

## نقش سازه‌های مخازن نفت در جلوگیری از انتشار آلودگی‌های هیدروکربوری

### چکیده

تبخیر مواد نفتی و فرآورده‌های آن از مخازن روزمینی در سالهای اخیر مورد توجه واقع شده است. در تحقیق حاضر روش‌های متداول محاسبه انتشار از مخازن مورد نقد و بررسی قرار گرفته است. به دنبال آن با استفاده از نرم‌افزار Tank-4 نسبت به محاسبه مواد نفتی از انبارهای شمال غرب تهران اقدام شد. کلیه مشخصه‌های تأثیرگذار بر تبخیر مواد نفتی همراه با شرایط مخازن انبارهای شمال غرب وارد نرم‌افزار شد. محاسبات نشان می‌دهد که به صورت سالانه حدود ۸/۷، ۳۳/۳ و ۲ تن در سال نفت گاز، بنزین و نفت سفید از مخازن شمال غرب تهران تبخیر می‌شود. این میزان تبخیر می‌تواند بر آلودگی هوا در محیط اطراف انبارهای شمال غرب تهران تأثیر داشته باشد. از نظر اقتصادی میزان تلفات پیش‌گفته با قیمت‌های داخلی و بین‌المللی به ترتیب برای نفت گاز، بنزین و نفت سفید معادل، ۱/۷، ۴۵ و ۰/۴ میلیون ریال و ۴۳، ۱۷۴ و ۱۰ میلیون ریال است. با اقدامات ساده بهینه‌سازی نظیر تغییر رنگ، شرایط داخلی پوسته و نوع درزگیرهای اولیه و ثانویه میزان تبخیر نفت گاز، بنزین و نفت سفید از ۴۴ تن در سال به ۱۶/۴ تن در سال کاهش خواهد یافت. بنابراین سرجمع تلفات معادل ۴۷ و ۲۲۷ میلیون ریال بر اساس قیمت‌های داخلی و جهانی خواهد بود که پس از انجام اقدامات بهینه‌سازی به ترتیب به ۱۴ و ۸۴ میلیون ریال کاهش خواهد یافت. با استفاده از نتایج به دست آمده از انبار شمال غرب تهران به صورت تقریبی میزان تلفات سالانه از کلیه مخازن کشور برای سه ماده سابق‌الذکر بر اساس قیمت جهانی ۹۱۰۰ میلیون ریال به دست آمده است که این مقدار پس از انجام اقدامات بهینه‌سازی به ۳۵۰۰ میلیون ریال کاهش خواهد یافت. با توجه به این که میزان تلفات مواد نفتی در گنبدهای نمکی کمتر از مخازن انسان‌ساخت است، بنابراین پیشنهاد می‌شود که در مکان‌هایی از کشور که وجود گنبدهای نمکی محرز است از آنها برای ذخیره‌سازی استفاده شود. با توجه به خروجی نرم‌افزار و یافته‌های این تحقیق سعی می‌شود که در مخازن با سقف ثابت از سقف مخروطی استفاده شود و در مخازن با سقف شناور علاوه بر درزگیر اولیه از درزگیر ثانویه نیز استفاده شود و سطح داخلی مخازن دارای خوردگی کم باشد و در کلیه مخازن از رنگ سفید برای پوسته و سقف به کار رود.

### کلید واژه

تبخیر - مخزن - هیدروکربور - آلودگی هوا - نرم‌افزار Tank-4

### سر آغاز

است زیرا پایه و اساس زندگی بشر را تشکیل می‌دهد. کشور ما ایران با قرار داشتن بر بستر عظیمی از منابع انرژی، بویژه نفت و گاز و نیز با بهره‌مندی از جغرافیای سیاسی و اقتصادی خود، از موقعیتی ارزشمند و کم‌نظیر در جهان برخوردار است. از سوی دیگر طی چند دهه اخیر به دلیل رشد روزافزون جمعیت و تقاضا برای فرآورده‌های نفتی و نسبت

امروزه انرژی به منزله یکی از اصلی‌ترین عوامل برای شکل‌گیری و پیشرفت جوامع صنعتی شناخته شده است. به طوری که میزان دسترسی کشورها به منابع گوناگون انرژی مبین پیشرفت و قدرت سیاسی - اقتصادی آنهاست. نفت و مواد نفتی در دنیا دارای اهمیت بسیار زیادی

