

## Correlation analysis of Carbon Dioxide, Oxygen, Temperature and Humidity of Yadavaran Oil field in Khuzestan province

### ABSTRACT

**Background & Objective:** Emission of Carbon dioxide in the atmosphere has an important role in increasing temperatures and, its higher concentration can effect on human health. Due to this issue, this study is aimed to measure the amount of the released carbon dioxide into the atmosphere in different part of Yadavaran Oil field and compare with international standards in 2017.

**Material & Methods:** The present investigation was accomplished in Yadavaran oil field of Khuzestan province of Iran in 2017. In this study measurement of parameters including carbon dioxide, carbon monoxide, oxygen, relative humidity and temperature was done in 64 stations with 3 replications using ALTAIR 4X and Trotec BZ30. Data was analyzed by one-way ANOVA and Kolmogorov-Smirnov tests. Moreover, Correlation analysis was performed using Pearson and Spearman coefficients.

**Results:** The results showed that concentration range of carbon dioxide and oxygen was 490-590 and 19-208ppm respectively. Also, the highest and lowest levels of carbon dioxide were  $584.56 \pm 6.36$  and  $453.94 \pm 77.7$  ppm in wet water camp and S10 wells ( $P < 0.05$ ) correspondingly. The highest oxygen content was  $20.92 \pm 0.041$  ppm in S7 and F12 wells, but the lowest oxygen content was  $19 \pm 0.059$  and  $19 \pm 0.042$  in S10 and F17 wells ( $P > 0.05$ ) in the same order.

**Conclusion:** Pearson and Spearman coefficient analysis showed no significant correlation between temperature, humidity, oxygen and carbon dioxide. According to the results, the concentration of carbon dioxide in different areas of the oil field of Yadavaran was acceptable.

**Document Type:** Research article

**Keywords:** Air pollution, bio safety, human health, Yadavaran Oil Field, Khuzestan Province

### Mohammad Velayatzadeh

Masters Student, Industrial Safety, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran

### Sina Davazdah Emami

Assistant Professor, Industrial Safety, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran

### Zahra Naserzadeh

Assistant Professor, Industrial Safety, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran

**Received:** 2017/09/18

**Accepted:** 2018/03/18

► **Citation:** Velayatzadeh M, Davazdah Emami S, Naserzadeh Z. Correlation analysis of carbon dioxide, oxygen, temperature and humidity from Yadavaran Oil field in Khuzestan province. *Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2018;3 (4) : 288-299.

## تحلیل همبستگی دی اکسید کربن، اکسیژن، دما و رطوبت هوای میدان نفتی یادآوران در استان خوزستان

محمد ولایت زاده

\* دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه ایمنی صنعتی،  
مؤسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین، ایران.

سینا دوازده امامی

استادیار، گروه ایمنی صنعتی، مؤسسه آموزش عالی  
کاسپین، قزوین، ایران.

زهرا ناصرزاده

استادیار، گروه ایمنی صنعتی، مؤسسه آموزش عالی  
کاسپین، قزوین، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۷

### چکیده

**زمینه و هدف:** دی اکسید کربن موجود در هوا نقش مهمی در افزایش دما دارد و غلظت بالای آن می تواند بر سلامتی انسان تأثیرگذار باشد. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان دی اکسید کربن انتشار یافته در اتمسفر و مقایسه آستانه حد مجاز غلظت دی اکسید کربن محیط با استانداردهای جهانی در میدان نفتی یادآوران در سال ۱۳۹۶ انجام شد.

**مواد و روش ها:** مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۶ در میدان نفتی یادآوران در استان خوزستان انجام شد. در این پژوهش سنجش گازهای متان، دی اکسید کربن، مونواکسید کربن، اکسیژن، دما و رطوبت نسبی در ۶۴ ایستگاه با ۳ تکرار با استفاده از دستگاه های ۴X ALTAIR و Trotec مدل BZ۳۰ انجام شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS، ورژن ۱۸ و ANOVA One-way و آزمون های Kolmogorov-Smirnov و ضریب Pearson و Spearman انجام گرفت.

**یافته ها:** در این مطالعه دامنه غلظت دی اکسید کربن و اکسیژن به ترتیب ۵۹۰-۴۵۰ ppm و ۲۰/۹۸-۱۹ به دست آمد. همچنین بالاترین و پایین ترین میزان دی اکسید کربن به ترتیب ۵۸۴/۵۶±۶/۳۶ و ۴۵۳/۹۲±۴/۷۷ ppm در کمپ آبرسانی (زلال) و چاه S۱۰ بود ( $p < ۰/۰۵$ ). بالاترین میزان اکسیژن ۲۰/۹۲±۰/۰۴۱ ppm و در چاه S۷ و F۱۲ بود، اما پایین ترین میزان اکسیژن ۱۹±۰/۰۵۹ و ۱۹±۰/۰۴۲ و در چاه S۱۰ و F۱۷ به دست آمد ( $p < ۰/۰۵$ ).

**نتیجه گیری:** بر اساس نتایج تحلیل ضریب پیرسون و اسپیرمن، بین دما، رطوبت، اکسیژن و دی اکسید کربن همبستگی مثبت و معنی داری وجود نداشت. با توجه به نتایج به دست آمده، غلظت دی اکسید کربن در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران در حد قابل قبول بود.

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

**کلید واژه ها:** آلودگی هوا، استان خوزستان، ایمنی زیستی، سلامت انسان، میدان نفتی یادآوران

◀ **استناد:** ولایت زاده م، دوازده امامی س، ناصرزاده ز. تحلیل همبستگی دی اکسید کربن، اکسیژن، دما و رطوبت هوای میدان نفتی یادآوران در استان خوزستان. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۶؛ ۳(۴): ۲۸۸-۲۹۹.

## مقدمه

آلودگی هوا به عنوان یکی از نگرانی‌های عصر حاضر، علاوه بر تخریب محیط و خسارات اقتصادی، سلامت انسان را با مخاطرات جدی روبه‌رو کرده است. پایش مداوم کیفیت هوا جهت تعیین آلاینده‌ها و شناسایی منابع انتشار آن‌ها نیز یکی از راهکارهای اساسی برای کنترل آلودگی هوا به شمار می‌رود (۱). کیفیت نامطلوب هوا باعث ایجاد آسیب‌های زیادی بر انسان و محیط زیست و اثرات بهداشتی مختلف می‌شود (۲).

انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی از گازهای گلخانه‌ای به عنوان یکی از عوامل آلودگی هوا با پیشرفت صنایع در حال افزایش است (۳). دی‌اکسیدکربن در هوا یک ترکیب بسیار پایدار و غیرقابل اشتعال می‌باشد. این ترکیب به‌صورت محلول در آب به شکل اسید کربنیک ( $H_2CO_3$ ) وجود دارد و به‌طور گسترده در صنایع مختلف، به‌ویژه در نگهداری، انجماد و کنسرو کردن محصولات کشاورزی و پزشکی کاربرد دارد. دی‌اکسیدکربن از فرایندهای احتراق، تخمیر و پوسیدگی مواد آلی تولید می‌شود (۴).

