ICCPGE-2016, 1, 703-712

تقييم و تحليل كمي للمخاطر الصناعية بمصنع الصلب رقم (1) بالشركة الليبية للحديد والصلب، و الطرق المقترحى للتحكم فيها

[*] مفتاح ابوسوير [1] ، مالك امجيعي [2] ، سليم السريتي [2]

[1] كلية العلوم التقنية مصراته

[2] كلية الهندسة، جامعة مصراته

*البريدي الإلكتروني: mabuswer@dal.ca

ملخـــص البحـــث

لقياس مقدار الأخطار داخل المصانع الأنتاجية, خصوصا التي بها ألات ضخمة وأفران او تفاعلات كيميائية, يجب حساب المخاطر والتعامل معها بطريقة إدارة المخاطر الكمية Quantitative Risk Management و مقارنتها بالمعدلات العالمية وفقا لنظريات و طرق معتمدة من هيئات الأمن والسلامة ومنع الخسائر دولية. وقد تم تطبيق دراسة و تحليل المخاطر داخل قسم الأفران و قسم الصب بمصنع الصلب رقم (1) بالشركة الليبية للحديد و الصلب بمدينة مصراته. تم جمع البيانات والمعلومات من سجلات الحوادث لسنة 2010 م بمصنع الصلب رقم (1)، و بناء عليها تم حساب قوة الصدمة Impact لكل حادث، وفقا لمقدار الإصابة المسجلة, و تم تقسيم المنطقة المحيطة بالأفران الي ثلاث مناطق، حسب نسبة الخطورة، وكذلك حساب احتمالية الحدوث Probability of Occurrenceمن تاريخ الحوادث بالسجلات. تم حساب المخاطر الفردية Individual Risk لكل منطقة, ومعدل الحوادث المميتة Fatal Accident Rate، وعليه تم معرفة مدى قبول الخطر Acceptable Risk من عدمة وفقا للمعايير الدولية. الاستنتاجات بينت أن معدلات الخطر والحوادث المميتة مرتفع حسب المقاييس العالمية المتعارف عليها خصوصا بقسم الأفران وقسم الصب بالمصنع. وقد أوصى البحث على ضرورة تطبيق إدارة الأمن والسلامة بالعمليات الصناعية Process Safety Management, والعمل على تدريب العاملين وتطوير مهاراتهم و نشر ثقافة السلامة المهنية Safety Culture بينهم, وذلك لأن الأفعال الغير أمنة وأشباه الحوادث المتكررة، مؤشرات وعلامات لحوادث قد تكون مدمرة مستقبلا.

الكلمات المفتاحية: إدارة أمن العمليات، الأمن والسلامة الصناعية، مصنع الحديد والصلب، الأخطار

1. المقدمة

تدل الإحصائيات السنوية الصادرة عن المنظمات الدولية بأن 110 مليون عاملاً يتعرضون لإصابات مختلفة و 180 ألف إصابة منها تؤدي للوفاة، وبذلك يكون معدل الإصابات 4 إصابات عمل كل ثانية، وحادث خطير كل 3 دقائق(1)، وحسب إحصائيات الشركة الليبية للحديد والصلب بمصراتة - ليبيا تقع حوادث بمتوسط 148 حادث في السنة، 1% منها حوادث مرور و 3% منها حرائق و96% منها حوادث صناعية. كما هو معروف أن مصنع الصلب يحتوي على أفران لصهر الحديد و بواثق للصب و أليات ثقيلة تتحرك داخل المصنع, وأن هناك تسيب واهمال لبرامج الأمن والسلامة من قبل العاملين خصوصا بهذه الفترة العصيبة التي تمر بها ليبيا, و من خلال الدراسة الاستطلاعية في مصنع الصلب رقم (1) بالشركة الليبية للحديد والصلب، بالإضافة إلي الشواهد التي استدلا بها، لوحظ كثرت الأفعال الغير أمنة داخل المصنع وكذلك عدم معالجة الحوادث وأشباه الحوادث يجعلها تتكرر وكذلك عدم تسجيلها في سجلات الحوادث بالشركة وهي مؤشرات لحدوث حوادث خطيرة مستقبلاً، وهذا إن دل على شيء إنما يدل على ضعف ثقافة الأمن والسلامة داخل المصنع.

