بررسی و اولویت بندی روش های کنترلی مواجهه ی پوستی با مواد شیمیایی در یک کارخانه رنگ کاری با استفاده از روش تجزیه تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس(FAHP&TOPSIS)

مهدی جهانگیری[۱]- حسین مولایی فر[۲*]- مرضیه هنربخش[۲]- پیام فرهادی[۳]- بهبود خانی[۲]- فاضل رجبی[۲]

molaeifar20@gmail

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱۱ *تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۲*

چکیده

مقدمه: بیماری های پوستی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی یکی از مشکلات مهم سلامت در محیط های شغلی محسوب می شوند. این مطالعه با هدف اولویت بندی روش های کنترل مواجهه ی پوستی با مواد شیمیایی در یک کارخانه ی رنگ کاری انجام شد.

روش کار: در این مطالعه ی مقطعی- تحلیلی، ابتدا از طریق سوابق موجود و دیدگاه های خبرگان و هم چنین نتایج حاصل از مطالعات گذشته ۷ معیار و ۸ گزینه برای کنترل مواجهه پوستی انتخاب و به روش FAHP-TOPSIS اولویت بندی شدند.

یافته ها: در مقایسه ی زوجی، معیار ایمن بودن روش (w=0.298) دارای بیش ترین اهمیت و معیار به روز بودن روش (w=0.0138) کم ترین اهمیت را به خود اختصاص داد. از بین گزینه های کنترلی نیز بالاترین و پایین ترین اولویت به ترتیب مربوط به آموزش (w=0.817) و برنامه ریزی کار و استراحت (0.233) بود.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، در کارخانه رنگ مورد مطالعه، آموزش به عنوان بهترین راه کارهای کنترل مواجهه ی پوستی با مواد شیمیایی بر اساس معیارهای مورد بررسی شناسایی شد که می تواند در جهت ارتقاء سطح سلامت پوستی کارکنان مورد توجه قرار گیرد.

کلمات کلیدی: *اولویت بندی، کنترل مواد شیمیایی، رنگ کاری، FAHP-TOPSIS*

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۲- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۳- کارشناس ارشد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

مقدمه

بیماری های شغلی طیف گسترده ای از بیماری های قابل پیش گیری هستند که سالانه هزینه های هنگفتی را به صنعت و جامعه تحمیل کرده و همانند بسیاری از امراض جسمی و روحی دیگر می توانند به طور مستقیم و یا غیر مستقیم سبب افزایش استرس و کاهش کیفیت زندگی افراد شوند (۲،۱). بیماری های پوستی از جمله بیماری های شغلی شایع هستند که همواره طیف وسیعی از ناهنجاری های پوستی شامل حساسیت های مختلف به مواد شیمیایی، آکنه ها و انواع سوختگی های ناشی از مواد شیمیایی صنعتی را به همراه دارند (۳). بیماری های شغلی پوستی اغلب به دلایلی هم چون عوامل مکانیکی(سایش، فشار)، عوامل شیمیایی(ترکیبات آلی و غیرآلی با pH متفاوت)، عوامل فیزیکی (گرما، سرما، اشعه) و عوامل بیولوژیکی (گروهی ازعوامل عفونت زامانند باکتری ها، قارچ ها، ویروس ها و انگل ها) ایجاد می شوند(۴). بیماری های پوستی شغلی در حدود ۳۰-۲۰ درصد کل بیماری های شغلی را به خود اختصاص می دهند (۵). در آمریکا نیز بیماری های پوستی ۴۰ درصد ازکل بیماری های شغلی ثبت شده در دفترآمار کار را به خود اختصاص می دهد (۶). در این میان عوامل شیمیایی تا به امروز به عنوان بزرگ ترین و پراهمیت ترین علت آسیب های پوستی شغلی شناخته شده اند (۷). بنابراین بیمارهای پوستی شغلی به طور ویژه مربوط به تولید و استفاده از مواد شیمیایی در فرآیند های مختلف می باشند (۸). در صنایعی که کارکنان با مواد شیمیایی مختلفی در تماس می باشند، عدم رعایت اصول احتیاطی و اقدامات کنترلی در هنگام کار با آن ها می تواند عوارض مختلفی را در انسان ایجاد کند که گستره ی این عوارض به نوع ماده ی شیمیایی، ویژگی های آن، راه تماس و مدت زمان مواجهه بستگی دارد (۹). بنابراین عدم رعایت دقیق اصول ایمنی کار اغلب شایع ترین علت تماس پوست با این مواد و شروع حساسیت های پوستی شناخته شده اند (۱۰). برای اجتناب از ایجاد عوارض ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی، رعایت اصول احتیاطی و اقدامات کنترلی در هنگام کار با آن ها دارای اهمیت فراوان می باشد (۱۱). مهم ترین راه کارهای کنترلی در کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی موثر، حذف فرآیند آسیب رسان، جایگزین کردن مواد با خطر کم به جای مواد با خطر زیاد، استفاده از روش های کنترل مهندسی، کنترل اجرایی و در نهایت وسایل حفاظت فردی مناسب می باشد (۱۲). صنعت رنگ کاری ازجمله صنایعی است که در آن کارکنان با گستره‌ی وسیعی از مواد شیمیایی (نظیر اسید کلریدریک، اسید سولفوریک، اسید نیتریک، اسید کرومیک، سود، سولفات نیکل، بی کرومات سدیم، بی کرومات پتاسیم اکسید کروم و آند نیکل، نیترات نقره، متا سیلیکات، کربنات دو سود، اسید بوریک، سدیم تری فسفات، کلراید نیکل، سیانید مس، سولفات مس، سولفات قلع، سیانید نقره، سیانید طلا، آند سرب، آند قلع، آند روی و آند مس و ...) که تاثیر سوء بر روی پوست دارند، مواجه هستند. لذا ضروری است میزان مواجهه پوستی کارکنان با این مواد با استفاده از روش های کنترلی متعدد بررسی گردد. لکن از آن جایی که امکان اجرای تمامی روش های مذکور به دلیل محدودیت هزینه و زمان به طور هم زمان وجود ندارد، لازم است به نحوی ترتیب اجرای این روش ها اولویت بندی شود. روش های تصمیم گیری چند معیاره[1] (MCDM)

