



## بررسی میزان آلاینده های هوا در محیط پیرامون مجتمع صنعتی بارز

نویسندگان: محمدملکوتیان<sup>۱</sup> جمشیدمومنی<sup>۲</sup> شیدوش دولتشاهی<sup>۳</sup>

۱. نویسنده مسئول: استاد مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

تلفن تماس: ۰۳۴۱-۳۲۰۵۰۷۴ Email: m.malakootian@yahoo.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان

۳. مربی عضو مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط و گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان

### چکیده

**مقدمه:** پیامدهای مختلف آلودگی هوا به خصوص اثرات بهداشتی آن از جمله ایجاد و تشدید بیماریهای تنفسی، عصبی، قلبی و عروقی باعث شده است که نظارت و کنترل کیفیت هوا به صورت امری اجتناب ناپذیر در اغلب جوامع شهری و مناطق صنعتی در رأس مسائل ملی مطرح شود. صنایع از عوامل مهم آلاینده محیط می باشند که در مرحله اول، پیرامون خود را آلوده می کنند. از آنجا که تا کنون پایش آلودگی هوا در هوای پیرامون مجتمع صنعتی بارز صورت نگرفته لذا انجام تحقیقی در زمینه بررسی کیفیت هوا ضروری به نظر رسید.

**روش بررسی:** تحقیق توصیفی - مقطعی است که در بازه زمانی اول خرداد تا پایان آبان ماه ۱۳۹۰ انجام گرفت. پایش آلاینده های شاخص این صنعت شامل ذرات (دوده  $PM_{10}$ )، هیدروکربورها (HC)، دی اکسید ازت ( $NO_2$ )، دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ )، منوکسید کربن (CO)، اوزن ( $O_3$ ) و ذرات راسب از طریق یابی بین غلظت آلاینده ها در محوطه کارخانه و مقایسه آلاینده ها با رهنمودهای WHO و استاندارد ایران صورت گرفت. هوای پیرامون مجتمع در چهار جهت متقارن و دو شعاع مختلف، در هشت ایستگاه، ماهیانه سه نوبت به مدت شش ماه مورد اندازه گیری و ارزشیابی قرار گرفت، تعداد ۱۵۲ نمونه از هر آلاینده، جمعا ۹۱۲ نمونه و ۴۸ نمونه از ذرات راسب برداشته شد. کیفیت بهداشتی هوا بر مبنای استاندارد ایران تعیین گردید.

**یافته ها:** نتایج بدست آمده از آزمایشات نشان داد که میانگین غلظت بیشینه روزانه ذرات معلق ( $PM_{10}$ ) برابر  $127/65 \mu g/m^3$ ، دی اکسیدازت ( $NO_2$ ) برابر  $38/14 ppb$ ، دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ ) برابر  $88/4 ppb$ ، مونواکسید کربن (CO) برابر  $1/3 ppm$ ، اوزن ( $O_3$ ) برابر  $49/19 ppb$ ، هیدروکربورها برابر  $0/095 ppm$  و میانگین ماهیانه غلظت ذرات قابل ته نشینی  $13/35 \mu g/m^2.mon$  بوده که در تمامی موارد پائین تر از حدود مجاز بوده است. ضمنا شاخص کیفیت هوا نیز در تمامی موارد نمونه برداری در حد استانداردهای کیفیت هوای ایران، رهنمودهای WHO و استانداردهای آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا است.

**نتیجه گیری:** کیفیت بهداشتی هوای پیرامون مجتمع در وضعیت خوبی از نظر حفظ سلامتی کارکنان و مراجعین بر خوردار است. با توجه به اینکه غلظت ذرات معلق ( $PM_{10}$ ) و  $SO_2$  از سایر آلاینده ها بیشتر بوده است، بایستی از هم اکنون تمهیدات لازم جهت جلوگیری از بالا رفتن غلظت آنها که ممکن است در آینده با همین روند از استاندارد ها تجاوز نماید، اتخاذ نمود.

**واژه های کلیدی:** شاخص کیفیت هوا، مجتمع صنعتی بارز، آلاینده هوا

## طلوع بهداشت

فصلنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال دوازدهم

شماره: دوم

تابستان ۱۳۹۲

شماره مسلسل: ۳۹

تاریخ وصول: ۹۱/۷/۲

تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۶

**مقدمه**

تراکم وسائط نقلیه موتوری و استقرار صنایع در شهرها و پیرامون آنها شهرها را با مشکلات زیست محیطی مواجه نموده است. که در راس آن وضعیت نامطلوب و بیمارگونه کیفیت هواست. روند رو به افزایش آلودگی هوا بویژه در کشورهای در حال توسعه بطور جدی سلامتی انسان را تهدید می نماید (۱). بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت سالانه حدود ۳ میلیون نفر در جهان در اثر آلودگی هوا جان خود را از دست می دهند (۲). رابطه قوی بین سطوح آلودگی هوا و مرگ و میر بیماریهای قلبی عروقی و سرطان ریه وجود دارد، به ازای هر  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  افزایش ذرات معلق،  $\text{SO}_2$ ،  $\text{NO}_2$  خطر مرگ و میر قلبی عروقی به ترتیب ۲/۳٪، ۲/۳٪، ۰/۹٪ افزایش می یابد (۳). مطالعه نشان می دهد مواجهه با آلودگی هوا باعث کاهش رشد فیزیولوژیکی ریه می شود (۴). سهم ذرات در افزایش بیماریهای مزمن ریوی ۳/۳٪، ذات الریه ۱/۲٪ گزارش شده است (۵). اهمیت هوای پاک در محیط های صنعتی به خوبی شناخته شده است. صنایع مدرن تعداد زیادی از مواد شیمیائی را مورد استفاده قرار می دهند که بسیاری از آنها سمی می باشند (۶). از جمله این صنایع، صنعت تولید لاستیک است این صنعت از دیدگاه اداره بین المللی تحقیقات سرطان (IARC) (International Agency Research Cancer) به عنوان صنعت دارای ریسک بالقوه ایجاد سرطان، به خصوص سرطان ریه، شناخته شده است (۷). صنعت لاستیک یک صنعت پیچیده است که با یک تنوع از مواد شیمیایی و ذرات مواجه است. تعدادی از این مواد مطلقاً به اثرات ژنو توکسیک و سرطانزائی هستند، برای مثال آمین های آروماتیک، کربن بلاک، نیتروز آمین ها، هیدرو کربن های