در غلظت‌های بالا، دی‌اکسیدکربن اثرات تحریک کننده بر سیستم عصبی مرکزی می‌گذارد، در حالی که سطوح بیش از حد آن باعث افسردگی می‌شود (۵). NIOSH (۱۹۷۶) در یک مطالعه مشخص کرد که قرار گرفتن در معرض ۱۰ درصد دی‌اکسیدکربن در حدود ۱/۵ min، موجب ایجاد علائم عصبی از جمله سوسو شدن چشم، تحریک روان‌گردان و انقباض عضلانی کنترل نشده می‌شود. همچنین افزایش شدت انقباض عضلات، شدت تنفس، سرخوش شدن و بی‌حوصلگی نیز به وجود آمد (۶). در معرض قرار گرفتن ۳۰ درصد دی‌اکسیدکربن در عرض ۵-۱۰ min می‌تواند باعث از دست دادن هوشیاری شود (۷). اثرات هایپرکاپنیا (Hypercapnia) بر عملکرد تنفسی بلافاصله و در غلظت نسبتاً کم (۱ درصد دی‌اکسیدکربن) به وجود می‌آید. پس از مواجهه با ۵ درصد دی‌اکسیدکربن، افزایش میزان تنفس، افزایش حجم دقیقه‌ای تنفس، دامنه و فرکانس

تنفسی و کاهش انتقال هوای تنفسی ظاهر می‌شود. Stinson و Mattsson (۱۹۷۰) گزارش کردند که در میمون‌ها، زمانی که غلظت دی‌اکسیدکربن به ۱۰ درصد رسید، میزان تنفس دو برابر گردید و پس از اینکه میزان دی‌اکسیدکربن کاهش یافت، سبب مرگ آن‌ها شد (۸). Schaefer و همکاران (۱۹۶۳) در یک تحقیق بر روی انسان‌ها تعیین نمودند که قرار گرفتن در معرض ۱/۵ درصد دی‌اکسیدکربن، باعث افزایش حجم دقیقه تنفسی می‌شود (۹).

پاسخ اولیه حاد به تنش بالای دی‌اکسیدکربن (بالتر از ۵ درصد) با افزایش حجم تنفسی مشخص می‌شود که نشان دهنده افزایش سریع اختلال تنفسی در عرض چند دقیقه در هنگام مواجهه موش‌ها با ۵، ۱۰ یا ۱۵ درصد میزان دی‌اکسیدکربن می‌باشد (۱۰). مطالعه Douglas و همکاران (۱۹۷۹) که عوارض ناشی از قرار گرفتن مزمن (تا ۶ هفته) در معرض ۱ درصد دی‌اکسیدکربن در خوکچه هندی را بررسی کردند، نشان داد که افزایش دی‌اکسیدکربن موجود در خون همراه با اسیدوز متابولیک تا هفته چهارم به وجود می‌آید و حتی پس از دو هفته بهبودی در هوای طبیعی ادامه می‌یابد (۱۱). Abolhassani و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که استنشاق دی‌اکسیدکربن بیش از ۵ درصد، به مدت یک ساعت باعث التهاب ریه می‌گردد. در مطالعه آنها التهاب گسترده ریه با نفوذ پارنشیم توسط لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها مشاهده شد (۱۰). در مطالعه Ryu و همکاران (۲۰۱۰) نشان داده شد که مواجهه با دی‌اکسیدکربن در موش‌ها موجب کاهش ضخامت دیواره سلولی کیسه‌های هوایی ریه و کاهش وزن ریه می‌گردد. در مقایسه، ریه موش‌های بالغ تحت تأثیر قرار نگرفتند که حساسیت افراد جوان به تغییرات تنش دی‌اکسیدکربن را نشان داد (۱۲).

سازگاری بدن با مقادیر دی‌اکسیدکربن مزمن، به غلظت آن بستگی دارد. به عنوان مثال در غلظت‌های کمتر از ۳ درصد دی‌اکسیدکربن، مکانیسم‌های جبران کننده (Compensatory mechanisms) به آرامی عمل می‌کنند و کند می‌شوند (۱۳).

است. ابعاد این میدان نفتی ۴۵\*۱۵ km است. به عبارت دیگر گسترش این منطقه نفتی ۴۵ km از شمال به جنوب و ۱۵ km از شرق به غرب می باشد. جهت سنجش دما، رطوبت، اکسیژن و دی اکسید کربن در این میدان نفتی تمام محل های موجود نظیر مناطق عملیاتی و بهره برداری، کمپ های مسکونی، کمپ های اداری، اجرایی و واحد بهره برداری در نظر گرفته شد. به عبارت دیگر در مجموع ۶۴ محل برای سنجش مورد نظر مشخص شده است (شکل ۱).

با توجه به ساعات کاری اداری و عملیاتی، سنجش پارامترهای تحقیق طی ساعات های کاری و اداری روز در فصل بهار و ماه خرداد انجام شد. در این مطالعه میزان دما، سرعت و جهت باد غالب منطقه، میزان رطوبت، میزان اکسیژن، ساختمان ها و موانع و دور و نزدیک بودن از منابع انتشار و ارتفاع از سطح زمین بر سنجش میزان دی اکسید کربن در نظر گرفته شدند. همچنین با توجه به اینکه دی اکسید کربن سنگین تر از هوا می باشد، سنجش این گاز نزدیک سطح زمین و در ارتفاع ۲ تا ۳ متری انجام شد. در مورد ایستگاه های سنجش دی اکسید کربن هوای محیط، داشتن حداقل ۲۰ m فاصله از فضای سبز، حداقل فاصله از موانع دو برابر ارتفاع مانع، عدم وجود محدودیت جریان هوا در ۲۷۰ درجه اطراف ایستگاه، دور بودن از هر منبع آلودگی نظیر دودکش و نظایر آن به طوری که تا حد امکان محل ایستگاه نماینده مناطق اطراف خود باشد، لحاظ گردید. در این تحقیق سرعت باد در روزهای نمونه برداری بسیار کم و پایدار و یکنواخت و جهت باد غالب شمال غربی - جنوب شرقی بود. جهت باد غالب در منطقه به وسیله بادنمای نصب شده در ارتفاع ۶ متری تعیین گردید. جهت سنجش گازهای دی اکسید کربن، مونو اکسید کربن، اکسیژن و دما و رطوبت نسبی از دستگاه های ۴X ALTAIR و Trotec مدل BZ ۳۰ استفاده شد. سازنده دستگاه ۴X ALTAIR کشور آمریکا بوده که در این تحقیق به وسیله آن گازهای مونو اکسید کربن، اکسیژن و سولفید هیدروژن به ترتیب با دامنه کاربرد ۱۹۹۹-۰، ۳۰-۰ درصد و ppm ۲۰۰-۰ اندازه گیری شد. دقت سنجش این دستگاه برای گازهای

Schaefer و همکاران (۱۹۷۱) گزارش کردند که افزایش دی اکسید کربن (۳ درصد دی اکسید کربن، h۱۵ در روز طی ۵ روز) باعث دو برابر شدن میزان ادرار در روزهای چهارم و پنجم می شود که این افزایش حجم ادرار با افزایش اسیدهای آلی، اسیدیت و آمونیاک همراه می گردد که نشان دهنده انباشته شدن دی اکسید کربن توسط کلیه ها می باشد (۱۴). بنابراین قرار گرفتن متناوب در معرض دی اکسید کربن، باعث افزایش اسیدیت خارج سلولی می شود و اجازه نمی دهد که مکانیسم های جبران کننده فعال باشند (۴).

