

## اندازه گیری کمی و کیفی استیرن در مجتمع پتروشیمی تبریز

سیدجمال الدین شاه طاهری<sup>۱</sup>، هاشم ستاره<sup>۲</sup>، اردلان سلیمانیان<sup>۳</sup>

### چکیده

زمینه و هدف: علیرغم کاربرد بسیار فراوان، استیرن می تواند یکی از آلاینده های مهم موجود در هوا باشد. این ماده در صنایع پتروشیمی از یک طرف باعث ایجاد مخاطراتی برای پرسنل شاغل در کارخانه و خطوط تولید می گردد و از سوی دیگر باعث ایجاد آلودگی در محیط زیست می گردد. در این تحقیق، مجتمع پتروشیمی تبریز جهت اندازه گیری و ارزشیابی این آلاینده انتخاب گردیده است.

روش بررسی: اندازه گیریها به تفکیک خطوط تولیدی انجام شد و براساس هر خط، نقاطی به صورت تصادفی انتخاب و عملیات نمونه گیری در دو خط تولیدی اولفین و استیرن منومر انجام شد. جهت اندازه گیری و ارزشیابی این آلاینده از روش نمونه گیری شغلی براساس روش ۸۳۴ مندرج در کتاب Air Sampling and Analysis استفاده گردید. همچنین جهت اندازه گیریها و ارزشیابیهای محیطی این ماده، روش مذکور بسط داده شد و با محاسبه ضرایب تصحیح، ارزشیابیهای محیطی براساس این روش انجام شد. فرایندهای نمونه گیری و ارزشیابی در دو فصل پائیز و تابستان انجام گرفت. همچنین جهت ترسیم منحنیهای همتراز استیرن از نرم افزار Surfer نسخه ۵/۰۴ استفاده گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد که رابطه معنی داری بین غلظت آلودگی و فصلها وجود ندارد. همسویی میزان غلظت استیرن و جهت وزشهای بادهای غالب، در دو فصل نشان داد که بین انباشتگی استیرن و جهت وزش بادهای غالب ارتباط معنی داری وجود دارد. نتیجه گیری: با توجه به نقش بسیار زیاد وزش باد و موجود مخازن حاوی استیرن و راکتورهای تولید کننده این ماده در قسمت غرب، یکی از علل اصلی افزایش تراکم آلاینده استیرن در قسمت غرب و در امتداد خط شرق به غرب در هر دو فصل می باشد.

**کلیدواژه ها:** نمونه گیری شغلی، خطوط همتراز آلودگی، بادهای غالب، توسعه روش

### مقدمه

جهت ساختن استیرن در سال ۱۸۶۶ توسط Berithelete و همکارانش ارائه شد که در آن بنزن و اتیلن از داخل یک لوله چینی گرم عبور داده می شوند [۱]. اولین تولید موفقیت آمیز استیرن در سال ۱۹۲۵ توسط کمپانی "I. G. Fabenindus Tire" انجام شد و متعاقباً در سال ۱۹۳۰ این ماغده توسط شرکت "Dowchemical" سنتز شد [۱]. امروزه استیرن با

استیرن در سال ۱۸۳۶ توسط "Bonastre" از رزین درخت حنا که به کهربایی مایع معروف است به روش تقطیر جدا گردید [۱]. واکنش استیرن بعداً توسط دکربوکسیلاسیون اسید سینامیک که یک جزء اصلی رزین طبیعی می باشد، نشان داده شد [۱]. یک روش

۱- (نویسنده مسئول) استاد دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران (email:shahtaheri@tums.ac.ir)

۲- دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست - واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

۳- پژوهشگر

ریه گردد. استیرن باعث تحریک پوست در خرگوش می‌گردد [۹]. دیده شده است [۱۰]. طبق گروه بندی، EPA موادی که به عنوان آلوده کنندگان خطرناک هوا (HAP) می‌باشند، در زیر گروه (۱۲) تقسیم بندی می‌شوند [۱۱]. مدارکی جهت تأیید طبقه بندی مجدد استیرن در گروه B<sub>2</sub> وجود ندارد و توصیه می‌شود که استیرن همچنان در گروه C باقی بماند [۱۱].

آژانس بین المللی تحقیقات سرطان IARC (International Agency Research Cancer) بیان می‌کند که طی مطالعات انجام شده در اثر تنفس استیرن ممکن است کلونینی عارض شود [۶ و ۷]، استیرن می‌تواند از طریق آبهای سطحی و خاک و به روش تقطیر وارد هوا شود [۶]. استیرن در آبهای زیرزمینی همچنین بین ۶ تا ۷/۵ هفته باقی می‌ماند، در صورتیکه در آبهای سطحی پس از چند روز، میزان آن به نصف مقدار موجود می‌رسد [۶ و ۷]. مقادیر کمی از استیرن معمولاً به صورت منومر در میوه‌ها، سبزیها، آجیلها و نوشابه‌ها و گوشتها وجود دارد [۷]. استیرن منومر در آب ناپایدار است و نیمه عمر آن کمتر از دوازده روز می‌باشد [۷ و ۱۱]. در حدود ۹۹٪ استیرن موجود در آب وارد هوا می‌شود و ۰/۸۵٪ در آب باقیمانده و بقیه وارد خاکهای زیرزمینی و گل و لای و لجن می‌شود [۷]. استیرن منومر سمیت بالایی برای ماهیان و دیگر آبزیان دارد. [۷ و ۱۱].

