



فصلنامه علوم محیطی، دوره نوزدهم، شماره ۳، پائیز ۱۴۰۰

۱۶۱-۱۷۶

برآورد تلفات تبخیری بنزین جایگاه های سوخت رسانی شهر تهران در فصل های مختلف سال

مریم چهره ای^۱، سید علیرضا میرزا حسینی^{۱*}، نبی اله منصوری^۱، یوسف رشیدی^۲ و محمد حسن بهزادی^۳

^۱ گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

^۲ گروه فناوری های محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۳ گروه آمار، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۳

چهره ای، م.، س.ع. میرزا حسینی، ن.ا. منصوری، ی. رشیدی و م.ح. بهزادی. ۱۴۰۰. برآورد تلفات تبخیری بنزین جایگاه های سوخت رسانی شهر تهران در فصل های مختلف سال. فصلنامه علوم محیطی. ۱۹(۳): ۱۶۱-۱۷۶.

سابقه و هدف: ترکیب های آلی فرار از جمله بخارهای بنزین در محیط زیست، اثرهای نامطلوبی در بر دارند. در کلانشهر تهران بنزین به عنوان یک آلاینده سمی و خطرناک مطرح است که یکی از مهمترین منابع انتشار بخارهای بنزین در محیط زیست، مخازن ذخیره فرآورده های نفتی، فرایندهای عملیاتی، تعداد دفعه های تخلیه و بارگیری مخزن های ذخیره و فعالیت های فروش بنزین در پمپ بنزین ها می باشد.

مواد و روش ها: برای محاسبه انتشار بخارهای بنزین حاصل از مخزن های ذخیره سازی فرآورده های نفتی در مجاری عرضه سوخت بنزین انواع نرم افزارها از جمله ERA Tanks Module/Tanks ESP /E&P Tanks / EPA Tanks 4.09 بررسی گردیده که در این تحقیق از نرم افزار Tank 4.09D استفاده شده است. داده های زیر از جمله ویژگی های فیزیکی مخزن (ابعاد) / تعداد دفعات بارگیری مخازن/ مشخصات مکانی مخازن (پارامترهای آب و هوایی)/ مشخصات فرآورده نفتی ذخیره سازی شده در مخزن و ... جهت ۲۲ منطقه شهر تهران وارد نرم افزار گردید.

نتایج و بحث: با توجه به خروجی و گزارش گیری نرم افزار انتشار بخارهای بنزین از ۴۱۲ مخزن تعبیه شده در ۱۴۸ پمپ بنزین مستقر در ۲۲ منطقه شهر تهران، حدود ۷۷۰۲۳۵۶ لیتر به صورت سالیانه می باشد. که حدود ۵۶/۷۸ درصد آن در ۶ ماهه گرم سال و حدود ۴۳/۲۱ درصد آن در ۶ ماهه سرد سال و در فصل های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب حدود ۲۷/۰۶ درصد، ۲۹/۵۶ درصد، ۲۲/۶۳ درصد و ۲۰/۷۳ درصد در محیط منتشر می گردد. انتشارات در ۶ ماه از سال بیشتر بوده که بیشترین انتشارات بخارها از اواسط اردیبهشت تا اواسط آبان ماه می باشد. با مقایسه درصد انتشار بخارها با درصد تعداد دفعات بارگیری، درصد ظرفیت عملیاتی و تعداد مخازن و درصد پمپ بنزین ها در سطح شهر تهران می توان نتیجه گرفت عامل های مؤثر در افزایش انتشار بخارهای بنزین، بالا بودن تعداد دفعات بارگیری و بالا بودن

*Corresponding Author: Email Address. a.mirzahosseini@srbiau.ac.ir

حداکثر ظرفیت عملیاتی و تعداد مخزن‌ها و پایین بودن تعداد پمپ بنزین‌ها است. بیشترین انتشار به ترتیب مربوط به منطقه‌های ۴، ۲ و ۱۵ است که بنا بر بررسی‌های صورت پذیرفته و دسته بندی براساس بیشترین فروش بنزین و تعداد دفعات بارگیری و حداکثر ظرفیت عملیاتی و تعداد مخزن‌ها، این سه منطقه در این موارد بالاترین آمار را دارند.

نتیجه گیری: با در نظر گرفتن میزان فروش بنزین حدود ۴۲۱۹۲۱۷۵۰۰ لیتر و میزان هدر رفت و انتشارات بخارهای بنزین به میزان ۷۷۰۲۳۵۶ لیتر در سال می‌توان نتیجه گرفت میزان فرآورده بنزین مصرفی در سال ۱۳۹۷ در شهر تهران حدود ۴۲۲۶۹۱۹۸۵۶ لیتر بوده است.

واژه‌های کلیدی: انتشار بخارهای بنزین، Tank 4.09D، پمپ بنزین، شهر تهران.

مقدمه

بنزین از جمله بنزن سبب تصلب شرایین، آسیب مویرگ‌ها، بروز جهش ژنتیکی و تخریب بافت سازنده و کاهش تولید سلول‌های مغز استخوان، کم‌خونی شدید و نقص سیستم ایمنی بدن می‌شود (Okonkwo *et al.*, 2016) (Neghab *et al.*, 2015). بخارهای بنزین اثرهای نامطلوبی بر اعضای بدن از جمله قلب، ریه، مغز، کبد و کلیه می‌گذارد (DOEH, 2003; Owagboriaye *et al.*, 2017) با توجه به رشد روز افزون جمعیت و افزایش خودرو به دلیل کمبود زیر ساخت‌های لازم در مورد حمل و نقل عمومی و به نوبه خود افزایش تقاضا جهت سوختگیری و در راستای آن افزایش احداث مجاری عرضه سوخت در محیط‌های مسکونی و تجاری سبب شده که میزان قابل توجهی بخارهای بنزین در محیط زیست منتشر گردد (Correa *et al.*, 2012). حجم بنزین مصرفی در مجاری عرضه سوخت و تأثیر دمای محیط می‌تواند به‌طور قابل توجهی موجب افزایش بنزن محیط زیست شود (Priago *et al.*, 1997) رازگیری به مدت یک دقیقه در پمپ بنزین سبب می‌شود که غلظت بنزن در خون به میزان بالای ۳۰۰۰ میکرو گرم بر متر مکعب برسد (Fontes *et al.*, 2016).

مشکل‌های بهداشتی و اثرهای مخرب بنزین به روی محیط زیست از یکسو و نبود کنترل‌های لازم و عدم رعایت فاصله‌های مجاز احداث پمپ بنزین‌ها، عدم تناسب میزان ذخیره‌سازی با عرضه سوخت و نبود آمار دقیق میزان غلظت بنزین در مجاری عرضه سوخت از سوی دیگر سبب گردیده در

بخارهای بنزین اثرهای نامطلوبی روی محیط زیست دارند و گستردگی آن‌ها سبب افزایش گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن زمین، تغییرات اقلیمی، باران اسیدی، ایجاد واکنش‌های شیمیایی و تشکیل دود و مه و غیره می‌شوند (Mackenzie and Turrentine, 2016).

بنزین، ترکیب پیچیده‌ای از هیدروکربن‌ها (محدوده کربن C₄-C₁₂) است که حاوی مقادیری از پارافین‌ها، سیکلوپارافین‌ها، آروماتیک‌ها و الفینیک‌ها می‌باشد (Swick *et al.*, 2014) که به دلیل بالا بودن فشار بخار و ماهیت فرار بودن آن به راحتی تبخیر شده و سبب تولید ترکیب‌های آلی فرار می‌گردد. ترکیب‌های آلی فرار از طریق فعالیت‌های صنعتی منتشر می‌شوند و می‌توانند تأثیر قابل توجهی در کیفیت هوا داشته و بر سلامتی انسان تأثیر منفی بگذارند (Tohid *et al.*, 2019). انتشار ترکیب‌های آلی فرار از پمپ بنزین‌ها تا حد زیادی در مدیریت کیفیت هوا در توسعه آسیا نادیده گرفته می‌شود (Huy and Oanh, 2020). این ترکیب‌ها در هنگام تجزیه در اتمسفر با ترکیب‌های نیتروژن‌دار واکنش داده و سبب تشکیل ازن تروپوسفری می‌شوند (Burghardt *et al.*, 2016). ازن یکی از گازهای گلخانه‌ای است که بر تغییرات اقلیمی در مقیاس جهانی تأثیر گذاشته و به سیستم‌های تنفسی، عصبی و ایمنی بدن آسیب می‌رساند (Xu *et al.*, 2017). عوارض عصبی ناشی از استنشاق بنزین شامل خواب آلودگی، سرگیجه، سردرد، بی‌هوشی و رعشه است (Maffei *et al.*, 2005; Correa *et al.*, 2012) بخارهای

جدول (۳) آمده است.