1- Multiple Criteria Decision Making

یکی از شاخه های اصلی تصمیم گیری می باشد که به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی، از چند معیار سنجش استفاده می نماید. این فرآیند بر اساس تشکیل درخت تصمیم گیری با انتخاب معیار های مرتبط با تصمیم مورد نظر، وزن دهی، امتیاز دهی معیار ها و گزینه ها می باشد (۱۳). اصول روش های تصمیم گیری بر این اصل استوار است که اطلاعات موجود از سیستم را به شکل مجموعه عوامل تاثیر گذار در میزان کارایی سیستم تبدیل می کند و با مشخص کردن نقش هر کدام از این عوامل کارآیی سیستم را ارتقاء می بخشد (۱۴). سیستم های فازی، سیستم های مبتنی بر دانش و قواعد می باشند که اطلاعات را تقسیم بندی کرده و قدرت تبیین بیش تری نسبت به یک عدد نشان می دهند. به همین خاطر کاربرد زیادی در علوم مختلف برای تعمیم اطلاعات دارند (۱۵). سیستم سلسله مراتبی فازی[2] (fuzzy AHP)، نظریه ای را که قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی که نادقیق و مبهم هستند، صورت‌بندی ریاضی کرده و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان، فراهم آورد. در سیستم های دارای عدم قطعیت زیاد و پیچیدگی بالا، منطق فازی روشی مناسب برای مدل‌سازی به شمار می رود (۱۶). روش تاپسیس[3](TOPSIS) اولین بار توسط هوانگ یون در سال ۱۹۸۱ توسعه داده شد. بر اساس این روش، گزینه های ایده آل دارای بهترین سطح ممکن برای تمامی شاخص هایی است که بیش ترین سود و کم ترین زیان را داراست، در حالی که گزینه های غیرایده آل دارای بدترین مقادیر ممکن برای تمامی شاخص های ممکن می باشد که کم ترین سود و بیش ترین هزینه را در پی خواهد داشت (۱۷). از مهم ترین دلایل استفاده از این روش می‌توان به منطقی و قابل فهم بودن، رو به جلو بودن فرآیند محاسبات در آن، قابلیت اجازه ی تعقیب و انتخاب بهترین جایگزین برای هر معیار در یک شکل ساده‌ی ریاضی و شرکت اهمیت و وزن‌ها در یک روش مقایسه‌ای اشاره کرد (۱۸). بنابراین هدف از این مطالعه اولویت‌بندی روش های کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی با استفاده از دو ابزار پشتیبان تصمیم (روش تاپسیس و سلسله مراتب فازی)، در قالب تصمیم گیری چند معیاره درصنعت رنگ کاری و دیگر صنایع مشابه می باشد.

روش کار

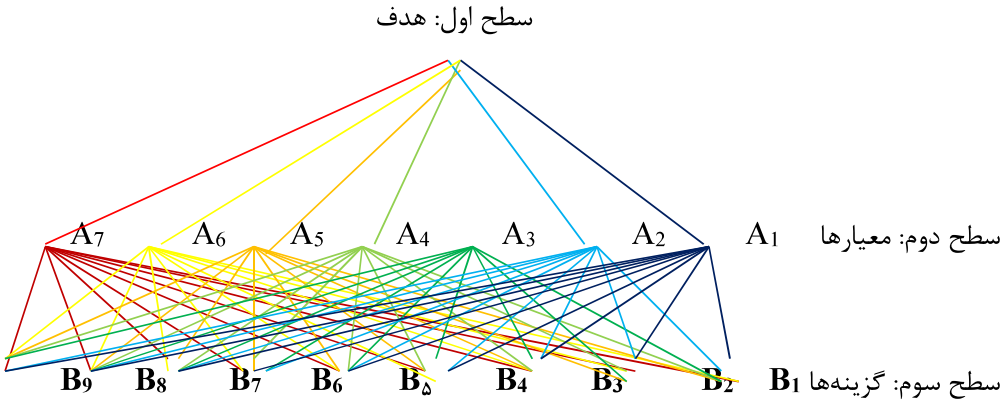
این مطالعه مقطعی- تحلیلی بوده و جامعه آماری مورد پژوهش، ۲۰ نفر از افراد خبره شامل اساتید و کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت، صنعت رنگ کاری و مرکز بهداشت شهرستان، کارفرما و کارکنان با بیش از ده سال سابقه بودند که آشنایی کامل با صنعت مورد نظر و روش های تصمیم گیری چند معیاره داشتندو برای انجام مقایسات زوجی انتخاب شدند. لازم به ذکر است این تعداد نمونه برای روش های تصمیم گیری چند معیاره کافی است (۱۹).