پلی آروماتیک (PAHs)، حلال ها، آزیست ها که این مواد شیمیایی در حرارت های بالا واکنش می دهند و بصورت غبار، فیوم، و بخار به محیط کار ساطع می شوند (۸). در ایالات متحده آمریکا حدود ۱۸۷ هزار نفر در این صنعت اشتغال دارند. در ایران ۲۶۰ واحد صنعتی در بخش لاستیک فعالیت دارند، در صنعت تولید تایر نیز ۱۵ هزار نفر اشتغال دارند (۹). آلاینده های هوا یکی از مسائل مشکل ساز و تاثیرگذار بر سلامت کارگران در صنعت لاستیک است. اثرات تنفسی آلاینده های شیمیایی هوای صنعت لاستیک، توسط مطالعات مختلف به اثبات رسیده است که این اثرات شامل: کاهش ظرفیت های ریوی، کوتاه شدن تنفس، آمفیزم و حتی سرطان ریه می باشد (۱۰). هرآمیزه لاستیکی حاوی ده ها نوع ماده شیمیایی مختلف است، انتشار این مواد حین فرآیند و نیز محصولات جانبی که در حین گرمادهی در فرآیند ولکانیزاسیون لاستیک ایجاد میشود مخلوط پیچیده ای از آلاینده ها تولید می کند که شناسایی آنها و منبع تولیدکننده شان از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۱). سیلوانو (Silvano) و همکاران با استفاده از تست های جهش زایی و آنالیز شیمیایی سعی در اندازه گیری ذرات جهش زای معلق در هوای صنایع لاستیک داشته اند. در تحقیقات از یک مجموعه آزمایشات شیمیایی بیولوژیکی به این منظور استفاده شده است. نتایج نشان داد که ذرات معلق در هوا بیشترشان بسیار ریز ( $0.5 \mu\text{m}$ ) بوده و مقادیر بسیار جزئی از نیتروز آمین های جهش زا و PAHs در نمونه های هوا یافت شدند (۱۲). در سال ۲۰۰۱ ورمیولن (Vermeulen) نیز تحقیقاتی را بر روی فعالیت جهش زایی و سرطان زایی اجزای موجود در دود دم و غبار حاصل از فرآیند تهیه لاستیک انجام دادند و اثر



گیری قرار گرفت. برای نمونه برداری از آلاینده های گازی از یک دستگاه سیار سنجش آلاینده های هوا، ساخت کمپانی Environment SA کشور فرانسه می باشد، استفاده شد. برای تعیین آلاینده های CO از دستگاه GFC، آلاینده SO<sub>2</sub> از یک دستگاه UV، آلاینده NO<sub>2</sub> از یک تیوب تقویت کننده نوری یا PMT، برای سنجش O<sub>3</sub> از آنالایزر UV استفاده گردید که تمامی دستگاه های فوق مورد تایید US-EPA می باشد. برای افزایش کیفیت تعداد نمونه ها به ۱۵۲ نمونه از هر آلاینده افزایش یافت، ذرات راسب نیز بصورت ماهیانه و در نیمه هر ماه با استفاده دستگاه جار نمونه برداری و مواد آلی و معدنی آنها تعیین گردید. کل نمونه ها ۹۶۰ نمونه می باشد، از این تعداد ۹۱۲ نمونه مربوط به آلاینده های متعارف (PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, HC) می باشد و ۴۸ نمونه مربوط به ذرات راسب است. PM<sub>10</sub> در ارتفاع ۷ متری و NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, HC در ارتفاع ۴ متری اندازه گیری گردید. از بین غلظت اندازه گیری شده هر آلاینده غلظت بیشینه ملاک محاسبه شاخص AQI قرار گرفت (۱۷). AQI شاخصی است که جهت گزارش روزانه کیفیت هوا کار برد دارد. شاخص آلودگی هوا از ۵۰۰-۰ درجه بندی و وضع شده و دامنه آن براساس سطوح آلودگی هوا و ارتباط بهداشتی آنها طبقه بندی شده است (۱۷).

#### یافته ها

نتایج حاصل از اندازه گیری روزانه غلظت آلاینده های متعارف (PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) و هیدرو کربن ها همراه با شاخص کیفیت هوا (AQI) در پیرامون مجتمع در جدول ۱ آمده است.

تماس با این مواد را ارزیابی نمودند. مطالعه در دو قسمت اختلاط و پخت دو کمپانی ساخت تایرلاستیکی انجام شد که یکی از این دو کمپانی در هلند و دیگری در سوئد واقع بود. تحقیقات انجام شده نشان دهنده امکان وجود سرطانزایی غیر مستقیم درآمین های آروماتیکی بود و مشخص شد که اگر چه فرآیند تولید در کمپانی های تولید لاستیک مشابه است. اما اختلاف در ترکیبات شیمیایی بکار رفته در لاستیک و سطح کلی کنترل سبب ایجاد اختلاف بین میزان آلودگی و جهش زایی در کمپانی هاست (۱۳). بررسی آلاینده های هوا ناشی از صنایع استان کرمان در سال ۱۳۸۹ در بعضی موارد گاز SO<sub>2</sub>، ذرات، NO<sub>2</sub> بیش از حد استاندارد گزارش شده (۱۴). با توجه به اهمیت موضوع و همچنین حفظ سلامت کارکنان و مراجعین، بمنظور بررسی چگونگی وضعیت شاخص کیفیت هوای اطراف مجتمع صنعتی بارز کرمان تحقیق حاضر شکل گرفت.