### مواد و روش‌ها

برای تخمین میزان تبخیر از انبارهای ذخیره فرآورده‌های نفتی نیاز به اطلاعات جامع قابل اجتناب است. اطلاعات مورد نیاز از شرکت پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی تهیه شده است. انبار نفت شمال غرب تهران در منطقه شهران واقع شده است و فرآورده‌های نفتی غرب تهران را تأمین می‌کند. این انبار شامل یازده مخزن است که پنج مخزن از نوع سقف ثابت و شش مخزن دیگر از نوع سقف شناور است. این مخازن حاوی نفت گاز، بنزین و نفت سفیدند. ده عدد از این مخازن فعال بوده و یکی در حال تعمیر است. این مخازن به شکل استوانه با قطر حدود ۴۴ متر و ارتفاع ۱۴/۶۴ متر هستند. در این تحقیق برآورد میزان تبخیر و ارائه راهکارهای کاهش با استفاده از نرم‌افزاری به نام TANK 4 که توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست امریکا برای تمام شرایط آب و هوایی صحت‌سنجی شده، انجام گرفته است (US. EPA, 2000). این صحت‌سنجی طی مطالعه‌ای توسط مارتینز که به برآورد تبخیر از چند مخزن ذخیره با سقف ثابت و شناور پرداخته است، به اثبات رسیده است (Martinez, 2005) و همچنین طی مقاله‌ای در سال ۲۰۰۱ نتایج آزمایشگاهی با نتایج انتشار توسط مدل‌سازی با این نرم‌افزار مقایسه شده که با این مقیاس می‌توان به اعتبار مدل پی‌برد (Rota, 2001). این نرم‌افزار بر اساس کلان فرمول‌های ذیل پایه‌گذاری شده است: (API, 2005 & 1991).

**مخازن با سقف ثابت**  
 $L_T = L_S + L_W$

$L_T$  = کل تلفات، lb/yr

$L_S$  = تلفات ذخیره سازی ناشی از حالت سکون، lb/yr

$L_W$  = تلفات ناشی از حالت بهره‌برداری، lb/yr

**مخازن با سقف شناور**  
 $T = L_R + L_{WD} + L_F + L_D$

$L_T$  = کل تلفات، lb/yr

$L_R$  = تلفات ناشی از درزگیر حلقوی، lb/yr

$L_{WD}$  = تلفات ناشی از برداشت، lb/yr

$L_F$  = تلفات ناشی از لوازم عرشه، lb/yr

$L_D$  = تلفات ناشی از درز عرشه، lb/yr

این نرم‌افزار برای محاسبه انتشار از مخازن ذخیره مایعات آلی طراحی شده است و به اطلاعات مشخصی درباره مخزن (ابعاد، شرایط ساخت و رنگ‌آمیزی و...)، نوع مایع (اجزای شیمیایی و دمای مایع و...)

صادرات به تولید نفت خام، فرآورده‌های نفتی کاهش یافته است. البته رسیدن به سطوح بالاتر تولید نیاز به استفاده از فناوری‌های روز داشته و بیقین باید با توان تولید نفت خام، ایران نیز هماهنگ شود (Karbassi, et al., 2007). همچنین باید در مصرف این ثروت ملی صرفه‌جویی کرد و به فکر نسل‌های آینده نیز بود. راه دیگر، جلوگیری از تبخیر و نشت این مواد نفتی و فرآورده‌های آنها استفاده از مخازن ذخیره است. مخازن ذخیره هیدروکربوها منبع مهم انتشار ترکیبات آلی فرار (VOC) هستند. این انتشارات هیدروکربوری در معرض نور فرابنفش خورشید قرار می‌گیرند و اکسیدان‌های فوتو شیمیایی یا ازن را در تروپوسفر تشکیل می‌دهند (Martinez, 2005).

تخریب و آلودگی محیط‌زیست، بویژه در نیمه دوم قرن بیستم باعث آن شد تا اندیشه‌گران اعتقاد پیدا کنند اگر رشد اقتصادی و حفاظت محیط‌زیست با یکدیگر سازگار نشوند در آن صورت در آینده امکان زندگی مناسب برای بشر بر کره زمین متصور نخواهد شد. انبارهای ذخیره‌سازی فرآورده‌های قابل مصرف در کشور به دو صورت انبار فرآورده‌های نفتی در پالایشگاهها و انبار فرآورده‌های نفتی قابل عرضه است.

ذخیره نفت و مواد نفتی برای تأمین سوخت‌رسانی مطمئن اجتناب ناپذیر است. در اثر ذخیره کردن نفت امکان تبخیر مواد نفتی وجود دارد. فرض بر آن است که با شناخت دقیق سازه‌ای مخازن نفت بتوان تمهیداتی را برای کاهش انتشار آلاینده‌ها اندیشید. (مهین‌عبداله‌زاده، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶). نوع نفت و شرایط اقلیمی به همراه خصوصیات مخازن نفتی از متغیرهای اصلی طرح به شمار می‌آیند. در این تحقیق سه فرآورده بنزین، گازوئیل و نفت سفید بررسی شد.

انتشار بخارات بنزین از منابع متعددی است اما موارد اصلی و مهم

آن عبارتند از (احمدی، ۱۳۸۵):

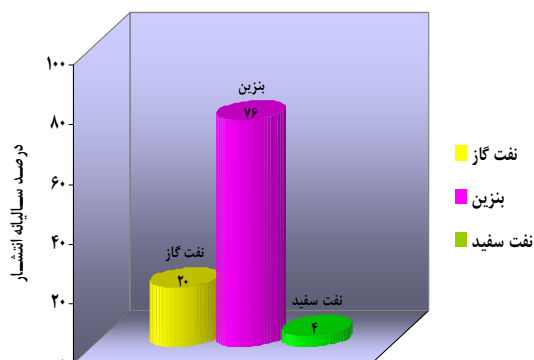
۱. مخازن ذخیره‌سازی در پالایشگاهها
۲. مخازن ذخیره‌سازی در ترمینال‌های بارگیری
۳. وسایل انتقال این فرآورده (تانکرها، قطار، کشتی و...)
۴. مخازن ذخیره سازی در جایگاه‌های عرضه سوخت
۵. باک وسایط نقلیه و ماشین‌ها

در این تحقیق میزان انتشار فرآورده‌های نفتی از مخازن ذخیره بررسی شده است.