- EPA Tanks 4.09 (US Environmental Protection Agency)
- E&P Tanks (American Petroleum Institute; API)
- Tanks ESP (TGB; Rob Ferry)
- ERA Tanks Module (ERA Environmental Management Solutions)

این تحقیق به بررسی انتشارات بنزین در پمپ بنزین‌های شهر تهران صورت پذیرد.

از جمله نرم افزارهایی که می‌توان با آن‌ها انتشار گازها از سوخت و مایعات آلی موجود در مخزن‌های ذخیره‌سازی را تعیین نمود به شرح زیر می‌باشند که مقایسه کاربرد نرم افزارهای تخمین انتشار جهت نوع مخزن‌ها در جدول (۱) و جهت انواع انتشارات حاصل از مخزن‌ها در جدول (۲) و جهت انواع سوخت و مایعات آلی در

جدول ۱ - مقایسه کاربرد نرم افزارهای تخمین انتشار جهت انواع مخزن‌ها
Table 1. Comparison of the application of emission estimation software for different types of tank

TANKS 4.09	E&P	ESP	ERA	نوع نرم افزار Type of software	نوع مخزن Type of tank
×	×	×	✓		مخزن رو باز Open top tank
✓	×	✓	✓		مخزن افقی Horizontal tank
✓	✓	✓	✓		مخزن عمودی با سقف ثابت Vertical fixed roof tank
✓	×	✓	✓		مخزن سقف شناور داخلی Internal floating roof tank
✓	×	✓	✓		مخزن سقف شناور خارجی External floating roof tank
✓	×	✓	✓		مخزن سقف شناور خارجی گنبدی Domed External floating roof tank
×	×	✓	✓		مخزن متحرک Mobile tank

جدول ۲ - مقایسه کاربرد نرم افزارهای تخمین انتشار جهت انواع انتشار مخزن‌ها
Table 2. Comparison of the application of emission estimation software for different types of tank emission

نوع انتشار مخزن Types of tank emission	نوع نرم افزار Type of software	TANKS 4.09	E&P	ESP	ERA
گرمایش Heating		×	×	✓	✓
سقف شناور Roof landing		×	×	✓	✓
تمیزکاری Cleaning		×	×	✓	✓
تبخیر از مخازن روباز Evaporation (open-top tanks)		×	×	×	✓
ذخیره سازی Standing		✓	✓	✓	✓
شستشو Flashing		✓	✓	✓	✓
عملیات و کار Working		✓	✓	✓	✓
بارگیری مخازن متحرک Loading (mobile tanks)		×	×	✓	✓

جدول ۳ - مقایسه کاربرد نرم افزارهای تخمین انتشار جهت انواع سوخت و مایعات آلی مخزن‌ها

Table 3. Comparison of the application of emission estimation software for different types of fuels and organic liquids of tanks

نوع ماده Types of fuels	نوع نرم افزار Type of software	TANKS 4.09	E&P	ESP	ERA
مخلوط های مایع آلی Organic liquid mixtures		√	√	√	√
فراورده های نفتی Petroleum distillates		√	√	√	√
نفت خام Crude oil		√	√	√	√
	فراورده های نفتی Petroleum distillates (EPA standards)	√	×	√	√

ERA, 2013; Vegh, 2015; Nesvacil, 2017; E&P TANK, 2018; Silis, 2018; TankESP, 2018)

پمپ بنزین دارد). مورد نیاز است همچنین از دیگر ویژگی‌های فیزیکی مورد نیاز نرم افزار می‌توان به ویژگی‌های پوسته داخلی، پوشش و رنگ مخزن، نوع سازه مخزن از نظر جوشی و یا پرچمی بودن اشاره کرد که در مورد مخزن‌های زیر زمینی تعبیه در پمپ بنزین‌ها این موارد لحاظ نمی‌گردد. در بخش ویژگی‌های شیمیایی نرم افزار اطلاعاتی نظیر ویژگی‌های شیمیایی مایع ذخیره سازی شده مخزن، ترکیبات و اجزای شیمیایی آن و دمای مایع ذخیره سازی شده و دیگر ویژگی‌های شیمیایی مایع مورد نیاز می‌باشد. در بخش اطلاعات هواشناسی نرم افزار، موقعیت و محل مخزن، اطلاعات مربوط به نزدیکترین ایستگاه هواشناسی و پارامترهای آب و هوایی نظیر دمای محیط روزانه و سالانه، بیشترین و کمترین دمای روزانه و سالانه، متوسط سرعت باد، فشار اتمسفر و فاکتور انرژی تابشی مورد نیاز است. که در نهایت با خروجی گرفتن از نرم افزار گزارشی در مورد انتشارات در هوا بر حسب گالن به صورت ماهانه و سالانه برای هر ماده ذخیره شده شیمیایی و یا مخلوطی از مواد شیمیایی ذخیره شده در مخزن‌ها حاصل می‌گردد (USEPA, 1999).

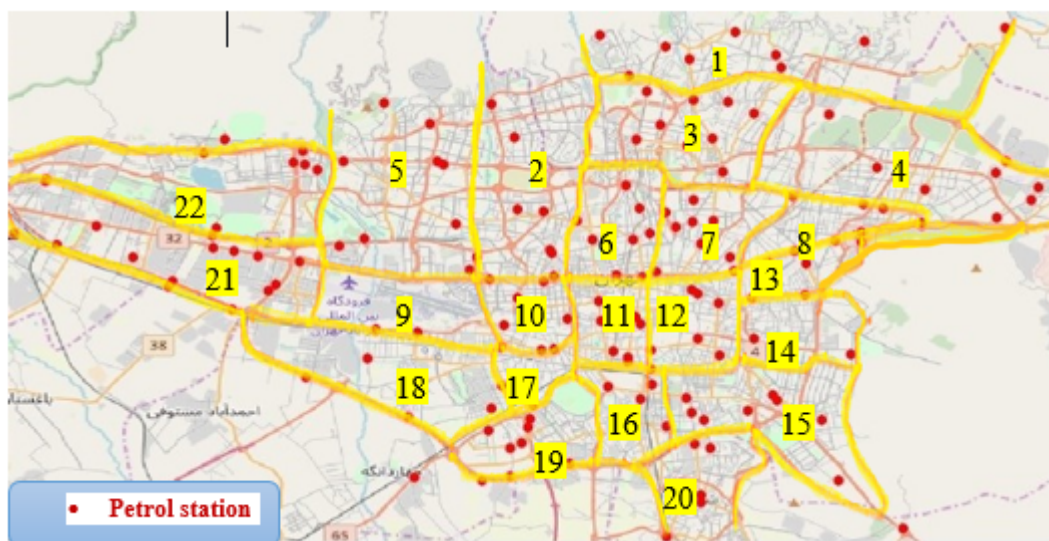
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق ۴۱۲ مخزن ذخیره سوخت در ۱۴۸ پمپ بنزین در ۲۲ منطقه شهر تهران براساس شکل ۱ مورد مطالعه قرار گرفت.

