

بررسی نقش پارامترهای اقلیمی در میزان حوادث در صنایع پتروشیمی

نبی اله منصوری^۱

الهام فارسی^{۲*}

efarsi7@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: کاهش خسارت های جانی و مالی در صنعت با کنترل عوامل موثر در بروز حوادث، همواره از بحث های مهم و دغدغه های مدیران امور ایمنی در صنایع بوده و هست. این پژوهش نقش اقلیم و شرایط آب و هوایی منطقه مورد فعالیت را در بروز حوادث در صنعت پتروشیمی مورد کند و کاو قرار داده است.

روش بررسی: برای انجام این تحقیق یک صنعت پتروشیمی واقع در اقلیم گرم عسلویه با شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب و یک صنعت مستقر در اقلیم سرد تبریز با شرایط آب و هوایی سرد برای این مطالعه انتخاب شدند. اطلاعات کلیه حوادث در یک دوره ۵ ساله در هر دو صنعت همراه با داده های پارامترهای اقلیمی و شرایط آب و هوایی در آن دوره جمع آوری و با روش های آماری مورد تحلیل و آزمون قرار گرفت.

یافته ها: علی رغم این حقیقت که در صنایع کشورمان آمار ثبت شده حوادث همیشه از مقدار واقعی آن کم تر است و معمولاً آمار شبه حوادث و حتی حوادث جزئی ثبت نمی شود، لیکن بررسی حاضر حاکی از آن بود که طی دوره ۵ ساله ۸۹-۱۳۸۵ متوسط حوادث ثبت شده، از ۰/۴-۰/۶ حادثه در ماه متغیر بود. در مجموع تعداد حوادث کل به طور معنی داری در صنعت مورد مطالعه در اقلیم گرم و مرطوب جنوب کشور (متوسط ۲/۰۸ در ماه) از صنعت مشابه در اقلیم نسبتاً سرد تر تبریز (متوسط ۰/۶ در ماه) بالاتر بود.

بحث و نتیجه گیری: اگر چه تعداد کل حوادث در اقلیم گرم بالاتر بود، لیکن آنالیز های آماری همبستگی بین پارامترهای اقلیمی و بروز حوادث، ارتباط معنی دار و قوی بین آن ها را نشان نداد و این مطلب حاکی از آن است که نقش پارامترهای اقلیمی بر بروز حوادث در صنعت پتروشیمی، مستقیم نیست، بلکه این پدیده دارای تأثیری غیر مستقیم است. به طوری که استرس های گرمایی امکان بروز شرایط نا ایمن را که می تواند منجر به بروز رفتار نا ایمن و در نتیجه وقوع حادثه شود را فراهم می آورد. کنترل استرس های گرمایی، مکانیزه کردن عملیات کاری و پایین آوردن ساعات کار روزانه در شرایط گرم و مرطوب می تواند در کاهش وقوع حوادث موثر باشد.

واژه های کلیدی: پارامترهای اقلیم، حوادث شغلی، صنعت پتروشیمی، رفتار نا ایمن، استرس های حرارتی.

۱- دانشیار دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- کارشناس ارشد مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات تهران* (مسئول مکاتبات).

Effect of Meteorological Parameters on Accident Rates in Petrochemical Industries

Nabiollah Mansouri¹

Elham Farsi²

efarsi7@gmail.com

Abstract

Background and Objective): In this research the effectiveness of weather and climate parameters in incidence of accidents in the petrochemical industry was studied and management strategies to prevent these events have been presented.

Method: Two of the petrochemical companies, one of them in Assaluyeh (named Zagros, located in warm climates) and the other one in Tabriz (in cold climates) were selected for pilot study. The required data were collected by questionnaire, interview and walking through under study fields. The analyses of data have been done by Excel, SPSS software and Correlation statistical test.

Findings: Climate parameters don't have a directly impact on the petrochemical occupational accidents and there is no significant relationship between them.

Discussion and Conclusion: The role of climatic parameters in the incidence of accidents in the petrochemical industry is indirect. In fact, the thermal stress in the first stage caused unsafe conditions and then unsafe behavior, and finally cause human error and occupational accidents. In this study, appropriate solutions for instance engineering or managerial measures are also suggested in order to prevent accidents and injuries.

Key words: Climate Parameters, Occupational Accidents, Petrochemical Industry

1- Associate Professor, Graduate School of Environment and Energy, Science and Research Branch of IAU.

2- MSC in Health, Safety and Environment, Graduate School of Environment and Energy, Science and Research Branch, IAU,*(Corresponding Author).

مقدمه

نشان داده اند که درجه حرارت های خیلی بالا و پایین به طور معنی داری از لحاظ آماری با رفتارهای نا ایمن کارگران ارتباط دارند. در این بررسی ها که با نمونه برداری از رفتار نا ایمن با مجموع ۱۷۰۰۰ مشاهده در فاصله زمانی ۱۴ ماهه انجام شد، حداقل شاخص رفتار نا ایمن در محدوده شاخص استرس حرارتی تر گوی سان (WBGT) در محدوده ۱۷ تا ۲۳ درجه سانتی گراد برآورد گردید(6).

در حال حاضر صنایع پتروشیمی در سراسر کشور از پراکندگی جغرافیایی وسیعی برخوردار بوده و به تبع قرارگیری در مناطق خاص جغرافیایی، تابع شرایط اقلیم و آب و هوای منطقه مورد نظر می باشند. از سویی دیگر، با توجه به اینکه صنایع پتروشیمی بخش عظیمی از نیروی کار کشور را شامل می گردند از کانون های مهم و حساس از نقطه نظر بروز حوادث ناشی از کار نیز به شمار می روند. لذا با توجه به اهمیت پارامترهای اقلیم و نقش آن در سلامت انسان و شاغلین از نظر جسمی و روانی، مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی در بروز حوادث به صورت پایلوت در صنایع پتروشیمی زاگرس واقع در منطقه عسلویه به عنوان اقلیم گرم و پتروشیمی تبریز و اقع در تبریز به عنوان اقلیم سرد طراحی شد تا بدین ترتیب بتوان با آگاهی از میزان تاثیر پارامترهای اقلیمی در بروز حوادث به ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش و کنترل حوادث شغلی در صنایع مذکور پرداخت و برنامه های مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست کلان در این صنایع را با توجه به شرایط ویژه اقلیمی هر صنعت طرح ریزی نمود.