۰/۵ تن بوده و سهم تلفات ناشی از لوازم عرشه، برداشت از مخزن و درزگیرهای پیرامونی به ترتیب برابر با ۵/۴، ۴۷۷ و ۱۳/۳ کیلوگرم است (جدول شماره ۲). این انبار دارای چهار مخزن نفت سفید بوده بنابراین در حدود ۲ تن تبخیر در سال است. با استفاده از نرم‌افزار میزان انتشار را از کلیه مخازن انبار شمال غرب تهران به دست آورده که انتشار از ده مخزن حاوی نفت گاز، بنزین و نفت سفید به ترتیب برابر با ۸/۷، ۳۳/۳ و ۲ تن در سال است، بنابراین کل برآورد سالانه از این مخازن حدود ۴۴ تن است (شکل‌های شماره ۱ و ۲).



شکل شماره (۱): میزان تبخیر سالانه از کلیه مخازن انبار شمال غرب تهران (تن در سال)



شکل شماره (۲): درصد تبخیر سالانه از کلیه مخازن انبار شمال غرب تهران

و موقعیت مخزن (نزدیک‌ترین شهر، دمای محیط و...) نیاز دارد تا میزان انتشار از این مخازن را به هوا مشخص کند. گزارش نهایی شامل انتشار ماهانه و سالانه برای هر ماده شیمیایی، یا ترکیبی از مواد شیمیایی ذخیره شده در مخزن است. میزان تبخیر از سه مخزن شماره یک، پنج و شش به ترتیب حاوی نفت گاز، بنزین و نفت سفید به وسیله نرم‌افزار محاسبه شد. سپس نتایج به دست آمده برای کل مخازن این انبار تعمیم داده شد. این نرم‌افزار به صورت پیش فرض، اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی آمریکا را دارد، در ضمن توانایی تغییر داده‌ها، و یا افزایش ایستگاه جدید را دارد. در این مدل‌سازی اطلاعات هواشناسی ۳۰ سال اخیر شمال تهران (تجریش) وارد نرم‌افزار شده است و همچنین این نرم‌افزار ۱۶۹ ماده را بصورت پیش فرض دارد که می‌توان خصوصیات این مواد را تغییر داد و یا ماده جدیدی اضافه کرد. در مدل‌سازی انجام شده، برای نفت‌گاز و نفت‌سفید از مواد پیش فرض استفاده شد و در خصوصیات ماده بنزین با توجه به بنزین مصرفی در ایران تغییراتی داده شد (US. EPA, 2006).

## نتایج و بحث

### مخازن حاوی نفت گاز

میزان برآورد تبخیر سالانه از مخزن شماره یک حاوی نفت گاز با استفاده از نرم‌افزار، حدود ۲/۹ تن در سال است که ۲/۱ تن سهم تبخیر در شرایط بهره‌برداری و ۰/۸ تن سهم تبخیر در حالت سکون است (جدول شماره ۱). در این انبار سه مخزن دیگر نفت گاز موجود است، پس میزان کل انتشار از مخازن با سقف ثابت حاوی نفت گاز، حدود ۸/۷ تن در سال است.

### مخازن حاوی بنزین

مخزن شماره پنج حاوی بنزین است. به دلیل این که بنزین ماده‌ای بسیار فرار و میزان تبخیر آن قابل توجه است، از مخازن با سقف شناور استفاده می‌شود. میزان تبخیر سالانه با توجه به خصوصیات این مخزن حدود ۱۱/۱ تن بوده که سهم تلفات ناشی از لوازم عرشه، برداشت از مخزن و درزگیرهای پیرامونی به ترتیب برابر با ۲/۸، ۱/۶ و ۶/۷ تن است (جدول شماره ۲). این انبار دارای سه مخزن بنزین بوده بنابراین به طور نسبی دارای ۳۳/۳ تن تبخیر در سال است.

### مخازن حاوی نفت سفید

مخزن شماره شش حاوی نفت سفید است. این مخزن از نوع سقف شناور است. میزان تبخیر سالانه با توجه به خصوصیات این مخزن حدود

