهت اندازه‌گیری حجم خوراک و محصول تولید شده می‌باشد. مهم‌ترین پارامترهایی که در انتخاب نوع مخزن وجود دارد، فراریت یا به عبارت دیگر فشار بخار، سمی بودن و میزان آتش‌گیری ماده مورد نظر می‌باشد [۱۳-۱۲].

مطالعات بسیار محدودی در مورد ائتلاف تبخیری مخزن ذخیره‌سازی وجود داشته است. ونگوایز و همکارانش [۵] تلفات تبخیر بنزین از سوله‌های ذخیره‌سازی تایلند و ایستگاه‌های خدمات در طول سوخت‌گیری و بارگیری را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها تلفات تبخیر کل بنزین در حدود ۲۱۰۰۰ تن/سال در سراسر تایلند را برآورد کردند. رامچاندوران [۳]، همچنین، علل انتشار تانک ذخیره‌سازی و گزینه‌های کاهش آن را بررسی کردند. Zorgani و Asharif تلفات تبخیر مخازن موجود بزرگ نفت خام واقع در یک میدان نفتی لیبی را محاسبه و متغیرهای موثر از جمله تعداد مراحل جدایی، درجه حرارت و فشار هر جداکننده را بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که متغیرهای عملیاتی امکانات فرآیند موجود می‌تواند به منظور به حداقل رساندن ائتلاف مخازن ذخیره‌سازی قابل تنظیم باشد. Thorp و Digrado تلفات تبخیر بین سقف شناور داخلی و خارجی را مقایسه کردند. آن‌ها همچنین ائتلاف مرتبط با ترتیبات آب‌بندی‌های مختلف را بر اساس استانداردهای موسسه نفت آمریکا (API) تعیین کردند. زارعی و همکارانش [۱۰] به صورت تجربی مقدار ترکیبات آلی فرار ساطع شده از مخزن سقف شناور خارجی صنعتی را با نظارت بر سطح مایع در مخزن و دمای آن برای یک دوره ۳۵ روز تعیین کردند. آن‌ها همچنین یافته‌های خود را با مقادیر محاسبه شده بر اساس استانداردهای

و آماده برای مصرف می‌باشد. موادی که خوراک بسیاری از پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها را تامین می‌کنند پس از تولید بلافاصله مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. ذخیره درست و بی‌خطر این مواد یکی از مهم‌ترین موارد صنایع نفت و پتروشیمی و پالایشگاه می‌باشد [۶].

واحدهای نفت و گاز برای نگهداری نفت خام و گاز و نیز انبار کردن فرآورده‌های نفتی گوناگون، نیاز به تعداد بسیاری مخزن دارند. تعداد این مخازن به عواملی چند، چون دوری و نزدیکی واحد به منابع تامین کننده نفت خام، تعداد و ظرفیت واحدهای پالایش، تنوع فرآورده‌های تولیدی و سرانجام چگونگی انتقال و پخش فرآورده‌ها بستگی دارد [۷]. در سال ۲۰۰۴ مطالعه‌ای موردی بر روی شهر دارالسلام تانزانیا انجام گرفت که در این تحقیق با استفاده از نرم افزار TANKS، میزان انتشار ترکیبات آلی فرار از مخازن ذخیره مایعات آلی ۸ شرکت مختلف تعیین و با مدل کالپف، نحوه پراکنش و سپس تحلیل خطر این آلاینده در منطقه مشخص شد [۸].

به دلایل زیادی از جمله یکسان کردن کیفیت محصول، اندازه‌گیری حجم محصول جهت فروش، امکان بارگیری و انتقال به تانکر یا کشتی در حداقل زمان ممکن و ... سبب می‌شود تا مواد محصول را بعد از تولید، در مخازن یا تانک‌های مناسب ذخیره نمایند [۹].

در سال ۱۹۹۶ درموت کایننگهام روش‌ها و نرم افزارهای موجود را برای محاسبه میزان انتشار ترکیبات آلی فرار در زمینه‌های مختلف صنعتی را مورد بررسی قرار داده و نرم افزار TANKS را که برای مخازن ذخیره‌ای طراحی شده دقیق و نتایج آن را قابل استناد می‌داند به‌طوری‌که نیاز برای اندازه‌گیری و پایش را از بین می‌برد [۱۰].

کنترل آلودگی هوای یک منطقه، از مهم‌ترین سیاست‌های اتخاذ شده سازمان حفاظت از محیط زیست کشور است. بنابراین نخستین گام برای نیل به این هدف، تعیین میزان انتشار و شناسایی نحوه پراکنش آلاینده‌های حاصل از این صنایع و واحدهای پتروشیمی پالایشی وابسته به آن در منطقه است.

مدل‌ها به تدریج از نظر پیچیدگی و توانایی، گسترش یافته و روز به روز بیش‌تر مورد توجه مهندسين آلودگی هوا قرار می‌گیرند [۲۰].

تابش خورشیدی علت اصلی تلفات تبخیری در مخازن سقف شناور است. از لحاظ تئوری، مقدار نرمال تابش اشعه خورشیدی قابل توجه به جو زمین در حدود ۱/۵ کیلووات در هر متر مربع می‌باشد. این تابش تا حدی منعکس و پراکنده و تا حدی توسط جو جذب می‌شود. برای برآورد تابش خورشیدی روی سطح زمین، چندین مدل مهندسی ارائه شده است. در تمام مدل‌های وضعیت آب و هوا و موقعیت جغرافیایی عوامل مهمی است.

کمالی و مرادی مدل‌های مختلفی از جمله آنگستروم، بریستو و کمپبل، هارگریوز و ردی برای مکان‌ها و شرایط آب و هوایی مربوط به مسئله حاضر بررسی و یافته‌های خود را با داده‌های تجربی مقایسه کردند. بر اساس مدل آنگستروم، تابش خورشیدی، H ، می‌تواند با استفاده از رابطه زیر برآورد شود [۲۱]:

$$\frac{H}{H_o} = a + b \cdot \frac{S}{S_o} \quad (1)$$

که a و b ضرایبی هستند که بایستی مطابق با موقعیت و شرایط آب و هوایی باشند. S و S_o به ترتیب میانگین مدت تابش خورشید و مدت ابری بودن را نشان می‌دهد. میزان تشعشع دریافتی در ساعت ابری بودن را می‌توان با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد [۲۱]:

$$H_o = \frac{24 \times 3600}{\pi} \cdot I_{sc} \left(\frac{d}{d_0}\right)^2 \left[\cos\theta_0 \cdot \cos\delta \cdot (\sin\omega_2 - \sin\omega_1) + \frac{2\pi(\omega_2 - \omega_1)}{360} \cdot \sin\theta_0 \cdot \sin\delta \right] \quad (2)$$

که I_{sc} مطابق با مرکز تشعشع جهانی روی $1367W/m^2$ تنظیم شد و ω توسط معادله زیر محاسبه شد [۲۱]:

$$\omega = (t-12) \times 15 \quad (3)$$

یک دیاگرام شماتیک از مخزن ذخیره سازی نفت خام با تمام ورودی و خروجی انرژی در شکل ۴ نشان داده شده است. در توسعه موازنه انرژی مخزن، تغییرات دمایی مواد داخل مخزن

API مقایسه کردند و متوجه شدند که پیش‌بینی‌های API کمی پایین‌تر از داده‌های تجربی می‌باشد [۱۵-۱۴].

تبخیر مایعات از مخازن نگهداری، عامل انتشار آن‌ها در هوای اطرافشان می‌باشد، که این امر نه تنها سبب آلودگی محیط زیست می‌گردد بلکه از لحاظ اقتصادی نیز بسیار مضر می‌باشد. بنابراین دانستن علت تبخیر مواد هیدروکربنی ما را در جهت پیدا کردن راه حلی برای کاهش میزان تبخیر مواد هیدروکربنی راهنمایی می‌کند تا در نهایت بتوان از آلودگی محیط‌زیست و مضرات اقتصادی آن جلوگیری کرد [۱۶].