روش کار

این مطالعه از نوع مقطعی و توصیفی - تحلیلی می باشد. جامعه مورد مطالعه در این تحقیق، افراد شاغل در دو شرکت صنایع ملی پتروشیمی (پتروشیمی زاگرس واقع در عسلویه و پتروشیمی تبریز) است. در این پژوهش به دلیل گستردگی جغرافیایی صنایع ملی پتروشیمی در ایران، دو شرکت پتروشیمی زاگرس واقع در عسلویه به عنوان صنعتی که در

نتایج مطالعات متعدد نشان می دهد که پارامترهای اقلیمی دارای نقش انکارناپذیری در سلامتی انسان از نقطه نظر جسمی و روانی می باشد. طی یک بررسی در صنعت نساجی در ماه های گرم سال (May- June)، میزان شیوع حوادث به طرز معنی داری در مقایسه با دیگر ماه های سال بالاتر بود به گونه ای که با بالا رفتن میزان گرما تا ۴۲ الی ۴۸ درجه سانتی گراد ریسک حوادث شغلی را در صنعت مورد بررسی افزایش چشم گیری می یافت(1). در بررسی دیگر در خصوص کاهش بهره وری کارگران با توجه به تغییرات آب و هوا نشان داده شد که افزایش دما در مناطق گرمسیری درانجام یک کار مشخص در مقایسه با انجام همان کار در مناطق سردسیری با میزان ۱۰ درصد کاهش بهره وری همراه بوده است که در برخی از مناطق گرمسیری این کاهش تا ۲۰ درصد نیز گزارش شده است(2). برخی مطالعات دیگر نیز نشان داده اند که کار در مناطق دارای آب و هوای گرم منجر به افزایش خستگی ذهنی و کاهش بهره وری کارگران شده که خود عاملی موثر در حواس پرتی، عدم تمرکز در حین کار و تخطی از دستورالعمل های ایمنی تعیین شده برای انجام کار به شمار می رود و در نهایت باعث افزایش احتمال بروز خطای انسانی و انجام عمل ناایمن توسط شاغلین می گردد، در راستای نتیجه این تحقیقات نیز در مطالعه ای که در آلمان بر روی نتایج اقتصادی حاصل از کاهش میزان دقت در عملکرد کارگران در اثر تماس با گرما رخ داد، انجام شد میزان ضرر اقتصادی بوجود آمده معادل ۰/۱ تا ۰/۵ درصد کل تولید ناخالص ملی برآورد شد(3)، از سوی دیگر در مطالعه دیگر شرایط دمایی محیط جهت عملکرد مناسب کارگران در دامنه دمایی بین ۲۰ تا ۳۸ درجه سانتی گراد با رطوبت نسبی ۲۵ درصد برآورد شد(4). چنانچه میزان رطوبت نسبی افزایش یابد، این دامنه تا حدود ۵ درجه سانتی گراد کاهش خواهد یافت. براساس نظریه هانریش اعمال نا ایمن و شرایط نا ایمن به عنوان علل مستقیم و غیر مستقیم به ترتیب سهمی حدود ۰/۸۸ و ۰/۸ از علل اصلی بروز حوادث را به خود اختصاص می دهند(5). بررسی ها بر روی نقش استرس های حرارتی بر روی حوادث،

در پتروشیمی زاگرس بیش‌تر از پتروشیمی تبریز بوده است. بیش‌ترین آمار میانگین حوادث کل پتروشیمی زاگرس، مربوط به اردیبهشت ماه با مقدار ۴/۴ است، بعد از آن به ترتیب خرداد با مقدار ۳ و فروردین با مقدار ۲/۸، دوم و سوم هستند. می‌توان گفت ابتدا در فصل بهار و بعد از آن در نیمه اول تابستان، تعداد حوادث کل رخ داده طی ۵ سال اخیر بیش‌تر بوده است. در پتروشیمی تبریز دو ماه خرداد و تیر با مقدار ۱/۲ در میانگین تعداد حوادث رخ داده در طول ۵ سال اول، اردیبهشت، شهریور، آبان، آذر، بهمن با مقدار ۰/۶ دوم و فروردین، مرداد، مهر و دی با مقدار ۰/۴ در میانگین تعداد حوادث کل در طول ۵ سال، سوم هستند. توزیع حوادث کل رخ داده در طول ۵ سال اخیر (۸۹-۱۳۸۵) در پتروشیمی تبریز تقریباً در همه ماه‌های سال مشابه است. در فصل گرما (بهار و تابستان) میانگین تعداد حوادث کل رخ داده در پتروشیمی زاگرس ۲/۵۷ و در فصل سرما (پاییز و زمستان) ۱/۶ است و نیز در فصل گرما میانگین تعداد حوادث کل رخ داده در پتروشیمی تبریز ۰/۷ و در فصل سرما ۰/۴۷ می‌باشد.