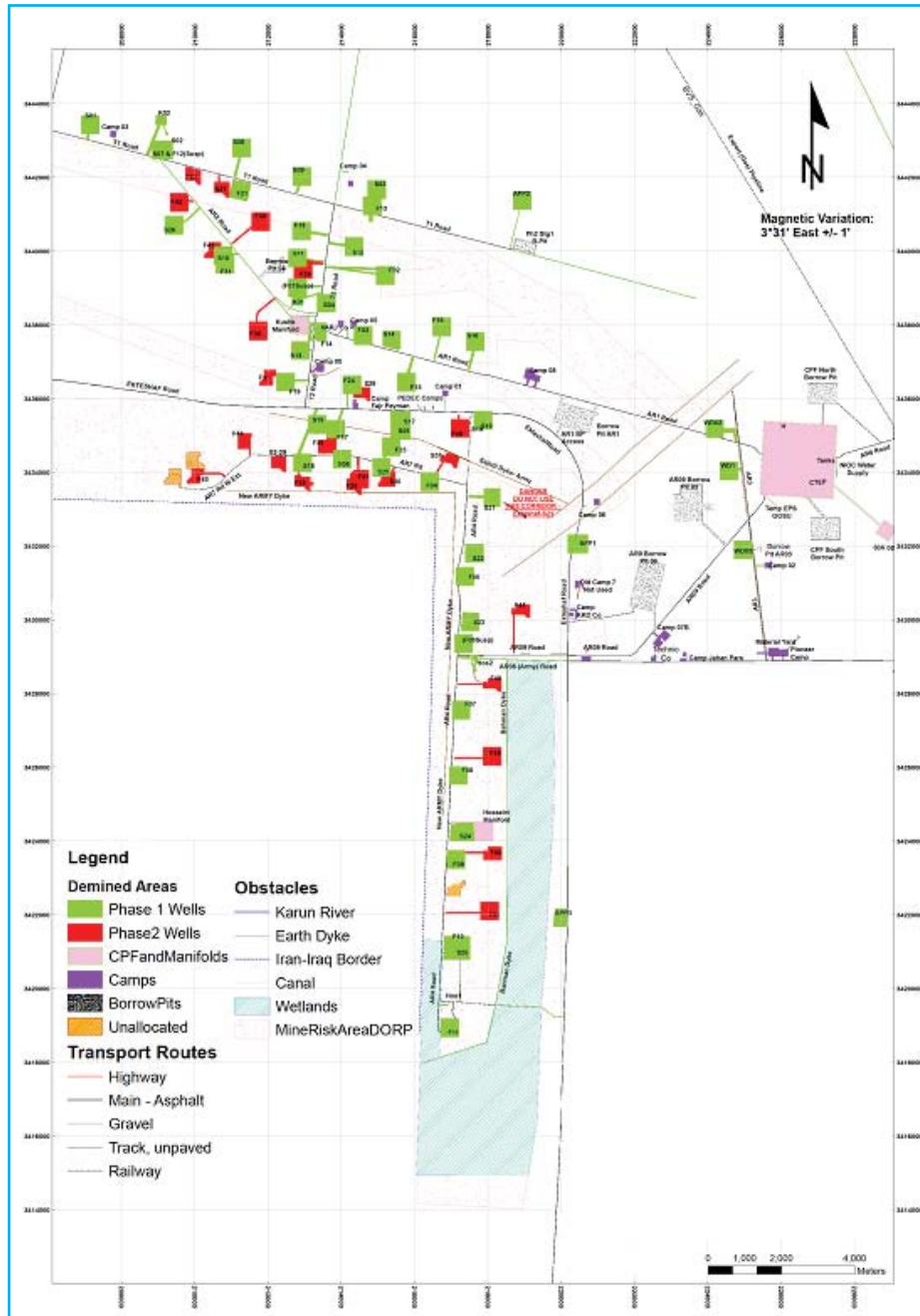
کشور قطر با میانگین ۵۰/۳۷ تن انتشار دی اکسید کربن سرانه طی سال های ۲۰۱۳-۱۹۷۰، بیشترین مقدار انتشار آلودگی جوی را در بین کشورهای جهان دارد. همچنین کشور امارات متحده عربی با میانگین ۳۹/۸۰ تن انتشار دی اکسید کربن سرانه بعد از قطر در جایگاه دوم قرار دارد. در این میان، کشور نیجریه با میانگین ۰/۷۰ تن انتشار دی اکسید کربن سرانه دارای کمترین میزان انتشار آلودگی جوی می باشد. از طرفی کشور امارات متحده عربی با ۱۹/۹۸ تن انحراف معیار مقطعی، بیشترین پراکندگی را به خود اختصاص داده است. پراکندگی بیشتر حاکی از این واقعیت مهم می باشد که انتشار دی اکسید کربن سرانه کشور امارات متحده عربی بیشتر دچار شکست های ساختاری و تغییر رژیم شده است. در مورد ایران طی دوره ذکر شده میانگین انتشار دی اکسید کربن ۴/۳۸ تن بوده است (۱۵).

مطالعه حاضر با هدف تعیین کمیت دی اکسید کربن موجود در هوا و ارتباط آن با دما و رطوبت و مقایسه آستانه حد مجاز غلظت دی اکسید کربن در میدان نفتی یادآوران انجام شد.

## روش کار

این مطالعه در سال ۱۳۹۶ در میدان نفتی یادآوران در استان خوزستان انجام شد. میدان نفتی یادآوران یکی از میدان های نفتی غرب کارون در ایران است که در استان خوزستان در ۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهر اهواز و شمال خرمشهر واقع شده

مونواکسیدکربن و سولفید هیدروژن ppm ۱ و برای اکسیژن ۰/۱ درصد و ۹۹/۹-۰/۱ درصد و ۹۹۹/۹-۰ بود. همچنین دقت سنجش دستگاه Trotec مدل BZ ۳۰ برای دما °C ۵/۰±۰/۱، رطوبت نسبی ۰/۱ درصد و دی اکسیدکربن ppm ۱ بود. جهت افزایش ضریب اطمینان سنجش عوامل محیطی در هر محل نمونه برداری با ۳ تکرار انجام شد.



شکل ۱. موقعیت دقیق سنجش پارامترها در میدان نفتی یادآوران در استان خوزستان (مربع‌های سبز رنگ محل سنجش پارامترهای مورد مطالعه می‌باشد)

|                |            |            |
|----------------|------------|------------|
| منطقه APP2     | ۰/۰۶±۳۳/۹۶ | ۰/۰۵±۲۹/۱۷ |
| چاه S26        | ۰/۰۵±۳۴/۴۱ | ۰/۰۴±۲۹/۵۱ |
| چاه S10        | ۰/۰۷±۳۴/۷۲ | ۰/۰۶±۲۹/۶۵ |
| چاه F31        | ۰/۰۷±۳۴/۹۱ | ۰/۰۵±۳۰/۱۲ |
| چاه F18        | ۰/۰۵±۳۴/۸۳ | ۰/۰۴±۲۹/۷۳ |
| چاه S12        | ۰/۰۴±۳۴/۵۵ | ۰/۰۶±۳۰/۲۲ |
| چاه F2         | ۰/۰۶±۳۴/۰۵ | ۰/۰۶±۲۹/۴۸ |
| چاه S11        | ۰/۰۵±۳۴/۶۹ | ۰/۰۷±۳۰/۷۶ |
| چاه S4         | ۰/۰۵±۳۴/۹۲ | ۰/۰۵±۳۰/۹۸ |
| چاه F1         | ۰/۰۶±۳۴/۸۵ | ۰/۰۶±۳۰/۳۵ |
| کوشک ۱         | ۰/۰۵±۳۲/۳۸ | ۰/۰۴±۳۱/۶۷ |
| چاه F3         | ۰/۰۷±۳۱/۴۸ | ۰/۰۳±۳۳/۸۳ |
| چاه S14        | ۰/۰۶±۳۱/۷۰ | ۰/۰۵±۳۳/۷۳ |
| چاه F16        | ۰/۰۴±۳۰/۹۴ | ۰/۰۷±۳۳/۱۵ |
| چاه S16        | ۰/۰۶±۲۹/۹۳ | ۰/۰۹±۳۷/۰۶ |
| چاه F14        | ۰/۰۸±۳۲/۴۰ | ۰/۰۵±۳۳/۴۸ |
| کوشک مینی فولد | ۰/۰۵±۳۳/۱۶ | ۰/۰۷±۳۷/۱۸ |
| چاه S13        | ۰/۰۶±۳۲/۴۹ | ۰/۰۵±۳۵/۴۲ |
| چاه F19        | ۰/۰۸±۳۲/۸۰ | ۰/۰۶±۳۶/۵۸ |
| چاه F15        | ۰/۰۵±۳۲/۱۶ | ۰/۰۳±۳۳/۰۳ |
| چاه F24        | ۰/۰۶±۳۲/۴۵ | ۰/۰۴±۳۳/۷۵ |
| چاه F17        | ۰/۰۸±۳۲/۸۱ | ۰/۰۶±۳۳/۸۰ |
| چاه S15        | ۰/۰۵±۳۲/۹۵ | ۰/۰۷±۳۴/۶۹ |
| چاه S18        | ۰/۰۶±۳۲/۲۵ | ۰/۰۵±۳۴/۷۸ |
| چاه S6         | ۰/۰۷±۳۲/۶۸ | ۰/۰۶±۳۵/۱۰ |
| چاه S20        | ۰/۰۴±۳۲/۴۱ | ۰/۰۵±۳۳/۶۱ |
| چاه S5         | ۰/۰۵±۳۲/۵۰ | ۰/۰۸±۳۵/۲۵ |
| چاه S17        | ۰/۰۶±۳۳/۸۶ | ۰/۰۵±۳۷/۲۸ |
| چاه S19        | ۰/۰۸±۳۳/۵۱ | ۰/۰۶±۳۷/۵۱ |
| چاه F23        | ۰/۰۵±۳۴/۸۵ | ۰/۰۷±۳۸/۰۱ |
| چاه F4         | ۰/۰۷±۳۴/۶۱ | ۰/۰۶±۳۷/۴۲ |
| چاه S21        | ۰/۰۵±۳۴/۰۲ | ۰/۰۵±۳۷/۶۸ |
| چاه S22        | ۰/۰۶±۳۵/۶۱ | ۰/۰۸±۳۷/۰۱ |
| چاه S23        | ۰/۰۸±۳۵/۷۸ | ۰/۰۶±۳۶/۴۲ |
| چاه F5         | ۰/۰۷±۳۵/۸۶ | ۰/۰۷±۳۶/۸۱ |
| چاه F6         | ۰/۰۵±۳۶/۰۱ | ۰/۰۸±۳۸/۲۲ |
| چاه F7         | ۰/۰۶±۳۶/۴۲ | ۰/۰۶±۳۶/۲۵ |
| چاه F8         | ۰/۰۷±۳۶/۷۵ | ۰/۰۶±۳۸/۰۱ |
| چاه S24        | ۰/۰۵±۳۶/۹۵ | ۰/۰۷±۳۶/۷۰ |