### ابزار و روش

اندازه‌گیری و ارزشیابی استیرن در مجتمع پتروشیمی تبریز انجام گرفت. پتروشیمی تبریز در جنوب غربی شهر تبریز در فاصله ۱۵ کیلومتری از این شهر واقع شده است. مساحت پتروشیمی تبریز ۹۰ هکتار می‌شود که از سال ۱۳۶۸ طراحی و عملیات احداث آن آغاز شده در سال ۱۳۷۱ واحد اولفین احداث و در سال ۱۳۷۶، مورد بهره برداری قرار گرفت ظرفیت کامل این مجتمع در سال بالغ بر ۶۶۵ هزار تن و شامل مواد پلیمری مختلف می‌باشد.

روشهای شغلی مختلفی از طرف سازمانهایی همچون ASTM, OSHA, NIOSH ارائه گردیده است. اما روش انتخابی جهت اندازه‌گیری استیرن در این تحقیق روش ۸۳۴ ارائه شده در کتاب Analysis

عملیات دهیدروژناسیون کاتالیستی اتیل بنزن تولید می‌شود [۲ و ۱].

اخیراً استیرن به عنوان یک محصول همراه با اکسید پروپیلن تولید می‌شود [۱]. در فرایند دیگر اتیل بنزن، به صورت اولیه با پراکسید اکسید می‌شود و سپس با پروپیلن واکنش کرده و اکسید پروپیلن و آلفامتیل فنیل کربنول ایجاد می‌شود، کربیتول هیدراته شده و تبدیل به استیرن می‌شود.

یک مقدار کم از ماده ای به نام پی - ترسیوبوتیل کاتیکول به استیرن منومر، جهت جلوگیری از پلیمراسیون سریع این ماده اضافه می‌شود [۱]. استیرن به فرمول C<sub>8</sub>H<sub>8</sub> مایعی بی رنگ می‌باشد که به آسانی بخار میشود و بوی شیرینی دارد. همراه با استیرن ناخالصیهای دیگری وجود دارند که بوی آن را ناخوشایند و تیز می‌کنند [۳ و ۴]. استیرن یک مایع آلی چرب می‌باشد که خاصیت آروماتیک داشته و نامهای تجاری آن شامل وینیل بنزن، فنیل اتیلن، سینامن، دیارکس، استیرلن، استیرل و استیروپول و آنامن می‌باشد [۳]. موارد استفاده استیرن همچنین جهت ساخت لاستیک به عنوان یک حد واسط در ساخت موادی که جهت تهیه رزینهای تبادل یونی بکار می‌روند، استفاده می‌شود [۴ و ۵]. برخی محصولات تولید شده از استیرن شامل انواع بسته بندیها، ایزولاسیون الکتریکی و حرارتی، لوله‌ها، قسمتهایی از اتومبیل، فنجانها جهت استفاده در نوشیدنیها و مواد نگهدارنده، پشت فرشها، پوششها و رنگها می‌باشد [۴ و ۶].

اگر مقادیر زیادی استیرن در مدت کوتاهی تنفس می‌شود. اثرات سیستم عصبی مثل دپرسیون، مشکلات تمرکز، ضعف عضلانی خستگی، تهوع و تحریک بینی، چشم و گلو عارض می‌شود [۷]. تنفس بخارات استیرن در کوتاه مدت توسط حیوانات باعث آسیب به مخاط بینی می‌گردد و در دراز مدت عوارض کبدی عارض می‌شود، اما مدارکی دال بر این اثرات بر روی انسان وجود ندارد [۸]. در ارتباط با اثرات استیرن بر روی انسان از طریق تماس پوستی اطلاعات کمی وجود دارد. مطالعات بر روی حیوانات نشان می‌دهد که خوردن مقادیر زیادی از استیرن بیش از چند هفته، می‌تواند باعث آسیب کبدی، کلیوی و آسیب به مغز و

استفاده شده است جهت نگهداری نمونه های باز یافت شده، ظروف شیشه ای ۴ میلی لیتری از نوع Cap PTFE - Lined Seputm Cripm استفاده گردید. همچنین از مواد شیمیایی شامل استیرین با میزان خلوص بسیار بالا (Analytical Grade) ساخت Merk، دی سولفید کربن با میزان خلوص بسیار (Analytical Grades) ساخت Merk و اسید نیتریک غلیظ ساخت Merk و آب مقطر دوباره تقطیر شده جهت شستشوی وایالها، شیشه آلات آزمایشگاهی استفاده شد. همچنین جهت بسط روش از کیسه های تدلار در حجمهای ۱۰ و ۲۰۰ لیتری استفاده شد. ابتدا براساس استاندارد ASTM-D۳۶۸۶ لوله هایی با مشخصات موردنیاز در روش نمونه برداری به طول ۷cm بریده و یک انتهای لوله را با شعله بسته و سپس انتهای این قسمت یک فوم پلی اورتان با تخلخل مناسب و قطر ۲mm قرار داده شد. این قسمت در واقع قسمت پسین لوله می باشد.