جدول شماره (۱): میزان تبخیر سالانه از مخزن شماره یک

معرفی مخزن	
موقعیت مکانی مخزن	انبار شمال غرب تهران
شماره مخزن	یک
تاریخ نصب مخزن	۱۳۵۵
وضعیت فعلی مخزن	فعال
نوع مخزن ( شناور، ثابت و ...)	ثابت
مشخصات فیزیکی مخزن	
ارتفاع مخزن (m)	۱۴/۶۴
قطر مخزن (m)	۴۳/۹۲
حداقل و حداکثر ارتفاع مایع داخل مخزن (m)	۱-۱۳/۶۹
فاصله زمانی تخلیه مخزن (زمان ماند فرآورده) (روز)	۱۰ روز
رنگ پوسته مخزن	سفید
شرایط پوسته مخزن	بد
رنگ سقف مخزن	سفید
شرایط سقف مخزن	بد
نوع سقف	گنبدی
مشخصات محل مخزن	
نزدیک ترین ایستگاه هواشناسی <sup>۲</sup>	شمال تهران
متوسط دمای روزانه محیط (°C)	۱۴/۵۴
متوسط حداکثر دمای سالانه (°C)	۲۰/۴
متوسط حداقل دمای سالانه (°C)	۱۰/۵
متوسط سرعت باد (KNOTS)	۱/۸
متوسط ضریب ایزولاسیون سالانه (cal/cm <sup>2</sup> )	۱۲۸۱۴/۰۲
فشار اتمسفری (HPA)	۱۰۱۰/۴
مشخصات فرآورده داخل مخزن	
نوع فرآورده داخل مخزن	نفت گاز
وزن مخصوص فرآورده (gr/cm <sup>3</sup> )	۰/۸۳۷
حداقل و حداکثر دمای فرآورده داخل مخزن (°C)	۳۵ تا ۲/۷
میزان تبخیر سالانه (kg)	۲۸۶۴

جدول شماره (۲): میزان تبخیر سالانه از مخزن شماره پنج و شش

معرفی مخزن	
موقعیت مکانی مخزن	انبار شمال غرب تهران
شماره مخزن	پنج
تاریخ نصب مخزن	۱۳۵۵
وضعیت فعلی مخزن	فعال
نوع مخزن ( شناور، ثابت و ...)	شناور
مشخصات فیزیکی مخزن	
قطر مخزن (m)	۴۳/۹۴
ظرفیت مخزن (m <sup>3</sup> )	۱۹۹۷۵
فاصله زمانی تخلیه مخزن (زمان ماند فرآورده) (روز)	۴ روز
شرایط داخلی پوسته	خوردگی زیاد
رنگ مخزن	قرمز
شرایط رنگ مخزن	بد
نوع سقف	پل موقت
نوع لوازم سقف	Typical
نوع ساخت مخزن	اتصال جوشی
درزگیر اولیه	Mechanical shoe
درزگیر ثانویه	---
مشخصات محل مخزن	
نزدیک ترین ایستگاه هواشناسی	شمال تهران
متوسط دمای روزانه محیط (°C)	۱۴/۵۴
متوسط حداکثر دمای سالانه (°C)	۲۰/۴
متوسط حداقل دمای سالانه (°C)	۱۰/۵
متوسط سرعت باد (KNOTS)	۱/۸
متوسط ضریب ایزولاسیون سالانه (cal/cm <sup>2</sup> )	۱۲۸۱۴/۰۲
فشار اتمسفری (HPA)	۱۰۱۰/۴
مشخصات فرآورده داخل مخزن	
نوع فرآورده داخل مخزن	بنزین
وزن مخصوص فرآورده (gr/cm <sup>3</sup> )	۰/۷۵۴
حداقل و حداکثر دمای فرآورده داخل مخزن (°C)	۳۵ تا ۲/۷
میزان تبخیر سالانه (kg)	۱۱۰۳۷

چنانچه در جدول شماره (۴) دیده می‌شود با تغییراتی در خصوصیات مخزن شماره شش، در حالات مختلف میزان تبخیر به دست آمده است. روند تغییرات در میزان تبخیر در این مخازن به دلیل این که از مخازن با سقف شناور استفاده شده است، مشابه مخازن حاوی بنزین است.

هرکدام از حالت‌ها گزینه‌ای که منجر به کمترین میزان تبخیر می‌شود در نظر گرفته و ترکیب آنها به عنوان حالت بهینه درج می‌شود (جدول شماره ۵ و ۶).

این انبار دارای سه مخزن نفت گاز، سه مخزن بنزین و چهار مخزن نفت سفید است. پس از بهینه‌سازی مخازن، میزان کل انتشار از این مخازن ۱۶/۴ تن در سال است که نسبت به حالات موجود ۶۳ درصد کاهش یافته است. مقایسه میزان انتشار قبل و بعد از بهینه‌سازی در شکل شماره (۳) نشان داده شده است.

**جدول شماره (۳): برآورد تبخیر سالانه از مخزن شماره یک حاوی نفت گاز در حالت‌های مختلف**

میزان افزایش یا کاهش تبخیر نسبت به حالت اولیه* (کیلوگرم در سال)	میزان تبخیر (کیلوگرم در سال)	انواع حالت‌ها
۰	۲۸۶۴	سفید بد گنبدی
-۲۲۴	۲۶۴۰	سفید بد مخروطی
+۱۸۷۸	۴۷۴۲	رنگ پوسته و سقف مخروطی شرایط پوسته و سقف قرمز بد گنبدی
-۵۷۸	۲۲۷۷	سفید خوب مخروطی

\* علامت منفی به معنای کاهش و علامت مثبت به معنای افزایش تبخیر است.