جهت ارتباط بین داده‌های به‌دست آمده و مقایسه آن با حد آستانه استانداردهای بین‌المللی از نرم‌افزار SPSS، ورژن ۱۸ و ANOVA One-way استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن و همگن بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov Smirnov و جهت تحلیل همبستگی داده‌های سنجش شده از ضریب Pearson و Spearman استفاده شد. همچنین محاسبات مقادیر کربن، رسم نمودارها و جداول با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

### یافته‌ها

میانگین مقادیر دما و رطوبت هوا در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران در جدول ۱ آمده است. میزان دما و رطوبت در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران اختلاف معنی‌داری داشت ( $p < 0.05$ ). دامنه میزان دما در این منطقه  $21-37^{\circ}\text{C}$  به‌دست آمد. بالاترین و پایین‌ترین میزان دما به ترتیب  $37/46 \pm 0.08$  و  $21/56 \pm 0.04^{\circ}\text{C}$  بود ( $p < 0.05$ ). دامنه میزان رطوبت در این منطقه ۱۸-۳۹ درصد به‌دست آمد. بالاترین و پایین‌ترین میزان رطوبت به ترتیب  $39/43 \pm 0.06$  و  $18/31 \pm 0.04$  درصد بود ( $p < 0.05$ ). میانگین میزان دما در نوبت‌های صبح، ظهر و عصر به ترتیب  $24/61 \pm 0.05$ ،  $34/98 \pm 0.07$  و  $27/78 \pm 0.07$  به‌دست آمد. همچنین میانگین میزان رطوبت در نوبت‌های صبح، ظهر و عصر به ترتیب  $27/42 \pm 0.06$ ،  $22/81 \pm 0.04$  و  $35/48 \pm 0.05$  درصد بود.

جدول ۱. میانگین  $(\text{mean} \pm \text{SD})$  میزان رطوبت (درصد) و دما ( $^{\circ}\text{C}$ ) هوا در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران

| محل سنجش     | دما ( $^{\circ}\text{C}$ ) | رطوبت (درصد)     |
|--------------|----------------------------|------------------|
| چاه S1       | $23/53 \pm 0.05$           | $28/27 \pm 0.03$ |
| کوشک ۲       | $33/46 \pm 0.06$           | $28/46 \pm 0.04$ |
| چاه S2       | $33/86 \pm 0.04$           | $28/49 \pm 0.05$ |
| چاه S7 و F12 | $33/75 \pm 0.05$           | $28/91 \pm 0.06$ |
| چاه S8       | $33/36 \pm 0.08$           | $28/16 \pm 0.05$ |
| چاه F21      | $33/94 \pm 0.06$           | $28/96 \pm 0.03$ |
| چاه S9       | $33/78 \pm 0.05$           | $28/47 \pm 0.05$ |
| چاه S3       | $33/07 \pm 0.07$           | $28/89 \pm 0.06$ |
| چاه F13      | $33/49 \pm 0.06$           | $29/09 \pm 0.05$ |

ادامه جدول ۱. میانگین\* ( $\text{mean} \pm \text{SD}$ ) میزان رطوبت (درصد) و دما ( $^{\circ}\text{C}$ ) هوا در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران

|                         |                  |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|
| چاه F9                  | $36/12 \pm 0/08$ | $38/25 \pm 0/08$ |
| چاه F10                 | $36/88 \pm 0/06$ | $37/46 \pm 0/05$ |
| چاه F11                 | $36/50 \pm 0/05$ | $37/19 \pm 0/04$ |
| چاه S25                 | $36/91 \pm 0/08$ | $37/30 \pm 0/06$ |
| منطقه APP2              | $36 \pm 0/07$    | $38/46 \pm 0/05$ |
| منطقه APP3              | $36/42 \pm 0/06$ | $38/85 \pm 0/07$ |
| چاه WD1                 | $28/26 \pm 0/05$ | $30/83 \pm 0/04$ |
| چاه WD2                 | $25/23 \pm 0/06$ | $34/26 \pm 0/08$ |
| چاه WD3                 | $24/06 \pm 0/04$ | $34/86 \pm 0/05$ |
| کمپ پرمونت              | $31/56 \pm 0/04$ | $33/26 \pm 0/05$ |
| کمپ پایونیر             | $27/96 \pm 0/05$ | $30/20 \pm 0/07$ |
| کمپ آبرسانی (زال)       | $28/43 \pm 0/06$ | $34/06 \pm 0/08$ |
| کمپ KKD                 | $28/73 \pm 0/05$ | $39/43 \pm 0/06$ |
| کمپ شرکت اندیشمندان     | $21/75 \pm 0/04$ | $36/43 \pm 0/05$ |
| فضای سبز منطقه          | $22/41 \pm 0/05$ | $33/35 \pm 0/05$ |
| واحد بهره‌برداری (CTEP) | $37/46 \pm 0/08$ | $18/31 \pm 0/04$ |

\* حروف غیرهمنام در کنار اعداد میانگین در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد ( $p < 0/05$ )

میانگین مقادیر دی‌اکسیدکربن و اکسیژن موجود در هوای مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران در جدول ۲ آمده است. غلظت دی‌اکسیدکربن در مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $p < 0/05$ )، اما مقادیر اکسیژن در مناطق مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت ( $p > 0/05$ ). دامنه غلظت دی‌اکسیدکربن در این منطقه ۴۵۰-۵۹۰ ppm به‌دست آمد. همچنین بالاترین و پایین‌ترین میزان دی‌اکسیدکربن به ترتیب  $584/56 \pm 6/36$  و  $453/92 \pm 4/77$  ppm در کمپ آبرسانی (زال) و چاه S10 بود ( $p < 0/05$ ). دامنه میزان اکسیژن در این منطقه  $19-20/98$  ppm به‌دست آمد. بالاترین میزان اکسیژن  $20/92 \pm 0/41$  ppm در چاه S7 و F12 بود، اما پایین‌ترین میزان اکسیژن  $19 \pm 0/059$  ppm در چاه S10 و F17 به‌دست آمد ( $p > 0/05$ ).

در مطالعه حاضر میزان گازهای آلاینده متان، مونواکسیدکربن و دی‌اکسیدگوگرد نیز سنجش شد که مقادیر این آلاینده‌ها در

تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه صفر بود.