زغال فعال بامش ۲۰/۴۰ و ساخت کارخانه Merk را تهیه کرده و با استفاده از ترازو، ۵mg زغال فعال بامش مذکور توزین کرده و در قسمت پسین لوله، ریخته شد، سپس فوم پلی اورتان با قطر ۲mm قرار گرفت و سپس ۱۰mg زغال فعال را داخل لوله ریخته و سپس سطح زغال فعال با پشم شیشه مسدود و انتهای لوله به نحوی بسته گردید که طول نهایی لوله ۷cm شود، این قسمت، قسمت پیشین لوله می باشد.

جهت انجام محاسبه بازده باز یافت لوله های زغال براساس روش، در ابتدا از هر گروه نمونه برداری، یک لوله انتخاب شد [۲]. ابتدا حجمهای مشخصی از استیرین به میزان ۱، ۰/۳، ۲، ۳ و ۵ میکرو لیتر در ظروف

Method of Air Sampling and روش مذکور، ماده جاذب جهت جمع آوری آلاینده ها لوله های حاوی زغال فعال می باشد که در یک لوله شیشه ای به طول ۷cm و قطر داخلی ۴mm و قطر خارجی ۶mm و به میزان ۱۵۰mg زغال فعال بامش ۲۰/۴۰ قرار داده شده است [۱۲]. در روش مذکور، دبی ۱ لیتر بر دقیقه و کمتر پیشنهاد شده است و اما روش مذکور توصیه می کند که حجم نمونه رامی توان آنقدر افزایش داد تا میزان کافی آلاینده بر روی جاذب جمع آوری گردد [۹]. جهت ایجاد مکش در این روش از پمپ نمونه برداری فردی S.K.C که قابل شارژ بوده به همراه لوله های الحاقی از جنس تایگون که قادر به تأمین فلوی نمونه برداری در دبی یک لیتر بر دقیقه می باشد، استفاده شده است.

همچنین جهت انجام کالیبراسیون پمپ از کالیبراتور S.K.C استفاده شده است و جهت تعیین دما و رطوبت محیط از دستگاه Sibata استفاده گردیده است. جهت انجام آنالیز از دستگاه کروماتوگرافی گازی Philips مجهز به آشکار سازی یونی شعله ای (FID) استفاده شده است. ستون کروماتوگرافی گازی از نوع PACKED به طور ۱/۵ متر و از نوع ۳۰-SE ۹۰٪ می باشد. و نرم افزار مورد استفاده جهت فعال کردن دستگاه مذکور ۴/۵۲ System Version Chromate P.C. Data می باشد. همچنین جهت تزریق نمونه های به دستگاه از سرنگها میلتون ۵ میکرو لیتری و همچنین از سرنگهای ۱ تا ۱۰ میکرو لیتری جهت ساخت انواع استانداردها استفاده شده است. برای ساخت لوله های حاوی زغال فعال از دستگاه ترازوی دقیق Sattoriaus R۱۰۶P با دقت ۱۰<sup>-۵</sup> گرم

ردیف	حجم استیرین در CC ۰/۵ CS <sub>2</sub> (μl)	میانگین سطح زیر منحنی (mv)	انحراف معیار (mv)
۱	۰/۳	۱۳۹۹۵/۶	۴۷۸۱۶
۲	۰/۵	۲۷۲۹۷	۱۰۴۹/۱۵
۳	۱	۵۹۸۷۳/۳	۱۵۷۷/۱۹
۴	۲	۱۰۰۰۲۹/۵	۱۰۶۳/۲۹
۵	۳	۱۷۸۴۲/۵	۲۸۳۱/۴۷
۶	۵	۲۵۷۹۳۷/۵	۸۶۸/۶

جدول ۱- نتایج بدست آمده از تزریق استاندارد مایع

ردیف	حجم استیرین اسپایک شده (μl)	میانگین حجم بدست آمده (μl)	انحراف معیار (μl)	درصد بازیافت (%)
۱	۰/۳	۰/۱۷۲۲	۰/۰۱۲	۵۷
۲	۰/۵	۰/۳۱۶۵	۰/۰۶۸	۶۳
۳	۱	۰/۷۵۴۴	۰/۰۹۷	۷۵
۴	۲	۱/۶۶۸۸	۰/۳۷۵	۸۰
۵	۳	۲/۷۷۰۳	۰/۱۹۵	۹۲
۶	۵	۷۵۱۵۸۴	۰/۲۱۲	۹۵

