علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، شماره دو، تابستان ۹۵

بررسی نقش پارامتر های اقلیمی در میزان حوادث در صنایع پتروشیمی

نبی اله منصوری[۱]

الهام فارسی[۲*]

efarsi7@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۳۰ **تاریخ پذیرش:۹۱/۷/۲۹**

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 پارامتر های اقلیمی و شرایط آب و هوایی درآن 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 معمولا آمار شبه حوادث و حتی حوادث جزیی ثبت نمی شود، لیکن بررسی حاضر حاکی از آن بود که طی دوره ۵ ساله ۸۹-۱۳۸۵ متوسط حوادث ثبت شده، از ۰/۶—۰/۴ 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 نسبتا 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 پارامتر های اقلیمی بر بروز حوادث در صنعت پتروشیمی، مستقیم نیست، بلکه این پدیده دارای تاثیری 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).

Archive of SID

www.SID.ir

J.Env. Sci. Tech., Vol 18, No.2, summer 2016

Effect of Meteorological Parameters on Accident Rates in Petrochemical Industries

Nabiollah Mansouri [1]
Elham Farsi [2]
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

Archive of SID

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).*

www.SID.ir

مقدمه

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 ماه‌های 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 چشم‌گیری می‌یافت(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 دمای 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 ۸۸٪ و ۸٪ از علل اصلی بروز حوادث را به خود اختصاص می دهند(5). بررسی ها بر روی نقش استرس های حرارتی بر روی حوادث، 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 پارامتر های 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 طرح‌ریزی 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

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

در نهایت داده های حاصل از پارامتر های اقلیمی و شرایط آب و هوایی و حوادث رخ داده با نرم افزارهای Excel و SPSS مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت و به منظور سنجش ارتباط بین متغیرهای مطالعه از آزمون همبستگی[1] استفاده گردید.

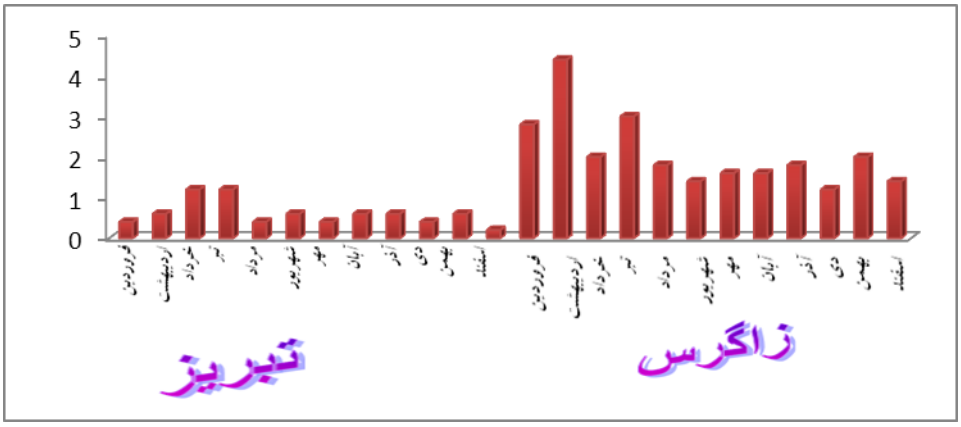
یافته ها

در مقایسه میانگین تعداد حوادث کل رخ داده در طی سال های ۸۵ تا ۸۹ بین دو شرکت پتروشیمی زاگرس در عسلویه و پتروشیمی تبریز، در تمامی ماه های سال میانگین حوادث کل 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. می توان گفت ابتدا در فصل بهار و بعد از آن در نیمه اول تابستان، تعداد حوادث کل رخ داده طی ۵سال 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 تقریبا 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 ونیز در فصل گرما میانگین تعداد حوادث کل رخ داده در پتروشیمی تبریز ۰/۷ و در فصل سرما ۰/۴۷ می باشد.

1 -Correlation Test

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱ – مقایسه میانگین آماری حوادث کل برحسب ماه های سال ۸۹-۱۳۸۵

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

نمودار ۲ – مقایسه آماری حوادث جزیی و شبه حوادث بر حسب ماه های سال۸۹-۱۳۸۵

Fig 2- Comparission near miss and minor accidents between two companeys in months, 2006-10

نمودار (۲) آمار حوادث جزیی دو صنعت مطالعه شده را طی دوره آماری نشان می دهد. چنانچه از نمودار روشن است، طی دوره یاد شده پتروشیمی تبریز میانگین حوادث جزیی 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 جزیی رخ داده در پتروشیمی تبریز ۳/۴ و در فصل سرما (پاییز و زمستان) ۲/۹۷ است. پتروشیمی زاگرس ماه های خرداد با مقدار۲/۶، اردیبهشت با مقدار ۲/۴، فرودین و آبان به طور مساوی با مقدار۲ در میانگین تعداد حوادث جزیی، اول، دوم و سوم هستند.