اتلاف در زمان نگهداری مایع در مخزن، حاصل از تبخیر مایع از نشت گیر لبه، اتصالات سقف و درزهای سقف می‌باشد. اتلاف نگهداری در مخازن مورد بررسی، ناشی از انقباض و انبساط بخار به علت تغییرات دما و فشار بارومتريک است. اتلاف حاصل از اتصالات خود مجموع اتلاف حاصل از نشت گیر لبه یا نشت گیر مکانیکی و اتلاف حاصل از اتصالات سقف می‌باشد. از عواملی که بر روی نشت گیر لبه سقف تاثیر منفی می‌گذارند این است که محافظ‌هایی که بر روی نشت گیر نصب شده‌اند در برابر عوامل محیطی و شرایط جوی (وزش باد) و تحت تاثیر مواد داخل مخزن به تدریج فرسوده شده و خوب عمل نکنند که این عامل خود سبب اتلاف از نشت گیر لبه سقف می‌شود [۱۸-۱۷].

عوامل دیگر اتلاف که می‌توان به آن اشاره کرد این است که اتلاف در مخازن ممکن است که به علت نوسانات ناشی از باز و بسته کردن اتصالات مربوط به مخزن باشد. دلیل این امر را می‌توان در عدم تثبیت مواد داخل مخزن و یا نوسانات ناشی از انجام عملیات بر روی لوله‌های ورودی و خروجی عنوان نمود. روش API یک روش کاملاً مستند و معتبر جهت محاسبه اتلاف از مخازن مختلف نفتی می‌باشد [۱۹].

امروزه مدل‌سازی آلودگی هوا ابزاری اساسی و قدرتمند در مطالعات جوی بوده و به کمک آن می‌توان غلظت آلاینده‌ها، همچنین نحوه پراکنش آن‌ها را در شرایط مختلف جوی و در موقعیت‌های مکانی گوناگون مدل کرد. مدل‌سازی رایانه‌ای در مهندسی آلودگی هوا یک علم در حال پیشرفت است و

روابط بسیاری برای محاسبه ضریب انتقال حرارت جابجایی، h ، در معادله بالا وجود دارد. در این مطالعه رابطه پیشنهاد شده توسط چرچیل و برنشتاین [۱۴] استفاده شده است، که برای استوانه افقی، زمانی که $Re_{Pr} > 0.2$ است به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\bar{Nu}_D = 0.3 + \frac{0.62 Re_D^{0.5} Pr^{1/3}}{\left[1 + \left(\frac{0.4}{Pr}\right)^{1/4}\right]^{1/4}} \cdot \left[1 + \left(\frac{Re_D}{282000}\right)^{5/8}\right]^{4/5} \quad (9)$$

تغییرات گرمای تشعشی بین آسمان و مخزن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

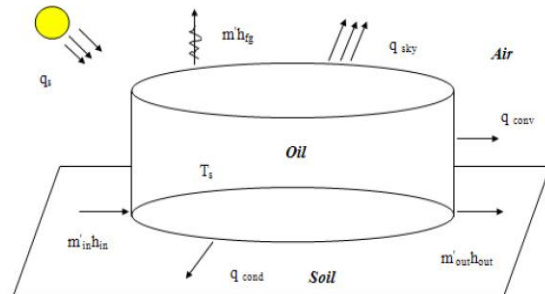
$$q_{sky} = \sigma \cdot \epsilon \cdot A_s \cdot (T_s^4 - T_{sky}^4) \quad (10)$$

که T_{sky} توسط معادله کمالی و مرادی محاسبه می‌شود:

$$T_{sky} = 0.0552 \times T_{\infty}^{1.5} \quad (11)$$

در سال ۱۳۹۴ میزان و درصد انتشار ماهیانه ترکیبات آلی فرار از ۲۲ مخزن ذخیره نفت در ۱۲ ماه سال ۲۰۱۴ با استفاده از نرم‌افزار TANKS به تفکیک نوع تلفات و بر حسب نوع مخزن تعیین شد. سپس توسط مدل پراکنشی AERMOD غلظت بیشینه‌ی ترکیبات آلی فرار در منطقه‌ای با وسعت 10×10 کیلومتر مربع و با فاصله شبکه‌ای ۲۰۰ متر و همچنین در دامنه 50×50 کیلومتر مربع و با فاصله شبکه‌ای ۱۰۰ متر در دوره‌ی آماری ۱۲ ماهه و برای دوره‌ی آماری ۱، ۳، ۸ و ۱۲ ساعته، یک ماهه و یک ساله در ارتفاع ۱/۵ متر از سطح زمین تعیین و نحوه‌ی پراکنش آن‌ها در منطقه‌ی شبیه‌سازی و به‌وسیله نرم‌افزار GIS نمایش داده شد [۲۲]. نتایج نرم‌افزار TANKS نشان داد که مخازن ذخیره‌ای مورد مطالعه سالانه 1458801 تن VOC منتشر می‌کنند که سهم مخازن با سقف شناور خارجی ۹۹/۹۸ درصد و سهم مخازن با سقف ثابت عمودی ۰/۰۱۷ درصد می‌باشد. نتایج نرم‌افزار AERMOD نیز نشان داد که غلظت‌های بیشینه‌ی VOCs در محدوده‌ی

نادیده گرفته شد و یک سیستم فشرده با دمای یکنواخت در نظر گرفته شده است [۲۰].



شکل ۴: شماتیک تانک ذخیره با تمام ورودی‌ها و خروجی‌های انرژی

با توجه به این که مخزن به‌عنوان یک سیستم باز در نظر گرفته شده است، معادله انرژی به صورت زیر بیان می‌شود [۲۱]:

$$\dot{Q} - \dot{W} + \dot{m}_{in} h_{in} - \dot{m}_{out} h_{out} - \dot{m} h_{fg} = \frac{dU}{dt} \quad (4)$$

که \dot{Q} شامل تمام فلاکس‌های گرمایی ورودی و خروجی است که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\dot{Q} = q_s - q_{cond} - q_{conv} - q_{sky} \quad (5)$$

که q_s انرژی خورشیدی جذب شده توسط سطح تانک با ضریب جذب α و سطح مقطع تشعش A_s با تشعش خورشیدی H می‌باشد که به صورت زیر است:

$$q_s = \alpha \times A_s \times H \quad (6)$$

و q_{cond} مقدار گرمای هدایت شده به اطراف فوندانسیون می‌باشد که توسط قانون فوریه محاسبه می‌شود [۲۱]:

$$q_{cond} = -k A_b \frac{dT}{dx} = k A_b \frac{T_{soil} - T_s}{\Delta x} \quad (7)$$

که Δx ، k و T_{soil} ضخامت، ضریب هدایت و دمای فوندانسیون بر پایه سطح A_b می‌باشد. و q_{conv} تغییرات انرژی جابجایی بین مخزن و دمای محیط T_{∞} را نشان می‌دهد [۲۱]:

$$q_{conv} = h A_s (T_s - T_{\infty}) \quad (8)$$

شبانه روز، و به فواصل ۱ ساعت، همچنین کسر ابرناکی آن ساعات در طول دوره آماری ۸ ساله تهیه شد.

۲- با استفاده از رابطه ۱۲، از ارتفاع خورشیدی هر ساعت و ساعت قبلی آن میانگین‌گیری شد و زاویه خورشیدی آن ساعت تعیین شد.

$$\phi = \left[\frac{\varphi(t_p) + \varphi(t)}{2} \right] \quad (12)$$

در رابطه بالا ϕ ارتفاع خورشیدی و ϕ زاویه خورشیدی است. ۳- با استفاده از رابطه ۱۳، مشخصه تابش خورشیدی آسمان صاف تعیین شد [۲۴].

$$R_0 = 990(\sin \phi) - 30 \quad (13)$$

که در آن R_0 مشخصه تابش خورشیدی آسمان صاف است. ۴- با استفاده از مشخصه‌های تابش خورشیدی آسمان صاف و کسر ابرناکی، و با جایگذاری در رابطه ۱۴، مشخصه تشعشع خورشیدی ساعتی تعیین، و متوسط ماهانه برای ۸ سال دوره آماری محاسبه و استفاده شد.

$$R = R_0(1 - 0.75n^{3.4}) \quad (14)$$

در این رابطه R مشخصه تشعشع خورشیدی و n کسر ابرناکی است.