در سال ۲۰۰۶ محققان با استفاده از نرم افزار TANKS 4.0.9d، میزان انتشار ترکیب‌های آلی فرار را از مخزن‌های ذخیره مایعات آلی را تعیین کردند و با مدل CALPUFF، نحوه پراکنش و سپس تحلیل خط این آلاینده در منطقه صورت پذیرفت (Jackson, 2006) با توجه به بررسی انجام شده نرم افزار TANKS 4.0.9d جهت تخمین انتشار ترکیب‌های آلی فرار و آلاینده‌های خطرناک از مخزن‌ها ذخیره طراحی شده است. این نرم افزار جهت انواع مخزن‌های عمودی با سقف ثابت / مخزن‌های با سقف شناور داخلی (با سقف ثابت) / مخزن‌های با سقف شناور خارجی (بدون سقف ثابت) / مخزن‌های با سقف شناور خارجی مخروطی، همچنین جهت تخمین انتشار بخارهای مخزن‌ها در زمان نگهداری و ذخیره سازی و در حین انجام عملیات، تخلیه مخزن و بارگیری دوباره کاربرد دارد. برای استفاده از این نرم افزار اطلاعات فنی در چند بخش معرفی می‌گردند:

در بخش ویژگی‌های فیزیکی نرم افزار براساس نوع مخزن (افقی / عمودی) / اطلاعاتی نظیر ابعاد مخزن‌ها، بیشترین حجم ذخیره شده، بیشترین ارتفاع مایع (که به دلیل وجود بخارهای فراورده بالای سطح مایع ذخیره شده باید محاسبه کرد)، تعداد دفعه‌های پر و خالی شدن مخزن در سال (که تعداد دفعه‌های پر و خالی شدن مخزن‌های ذخیره در پمپ بنزین‌ها در سال بستگی به میزان فروش روزانه و بارگیری دوباره مخزن‌ها توسط تانکرهای حمل سوخت به ظرفیت ۳۲۰۰۰ لیتر و همچنین به تعداد مخزن‌های ذخیره در هر



شکل ۱- جانمایی ۱۴۸ پمپ بنزین در ۲۲ منطقه شهر تهران
 Fig. 1- The location of 148 gas stations in 22 districts of Tehran

در این مطالعه ابتدا انتشارات بخارهای بنزین مخزن‌های زیر زمینی تعبیه شده در ۱۴۸ پمپ بنزین واقع در شهر تهران بررسی و محاسبه گردید و سپس میزان تلفات و هدرروی سوخت بنزین و رابطه انتشار این بخارها با عامل‌های دخیل از جمله بیشترین ظرفیت عملیاتی، میزان فروش فرآورده، تعداد دفعه‌های بارگیری و دیگر عامل‌ها بررسی گردید.

روش کار

به منظور بررسی میزان انتشار ترکیب‌های آلی فرار، از نرم افزار TANKS 4.0.9d استفاده گردید و اطلاعات مربوط به هر یک از پارامترهای زیر از جمله ویژگی فیزیکی مخزن (طول و قطر)، ظرفیت عملیاتی مخزن، تعداد دفعه‌های پر و خالی شدن مخزن، پارامترهای آب و هوایی، ویژگی‌های فرآورده نفتی ذخیره‌سازی شده در مخزن، نوع ترکیب‌های شیمیایی فرآورده و درصد وزنی ترکیب‌ها جهت ۴۱۲ مخزن این مطالعه به‌عنوان ورودی وارد نرم‌افزار گردید.

مخزن‌های زیر زمینی از نوع سقف ثابت به‌صورت افقی با دو ظرفیت اسمی ۴۵۰۰۰ لیتری (با قطر ۲/۸۶ و طول ۷/۸۶ متر) و ظرفیت ۲۴۰۰۰ لیتری (با قطر ۲/۸۶ و طول ۴/۹۸ متر) است که به‌دلیل وجود بخارهای فرآورده بالای

براساس اطلاعات شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی، تعداد کل مخزن‌های ذخیره سوخت در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷، به میزان ۴۱۲ عدد می‌باشد که بیشترین مخزن ذخیره سوخت به تعداد ۳۳ عدد در منطقه ۴ و کمترین مخزن ذخیره سوخت به تعداد ۲ عدد در منطقه ۱۷ است. میزان تعداد مخزن‌ها در شهر تهران به سه دسته ظرفیت بالا (محدوده ۲۳ - ۳۳) / ظرفیت متوسط (محدوده ۱۲ - ۲۳) و کم ظرفیت (محدوده ۲ - ۱۲) تقسیم می‌شوند. منطقه‌های ۴-۱۵-۳-۱۹-۲-۱۳-۲۲ در دسته ظرفیت بالا، منطقه‌های ۱-۶-۲۱-۵-۷-۲۰-۹-۱۶-۱۸-۱۲ در دسته ظرفیت متوسط و منطقه‌های ۱۷-۱۴-۸-۱۱-۱۰ در دسته ظرفیت پایین قرار گرفته‌اند. تعداد کل پمپ بنزین‌ها در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷، به میزان ۱۴۸ عدد می‌باشد که بیشترین پمپ بنزین به تعداد ۱۳ عدد در منطقه ۴ و کمترین پمپ بنزین به تعداد یک عدد در منطقه ۱۷ تعبیه شده است. حدود ۳۱۱۳ عدد نازل توزیع سوخت در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷ می‌باشد که از ۲۴۳۳ عدد نازل فعال توزیع سوخت بیشترین تعداد در منطقه ۴ به تعداد ۲۴۲ عدد و کمترین نازل فعال توزیع سوخت در منطقه ۱۷ به تعداد ۱۰ عدد وجود دارد. (NIOPDC, 2018).

و سالانه، بیشترین و کمترین دمای روزانه و سالانه، متوسط سرعت باد، فشار اتمسفر (IRIMO, 2018) و فاکتور انرژی تابشی (Weatherspark, 2018) و موقعیت محلی کشور ایران و شهر تهران در نرم افزار موجود نبوده که در ابتدا اطلاعات از سازمان هواشناسی کشور و سایت‌های مرتبط برای ایستگاه مهرآباد تهران که نزدیکترین ایستگاه به محدوده مطالعاتی مورد نظر می‌باشد جهت ۱۲ ماه سال ۲۰۱۸ اخذ گردیده و پس از محاسبات، اطلاعات آب و هوایی شهر تهران با استفاده از منوی ویرایش اطلاعات هواشناسی به بانک اطلاعاتی نرم افزار همانطور که در شکل ۲ آورده شده است، اضافه گردید. (IRIMO, 2018).

سطح مایع ذخیره شده در مخزن‌ها، بیشترین ظرفیت عملیاتی مخزن‌های بالا ۳۲۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ لیتر است (NIOPDC, 2018). بنزین عرضه شده در پمپ بنزین‌ها در دو نوع معمولی (عدد اکتان پایین) و سوپر (عدد اکتان بالا) تقسیم بندی می‌گردد ولی چون از لحاظ آلاینده-های تبخیری با هم تفاوت ندارند در نتیجه هر دو تحت نام بنزین در این مقاله آورده شده‌اند. تعداد دفعه‌های پر و خالی شدن مخزن در سال بستگی به میزان فروش روزانه و بارگیری مجدد مخزن‌ها توسط تانکرهای حمل سوخت به ظرفیت ۳۲۰۰۰ لیتر و همچنین بستگی به تعداد مخزن‌ها ذخیره در هر پمپ بنزین دارد. اطلاعات و شرایط آب و هوایی نظیر متوسط دمای محیط روزانه

City:

City: State:

Daily Average Ambient Temperature (F): Atmospheric Pressure (psia):

Month	Daily Maximum Ambient Temp. (F)	Daily Minimum Ambient Temp. (F)	Solar Insulation Factor (Btu / (ft ² *day))	Average Wind Speed (mph)
JAN	39.2	26.6	0.01	4.349
FEB	41	28.4	0.013	4.287
MAR	53.6	37.4	0.017	6.4
APR	69.8	46.4	0.02	5.157
MAY	80.6	55.4	0.023	5.033
JUN	91.4	66.2	0.0267	5.219
JUL	95	71.6	0.0258	6.835
AUG	93.2	69.8	0.023	6.027
SEP	84.2	60.8	0.02	4.784
OCT	71.6	51.8	0.0157	4.101
NOV	57.2	41	0.011	3.231
DEC	44.6	32	0.00913	3.914
ANN	68.9	48.95	0.0178	4.944

شکل ۲- افزودن اطلاعات هواشناسی منطقه مورد مطالعه تهران به نرم افزار TANK 4

Fig. 2- Adding meteorological information of Tehran to Tank 4 software

انتخاب شهر تهران در منوی اصلی نرم افزار، داده‌ها بنابر شکل ۳ در نرم افزار نمایش داده شده است.