در مرحله‌ی اول مطالعه، مهم ترین معیارها و گزینه های مناسب جهت اولویت بندی روش های کنترل مواجهه ی پوستی با مواد شیمیایی از طریق دیدگاه های متخصصین (فرآیند دلفی) و هم چنین نتایج حاصل از مطالعات گذشته، سوابق موجود مهم ترین معیارها و گزینه های کنترلی استخراج، تدوین و گردآوری شدند (۲۰). (جدول ۱)

2- Fuzzy Analytical Hierarchy Process
3- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

جدول (۱)- گزینه های کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی و معیار های اولویت بندی آن ها در صنعت رنگ کاری

گزینه های کنترلی	معیار های اولویت بندی
A_1: تغییر فرآیندی شیوه ی عملیات	B_1: هزینه (مقرون به صرفه بودن روش)
A_2: تدوین برنامه ی چرخشی کار	B_2: به روز بودن
A_3: آموزش	B_3: میزان رضایت مندی کارگران از به کارگیری روش
A_4: خودکار کردن آب کاری قطعات به جای حمل دستی مواد	B_4: کارآیی روش
A_5: برنامه ریزی کار و استراحت	B_5: سهولت استفاده از روش
A_6: استفاده از لوازم حفاظت فردی مناسب	B_6: میزان ایمن بودن روش
A_7: جایگزین کردن مواد با ریسک پایین به جای مواد با ریسک خیلی بالا	B_7: قابلیت اجرایی روش
A_8: جداسازی قسمت های پر خطر از دیگر قسمت ها	



شکل (۱)- درخت تصمیم گیری جهت اولویت بندی روش های کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی

دلفی روش مطالعه چند مرحله ای برای گردآوری نظرات در موارد ذهنی بودن موضوع و استفاده از پاسخ های نوشتاری به جای گردهم آمدن یک گروه متخصص است و هدف اجماع با امکان اظهار نظر آزادانه و تجدید نظر عقاید با تخمین های عددی به دست می آید (۲۱).

سپس درخت تصمیم گیری در سه سطح (سطح اول هدف، سطح دوم معیار و سطح سوم گزینه های کنترلی تشکیل شد.

اولویت بندی روش های کنترل مواجهه ی پوستی با مواد شیمیایی ماتریس تصمیم که در آن تعداد سطرها برابر با تعداد گزینه ها و تعداد ستون ها برابر تعدادمعیارها بود، تشکیل شد.

برای بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم، (تبدیل معیار ها با ابعاد مختلف به معیار هایی بی بعد) از روش نرم[۴] استفاده شد.

در نهایت وزن دهی و اولویت بندی به معیار ها با استفاده از روش FAHP (چانگ) و اولویت بندی گزینه های کنترلی با استفاده از روش تاپسیس از طریق نرم افزار Excelانجام گرفت.

نظریه فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پرفسور لطفی عسگر زاده دانشمند ایرانی تبار و استاد دانشگاه برکلی آمریکا عرضه شد. نظریه فازی نظریه ای است برای اقدام در شرایط عدم اطمینان که قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم هایی را که نادقیق و مبهم هستند به شکل ریاضی در آورده و زمینه

4-Norm

جدول(۲)- اعداد فازی مثلثی مربوط به هر یک از متغیر های زبانی چانگ(۲۲).

مقیاس زبانی	متغیر فازی مثلثی معادل	معکوس متغیر فازی مثلثی معادل
اهمیت یکسان	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)
برتری متوسط	(۱/۲,۱,۳/۲)	(۲/۳,۱,۲
برتری ضعیف	(۱,۳/۲,۲)	(۱/۲,۲/۳,۱)
برتری قوی	(۳/۲,۲,۵/۲)	(۲/۵,۱/۲,۲/۳)
برتری بسیار قوی	(۲,۵/۲,۳)	(۱/۳,۲/۵,۱/۲)
برتری مطلق	(۵/۲,۳,۷/۲)	(۲/۷,۱/۳,۲/۵)

را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد (۱۶). در این پژوهش به دلیل کاربرد گسترده اعداد فازی مثلثی، روش چانگ استفاده شد. روش چانگ روش نسبتاً ساده ایست که در تحلیل روش سلسله مراتبی فازی استفاده می شود. این روش از مقایسه درجه احتمال بزرگ تر بودن دو عدد فازی برای محاسبه وزن بهره می گیرد.