بسبب كثرت الأفعال الغير أمنة وأشباه الحوادث والإصابات المختلفة داخل المصنع، والتي تؤدي إلى ارتفاع معدل الخطر داخل المصنع، وان هناك إصابات تزداد كل يوم نتيجة إلي غياب الوعي لدى العاملين والسياسات الفعالة للإدارة، والتي إن تم التغلب عليها ستؤدي الي زيادة الاهتمام بثقافة الأمن والسلامة لدى العاملين، وحث الإدارة على توعيتهم وتدريبهم وإرشادهم علي تتبع إجراءات

الأمن والسلامة والاهتمام بها وما لذلك من انعكاس إيجابي على انخفاض معدلات الحوادث والمخاطر المختلفة. وقد هدفت هذه الدراسة الي حساب المخاطر والتحكم فيها داخل المصنع الصلب رقم(1). وتتركز أهمية هذا البحث في توفير بيئة العمل الآمنة من المخاطر المختلفة، وحماية العاملين من الحوادث، رفع مستوى ثقافة الأمن والسلامة داخل المصنع، و حماية عناصر الإنتاج الثلاثة وهي القوى العاملة، الآلات (الماكينات، العدد)، المواد الأولية والمصنعة .

1-1 أبرز الحوادث التاريخية خلال 1970م- 1990م [2]

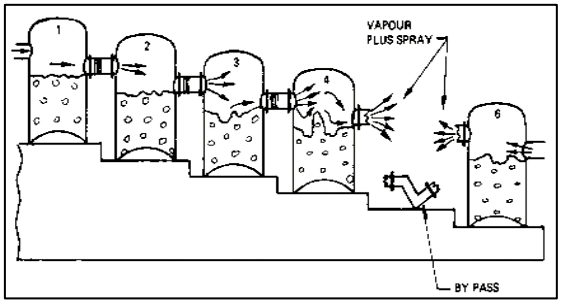
دراسة تاريخ الحوادث الصناعية يمكن أن يمدنا بمعلومات قيمة خصوصا من ناحية السلامة وتعلم الدروس المفيدة حتى لا تتكرر مرة أخرى، ومن أشهر الحوادث الصناعية خلال الأربع عقود الماضية و التي كان لها تأثير وصدمة مباشرة على مسيرة و مستقبل النظم و العمليات الصناعية، حيث قامت هيئات و منظمات الأمن والسلامة الصناعية عبر العالم بمراجعة، تعديل، و إضافة قوانين ولوائح ومعايير الأمن والسلامة الصناعية العالمية:

- **كارثة فليكسبرا Flixborough Disaster**

حدث حادث فليكسبرا يوم السبت 1974/06/22م حيث كان مصنع نايبرو والمصمم لإنتاج 70000 طن/سنة من حبيبات السيكلوهيكسنون Cyclohexanone وهو مادة أولية لصناعة النايلون. لتسريع عمليات التصنيع، صمم المصنع بستة مفاعلات كيميائية موصله على التوالي بأنابيب ذات أقطار 0.7 متر و أطوال 1.5 متر. حدث تسرب في المفاعل رقم 5 نتيجة شرخ في معدنه وخرج عن الخدمة، عندها قرر المهندسون إزالته، كما موضح بالشكل (1)، و حتى يستمر الإنتاج، تم ربط المفاعل رقم 4 مباشرتا مع المفاعل رقم 6 بأنبوب قطره 0.5 م و طوله 6.5 م بالأيضافة الي الأكواع Elbows، وذلك بدون الرجوع إلي حسابات تصميم المفاعلات وإعادة حساب الضغوط والتدفق، مما سبب في ضغط عالي أدى الي كسر في الوصلة وتسرب حوالي 30 طن من السايكلوهكسين السائل والذي تبخر تحت ظروف الجوية وكون سحابة غاز كبيرة جداً، اشتعلت السحابة بمصدر اشتعال مجهول خلال أقل من دقيقة من التسرب. نتج عن هذا الانفجار وفاة 28 عامل ودمار كامل المصنع بما فيه مكاتب الإدارة القريبة وكذلك إصابة 36 عامل أخر والانفجار امتد إلي المنازل والمحلات المجاورة، فقد أحرق 1821 منزل و167 محل تجاري وإصابة 53 من السكان واستمر الحريق لمدة 10 أيام حتى استطاع رجال الإطفاء إخماده.