#### روش بررسی

پژوهش توصیفی- مقطعی است که در بازه زمانی اول خرداد تا پایان آبان ماه ۱۳۹۰ انجام گرفت. کل مجتمع مورد مطالعه (محوطه عمومی مجتمع صنعتی بارز) در چهار جهت متقارن و به دو ناحیه نزدیک و دور (۸۰ شعاع متری و شعاع ۱۷۰ متری) تقسیم شد (۱۵). با توجه به این که مجتمع، از لحاظ طبقه بندی، جزو مجتمع های بزرگ طبقه بندی می شود، بیش از یکصد نمونه از هر آلاینده مورد نیاز است (۱۶).

بر اساس روش مذکور غلظت ساعتی نمونه های PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, HC به صورت ۸ ساعته (ساعت ۸ تا ۱۶)، ماهیانه سه روز به مدت شش ماه مورد اندازه



جدول ۱: غلظت بیشینه  $HC, PM_{10}, O_3, CO, SO_2, NO_2$  و شاخص کیفیت هوای آلاینده های متعارف در ایستگاه های نمونه برداری از اول خرداد لغایت آبان ماه ۱۳۹۰

| HC(ppm) |                 | $O_3$ (ppb) |             | CO (ppm) |             | $SO_2$ (ppb) |             | $NO_2$ (ppb) |                | $PM_{10}(\mu g/m^3)$ |                | تاریخ   |
|---------|-----------------|-------------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------|----------------------|----------------|---------|
| AQI     | غلظت<br>بیشینه* | AQI         | غلظت بیشینه | AQI      | غلظت بیشینه | AQI          | غلظت بیشینه | AQI          | غلظت<br>بیشینه | AQI                  | غلظت<br>بیشینه |         |
| -       | ۰۲۰/۰           | ۴۵/۱        | ۴۵/۱        | ۱۴/۵     | ۱/۲۸        | ۶۴/۴         | ۶۵          | ۲۵           | ۲/۵            | ۹۰/۰۳                | ۱۳۱            | ۹۰/۳/۳  |
| -       | ۰۲۳/۰           | ۸/۴۳        | ۴۳/۸        | ۱۷/۸     | ۱/۵۷        | ۸۴/۳۸        | ۱۰۶         | ۱۸/۵         | ۱۰/۵           | ۸۳/۰۷                | ۱۱۹/۸          | ۹۰/۳/۱۸ |
| -       | ۰۱۷/۰           | ۷۲          | ۷۲          | ۲۳/۸     | ۲/۱         | ۷۶/۶         | ۹۲          | ۷            | ۰/۷            | ۷۷/۷۲                | ۱۰۹            | ۹۰/۴/۲  |
| -       | ۰۱/۰            | ۴/۴۲        | ۴۲/۴        | ۱۳/۶     | ۱/۲         | ۹۰/۵         | ۱۲۳         | ۳            | ۱/۴            | ۹۹/۷                 | ۱۵۳/۵          | ۹۰/۴/۱۵ |
| -       | ۰۹/۰            | ۳/۴۸        | ۴۸/۳        | ۱۴/۳     | ۱/۲۶        | ۸۵/۹         | ۱۱۲         | ۱۷/۵         | ۱۶/۴           | ۹۴/۳                 | ۱۴۲/۵          | ۹۰/۴/۲۸ |
| -       | ۱/۰             | ۴۴          | ۴۴          | ۲۳/۸     | ۲/۱         | ۵۵/۹         | ۴۵/۹        | ۴            | ۲/۱            | ۹۷/۳                 | ۱۴۹            | ۹۰/۵/۶  |
| -       | ۱۷/۰            | ۷/۴۹        | ۴۹/۷        | ۱۷/۰۴    | ۱/۵         | ۹۴/۱۷        | ۱۲۸         | ۲۳           | ۱۹/۷           | ۹۰/۳                 | ۱۳۳            | ۹۰/۵/۱۳ |
| -       | ۱۵/۰            | ۵۵          | ۵۵          | ۱۳/۲     | ۱/۱۷        | ۷۹/۹         | ۹۹/۸        | ۸/۵          | ۷/۳            | ۸۷/۶                 | ۱۲۹            | ۹۰/۵/۲۰ |
| -       | ۱۱/۰            | ۶/۵۲        | ۵۲/۶        | ۱۴/۸     | ۱/۳۱        | ۵۳/۷         | ۵۱          | ۲۱           | ۱۸/۹           | ۸۶/۵                 | ۱۲۶/۹          | ۹۰/۵/۲۷ |
| -       | ۰۸۰/۰           | ۴۴          | ۴۴          | ۲۳/۸     | ۲/۱         | ۵۵/۹         | ۴۵/۹        | ۴            | ۳              | ۹۲/۰۷                | ۱۳۸            | ۹۰/۶/۳  |
| -       | ۰۹۵/۰           | ۷/۵۸        | ۵۸/۷        | ۱۳/۰۶    | ۱/۱۵        | ۵۹/۱         | ۵۳          | ۴۱           | ۳۸/۱           | ۹۵/۰۴                | ۱۴۴            | ۹۰/۶/۱۷ |
| -       | ۰۵۵/۰           | ۵۵          | ۵۵          | ۱۴/۷     | ۱/۳         | ۶۰           | ۵۵          | ۴۲           | ۳۹/۶           | ۸۸/۸                 | ۱۳۱/۵          | ۹۰/۶/۲۴ |
| -       | ۰۷۵/۰           | ۱/۴۸        | ۴۸/۱        | ۱۳/۲۹    | ۱/۱۷        | ۸۶           | ۱۱۳         | ۳۱           | ۲۹/۶           | ۸۳/۲                 | ۱۲۲            | ۹۰/۶/۳۰ |
| -       | ۱۳/۰            | ۳/۳۶        | ۳۶/۳        | ۱۲/۳۸    | ۱/۰۹        | ۹۱/۴         | ۱۲۵         | ۱۹           | ۱۷/۹           | ۹۵/۰۴                | ۱۴۴            | ۹۰/۷/۶  |
| -       | ۰۹۸/۰           | ۴/۴۰        | ۴۰/۴        | ۱۳/۱۸    | ۱/۱۶        | ۹۴           | ۱۲۷         | ۱۲           | ۸/۲            | ۹۵/۲۹                | ۱۴۴/۵          | ۹۰/۷/۱۴ |
| -       | ۰۹۷/۰           | ۸/۵۲        | ۵۲/۸        | ۱۲/۷     | ۱/۱۱        | ۶۵/۱         | ۶۷          | ۱۹/۸         | ۱۸             | ۶۲                   | ۸۶             | ۹۰/۷/۲۰ |
| -       | ۱۰۷/۰           | ۵/۵۴        | ۵۴/۵        | ۱۷/۳۴    | ۱/۵۴        | ۹۳           | ۱۲۵         | ۲۲/۹         | ۱۹/۵           | ۹۱/۲                 | ۱۳۵/۳          | ۹۰/۷/۲۷ |
| -       | ۱۷/۰            | ۴۴          | ۴۴          | ۱۳/۶     | ۱/۲         | ۷۶/۶         | ۹۲          | ۱۹/۰۹        | ۱۲             | ۷۰/۲۳                | ۹۸/۵           | ۹۰/۸/۵  |
| -       | ۲۱/۰            | ۴۵          | ۴۵          | ۱۲       | ۱/۰۱        | ۶۰           | ۵۵          | ۹/۲          | ۸              | ۶۲/۰۴                | ۸۷             | ۹۰/۸/۱۴ |
| -       | ۰۹۵/۰           | ۱۹/۴۹       | ۴۹/۱۹       | ۶۸/۱۵    | ۳/۱         | ۷۵           | ۴/۸۸        | ۳۸/۱۴        | ۳۸/۱۴          | ۹/۸۶                 | ۶۵/۱۲۷         | میانگین |