اساس مقایسه در روش های مذکور مستلزم طی گام هایی به شرح ذیل می باشد:

۱-وزن دهی معیار و گزینه ها با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی فازی(FAHP)

۱-۱-تشکیل ماتریس تصمیم گیری در مقایسه معیار ها یا گزینه ها با استفاده از میانگین حسابی نظرات کارشناسان، در این مرحله برای مقایسه گزینه ها یا معیار ها از اعداد فازی مثلثی استفاده شد. برای بیان میزان اهمیت هر شاخص در اولویت بندی راه‌های کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی از متغیر های زبانی در طیف ضعیف تا مطلق و به منظور تبدیل متغیر های زبانی به اعداد فازی مثلثی از نظر و قضاوت خبرگان استفاده گردید (جدول۲)

۱-۲-با توجه به نظرات خبرگان تمام اعداد فازی (یک عدد فازی مثلثی که با(M،D،H)نشان داده می شود با استفاده از رابطه زیر بر اساس تابع عضویت به صورت دیفازی در آمده و سپس در ماتریس زوجی قرار گرفته است (۲۳).

$$\begin{Bmatrix} 1 & \text{if}(H_2 \geq H_2) \\ 0 & \text{if}(\mathrm{M}_2 \geq \mathrm{D}_1) \\ \dfrac{\mathrm{M}_1 - \mathrm{D}_2}{(\mathrm{H}_2 - \mathrm{M}_2) - (\mathrm{H}_1 - \mathrm{D}_1)} & \text{otherwise} \end{Bmatrix}$$

۱-۳-ماتریس مقایسه زوجی به شکل زیر ترسیم می گردد (۲۳):

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} 1 & \widetilde{c_{12}} & \dots & \widetilde{c_{1n}} \\ \widetilde{c_{21}} & 1 & \dots & \widetilde{c_{2n}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \widetilde{c_{n1}} & \widetilde{c_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

۲-رتبه بندی راه های کنترلی مواجهه پوستی با مواد شیمیایی با استفاده از روش تاپسیس: در این روش گزینه ها بر اساس شاخص های ورودی و فاصله از نقطه ایده آل مثبت و منفی مورد ارزیابی قرار می گیرد. بنابراین گزینه ای به عنوان بهترین گزینه انتخاب می شود که بیش ترین فاصله را با ایده آل منفی و کم ترین فاصله را با ایده آل مثبت داشته باشد. مراحل ارزیابی تاپسیس به شرح زیر می باشد (۲۴).

۲-۱-کمی سازی و بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم(N): برای بی مقیاس سازی، از بی مقیاس سازی نورم استفاده می شود.

$$V = N \times W_{n \times n}$$

۲-۲-به دست آوردن ماتریس بی مقیاس موزون(V): ماتریس بی مقیاس شده(N) را در ماتریس قطری وزن ها ضرب می کنیم

۲-۳-تعیین راه حل ایده آل مثبت و منفی: به صورت زیر تعریف می شوند:

{بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V}= راه حل ایده آل مثبت:(V_j^+)

{بردار بدترین مقادیر هر شاخص ماتریسV}= راه حل ایده آل منفی: :(V_j^-)

بهترین مقدار برای شاخص های مثبت، بزرگ ترین مقدار تخصیص یافته به آن شاخص به ازای گزینه های مختلف در ماتریس بی مقیاس موزون است و برای شاخص های منفی، کوچک ترین مقدار تخصیص یافته است. به هنگام تعیین راه حل ایده آل منفی این رابطه برعکس می شود.

۲-۴-به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده آل مثبت و منفی: فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده آل مثبت و فاصله هر گزینه تا ایده آل منفی بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^+)2} \text{ و } i = 1و2 \ldots . . m$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^-)2} \text{ و } i = 1و2 \ldots . . m$$

۲-۵-تعیین ضرایب نزدیکی (CL*) یک گزینه به راه حل ایده آل:

$$CL_i^* = \frac{d_i^-}{d_i + d_i^+}$$

۲-۶-رتبه بندی گزینه ها: هر چه مقدار CL بیش تر باشد نشان دهنده بهتر بودن آن گزینه است. به بیان دیگر بهترین گزینه، گزینه ای است که نزدیکی نسبی بیش تری به راه حل ایده آل داشته باشد.

لازم به یادآوری است سازگاری ماتریس های مقایسه زوجی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از مهم ترین موضوعاتی است که باید همواره در فرآیند تصمیم گیری لحاظ شود. سازگاری قضاوت در فرآیند مذکور با محاسبه نسبت سازگاری مورد ارزیابی قرار می گیرد.

برای بررسی سازگاری ماتریس های مقایسه زوجی نسبت سازگاری[5] (CR)، از تقسیم شاخص سازگاری[6] (CI) بر شاخص یک نسبت ماتریس تصادفی[7] (RI)، به دست می آید که شاخص سازگاری میزان انحراف از سازگاری را نشان می دهد که طبق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\mathrm{CR} = \frac{CI}{RI}$$

$$\mathrm{CI} = \frac{y_{max} - n}{n - 1}$$

در فرمول بالا n اندازه ماتریس مقایسه زوجی، y_{max} بیش ترین مقدار ماتریس مقایسات و RI شاخص سازگاری تصادفی است که می توان آن را از جدول استخراج نمود (۲۵). اگر مقدار CR به دست آمده کم تر از ۰/۱ باشد، مقایسه انجام شده قابل قبول می باشد، در غیر این صورت، مقایسات بار دیگر باید با اطلاعات بیش تر و به صورت دقیق تری انجام گیرد (۲۵، ۲۶).

یافته ها

در این مطالعه برای کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی، ۸ گزینه شناسایی گردیدند که این

5 Consistency Ratio
6 Consistency Index
7 Random Consistency Index

گزینه ها بر اساس ۷ معیار و با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی و تاپسیس اولویت بندی شدند (جدول ۳). نتایج حاصل از اولویت بندی معیار ها با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی در نمودار (۱) ارایه شده است. در جدول (۴) نیز نتایج اولویت بندی گزینه های کنترلی مواجهه پوستی با مواد شیمیایی در کارخانه رنگ کاری مورد مطالعه با استفاده از روش تاپسیس نشان داده شده است.