جدول ۲- نتایج ناشی از غلظت‌های اسپایک شده بر روی لوله‌های زغال فعال

تزریق شد و دقیقاً حجم هوای ۱۰ لیتر به داخل کیسه ها، پمپ شد و سپس توسط پمپ نمونه بردار فردی، هوای مذکور از روی بستر زغال فعال با ضریب جذب مشخص، عبور داده شد و سپس هر دو قسمت لوله مذکور (بخش پیشین و بخش پسین) در ۰/۵cc محلول CS<sub>۲</sub> بازیافت گردید و به دستگاه کروماتوگراف گازی تزریق شد و حجم محاسبه گردید. لازم به توضیح است که فاصله زمانی بین زمان تزریق غلظت‌های مشخص به کیسه های ۱۰ لیتری و جذب سطحی استیرین بر روی بستر زغال فعال به صورتی مدنظر قرار گرفت که کل ماده مذکور، تبخیر و در داخل کیسه به صورت همگن درآمد. از طرفی تزریق قسمت‌های پیشین و پسین هر بستر سه بار تکرار شد و میانگین غلظت بدست آمد. کلیه حجمها با توجه به دما و رطوبت نسبی و فشار در آزمایشگاه تصحیح شد. مرحله بعد ایجاد همان غلظتها در کیسه های ۲۰۰ لیتر بود. براساس روشهای قبلی در کیسه های ۲۰۰ لیتری غلظتهای مختلف ایجاد شد و به همان ترتیب عملیات جذب و بازیافت استیرین صورت گرفت. و در نهایت رابطه ذیل برای کیسه های ۲۰۰ لیتری بدست آمد:

$$y = 5/8838x$$

که در اینجا  $y$  = میزان حجم استیرین تصحیح شده و  $x$  = حجم استیرین اندازه گیری شده می باشد.

تعداد نمونه ها براساس پیش تست در خط اولفین ۱۹ عدد و در خط استیرین منوی ۱۲ عدد برای فصل تابستان و در فصل پاییز برای خط اولفین ۱۰ نمونه و در خط استیرین منوی ۹ عدد گردید. در حین عملیات نمونه برداری یک لوله زغال فعال به عنوان شاهد در نظر گرفته شد و هر عملی که بر روی لوله های نمونه برداری اعمال می گردید بر روی لوله های شاهد انجام

حاوی ۰/۵cc CS<sub>۲</sub> ساخته شد و هر نمونه سه بار به دستگاهها تزریق گردید و میانگین سطوح زیر منحنی محاسبه شد.

پس از آن همان حجمهای فوق الذکر در داخل لوله های زغال فعال اضافه گردید و عملیات بازیافت نمونه ها توسط ۰/۵cc CS<sub>۲</sub> انجام شد و هر نمونه سه بار به دستگاه تزریق شد و میانگین حجمی برای هر حجم استاندارد بدست آمد جدول زیر نتایج ناشی از حجمهای اضافه شده بر روی لوله های زغال فعال و بازده بازیافت نشان می دهد (جدول ۲).

در این تحقیق از ۶ لوله جاذب استفاده شد و زمان ماند برای هر لوله، ۱۶ ساعت بود، همراه با این گروه از لوله ها یک عدد شاهد هم استفاده شد و تمام مراحل بجز اضافه کردن غلظتی از آلاینده بر روی این لوله انجام شد. پس از آن میزان بازده بازیافت برای هر لوله محاسبه شد.

با توجه به زمان رسوخ و انجام مطالعات مقدماتی، بهترین مدت زمان نمونه برداری در دو خط اولفین و استیرین منومر مدتی بین ۱۸۰ تا ۲۱۰ دقیقه بود. اگرچه حجم کلی سفارش شده در روش ۱۰ لیتر می باشد، اما با توجه به اینکه کلیه خطوط تولیدی در محوطه باز قرار داشتند و با توجه به میزان حساسیت روش، آلاینده جذب شده در این حجم بسیار ناچیز بوده و براساس توصیه روش، زمان نمونه برداری را آنقدر افزایش دادیم تا به محدوده زمانی فوق الذکر دست یافتیم. اما با توجه به افزایش بسیار زیاد حجم کلی در مقابل حجم سفارش شده روش مذکور، بسط داده شد و در حجمهای بالاتر صحت روش مذکور مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام بسط روش مذکور، ابتدا حجمهای ۲μl, ۱μl, ۰/۲μl استیرین در داخل کیسه های هوا