در جهت بهینه‌سازی مخازن موجود، شرایط موجود را به صورت شاهد در نظر گرفته سپس هریک از مشخصه‌های موجود در نرم‌افزار را به صورت جداگانه تغییر داده و سپس در هر حالت میزان انتشار ارزیابی می‌شود. نتایج هر کدام از تغییرات برای هر سه نوع ماده نفت گاز، بنزین و نفت سفید به صورت خلاصه در جداول شماره (۳ و ۴) گردآوری شده‌اند. با توجه به جدول شماره (۳) در مخزن شماره یک زمانی که از سقف مخروطی در مخزن استفاده می‌شود میزان تبخیر حدود ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. شرایط دیگر نیز بر این مخزن اعمال شده و نتایج نشان می‌دهد که هرچه رنگ مخزن تیره‌تر باشد و شرایط پوسته و سقف بدتر باشد میزان تبخیر افزایش می‌یابد. با توجه به جدول شماره (۴) با تغییراتی در خصوصیات مخزن شماره پنج، در حالات مختلف میزان تبخیر به دست آمده است.

بیشترین میزان تبخیر مربوط به پوشش داخلی قیرگونی است و کمترین میزان زمانی است که پوسته داخلی دارای خوردگی کم باشد. نتایج نشان می‌دهد که با تغییر پوشش از حالت خوردگی زیاد به خوردگی کم و همچنین با تغییر در شرایط رنگ مخزن می‌توان به ترتیب تا ۱۱/۷ و ۰/۸ درصد از میزان تبخیر کم کرد. هرچه رنگ مخزن روشن‌تر می‌شود به دلیل این که جذب نور خورشید در رنگهای روشن کمتر است، میزان تبخیر کاهش می‌یابد.

برای مثال استفاده از رنگ سفید به جای رنگ قرمز در این مخزن، میزان تبخیر سالانه را ۱۸/۶ درصد کاهش می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود با تغییر نوع سقف از پل موقت به عرشه دابل، میزان تبخیر حدود ۲۰۲ کیلوگرم کاهش یافته است و با تغییر در نوع لوازم سقف در میزان تبخیر تغییری به وجود نیامده است و با تغییر نوع اتصالات از جوشی به پیچی میزان تبخیر افزایش یافته است. چنانچه دیده می‌شود در مواردی که از درزگیر ثانویه استفاده نشده است بیشترین میزان تبخیر به دست آمده است پس باید سعی شود از درزگیر ثانویه استفاده شود. چنانچه از «درزگیر اولیه تماسی»<sup>۴</sup> با مایع استفاده شود میزان تبخیر نسبت به سایر درزگیرهای اولیه کمتر است بنابراین توصیه می‌شود در صورت امکان از درزگیر اولیه تماسی و درزگیر ثانویه حلقه‌ای استفاده شود.

جدول شماره (۴): برآورد تبخیر سالانه از مخزن شماره پنج حاوی بنزین و مخزن شماره شش حاوی نفت سفید در حالت های مختلف

مخزن شماره شش		مخزن شماره پنج		انواع حالت ها	
میزان افزایش، یا کاهش تبخیر نسبت به حالت اولیه* (کیلوگرم در سال)	میزان تبخیر (کیلوگرم در سال)	میزان افزایش، یا کاهش تبخیر نسبت به حالت اولیه* (کیلوگرم در سال)	میزان تبخیر (کیلوگرم در سال)		
۰	۴۹۶	۰	۱۱۰۳۷	خوردگی زیاد	شرایط داخلی پوسته
-۳۸۲	۱۱۴	-۱۲۹۷	۹۷۴۰	خوردگی کم	
۹۰۶۲	۹۵۵۸	۳۰۷۹۳	۴۱۸۳۰	قیرگونی	
۰	۴۹۶	۰	۱۱۰۳۷	بد	شرایط رنگ مخزن
-۰/۵	۴۹۵/۵	-۸۴	۱۰۹۵۳	خوب	
۰	۴۹۶	۰	۱۱۰۳۷	قرمز	رنگ مخزن
-۲/۷	۴۹۳/۳	-۱۰۸۶	۹۹۵۱	خاکستری روشن	
-۵	۴۹۱	-۲۰۵۵	۸۹۸۲	سفید	
۰	۴۹۶	۰	۱۱۰۳۷	پل موقت	نوع سقف
-۰/۷	۴۹۵/۳	-۲۰۲	۱۰۸۳۵	عرشه دوپل	
۰	۴۹۶	۰	۱۱۰۳۷	typical detail	نوع لوازم سقف
۰	۴۹۶	۰	۱۱۰۳۷	جوشی	
۰	۴۹۶	۰	۱۱۰۳۷	پیچی	نوع ساخت مخزن
۹/۶	۵۰۵/۶	۴۹۶۳	۱۶۰۰۰		
۰	۴۹۶	۰	۱۱۰۳۷	Mechanical shoe ---	نوع درزگیر اولیه درزگیر ثانویه
-۸/۸۵	۴۸۷/۱۵	-۴۳۰۳	۶۷۳۴	Mechanical shoe Shoe mounted	
-۱۱	۴۸۵	-۵۳۵۸	۵۶۷۹	Mechanical shoe Rim mounted	
-۹	۴۸۷	-۳۳۶۶	۶۶۷۱	Liquid mounted ---	
-۱۱	۴۸۵	-۵۳۶۷	۵۶۷۰	Liquid mounted Weather shield	
-۱۱/۷	۴۸۴/۳	-۵۷۱۴	۵۳۲۳	Liquid mounted Rim mounted	
۲	۴۹۸	۱۲۰۳	۱۲۲۴۰	Vapor mounted ---	
-۵/۸۵	۴۹۰/۱۵	-۲۷۸۹	۸۲۴۸	Vapor mounted Weather shield	
-۹	۴۸۷	-۴۵۷۶	۶۴۶۱	Vapor mounted Rim mounted	