در بخش محتویات مخزن، سیال ذخیره شده در مخزن از بانک اطلاعاتی انتخاب می‌شود. در این تحقیق با تعریف کردن نام و شماره معرف مواد شیمیایی، اطلاعاتی نظیر طبقه شیمیایی مایع (مایعات آلی، فرآورده‌های نفتی، روغن خام)، وزن مولکولی مایع، چگالی مایع در دمای ۶۰ درجه فارنهایت، وزن مولکولی بخار مایع و فشار بخار مایع در ۷ دمای مختلف (۴۰ تا ۱۰۰ درجه فارنهایت) و مواد شیمیایی جدید به بانک اطلاعاتی محتویات مخزن اضافه و سپس از آن‌ها استفاده شد [۲۵].

- تعیین اطلاعات ترمودینامیکی مایعات آلی داخل مخازن

۱۰×۱۰ کیلومتر مربع در فصول سرد سال رخ می‌دهد. این پدیده به علت کاهش عمق اختلاط و در نتیجه تشکیل پدیده وارونگی دما می‌باشد [۴]. همچنین در سال ۱۳۹۱ در پژوهشی تحت عنوان "تعیین میزان انتشار و مدل‌سازی نحوه‌ی پراکنش آلاینده‌های ترکیبات آلی فرار ناشی از تبخیر سطحی از مخازن ذخیره‌ای واقع در منطقه‌ی عسلویه" انجام گرفت. در این پژوهش میزان انتشار آلاینده‌های ترکیبات آلی فرار ناشی از تبخیر سطحی، از ۱۶ مخزن واقع در یکی از پالایشگاه‌های میدان گازی پارس جنوبی که حاوی ۱۳ نوع مایع آلی مختلف هستند با نرم افزار TANKS 4.0.9d تعیین شد و نحوه‌ی پراکنش این آلاینده‌ها با استفاده از مدل پراکنشی AERMOD مدل‌سازی شد [۵]. با توجه به این‌که آلاینده‌های منتشر شده از مخازن ذخیره‌سازی شرکت‌های پالایشی بسیار مضر بوده و تأثیرات زیادی بر کارکنان این شرکت‌ها و مردم ساکن در منطقه می‌گذارد، انتشار این آلاینده‌ها نیاز به بررسی‌های پیش‌تری دارد، از این رو هدف از این پژوهش بررسی انتشار آلاینده‌ها و محصولات هیدروکربنی ذخیره شده در مخازن شرکت پالایش نفت تبریز به کمک نرم افزار TANKS 4.0.9d می‌باشد.

لذا در کار پژوهشی حاضر، با استفاده از نرم‌افزار TANKS4.0.9d و داده‌های هواشناسی موجود، اثر تبخیر سطحی در میزان تلفات مواد هیدروکربنی ذخیره شده در مخازن شرکت پالایش نفت تبریز را برآورد کرده و به دنبال آن میزان خسارات زیست محیطی و مالی که متوجه این شرکت می‌باشد را تخمین خواهیم زد. در ادامه نیز راه حل‌هایی در راستای جلوگیری و یا کاهش این میزان اتلاف ارائه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

- محاسبه ضریب تابش

برای محاسبه ضریب تابش خورشیدی مراحل زیر انجام شده است [۲۳]:

۱- با توجه به طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، مشخصه ارتفاع خورشیدی برای ساعات حضور خورشید در

سقف و اتصالات آن و ظرفیت در سال می‌باشند. همچنین موقعیت محلی و مشخصات محتویات هر مخزن طبق اطلاعات سازمان هواشناسی و بانک اطلاعاتی موجود در نرم افزار وارد مدل شدند [۲۸].

- داده‌های هواشناسی تبریز

تبریز در منطقه نیمه خشک مشخص با ساعات آفتابی بالا (حدود ۱۰ ساعت) و تابش خورشیدی و دمای واقع شده است. شرایط عملیاتی مانند میانگین ماهیانه دمای مایع و غیره ... از شرکت خدمات نفتی واقع در پالایشگاه تبریز گرفته شده است. جدول ۱ داده‌های هواشناسی تبریز را نشان می‌دهد.

جدول ۱- داده‌های هواشناسی تبریز

۵۶/۱۲		میانگین دمای روزانه محیط (°F)		
۱۴/۵۳۲		فشار اتمسفریک (Psia)		
ماکزیمم دمای روزانه محیط (°F)	ماکزیمم دمای روزانه محیط (°F)	سرعت باد (mph)	تشعشع خورشید (Btu/ft ² .day)	ماه
۴۷/۸۴	۶۸/۹	۴۴/۷۳۸	۹۱۸۶۶۱/۲	۱
۵۴/۵	۷۷/۳۶	۴۴/۷۳۸	۱۲۴۸۳۳۹	۲
۶۲/۷۸	۸۶/۹	۳۸/۰۲۸	۱۵۱۰۱۸۰	۳
۷۳/۴	۹۶/۲۶	۳۸/۰۲۸	۱۸۲۹۰۸۰	۴
۶۸/۷۲	۹۲/۳	۲۴/۶۰۶	۱۸۹۹۷۷۱	۵
۶۱/۱۶	۸۳/۸۴	۴۴/۷۳۸	۱۶۵۱۵۶۱	۶
۴۷/۴۸	۶۶/۲	۲۹/۰۸	۱۴۱۶۹۸۳	۷
۳۷/۰۴	۵۳/۰۶	۳۵/۷۹۱	۸۸۵۴۶/۳	۸
۳۰/۷۴	۴۳/۳۴	۳۵/۵۵۴	۵۸۳۲۷۶/۹	۹
۲۴/۹۸	۳۹/۷۴	۲۹/۰۸	۴۲۴۷۷۷/۸	۱۰
۲۴/۹۸	۴۲/۲۶	۳۸/۰۲۸	۴۸۸۱۷۷/۴	۱۱
۳۲	۵۱/۲۶	۵۳/۶۸۶	۶۵۴۲۸۴/۶	۱۲
۸/۴	۶۶/۷۴	۳۷/۸۲۶	۱۱۲۵۶۶۱	سالانه

- مشخصات مخازن ذخیره

مخازن ذخیره‌سازی مورد استفاده در این تحقیق، مخازن سقف شناور داخلی برای محصولات مختلف پالایشگاهی در انبارهای استراتژیک می‌باشد. جدول ۲ مشخصات مخازن مورد استفاده در این کار را نشان می‌دهد.

۱- ابتدا ترکیبات تشکیل دهنده سیال مورد نظر، مشخص می‌شود. بسیاری از ترکیبات به صورت پیش فرض در بانک اطلاعاتی نرم افزار موجود است، اما ترکیباتی که در این فهرست یافت نمی‌شوند به صورت ترکیبات فرضی برای برنامه تعریف شده‌اند. برای این منظور بعد از وارد کردن نام، دما و فشار بحرانی، همچنین ضریب بی مرکزی، که همگی در آزمایشگاه‌های شرکت مورد مطالعه اندازه‌گیری شده بودند، ترکیبات جدید به فهرست ترکیبات اضافه و سپس از آن‌ها استفاده شد.

۲- در این مرحله با توجه به نوع ترکیبات موجود در سیال و نوع پیوند اتمی آن‌ها، گروه مناسب برای سیال مورد نظر انتخاب می‌شود.

۳- بعد از مشخص کردن نوع ترکیبات تشکیل دهنده و گروه سیالی مناسب، جریان سیال مورد نظر را شبیه‌سازی می‌کنیم. در این بخش با مشخص کردن درصد ترکیبات انتخاب شده در مرحله اول و شبیه‌سازی جریان سیال، اطلاعات ترمودینامیکی سیالات مورد نظر تعیین می‌شوند.