P.P.M	$\frac{mg}{DE}$	استیرین موجود در در نمونه (میلی گرم)	حجم تصحیح شده (لیتر)	زمان نمونه برداری (دقیقه)	دما °C	محل نمونه برداری	ردیف
۲/۵	-/۳۶	۰/۲۶۱	۱۹۴	۲۲۸	۲۸	V-601	۱
۲/۸	-/۴۳	۰/۲۶۰	۲۱۱	۲۲۶	۲۸	V-601	۲
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۲۱۴	۲۳۰	۲۸	T-201	۳
۲/۵	-/۳۳	۰/۲۰۰	۱۷۷	۲۰۹	۲۸	TK-401	۴
۲/۵	-/۳۵	۰/۲۱۶	۱۹۱	۲۲۶	۳۰	E-209	۵
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۸۹	۲۱۰	۲۹	E-203	۶
۲/۶	-/۳۸	۰/۲۳۰	۱۹۴	۲۰۸	۲۸	V-901	۷
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۹۰	۲۲۴	۲۸	کوره اولفین	۸
۳/۰	-/۳۳	۰/۲۰۴	۱۸۰	۱۸۵	۳۱	V-161	۹
۴/۳	-/۳۶	۰/۲۲۰	۱۸۸	۲۲۴	۲۱	V-201	۱۰
۳/۰	-/۳۸	۰/۲۶۱	۲۱۴	۲۳۰	۳۱	T-201	۱۱
۲/۸	-/۳۵	۰/۲۰۷	۱۸۵	۲۰۴	۳۳	V601	۱۲
۶/۸	-/۸۵	۰/۵۱۸	۱۹۴	۲۲۸	۳۲	V-901	۱۳
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۹۰	۲۰۹	۳۲	E-312 $\frac{A}{B}$	۱۴
۴/۰	-/۴۳	۰/۲۶۹	۱۸۹	۲۰۷	۳۳	E-209	۱۵
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۹۰	۲۰۶	۳۳	E-203	۱۶
۸/۵	-/۸۵	۰/۲۰۴	۱۹۱	۲۰۷	۳۱	V-161	۱۷
۵/۵	-/۳۱	۰/۱۹۹	۱۹۰	۲۰۹	۲۴	T-202	۱۸
۶/۹	-/۸۵	۰/۲۲۰	۱۸۸	۲۰۷	۳۳	V-901	۱۹
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰	۰	۲۰۶	۳۳	V-601 شاهد	۲۰

جدول ۳- غلظت آلاینده استیرین در واحد اولفین در فصل تابستان

می شد و اما از لوله های شاهد، هوایی عبور نکرده و فقط به یک پمپ خاموش متصل بود. براساس روش، پس از آنکه قسمت پیشین و پسین لوله جدا گردید، هر دو بخش در وایالهای جداگانه های ریخته شد و پس از آن ۵cc، CS<sub>۲</sub> را با استفاده از پیپت به هر وایال اضافه گردید، با توجه به خواص سمی و به علت خاصیت آتشگیری CS<sub>۲</sub>، این عملیات در زیر هود انجام شد [۹ و ۱۲ و ۱۳].

P.P.M	$\frac{mg}{DE}$	استیرین موجود در نمونه (میلی گرم)	حجم نمونه تصحیح شده (لیتر)	زمان نمونه برداری (دقیقه)	دما °C	محل نمونه برداری	ردیف
۳/۸	۰/۵۲	۰/۳۰۹	۱۹۵	۲۰۶	۵/۵	V-161	۱
۴/۶	۰/۵۴	۰/۳۱۲	۱۹۶	۲۰۷	۵/۵	TK-701	۲
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۹۸	۲۱۰	۵	T-201	۳
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۹۶	۲۰۷	۳/۵	V-104	۴
۴/۹	۰/۶۳	۰/۳۶۷	۱۹۰	۲۰۲	۶/۵	V-901	۵
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۸۹	۲۰۱	۵	E-203	۶
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۹۱	۲۰۳	۵	E-209	۷
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱۸۹	۲۰۰	۶/۵	E-3RAB	۸
۲/۸	-/۳۵	-/۸۰۰	۱۸۸	۱۹۵	۶/۳	TK-202	۹
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۱/۹۱	۲۰۳	۵/۵	V-601	۱۰
-/۰	-/۰۰	۰/۰۰۰	۰	۲۰۷	۶/۲	شاهد	۱۱