- **كارثة بوبالBhopal Disaster**

من أسوأ الكوارث الصناعية في التاريخ، حدثت في مدينة بوبال في الهند عندما حصل انفجار في مصنع المبيدات لشركة يونيون كارباید في منتصف ليلة 3 ديسمبر1984م مما أدى إلى انطلاق غاز ميثيل إيزوسيانات وتعرض أكثر من نصف مليون نسمة لهذا لغاز ولمركّبات كيميائية أخرى، كما في الشكل (3)، بلغت حصيلة الوفيات الفورية الرسمية 2259 شخصاً، وأكدت حكومة ولاية ماديا براديش لاحقاً حصول 3787 وفاة نتيجة انطلاق الغاز وتشير تقديرات أخرى إلى موت ثمانية إلى عشرة آلاف خلال الأيام الثلاثة الأولى، وحوالي 25 ألف ماتوا في السنوات اللاحقة من أمراض متعلقة بالتعرض للغاز السام ويُقدّر عدد المتضررين الإجمالي بين 150 و600 ألف، وهذا يجعل كارثة بوبال أكبر الكوارث الصناعية في العالم من حيث عدد الضحايا وتأسست اللجنة الطبية الدولية ببوبال عام 1993م كرد فعل على الحادث.



الشكل (1)، طريقة توصيل المفاعلات الستة و خروج المفاعل رقم 5، بكارثة فلكسبرا

الشكل (2)، صورة خيالية لحادث بوهبال كما صورها شهود العيان

- **كارثة سيفيسوSeveso Disaster**

في 10 يوليو 1976م وقع انفجار في مصنع (ASEMCI) للمواد الكيميائية في مدينة سيفيسو في شمال ايطاليا، انطلقت على إثره سحابة من مادة (2,3,7,8-TetraChloriDibenzo para Dioxin TCDD) الديوكسين Dioxin ، في الغلاف الجوي، و هي مادة شديدة السمية، أدت إلى تلوث المنطقة المحيطة بها، ولم تحدث وفيات، إلا أن بعض الإصابات الطفيفة لحقت بنحو 200 شخص وكانت الحيوانات الداجنة هي الضحايا الرئيسية، وأثر تلوث الأرض في نحو 37000 شخص وقد فرضت قيود مدة 6 سنوات على منطقة مساحتها 1800 هكتار وكانت مساحة 110 هكتارات من أشد المناطق تأثرًا، وبلغت الكُلف المباشرة للحادث نحو 250 مليون دولار.

1.2 دراسات سابقة(3)

هناك الكثير من البُحاث طوروا عدة طرق لحماية المصانع وعمل منظومات إدارية متكاملة للأمن والسلامة لتقليل وتفادي الحوادث الصناعية ،وقد تم نشر هذه الطرق والأبحاث في مجلات علمية متقدمة ونذكر منها:

- في سنة 1990م قام البرفيسور عباسي و الدكتور خان بتطوير برنامج حاسوب أسمه (MAXCARED) "Maximum Credible Accident Analysis"، وهو طريقة لتحليل المخاطر في المصانع البتروكيميائية، و يتكون من خمس خطوات رئيسية (تجميع البيانات، تخمين سيناريوهات الحوادث، تحليل الصدمة، الرسومات، التوثيق) ،مما جعل MAXCARED من أفضل المنظومات التي لا تحتاج معها أي برامج مصاحبة أخرى لتخمين المخاطر.

- بعد عدة سنوات (2001م) قام نفس الفريق بتطوير برنامج حاسوب أخر باسم (TORAP) "Tool For Rapid Risk Assessment"، وهو منظومة متكاملة لتحقيق تخمين سريع للمخاطر المحيطة بالمصانع البتروكيميائية و قادرة على التعامل مع أنواع كثيرة من الانفجارات والنيران المحتملة.

- كذلك طور Bernatik & libisova (2004)، و Pula (2005)، و Gowland (2006) وكثير من الباحثين مثل Groen (2006) منظومات لتخمين المخاطر الصناعية.

- Papazoglou (2013) طور نموذج لتخمين المخاطر وبه نظام أمن إداري خاص بالمركبات الكيميائية.

- ابوسوير 2011م طور نظام متكامل لتخمين وحساب المخاطر الصناعية، حيث فاز هذا البحث كأفضل بحث يعرض في المؤتمر العالمي الثامن لمنع الخسائر ISHPMIE بيوكاهاما, اليابان. وقد تم إتباع نفس الخطوات في هذا البحث وذلك لحساب المخاطر في مصنع الصلب والحديد بمصراتة.