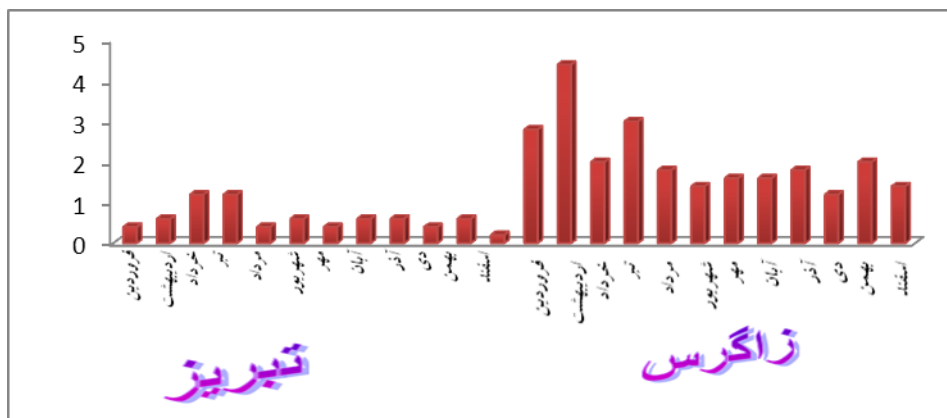
اقلیم گرم و پتروشیمی تبریز به عنوان صنعتی که در اقلیم سرد قرار دارد، به صورت پایلوت انتخاب گردیدند. در طول مطالعه سعی شد نمونه‌های جامعه مورد بررسی از بین افرادی باشد که به طور مستقیم در فضای روباز فعالیت می‌کنند و کاملاً در حین انجام کار تحت تاثیر پارامترهای اقلیمی و شرایط آب و هوایی خاص منطقه قرار می‌گیرند. مطالعات کتابخانه‌ای، بازدید مستقیم از مکان و مصاحبه ابزار گردآوری داده‌ها در این تحقیق است. اطلاعات مورد نیاز دیگر جهت انجام مطالعه نظیر میانگین حداقل و حداکثر دمای هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد، میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی هوا بر حسب درصد، میانگین میزان بارندگی بر حسب میلی‌متر، میانگین جمع ساعات آفتابی بر حسب ساعت و سرعت شدیدترین باد بر حسب متر بر ثانیه از سازمان هواشناسی و با مراجعه به پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان مذکور دریافت گردید. لازم به ذکر است که اطلاعات مذکور بر حسب کلیه ماه‌های سال و در بازه زمانی ۵ ساله (۸۹-۱۳۸۵) جمع‌آوری شد.

در بخش حوادث نیز اطلاعات مورد بررسی نظیر میانگین تعداد کل حوادث، میانگین تعداد حوادث جزئی، میانگین تعداد حوادث منجر به فوت، میانگین ضریب تکرار حادثه و میانگین ضریب شدت حادثه به تفکیک ماه‌های سال و در بازه زمانی ۵ ساله (۸۹-۱۳۸۵) مربوط به دو صنعت پتروشیمی زاگرس و تبریز با مراجعه حضوری به محل شرکت‌ها در منطقه عسلویه و تبریز استخراج گردید.

در نهایت داده‌های حاصل از پارامترهای اقلیمی و شرایط آب و هوایی و حوادث رخ داده با نرم‌افزارهای Excel و SPSS مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت و به منظور سنجش ارتباط بین متغیرهای مطالعه از آزمون همبستگی^۱ استفاده گردید.

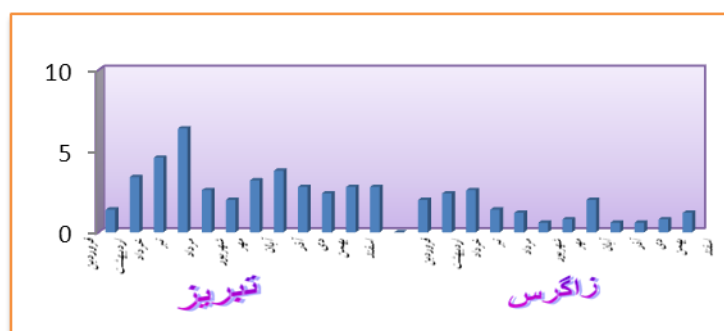
یافته‌ها

در مقایسه میانگین تعداد حوادث کل رخ داده در طی سال‌های ۸۵ تا ۸۹ بین دو شرکت پتروشیمی زاگرس در عسلویه و پتروشیمی تبریز، در تمامی ماه‌های سال میانگین حوادث کل



نمودار ۱ - مقایسه میانگین آماری حوادث کل بر حسب ماه های سال ۸۹-۱۳۸۵

Fig 1- Comparison between statistical means of accidents in months, 2006-10



نمودار ۲ - مقایسه آماری حوادث جزئی و شبه حوادث بر حسب ماه های سال ۸۹-۱۳۸۵

Fig 2- Comparison near miss and minor accidents between two companies in months, 2006-10

عدم احتساب شبه حوادث در آمار حوادث کل در عسلویه می- باشد، در حالی که در پتروشیمی تبریز این حوادث با دقت بیشتری جمع آوری شده است. نکته حایز اهمیت دیگر در این نمودار تفاوت آشکار حوادث در ماه های مختلف سال می باشد. هم در تبریز و هم در عسلویه، متوسط آمار حوادث در ماه های گرم تر سال بیشتر از ماه های سردتر سال است. در پتروشیمی زاگرس متوسط حوادث ماه های گرم سال نسبت به متوسط آن در ماه های سرد سال به ترتیب ۱/۷ به ۱ است. این نسبت در پتروشیمی تبریز تقریباً ۵ به ۳ می باشد.

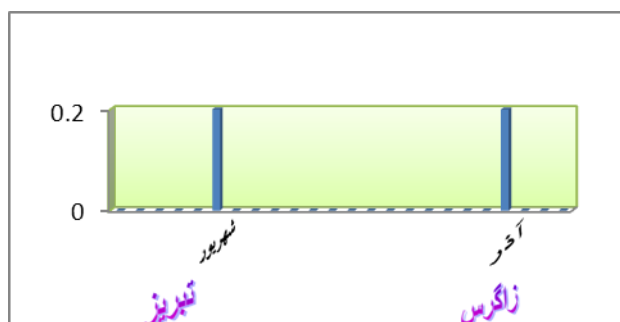
بررسی حوادث منجر به مرگ نیز وضعیت مشابهی را در هر دو شرکت نشان داد. خوشبختانه علی رغم این که پتروشیمی ها اصولاً صنعتی فرایندی با پتانسیل های خطر فراوان است، لذا در طول ۵ سال (۸۹-۱۳۸۵) هر دو شرکت پتروشیمی زاگرس و تبریز یک بار حادثه منجر به مرگ داشته اند که در پتروشیمی