بعد از اضافه نمودن اطلاعات هواشناسی منطقه مورد مطالعه به منوی ویرایش هواشناسی نرم افزار و سپس

Horizontal Tank

Identification | Physical Characteristics | Site Selection | Tank Contents | Monthly Calculations

Nearest Major City:

Daily Average Ambient Temperature (F):

Annual Average Maximum Temperature (F):

Annual Average Minimum Temperature (F):

Average Wind Speed (mph):

Annual Average Solar Insulation Factor (Btu/(ft²*day)):

Atmospheric Pressure (psia):

شکل ۳- داده‌های هواشناسی در نرم افزار Tank 4

Fig. 3- Meteorological data in Tank 4 software

بر اساس محاسبات بالا و با در نظر گرفتن ۱ درصد حجمی بنزن در سوخت بنزین مطابق با استاندارد EN 228 و ASTM D1319، سهم بنزن ناشی از ۱۴۸ پمپ بنزین شهر تهران، حدود ۱/۷۶ گرم بر ثانیه می‌باشد. پس از اجرای نرم افزار TANKS ۴.۰۹d برای مخزن‌های ذخیره بنزین مورد مطالعه نتایج حاصل شدند که در ادامه ارائه و بررسی می‌گردند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج خروجی نرم افزار و محاسبات انجام شده روی اطلاعات آماری شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی ایران، عامل‌های مؤثر در انتشار بخارهای بنزین از جمله تعداد دفعه‌های بارگیری، تعداد مخزن‌ها، بیشترین ظرفیت عملیاتی، تعداد پمپ بنزین‌ها، ... به شرح زیر بررسی گردیده است.

کل ظرفیت عملیاتی (بر حسب لیتر) در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷، به میزان حدود ۱۲۸۴۸۰۰۰ لیتر می‌باشد. که بیشترین ظرفیت عملیاتی به میزان حدود ۱۰۴۴۰۰۰ لیتر در منطقه ۴ و کمترین ظرفیت حجم

از آنجاییکه مخزن‌ها مجاری عرضه زیر زمینی هستند، چندان تحت تأثیر تغییرات روزانه دمای هوا قرار ندارند چون عایق زمین، تغییرات دمای روزانه را محدود می‌کند و در نتیجه اندکی تلفات تنفسی دارند. به دلیل کم بودن نرخ تفاوت دما در زیر خاک تلفات تبخیری تنفسی در مقام مقایسه به مراتب کمتر از تلفات تبخیری کاری بوده است. بنابراین تلفات تبخیری تنفسی در محاسبات نرم افزار لحاظ نگردیده است.

بر اساس خروجی نرم افزار، انتشار بخارهای بنزین از ۱۴۸ پمپ بنزین حدود ۲۰۳۷۶۶۰ گالن در سال است.

$$2037660 \text{ gal/year} \times 3/78 = 7702355/85 \text{ lit/year}$$

و با فرض اینکه دانسیته مایع بنزین ۰/۷۲ g/cm³ باشد، انتشار بخارهای بنزین ۱۲۲۴۲۹۹۷/۱۴ پوند در سال می‌باشد.

$$12242997/14 \text{ lb./Year} \times 453/59 = 5553301072/73 \text{ gr/year}$$

$$5553301072/73 \text{ gr/year} / (365 \times 24 \times 3600) = 176/094 \text{ gr/sec}$$

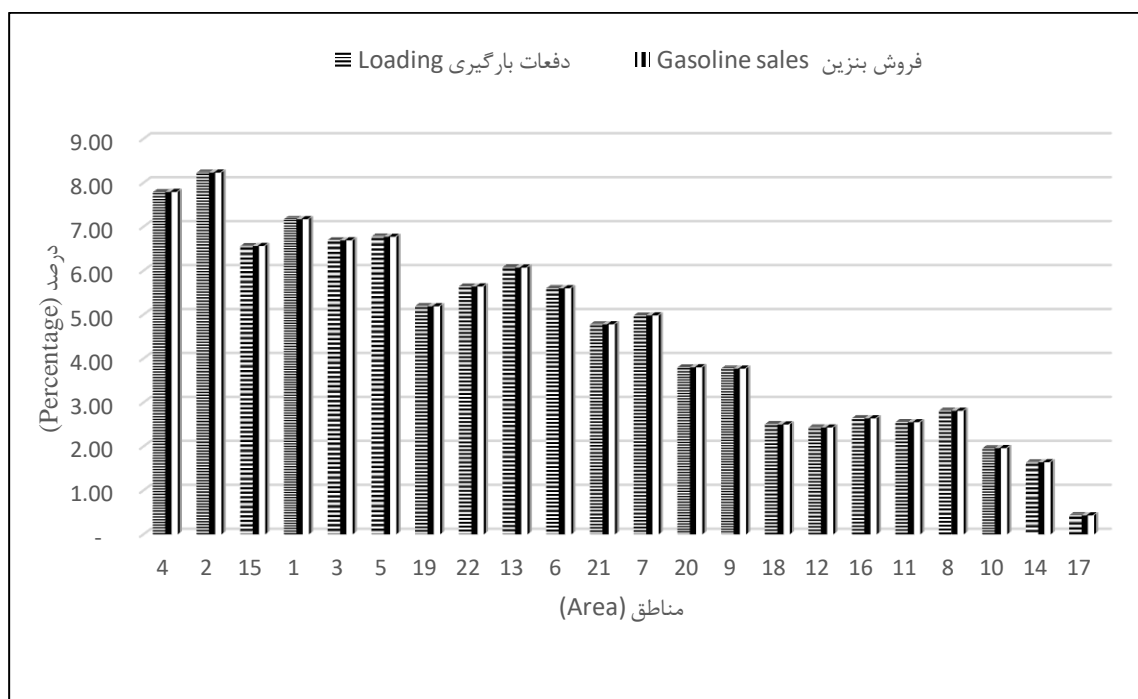
حسب لیتر) تقسیم می‌شوند. منطقه‌های ۱-۲-۳-۴-۵-۱۳-۲۲-۱۵ در دسته پر فروش و منطقه‌های ۶-۷-۹-۲۰-۱۹-۲۱ در دسته متوسط فروش و منطقه‌های ۸-۱۱-۱۰-۱۲-۱۷-۱۶-۱۴-۱۸ در دسته کم فروش قرار گرفته‌اند.

تعداد کل دفعه‌های بارگیری در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷، حدود ۱۳۰۰۴۹ بار بوده است. که بیشترین دفعه‌های بارگیری در منطقه ۲ که حدود ۱۰۶۹۹ بار و کمترین تعداد دفعه‌های بارگیری (پر و خالی شدن مخزن) در منطقه ۱۷ به تعداد ۵۶۳ بار است.