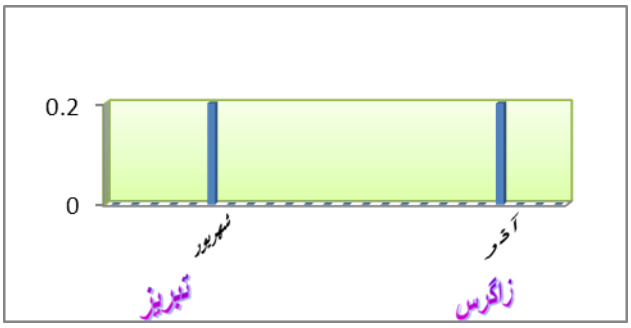
آن‌چه که در مقایسه این نمودار با نمودار حوادث کل خود نمایی می کند، تفاوت معنی دار و معکوس حوادث جزیی و شبه حوادث در تبریز نسبت به عسلویه می باشد. علت این تفاوت در عدم احتساب شبه حوادث در آمار حوادث کل در عسلویه می-باشد، در حالی که در پتروشیمی تبریز این حوادث با دقت بیش‌تری جمع آوری شده است. نکته حایز 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 ان در ماه های سرد سال به ترتیب ۱/۷ به ۱ است. این نسبت در پتروشیمی تبریز تقریبا ۵ به ۳ می‌باشد.

بررسی حوادث منجر به مرگ نیز وضعیت مشابهی را در هر دو شرکت نشان داد. خوشبختانه علی رغم این‌که پتروشیمی ها اصولا 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

Archive of SID

www.SID.ir

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- Comparission 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 Companey,2006-10

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

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، حداکثردمای 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

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

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

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

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

نتایج بررسی ارتباط پارامترهای اقلیمی با میانگین حوادث جزیی 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 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 (۰/۰۵ > p-value = ۰/۰۰۵ با مقدار همبستگی۰/۳۵۶-). این همبستگی دقیقا در بررسی حوادث کل با این پارامتر اقلیمی هم

Archive of SID

www.SID.ir

مشاهده شده بود و تکرار آن برای حوادث کل را می توان در ثبات آزمون آماری مورد استفاده دانست. بررسی رابطه بین میانگین حوادث جزیی و میانگین‌های 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 ۰/۰۵ بوده است، ارتباط ها قوی و معنی دار نبوده است.

آزمون همبستگی فوق برای بررسی ارتباط حوادث جزیی با پارامترهای اقلیمی در پتروشیمی تبریز نیز انجام گردید که نتایج آن در جدول (۴) منعکس شده است. در این‌جا نیز مقادیر p-value برای آزمون ها از ۰/۰۵ بالاتر بود و حاکی از عدم همبستگی قوی بین پارامترهای مورد مطالعه با بروز حوادث جزیی بوده است.

جدول ۴- نتایج آزمون همبستگی بین متوسط حوادث جزیی در پتروشیمی تبریز با پارامترهای اقلیمی (۸۹-۱۳۸۵)

Table 4- Correlation analysis between minor accidents and climatic parameters in both Companies, 2006-10

متغیر / پارامترهای اقلیم	حوادث جزیی	
	مقدار همبستگی	نتیجه آزمون
حداقل دمای هوا	۰/۱۸۱	p-value = ۰/۱۶۶
حداکثر دمای هوا	۰/۲۰۶	p-value = ۰/۱۱۴
حداقل رطوبت نسبی	-۰/۲۳۷	p-value = ۰/۰۶۹
حداکثر رطوبت نسبی	-۰/۲۲۰	p-value = ۰/۰۹۲
میزان بارندگی	-۰/۱۲۶	p-value = ۰/۳۳۶
ساعات آفتابی	-۰/۰۱۹۵	p-value = ۰/۱۳۵
سرعت باد	-۰/۰۴۷	p-value = ۰/۷۲۲

ارتباط بین میانگین ضریب تکرار حوادث و میانگین پارامترهای اقلیمی شامل متوسط حداقل دمای هوا، حداکثردمای 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. گر چه مقادیر ضرایب همبستگی و مقادیر p-value آن ها با هم متفاوت است، ولی در همه موارد نشانه عدم وجود ارتباط معنی‌دار بین آن‌ها است.

به همین ترتیب ارتباط بین میانگین ضریب شدت حوادث و متوسط پارامترهای اقلیمی شامل متوسط حداقل دمای هوا، حداکثردمای 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

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

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

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

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

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 ماه‌های سال از فروردین ۱۳۸۵ تا اسفند ۱۳۸۹ به همراه فصول سال با استفاده از آزمون آنالیز واریانس مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج ان 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.

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

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

بحث و نتیجه گیری

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، می‌توان 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 شرجی 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 ناایمن و شرایط ناایمن 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 کاملا در راستای تاثیر افزاینده 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 برناردر(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

Archive of SID

www.SID.ir

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 معنی‌داری 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 می‌توان 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 پیش‌گیری 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 درصورت 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.

ضمنا 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) . SHIFTWORK 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, KlepperGernot, PetersonSonja. 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

Archive of SID

www.SID.ir

5. Roger l.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. Vercruysse. 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, Vasmatzidis I .Human occupational and performance limits 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) 609Ð620
12. Ostry Aleck, Ogborn Malkolm, L basil Kate,et al/Climate Change and Health in British Colombia: 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

Archive of SID

www.SID.ir