\*انحراف معیار غلظت بیشینه هیدروکربن ها  $\pm 0.045$  است.

دو آلاینده ذرات و دی اکسید گوگرد، در حد متوسط می باشند و به همین دلیل شاخص کیفیت هوای مجتمع در مدت پایش در حد متوسط گزارش شده و در بعضی موارد از لحاظ شاخص کیفیت هوا به حد ناسالم نزدیک شود.

نتایج نشان می دهد غلظت آلاینده های ازن، منوکسید کربن، دی اکسید گوگرد در تمامی موارد در حد خوب است. همچنین غلظت هیدروکربن ها در محدوده استاندارد است.



در جدول ۲ نتایج میانگین غلظت ماهیانه کل ذرات راسب، غلظت مواد قابل حل و غیر قابل حل در آب، مواد آلی و معدنی بر حسب گرم بر متر مربع در ماه ( $gr/m^2.mon$ ) در ایستگاه های نمونه برداری مجتمع صنعتی بارز در بازه زمانی اول خرداد تا پایان آبان ماه ۱۳۹۰ ذکر شده است.

نتایج اندازه گیریهای وضعیت بهداشتی کیفیت هوای پیرامون مجتمع صنعتی لاستیک بارز با استنتاج از شاخص های کیفیت هوادر مدت زمان پژوهش در جدول ۳ گزارش شده است و نشان می دهد که کیفیت هوای مجتمع در تمامی موارد در حد متوسط است (۱۷).

همانطور که از نمودار یک مشخص می شود دو آلاینده ذرات ( $PM_{10}$ ) و دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ ) به حد ناسالم شاخص کیفیت هوا نزدیک شده اند که بایستی اقدامات پیشگیرانه انجام شود.