نمودار (۲) آمار حوادث جزئی دو صنعت مطالعه شده را طی دوره آماری نشان می دهد. چنانچه از نمودار روشن است، طی دوره یاد شده پتروشیمی تبریز میانگین حوادث جزئی بیشتری از پتروشیمی زاگرس داشته است. بیشترین آمار میانگین حوادث جزئی پتروشیمی تبریز، مربوط به تیر ماه با مقدار ۶/۴ است، بعد از آن به ترتیب خرداد با مقدار ۴/۶ و آبان با مقدار ۳/۸، دوم و سوم هستند. در فصل گرما (بهار و تابستان) میانگین تعداد حوادث جزئی رخ داده در پتروشیمی تبریز ۳/۴ و در فصل سرما (پاییز و زمستان) ۲/۹۷ است. پتروشیمی زاگرس ماه های خرداد با مقدار ۲/۶، اردیبهشت با مقدار ۲/۴، فروردین و آبان به طور مساوی با مقدار ۲ در میانگین تعداد حوادث جزئی، اول، دوم و سوم هستند.

آنچه که در مقایسه این نمودار با نمودار حوادث کل خود نمایی می کند، تفاوت معنی دار و معکوس حوادث جزئی و شبه حوادث در تبریز نسبت به عسلویه می باشد. علت این تفاوت در

زاگرس این حادثه در آذر ماه و در پتروشیمی تبریز این حادثه

در شهریور ماه رخ داده است



نمودار ۴- مقایسه آماری حوادث منجر به مرگ برطبق ماه های (۸۹-۱۳۸۵)

Fig 4- Comparisson between deadly accidents in months, 2006-10

جدول ۱- ارتباط حوادث کل پتروشیمی زاگرس و پارامترهای اقلیمی عسلویه (۸۹-۱۳۸۵)

Table 1- Relationship between total accidents and climatic parameters in Zagros Company, 2006-10

| حوادث کل | | متغیر پارامترهای اقلیم |
|------------------------|---------------|---------------------------|
| نتیجه آزمون | مقدار همبستگی | |
| p-value = ۰/۴۵۰ | ۰/۰۹۹ | حداقل دمای هوا |
| p-value = ۰/۴۲۰ | ۰/۱۰۶ | حداکثر دمای هوا |
| p-value = ۰/۷۶۶ | -۰/۰۳۹ | حداقل رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۰۲۸ | -۰/۲۸۴ | حداکثر رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۴۰۵ | -۰/۱۱۰ | میزان بارندگی |
| p-value = ۰/۵۳۱ | ۰/۰۸۳ | ساعات آفتابی |
| p-value = ۰/۴۸۸ | ۰/۰۹۱ | سرعت باد |

جدول (۱) نتایج آزمون همبستگی بین پارامترهای هواشناسی به صورت مستقل و میانگین بروز حوادث در پتروشیمی زاگرس در عسلویه را نشان می دهد. در این آزمون تنها یک ارتباط معنی دار بین میانگین حوادث کل و یکی از میانگین های پارامترهای اقلیمی شرکت پتروشیمی زاگرس با استفاده از آزمون همبستگی مشاهده شد که یک ارتباط معکوس می باشد و مربوط به رابطه بین میانگین حوادث کل و میانگین حداکثر رطوبت نسبی در ۵ سال دوره آماری یاد شده می باشد (۰/۰۵ < p-value = ۰/۲۸۴ با مقدار همبستگی -۰/۰۲۸)، اما در سایر موارد بررسی ارتباط بین میانگین حوادث کل با میانگین های حداقل دمای هوا، حداکثر دمای هوا، حداقل رطوبت نسبی، میزان بارندگی ساعات آفتابی و سرعت باد با استفاده از آزمون همبستگی نشان داد که میزان همبستگی خیلی معنی دار نیست زیرا میزان p-value در همه این موارد بیشتر از ۰/۰۵ بوده است.

جدول (۱) نتایج آزمون همبستگی بین پارامترهای هواشناسی به صورت مستقل و میانگین بروز حوادث در پتروشیمی زاگرس در عسلویه را نشان می دهد. در این آزمون تنها یک ارتباط معنی دار بین میانگین حوادث کل و یکی از میانگین های پارامترهای اقلیمی شرکت پتروشیمی زاگرس با استفاده از آزمون همبستگی مشاهده شد که یک ارتباط معکوس می باشد و مربوط به رابطه بین میانگین حوادث کل و میانگین حداکثر رطوبت نسبی در ۵ سال دوره آماری یاد شده می باشد (۰/۰۵ < p-value = ۰/۲۸۴ با مقدار همبستگی -۰/۰۲۸)، اما در سایر موارد بررسی ارتباط بین میانگین حوادث کل با میانگین های حداقل دمای هوا، حداکثر دمای هوا، حداقل رطوبت نسبی، میزان بارندگی ساعات آفتابی و سرعت باد با استفاده از آزمون همبستگی نشان داد که میزان همبستگی خیلی معنی دار نیست زیرا میزان p-value در همه این موارد بیشتر از ۰/۰۵ بوده است.

جدول ۲- ارتباط حوادث کل پتروشیمی تبریز و پارامترهای اقلیم تبریز (۸۹-۱۳۸۵)

Table 2-Relationship between total accidents and climatic parameters in Tabriz Company, 2006-10

| حوادث کل | | متغیر پارامترهای اقلیم |
|-----------------|---------------|---------------------------|
| نتیجه آزمون | مقدار همبستگی | |
| p-value = ۰/۲۴۷ | ۰/۱۵۲ | حداقل دمای هوا |
| p-value = ۰/۲۲۸ | ۰/۱۵۸ | حداکثر دمای هوا |
| p-value = ۰/۳۸۱ | -۰/۱۱۵ | حداقل رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۱۶۷ | -۰/۱۸۱ | حداکثر رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۷۱۸ | -۰/۰۴۸ | میزان بارندگی |
| p-value = ۰/۴۲۱ | ۰/۱۰۶ | ساعات آفتابی |
| p-value = ۰/۴۴۵ | ۱۰۰ | سرعت باد |

نسبی، میزان بارندگی ساعات آفتابی و سرعت باد با استفاده از آزمون همبستگی نشان داد، با توجه به اینکه در نتیجه آزمون همه متغیرها مقدار p-value بیشتر از ۰/۰۵ است، می توان نتیجه گرفت که ارتباط قوی و معنی داری مشاهده نشده است.