همان طور که در نمودار (۱) مشاهده می شود، در بین معیار های موجود در انتخاب راه کار های کنترلی مواجهه پوستی با مواد شیمیایی در صنعت رنگ کاری مورد مطالعه، به ترتیب میزان ایمن بودن روش و قابلیت اجرایی روش بالاترین و به روز بودن و هزینه(مقرون به صرفه بودن روش) کم ترین امتیاز

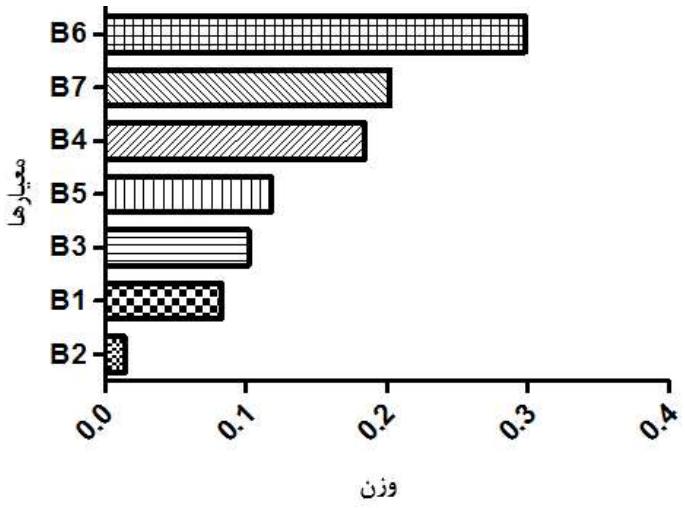
جدول (۳)- اطلاعات پردازش شده اولویت بندی گزینه های کنترلی مواجهه پوستی با مواد شیمیایی بر اساس معیارهای مورد بررسی با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی و تاپسیس

معیارها	وزن معیار ها	گزینه های کنترلی							
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
B_1*	۰/۰۸۲۲۶	۷/۰۴۷۱	۳/۸۹۲۸	۳/۹۲۲۳	۷/۱۶۰۴	۵/۵۴۱۰	۴/۷۵۵۸	۶/۷۹۲۷	۶/۰۱۳۲
B_2	۰/۰۱۳۸۱	۵/۶۳۵۷	۴/۴۷۵۳	۴/۸۶۶۲	۶/۳۸۴۹	۳/۹۱۸۱	۴/۴۱۱۶	۶/۴۱۹۶	۴/۶۶۵۵
B_3	۰/۱۰۱۸۷	۵/۸۰۴۰	۵/۵۴۳۲	۶/۰۹۶۵	۶/۸۶۲۸	۵/۸۷۵۲	۴/۸۵۳۰	۶/۶۷۰۸	۶/۵۹۰۲
B_4	۰/۱۸۴۱۳	۷/۴۱۴۵	۵/۹۶۶۲	۶/۱۰۱۲	۷/۰۰۱۵	۵/۵۲۴۱	۵/۸۲۳۰	۶/۹۳۹۰	۶/۵۶۵۲
B_5	۰/۱۱۷۵۳	۳/۹۹۹۴	۶/۰۶۲۰	۷/۳۷۴۴	۵/۰۶۷۷	۵/۳۷۹۶	۴/۶۷۴۲	۵/۰۷۸۷	۶/۲۴۵۱
B_6	۰/۲۹۸۱۱	۶/۸۱۴۸	۶/۵۶۸۸	۷/۲۰۳۱	۶/۹۶۵۹	۴/۸۶۱۱	۵/۴۵۲۸	۷/۵۹۳۰	۶/۹۰۲۳
B_7	۰/۲۰۲۲۶	۳/۴۶۲۸	۶/۱۶۴۶	۷/۷۰۴۵	۶/۰۰۲۰	۴/۰۶۳۷	۶/۸۷۷۰	۴/۷۷۷۶	۶/۵۳۵۱

*معیار معکوس

A1: تغییر فرآیندی شیوه ی عملیات، A2: تدوین برنامه ی چرخشی کار، A3: آموزش، A4: خودکار کردن آب کاری قطعات به جای حمل دستی مواد، A5: برنامه ریزی کار و استراحت، A6: استفاده از لوازم حفاظت فردی مناسب، A7: جایگزین کردن مواد با ریسک پایین به جای مواد با ریسک خیلی بالا، A8: جداسازی قسمت های پر خطر از دیگر قسمت ها

B1: هزینه(مقرون به صرفه بودن روش)، B2: به روز بودن، B3: میزان رضایت مندی کارگران از به کارگیری روش، B4: کارآیی روش، B5: سهولت استفاده از روش، B6: میزان ایمن بودن روش، B7: قابلیت اجرایی روش



نمودار(۱)- اولویت بندی معیار ها بر اساس وزن نسبی آن ها به منظور انتخاب روش های کنترل مواجهه ی پوستی با مواد شیمیایی در کارخانه رنگ کاری مورد مطالعه

جدول (۴)- نتایج اولویت بندی گزینه های کنترلی مواجهه پوستی با مواد شیمیایی در کارخانه رنگ کاری مورد مطالعه با استفاده از روش تاپسیس