2. الحالة الدراسية Case study

الشركة الليبية للحديد والصلب :

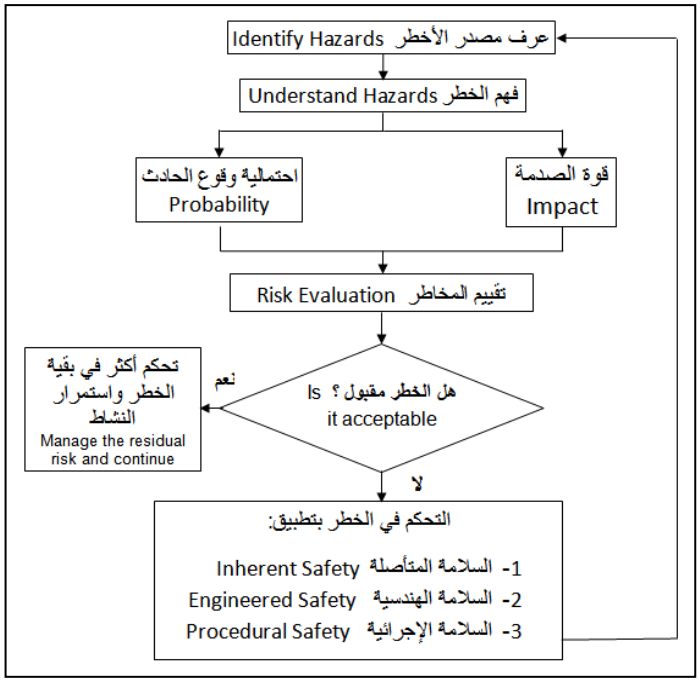
2.1 منهجية الدراسة :

اعتمدت الدارسة على تحليل البيانات التي تم استخراجها من أرشيف الحوادث التي وقعت خلال السنوات 2010م (28)، و الزيارات الميدانية، و المطبوعات التي أتيحت للبحاث للاطلاع عليها في المكتبات كالكتب والمجلات و رسائل الماجستير. هينرش (1931م) يعتقد بأن الحوادث البسيطة و التطبيقات الغير أمنة متماثلة ومتطابقة الأسباب الرئيسة للحوادث الخطيرة(30). وهو يؤكد أنه إذا تم التركيز على الأعمال الغير أمنة وعلى أشباه الحوادث سوف لن يحدث حادث خطير مدمر أو قاتل. الكثير من التحقيقات في الحوادث الصناعية المميتة والمدمرة، عن طريق الخبراء المتخصصين في التحقيقات، كانت نتائجهم بأنه هنالك عدة مؤشرات وعوامل تنبأ بحدوث حادث مدمر عن طريق الحوادث البسيطة وأن هناك إخلال بالنظام، والشكل (3) يوضح هرم هينرش حيث تسلسل الحوادث، وتتابعها بدائتا بالأفعال الغير أمنة الي أن تنتهي بالحوادث المميتة.

2.2 حساب المخاطر داخل المصنع الصلب رقم (1)

2.2.1 عملية إدارة المخاطر Risk Management

إدارة المخاطر هي عملية متكاملة تبدأ من تعريف مصدر الخطر، وتقدير قوة الخطر، ثم اتخاذ القرارات المناسبة للحد أو التحكم في هذا الخطر، كما موضح بالشكل (4)، إلى أن نتحصل على أقل ما يمكن من الخطر ويكون مقبول وفقاً لقوانين مكان العمل(3). من أشد المخاطر التي تواجه العاملين والصناعة بصورة عامة هي النيران والانفجارات والتسمم. من مميزات حساب المخاطر, هو تحويل الأخطار الموجودة والمحيطة بالمصانع الي أرقام تقارن بمعدلات أمان عالمية, من هذه المقاييس, مؤشر ALARP (As Low As Reasonably Practicable)، وهي (أقل ما يمكن بحيث عملياً قابل لتنفيذ)، وهو مؤشر طورته منظمة (إدارة الصحة والسلامة البريطانية) سنة 1974م لتحديد مقدار الخطر المسموح به داخل النظام ويأخذ في الاعتبار عدد العاملين أو السكان بالقرب من المصنع(4)، كما هو موضح بالشكل رقم (5). وهذه المنظمة بينت أن منطقة الأمان الكلي تبدأ من قيمة (6-10/سنة) أو أقل للخطر الفردي أو الجماعي، وسمحت بـ(4-10/سنة) أو أقل لقيمة الخطر الجماعي و(3-10/سنة) أو أقل للخطر الفردي واعتبرت القيمة إذا زادت عن(3-10/سنة) غير مسموح بها ويجب أن تتدارك وتقلل بإتباع مختلف طرق التحكم الآمنة(27).



شكل رقم 4 خطوات توضح عملية إدارة المخاطر

شكل رقم (3) هرم هينرش

تعريف وفهم مصدر الخطر

تعريف مصدر الخطر أهم خطوة في عملية تحليل المخاطر، تعريف الخطر يحدد بدقة خصائص الخطر وقوته عن طريق معرفة ما قد يحدث من مخاطر. هناك العديد من الطرق والتقنيات التي تستعمل في تعريف أي خطر في النظام مثل طريقة (What-If) وطريقة تحليل الخطر وعمليات التشغيل (HAZOP) وطريقة تحليل شجرة الخطأ (Fault Tree) وبعد الاطلاع على أرشيف الحوادث للشركة تبين أن ابرز مصادر الخطر داخل المصنع الصلب رقم (1)، كما موضحة بالجدول رقم (1).