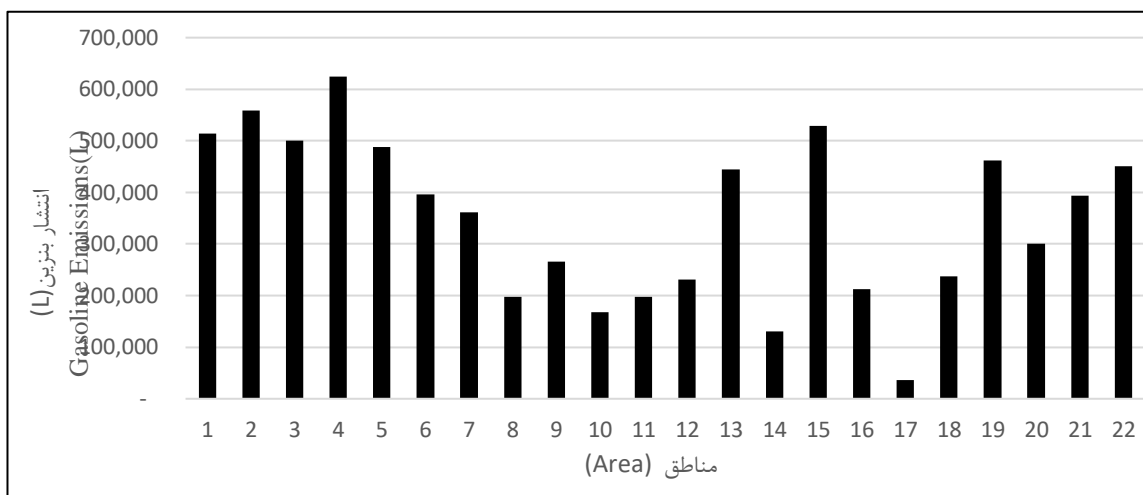
فاکتور تعداد دفعه‌های بارگیری (پر و خالی شدن مخزن‌ها) در هر منطقه ناشی از میزان فروش بنزین است. هر چه میزان فروش فرآورده افزایش یابد بر همین راستا تعداد دفعه‌های بارگیری بیشتر شده و در نتیجه انتشار بخارهای بنزین در محیط زیست افزایش یافته است. در شکل (۴) این مقایسه آورده شده است که در محور افقی ترتیب منطقه‌های براساس بیشترین انتشار است.

عملیاتی به میزان حدود ۶۴۰۰۰ لیتر در منطقه ۱۷ است. میزان بیشترین ظرفیت عملیاتی در شهر تهران به سه دسته ظرفیت بالا (محدوده ۷۱۷۳۳۴ - ۱۰۴۴۰۰۰)، ظرفیت متوسط (محدوده ۳۹۰۶۶۸ - ۷۱۷۳۳۴) و کم ظرفیت (محدوده ۶۴۰۰۰ - ۳۹۰۶۶۸) (بر حسب لیتر) تقسیم می‌شوند. منطقه‌های ۴-۱۵-۳-۱۹-۲۲-۲۱-۲-۱۳ در دسته ظرفیت بالا و منطقه‌های ۵-۶-۷-۱۶-۱۸-۱۲-۲۰ که در دسته ظرفیت متوسط و منطقه‌های ۹-۱۰-۱۱-۸-۱۴-۱۷ در دسته ظرفیت پایین قرار گرفته‌اند.

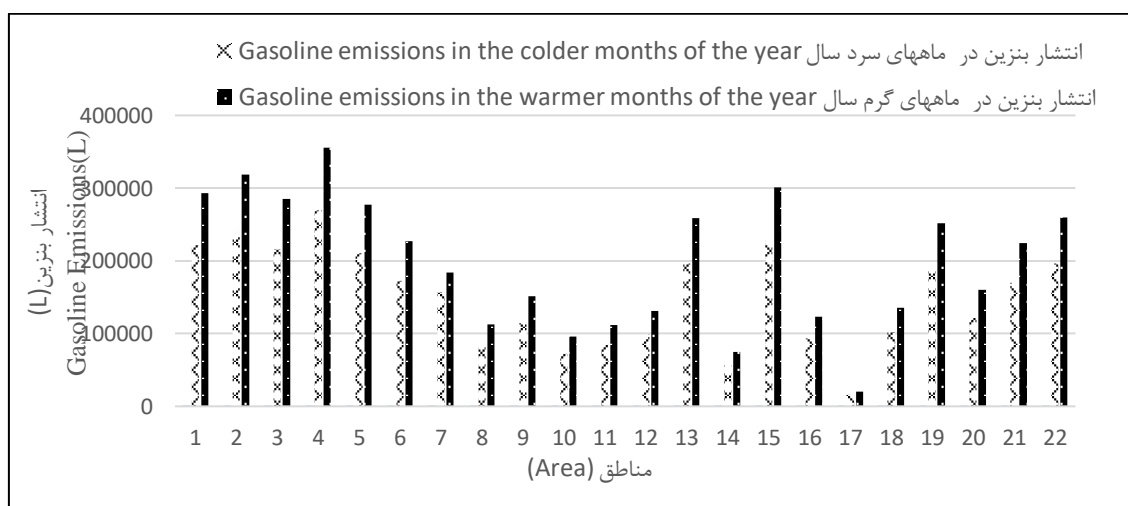
میزان کل فروش در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷ حدود ۴۲۱۹۲۱۷۵۰۰ لیتر بوده است. که بیشترین میزان فروش بنزین در منطقه ۲ حدود ۳۴۷۱۱۵۰۰۰ لیتر و کمترین فروش بنزین در منطقه ۱۷ حدود ۱۸۲۵۰۰۰۰ لیتر است. میزان فروش سالانه بنزین در شهر تهران به سه دسته پر فروش (محدوده ۲۳۷،۴۹۳،۰۰۰-۳۴۷،۱۱۵،۰۰۰)، متوسط فروش (محدوده ۱۲۷،۸۷۱،۶۶۶ - ۲۳۷،۴۹۳،۰۰۰) و کم فروش (محدوده ۱۸،۲۵۰،۰۰۰-۱۲۷،۸۷۱،۶۶۶) (بر



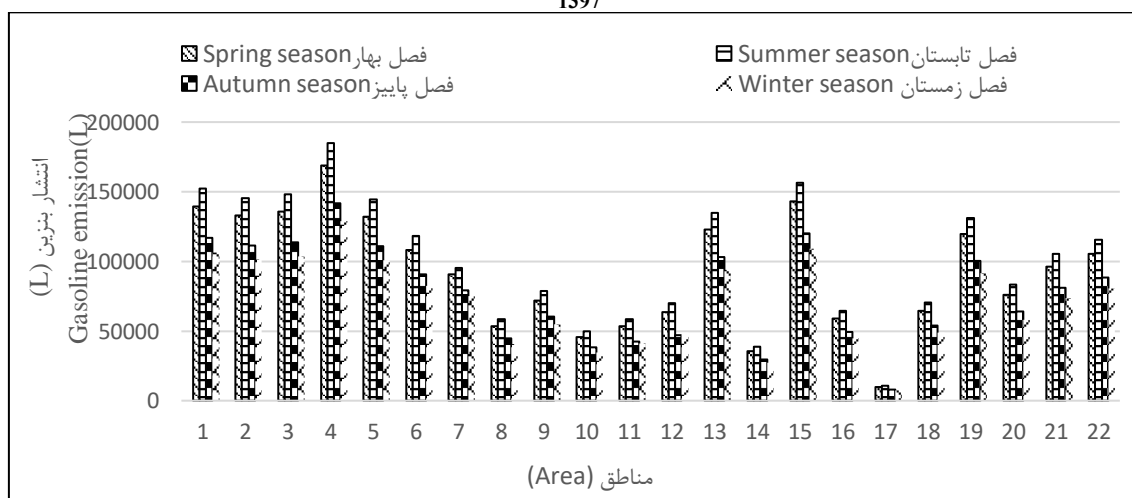
شکل ۴- مقایسه میزان فروش بنزین و تعداد دفعه‌های بارگیری در شهر تهران در سال ۱۳۹۷
 Fig. 4- Comparison of gasoline sales and the number of loading times in Tehran in 1397



شکل ۵- انتشار سالانه بخارهای بنزین برحسب لیتر در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷
 Fig. 5- Annual emission of gasoline vapors in liters in 22 districts of Tehran in 1397