گزینه های کنترلی	ایده آل مثبت	ایده آل منفی	وزن نسبی نهایی
A۳	۰/۰۱۵۴	۰/۰۶۹۰	۰/۸۱۷
A۲	۰/۰۳۰۷	۰/۰۴۷۹	۰/۶۰۹
A۴	۰/۰۳۲۷	۰/۰۵۰۳	۰/۶۰۶
A۸	۰/۰۳۲۹	۰/۰۴۷۰	۰/۵۸۸
A۷	۰/۰۴۰۵	۰/۰۵۱۵	۰/۵۵۹
A۶	۰/۰۴۵۵	۰/۰۴۲۷	۰/۴۸۴
A۱	۰/۰۵۸۳	۰/۰۳۹۴	۰/۴۰۳
A۵	۰/۰۶۵۰	۰/۰۱۹۸	۰/۲۳۳

را به خود اختصاص دادند. پس از مشخص شدن وزن نسبی معیار ها و گزینه ها، با ادغام وزن های نسبی به دست آمده، در نهایت اولویت بندی گزینه ها با توجه به معیار های مورد مطالعه با استفاده از روش تاپسیس ارایه گردید (جدول۴). همان طور که این جدول نشان می دهد، گزینه های کنترلی آموزش و تدوین برنامه ی چرخشی کار بالاترین امتیاز و برنامه ریزی کار و استراحت امتیاز را در بین گزینه های کنترلی مواجه با مواد شیمیایی در صنعت رنگ کاری به خود اختصاص دادند.در ضمن نتیجه محاسبات میزان سازگاری معیار ها و گزینه ها نشان داد که در تمامی موارد میزان ناسازگاری کم تر از ۱۰ درصد بوده است در نتیجه اولویت بندی مقایسه زوجی ماتریس ها قابل قبول بوده است.

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر، با هدف شناسایی معیار ها و گزینه های کنترلی مواجهه پوستی با مواد شیمیایی و اولویت بندی آن ها در یک کارخانه رنگ کاری با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی و تاپسیس انجام شد. در این مطالعه الگویی از ساختار تصمیم گیری بر مبنای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس در خصوص کنترل مواجهه ی پوستی با مواد شیمیایی در صنعت رنگ کاری و صنایع مشابه ارایه گردید. این روش ها با بهبود فرآیند تصمیم گیری به صورت سیستماتیک و علمی می توانند به عنوان روش های موثر و کارآمدی در اولویت بندی روش های کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی به کار روند و در این راه به عنوان راهنمایی در جهت کمک به مدیران و کارشناسان صنعت مورد نظر و صنایع مشابه بوده و محیطی امن برای کارگران و کارکنان آن ها فراهم نماید. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه مهم ترین معیار های انتخاب روش های کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی از نظر خبرگان، «میزان ایمن بودن روش» با وزن نسبی ۰/۲۹۸ بیش ترین اهمیت و معیار «به روز بودن روش» با وزن نسبی ۰/۰۱۳۸ کم ترین اولویت را از بین ۷ معیار پیشنهادی از لحاظ کلیه جنبه های اقتصادی، مهندسی، فنی را به خود اختصاص داده است.

هم چنین بر اساس نتایج حاصل از مقایسه گزینه ها نسبت به هدف انتخاب مناسب ترین روش کنترلی مواجهه پوستی با مواد شیمیایی از لحاظ کلیه جنبه های اقتصادی، مهندسی و فنی در صنعت رنگ کاری مشخص شد که مناسب ترین گزینه کنترلی

«آموزش» با وزن نهایی ۰/۸۱۷ و «برنامه ریزی کار و استراحت» با وزن نسبی ۰/۲۳۳ از کم ترین اهمیت برخوردار می باشد.

بر اساس یافته های این مطالعه آموزش به عنوان بهترین روش کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی در صنعت رنگ کاری شناخته شد. در مطالعه‌ای که توسط مک فرلان[8] و همکاران انجام شد نیز آموزش کارگران به همراه استفاده از وسایل حفاظت فردی به عنوان موثرترین راه کار کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی معرفی گردید (۳۰).

اگر چه تا کنون مطالعات متعددی در رابطه با مواد شیمیایی در محیط های مختلف کاری انجام شده است (۲۷، ۲۸، ۲۹)، لکن بر اساس بررسی های محققین، مطالعه ای در ارتباط با اولویت بندی راه کار های کنترل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره یافت نشد. با این حال نتایج این مطالعه از این جهت که روش های تصمیم گیری چند معیاره می توانند در اولویت بندی راه کارهای کنترل آلودگی های محیطی مورد استفاده قرار گیرند، با سایر مطالعات از جمله مطالعات گل محمدی و همکاران (۳۱ - ۳۲) و مطالعه سخاوتی و همکاران (۳۳) در خصوص اولویت بندی راه کارهای کنترل آلودگی صوتی ، مطالعه گل بابایی در مورد اولویت بندی روش های کنترل آلودگی هوا (۳۴) و مطالعات Bottero (۳۵) و Kalbar (۳۶) در خصوص راه کارهای کنترل آلودگی های پساب هم خوانی دارد.