جدول (1) ابرز مصادر الخطر داخل المصنع الصلب رقم (1)

مصدر الخطر	تفهم الخطر
الأفران	الحرارة العالية، الضجيج، غازات وأغبره سامة، تطاير مواد ،حروق
الآلات الصب	الحرارة العالية، إشعاعات، حروق، تطاير مواد، الإصابات الجسدية المباشرة
الآلات القطع واللحام	جروح، حروق، قطع ،إشعاعات، تطاير مواد
أعمال الرفع مناولة المواد	تعثر وانزلاق، سقوط أشياء، كدمات وجروح

تخمين المخاطر

تخمين المخاطر تبحث في الأسباب المحتملة لحدوث إصابات أو أمراض أو مضاعفتها على العاملين. خطوة تخمين المخاطر يجب أن تأخذ في الاعتبار كل العوامل الخطرة متضمنة الظروف الغير المتوقعة.

تحليل الخطر

هي إيجاد احتمالية حدوث الخطر، وما هي الصدمة المحتملة إذا وقع الحادث، يمكن إيجاد احتمالية وقوع الخطر عن طريق البيانات المتوفرة أو طريقة شجرة الخطر أو طريقة شجرة الحدث. كذلك يمكن تقدير حجم الصدمة من سجل البيانات وتاريخ الحوادث أو باستعمال طرق المحاكاة بالحاسوب للإنفجارات والحرائق. هذه الخطوة نقوم بتحليل الاحتمالية وتحليل الصدمة للحوادث التي تم رصدها من سجلات المصنع.

أ) تحليل الاحتمالية حدوث الخطر

تم تقسيم منطقة قسم الأفران إلي ثلاثة مناطق بحسب درجة الخطورة لكل منطقة حيث أن منطقة رقم (1) أشدها خطورة بحكم أنها ملاصقة للفرن وبها 3 عمال، والمنطقة رقم (2) أقل خطورة، وبها 6 عمال، والمنطقة رقم (3) أقلها خطورة، و بها 6 عمال، كما موضح بالشكل رقم (6).

الشكل (6) تقسيم المنطقة المحيطة بالأفران

وقد تم إستخدام نظرية هيرنش(5) لعدم وجود إحصائيات لأشباه الحوادث, فتم إستخدام نسب هيرنش بمعلومية الحوادث المميتة, لإجاد بقية المجاهيل مثل عدد الحوادث البسيطة واشباه الحوادث، كما بالشكل (6)، ومن السجلات المصنع تبين وقوع أربعة حوادث مميتة في المنطقة رقم (1)، و إثنين في المنطقة رقم (2)، و واحد فقط في المنطقة رقم (3), حيث ينتج لنا الأشكل (7-9).

الشكل رقم (7) نظرية هينرش للمنطقة (1) قسم الأفران

الشكل رقم (8) نظرية هينرش للمنطقة (2) قسم الأفران

الشكل رقم (9) نظرية هينرش للمنطقة (3) قسم الأفران

ولإجاد إحتمالية وقوع الحوادث، تم استخدام المعادلة التالية:

$$\text{الاحتمالية وقوع الحادث(4)} = \frac{\text{إجمالي عدد الحوداث}}{\text{ساعات العمل الفعلية}} \qquad (1)$$

حيث :

إجمالي عدد الحوادث = أشباه الحوادث

ساعات العمل الفعلية = (عدد أيام العمل في السنة * عدد ساعات العمل اليومية * عدد العاملين في المنطقة * عدد الورديات)

إذا, إحتمالية وقوع حادث في المنطقة رقم (1)

$$= \frac{1200}{3*3*8*365} = 0.0457$$

والشكل التالي يوضح نظرية هينرش للمنطقة رقم (2) لقسم الأفران، ومن السجلات المصنع اتضح وجود عدد اثنان حوادث مميتة وبهذا يتم ضرب قيم النظرية في (2)، وينتج الشكل التالي :

وباستخدام المعادلة رقم (1)، نوجد احتمالية وقوع الحوادث في المنطقة رقم (2) لقسم الأفران :

الاحتمالية في قسم الأفران في المنطقة رقم (2)

$$= \frac{600}{6*3*8*365} = 0.0114$$

والشكل التالي يوضح نظرية هينرش للمنطقة رقم (3) لقسم الأفران، ومن السجلات المصنع اتضح وجود حادث واحد مميت وبهذا تبقى النظرية كما هي، كما بالشكل التالي :