جدول ۲. میانگین\* ( $\text{mean} \pm \text{SD}$ ) میزان دی‌اکسیدکربن و اکسیژن هوا (ppm) در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران

| محل سنجش       | دی‌اکسیدکربن        | اکسیژن              |
|----------------|---------------------|---------------------|
| چاه S1         | $480 \pm 6/78^a$    | $20/26 \pm 0/057^a$ |
| کوشک ۲         | $477/73 \pm 5/56^b$ | $20/10 \pm 0/032$   |
| چاه S2         | $472/42 \pm 5/92^c$ | $20/67 \pm 0/051$   |
| چاه S7 و F12   | $482/27 \pm 4/95^d$ | $20/92 \pm 0/041$   |
| چاه S8         | $473/65 \pm 6/48^c$ | $20/26 \pm 0/028$   |
| چاه F21        | $476/37 \pm 5/20^b$ | $20/18 \pm 0/069$   |
| چاه S9         | $471/12 \pm 5/25^c$ | $20/75 \pm 0/055$   |
| چاه S3         | $485/49 \pm 6/02^e$ | $20 \pm 0/046$      |
| چاه F13        | $472/61 \pm 6/88^c$ | $20/03 \pm 0/059$   |
| منطقه APP2     | $468/55 \pm 4/36^f$ | $20/56 \pm 0/039$   |
| چاه S26        | $473/41 \pm 4/27^c$ | $19/02 \pm 0/042$   |
| چاه S10        | $458/92 \pm 4/77^g$ | $19 \pm 0/059$      |
| چاه F31        | $460/22 \pm 5/54^h$ | $19/41 \pm 0/051$   |
| چاه F18        | $465/68 \pm 6/66^i$ | $19/76 \pm 0/028$   |
| چاه S12        | $468/50 \pm 6/35^f$ | $19/95 \pm 0/033$   |
| چاه F2         | $471/32 \pm 6/20^c$ | $20/13 \pm 0/052$   |
| چاه S11        | $486/25 \pm 5/75^e$ | $20/25 \pm 0/065$   |
| چاه S4         | $481/75 \pm 5/90^a$ | $19/78 \pm 0/072$   |
| چاه F1         | $478/58 \pm 5/12^b$ | $19/88 \pm 0/056$   |
| کوشک ۱         | $476 \pm 4/58^b$    | $19/83 \pm 0/041$   |
| چاه F3         | $475/34 \pm 5/09^b$ | $19/68 \pm 0/039$   |
| چاه S14        | $470/45 \pm 6/26^c$ | $19/50 \pm 0/054$   |
| چاه F16        | $466/86 \pm 5/13^i$ | $19/63 \pm 0/047$   |
| چاه S16        | $489/43 \pm 5/55^j$ | $19/76 \pm 0/026$   |
| چاه F14        | $477/56 \pm 4/32^b$ | $19/56 \pm 0/041$   |
| کوشک مینی فولد | $462/35 \pm 4/45^h$ | $19/30 \pm 0/052$   |
| چاه S13        | $480/26 \pm 3/88^a$ | $20/11 \pm 0/058$   |
| چاه F19        | $472/48 \pm 6/28^c$ | $19/70 \pm 0/062$   |
| چاه F15        | $470/60 \pm 6/25^c$ | $19/36 \pm 0/062$   |
| چاه F24        | $479/80 \pm 5/74^b$ | $19/41 \pm 0/048$   |
| چاه F17        | $473/46 \pm 5/38^c$ | $19 \pm 0/042$      |
| چاه S15        | $465 \pm 4/12^i$    | $19/05 \pm 0/065$   |
| چاه S18        | $480/38 \pm 4/66^a$ | $19/76 \pm 0/056$   |
| چاه S6         | $477/77 \pm 6/98^b$ | $19/32 \pm 0/055$   |

بود و تغییرات بیشتری مشاهده شد (نمودار ۲).

به منظور بررسی ارتباط میان پارامترهای دما و رطوبت با میزان دی اکسید کربن و اکسیژن هوا در میدان نفتی یادآوران از دو ضریب همبستگی Pearson و Spearman استفاده شد. در ضریب Pearson بین اکسیژن با رطوبت همبستگی منفی ( $R = -0.338$ ) به دست آمد. همچنین همبستگی ضعیف بین دما، اکسیژن و دی اکسید کربن مشاهده شد. ضریب Pearson بین دما با اکسیژن و دی اکسید کربن به ترتیب  $0.385$  و  $0.498$  و بین رطوبت با دی اکسید کربن  $0.255$  به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳. محاسبه ضریب Pearson بین پارامترهای دما، رطوبت، دی اکسید کربن و اکسیژن هوا در میدان نفتی یادآوران

| اکسیژن | دما   | رطوبت   | دی اکسید کربن | اکسیژن        |
|--------|-------|---------|---------------|---------------|
|        | ۱     |         |               | دما           |
|        | ۰/۴۶۳ | ۱       |               | رطوبت         |
|        | ۰/۴۹۸ | ۰/۲۵۵** | ۱             | دی اکسید کربن |
| ۱      | ۰/۳۸۵ | ۰/۲۹۳   | ۰/۳۳۸**       | اکسیژن        |

\* سطح همبستگی و ارتباط بین پارامترها در سطح اطمینان  $0.05$  می باشد.

\*\* سطح همبستگی و ارتباط بین پارامترها در سطح اطمینان  $0.01$  می باشد.

بر اساس نتایج ضریب همبستگی Spearman نیز بین اکسیژن با رطوبت همبستگی منفی وجود داشت ( $R = -0.342$ ). بین دما با اکسیژن و دی اکسید کربن همبستگی ضعیف به دست آمد. ضریب Spearman بین دما با اکسیژن و دی اکسید کربن به ترتیب  $0.266$  و  $0.235$  و بین رطوبت با دی اکسید کربن  $0.460$  به دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴. محاسبه ضریب Spearman بین پارامترهای دما، رطوبت، دی اکسید کربن و اکسیژن هوا در میدان نفتی یادآوران

| اکسیژن | دما   | رطوبت   | دی اکسید کربن | اکسیژن        |
|--------|-------|---------|---------------|---------------|
|        | ۱     |         |               | دما           |
|        | ۰/۲۶۶ | ۱       |               | رطوبت         |
|        | ۰/۲۳۵ | ۰/۴۶۰** | ۱             | دی اکسید کربن |
| ۱      | ۰/۲۶۶ | ۰/۳۴۲** | ۰/۲۰۶         | اکسیژن        |

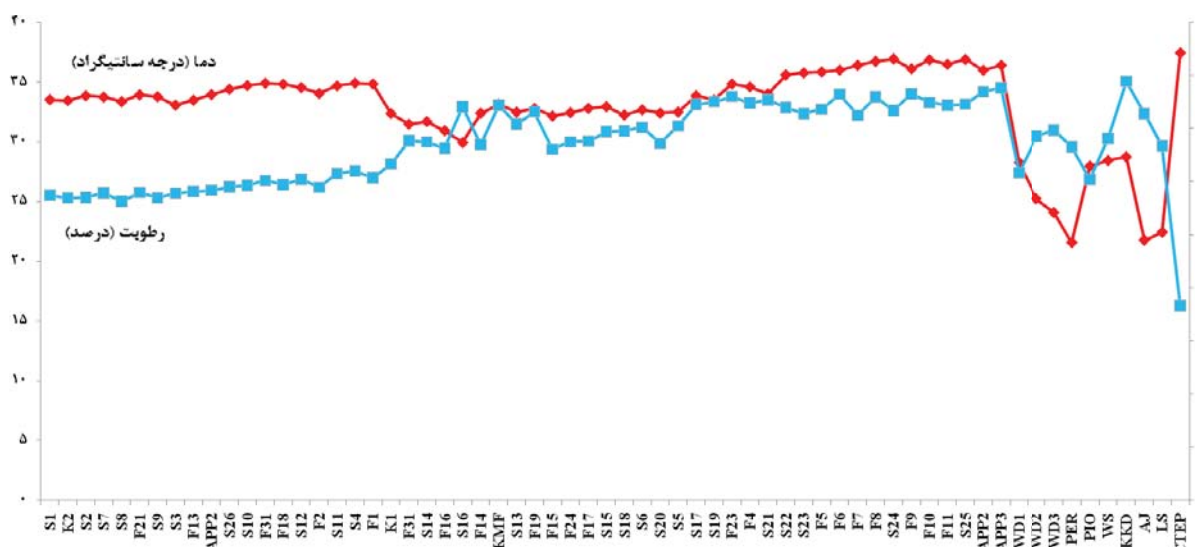
\* سطح همبستگی و ارتباط بین پارامترها در سطح اطمینان  $0.05$  می باشد.