جدول (۲) نیز نتایج بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی با میانگین حوادث کل در طول دوره آماری مورد مطالعه در پتروشیمی تبریز را نشان می دهد. همان طور که در جدول مشهود است، در این شرکت هم رابطه بین میانگین حوادث کل و میانگین های حداقل و حداکثر دما، حداقل و حداکثر رطوبت

جدول ۳- ارتباط حوادث جزئی پتروشیمی زاگرس و پارامترهای اقلیمی عسلویه (۸۹-۱۳۸۵)

Table 3- Relationship between minor accidents and climatic parameters in Zagros Company, 2006-10

| حوادث جزئی | | متغیر پارامترهای اقلیم |
|------------------------|---------------|---------------------------|
| نتیجه آزمون | مقدار همبستگی | |
| p-value = ۰/۴۹۰ | ۰/۰۹۱ | حداقل دمای هوا |
| p-value = ۰/۲۴۵ | ۰/۱۵۳ | حداکثر دمای هوا |
| p-value = ۰/۲۹۶ | -۰/۱۳۷ | حداقل رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۰۰۵ | -۰/۳۵۶ | حداکثر رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۳۴۹ | -۰/۱۲۳ | میزان بارندگی |
| p-value = ۰/۹۳۵ | -۰/۰۱۱ | ساعات آفتابی |
| p-value = ۰/۹۳۱ | -۰/۰۱۱ | سرعت باد |

آزمون همبستگی مشاهده گردید که یک ارتباط معکوس می باشد و مربوط به رابطه بین میانگین حوادث جزئی و میانگین حداکثر رطوبت نسبی در ۵ سال اخیر است ($0/05 <$ p-value = $0/005$ با مقدار همبستگی $-0/356$). این همبستگی دقیقاً در بررسی حوادث کل با این پارامتر اقلیمی هم

نتایج بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی با میانگین حوادث جزئی در طول دوره آماری مورد مطالعه در پتروشیمی زاگرس نیز در جدول ۳ نمایش داده شده است. در این بررسی نیز تنها یک ارتباط معنی دار بین میانگین حوادث جزئی و میانگین پارامترهای اقلیمی شرکت پتروشیمی زاگرس با استفاده از

مشاهده شده بود و تکرار آن برای حوادث کل را می توان در ثبات آزمون آماری مورد استفاده دانست. بررسی رابطه بین میانگین حوادث جزئی و میانگین های حداقل دمای هوا، حداکثر دمای هوا، حداقل رطوبت نسبی، میزان بارندگی ساعات آفتابی و سرعت باد با استفاده از آزمون همبستگی، باز هم نشان داد با توجه به اینکه در نتیجه آزمون مذکور همه مقادیر p -value بیشتر از $0/05$ بوده است، ارتباط ها قوی و معنی دار نبوده است.

آزمون همبستگی فوق برای بررسی ارتباط حوادث جزئی با پارامترهای اقلیمی در پتروشیمی تبریز نیز انجام گردید که نتایج آن در جدول (۴) منعکس شده است. در این جا نیز مقادیر p -value برای آزمون ها از $0/05$ بالاتر بود و حاکی از عدم همبستگی قوی بین پارامترهای مورد مطالعه با بروز حوادث جزئی بوده است.

جدول ۴- نتایج آزمون همبستگی بین متوسط حوادث جزئی در پتروشیمی تبریز با پارامترهای اقلیمی (۸۹-۱۳۸۵)
Table 4- Correlation analysis between minor accidents and climatic parameters in both Companies, 2006-10

| حوادث جزئی | | متغیر |
|----------------------|---------------|-------------------|
| نتیجه آزمون | مقدار همبستگی | پارامترهای اقلیم |
| p -value = $0/166$ | $0/181$ | حداقل دمای هوا |
| p -value = $0/114$ | $0/206$ | حداکثر دمای هوا |
| p -value = $0/069$ | $-0/237$ | حداقل رطوبت نسبی |
| p -value = $0/092$ | $-0/220$ | حداکثر رطوبت نسبی |
| p -value = $0/336$ | $-0/126$ | میزان بارندگی |
| p -value = $0/135$ | $-0/095$ | ساعات آفتابی |
| p -value = $0/722$ | $-0/047$ | سرعت باد |

ارتباط بین میانگین ضریب تکرار حوادث و میانگین پارامترهای اقلیمی شامل متوسط حداقل دمای هوا، حداکثر دمای هوا، حداقل رطوبت نسبی، حداکثر رطوبت نسبی، میزان بارندگی ساعات آفتابی و سرعت باد با استفاده از آزمون همبستگی مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن به ترتیب برای پتروشیمی زاگرس و تبریز در جداول (۵ و ۶) آمده است. گرچه مقادیر ضرایب همبستگی و مقادیر p -value آن ها با هم متفاوت است، ولی در همه موارد نشانه عدم وجود ارتباط معنی دار بین آن ها است.

به همین ترتیب ارتباط بین میانگین ضریب شدت حوادث و متوسط پارامترهای اقلیمی شامل متوسط حداقل دمای هوا، حداکثر دمای هوا، حداقل رطوبت نسبی، حداکثر رطوبت نسبی، میزان بارندگی، ساعات آفتابی و سرعت باد با استفاده از آزمون همبستگی مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن به ترتیب برای پتروشیمی زاگرس و تبریز در جداول (۷ و ۸) آمده است و مشابه با ضریب تکرار حوادث، حاکی از فقدان یک همبستگی معنی دار بین آن ها می باشد.