وباستخدام المعادلة رقم (1)، نوجد احتمالية وقوع الحوادث في المنطقة رقم (3) لقسم الأفران :

الاحتمالية في قسم الأفران في المنطقة رقم (3)

$$= \frac{300}{6*3*8*365} = 0.0057$$

ب) تحليل الصدمة

من خلال الاطلاع على الحوادث السابقة من السجلات المصنع وعدد ساعات العمل المفقودة تم تحليل الصدمة كالآتي: أفتراض أن نسبة الضرر (0%) تعني أنه لا توجد أضرار بشرية ومادية، أما نسبة الضرر (100%) تعني توجد أضرار مميتة أو تدمير شامل للمبني. وقد تم تقدير نسبة الأضرار وفقا للبيانات و سجلات الحوادث المتاحة لكل منطقة كالتالي:

قسم الأفران في المنطقة رقم (1) = 70 %

قسم الأفران في المنطقة رقم (2) = 40 %

قسم الأفران في المنطقة رقم (3) = 25 %

وتم تقدير النسب بناءاً على ما وجد في السجلات من حوادث وما تسبب من أضرار مادية و راحة طبية للعاملين بالمصنع.

تقييم المخاطر

أ) معدل الخطر الفردي في منطقة معينة(4)

$$IR = Pf,i * Fi \quad (yr\text{-}1) \qquad (2)$$

حيث

IR = Individual Risk الخطر الشخصي في منطقة معينة

Pf,i = i احتمالية إصابة مميتة

Fi = i احتمالية وقوع الحادث لكل سنة

متوسط معدل الخطر الفردي للمنطقة x, y

$$IRavg = \frac{\sum x,y \ IRx,y * Px,y}{P_T} \quad (yr\text{-}1) \qquad (3)$$

حيث

IRavg = متوسط قيمة الخطر الشخصي

Px,y = x,y عدد الأشخاص في المكان

PT = مجموع الأشخاص المتواجدين في المكان قيد الدراسة

باستخدام المعادلة رقم (2) نستخرج معدل الإصابة الفردي (IR) لكل منطقة

ب) معدل الحوادث المميتة(4) (Fatal Accident Rate (FAR

$$FAR = (ISIR * 10^8) / H$$

(حادث مميت\$10^8$ ساعة عمل) (4)

وتم حساب معدل الحوادث المميتة (FAR) باستخدام المعادلة رقم (4)، حيث ان (FAR) هو معدل الحوادث المميتة لكل 108 ساعة عمل بينما IRavg متوسط الخطر الفردي لكل سنة ويعتبر معدل الحوادث المميتة (FAR) في الصناعات مقبولاً حتى 30 حادث مميت\108 ساعة عمل، وبينما معدل الحوادث الطرقات حتى 57 حادث مميت\108 ساعة قيادة، ومعدل الحوادث في المنزل حادث واحد مميت\108 ساعة في المنزل(28).

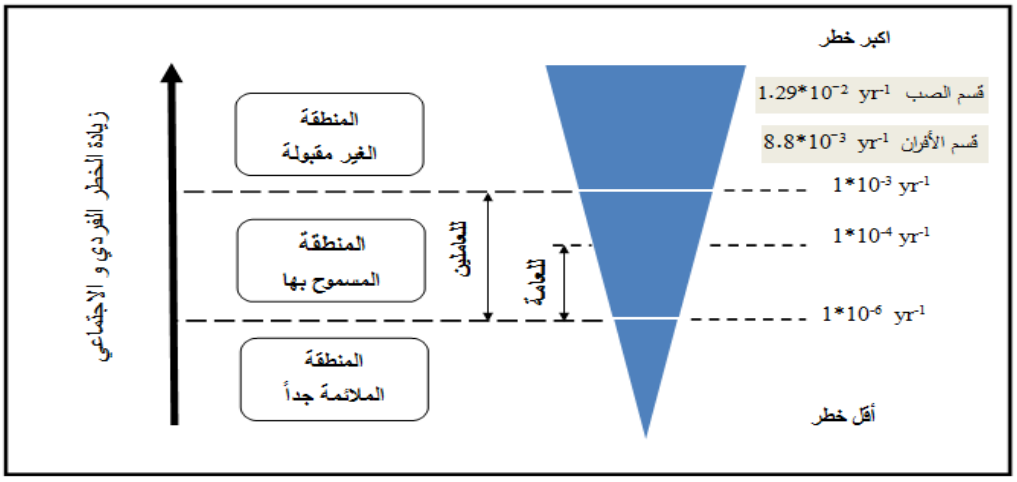
تم ادراج نتائج الحسابات في الجدول رقم 2، كالتالي :