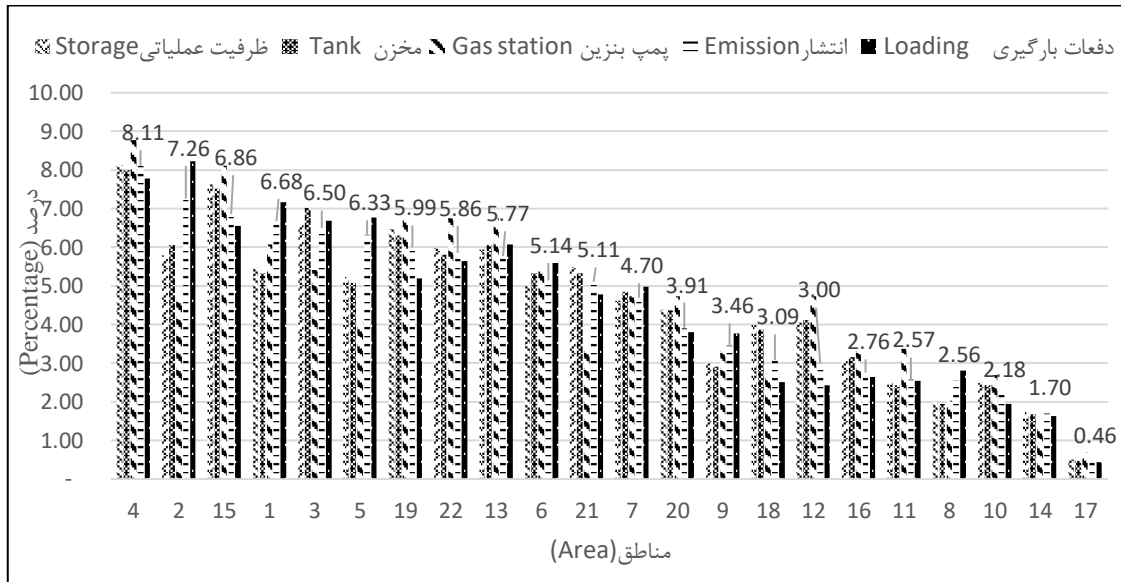
شکل ۶- انتشار بخارهای بنزین در ۶ ماهه گرم سال و ۶ ماهه سرد سال در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷
 Fig. 6- Emission of gasoline vapors in the warm 6 months of the year and 6 cold months of the year in 22 districts of Tehran in 1397



شکل ۷- انتشار فصلی بخارهای بنزین در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷
 Fig. 7- Seasonal emission of gasoline vapors in 22 districts of Tehran in 1397

منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷ نشان داده شده است که در محور افقی ترتیب منطقه‌ها براساس بیشترین انتشار است.

شکل (۸) درصد تأثیر فاکتورهای مؤثر (تعداد دفعه‌های بارگیری / بیشترین ظرفیت عملیاتی / تعداد مخازن / تعداد پمپ بنزین) در انتشار بخارهای بنزین در ۲۲

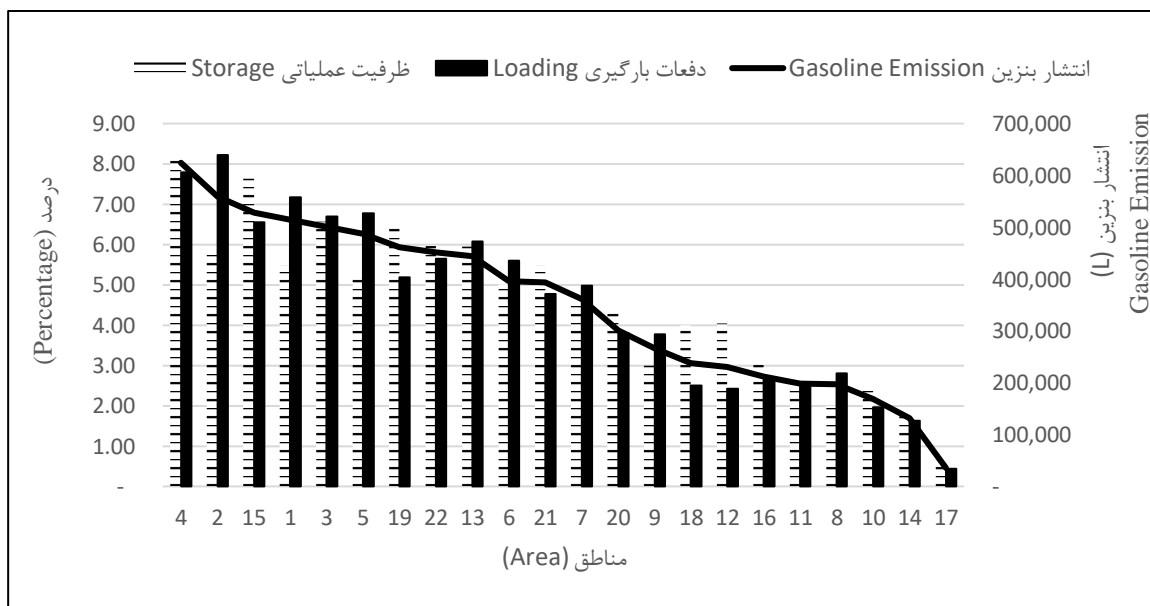


شکل ۸- درصد تأثیر عامل‌های مؤثر در انتشار بخارهای بنزین براساس بیشترین انتشار در شهر تهران در سال ۱۳۹۷

Fig. 8- Percentage of effective factors in the emission of gasoline vapors based on the highest emission in Tehran in 1397

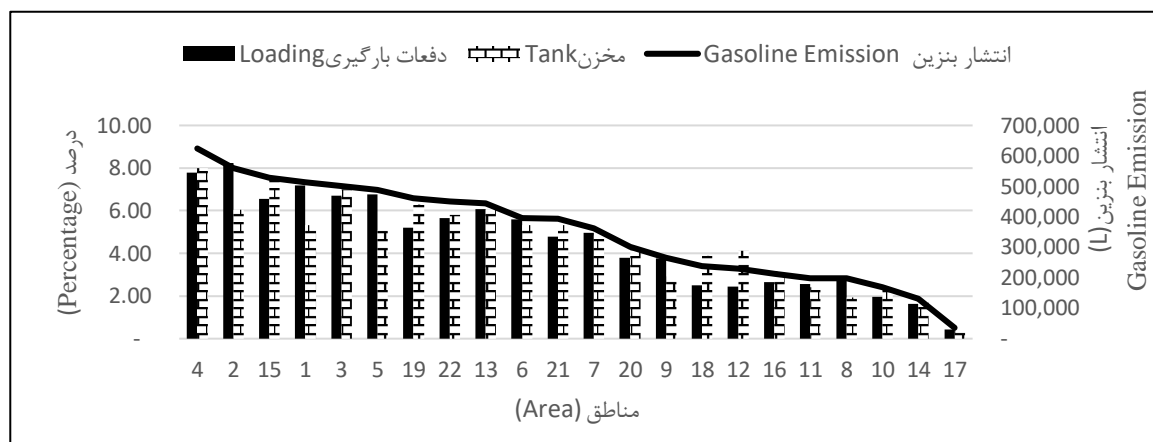
بارگیری مخزن‌ها و تعداد مخزن‌های ذخیره سوخت و شکل (۱۱) مقایسه انتشار بخارهای بنزین با فاکتورهای مؤثر تعداد دفعه‌های بارگیری و تعداد پمپ بنزین در ۲۲ منطقه شهر تهران در سال ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد.