- نرم افزار Tank

یکی دیگر از محصولات نفتی شرکت Intergraph است که جهت طراحی و تجزیه و تحلیل مخازن ذخیره‌ی نفت جدید و ارزیابی مخازن موجود تولید شده و به کار می‌رود. توانایی بسیار بالای این نرم‌افزار در طراحی و تحلیل دقیق، باعث واقعی شدن طرح نهایی شده و این برنامه را به برترین نرم‌افزار این بخش از صنعت نفت، تبدیل کرده است. این مطالعه به منظور برآورد انتشار ترکیبات آلی فرار از مخازن ذخیره سوخت یکی از انبارهای نفت و مدل سازی پراکنش آن‌ها انجام شده است [۲۶، ۲۷]. به منظور برآورد میزان انتشار ترکیبات آلی فرار با استفاده از مدل تانک، از نرم افزار TANKs 4.6.9d استفاده گردید. اطلاعات ورودی مورد نیاز این مدل برای مخازن با سقف ثابت عمودی و سقف شناور خارجی شامل قطر، حجم موثر، تعداد دفعات پر و خالی شدن مخزن در سال، رنگ آمیزی و شرایط آن، نوع سازه مخزن، درزگیر اولیه، درزگیر ثانویه، شرایط پوسته داخلی، نوع

جدول ۲- مشخصات مخزن

نام مخزن	شماره مخزن	نوع سقف	قطر مخزن (ft)	حجم مخزن (gal)	تعداد بارگیری
Crude charge	T-2001, T-2002, T-2003, T-2004	شناور داخلی	۱۵	۱۰۱۶۶۹۰۴/۴۷	۴۱
Heavy slop	T-2005	شناور داخلی	۳/۷۵	۸۴۶۰۹۸/۷۷	۵
Light slop	T-2006	شناور داخلی	۳/۷۵	۵۳۷۷۴۶/۵۲	۵
Naphta charge	T-2007, T-2008	شناور داخلی	۱۰	۴۳۵۱۲۴۹/۷۳	۱۶
Isomax naphta charge	T-2009	شناور داخلی	۵/۸۳	۱۴۷۹۱۳۱/۰۲	۱۱
Isomax charge	T-2010, T-2011	شناور داخلی	۱۴/۱۷	۸۷۳۷۲۹۲/۵	۷
Gas oil charge	T-2012, T-2013	شناور داخلی	۹/۱۷	۳۶۶۰۵۵۲/۸۸	۲۵
Visbreaking charge	T-2014, T-2015	شناور داخلی	۱۰	۴۱۲۵۵۲۴/۴۹	۳۰
L.S.R Naphta	T-2016, T-2017	شناور داخلی	۵	۱۱۲۹۶۳۰/۶	۶
Platformate	T-2018, T-2019	شناور داخلی	۶/۶۷	۲۰۰۷۰۷۹/۶۶	۲۰
Light isomax naphta	T-2020, T-2021	شناور داخلی	۳/۷۵	۴۴۵۱۲۴/۶۲	۱۷
Isomax gas oil	T-2022	شناور داخلی	۹/۱۷	۳۴۷۶۹۹۹/۸	۱۵
Regular gasoline	T-2023, T-2024	شناور داخلی	۶/۲۵	۱۷۶۶۰۷۶/۲۹	۵
Premium gasoline	T-2025, T-2026	شناور داخلی	۵	۱۱۳۰۱۱۶/۹۵	۴۵
Kerosene	T-2027, T-2028	شناور داخلی	۱۰/۴۲	۴۹۰۱۰۹۴/۲۷	۱۵
AT-150 aviation fuel	T-2029	شناور داخلی	۳/۷۵	۵۴۱۳۰۴/۳۹	۱۵
JP4	T-2030	شناور داخلی	۲/۹۲	۲۶۷۹۸۱/۹۴	۱
Gas oil	T-2031, T-2032	شناور داخلی	۱۱/۶۷	۵۶۳۳۶۲۴/۸۸	۲۵
Light fuel oil	T-2033, T-2034	شناور داخلی	۷/۵	۲۳۲۲۸۳۷/۹۱	۲۵
Standard fuel oil	T-2035, T-2036	شناور داخلی	۶/۲۵	۱۶۱۵۱۵۷/۴۴	۲
Bitumen	T-2037, T-2038, T-2039	شناور داخلی	۳/۳۳	۳۱۲۱۷۲/۱۱	۴۱

روش محاسبه اتلاف در مخزن سقف شناور

انتشار کل مخزن سقف شناور برابر با مجموع اتلاف عملکرد طبیعی و اتلاف سقف نشست می‌باشد. اتلاف عملیات عادی، مجموع آب‌بندی لبه، خروج، تلفات اتصالات و تلفات درزها می‌باشد که به صورت زیر است [۲۹]:

$$L_T = L_R + L_W + L_F + L_D \quad (15)$$

که:

L_T : اتلاف کل (lb/yr)

L_R : اتلاف آب‌بندی اتصالات (lb/yr)

L_W : اتلاف خروجی (lb/hr)

L_F : اتلاف اتصالات (lb/yr)

L_D : اتلاف درزها (lb/yr)

تلفات پایین آمدن سقف برابر با مجموع اتلاف بیکار ایستاده در طول فرود سقف و اتلاف پر شدن در طول بالا رفتن سقف است. این تلفات مطابق با روش موسسه نفت آمریکا (API) محاسبه می‌شود. اتلاف خروجی مخازن سقف شناور را می‌توان با استفاده از معادله ۱۶ برآورد شده است [۲۹].

$$L_W = (1 - N_C) \times \left(\frac{22.45 \times Q \times S_C \times W_L}{D} \right) \quad (16)$$

که:

N_C : فاکتور پشتیبانی سقف. برای مخزن سقف شناور خارجی، $N_C=0$ و برای مخزن سقف شناور داخلی به قطر تانک وابسته است.

Q : خروجی سالیانه در واحد ۱۰۰۰ گالن (Mgal/yr)

S_C : ضریب کلینگیج پوسته که به صورت زیر تعریف می‌شود: $S_C=0/006$ برای نفت خام، $S_C=0/0015$ برای مواد دیگر.

W_L : میانگین دانسیته مایع آلی (lbs/gal)

D : قطر مخزن (ft)

اتلاف آب‌بندی رینگ مخازن سقف شناور را می‌توان با استفاده از معادله زیر برآورد:

$$L_R = K_R \times D \times F_P \times M_V \times K_C \quad (17)$$

$$L_W = 0.024 \times M_v \times P_{VA} \times Q \times K_N \times K_P \quad (21)$$

که:

P_{VA} : فشار بخار واقعی مایع ذخیره شده در میانگین دمای سطح مایع (Psia)

K_N : فاکتور وارونه که اگر $Q/C < 36$ پس $K_N = \frac{180 \times C + Q}{6 \times Q}$ و اگر $Q/C > 36$ پس $K_N = 1$

K_P : فاکتور اتلاف محصول: $K_P = 0.75$ برای نفت خام، $K_P = 1$ برای مواد دیگر.

اتلاف ایستایی مخزن سقف ثابت می‌تواند به صورت زیر تخمین زده شود [۲۸]:

$$L_S = U \times V_v \times W_v \times K_E \times K_S \quad (22)$$

که:

U : تعداد روزهای سال که مخزن برای ذخیره مواد مایع استفاده می‌شود. این عدد نمی‌تواند بیش‌تر از ۳۶۵ روز باشد.

V_v : حجم فضای بخار که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_v = 66.84 \times C + V_F \quad (23)$$

C : ظرفیت مخزن (Mgal)

V_F : تابع فضای بخار که به قطر مخزن وابسته است.

W_v : دانسیته بخار (lbs/ft^3)

K_E : فاکتور انبساط فضای بخار (بدون بعد)

K_S : فاکتور اشباع بخار خروجی که به صورت زیر محاسبه می‌شود [۲۹]:

$$K_S = \frac{1}{1 + (S_A \times H) + (S_B \times D)} \quad (24)$$

که S_A و S_B تابع اشباع بخار می‌باشد.