جدول (2) حساب المخاطر

المنطقة	الاحتمالية F_i	الصدمة $P_{f,i}$	معدل الإصابة الفردي IR	عدد العاملين P_T	معدل الحوادث المميتة FAR
الأفران منطقة 1	0.0457	0.70	0.0320	9	59
الأفران منطقة 2	0.0114	0.40	0.0046	18	4
الأفران منطقة 3	0.0057	0.25	0.0014	18	1
الصب	0.0257	0.50	0.0129	12	18

هل الخطر مقبول ؟

وهي خطوة الحكم واتخاذ القرار وهي من يحدد هل الخطر المقبول أو غير مقبول باستخدام نظرية (ALARP)، إذا كانت الإجابة (نعم) تحكم أكثر في بقية الخطر واستمرار النشاط في المصنع، وإذا كانت الإجابة (لا) ننتقل إلي الخطوة الخامسة التحكم في الخطر. بناءاً على مقياس (ALARP) التي سبق ذكرها في الشكل رقم (5)، وجد أن معدل الخطر الفردي في قسم الأفران (1-yr 3-10*8.8) يقع في المنطقة الغير مقبولة أكبر من المعدل الخطر الفردي للعاملين وبذلك يكون معدل الخطر الفردي غير مقبول ، وفي قسم الصب وجد أن معدل الخطر الفردي (1-yr 2-10*1.29) يقع في المنطقة الغير المقبولة بناءًا على النظرية (ALARP)، كما هو موضح بالشكل (10)، وبالتالي يجب التحكم في الخطر في قسم الأفران وقسم الصب.



الشكل رقم (10) نظرية ALARP

التحكم في الخطر

هي عملية تطوير استراتيجيات التعامل مع الخطر، وتتضمن هذه الاستراتيجيات نقل المخاطر إلى جهة أخرى وتجنبها وتقليل آثارها السلبية وقبول بعضها أو كل تبعاتها، ويهدف التحكم بالمخاطر تخفيضها إلى مستويات مقبولة وتكون كالآتي :

- تقليل الغبار باستخدام ماكينات شفط بدلا من استخدام الطريقة اليدوية لأنها تجعل الغبار ينتشر.
- فرم الخردة وفرزها قبل شحنها للفرن وذلك لتجنب دخول المخلفات الخردة الخطرة للفرن.
- فرض طريقة عمل أمنة و بخطوات واضحة لأخذ العينات من الفرن.
- تقديم تقرير عن كل عمل غير أمن أو شبه حادث, و تسجيلة في سجلات الحوادث.
- فرض ارتداء معدات الأمن والسلامة الشخصية, و معاقبة المخالفين
- استبدال طريقة شحن الخردة للفرن باستخدام السيور الناقلة بدلاً من سلة الخردة، مما يقليل الضوضاء تحت الفرن، يسهل صهر الخردة مما يوفر بعض الوقت، عدم الاحتياج لفتح الفرن لشحن الخردة، أكثر أماناً من الطريقة السابقة.
- استبدال طريقة إضافة المواد بالعربة واستبدالها بالسيور الناقلة التي ينتج عنها تقليل المخاطر نتيجة حركة العربة.
- تغير طريقة اليدوية لإغلاق فتحة الموزع في آلة الصب بطريقة آلية أكثر أماناً مما تقلل من الاحتكاك المباشر مع المصهور.
- تغير آلية رفع الموزع في آلة الصب بحبال الرفع بأخرى ذات أقل مجهود لتثبيته ورفعه من مكانه لان الطريقة المستخدمة حالياً تتعب العمال وتسبب لهم ألام الظهر.

- توفير مخارج الطوارئ وسهولة الوصول إليها في حال حدوث الحوادث.
- توفير صيدلة مصغرة ومعدات طبية لمعالجة الإصابات الطارئة وتقليل من خطورتها.
- تحديد أماكن العمل بألوان مميزة بحيث تكون: الأحمر للخطر، الأصفر للتنبيه، الأزرق لأستعمال معدات معينة، الأخضر وضع أمن.
- متابعة منظومة التهوية من خبراء في هذا المجال وصيانتها بشكل دوري.