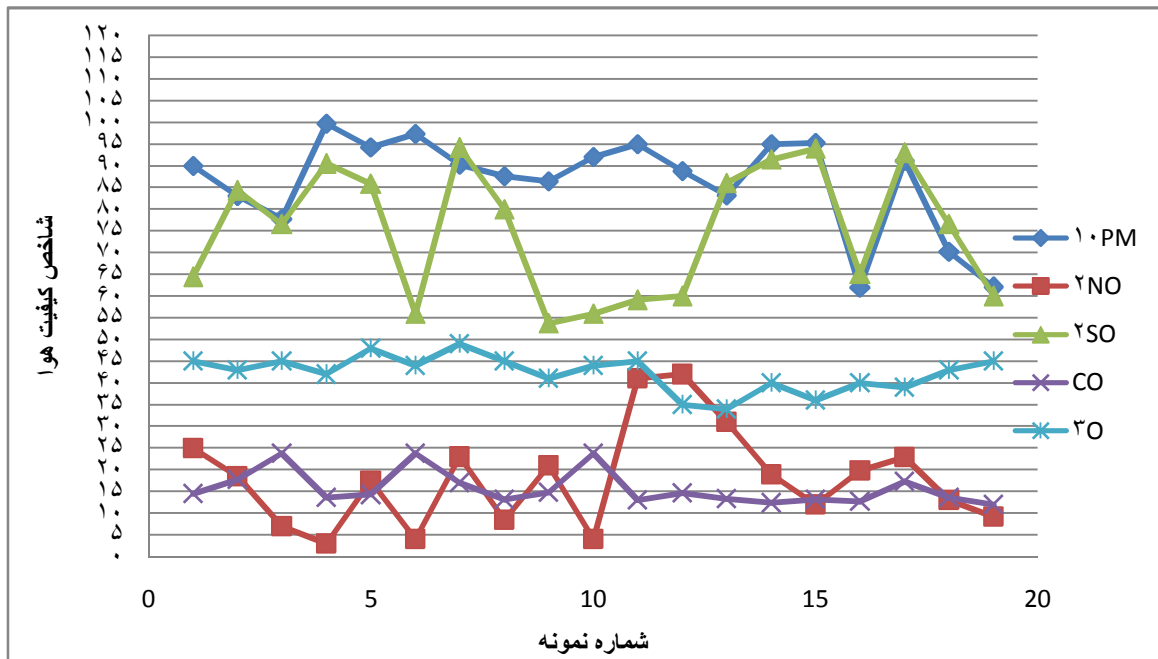
نتایج بدست آمده از آزمایشات نشان داد که میانگین غلظت بیشینه روزانه ذرات معلق ( $PM_{10}$ ) برابر  $127/65 \mu g/m^3$  دی اکسید ازت ( $NO_2$ ) برابر  $14/38 ppb$ ، دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ ) برابر  $88/4 ppb$ ، مونواکسید کربن ( $CO$ ) برابر  $1/38 ppb$ ، اوزن ( $O_3$ ) برابر  $49/19 ppb$ ، هیدروکربورها برابر  $0/095 ppm$  و میانگین ماهیانه غلظت ذرات قابل ته نشینی  $gr/m^2.mon$

جدول ۲: میانگین غلظت ماهانه آلاینده ها در ایستگاه های نمونه برداری مجتمع صنعتی لاستیک بارز

| غلظت ماهانه آلاینده                | میانگین غلظت<br>( $gr/m^2.mon$ ) | انحراف معیار |
|------------------------------------|----------------------------------|--------------|
| غلظت ماهانه ذرات راسب              | ۱۳/۳۵                            | $\pm 1/55$   |
| غلظت ماهانه مواد قابل حل در آب     | ۷/۳۷                             | $\pm 0/91$   |
| غلظت ماهانه مواد غیر قابل حل در آب | ۵/۹۶                             | $\pm 0/92$   |
| غلظت ماهانه مواد آلی               | ۶/۶۸                             | $\pm 0/86$   |
| غلظت ماهانه مواد معدنی             | ۶/۶۴                             | $\pm 0/99$   |

جدول ۳: کیفیت بهداشتی هوای پیرامون مجتمع صنعتی لاستیک بارز طبق شاخص های کیفیت هوا در زمان نمونه برداری

| طبقات شاخص | کیفیت بهداشتی             | زمان بر حسب روز | درصد |
|------------|---------------------------|-----------------|------|
| ۰ - ۵۰     | خوب                       | ۰               | ۰    |
| ۵۰ - ۱۰۰   | متوسط                     | ۱۹              | ۱۰۰  |
| ۱۰۱ - ۱۵۰  | ناسالم برای گروه های حساس | ۰               | ۰    |
| ۱۵۱ - ۲۰۰  | ناسالم                    | ۰               | ۰    |
| ۲۰۱ - ۳۰۰  | خیلی ناسالم               | ۰               | ۰    |
| ۳۰۱ - ۵۰۰  | خطرناک                    | ۰               | ۰    |



نمودار ۱: روند تغییرات شاخص کیفیت هوا بر حسب موارد نمونه برداری

### بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از شاخص کیفیت هوا در مورد آلاینده های متعارف ( $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ) و  $HC$  حاکی از آن است که تمامی موارد نمونه برداری در حد استانداردهای کیفیت هوای ایران، رهنمودهای WHO و استانداردهای آژانس حفاظت محیط زیست امریکا است. همانطور که از جدول ۳ مشهود است از نظر بهداشتی در کلیه موارد کیفیت هوا در حد متوسط بوده است. داده ها نشان میدهد که نقش کنترل  $SO_2$  و  $PM_{10}$  در ارتقاء کیفیت هوای مجتمع تعیین کننده می باشد. در موارد تنزل کیفیت هوا از حد خوب به متوسط، آلاینده مسئول (Critical Pollutant)، در ۷۳٪ موارد  $PM_{10}$  و در ۲۶٪ موارد مربوط به دی اکسید گوگرد می باشد. در مطالعه ای که در سال ۸۶ در محدوده مرکزی تهران توسط ندافی و همکاران صورت گرفت، مشاهده شد که شاخص کیفیت هوا غیر بهداشتی بوده و در ۸۲ درصد موارد  $PM_{10}$ ، آلاینده مسئول بوده

است (۱۸). در مطالعه ای که در سال ۱۳۷۸ در شهر کرمان توسط ملکوتیان و همکاران صورت گرفت، نتایج نشان داد غلظت ذرات معلق ( $PM_{10}$ ) و دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ ) بیش از حد استاندارد بود (۱۹). در مطالعه ای که در سال ۲۰۱۰ در یوتاراکند (uttarakhand) هند توسط چوچان (Chauhan) و همکاران با استفاده از شاخص AQI صورت گرفت، نتایج نشان داد غلظت ذرات بیش از حد استاندارد است، ولی غلظت  $SO_2$  و  $NO_x$  کمتر از حد استاندارد بود (۲۰). در بررسی میدانی بعمل آمده، علت بالا بودن غلظت ذرات ( $PM_{10}$ )، وجود چندین تاسیسات سنگ کوبی، شن و ماسه، کارخانجات آسفالت در اطراف مجتمع صنعتی بارز تشخیص داده شد.