جدول ۴- غلظت آلاینده استیرین در واحد اولفین در فصل پاییز

ردیف	محل نمونه برداری	دما °C	زمان نمونه برداری (دقیقه)	حجم نمونه تصحیح شده (لیتر)	استیرین موجود در نمونه (میلی‌گرم)	mg DE	P.P.M
۱	V-327	۲۸	۱۸۴	۱۸۰	۰/۴۴۲	۰/۷۲	۰/۷۳
۲	S-406	۲۸	۲۱۰	۲۰۵	۰/۲۲۲	۰/۳۶	۵/۳
۳	S-306	۳۰	۲۰۷	۲۰۲	۰/۳۱۱	۰/۵۱	۴/۷
۴	SAMPLE-B	۲۹	۲۰۶	۲۰۱	۰/۲۰۲	۰/۳۳	۱۱/۳
۵	TK-HOL	۳۲	۲۱۰	۲۰۴	۰/۳۲۴	۰/۵۳	۶/۹
۶	F-101	۲۹	۲۰۷	۲۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۰
۷	V-315	۲۹	۱۹۰	۱۸۵	۰/۳۱۳	۰/۵۳	۴/۲
۸	V-102	۲۸	۱۹۲	۱۸۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۰
۹	R-325	۳۲	۱۹۵	۱۸۷	۰/۲۰۳	۰/۳۳	۳/۲
۱۰	V-406	۲۸	۱۹۸	۱۸۸	۰/۲۱۰	۰/۳۵	۵/۳
۱۱	V-314	۳۲	۲۰۷	۲۰۲	۰/۲۹۷	۰/۴۸	۳/۸
۱۲	V-327	۳۹	۲۰۲	۱۹۷	۰/۳۹۱	۰/۶۵	۱۶/۱
۱۳	شاهد	۲۸	۲۰۵	۱۹۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۰

جدول ۵- غلظت آلاینده استیرین در واحد استیرین در فصل تابستان

ردیف	محل نمونه برداری	دما °C	زمان نمونه برداری (دقیقه)	حجم نمونه تصحیح شده (لیتر)	استیرین موجود در نمونه (میلی‌گرم)	mg DE	P.P.M
۱	V-302	۸	۲۲۰	۲۰۸	۰/۲۳۰	۰/۴۴	۴/۹
۲	S-306	۸	۲۱۵	۲۰۶	۰/۲۷۰	۰/۵۲	۴/۸
۳	TAMPLEB	۷	۲۱۷	۲۰۷	۰/۱۸۵	۰/۳۵	۳/۵
۴	TK-401	۹	۲۱۶	۲۰۶	۰/۲۵۰	۰/۳۸	۳/۵
۵	F-101	۶	۲۱۵	۲۰۶	۰/۱۸۹	۰/۳۵	۳/۰
۶	S-406	۷	۲۲۵	۲۱۰	۰/۳۱۰	۰/۵۴	۵/۱۳
۷	V-102	۶	۲۱۷	۲۰۷	۰/۱۸۲	۰/۳۵	۳/۲
۸	V-406	۶	۲۱۹	۲۰۸	۰/۳۲۱	۰/۵۷	۵/۰
۹	V-314	۶	۲۲۰	۲۰۸	۰/۲۸۱	۰/۵۴	۴/۸
۱۰	شاهد	۷	۲۱۰	۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰	۰/۰

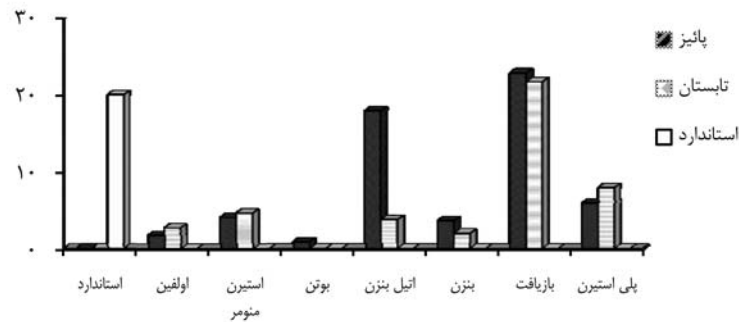
جدول ۶- غلظت آلاینده استیرین در واحد استیرین در فصل پاییز

گازی مجهز به دتکتور شعله‌ای یونیزان بود و حساسیت بر روی  $10^{-2}$  تنظیم گردید و جریان گاز حامل بر روی  $30/9$  میلی لیتر در دقیقه قرار گرفت. دمای محل تزریق بر روی  $80^{\circ}\text{C}$  و دمای آشکار ساز بر روی  $150^{\circ}\text{C}$  تنظیم شد [۱۲]. بیک استیرین در زمان ماند  $2/03$  ظاهر شد و پس از گذشت سه دقیقه و حصول اطمینان از اینکه دیگر پیکری خارج نمی شود. این کروماتوگرام ثبت گردید و غلظتها تعیین شد.