بحث و یافته‌ها

– مخازن ذخیره Crude charge

این مخازن شامل ۴ مخزن (T-2001, T-2002, T-2003, T-) 2004 می‌باشد که در آن‌ها نفت خام ذخیره می‌شود. در مدل‌سازی این مخازن، دمای توده مایع $56/14^\circ\text{F}$ ، فشار بخار 14Psia ، وزن مولکولی بخار 50lb/lbmol و وزن مولکولی

K_R : فاکتور اتلاف آب‌بندی اتصالات (lbmol/ft.yr) که برای مخازن سقف شناور خارجی، $K_R = 20/1$ و برای مخازن سقف شناور داخلی، $K_R = 6/7$ می‌باشد.

F_P : تابع فشار بخار (بدون بعد)

M_v : وزن مولکولی میانگین بخار (lb/lbmol)

K_C : فاکتور محصول، $K_C = 0.4$ برای نفت خام، $K_C = 1$ برای مواد دیگر.

اتلاف اتصالات مخازن سقف شناور را می‌توان با استفاده از معادله زیر برآورد [۲۹]:

$$L_F = F_F \times F_P \times M_v \times K_C \quad (18)$$

که F_F فاکتور اتلاف اتصالات کل (lbmol/yr) می‌باشد.

اتلاف درز، L_D ، تنها برای مخازن سقف شناور داخلی با عرشه پیچ قابل اجرا است و می‌توان با رابطه زیر برآورد [۲۹]:

$$L_D = S_D \times F_P \times M_v \times K_C \times K_D \times D \quad (19)$$

که:

S_D : فاکتور طول درز مخزن که برای عرشه پیچ‌دار $S_D = 0.2$ و برای دیگری $S_D = 0$.

K_D : اتلاف درز مخزن به ازای هر واحد فاکتور طول درز (lbmol/ft.yr) که برای درز مخزن $K_D = 0.14$ و برای دیگری $K_D = 0$.

– روش محاسبه اتلاف در مخزن سقف ثابت

انتشار کل مخزن سقف ثابت برابر با مجموع اتلاف خروج و اتلاف ایستایی می‌باشد که به صورت زیر است [۲۸]:

$$L_T = L_W + L_S + L \quad (20)$$

که:

L_T : اتلاف کل (lb/yr)

L_S : اتلاف ایستایی (lb/yr)

L_W : اتلاف خروجی (lb/hr)

L_X : اتلاف فرآیندی (lb/yr)

اتلاف خروجی مخزن سقف ثابت می‌تواند به صورت زیر تخمین زده شود:

توده ۲۰۷lb/lbmol بود. جدول ۳ مشخصات و ویژگی‌های محتویات یکی از مخازن را در طول دوره یکساله نشان می‌دهد.

مایع ۵۶/۱۴°F، فشار بخار ۰/۰۲۲Psia، وزن مولکولی بخار ۱۳۰lb/lbmol و وزن مولکولی توده ۱۸۸lb/lbmol بود. جدول ۴ مشخصات و ویژگی‌های محتویات این مخزن را در طول دوره یکساله نشان می‌دهد.

مخازن ذخیره Heavy slop -

این مخازن شامل ۱ مخزن (T-2005) می‌باشد که در آن برش سنگین ذخیره می‌شود. در مدل‌سازی این مخزن، دمای توده

جدول ۳- مشخصات و ویژگی‌های محتویات مخازن ذخیره نفت خام را در طول دوره یکساله

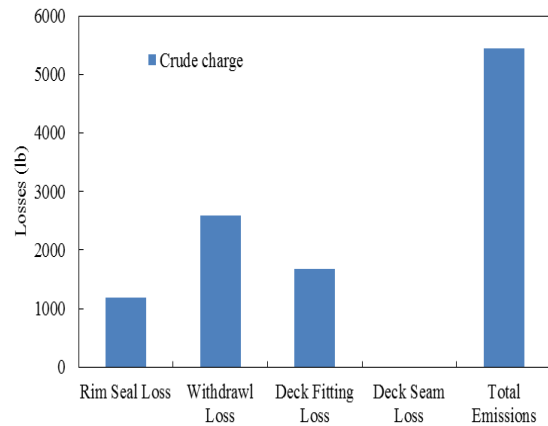
ماه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
کم‌ترین دمای روزانه سطح مایع (°F)	۱۹۳/۸۹	۲۴۷/۳۳	۲۹۱/۰۸	۳۴۴/۵۰	۳۵۳/۲۸	۳۱۱/۹۴	۲۶۹/۸۸	۱۸۴/۳۲	۱۳۴/۷۱	۱۰۸/۰۱	۱۱۷/۸۱	۱۴۶/۳۹
بیش-ترین میانگین	۲۳۸۷/۸۸	۳۲۲۶/۶۱	۳۸۹۴	۴۷۰۵/۹۴	۴۸۸۳/۲۳	۴۲۵۰/۸۲	۳۶۴۹/۰۴	۲۳۰۴/۸۳	۱۵۲۷/۴۴	۱۱۲۴/۳۰	۱۲۸۵/۸۹	۱۷۱۰/۵۳
اتلاف اتصالات دیواره (lb)	۹۸/۴۲۴۵	۱۰۳/۸۴۳	۱۲۰/۹۲۱	۱۳۸/۵۲۴	۱۴۳/۳۳۱	۱۲۸/۹۲۴	۱۱۶/۴۲۴	۹۰/۸۲۱	۴۵/۵۵۱	۲۱/۹۴۷	۳۹/۳۹۱	۶۳/۲۹۹
ضریب A اتصالات (lbmol/ft.yr)	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸
ضریب B اتصالات (lbmol/ft.yr.mph ³)	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
مقدار تابع فشار بخار	۰/۶۷۸۸	۰/۷۲۳۴	۰/۷۹۲۳	۰/۸۳۴۶	۰/۸۵۶۱	۰/۸۱۰۳	۰/۷۵۳۶	۰/۶۴۳۲	۰/۵۱۳۸	۰/۴۶۳۲	۰/۴۹۳۶	۰/۵۴۵۶
فشار بخار در میانگین دمای روزانه سطح مایع (psia)	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
اتلاف تخلیه (lb)	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷	۲۱۶/۰۹۶۷
خالص خروجی (gal/mo)	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵	۳۳۸۹۶۸/۱۵
ضریب اتصالات پوسته (bbl/1000ft ²)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
میانگین دانسیته مایع (lb/gal)	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱
اتلاف اتصالات کف (lb)	۱۳۹/۷۱۷۶	۱۲۹/۶۲۷	۱۱۴/۵۲۳	۱۰۱/۶۳۱	۹۷/۵۲۴	۱۰۰/۲۸۴	۱۰۱/۶۳۸	۱۰۴/۳۸۷	۱۰۶/۲۹۴	۱۰۹/۸۸۲	۱۰۸/۲۹۳	۱۰۴/۳۹۱
ضریب محصول	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
ضریب کلی اتلاف اتصالات سقف (lbmol/yr)	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵	۱۲۳/۵
اتلاف درز کف (lb)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
طول درز کف (ft)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اتلاف درز به ازای ضریب واحد طول (lbmol/ft.yr)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ضریب طول درز (ft/ft ²)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اتلاف کل (lb)	۴۵۴/۲۳۸۸	۴۸۶/۲۳۷۸	۴۹۳/۲۸۷۴	۵۰۲/۹۳۷۵	۵۲۶/۸۸۹۷	۵۱۱/۲۹۳۴	۵۰۹/۲۷۶۱	۵۰۲/۳۴۷۹	۵۰۰/۳۹۱۴	۴۹۲/۸۸۲۳	۵۰۳/۹۱۸۱	۵۱۰/۳۳۵۵