جدول ۵- ارتباط ضریب تکرار حوادث پتروشیمی زاگرس و پارامترهای اقلیم عسلویه (۸۹-۱۳۸۵)

Table 5- Correlation analysis between AFR and climatic parameters in Zagros Company, 2006-10

| ضریب تکرار حوادث | | متغیر |
|------------------|---------------|-------------------|
| نتیجه آزمون | مقدار همبستگی | پارامترهای اقلیم |
| p-value = ۰/۲۳۷ | -۰/۱۵۵ | حداقل دمای هوا |
| p-value = ۰/۲۳۶ | -۰/۱۵۵ | حداکثر دمای هوا |
| p-value = ۰/۶۳۶ | ۰/۰۶۲ | حداقل رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۴۶۲ | ۰/۰۹۷ | حداکثر رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۸۳۴ | -۰/۰۲۸ | میزان بارندگی |
| p-value = ۰/۹۴۴ | -۰/۰۰۹ | ساعات آفتابی |
| p-value = ۰/۸۳۴ | -۰/۰۲۸ | سرعت باد |

جدول ۶- ارتباط ضریب تکرار حوادث پتروشیمی تبریز و پارامترهای اقلیم تبریز (۸۹-۱۳۸۵)

Table 6- Correlation analysis between AFR and climatic parameters in Tabriz Company, 2006-10

| ضریب تکرار حوادث | | متغیر |
|------------------|---------------|-------------------|
| نتیجه آزمون | مقدار همبستگی | پارامترهای اقلیم |
| p-value = ۰/۲۷۶ | ۰/۱۴۳ | حداقل دمای هوا |
| p-value = ۰/۲۵۵ | ۰/۱۴۹ | حداکثر دمای هوا |
| p-value = ۰/۴۳۵ | -۰/۱۰۳ | حداقل رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۱۸۱ | -۰/۱۷۵ | حداکثر رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۷۵۹ | -۰/۰۴۰ | میزان بارندگی |
| p-value = ۰/۴۳۷ | ۰/۱۰۲ | ساعات آفتابی |
| p-value = ۰/۴۷۴ | ۰/۰۹۴ | سرعت باد |

جدول ۷- ارتباط ضریب شدت حوادث پتروشیمی زاگرس و پارامترهای اقلیم عسلویه (۸۹-۱۳۸۵)

Table 7- Correlation analysis between AIR and climatic parameters in Zagros Company, 2006-10

| ضریب شدت حوادث | | متغیر |
|-----------------|---------------|-------------------|
| نتیجه آزمون | مقدار همبستگی | پارامترهای اقلیم |
| p-value = ۰/۴۱۰ | -۰/۱۰۸ | حداقل دمای هوا |
| p-value = ۰/۵۵۱ | -۰/۰۷۹ | حداکثر دمای هوا |
| p-value = ۰/۴۹۸ | -۰/۰۸۹ | حداقل رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۱۷۸ | -۰/۱۷۶ | حداکثر رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۶۱۷ | -۰/۰۶۶ | میزان بارندگی |
| p-value = ۰/۱۰۳ | -۰/۲۱۲ | ساعات آفتابی |
| p-value = ۰/۳۶۸ | -۰/۱۱۸ | سرعت باد |

جدول ۸- ارتباط ضریب شدت حوادث پتروشیمی تبریز و پارامترهای اقلیمی تبریز (۸۹-۱۳۸۵)

Table 8- Correlation analysis between AIR and climatic parameters in Tabriz Company, 2006-10

| ضریب شدت حوادث | | متغیر |
|-----------------|---------------|-------------------|
| نتیجه آزمون | مقدار همبستگی | پارامترهای اقلیم |
| p-value = ۰/۲۸۶ | ۰/۱۴۰ | حداقل دمای هوا |
| p-value = ۰/۲۴۴ | ۰/۱۵۳ | حداکثر دمای هوا |
| p-value = ۰/۳۰۸ | -۰/۱۳۴ | حداقل رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۴۷۸ | -۰/۰۹۳ | حداکثر رطوبت نسبی |
| p-value = ۰/۹۵۷ | -۰/۰۰۷ | میزان بارندگی |
| p-value = ۰/۶۴۰ | ۰/۰۶۲ | ساعات آفتابی |
| p-value = ۰/۱۹۵ | ۰/۱۷۰ | سرعت باد |

مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۹) نشان داده شده است. لیکن در این آزمون نیز ارتباط انفرادی بین تک تک پارامترهای یاد شده با ماه های سال و فصول آن تایید نشد.

متوسط کل آمارهای حوادث کل، جزیی، ناتوان کننده و منجر به فوت و همچنین روزهای از دست رفته کاری و نیز ضرایب تکرار و شدت حادثه با ماه های سال از فروردین ۱۳۸۵ تا اسفند ۱۳۸۹ به همراه فصول سال با استفاده از آزمون آنالیز واریانس

جدول ۹- نتایج آنالیز واریانس ارتباط حوادث پتروشیمی زاگرس با ماه ها و فصل های سال (۸۹-۱۳۸۵)

Table 9- Variance analysis between accidents of both Companies based on monthes and seasons, 2006-10

| نتیجه آزمون برای فصل های سال | نتیجه آزمون برای ماه های سال | متغیر |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| p-value = ۰/۲۳۵ | p-value = ۰/۶۱۷ | حوادث کل |
| p-value = ۰/۰۵۴ | p-value = ۰/۴۶۵ | حداکثر جزیی |
| p-value = ۰/۴۰۰ | p-value = ۰/۴۶۰ | حداقل ناتوان کننده |
| p-value = ۰/۴۰۰ | p-value = ۰/۴۶۰ | حوادث منجر به فوت |
| p-value = ۰/۴۰۰ | p-value = ۰/۴۶۰ | روزهای از دست رفته کاری |
| p-value = ۰/۳۹۸ | p-value = ۰/۴۶۱ | ضریب تکرار حادثه |
| p-value = ۰/۶۵۱ | p-value = ۰/۷۵۰ | ضریب شدت حادثه |