\*\* سطح همبستگی و ارتباط بین پارامترها در سطح اطمینان  $0.01$  می باشد.

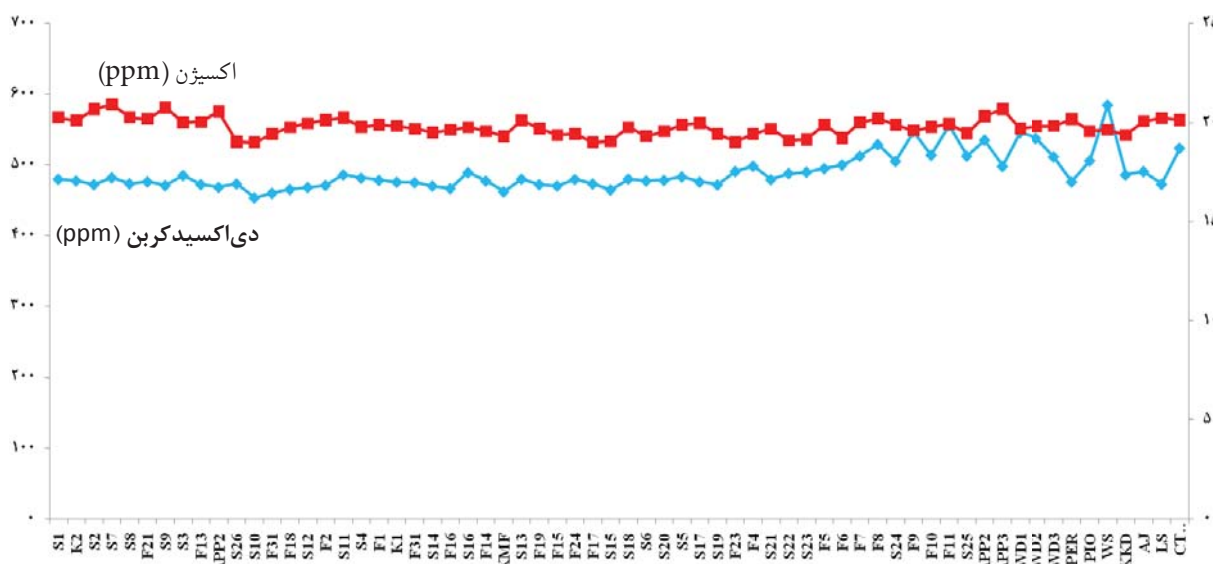
|                         |                   |                  |
|-------------------------|-------------------|------------------|
| چاه S20                 | $478/58 \pm 6/32$ | $19/55 \pm 0/35$ |
| چاه S5                  | $483/49 \pm 5/40$ | $19/90 \pm 0/41$ |
| چاه S17                 | $476/22 \pm 5/18$ | $19/97 \pm 0/32$ |
| چاه S19                 | $472 \pm 4/29$    | $19/41 \pm 0/66$ |
| چاه F23                 | $491/05 \pm 6/44$ | $19/01 \pm 0/74$ |
| چاه F4                  | $498/46 \pm 6/18$ | $19/42 \pm 0/62$ |
| چاه S21                 | $479/51 \pm 4/86$ | $19/68 \pm 0/54$ |
| چاه S22                 | $488/26 \pm 5/18$ | $19/09 \pm 0/55$ |
| چاه S23                 | $490/12 \pm 5/34$ | $19/15 \pm 0/46$ |
| چاه F5                  | $495/20 \pm 4/65$ | $19/90 \pm 0/37$ |
| چاه F6                  | $500/18 \pm 6/88$ | $19/22 \pm 0/58$ |
| چاه F7                  | $512/65 \pm 5/76$ | $20 \pm 0/66$    |
| چاه F8                  | $528/91 \pm 6/95$ | $20/20 \pm 0/75$ |
| چاه S24                 | $505/36 \pm 5/60$ | $19/88 \pm 0/49$ |
| چاه F9                  | $547/07 \pm 6/56$ | $19/59 \pm 0/48$ |
| چاه F10                 | $513/91 \pm 6/19$ | $19/78 \pm 0/59$ |
| چاه F11                 | $555/60 \pm 6/85$ | $19/92 \pm 0/53$ |
| چاه S25                 | $512/71 \pm 6/28$ | $19/46 \pm 0/61$ |
| منطقه APP2              | $535/32 \pm 5/66$ | $20/32 \pm 0/68$ |
| منطقه APP3              | $498/25 \pm 5/38$ | $20/67 \pm 0/48$ |
| چاه WD1                 | $546 \pm 4/92$    | $19/69 \pm 0/55$ |
| چاه WD2                 | $537/69 \pm 5/85$ | $19/80 \pm 0/44$ |
| چاه WD3                 | $511/62 \pm 4/94$ | $19/83 \pm 0/29$ |
| کمپ پرمننت              | $476/30 \pm 5/76$ | $20/16 \pm 0/59$ |
| کمپ پایونیر             | $506 \pm 6/98$    | $19/56 \pm 0/68$ |
| کمپ آبرسانی (زلال)      | $584/56 \pm 6/36$ | $19/63 \pm 0/48$ |
| کمپ KKD                 | $586/23 \pm 5/15$ | $19/36 \pm 0/65$ |
| کمپ شرکت اندیشمندان     | $490/88 \pm 5/45$ | $20/06 \pm 0/56$ |
| فضای سبز منطقه          | $473 \pm 5/65$    | $20/23 \pm 0/55$ |
| واحد بهره برداری (CTEP) | $523/86 \pm 6/78$ | $20/13 \pm 0/72$ |

\* حروف غیرهمنام در کنار اعداد میانگین در هر ستون اختلاف معنی دار را نشان می دهد ( $p < 0.05$ ).

بر اساس نتایج به دست آمده، میزان دما و رطوبت در مناطقی که دور از ازدحام جمعیت و به چاه های نفت نزدیک تر بود، دارای نوسانات بیشتر بود و تغییرات بیشتری در آن مشاهده شد (نمودار ۱). همچنین میزان دی اکسید کربن در مناطقی که دور از ازدحام جمعیت و به چاه های نفت نزدیک تر بود، دارای نوسانات بیشتر



نمودار ۱. مقایسه میزان دما ( $^{\circ}\text{C}$ ) و رطوبت (درصد) در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران



نمودار ۲. مقایسه میزان دی اکسیدکربن و اکسیژن (ppm) در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران

## بحث

Air-Conditioning Engineers) حداکثر غلظت مجاز

دی اکسیدکربن را ۱۰۰۰ ppm اعلام کردند (۶، ۷)، بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده، غلظت دی اکسیدکربن در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران در حد قابل قبول بود.