ماه		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
دمای روزانه سطح مایع (°F)	کمترین	۱۹۳/۸۹	۲۴۷/۳۳	۲۹۱/۰۸	۳۴۴/۵۰	۳۵۳/۲۸	۳۱۱/۹۴	۲۶۹/۸۸	۱۸۴/۳۲	۱۳۴/۷۱	۱۰۸/۰۱	۱۱۷/۸۱	۱۴۶/۳۹
	بیشترین	۲۳۸۷/۸۸	۳۲۲۶/۶۱	۳۸۹۴	۴۷۰۵/۹۴	۴۸۸۳/۲۳	۴۲۵۰/۸۲	۳۶۴۹/۰۴	۲۳۰۴/۸۳	۱۵۲۷/۴۴	۱۱۲۴/۳	۱۲۸۵/۸۹	۱۷۱۰/۵۳
	میانگین	۱۲۹۰/۸۸	۱۷۳۶/۹۷	۲۰۹۲/۵۴	۲۵۲۵/۲۲	۲۶۱۸/۲۶	۲۲۸۱/۳۸	۱۹۵۹/۴۶	۱۲۴۴/۵۸	۸۳۱/۰۸	۶۱۶/۱۵	۷۰۱/۸۵	۷۰۱/۸۵
اتلاف اتصالات دیواره (lb)	۹۸/۴۲۴۵	۱۰۳/۸۴۳	۱۲۰/۹۲۱	۱۳۸/۵۲۴	۱۴۳/۳۳۱	۱۲۸/۹۲۴	۱۱۶/۴۲۴	۹۰/۸۲۱	۴۵/۵۵۱	۲۱/۹۴۷	۳۹/۳۹۱	۶۳/۲۹۹	
ضریب A اتصالات (lbmol/ft.yr)	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۸	
ضریب B اتصالات (lbmol/ft.yr.mph ^۳)	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	
مقدار تابع فشار بخار	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	
فشار بخار در میانگین دمای روزانه سطح مایع (psia)	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	
اتلاف تخلیه (lb)	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	۴/۴۹۵۹	
خالص خروجی (gal/mo)	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	۷۰۵۰۸/۲۳	
ضریب اتصالات پوسته (bbl/1000ft ²)	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۵	
میانگین دانسیته مایع (lb/gal)	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	۷/۱	
اتلاف اتصالات کف (lb)	۰/۵۵۲۵	۰/۵۴۶۲	۰/۵۳۹۶	۰/۵۵۱۴	۰/۵۶۲۹	۰/۵۸۳۴	۰/۶۰۲۱	۰/۶۳۰۱	۰/۵۹۸۱	۰/۵۶۲۸	۰/۵۳۴۹	۰/۵۰۹۴	
ضریب محصول	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۴	
ضریب کلی اتلاف اتصالات سقف (lbmol/yr)	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	۱۱۵/۶	
اتلاف درز کف (lb)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
طول درز کف (ft)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
اتلاف درز به ازای ضریب واحد طول (lbmol/ft.yr)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ضریب طول درز (ft/ft ²)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
اتلاف کل (lb)	۵/۹۲۶۷	۵/۷۶۲۴	۵/۶۲۳۸	۵/۸۶۵۲	۵/۹۳۸۲	۶/۲۳۴۹	۶/۵۲۳۶	۶/۸۶۲۸	۶/۳۶۲۴	۶/۱۴۲۳	۵/۹۲۶۴	۵/۱۰۱۲	

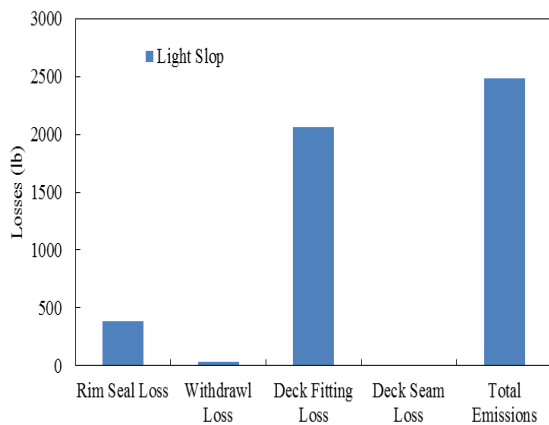
نتایج میزان انتشار

– مخزن Crude charge

شکل ۵ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن Crude charge را نشان می‌دهد.



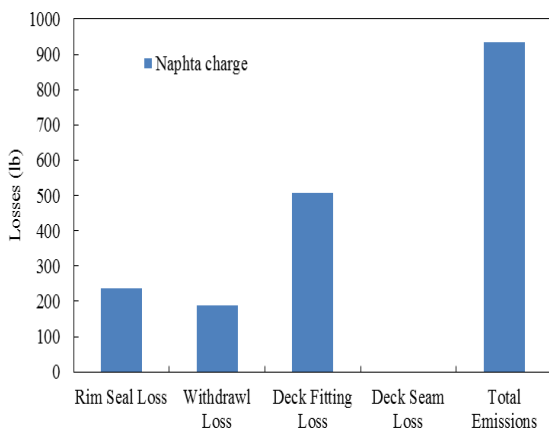
شکل ۵: میزان اتلاف و انتشار مخازن Crude charge



شکل ۷: میزان اتلاف و انتشار مخازن Light slop

– مخزن Naphta charge

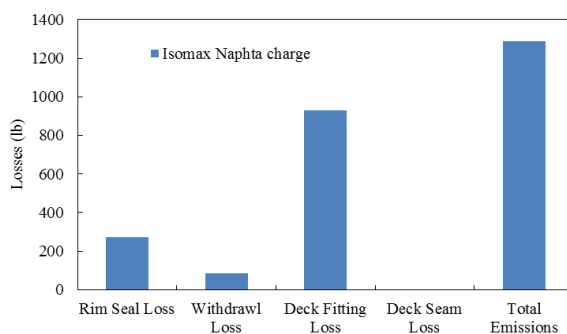
شکل ۸ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن Naphta charge را نشان می‌دهد.



شکل ۸: میزان اتلاف و انتشار مخازن Naphta charge

– مخزن Isomax Naphta charge

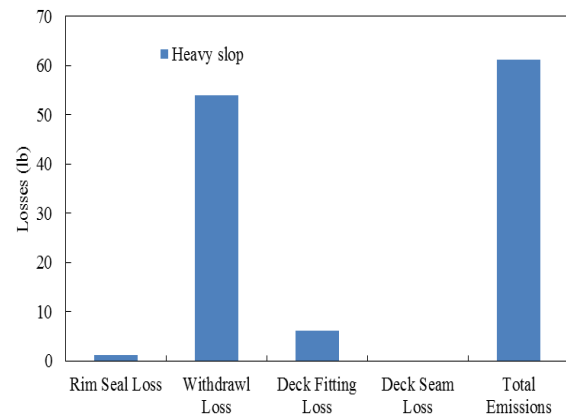
شکل ۹ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن Isomax Naphta charge را نشان می‌دهد.



شکل ۹: میزان اتلاف و انتشار مخازن Isomax Naphta charge

– مخزن Heavy slop

شکل ۶ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن Heavy slop را نشان می‌دهد.



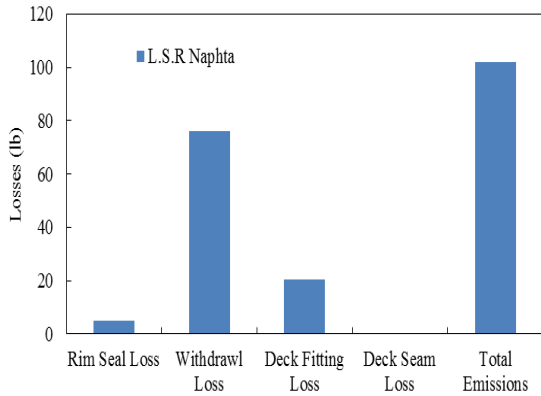
شکل ۶: میزان اتلاف و انتشار مخازن Heavy slop

– مخزن Light slop

شکل ۷ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن Light slop را نشان می‌دهد.