بحث و نتیجه گیری

می توان گفت آمار حوادث در مجموع در اقلیم گرم تر بالاتر بوده است. حتی چنانچه به آمار حوادث کل تبریز در نمودار (۱) که خود در مجموع از آمار کل پتروشیمی زاگرس پایین تر بوده است، دقت شود، این تاثیر گرمای هوا تایید می گردد، زیرا

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تعداد کل حوادث در اقلیم گرم (پتروشیمی زاگرس واقع در عسلویه) در مقایسه با اقلیم سرد (پتروشیمی تبریز) بالاتر بود و با توجه به طول دوره ۵ ساله مطالعه که یک دوره نسبتا طولانی محسوب می گردد،

متوسط ماهانه آمار حوادث در ماه های گرم سال مانند خرداد و تیر از سایر ماه های سال بالاتر است. این اختلاف به وضوح بین ماه های گرم تر نسبت به ماه های سردتر در پتروشیمی زاگرس نیز مشاهده می شود. با توجه به اینکه هر دو شرکت پتروشیمی از نظر فرآیند و سیستم تولید شباهت های زیادی دارند، می توان احتمال داد که علت تفاوت یاد شده ناشی از تفاوت در پارامترهای هواشناسی و شرایط اقلیمی باشد. البته این ادعا نمی تواند قطعی باشد زیرا اکنون ثابت شده است که پارامترهای متعددی از شرایط کاری گرفته تا مسایل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و حتی مدیریتی و روانشناختی محیط کار در بروز حوادث دخالت دارند، شاید به همین علت باشد که علی رغم مشاهده تفاوت های شدید در آمار کل حوادث دو اقلیم، ولی آنالیز های آماری همبستگی بین پارامترهای اقلیمی و بروز حوادث را بطور انفرادی و جدا جدا تایید نکرد و همبستگی معنی دار قوی بین آن ها را نشان نداد.

آزمون همبستگی بین پارامترهای اقلیمی موثر بر بروز حوادث نشان داد که از میان پارامتر های اقلیمی مورد بررسی (حداقل و حداکثر دمای هوا، حداقل و حداکثر رطوبت نسبی، میزان بارندگی، ساعات آفتابی و سرعت شدیدترین باد)، تنها متغیر حداکثر رطوبت نسبی ارتباط معنی دار معکوسی با بروز حوادث در پتروشیمی زاگرس واقع در عسلویه دارد (جدول های ۱ و ۳) بدین معنی که با افزایش حداکثر رطوبت نسبی میزان تعداد حوادث کل و جزئی کاهش می یابد که دلیل این امر را می توان به کاهش تعداد ساعات کاری مفید در زمان شرحی بودن هوا نسبت داد. سایر پارامتر های اقلیمی مورد بررسی ارتباط معنی داری را با بروز حوادث در این پژوهش نشان نداد. به نظر می رسد که تا زمانیکه در بروز حوادث عواملی علیتی نظیر رفتارهای نایمن و شرایط نایمن وجود دارد پارامتر های اقلیمی بر بروز حوادث نقش مستقیمی را ایفا نمی کنند، ولی می توان پارامتر های اقلیمی را به عنوان عواملی که نقش غیر مستقیم بر بروز عوامل علیتی حادثه دارند به حساب آورد.

نتایج مطالعات در صنایع استیلنشان داد که با افزایش استرس گرمایی میزان خستگی ذهنی و جسمی در کارگران بروز

بیشتری پیدا می کند که خود منجر به کاهش تمرکز در کارگران در حین انجام کار و بروز افزایش نرخ رفتار نا ایمن در آن ها می گردد که خود از عوامل اصلی در افزایش بروز حوادث به شمار می رود (7)، لذا این نتایج را می توان کاملاً در راستای تاثیر افزایش اقلیم گرم تر جنوب کشور در میزان حوادث دانست. همچنین نتایج مطالعه تعیین کارایی محدوده های رفتاری برای کارگران در مواجهه با استرس گرمایی توسط هانکوک و همکارانش (8) نیز موید نتایج اصلی این تحقیق است زیرا آن ها نشان دادند که تغییرات فیزیولوژیکی و صدمات احتمالی کارگران در معرض گرما با افزایش شاخص های گرمایی ارتباط مستقیمی دارد. حتی اذعان داشتند، افزایش این استرس ها می تواند موجب کاهش بهره وری و کاهش کیفیت محصولات تولیدی نیز بشود. بررسی ها در صنعت ذوب آلومینیم در رابطه با تاثیر استرس و تنش گرمایی بر میزان حوادث و بهره وری توسط لوگان و برنارد (9) نیز استرس گرمایی را به عنوان یک خطر اساسی که این خود از عوامل مهم و بسزا در بروز حادثه است و اثر محسوسی بر ایمنی و بهره وری فردی کارگر می گذارد، معرفی می نمایند. همچنین در مطالعه ای بر روی حدود کارایی شغلی، در برخی کارهای هم زمان که نیاز به سرعت و اجرای عاری از خطا دارد، هانکوک و واسمت زیدیس (10) ثابت کردند به خصوص در سیستم های با تکنولوژی بالا محدودیت های فیزیولوژی به طرز چشمگیری در محیط های با استرس گرمایی محسوس است که هم بر ایمنی و هم بر بهره وری فردی کارگر و در نتیجه بر ایمنی و بهره وری سیستم تحت عملیات نیز تاثیر می گذارد. آن ها همچنین ثابت کردند درجه حرارت بالا و پایین به طور معنی داری با رفتار ایمن کارگران ارتباط داشته است. اهمیت این موضوع سبب شد تا تاماس برنارد و رونالد (11) راهنما و دستورالعمل های کار در محیط های گرم و مرطوب در جهت کاهش ناتوانی های مرتبط با گرما و صدمات ناشی از آن را تنظیم نمایند.