شکل (۹)، مقایسه انتشار بخارهای بنزین با فاکتورهای مؤثر تعداد دفعه‌های بارگیری مخزن‌ها و بیشترین ظرفیت عملیاتی مخزن‌ها را نمایش می‌دهد، شکل (۱۰) مقایسه انتشار بخارهای بنزین با فاکتورهای مؤثر تعداد دفعه‌های

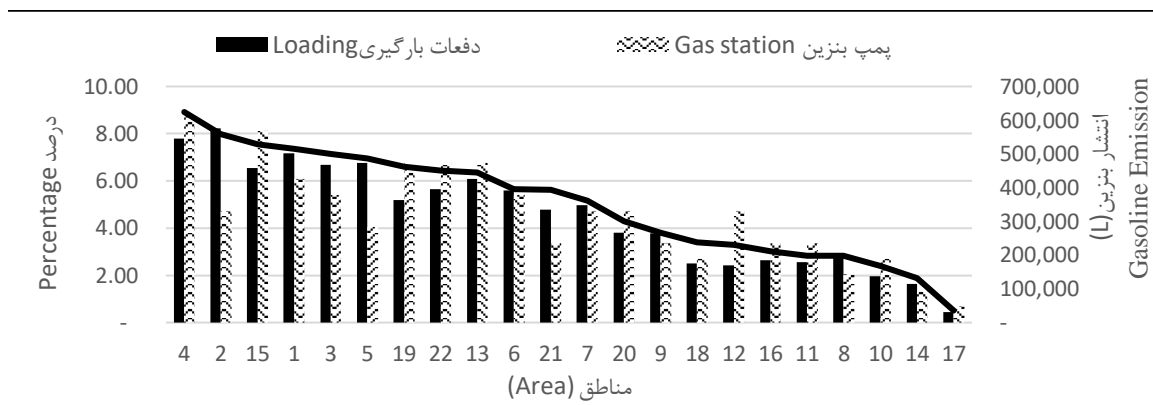


شکل ۹- مقایسه انتشار بنزین با فاکتورهای مؤثر دفعه‌های بارگیری و ظرفیت عملیاتی در شهر تهران در سال ۱۳۹۷

Fig. 9- Comparison of gasoline emissions with effective factors of loading frequency and operating capacity in Tehran in 1397



شکل ۱۰- مقایسه انتشار بنزین با فاکتورهای مؤثر دفعه‌های بارگیری و تعداد مخزن‌ها در شهر تهران در سال ۱۳۹۷
 Fig. 10- Comparison of gasoline emissions with effective factors of loading frequency and number of tanks in Tehran in 1397



شکل ۱۱- مقایسه انتشار بنزین با فاکتورهای مؤثر دفعه‌های بارگیری و تعداد پمپ بنزین در شهر تهران در سال ۱۳۹۷
 Fig. 11- Comparison of gasoline emissions with effective factors of loading frequency and number of gas stations in Tehran in 1397

پمپ بنزین و ظرفیت ذخیره سازی و ناکافی بودن آن نسبت به تقاضای مصرف کننده سبب گردیده میزان تعداد دفعات بارگیری افزایش یافته و در نتیجه منجر به افزایش انتشار بخارات بنزین در آن مناطق گردیده است. در منطقه‌های ۱۵-۱۹-۲۰-۱۸-۱۲-۱۶-۲۱-۱۰ میزان ذخیره سازی بنزین با میزان فروش همخوانی نداشته که به دلیل بالابودن ظرفیت ذخیره سازی بیشتر از حد تقاضا، سبب افزایش انتشار بخارها در آن منطقه‌ها گردیده است. بر این اساس مشخص گردید، همخوانی ظرفیت ذخیره سازی و تقاضای مصرف کننده سبب کاهش انتشار بخارهای بنزین می‌شود. با مقایسه درصد انتشار بخارها با درصد تعداد دفعه‌های بارگیری، درصد ظرفیت عملیاتی و تعداد مخزن‌ها و درصد

با بررسی نتایج بالا انتشارات در ۶ ماه از سال بیشتر بوده که بیشترین انتشارات بخارها از اواسط اردیبهشت تا اواسط آبان ماه می‌باشد. بیشترین میزان انتشار بخارها به ترتیب مربوط به منطقه‌های ۴، ۲ و ۱۵ است که بنابر بررسی‌های انجام شده و دسته بندی براساس بیشترین فروش بنزین و تعداد دفعه‌های بارگیری و بیشترین ظرفیت عملیاتی و تعداد مخزن‌ها، این سه منطقه در این موارد بالاترین آمار را دارند. در منطقه‌های ۲-۱-۵-۳-۱۴-۹-۲۱ به دلیل تعداد پایین پمپ بنزین و ناکافی بودن آن نسبت به تقاضای مصرف کننده سبب گردیده میزان تعداد دفعه‌های بارگیری افزایش یافته و در نتیجه منجر به افزایش انتشار بخارهای بنزین در آن منطقه‌ها گردیده است. در منطقه‌های ۲-۱-۵-۹-۸ بعلاوه تعداد کم

افزایش تعداد پمپ بنزین و افزایش میزان ظرفیت ذخیره سازی موافقت گردد تا حجم و غلظت انتشار در منطقه پخش و در یک نقطه متمرکز نگردد و میزان انتشار کاهش یابد.

نتیجه گیری

در این تحقیق، ۴۱۲ مخزن در ۱۴۸ پمپ بنزین در ۲۲ منطقه شهر تهران مورد مطالعه قرار گرفت که میزان انتشار ترکیب‌های آلی فرار حاصل از تبخیر این مخزن‌ها با استفاده از نرم افزار Tank 4.09D برای ۱۲ ماه سال ۱۳۹۷ به دست آمد. نتایج نشان داد، سالیانه ۱۲۲۴۲۹۹۷ پوند معادل ۷۷۰۲۳۵۶ لیتر بخارها بنزین در شهر تهران به اتمسفر رها می‌شود که با در نظر گرفتن میزان فروش بنزین حدود ۴۲۱۹۲۱۷۵۰۰ لیتر و میزان هدر رفت و انتشارات بخارهای بنزین به میزان ۷۷۰۲۳۵۶ لیتر در سال می‌توان نتیجه گرفت میزان فرآورده بنزین مصرفی در سال ۱۳۹۷ در شهر تهران حدود ۴۲۲۶۹۱۹۸۵۶ لیتر بوده است.

پمپ بنزین‌ها در سطح شهر تهران می‌توان نتیجه گرفت عامل‌های مؤثر در افزایش انتشار بخارهای بنزین، بالا بودن تعداد دفعه‌های بارگیری و بالا بودن بیشترین ظرفیت عملیاتی و تعداد مخزن‌ها و پایین بودن تعداد پمپ بنزین‌ها است. در منطقه‌هایی که میزان فروش زیاد می‌باشد، میزان تقاضا جهت انجام عملیات سوخت گیری بیشتر و در نتیجه، تعداد دفعه‌های بارگیری مخزن‌ها افزایش و به نوبه خود انتشار بخارهای بنزین در محیط زیست بیشتر می‌شود. می‌توان در آن منطقه‌ها با افزایش تعداد و ظرفیت مخزن‌ها و تعداد پمپ بنزین‌ها به نسبت فروش و تقاضا، تعداد دفعه‌های بارگیری بنزین راکاهش داده و در نهایت انتشار بخارهای بنزین در آن منطقه‌های کاهش یابد.

در منطقه‌هایی که ظرفیت ذخیره سازی بنزین بالا است و میزان فروش پایین دارند، نیاز به افزایش ظرفیت نبوده و توصیه افزایش ظرفیت در آن منطقه‌ها نمی‌باشد. در منطقه‌هایی که ظرفیت ذخیره سازی بنزین پایین دارند، میزان فروش و انتشار بالا رفته که توصیه می‌شود با

منابع

- Burghardt, T.E., Pashkevich, A. and Żakowska, L., 2016. Influence of volatile organic compounds emissions from road marking paints on ground-level ozone formation: case study of krakow, Poland. *Transportation Research Procedia*. 14, 714-723.
- Correa, S.M., Arbilla, G., Marques M.R.C. and Oliveira, K.M.P.G., 2012. The impact of BTEX emissions from gas stations into the atmosphere. *Atmospheric Pollution Research*. 3, 163-169.
- DOEH, 2003. Department of the Environment and Heritage, Australian Government., Available online at: www.pc.gov.au/inquiries/completed/heritage/submissions/departament_of_the_environment_and_heritage_1/sub154.pdf
- ERA Environmental Announces New Tanks Emissions Software for the Oil and Gas Industry. 2013. Available online at: www.pollutiononline.com/doc/era-environmental-new-tanks-emissions-software-oil-gas-industry-0001
- Fontes, T., Barros, N. and Manso, M.C., 2016. Human health risk for the population living in the vicinity of urban petrol stations. In: *International Conference on Urban Risks*. 30th June -2th July, CaixaGest, Lisboa p. 615-622.
- Huy, L.N. and Oanh, N.T.K., 2020. Emission control for VOCs from gasoline stations and implication on ozone-forming potential. *Atmospheric Pollution Research*. 11, 87-98.
- IRIMO, 2018, Iran Meteorological Organization. Available online at: <https://data.irimo.ir>
- Jackson, M.M., 2006. Organic liquids storage

tanks volatile organic compounds (VOCs) emissions dispersion and risk assessment in developing countries: the case of Dar-esSalaam City, Tanzania. *Environmental Monitoring and Assessment*. 116, 363–382.