دی اکسیدکربن به طور طبیعی در اتمسفر وجود دارد و غلظت آن معمولاً ۰/۰۶-۰/۰۳ درصد است (۱۶). غلظت دی اکسیدکربن در اتمسفر روز به روز افزایش یافته و اثر گلخانه‌ای را سرعت می‌بخشد (۱۷). همچنین این ترکیب

در این مطالعه دامنه غلظت دی اکسیدکربن ۵۹۰-۴۵۰ ppm به دست آمد. میزان دی اکسیدکربن طبیعی موجود در هوا ۴۵۰-۳۵۰ ppm و سطح قابل قبول ۶۰۰ ppm ارائه شده است. استاندارد اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا یا OSHA (Occupational Safety and Health Administration) و انجمن مهندسين گرمایش، سرمایش، و تهویه هوای آمریکا یا ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and

یادآوران با مناطق شهری نظیر خرمشهر، دشت آزادگان، آبادان و اهواز می باشد. همچنین تردد وسایل نقلیه در میدان نفتی یادآوران و جاده اهواز - خرمشهر که در مجاورت منطقه مورد مطالعه قرار دارد، بسیار کم می باشد. در مطالعه Esfahbodi و Shafipoor (۲۰۱۷) بر روی آلودگی پارکینگ عمومی در شهر مشهد مشخص شد که خودروها عامل اصلی غلظت بالای گاز مونواکسید کربن هستند که در نتیجه تردد بیش از حد وسایل نقلیه شده است (۲۵).

منبع مهم انتشار گاز متان در هوا نیز محل دفن بهداشتی پسماندهای شهری می باشد (۲۶). به نظر می رسد دلیل عدم سنجش گاز متان در میدان نفتی یادآوران این است که پسماندهای مسکونی و اداری منطقه در این میدان نفتی دفن نمی شوند و به محل دفن بهداشتی شهرهای اطراف منتقل می شوند.

میزان دی اکسید کربنی که از یک محیط به بیرون رانده می شود، متناسب با حجم هوایی است که از این محیط به بیرون راه می یابد و این میزان نیز به نوبه خود با هوای تازه بیرون که توسط سیستم تهویه جایگزین می شود، متناسب است. همچنین میزان جریان هوای ایده آل و در نتیجه تجهیزات و تأسیسات مورد نیاز در شرایط مختلف و تحت تأثیر سطح فعالیت، متفاوت بوده و هرچه فعالیت شدیدتر باشد، میزان دی اکسید کربن تولیدی بیشتر خواهد بود (۲۷). تغییرات مقدار دی اکسید کربن به طور عمده به فرآیندهای فتوسنتز و احتراق مربوط است. گازهای دیگر مانند دی اکسید سولفور، دی اکسید نیتروژن و ازن، در مقادیر بسیار کم در جو یافت می شوند. بخار آب نیز یک جزء مهم هوا است که میزان آن از منطقه ای به منطقه دیگر متفاوت است.

در این مطالعه میزان اکسیژن موجود در هوای میدان نفتی یادآوران اختلاف معنی داری نداشت ( $p < 0.05$ ). به عبارت دیگر در مناطق دور از ازدحام جمعیت و مناطقی که از کمپهای مسکونی و اداری دورتر بودند، مقادیر اکسیژن بالاتر از ppm ۲۰ به دست آمد. میزان اکسیژن نیز ارتباط مثبت و معنی داری با دما و رطوبت نداشت. میزان اکسیژن در هوا ثابت است و

سرعت گرمایش جهانی را نیز افزایش می دهد (۱۸). میانگین غلظت دی اکسید کربن در ساختمان ها و محیط های داخلی ۰/۱ - ۰/۰۸ درصد می باشد (۱۹). حداکثر غلظت قابل قبول، بسته به مدت زمان قرار گرفتن در معرض آن بین ۳-۵/۰ درصد تعیین شده است. در شرایط معمولی فشار و دمای هوا دی اکسید کربن بی رنگ، بی بو، غیر قابل اشتعال و سنگین تر از هوا می باشد (۲۰). در مطالعه حاضر بر اساس نتایج تحلیل ضریب Pearson و Spearman، بین دما، رطوبت، اکسیژن و دی اکسید کربن همبستگی مثبت و معنی داری وجود نداشت، به عبارت دیگر تغییرات مکانی مورد مطالعه در میدان نفتی یادآوران نشان داد پارامترهای هواشناسی دما و رطوبت بر میزان دی اکسید کربن و اکسیژن تأثیری ندارد. البته احتمالاً دلیل آن می تواند عدم سنجش داده ها در فصول تابستان، پاییز و زمستان باشد. بسیاری از پژوهشگران ارتباط بین داده های هواشناسی نظیر دما و رطوبت را با افزایش غلظت آلاینده های هوا تأیید کرده اند (۱، ۲، ۲۱). در مطالعه Najafpoor و همکاران (۲۰۱۵) با توجه به ارتباط معنی دار بین برخی پارامترهای هواشناسی کلانشهر تهران و آلاینده ها، مشخص گردید که متغیرهای هواشناسی می توانند در میزان آلاینده های شهر تهران مؤثر واقع شوند (۲۲).

تأثیر مثبت انتشار دی اکسید کربن بر متوسط افزایش درجه حرارت زمین گزارش شده است. بر اساس مدل لگاریتمی دوطرفه، با افزایش انتشار دی اکسید کربن به میزان یک درصد، درجه حرارت زمین به طور متوسط ۰/۰۲ درصد افزایش می یابد. همچنین بر اساس مدل خطی، با افزایش انتشار دی اکسید کربن به میزان یک واحد (تریلیون تن)، به طور متوسط ۰/۹۳ واحد (oC) بر درجه حرارت زمین افزوده می شود (۲۳).

در این پژوهش در تمامی ایستگاه های مورد مطالعه گاز متان و مونواکسید کربن سنجش شد که مقادیر آن ها صفر بود. یکی از منابع اصلی انتشار گاز مونواکسید کربن در هوا، سوختن سوخت های فسیلی و وسایل نقلیه است (۲۴). احتمالاً یکی از دلایل عدم وجود گاز مونواکسید کربن، فاصله زیاد میدان نفتی

تغییرات زیادی ندارد. غلظت گاز دی اکسیدکربن در هوای آزاد کمی بیش از ۰/۳ درصد (۳۵۰ ppm) می باشد. از آنجایی که فعالیت های حیاتی در داخل ساختمان مستلزم مصرف اکسیژن و در نتیجه تولید دی اکسیدکربن است، می توان انتظار داشت که در اطراف مکان های مسکونی و اداری غلظت دی اکسیدکربن بیشتر از هوای آزاد بوده و اکسیژن کمتر باشد (۲۷) که نتایج این پژوهش را تأیید می کند.

در اطراف برخی کمپ های مسکونی و اداری مهم در میدان نفتی یادآوران، میزان دی اکسیدکربن نیز مقادیر قابل توجهی داشت. کاهش دی اکسیدکربن یکی از کارکردهای مهم فضای سبز می باشد. کربن جزء اصلی ساختار گیاهان بوده و به طور طبیعی در بافت های گیاهی از طریق فتوسنتز و در بستر خاک از طریق بوته و تراوشات ریشه تجزیه می شود (۲۸). احتمالاً یکی از دلایل بالا بودن غلظت دی اکسیدکربن و اکسیژن در فضای سبز و حواشی و کنار درختان منطقه مورد مطالعه، تبادل اکسیژن و دی اکسیدکربن به کمک درختان می باشد. میزان توانایی درختان در جذب کربن به ارتفاع و ابعاد درختان، سن، سلامتی و پهنه چتر درختان بستگی دارد و به طور متوسط درختان بزرگ می توانند ۲ تا ۳ درصد میزان کربن هوا را کاهش دهند (۲۹، ۳۰).

**نتیجه گیری:** بر اساس نتایج تحلیل ضریب Pearson و Spearman، بین دما، رطوبت، اکسیژن و دی اکسیدکربن همبستگی مثبت و معنی داری وجود نداشت؛ به عبارت دیگر بین میزان دما و رطوبت موجود در هوای میدان نفتی یادآوران با غلظت سنجش شده دی اکسیدکربن و اکسیژن ارتباط وجود نداشت. با توجه به نتایج به دست آمده، غلظت دی اکسیدکربن در مناطق مختلف میدان نفتی یادآوران در حد قابل قبول بود. با توجه به اینکه دی اکسیدکربن به عنوان یکی از عوامل مخاطره در محیط های کاری محسوب می شود، پیشنهاد می شود که غلظت دی اکسیدکربن در محیط کار در صنایع مختلف و مشاغل کوچک و بزرگ مطالعه و بررسی شود.