از آنجا که  $\text{CS}_2$  بسیار فراوان می باشد، در هر وایال بایستی بسته بماند و به منظور به حداقل رسانیدن تغییرات حجمی در نمونه‌ها، زمان بازیافت نمونه‌ها باید تا حد امکان یکسان و بیش از ۳ ساعت نشود و پس از بازیافت محلول را با استفاده از سرنگها میلتنون ۵ میکرولیتری به کروماتوگراف گازی تزریق کرده و جهت بالا بردن دقت تکرار پذیری آنالیز، هر نمونه سه بار به دستگاه تزریق شد [۹ و ۱۲ و ۱۴]. دستگاه کروماتوگراف

ردیف	خط تولید	میانگین آلودگی در فصل پاییز P.P.M	میانگین آلودگی در فصل تابستان P.P.M	استاندارد بر حسب P.P.M (TLV-TWA)(ACGIH)
۱	اولفین	۱۱/۱۳	۱۳/۸۸	۲۰
۲	استیرین	۸/۰۰	۱۱/۱۷	۲۰

جدول ۷- میانگین آلاینده استیرین در دو خط اولفین و استیرین در فصل پاییز و تابستان



نمودار ۱- مقایسه میانگین آلاینده استیرین در دو فصل تابستان و پاییز در مجتمع پتروشیمی تبریز

### یافته‌ها

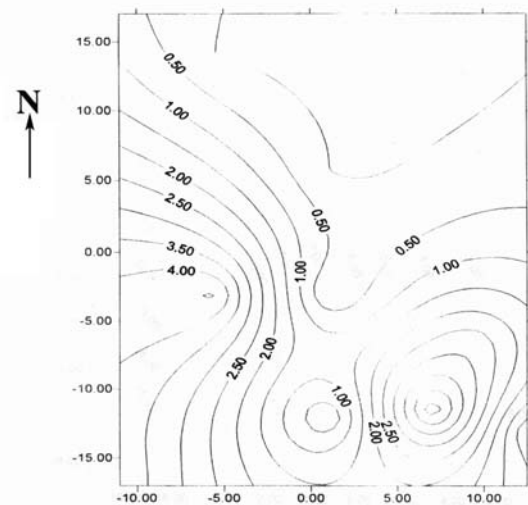
پس از انجام نمونه برداری براساس روش ارائه شده و استخراج نتایج، میانگین غلظت آلاینده‌ها در دو فصل تابستان در خطوط اولفین و استیرین به دست آمده، داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری‌های استیرین در خطوط اولفین و استیرین در جداول ۳ تا ۷ نشان داده شده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

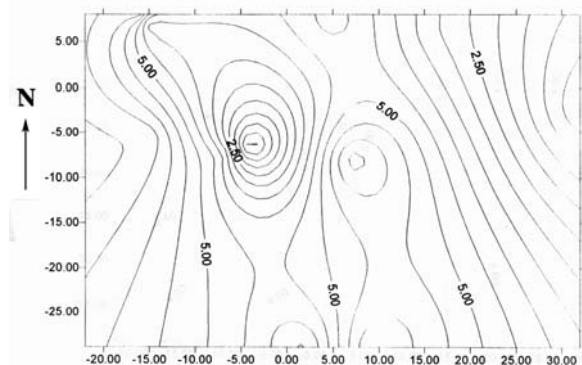
براساس اطلاعات اخذ شده از سازمان هواشناسی تبریز، جهت وزش باد مناسب در فصل تابستان از شمال غربی به جنوب شرقی و در فصل زمستان از جنوب شرقی به شمال غربی می‌باشد که این مسئله در تراکم آلودگی در فصول مختلف و در قسمت‌های مختلف مختص تولیدی نقش بسزایی دارد. جهت مقایسه و ترسیم خطوط و هم‌تراز آلودگی از نرم افزار Surfer نسخه ۵/۰۴ استفاده شده است.

در نمودار ۲ نشان داده شده که بیشترین میزان تراکم آلاینده استیرین در فصل پاییز و در قسمت شمال غربی تا غرب خط تولید می‌باشد و در امتداد مرکز تا جنوب، میزان آلودگی کمتر است.

با مقایسه این نمودارها و جهت آلودگی کاملاً محرز و مشخص می‌گردد که وزش باد، تأثیر کاملاً مستقیمی بر توزیع آلودگی در این خط دارد، زیرا در فصل پاییز، جهت وزش باد از قسمت جنوب شرقی به شمال غربی می‌باشد و در فصل تابستان جهت وزش باد عکس می‌باشد. این جریان باد، جریان باد غالب بوده که در هنگام نمونه برداری جریان باد نیز در همان جهت



نمودار ۲- خطوط هم‌تراز آلاینده استیرین در خط اولفین در فصل پاییز



نمودار ۳- خطوط هم‌تراز آلاینده استیرین منومر در خط استیرین در فصل تابستان

6. Environmental Protection Agency. Summary of Data Reported and Evaluation, 1995, Vol. 60, P: 233, Available online at: <http://19305/-164011/htdocs/monographs/vol60/M60-06.htm>

7. Environmental Protection Agency (EPA); Toxic Substances Initial Inventory", Office of Toxic Substances, Washington D.C; 1979, Vol.5.

8. Environmental Protection Agency (EPA) National Primary Drinking Water Regulations: Drinking Water and Health", EPA 1998.

9. Games PLS. Method of Air Sampling and Analysis", Third edition, Lewis; 1995.

10. Glencser AS, Malavag JA. New Toxicology and Methodology For the Determination of Organic Compounds and Particulate Carbon Directly on Fly ash of MSWI. Chemosphere 1997. Vol. 35(10): 2203-22137.