در تحقیق حاضر علاوه بر مشخص کردن واحد های در معرض مواجهه پوستی با مواد شیمیایی به اولویت بندی اه کارهای کنترلی مواجهه پوستی با مواد شیمیایی پرداخته که این امر به مدیریت و کارشناسان بهداشت حرفه ای و ایمنی صنعت مورد نظر و دیگر صنایع مشابه در جهت صرفه جویی در هزینه ها و زمان به کارگیری روش های کنترلی کمک شایانی می کند. با توجه به اهمیت آموزش در کنترل مواجهه پوستی در صنعت رنگ‌کاری، لازم است مدیران این صنعت اقدامات لازم را جهت برنامه‌ریزی و اجرای موثر برنامه‌های آموزشی به کار گیرند. هم چنین نتایج این مطالعه نشان داد استفاده از روش های سلسله مراتبی فازی و تاپسیس می توانند به عنوان روشی کارآمد در اولویت بندی گزینه ها با توجه به هدف و معیار های مورد مطالعه مورد استفاده قرار گیرند.

از مهم ترین محدودیت های این مطالعه، بهینه نبودن نتایج رویکرد ارایه شده با توجه به ماهیت روش های تصمیم گیری چند شاخصه می باشد که به دلیل استفاده از نظرات افراد خبره در بخش هایی از این رویکردها، نمی‌توان آن ها را کاملاً دقیق و عاری از خطا دانست. با این حال استفاده از رویکرد های پیشنهادی به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم و تحلیل تفاوت های آن ها با سایر رویه ها، بسیار مفید و راه گشا بوده و اطمینان به صحت تصمیمات اتخاذ شده را افزایش می دهند. هم چنین از مزایای مطالعه نیز می توان به تعمیم دادن تحقیق برای همه صنایعی اشاره کرد که معضل مواجهه پوستی با مواد شیمیایی داشته اند و نیازمند تصمیم گیری در زمان کم برای انتخاب بهترین روش کنترلی مواجهه می باشند. پیشنهاد می گردد در مطالعات آتی با در نظر گرفتن اثر متقابل بین عوامل، از دیگر روش های تصمیم گیری چند معیاره از قبیل فرآیند تحلیل شبکه‌ای[9]، ویکور[10] و روش وزن‌دهی ساده (SAW[11]) و دیمتل[12] جهت رتبه بندی استفاده گردد.

8-MacFarlane E

9- Analytical Network process
10- Vlse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje (VIKOR)
11- Simple Additive Weighting
12- Decision Making Trial And Evaluation (DEMATEL)

نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس(FAHP&TOPSIS) می تواند به عنوان روشی موثر جهت تصمیم گیری و اولویت بندی موضوعات مختلف از جمله راه کارهای کنترل آلودگی های محیط کار مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه، در کارخانه رنگ مورد مطالعه، آموزش به عنوان بهترین راه کارهای کنترل مواجهه ی پوستی با مواد شیمیایی بر اساس معیارهای مورد بررسی شناسایی شد که می تواند در جهت ارتقاء سطح سلامت پوستی کارکنان مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله با شماره طرح 9772-42-01-94 از سوی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز مورد حمایت قرار گرفته است. از کلیه کارشناسان بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت و کارشناسان ایمنی و بهداشت صنعت رنگ کاری و مرکز بهداشت شهرستان به دلیل همکاری صمیمانه شان در اجرای طرح قدردانی می گردد.

REFERENCES

1. Saoen A, et al. Occupational injuries and disorders in west European countries. IJMS. 2002;27:71-169.
2. Romagnoli C,Polidori G,Cataldi L, et al. Occupational disorders in Japanese workers. J OccupInt. 1979;5:6-815.
3. Hookan N, et al. Work related dermato affected disorder: an overview. 2005;20:1363-4.
4. Rom WN, Markowitz SB. Environmental and occupational medicine.4th ed. Wolter Kluwer Health; 2007. (in book).
5. Oppl R,Kalberlah F, Evans PG, Van Hemmenjj. A toolkit for dermal risk assessment and management: an overview. Annals of Occupational Hygiene. 2003;47:40-629.
6. Mathias CGT, Morrison JH. Occupational skin disease United State: results from the Bureau of Labor Statistics Annual Survey of Occupational Injuries and Illnesses, 1973 Through 1974. Archives of Dermatology. 1998;124:40-1519.
7. Jahangiri M,Norouzi M. Management and risk assessment. 1th ed. Tehran: Fanavaran; 2012. (in Persian).
8. Money CD, Margary SA. Improved use of workplace exposure data in the regulatory risk assessment of chemicals within Europe. Annals of Occupational Hygiene. 2002;46(3):58-279.
9. Herber RFM, Duffus JH, Christensen JM, Olsen E, Park MV. Risk assessment for occupational exposure to chemicals. A review of current methodology. Pure and Applied Chemistry. 2001;73(6):993-1031.
10. Avtin N, Coen PG, et al. Job could affected and dermato hygiene. J IntDerm Am. 2004;19:31-1225.
11. Jahangiri M, parsarad M. Health risk assessment of harmful chemicals: case study in a petrochemical industry Iran occupational risk. 2011;7(4):18-24. (in Persian).
12. Nicholson PJ. Occupational contact dermatitis: known knows and known unknowns. Clinics in Dermatology. 2011;29:325-330.
13. Budak E,Catay B,Cimren E. Development of a machine tool selection system using AHP. Industrial and System Engineering,The Ohio State University; 1971.
14. Sharifi MA,&Herwijnen MV. Spatial decision support systems. International institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). 2003:201.
15. Kˇremenov´ O. Fuzzy modeling of soil maps. Helsinki University of Technology Department of

Surveying. 2004:81.