با توجه به اهمیت اثرات تغییر شرایط جوی بر روی بهداشت و ایمنی افراد، در مطالعه ای که در دانشگاه کلمبیا (12) انجام شد پنج دستورالعمل جدی به منظور تطابق هرچه بیشتر

ضمناً اصلاح سیستم ثبت آماری حوادث نسبت به وضعیت موجود با تاکید بر ثبت دقیق و منظم تمام حوادث، استفاده از فرم های هماهنگ جهت ثبت آمار حوادث و اضافه نمودن آیتم شرایط آب و هوایی (دمای هوا، میزان رطوبت نسبی، جهت و سرعت وزش باد و ...) به فرم های آماری ثبت حوادث، می تواند در انجام تحقیقات هر چه دقیق تر مفید واقع گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان بر خود لازم می دانند تا از مدیریت شرکت ملی پتروشیمی و خصوصاً مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست آن شرکت برای حمایت های مالی و معنوی در انجام این پژوهش و تسهیل مسافرت ها به سایت و تهیه داده های علمی مورد نیاز، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. NAG P K (National Inst. Occupational Health(i.c.m.r), Ahmedabad, Ind) NAG A(National Inst. Occupational Health(i.c.m.r), Ahmedabad, Ind) . SHIFWORK IN THE HOT ENVIRONMENT. J Hum Ergology/ Z0758A/ 0300-8134/ VOL.30; NO.1/2; PAGE.161-166(2001)
2. Kjellstrom Tord, Lemk. Loss of worker productivity due to project climate change/Earth and Environment Science 6 (2009) 522003
3. Hubler Michael, Klepper Gernot, Peterson Sonja. Costs of climate change The effects of rising temperature/ECOLOGICAL ECANOMICS 68(2008) 381-393
4. Meeser, kok, Lewis. The effects of moderate Thermal stress on potential work performance of factory workers an interim report. National Swedish Building Research Institute, Box 785, 5801-29 Gavle, Sweden

سلامت و ایمنی افراد با تغییرات شرایط جوی تهیه گردید و تحت عنوان استراتژی SOBAN برای بهبود شرایط گرمایی محیط کار تدوین شد. مالچیر(13) نیز با مدل سازی استرس های حرارتی در محیط های کار نشان داد که این استرس ها به طور معنی داری موجب افزایش شرایط نا ایمن و در نتیجه افزایش حوادث در محیط کار می شوند. نتایج این مطالعه نیز با یافته های تحقیق حاضر هماهنگ می باشد.

در مجموع می توان اظهار داشت که پارامتر های اقلیم و شرایط آب و هوایی گرم می تواند شرایط نا ایمن را به وجود آورد و در نتیجه، شرایط نا ایمن باعث بروز رفتار نا ایمن و به تبع آن بروز حادثه شود. البته می باید به این نکته مهم اشاره کرد که اغلب تحقیقات ذکر شده، تنش های دمایی را در محیط های کاری و فضاهای بسته مطالعه نموده اند، در حالی که تحقیق حاضر استرس های حرارتی ناشی از گرما و رطوبت محیطی را در فضای باز مطالعه نموده است. حتی در این شرایط، افراد استخدام شده کاملاً شرایط کار کردن در چنین محیطی را می دانند و آگاهانه نسبت به تاثیر عوامل اقلیمی و شرایط آب و هوایی منطقه فعالیت می کنند و به نوعی از تاثیر این عامل بر ایجاد حادثه در صنعت پتروشیمی آگاهی نسبی داشته اند و انتظار این است که تا حدود زیادی سعی در پیش گیری از بروز آن داشته اند. بالا بودن میزان حوادث در اقلیم گرم تر را باید نگران کننده تلقی نمود و با توجه به سطح استرس حرارتی موجود، پیشنهاد می گردد با مداخلات فنی و مهندسی اقداماتی در جهت حذف و یا کاهش تنش های حرارتی در محیط کار صورت گیرد.

اصلاح فرآیند هایی که منجر به نارضایتی افراد از شرایط جوی محیط کار می شوند، مسقف کردن فضاهای باز در فرآیند تولید در صورت امکان، طراحی و ایجاد مکان های مناسب و تنظیم برنامه های کار-استراحت، و بازنگری مستمر در نیازهای آموزشی در کلیه مراحل فعالیت کارکنان و آموزش مداوم آنان و توجه به اصل تطابق با شرایط اقلیمی برای افراد تازه استخدام شده می تواند در کاهش عوارض ناشی از استرس های حرارتی اقلیم گرم موثر باشد.

- under stress: the thermal environment as a prototypical example. Abstract Ergonomics 1998 Aug;41(8):1169-91.
11. Thomas E. Bernard, Ronald R. Cross. Case Study Heat stress management: Case study in an aluminum smelter. International Journal of Industrial Ergonomics 23 (1999) 609-620
 12. Ostry Aleck, Ogborn Malkolm, L basil Kate, et al/Climate Change and Health in British Columbia: Projected Impact and a Proposed Agenda for Adaption Research And Policy/International Journal of Environmental Research and Policy/2010 march;7 (3); 1018-1035
 13. J B M Malchaire Occupational heat stress assessment by the Predicted Heat Strain model. Medicine Epidemiology Papers Health (2006) Volume: 44, Issue: 3, Pages: 380-387
 5. Roger I. Brauer, Jhon Wiley & Sons, safety and Health Engineering. 2006
 6. Jerry D. Ramsey, Charles L. Burford, Mohamed Youssef Beshir, and Roger C. Jensen. Effects of Workplace Thermal Conditions on Safe Work Behavior. Journal of safety Research, Vol. 14, pp. 105-114, 1983
 7. ML Chen, CJ Chen, WY Yeh, et al/Heat stress evaluation worker fatigue in a steel plant/AIHA J (Fairfax, Va). 2003 May-Jun;64(3);352-9
 8. P.A. Hancock, M. Vercruyse. Limits of Behavioral Efficiency for Workers in Heat Stress. International Journal of Industrial Ergonomics, 3(1988)149-158
 9. Logan PW, Bernard TE. Heat stress and strain in an aluminum smelter. Am Ind Hyg Assoc J. 1999 Sep-Oct;60(5):659-65
 10. Hancock PA, Vasmatazidis I. Human occupational and performance limits