\*علامت منفی به معنای کاهش و علامت مثبت به معنای افزایش تبخیر است

**جدول شماره (۵): میزان تبخیر سالانه از مخزن شماره یک**

پس از بهینه‌سازی

معرفی مخزن	
موقعیت مکانی مخزن	انبار شمال غرب تهران
شماره مخزن	یک
تاریخ نصب مخزن	۱۳۵۵
وضعیت فعلی مخزن	فعال
نوع مخزن ( شناور، ثابت و ...)	ثابت
مشخصات فیزیکی مخزن	
ارتفاع مخزن (m)	۱۴/۶۴
قطر مخزن (m)	۴۳/۹۲
حداقل و حداکثر ارتفاع مایع داخل مخزن (m)	۱-۱۳/۶۹
فاصله زمانی تخلیه مخزن (زمان ماند فرآورده) (روز)	۱۰ روز
رنگ پوسته مخزن	سفید
شرایط پوسته مخزن	خوب
رنگ سقف مخزن	سفید
شرایط سقف مخزن	خوب
نوع سقف	مخروطی
مشخصات محل مخزن	
نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی	شمال تهران
متوسط دمای روزانه محیط (°C)	۱۴/۵۴
متوسط حداکثر دمای سالانه (°C)	۲۰/۴
متوسط حداقل دمای سالانه (°C)	۱۰/۵
متوسط سرعت باد (KNOTS)	۱/۸
متوسط ضریب ایزولاسیون سالانه (cal/cm <sup>2</sup> )	۱۲۸۱۴/۰۲
فشار اتمسفری (HPA)	۱۰۱۰/۴
مشخصات فرآورده داخل مخزن	
نوع فرآورده داخل مخزن	نفت گاز
وزن مخصوص فرآورده (gr/cm <sup>3</sup> )	۰/۸۳۷
حداقل و حداکثر دمای فرآورده داخل مخزن (°C)	۳۵ تا ۲/۷
<b>میزان تبخیر سالانه (kg)</b>	<b>۲۲۷۷ (۲۸۶۴) *</b>

\* اعداد داخل پرانتز، میزان تبخیر قبل از بهینه‌سازی است.

**جدول شماره (۶): میزان تبخیر سالانه از مخزن شماره پنج و شش**

پس از بهینه‌سازی

معرفی مخزن	
موقعیت مکانی مخزن	انبار شمال غرب تهران
شماره مخزن	پنج
تاریخ نصب مخزن	۱۳۵۵
وضعیت فعلی مخزن	فعال
نوع مخزن ( شناور، ثابت و ...)	شناور
مشخصات فیزیکی مخزن	
قطر مخزن (m)	۴۳/۹۴
ظرفیت مخزن (m <sup>3</sup> )	۱۹۹۷۵
فاصله زمانی تخلیه مخزن (زمان ماند فرآورده) (روز)	۴ روز
شرایط داخلی پوسته	خوردگی کم
رنگ مخزن	سفید
شرایط رنگ مخزن	خوب
نوع سقف	عرشه دویل
نوع لوازم سقف	detail
نوع ساخت مخزن	اتصال جوشی
درزگیر اولیه	Liquid mounted
درزگیر ثانویه	Rim mounted
مشخصات محل مخزن	
نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی	شمال تهران
متوسط دمای روزانه محیط (°C)	۱۴/۵۴
متوسط حداکثر دمای سالانه (°C)	۲۰/۴
متوسط حداقل دمای سالانه (°C)	۱۰/۵
متوسط سرعت باد (KNOTS)	۱/۸
متوسط ضریب ایزولاسیون سالانه (cal/cm <sup>2</sup> )	۱۲۸۱۴/۰۲
فشار اتمسفری (HPA)	۱۰۱۰/۴
مشخصات فرآورده داخل مخزن	
نوع فرآورده داخل مخزن	بنزین
وزن مخصوص فرآورده (gr/cm <sup>3</sup> )	۰/۷۵۴
حداقل و حداکثر دمای فرآورده داخل مخزن (°C)	۳۵ تا ۲/۷
<b>میزان تبخیر سالانه (kg)</b>	<b>۳۰۲۶ (۱۱۰۳۷) *</b>

\* اعداد داخل پرانتز، میزان تبخیر قبل از بهینه‌سازی است.