غلظت بیشینه دی اکسید گوگرد در ایستگاه های انبار محصول و ایمنی بدست آمد. از نیمه دوم فصل تابستان تا آخر آبان در ۶۰٪ موارد نمونه برداری، آلاینده مسئول دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ ) بوده است. مشاهده شد علت آن می تواند حجم تردد



آلاینده انسان ساخت در ارتباط با این ماده خاص در منطقه می باشد.

میانگین غلظت هیدروکربن ها در طول دوره نمونه برداری برابر با  $0/095$  ppm و انحراف معیار  $\pm 0/045$  بدست آمد، مقدار غلظت بیشینه ( $0/21$  ppm) مربوط به آبان ماه است. در مقایسه با استاندارد اولیه هیدروکربن ها ( $0/24$  ppm)، زیر حد استاندارد قرار دارد. در مطالعه ای در سال ۸۴ توسط شریف حسینی در صنایع تایر سازی ایران انجام داد، نتایج نشان داد غلظت هیدروکربن در ذرات دوده بیش از حد استاندارد است (۲۳).

میانگین غلظت ماهانه ذرات راسب و ذرات قابل حل در آب، غیر قابل حل در آب، مواد آلی، مواد معدنی به ترتیب  $13/35$  و  $7/37$ ،  $5/96$ ،  $6/68$ ،  $6/64$  گرم بر متر مربع در ماه بدست آمد. در مطالعه ای توسط پاک سرشت در تهران انجام شد، نتایج نشان داد غلظت ذرات راسب، (محدوده دانشگاه  $1350$ )  $16/85$  گرم بر مترمربع در ماه، (منطقه غرب  $1354$ )  $17/97$  گرم بر متر مربع در ماه، (جنوب شرق  $1354$ )  $17/257$  گرم بر متر مربع در ماه بوده است (۲۴). بنابراین در تهران میزان ذرات بیشتر از میزان بدست آمده در مجتمع صنعتی بارز است. در شهر یزد طبق مطالعه ندافی و همکاران در سال  $1384$  مقدار ذرات راسب  $6/486$  گرم بر متر مربع در ماه بوده و کمتر از مقدار ذرات راسب مجتمع صنعتی بارز است (۲۵). طی مطالعه انجام شده توسط ملکوتیان و همکاران در سال  $1387$  مقدار ذرات راسب در هوای شهر کرمان برابر با  $14/41$  گرم بر متر مربع در ماه بدست آمد (۲۶). در مقایسه غلظت ذرات در هوای شهر کرمان بیشتر از هوای پیرامون مجتمع می باشد.

ماشین آلات سنگین باشد، که درصد گوگرد در سوخت آنها بالاست. در مطالعه ای که در سال  $2000$  در ایالت هاریانا هند توسط کریشینا و همکاران انجام شد، نتایج نشان داد که غلظت ذرات بیش از حد استاندارد است، متوسط غلظت دی اکسید گوگرد و دی اکسید ازت کمتر از حد مجاز بود، شاخص کیفیت هوا از متوسط تا شدیداً آلوده محاسبه شد (۲۱). از آنجا که حضور ذرات توام با دی اکسید گوگرد اثر هم افزایی دارد، بایستی در مجتمع صنعتی بارز از هم اکنون تمهیدات لازم جهت جلوگیری از بالا رفتن غلظت آنها که ممکن است در آینده با همین روند از استاندارد ها تجاوز نماید، اتخاذ نمود.

غلظت بیشینه آلاینده دی اکسید نیتروژن در  $44\%$  موارد مربوط به ایستگاه انبار محصول است. در مطالعه ای که در سال  $1988$  با استفاده از شاخص کیفیت هوا در منطقه صنعتی کربا (KORBA)، هند توسط سینگ (Singh) انجام شد، غلظت ذرات بیش از حد استاندارد و غلظت  $SO_2$  و  $NO_2$  زیر حد استاندارد بود (۲۲). این مطالعه با موارد ذکر شده در بالا همخوانی دارد و آلاینده مسئول ذرات ( $PM_{10}$ ) می باشد.

غلظت بیشینه آلاینده منوکسید کربن مربوط به ایستگاه های انبار محصول و بایاس می باشد. در مطالعه ای که در سال  $1378$  در شهر کرمان توسط ملکوتیان و همکاران صورت گرفت، مشخص شد که غلظت منوکسید کربن در هوای شهر کرمان  $5/19$  ppm بوده است (۱۹).

غلظت بیشینه آلاینده اوزون ( $O_3$ ) بسته به ساعات نمونه برداری در طول روز بین ساعت های  $10/5$  تا  $15$  بدست آمد و در همه ایستگاهها در همین محدوده بوده و علت آن عدم وجود منبع



می شود که وضعیت موجود نگهداری و حتی المقدور ارتقاء یابد.

با توجه به روند تغییرات شاخص کیفیت هوا بر حسب موارد نمونه برداری که در نمودار ۱ آمده است و با در نظر گرفتن رهنمودهای WHO و استاندارد های آژانس حفاظت محیط زیست امریکا و ایران که حداکثر یک روز در سال می تواند شاخص کیفیت هوا بالاتر از ۱۰۰ باشد. کیفیت هوای پیرامون مجتمع صنعتی بارز در وضعیت خوبی از نظر حفظ سلامت کارکنان و مراجعین بر خوردار است. نتیجه تحقیقات نشان می دهد که تمهیدات کنترلی مجتمع صنعتی بارز در جهت کیفیت زیست محیطی مجموعه تاثیر گذار بوده و اثرات آن در میانگین حاصل از اندازه گیری آلاینده های اطراف مجتمع مشهود و شاخص می باشد.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل پایان نامه در مقطع کارشناسی ارشد و در قالب طرحهای مصوب مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان بوده که براساس تفاهم نامه همکاری مشترک بین معاون تحقیقات و فن آوری دانشگاه علوم پزشکی کرمان با مجتمع صنایع لاستیک بارز کرمان و با حمایت مالی این دو موسسه در قالب طرح تحقیقاتی به انجام رسیده است. نویسندگان مقاله مراتب سپاس و تشکر خود را از جناب آقای مهندس علی اکبر مشرفی قائم مقام مجتمع صنایع لاستیک بارز که همکاریشان در پیش برد این تحقیق کاربردی، تعیین کننده بوده است سپاسگزاری می نمایند.