– مخزن L.S.R Naphta

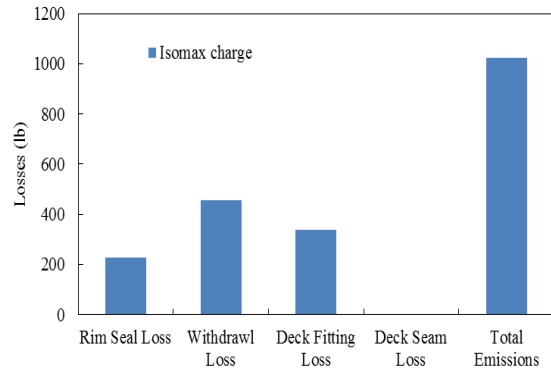
شکل ۱۳ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن L.S.R Naphta را نشان می دهد.



شکل ۱۳: میزان اتلاف و انتشار مخازن L.S.R Naphta

– مخزن Isomax charge

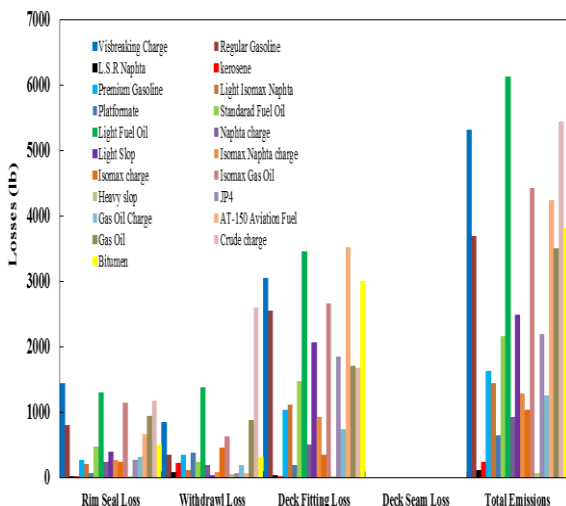
شکل ۱۰ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن Isomax charge را نشان می دهد.



شکل ۱۰: میزان اتلاف و انتشار مخازن Isomax charge

– نتایج کلی انتشار

شکل ۱۴ میزان اتلاف و انتشار مخازن را نشان می دهد. همان-طور که در شکل ۱۴ مشاهده می شود، برای تمامی مخازن اتلاف از ناحیه درزهای کف وجود ندارد ولی بیشترین اتلاف از ناحیه اتصالات کف می باشد. بیشترین اتلاف برای مخازن Light fuel oil می باشد و کم ترین اتلاف برای مخازن Heavy slop می باشد.

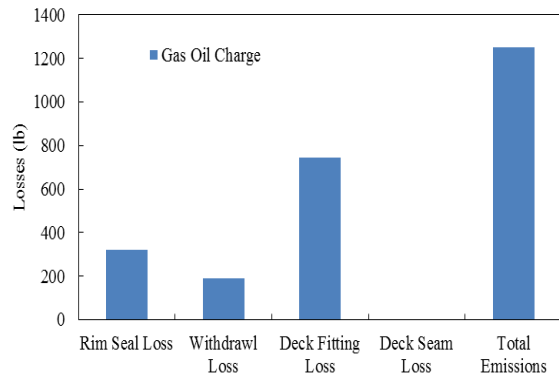


شکل ۱۴: میزان انتشار مخازن در دوره یکساله

جدول ۵ میزان انتشار مواد موجود در داخل مخازن را در طول دوره یک ساله برای کل مخازن نشان می دهد.

– مخزن Gas Oil charge

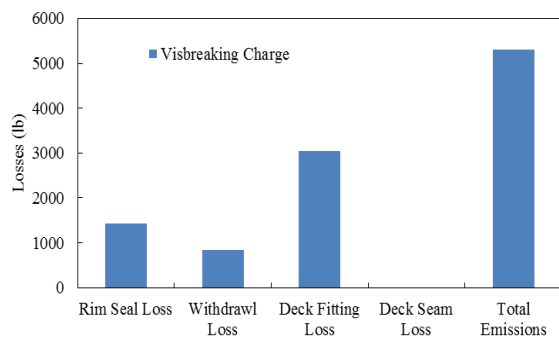
شکل ۱۱ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن Gas Oil charge را نشان می دهد.



شکل ۱۱: میزان اتلاف و انتشار مخازن Gas Oil charge

– مخزن Vistreaking charge

شکل ۱۲ نیز میزان اتلاف و انتشار مخازن Vistreaking charge را نشان می دهد.



شکل ۱۲: میزان اتلاف و انتشار مخازن Vistreaking charge

جدول ۵- میزان انتشار مواد موجود در داخل مخازن

اتلاف (lbs)					
انتشار کل	اتلاف درز کف	اتلاف اتصالات کف	اتلاف تخلیه	اتلاف اتصالات دیواره	ترکیبات
۵۴۵۰/۸۷	۰	۱۶۷۶/۶۱	۲۵۹۳/۱۶	۱۱۸۱/۰۹	Crude charge
۶۱/۲۱	۰	۶/۱۱	۵۳/۹۵	۱/۱۵	Heavy slop
۲۴۸۱/۹۹	۰	۲۰۶۰/۵	۳۳/۸۱	۳۸۷/۶۸	Light slop
۹۳۳/۰۵	۰	۵۰۷/۲۵	۱۸۷/۵۸	۲۳۸/۲۲	Naphta charge
۱۲۸۸/۸۴	۰	۹۳۰/۹۸	۸۵/۴	۲۷۲/۴۶	Isomax naphta charge
۱۰۲۲/۸	۰	۳۳۹/۷۷	۴۵۶/۹۹	۲۲۶/۰۴	Isomax charge
۱۲۵۲/۶۸	۰	۷۴۴/۰۸	۱۸۸/۳	۳۲۰/۳	Gas oil charge
۵۳۰۹/۶۴	۰	۳۰۴۵/۶۵	۸۳۳/۶۵	۱۴۳۰/۳۴	Visbreaking charge
۱۰۱/۸۶	۰	۲۰/۶	۷۶/۰۹	۵/۱۷	L.S.R Naphta
۶۴۷/۵۳	۰	۱۹۶/۵۲	۳۸۵/۲۸	۶۵/۷۴	Platformate
۱۴۴۵/۸۱	۰	۱۱۲۲/۶۵	۱۱۱/۹۳	۲۱۱/۲۳	Light isomax naphta
۴۴۳۰/۱۱	۰	۲۶۵۹/۳۲	۶۲۵/۹۵	۱۱۴۴/۸۴	Isomax gas oil
۳۶۹۸/۴۳	۰	۲۵۵۴/۷۲	۳۴۲/۶	۸۰۱/۱۱	Regular gasoline
۱۶۲۹/۹۷	۰	۱۰۳۵/۳۱	۳۳۴/۹۳	۲۵۹/۷۲	Premium gasoline
۲۳۳/۷۸	۰	۸/۰۲	۲۲۱/۸۴	۳/۹۲	Kerosene
۴۲۴۰/۷۵	۰	۳۵۱۶/۰۱	۶۳/۲	۶۶۱/۵۳	AT-150 aviation fuel
۲۱۸۹/۱۹	۰	۱۸۵۳/۰۳	۶۴/۹۸	۲۷۱/۱۷	JP4
۳۵۰۴/۴۸	۰	۱۶۹۶/۶۷	۸۷۸/۱۷	۹۲۹/۶۵	Gas oil
۶۱۳۱/۲۹	۰	۳۴۵۴/۵۲	۱۳۷۶/۸۵	۱۲۹۹/۹۳	Light fuel oil
۲۱۶۱/۱	۰	۱۴۷۲/۹۳	۲۲۶/۲۹	۴۶۱/۸۸	Standard fuel oil
۳۸۲۰/۴	۰	۳۰۵/۵۱	۳۱۲/۲۸	۵۰۲/۶	Bitumen

نتیجه گیری

- چهار نوع اتلاف در مخازن در نظر گرفته شده که شامل اتلاف ناشی از اتصالات دیواره، اتلاف تخلیه، اتلاف اتصالات کف و اتلاف درز کف می‌باشد.
- در تحقیق حاضر روش‌های متداول محاسبه انتشار از مخازن مورد نقد و بررسی قرار گرفته است.
- متعاقباً با استفاده از نرم‌افزار Tank نسبت به محاسبه مواد نفتی پالایشگاه تبریز اقدام شد.
- کلیه پارامترهای تأثیرگذار بر تبخیر فرآورده‌ها همراه با شرایط مخازن وارد نرم‌افزار شد.
- در این مقاله نتایج حاصل از آنالیزهای انجام شده جمع‌بندی و ارائه شده است.
- مدل‌سازی تمامی مخازن پالایشگاه تبریز با استفاده از نرم‌افزار تانک انجام گردید.
- برای تمامی مخازن اتلاف از ناحیه درزهای کف وجود ندارد ولی بیش‌ترین اتلاف از ناحیه اتصالات کف می‌باشد.
- بیش‌ترین اتلاف برای مخازن Light fuel oil می‌باشد و کم‌ترین اتلاف برای مخازن Heavy slop می‌باشد.