### تشکر و قدردانی

مقاله حاضر منتج از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد گروه ایمنی صنعتی مؤسسه آموزش عالی کاسپین قزوین می باشد. بدین وسیله از معاونت پژوهش و فناوری مؤسسه آموزش عالی کاسپین و مدیر گروه محترم رشته ایمنی صنعتی در جهت پیشبرد اهداف پژوهشی و همچنین از آقای مهندس رحمان صفری مدیر عامل شرکت مروجان سام صنعت شهرستان قزوین بابت زحمات و همکاری های بی دریغ در مراحل انجام پژوهش، تشکر و قدردانی می شود.

### Reference:

1. Katabi Yazdi, D., Esmaili, R., Alidadi, H., Peirovi, R. and Joulaai, F. 2016. Evaluation of Mashhad City Air Quality based on Air Quality Index (AQI), 2015. Iranian Journal of Research in Environmental Health, 2 (3): 228-236. (Abstract in English).
2. Kermani, M., Dowlati, M., Jonidi Jaffari, A. and Rezaei Kalantari, R. 2015. A Study on the Comparative Investigation of Air Quality Health Index (AQHI) and its application in Tehran as a Megacity since 2007 to 2014. Iranian Journal of Research in Environmental Health, 1 (4): 275-284. (Abstract in English).
3. Shateri, A. and Torkashvand, M. 2014. Carbon Footprint in Residential Houses. Iranian Conference on Environment and Energy. International Institute for Educational and Research of Kharazmi, Shiraz. 6 pages. (Abstract in English).
4. Guais, A., Brand, G., Jacquot, L., Karrer, M., Dukan, S., Grevillot, G., Jo Molina, T. and et al. 2011. Toxicity of Carbon Dioxide: A Review. Chemical Research in Toxicology, 24: 2061-2070.
5. Lambertsen, C.J. 1971. Therapeutic Gases: Oxygen, Carbon Dioxide and Helium, in Drill's Pharmacology in Medicine (Di Palma, J. R., Ed.) 4th ed., Chapter 55, McGraw-Hill Book Co., New York.
6. NIOSH. 1976. Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Carbon Dioxide, US Department of Health, Education and Welfare, PuWc Health Service, Washington, DC.
7. NRC 2007. Carbon Dioxide, in Emergency and Continuous Exposure Guidance Levels for Selected Submarine Contaminants, Vol.1, pp 46-66, The National Academies Press, Washington, DC.
8. Stinson, J.M. and Mattsson, J.L. 1970. Tolerance of rhesus monkeys to graded increase in environmental CO<sub>2</sub>- Serial changes in heart rate and cardia rhythm. Aerosp. Med., 42: 78-80.

9. Schaefer, K.E., Hastings, B.J., Carey, C.R. and Nichols, G. 1963. Respiratory acclimatization to carbon dioxide. *J. Appl. Physiol.*, 18: 1071–1078.
10. Abolhassani, M., Guais, A., Chaumet-Riffaud, P., Sasco, A. and Schwartz, L. 2009. Carbon dioxide inhalation causes pulmonary inflammation. *Am. J. Physiol. Lung. Cell. Mol. Physiol.*, 296: L657–665.
11. Douglas, W.H.J., Schaefer, K.E., Messier, A.A. and Pasquale, S.M. 1979. Proliferation of pneumocyte II cells in prolonged exposure to 1% CO<sub>2</sub>. *Undersea Biomed. Res. (Submarine Suppl.)*, S135–S142.
12. Ryu, J., Heldt, G.P., Nguyen, M., Gavrialov, O. and Haddad, G.G. 2010. Chronic hypercapnia alters lung matrix composition in mouse pups. *J. Appl. Physiol.*, 109: 203–210.
13. Schaefer, K.E., Avery, M.E. and Bensch, K. 1964. Time course of changes in surface tension and morphology of alveolar epithelial cells in CO<sub>2</sub>-induced hyaline membrane disease. *J. Clin. Invest.*, 43: 2080–2093.
14. Schaefer, K.E., Niemoller, H., Messier, A., Heyder, E. and Spencer, J. 1971. Chronic CO<sub>2</sub> Toxicity: Species Difference in Physiological and Histopathological Effects. Report No 656, pp 1\_26, US Navy Dept, Bureau of Medicine and Surgery, Naval Submarine Medical Center, Submarine Medical Research Laboratory, Groton, CT.
15. Hamidi Razi, D. and Feshari, M. 2017. Investigation of Per capita CO<sub>2</sub> Dynamics in OPEC Countries ( $\beta$  and  $\sigma$  Convergence Approach). *Journal of Environmental Science and Technology*, 19 (4): 87-99. (Abstract in English).
16. Keeling, C.D., Whorf, T.P., Walhen, M. and Van der Plichtt, J. 1995. Interannual extremes in the rate of rise of atmospheric carbon dioxide since 1980. *Nature*, 375: 666–670.
17. Bertoni, G., Ciuchini, C. and Tappa, R. 2004. Measurement of long-term average carbon dioxide concentrations using passive diffusion sampling. *Atmos. Environ.* 38: 1625–1630.
18. Cox, P.M., Betts, R.A., Jones, C.D., Spall, S.A. and Totterdell, I.J. 2000. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature*, 408: 184–187.
19. NRC. 2008. Carbon Dioxide, in *Spacecraft Maximum Allowable Concentrations for Selected Air born Contaminants*, Vol. 5, pp112\_124, The National Academies Press, Washington, DC.
20. Shusterman, D.J. and Balmes, J. R. 1997. A comparison of two methods for determining nasal irritant sensitivity. *Am. J. Rhinol.*, 11: 371–378.
21. Ashrafi, Kh. and Ahmadi Orkomi, A. 2014. Atmospheric stability analysis and its correlation with the concentration of air pollutants: A case study of a critical air pollution episode in Tehran. *Iranian Journal of Geophysics*, 8 (3): 49-61. (Abstract in English).
22. Najafpoor, A.A., Jonidi Jaffari, A. and Doosti, S. 2015. Trend analysis Air Quality index criteria pollutants (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and O<sub>3</sub>) concentration changes in Tehran metropolis and its relation with meteorological data, 2001-2008. *Journal of Health in the field*, 3 (2): 17-26.
23. Mousavi, M.H. and Homami, M. 2014. Modeling the Effect of Greenhouse Gas Emission Dioxide on Global Warming. *Science and Environmental Engineering*, 1 (2): 9-21. (Abstract in English).
24. Neil, B. and Hampson, M.D. 2011. Residential carbon monoxide poisoning from motor vehicles. *American Journal of Emergency Medicine*, 29: 75–77.
25. Esfahbodi, A.M. and Shafipour, M. 2017. Evaluation and measurement of CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and particles in parking area of Imam Reza Shrine. *Journal of Environmental Sciences Studies*, 1 (3): 19-24. (Abstract in English).
26. Park, S.D., Kim, J.G., Kim, W.H. and Kim, H.S. 2005. Distribution of tritium in the leachates and methane gas condensates from municipal waste landfills in Korea. *Water and Environment Journal*, 19 (2): 91-99.
27. Mari Oriyad, H., Zare Derisi, F., Jahangiri, M., Rismanchian, M. and Karimi, A. 2014. Evaluation of Heating, Ventilation, and Air conditioning (HVAC) System Performance in an Administrative Building in Tehran (Iran). *Journal of Health and Safety at Work*, 4 (3): 59-67. (Abstract in English).
28. Taghavi, L. 2014. The Role of the Green Roofs and Walls on Sustainable Urban Development (Case study: Tehran City). *Sustainability, Development & Environment*, 1 (1): 19-36. (Abstract in English).
29. Sharma, S.C. and Roy, R.K. 1997. Green belt-an effective means of mitigating industrial pollution. *Indian Journal of Environmental Protection*, 17: 724-727.
30. Shannigrahi, A.S., Sharma, R.C. and Fukushima, T. 2003. Air Pollution Control by Optimal green belt development for Victoria Memorial Monument, Kolkata (India). *International Journal of Environmental Studies*, 60 (3): 241-249.