در مطالعه ای در سال ۲۰۰۱ در هوای شهر نانجینگ کشور چین توسط ونگ (Wang) و همکاران انجام شد، کل مواد قابل حل در آب حدود ۱۸۷/۶۵ میکروگرم در متر مکعب گزارش شده که این میزان از رقم گزارش شده در مجتمع صنعتی بارز کمتر می باشد (۲۷). در مطالعه ای در سال ۲۰۰۸ توسط پاندی (Pandey) و همکاران در هند انجام شده غلظت مواد غیر قابل حل در آب بیشتر از مجتمع صنعتی بارز بوده است (۲۸). در مطالعه ای در شهر مکزیکو در سال ۱۹۹۷ توسط چاو و همکاران انجام شد، ۴۵ درصد از بخش ذرات را مواد آلی تشکیل می دهد (۲۹). در مطالعه ای در شهر ماکوئو چین در سال ۲۰۰۲ توسط هاوو (Hao) و همکاران انجام شد، مواد آلی بزرگترین بخش از ذرات تشکیل داده است (۳۰). در مطالعه ای توسط سلطانپان زاده و همکاران در سال ۱۳۸۴ در یزد انجام شد، میزان مواد آلی ۵۰/۶٪ از کل ذرات راسب گزارش شده است (۲۵). که با این مطالعه تقریباً همخوانی دارد. در مطالعه انجام شده در شهر یزد ۴۹/۴٪ از کل ذرات راسب را بخش معدنی در بر گرفت. در تایید نتایج این مطالعه، در مطالعه یزد نیز بخش آلی دارای درصد بزرگتری نسبت به بخش معدنی از کل ذرات بوده است. از آنجا که مجتمع صنعتی بارز اقدامات ارزنده ای را در ایجاد فضای سبز، تغییر از سوخت مازوت به گاز طبیعی، تغییر رنگ از Solvent Base به Water Base، حذف روغن های آروماتیک، استفاده از سیستم های بهینه تهویه و Dust Collector، انجام داده است، این تمهیدات باعث شده است پراکنش آلاینده های هوای در مجتمع صنعتی بارز کاهش یابد.

وسعت محوطه کارخانه حدود ۱۰۰ هکتار می باشد. تاکنون ۶۷ هکتار فضای سبز در محوطه و جوار کارخانه ایجاد شده، توصیه





## References

- 1-Jonathan A , Bernstein MD, Alexis N , et al. The health effects of nonindustrial indoor air pollution. *J Allergy Clin Immuno*2008; 121: 585-91.
- 2-Mukhopadhyaya K, Forssell O. An empirical investigation of air pollution from fossil fuel combustion and its impact on health in India during1973-1974 to 1996-1997. *Ecological Economics* 2005; 55: 235- 50.
- 3-Jie Caoa CY, Jianxin L, Renjie C, et al. Association between long-term exposure to outdoor air pollution and mortality in China: A cohort study. *Journal of Hazardous Materials* 2011; 186: 1594-600.
- 4- Yogev-Baggio T, Bibi H, Jonathan D,et al. Who is affected more by air pollution—Sick or healthy?Some evidence from a health survey of school children living in the vicinity of a coal-fired power plant in Northern Israel. *Health &Place* 2010; 16: 399-408.
- 5-Chena B, Guib Y. Emission Factors for Carbonaceous Particles and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Residential Coal Combustion in China. *Environmental science & Technology* 2005; 39 (6): 1861-9.
- 6-Karbasi A, Atabi F, Eslami N. Evaluation of nitrogen oxides and sulfur distribution of the four plants Country. *Environmental Science and Technology*. 2008;10 (2): 23-32.[Persian]
- 7-Stephan K, Kenneth A, Ulrich K,et al. Cancer mortality among workers in the German rubber industry: 1981-91. *Occupational and Environmental Medicine*. [ORIGINAL ARTICLES]. 1996; 53: 289-98.
- 8- McMichael A, Spirtas R , Gamble J, et al. Mortality among rubber workers: Relationship to specific jobs. *J Occup Med* 1976; 18: 178-84.
- 9-Ghorbani F, Glbabay F. Introduction of the local ventilation system plan in order to control air pollution in press workshop of a rubber manufacturing industry . *Journal of Medical Sciences- Yazd*. 2004; 12(1): 55- 66.[persian]
- 10-Spiegelhalder B. Carcinogens in the workroom air in the rubber industry. *Scand j work environ health* 1983; 9(2): 15-25.
- 11-Wilczyńska U. Cancer Mortality In Rubber Tire Workers In Poland. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 2001; 14(2): 115-25.