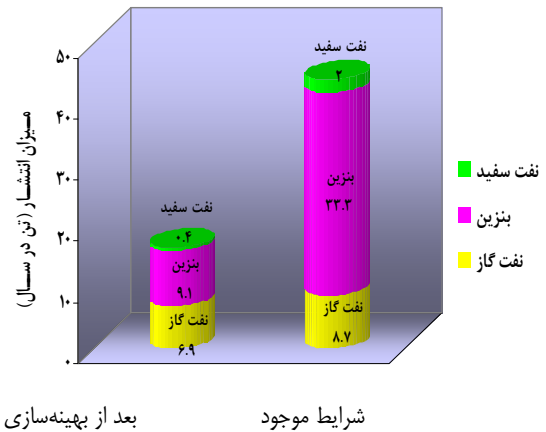
**جدول شماره (۷): سود سالانه ناشی از اقدامات بهینه‌سازی انبار شمال غرب تهران**

فرآورده	قیمت داخلی		قیمت جهانی	
	(هزار ریال)	(دلار)	(هزار ریال)	(دلار)
نفت گاز	۳۴۹/۴	۳۸/۱	۸۹۸/۹	۹۶۵/۶
بنزین	۳۲۷۰۲/۷	۳۵۳۱/۹	۱۲۶۲۳۲/۴	۱۳۵۷۱/۶
نفت سفید	۳۱۰/۶	۳۳/۹	۷۹۸۳/۱	۸۵۸/۴
کل	۳۳۳۶۲/۷	۳۶۰۳/۹	۱۴۳۴۹۶/۴	۱۵۳۹۵/۶

حال با توجه به این که ظرفیت انبارهای پخش کل کشور در سال ۱۳۸۴ به برای سه ماده نفت گاز، بنزین و نفت سفید به ترتیب معادل ۲۹۳۵۶۸۲، ۲۳۳۷۴۲۵ و ۲۰۸۰۳۳۱ متر مکعب است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۵)، بنابراین با استفاده از نتایج به دست آمده از انبار شمال غرب تهران به صورت تقریبی میزان تبخیر سالانه از کلیه مخازن کشور برای سه ماده پیش گفته در شرایط موجود و حالت بهینه محاسبه شد. نتایج نشان داد که می‌توان با تغییراتی جزئی در مخازن ذخیره به ترتیب برای نفت گاز، بنزین و نفت سفید حدود ۱۱۰، ۱۲۷۵ و ۴۹ هزار لیتر صرفه‌جویی کرد. سرجمع سود سالانه ناشی از اقدامات بهینه‌سازی انبارهای پخش کشور برای سه ماده نفت گاز، بنزین و نفت سفید با قیمت‌های داخلی، معادل ۱۳۰۰ میلیون ریال (۱۴۰ هزار دلار) و با قیمت جهانی معادل ۵۵۵۶ میلیون ریال (۵۹۷ هزار دلار) است (جدول شماره ۸).

**جدول شماره (۸): سود سالانه ناشی از اقدامات بهینه سازی کل انبارهای پخش کشور**

فرآورده	قیمت داخلی		قیمت جهانی	
	(هزار ریال)	(دلار)	(هزار ریال)	(دلار)
نفت گاز	۱۶۵۰۰	۱۸۰۰	۴۲۴۱۰۰	۴۵۶۰۰
بنزین	۱۲۷۵۶۷۵	۱۳۷۷۷۳	۴۹۲۴۱۰۸	۵۲۹۴۰۵
نفت سفید	۸۰۷۵	۸۸۰	۲۰۷۵۵۵۹	۲۲۳۱۷
کل	۱۳۰۰۲۵۱	۱۴۰۴۵۳	۵۵۵۵۷۶۷	۵۹۷۳۲۲



**شکل شماره (۳): مقایسه میزان انتشار از مخازن قبل و بعد از بهینه‌سازی انبار شمال غرب تهران**

حال با توجه به قیمت داخلی و جهانی سه ماده نفت گاز، بنزین و نفت سفید به برآورد هزینه سالانه تلفات این مواد در انبار شمال غرب تهران اقدام شد. سپس میزان تلفات سالانه به دست آمده از ده مخزن این انبار با توجه به وزن مخصوص آنها از تن به لیتر تبدیل و در نهایت هزینه تلفات سالانه بر حسب ریال و دلار قیمت داخلی و جهانی به دست می‌آید.

میزان هزینه تلفات سالانه ناشی از تبخیر برای هر سه ماده در ده مخزن بر حسب قیمت داخلی، حدود ۴۷ میلیون ریال (۵۰۸۷ دلار) و بر حسب قیمت جهانی، معادل ۲۲۷ میلیون ریال (۲۴۴۰۰ دلار) قابل محاسبه است.

پس از بهینه‌سازی، هزینه تلفات بار دیگر محاسبه می‌شود. میزان هزینه تلفات سالانه هر سه ماده در ده مخزن بر حسب قیمت داخلی، حدود ۱۳/۷ میلیون ریال (۱۴۸۳ دلار) و بر حسب قیمت جهانی، معادل ۸۴ میلیون ریال (۹۰۲۰ دلار) است.