Okonkwo, CH.O.J., Ehileboh, A.D., Nwobodo, E. and Dike, CH.CH., 2016. The effects of acute gasoline vapour inhalation on some haematological indices of albino Wistar rats. *Journal of Acute Disease*. 5, 123-125.

Swick, D., Jaques, A., Walker, J.C. and Estreicher, H. 2014. Gasoline toxicology: Overview of regulatory and product stewardship programs. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 70, S3-S12.

Mackenzie, J. and Turrentine, J., 2016. Air Pollution: Everything you need to know, how smog, soot, greenhouse gases, and other top air pollutants are affecting the planet and your health. Available online at: www.nrdc.org/stories/air-pollution-everything-you-need-know

Maffei, F., Hrelia, P., Angelini, S., Carbone, F., Forti, G.C., Barbieri, A., Sanguinetti, G., Mattioli, S. and Violante, F.S., 2005. Effects of environmental benzene: Micronucleus frequencies and haematological values in traffic police working in an urban area, Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 583, 1-11.

Neghab, M., Hosseinzadeh, K. and Hassanzadeh, J. 2015. Early liver and kidney dysfunction associated with occupational exposure to sub-threshold limit value levels of Benzene, Toluene, and Xylenes in unleaded Petrol, Safety and Health at Work. 6, 312-316.

Nesvacil, D., 2017. Upstream oil and gas emissions calculations: storage tanks, 4C Environmental Conference, 19th-22th February, Austin. Available

online at: http://content.4cmarketplace.com/presentations/Tanks-Wastewater1Nesvacil_Tanks_UpstreamOG_Emissions_Inventory_Calculations-StorageTanks.pdf

NIOPDC, 2018. National Iranian Oil Products Distribution Company. Available online at: www.niopdc.ir/en/home

Owagboriaye, F.O., Dedeke, G.A., Ashidi, J.S., Aladesida, A.A. and Olooto, W.E. 2017. Hepatotoxicity and genotoxicity of gasoline fumes in albino rats, Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 6, 253-259.

Periago, J.F., Zambudio, A. and Prado, C., 1997. Evaluation of environmental levels of aromatic hydrocarbons in gasoline service stations by gas chromatography. *Journal of Chromatography A*. 778, 263-268.

E&P TANK, 2018. Production Tank Emissions Model, E&P TANK Version 3.0, User's Manual. API PUBLICATION 4697. Available online at: www.eptanks.com/pdf_files/2014_EPTANKsv3_UserManual.pdf.

Sills, L., 2013. Comparison of emission calculation methodologies for the oil and gas industry. oil and gas environmental conference. Available online at: <https://docplayer.net/4658849-Comparison-of-emission-calculation-methodologies-for-the-oil-and-gas-industry-presented-by-leanne-sills.html>

TankESP, 2018. Tank emissions calculations software tools, breeze, modeling software for EHS professionals. Available online at: www.trinityconsultants.com/software/tanks/tankesp

Tohid, L., Sabeti, Z., Sarbakhsh, P., Zoroufchi, KH., Shakerkhatibi, M., Rasoulzadeh, Y., Rahimian, R. and Darvishali, S. 2019. Spatiotemporal variation, ozone formation

potential and health risk assessment of ambient air VOCs in an industrialized city in Iran. Atmospheric Pollution Research.10, 556-563.

USEPA, 1999. "User's Guide to TANKS, Storage tank emissions calculation software version 4.0" emission factor and inventory group emissions, monitoring, and analysis aivision office of air quality planning and standards. Available online at:
www3.epa.gov/ttnchie1/software/tanks/tank4man.pdf.

Vegh ,G., 2015. Tank emission tracking tools: A comparative analysis, oil & gas environmental conference, ERA Environmental Management Solutions. 3thDec, Montreal, Canada. Available online at: www.slideshare.net/RossEra/tank-emission-tracking-software-a-comparative-analysis

Weatherspark, 2018. Weather in Tehran Iran, Available online at :Weatherspark.com/y/105125/Average-Weather-in-Tehran-Iran-Year-Round

Xu, ZH., Huang, X., Nie W., Chi, X., Xu, ZH., Zheng, L., Sun, P. and Ding, A., 2017. Influence of synoptic condition and holiday effects on VOCs and ozone production in the Yangtze River Delta region, China. Atmospheric Environment.168, 112-124.





Environmental Sciences Vol.19 / No.3 / Autumn 2021

161-176

Estimation of gasoline loss from evaporation in different seasons of the year in Tehran gas stations

Maryam Chehrehei¹, Seyed Alireza Mirza Hosseini^{1*}, Nabiollah Mansouri¹, Youssef Rashidi² and Mohammad Hassan Behzadi³

¹ Department of Environment Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

² Department of Environmental Technologies, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

³ Statistics Group, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

Received: 2020.10.26 Accepted: 2020.12.23

Chehrehei, M., Mirza Hosseini, S.A., Mansouri, N., Rashidi, Y. and Behzadi, M.H., 2021. Estimation of gasoline loss from evaporation in different seasons of the year in Tehran gas stations. *Environmental Sciences*. 19(3):161-176.

Introduction: Volatile organic compounds such as gasoline vapors have adverse effects on the environment. In the metropolis of Tehran, gasoline is considered a toxic and dangerous pollutant. One of the most important sources of gasoline vapor emissions in the environment is storage tanks for petroleum products, operational processes, and the number of emptying and loading of storage tanks and gasoline sales activities at gas stations.

Material and methods: To calculate the emission of gasoline vapors from storage tanks of petroleum products in gasoline supply channels, the TANKS 4.09 software was used. Data such as physical characteristics of the reservoir (dimensions), number of loading times of reservoirs, spatial characteristics of reservoirs (climatic parameters), specifications of petroleum products stored in the reservoir, etc. were entered into the software for 22 districts of Tehran.

Results and discussion: According to the outputs, the emission of gasoline vapors from 412 tanks installed in 148 gas stations located in 22 districts of Tehran was about 7702356 liters per year. About 56.78% of it is released in the warmer 6 months and about 43.21% in the colder 6 months of the year. In the spring, summer,

* Corresponding Author: *Email Address.* a.mirzahosseini@srbiau.ac.ir

autumn, and winter seasons, about 27.06%, 29.56%, 22.63%, and 20.73% gasoline vapors are released into the environment. Emissions occurred more in 6 months of the year, with most of the emissions of gasoline vapors being from mid-May to mid-November. By comparing the percentage of vapor emission with the percentage of the number of loading times, percentage of operating capacity, number of tanks, and percentage of gas stations in Tehran, it can be concluded that effective factors in increasing gasoline vapor emission are a high number of loading times, high maximum operating capacity, number of tanks, and low number of gas stations. The highest emissions are related to regions 4, 2, and 15, respectively, which have the highest statistics in these cases according to surveys and classification based on maximum gasoline sales, number of loading times, maximum operating capacity, and number of tanks.

Conclusion: Considering the number of gasoline sales (about 4219217500 liters) and the amount of waste and emissions of gasoline vapors (7702356 liters per year), it can be concluded that the number of gasoline products consumed in 1397 in Tehran was about 4226919856 liters.

Keywords: Gasoline vapor emission, Tank 4.09D, Gas station, Tehran.