- 12-Silvano M. Monitoring airborne genotoxicants in the rubber industry using genotoxicity tests and chemical analyses. *Mutation Research* 2001; 490: 159-69.
- 13-Vermeulen R, Bos RP, de Hartog J, et al. Mutagenic profile of rubber dust and fume exposure in two rubber tire companies. *Mutation Research*. 2000; 468: 165-71.
- 14-Mohammadi M, Afsharpour M, Kazemitabar M, et al. Study of major air pollutants emitted by industries in Kerman province. In: province DopoeoK, editor. 13th National Symposium on Environmental Health; Kerman. 2010: 1-8.[Persian]
- 15-Yarahmadi R. Survey of sulfates air born of the air surrounding petrochemical complex. *Sciences and Technology of Environment* 2007; 9(1):18-22.[Persian]
- 16- Fisher GW, Graham BW, Bell MJ. Design of a national ambient air quality monitoring network for NewZeland. Prepared for the ministry of Environment; 1995.
- 17-AGENCY EP. Rules and Regulations. *Federal Register*. 1999; 64(149 ): 42530-49.
- 18-Nadafi K. Concentration of suspended particles and air quality index (AQI) range in central Tehran. *Journal of Medicine and Health Research Institute* 2009; 7(1): 57-67.[Persian]
- 19-Malakootian M, Sharieat M, Ghasidin M, . Review the status of air pollution in Kerman Iran's. *Health Magazine* 1999; 4(1): 65- 72.[Persian]
- 20-Avnish C, Mayank P, KumarRajeev, et al. Ambient Air Quality Status in Uttarakhand (India): A Case Study of Haridwar And Dehradun Using Air Quality Index. *Journal of American Science*. 2010; 6(9): 565- 74.
- 21-Kaushik C.P, Ravindra K, Yadav K, et al. Assessment of ambient air quality in urban centres of Haryana (India) in relation to different anthropogenic activities and health risks. *international Journal Of Environmental Sciences* 2010; 1(3): 343- 56.
- 22-Gurdeep S. An index to measure depreciation in air quality in some coal mining areas of korba industrial belt of Chhattisgarh, india. *Environ Science & Engg* 2001; 49(1): 77- 86.
- 23-Hosseini MS. Measurement of PAHs in carbon black used in Iranian tyre manufacturing plants. *The Journal of Qazvin Univ of Med Sci* 2005; 9(3): 59- 67.[Persian]
- 24-saresht P. Qualitative and quantitative study of Dust fall of air in the South East and west of Tehran. Tehran: Tehran University of Medical Sciences; 1977.[Persian]
- 25-Nadafi K, Soltanianzadeh M. Evaluation of lead and arsenic of dust fall in air Yazd. [MS.c Thesis], Aslamic Azad University Ahwaz; 2005-2006.[Persian]



- 26-Malakootian M, Akbari H. The total amount of lead and particulate organic matter in Dust fall atmosphere in Kerman. Kerman University of Medical Science; 2008.[Persian]
- 27- Wang G, Wang H, Gao S, et al. Chemical characterization of water –soluble component of PM10and PM2.5 atmospheric aerosols in five location of Nanjing ,China. Atmospheric Environment 2003; 37: 2893- 902.
- 28-Pandey S K, Tripathi BD, Mishra V K. Dust deposition in a sub-tropical opencast coalmine area india. Journal of Environmental Management 2008; 86: 132- 8.
- 29- Chow JC, Watson JG, Edgerton SA, et al. Chemical composition of PM10 and PM2.5 in Mexico City during winter 1997. The Science of the Total Environment 2002; 287: 177- 201.
- 30-Wu Y, Hao J, Wang Z, et al. Chemical characteristics of airborne particulate matter near major road and at background location in Macao China. The Science of the Total Environment. 2003; 317: 159-72.



## Survey of air pollutants of the air surrounding Barez Industrial Complex in Kerman

Malakootian M(Ph.D)<sup>1</sup> Momeni J(Ms.c)<sup>2</sup> Dolatshahi Sh (Ms.c)<sup>3</sup>

1. Corresponding Author: Professor of Environmental Health Engineering Research Center and Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

2. MSc student in Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

3. Instructor of Environmental Health Engineering Research Center and Department of Environmental Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

### Abstract

**Background:** Consequences of air pollution on the health effects, including the formation and aggravation of respiratory, neurological and cardiovascular disease, caused air quality monitoring and control as something inevitable in most urban & industrial areas issue that should be raised at national level. Industries are among important pollutant factors of the environment that contaminate their surrounding at the first step. Since air pollution monitoring has not been done in the air surrounding Barez Industrial Complex, therefore a research study is required to review air quality.

**Method:** This study is of descriptive-cross sectional type and was performed from June to November of 2011. Monitoring of conventional pollutants ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{CO}$ ) HC, and precipitated particulates was performed through interpolation between the concentration of pollutants inside the plant and its comparison with Air Quality Index (AQI). Air plant area was measured and evaluated in four symmetric directions and two different radii, and eight stations and three times a month for six months. 152 & 48 samples were taken from each pollutant and precipitated particles respectively. Air Quality was determined based on Iranian standard.

**Results:** the results of the tests showed that mean daily maximum concentration particulate matter ( $\text{PM}_{10}$ ) was  $127/65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , nitrogen dioxide ( $\text{NO}_2$ ) equal  $38/14 \text{ ppb}$ , sulfur dioxide ( $\text{SO}_2$ ) equal  $88/4 \text{ ppb}$ , carbon monoxide (CO) equal  $1/38 \text{ ppm}$ , ozone ( $\text{O}_3$ ) equal  $49/19 \text{ ppb}$ . the carbohydrates equal  $0/095 \text{ ppm}$  and the monthly overage concentration of settleable particles  $13/35 \text{ gr}/\text{m}^2 \cdot \text{mon}$ . In all cases have been below the limit allow. Also the air quality index of all samples was within Iran's air quality standards, WHO guidelines US-E and PA standards.

**Conclusion:** Air quality is of suitable status in terms of maintaining health of workers & visitors. considering that the concentration of suspended particles ( $\text{PM}_{10}$ ) and the  $\text{SO}_2$  emissions are higher than other pollutants necessary measures should now be taken to prevent their concentration increase which may exceed the standards in future if proceed with present trend.

**Keywords:** Air Quality Index, Barez Industrial Complex, Air Pollutant.