این اعداد مبین آن هستند که با اقدامات بهینه‌سازی میزان تبخیر کاهش می‌یابد. بنابراین سود ناشی از اقدامات بهینه‌سازی هر یک از سه ماده نفت گاز، بنزین و نفت سفید در جدول شماره (۷) آورده شده‌اند. سرجمع میزان صرفه‌جویی برای سه ماده سابق‌الذکر با قیمت‌های داخلی معادل ۳۳ میلیون ریال (۳۶۰۴ دلار) و با قیمت جهانی، معادل ۱۴۳ میلیون ریال (۱۵ هزار دلار) است.



**نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد**

با توجه به این که میزان تلفات مواد نفتی در گنبد‌های نمکی کمتر از مخازن انسان‌ساخت است، بنابراین پیشنهاد می‌شود که از آنها برای ذخیره‌سازی در مکان‌هایی از کشور که وجود گنبد‌های نمکی محرز است استفاده شود. بازرسی مستمر برای کاهش تلفات از طریق تبخیر، و یا نشت توصیه می‌شود و با توجه به خروجی نرم‌افزار و یافته‌های این تحقیق سعی شود که نوع مخازن با سقف ثابت از سقف مخروطی باشد و در مورد مخازن با سقف شناور علاوه بر درزگیر اولیه از درزگیر ثانویه نیز استفاده شود. همچنین سطح داخلی مخازن دارای خوردگی کم باشد و در کلیه مخازن از رنگ سفید برای پوسته و سقف استفاده شود. برای تکمیل تحقیق فعلی، با توجه به این که برآورد میزان انتشار هیدروکربورها از مخازن ذخیره کشور تا به حال انجام نشده است و این تحقیق برای اولین بار انجام می‌شود، در ادامه و تکمیل این کار تحقیقاتی، پیشنهادهایی ارائه شده است:

۱- اندازه‌گیری عملی هیدروکربورها برای اعتبار بیشتر نرم‌افزار.

۲- مدل‌سازی آلودگی هوا و نحوه انتشار در محیط اطراف.

۳- انجام این تحقیق برای کلیه انبارهای کشور.

**منابع مورد استفاده**

احمدی، ف. ۱۳۸۵. بازیافت بخارات بنزین، شرکت ملی مهندسی ساختمان نفت ایران.

ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۴. ۱۳۸۵. وزارت نیرو، معاونت امور انرژی.

کریاسی، ع.ر.، مهین‌عبداله‌زاده، ا. ۱۳۸۵. نقش سازه‌ای مخازن نفت در انتشار آلودگی‌های هیدروکربوری، به منظور بهینه‌سازی وضعیت موجود. اولین همایش مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.

کریاسی، ع.ر.، مهین‌عبداله‌زاده، ا. ۱۳۸۶. انواع مخازن ذخیره مواد نفتی و برآورد میزان انتشار از این مخازن، اولین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست، دانشگاه تهران.

**یادداشت‌ها**

1-Liquid mounted

2-Volatile Organic Carbon

3- Rim mounted

۴- از آمار و اطلاعات ۳۰ سال اخیر ایستگاه هواشناسی شمال تهران (تجربیش) استفاده شده است.

۵- جرم هریک لیتر نفت گاز، بنزین و نفت سفید به ترتیب معادل ۰/۸۵، ۰/۷۴ و ۰/۸۵ کیلوگرم در نظر گرفته شده است.

**قدردانی و تشکر**

این پروژه تحقیقاتی با حمایت مالی دفتر پژوهش‌های کاربردی شرکت سهامی مدیریت منابع آب تحت قرارداد شماره ۷۹۵۱۳/۱۵۲ مورخ ۸۷/۱۲/۲۶ با کد ۸۶۰۹۷-ENVI به انجام رسیده است. بدینوسیله از کلیه دست‌اندرکاران تشکر و قدردانی می‌گردد.

American Petroleum Institute. 1991. Evaporative Loss from Fixed Roof Tanks, Second Edition, Bulletin No. 2518, Washington, D.C.

American Petroleum Institute. 2005. Evaporative Loss from Storage Tank Floating Roof Landings, Technical Report 2567, Washington, D.C.

Karbassi,A.R.; M.A.,Abduli; E.,Mahin Abdollahzadeh.2007. Sustainability of energy production and use in Iran, Energy Policy, Volume 35, Issue 10, Pages 5171-5180.

Martinez;A., I.,Gutierrez; A.,Light .2005. Estimation of evaporative emissions in storage tanks Methodology and development, <http://www.emisiones.8m.com>.

Rota,R., S.,Frattini, S.,Astori, R.,Paludetto .2001. Emissions from fixed-roof storage tanks: Modeling and experiments, Nov 28, Industrial and Engineering Chemistry Research, v 40, n 24, , p 5847-5857.

U.S. Environmental Protection Agency. 2000. TANKS Emission Estimation Software; <http://www.epa.gov/ttn/chief/software/tanks/index.html>.

U. S. Environmental Protection Agency. 2006. Organic Liquid Storage Tanks, Emission Factor Documentation for AP-42 Section 7.1, For Office of Air Quality Planning and Standards.

USER'S GUIDE to TANKS Storage.1999. Tank Emissions Calculation Software Version 4.0