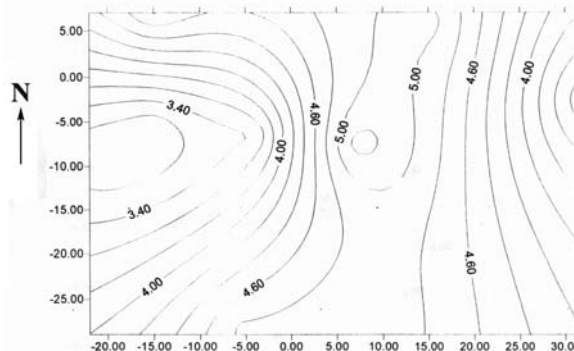
11. Kalli KPJ, Ivalo LM, Kokotti HM. Exposure to Styrene Can Be Controlled, AIHA Journal 1988. 49:6-9.

12. Kring EVB, Ransul TJ, Henry J, Amorello J, "Evaluation of the standard NIOSH Type charcoal tubes sampling method for organic vapor in Air", Am Ind Hyg Assoc J 1984. 45:250-259

13. Luo YZ, Adam M, Pawliszyn J. "Styrene And Product's". Annual Chem 1988. 70: 248-254.

14. ASTM; "Annual Book for ASTM Standard", ASTM1994. Vol. 11(3).

15. Agency for Toxic Substances and Diseases's Rigestry (ATSDR); "Toxicological Profile for Styrene", ATSDR, New York: 1998.



نمودار ۴- خطوط همتراز آلاینده استیرین در خط استیرین در فصل پاییز

جریان باد غالب بود. این مسئله باعث گردید که تراکم آلودگی در قسمتهای مذکور بیشتر گردد.

همچنانکه در نمودار ۳ ملاحظه می گردد، بیشترین میزان آلودگی در قسمت غرب فرایند بوده و در قسمت مرکزی تا شمال شرقی میزان آن کمتر می گردد.

بر اساس نمودار ۴ مشاهده می شود که میزان آلودگی در قسمت شرق کمتر بوده و در امتداد خط شرق به غرب، به میزان آلودگی افزوده گردیده است. آلودگی در این بخش بیش از ۵ PPM می باشد. با توجه به نقش بسیار زیاد وزش باد و موجود مخازن حاوی استیرین و راکتورهای تولید کننده این ماده در قسمت غرب، یکی از علل اصلی افزایش تراکم آلاینده استیرین در قسمت غرب و در امتداد خط شرق به غرب در هر دو فصل می باشد.

## منابع

1. NIOSH Manual of Analytical Method; "Method of 8301", Fourth Edition, Washington D.C, Government Printing Office 1994.
2. Morrikat Z, "Methods of Air Sampling and Analysis", Second Edition, Interdisciplinary Books Periodicals 1977.
3. Buckingham JE. Dictionary of Organic Compound, Champan & Hall: New York; 1982. Vol. 5, P: 5071-5075.
4. Clarsky KB. Suspect Chemical Source Book: A Guide to Industrial Chemicals Covered under Major Federal Regulatory and Advisory Programs, Roy Tech Publications Inc: Burlingame, CA: 1990. Section 3, P: 35.
5. Des Tombe K, Verma DK, Lorraine SE, Rec Zek B. Sampling and Analysis of Light Hydrocarbons (C1-C4)- A Review". AIHA Journal 1991. Vol. 52: 136-144.



## Quantitative and qualitative measurement of styrene in Tabriz Petrochemical Complex

Seyed Jamaledin Shahtaheri<sup>1</sup>,  
Hashem Setareh<sup>2</sup>  
Ardalan Soleimanian<sup>3</sup>

### Abstract:

**Background and aims:** Beside the vast usages of styrene in different industries, this compound can be considered as an important organic air pollutant. Styrene, in one hand, can adversely affect on workers and on the other hands can cause air pollution in the environment. In this study, Tabriz Petrochemical Complex was selected for evaluation of styrene.

**Methods:** Measurements were performed separately in production lines of olephin and styrene and sampling sites were selected randomly in both olephine and styrene lines. For evaluation of styrene, occupational sampling was performed based on method number 834 recommended in the book "Air sampling analysis". The method was extended using some correction factors. Sampling process was performed in seasons Summer and Autumn. To draw isoline curves of Pollution, Surfer software version 504 was used.

**Results:** The results showed that, there were no significant difference between concentration of pollutants and seasons. Agreement between styrene concentration and prailing winds showed a significant difference between styrene and prailing winds.

### Keywords:

Styrene, Environmental air sampling, Activated charcoal tube

- 
1. (Corresponding author) Professor of Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences. Email: shahtaheri@tums.ac.ir
  2. Doctoral Student of Environment Management, Azad University of Olome Tahghighat, Tehran.
  3. Researcher