16. Momeni M. New approach in operation research. First edition. Tehran: Management College of Tehran University Press; 2006.(in Persian).
17. Chen C T. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy Sets and Systems. 2000;114:1-9.
18. Shyur H J. COTS evaluation using modified TOPSIS and ANP. Applied Mathematics and Computation. 2006;177:251-259.
19. Landeta J. Current validity of the Delphi method in social sciences. Technological forecasting and social change. 2006;73(5):82-467.
20. Aghlinejad M, Mostafaei M. occupational medicine practice. 8th ed. Publicer arjmand; 2001:200-245. (in book).
21. Burns N, Grove S. The practice of nursing research. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 2001. (in book)
22. Chang DY. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European Journal of Operational Research. 1996;95:649–655.
23. Dehghanipoor M, Omidvari M, Golbabaiei F. Determining the optimal index of heat stress in foundry, die casting and road construction industries using FAHP-Topsis. JHSW. 2016; 6 (4) :75-84
24. Zhang F,Qingyuan LI."Improve on Dijkstra shortest path algorithm huge data, ISPRS conference", China. 2000:1-4.
25. Alavi, I. Fuzzy AHP method for plant species selection in mine reclamation plans: case study sungun copper mine. Iranian Journal of Fuzzy Systems.2014;11(5):41-49.
26. Saaty TL. "A scaling method for priorities in hierarchical structures." Journal of mathematical psychology. 1997;15(3):234-281.
27. Hugson GW, Galea KS, Hiem KE. Characterization and assessment of dermal and inhalable nickel exposures in nickel production and primary user industries. Ann Occup Hyge 2009, in press. doi: 10.1093/annhyge/mep068.
28. Shahabod N, Mansouri N, Bayat M, Nouri J, Ghoddousi J. A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach to Identify and Prioritize Environmental Performance Indicators in Hospitals. ijoh. 9(2):66-7.
29. Tanha F, Rangkoy H, Marzban M, Kazemi E, Rasoolikalami F, Debiehkhosravi A. An Approach to the Control Management of Gaseous Pollutants Emissions from Power Plants Using Analytic Hierarchy Process (AHP). ijoh. 7(1):27-1.
30. MacFarlane E, Smith P, Keegel T. Chemical Control Measures for Dermal Exposure in Australian Workplaces. Journal of occupational and environmental medicine. 2013 Nov 1;55(11):1345-9.
31. Eshaghi M, Golmohammadi R, Riahi Khorram M. Prioritizing of Noise Control Methods in the Hamadan Glass Company by the Analytical Hierarchy Process (AHP). JHSW. 2012; 2 (1) :75-84
32. Golmohammadi R, Moazaz F, Aliabadi M. The noise control prioritizing index in a tire manufacturing company. johe. 2017; 4 (3)
33. Sekhavati E, Mohammadi Zadeh M, Mohammad Fam E, Faghihi Zarandi A. Prioritizing methods of control and reduce noise pollution in Larestan cement Factory using analytical hierarchy process (AHP). TB. 2014; 13 (2) :156-167
34. Golbabaei F, Azar A, Ganji Kazemian M. Designing a model for selection of air pollution control equipment using fuzzy logic . JHSW. 2014; 4 (2) :37-50
35. Bottero, M.; Comino, E.; Riggio, V., (2011). Application of the Analytic Hierarchy Process and the Analytic Network Process for the assessment of different wastewater treatment systems. Environmental Modelling & Software, 26, 1211-1224
36. Kalbar, P.P.; Karmakar, S.; Asolekar, S.R., (2013). The influence of expert opinions on the selection of wastewater treatment alternatives: A group decision-making approach. Journal of Environmental Management, 128, 844-851.

Journal of Health and Safety at Work Vol. 8; No. 4; Winter 2019

Prioritizing strategies of skin exposure with chemical in a painting company using fuzzy analytical hierarchy process & TOPSIS

Mehdi Jahangiri[1], Hossein Molaei Far[2]*, Marzieh Honarbaksh[2], Payam Farhadi[3], Behboud Khani Moselo[2], Fazal Rajabi[2]

[1] Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

[2] M.Sc., School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

[3] M.Sc., Department of Industrial Management, School of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: Skin disease caused by exposure to the chemicals is one of the major health-related problems in the workplaces. This study has done to prioritize the strategies for skin exposure with chemical in a painting company.

Material and Method: In this analytical cross-sectional study 7 criteria and 8 selection control methods were initially chosen by surveying the existing records and through the assessments of expert panel and checking the result of previous studies. Subsequently, control strategies were prioritized according to the criteria using Fuzzy Analytical Hierarchy process & TOPSIS.

Result: Results of the paired comparison showed that the safety of the control strategy (w=0.298) and it's up to date (w=0.0138) were the most and least important criteria for skin control strategies. Among skin control strategies for chemical exposure, the highest and lowest importance were for training (w=0.817) and work-rest schedule (w=0.233), respectively.

Conclusion: In this study, training was determined as the best control strategies for skin chemical exposure in the studied painting company according to the investigated criteria. This decision-making process could be applied for promotion of the skin health among workers.

Key words: *Prioritize, Chemical Control, Painting, Fuzzy Analytical Hierarchy Process, TOPSIS*

* Corresponding Author Email: *molaeifar20@gmail.com*