2.3 الاستنتاجات والتوصيات

2.3.1 الاستنتاجات

بعد تحليل البيانات واختبار الفروض تم استنتاج النقاط التالية :

1. المصنع و العاملين بداخلة معرضون للحوادث المميتة بنسبة أعلى من المعدل المسموح به عالميا.
2. ضعف سياسات الشركة المتعلقة بمتابعة تطبيق قواعد السلامة المهنية بالعمل.
3. لا يوجد تنسيق ومتابعة مستمرة من قبل الإدارة العليا بشأن تطبيق إجراءات السلامة والصحة المهنية.
4. شعور الأفراد العاملين بالضيق وقلة تقبلهم وارتياحهم في ارتداء ملابس ومعدات الوقاية المختلفة والناتج من خلال ضعف التوعية والإرشاد المستمرين من جانب الشركة بضرورة إلزامهم وإقناعهم بأهمية هذا الجانب.
5. عدم وجود ثقافة الأمن والسلامة داخل المصنع.
6. ضعف في التهوية داخل المصنع الصلب رقم (1).
7. عدم التقدير الجيد للراحة الطبية في سجلات الحوادث.
8. عدم تسجيل أشباه الحوادث في سجلات الحوادث بالمصنع.

2.3.2 التوصيات

1. ضرورة إعطاء دورات تدريبية عامة ومتخصص و مستمرة على تطبيقات الأمن و السلامة داخل أماكن العمل لجميع العاملين والقياديين داخل المصنع.
2. تزويد جميع العاملين بمنشورات و تعليمات الأمن والسلامة في كيفية التعامل مع الأماكن والآلات الخطرة.
3. المراقبة الشديدة والمستمرة داخل المصنع و العمل على فرض تطبيق التعليمات حفاظا على سلامة الناس و المعدات والممتلكات و كذلك البيئة.
4. إعادة تقييم صلاحية المباني و السلالم ومخارج الطوارئ.
5. الاهتمام بوضع برنامج فعال لمتابعة الإفراد العاملين للوقاية من الحوادث والإصابات إلى أكبر قدر ممكن.
6. من الواجب على الشركة الأخذ بما هو مقدم من مقترحات وأراء من قبل الأفراد ذوي الخبرات وذلك للاستفادة منهم في تحسين وتطوير برامج الأمن الصناعي.
7. يجب إنشاء لجنة أمن وسلامة داخل مصنع الصلب رقم (1), وذلك لسن القوانين واللوائح الداخلية و متابعتها.
8. يجب على ادارة المصنع أن تهتم و تسجل بأي عمل غير أمن يقوم به أي عامل، و تحليل مدي الضرر الممكن حدوثة في حالة سبب في حادث, و يوضع تحت بند "أعمال غير أمنة".
9. يجب تسجيل أشباه الحوادث و تصنيفها من ضمن حوادث بدون إصابات, حتى تساعد مستقبلا في عمل دراسات و تحليل مخاطر أكثر فاعلية.
10. عند تسجيل الإصابات يجب تحديد مدى الإصابة و تأثيرها على أداء العمل, وعدم تقطيع الراحة الطبية ثم تمدد, بل حساب كامل مدة الراحة الطبية للعامل, حتى يتسنى تقدير مدى الضرر.
11. يجب عل الشركة توفير ما هو مناسب من معدات وملابس وقائية للأفراد العاملين حتى يتم العمل بها دون كلل أو ملل.

12. عدم الاستعجال وخاصة عند التجهيز وتشغيل الأفران وآلات الصب لشدة خطورتها.
13. المراقبة والمتابعة لحلة المصهور أثناء عملية صب الحمية من الفرن والتبليغ الفوري عن أي طارئ.
14. الاستعداد والتجهيز بصورة مستمرة لمجرى وحوض الطوارئ بآلات الصب المستمر لتوقع الحوادث بها.
15. العمل على تعزيز ثقافة السلامة لدى العاملين.
16. صيانة منظومة التهوية أو استبدالها بمنظومة حديثة داخل المصنع الصلب رقم (1).

المراجع :

1. تقرير المؤتمر العالمي حول السلامة في العمل المنعقد في سيول. مكتب العمل الدولي. منظمة العمل الدولية. الطبعة الأولى. (اليوم العالمي للصحة والسلامة المهنية 27 إبريل 2011م).
2. ويلسون. ماكتشون. السلامة الصناعية وإدارة المخاطر. كندا.2003م.
3. د. مفتاح ابوسوير. بول اميوت. فيصل خان. نظام إداري كمي لحساب انفجارات الغبار و خليط الهجين. مجلة منع الخسائر في العمليات الصناعية.2011م.
4. مركز سلامة العمليات الكيميائي(CCPS).الدليل الموجز لتطوير معايير الخطر و الأمان الكمي. معهد الهندسة الكيميائية الأمريكي. الولايات المتحدة الأمريكية.2000م.
5. ديفيد ياتس. متخصصون في السلامة. مجموعة تايلور. الولايات المتحدة الأمريكية.2010م.