- [6] Abdel-Aal, H. K., Aggour, M., Fahim, M. A., 2003, Petroleum and gas field processing, In: Chapter 8- Storage Tanks and Other Field Facilities, New York: Marcel Dekker Inc; p. 1.
- [7] Laverman, R. J., 1992, Emission Reduction Options for Floating Roof Tanks, Second International Symposium on Aboveground Storage Tanks, Houston.
- [8] Wallace, LA., 1993, VOCs and the environment and public health exposure. springer science.;5:158-200.
- [9] Ciolek, M., 2006, Emission Factor Documentation for AP-42 Section 7.1 Organic Liquid Storage Tanks, In: Chapter 2- Storage Tank Descriptions, U S Environmental Protection Agency; 1-5.
- [10] Cunningham, D., 1996, Estimation of VOC emissions. Journal of cleaner prod. 3, 225-228.
- [11] Asharif, H., Zorgani, E., 2007, Adjustment of Process Variables to Reduce Evaporation Losses from High pour point-crude oil storage tanks, the 8th international conference on petroleum phase behavior and fouling, France, 10-14.
- [12] Digrado, D., 2004, Brian, A., Thorp Gregory, the aboveground steel storage tank handbook, in: chapter 13: new field-erected aboveground storage tank products, New Jersey: John Wiley & Sons Inc; 127.
- [13] Evaporative Loss from External Floating Roof Tanks, Bulletin No. 2517, Third Edition, American Petroleum Institute, Washington, DC, 1989.
- [14] Evaporative Loss from Internal Floating Roof Tanks, API Publication 2519, American Petroleum Institute, Washington, DC, 1990.
- [15] Zareie, S., Mowla, D., Fathi, J., 2007, Practical Study of VOCs Emission from External Floating Roof Tanks, 5th international congress of chemical engineering, Shiraz, Iran.
- [16] Wang, X., Kendrick, Ch., Ogden, R., Maxted, J., 2008, Dynamic thermal simulation of a retail shed with solar reflective coatings. Thermal Engineering 1073-1066.
- [17] Ekai, S., 2008, Solar Energy Fundamentals and Modeling Techniques, London: Springer Veriag. p. 47-140.
- [18] Kamali, G. A., Moradi, E., 2005, Solar radiation fundamentals and application in farms and new energy, Tehran: publication 21 century.
- [19] Churchill, S. W., Bernstein, M. A., 1977, Correlating Equation for Forced Convection from Gases and Liquids to a Circular Cylinder in Cross Flow, J Heat Transfer. 300-306.
- [20] Manual of Petroleum Measurement Standards, In: Chapter 19- Evaporative Loss Measurement, Section 2- Evaporative Loss From Floating Roof Tanks. Preliminary Draft, American Petroleum Institute, Washington DC; 1994.
- [21] Ciolek, M., 2006, Emission Factor Documentation for AP-42 Section 7.1 Organic Liquid Storage Tanks. In: Chapter 3- Emission Estimation Procedure. U S Environmental Protection Agency; p. 9-11: 15-18.
- [22] VOC Emissions From Volatile Organic Liquid Storage Tanks- Background Information For Proposed Standards, EPA-450/3-81-003a, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, July 1984.
- [23] Texas commission on environmental quality." Technical guidance package for: chemical source. Storage tanks, February 2001.
- [24] Bradly, H.B., 1987, petroleum engineering Handbook", 1st printing, society of petroleum engineering, Texas, USA.
- [25] Sjoblom, J. Aske, N. Auflem, I.H. Brandal, O. Havre, T.E. Soether, O. Westvik, A. Johnsen, E.E. Kallevik, H., 2002. Our current understanding of water in crude oil emulsions. Recent characterization techniques and high pressure performance.
- [26] Zemam, M. N., 2007, Reducing crude oil evaporation in storage tank, M.Sc thesis, Baghdad university, chemical engineering department.
- [27] Davies, J.T., 1963, Interfacial phenomena, second edition, New York and London.
- [28] Smith, J. M., 1988, Introduction to chemical engineering thermodynamics, fourth edition, New York.
- [29] Adamson, A.W., 1976, Physical chemistry of surfaces, united states of America.

- همچنین شرایط آب و هوایی شهر تبریز وارد نرم افزار شد.
- محاسبات نشان می‌دهد که به صورت سالانه حدود ۵۲ تن در سال، انواع فرآورده از مخازن پالایشگاه تبریز تبخیر می‌شود.
- این میزان تبخیر می‌تواند تأثیر بر آلودگی هوا در محیط اطراف پالایشگاه داشته باشد.
- از نظر اقتصادی میزان تلفات فوق الذکر با قیمت‌های داخلی و بین‌المللی هزینه هنگفتی می‌شود.
- با اقدامات ساده بهینه‌سازی نظیر نصب سیستم بازیافت بخارات فرآورده نظیر میعان و جذب سطحی کاهش خواهد یافت.
- با توجه به این‌که این میزان تلفات فرآورده‌های نفتی حاصل از اتلاف اتصالات کف و اتلاف اتصالات دیواره می‌باشد لذا پیشنهاد می‌گردد که در مخازن از سیستم بازیافت و کنترل بخارات هیدروکربنی استفاده شود.
- هم‌چنین با توجه به خروجی نرم‌افزار و یافته‌های این تحقیق سعی می‌شود تا با نصب سیستم‌های کنترلی مانند فیلتر غشای پلیمری با راندمان کاری ۹۰٪، میزان انتشار فرآورده‌ها را که به‌صورت بالقوه برای سلامت کارکنان جایگاه و محیط زیست خطرناک می‌باشند را کاهش داد.

منابع

- [1] Abdelmajeed, M. A. I., Onsa, M. H2, Rabah, A. A., P., 2008, Evaluation and reduction of evaporation losses of gasoline storage tanks, Journal of Atmospheric Environment 40, 3022-3029.
- [2] Andisheh, T., Baktash, M., 2012, Numerical Analysis for Effect of Envelop Color of Oil Tank Storage with Floating Roof, International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), 2, 5, 3773-3783.
- [3] Fares, M., 2015, Evaporation losses and dispersion of volatile organic.
- [۴] دماوندی، ب، احمدی مقدم، م، ۱۳۹۴، برآورد انتشار ترکیبات آلی فرار از مخازن ذخیره سوخت با استفاده از مدل TANKS و مدل‌سازی پراکنش آن با مدل AERMOD، مجله دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، ۲۳، ۲، ۲۵۳-۲۶۱.
- [۵] اشرفی، خ، شفیع‌پور، م، سلیمان، م، مومنی، م، ۱۳۹۱، تعیین میزان انتشار و مدل‌سازی نحوه پراکنش آلاینده‌های ترکیبات آلی فرار ناشی از تبخیر سطحی از مخازن ذخیره‌ای واقع در منطقه عسلویه، فصلنامه محیط‌شناسی، ۳۸، ۳، ۴۷-۶۰.