Available online at www.uofk.edu/uofkej

UofKEJ Vol. 1 Issue 2 pp. 67-70 (October 2011)

UNIVERSITY OF KHARTOUM ENGINEERING JOURNAL (UOFKEJ)

الأثر البيئي للحرائق الصناعية : حقائق وأسئلة وتحديات مستقبلية

كمال الطيب يس

قسم الهندسة الكيميائية، كلية الهندسة – جامعه الخرطوم
الخرطوم – السودان (البريد الإكترونى: kamaltyb@yahoo.com)

المستخلص: تهدف هذه الورقة إلى توجيه الإهتمام للاثار البيئية للحرائق الصناعية – وهي الاثار طويلة الاثر والامد – بدلاً عن التركيز على الجوانب الانية المتعلقة بالسلامة والخسائر المادية والبشرية. أخذت الورقة في إعتبارها العوامل التي أدت إلى الإهتمام العالمي بالاثار البيئية إلى جانب السلامة والصحة وهو الأمر الذي قاد في المحصلة إلى ابتداع علم متخصص هو السلامة والصحة والبيئة والذي عرف اختصاراً بعلم HSE. تجدر الإشارة إلى أن الورقة قد قدمت شرحاً للانبعاثات الممكنة الناجمة عن الحرائق وميكانيكا انتقالها وأثرها على الغلاف الجوى والانبعاثات الهوائية الاخرى بالاضافة إلى تلوث التربة والمياه كما حددت الورقة النطاقات المختلفة للحرائق وأثر كل منها على جوانب السلامة والصحة والبيئة كما قدمت شرحاً موجزاً لنطاق الترسيب والاثر البيئي لعمليات الاطفاء خاصة المواد المستخدمة فيه والتي كانت سبباً للخسائر في كثير من الاحيان كما قدمت الورقة أيضاً معلومات حول الجوانب القانونية والفنية وفق الاتفاقيات والانظمة المتفق عليها عالمياً وخلصت الورقة إلى ضرورة إنزال أسس تفادى المخاطر Concepts of hazard avoidance إلى أرض الواقع وإعطاء الأهمية الأكبر للجوانب السايكولوجية التي تعمل على " تحفيز التصرف السليم " عن طريق التدريب والاهتمام بجوانب السلامة المختلفة مع التزام الادارات العليا بتلك الجوانب بدلاً عن التركيز على الجوانب القانونية للاجبار Enforcement أو الجوانب الهندسية التي قد تقود إلى الشعور الزائف بالسلامة او الاعتماد بصورة كبيره على الجوانب التحليلية التى تؤخذ فى الاعتبار بعد حدوث الكوارث.

الكلمات المفتاحية: الحرائق الصناعية؛ اللأدخنة؛ السلامة؛ الإطفاء.

١. المقدمة

انتشرت في الاونه الاخيره الكثير من الحرائق الصناعية فى مختلف المناطق الصناعيه خاصة فى ولاية الخرطوم [1]. وقد انصب جل الاهتمام بهذه الحرائق فى اثارها المباشرة مثل السلامة و الخسائر الماديه لملاك تلك المصانع و مدى توفر معينات الاطفاء الى جانب الحديث عن التأمين و مقدرات الدفاع المدنى (امكانيات و تدريب) فى حين لم يتم التطرق بصورة مباشره لاحدى اهم الجوانب و المتمثلة فى الاثار البيئية لتلك الحرائق. و قد قاد حريق كبير فى يناير ٢٠١٢ الى ابتدار النقاش حول ذلك الامر و للاسف الشديد فإن كل ما نشر لم يتخطى الخسائر الماديه و عدم حصول حوادث مميته و محاولات القاء اللوم على جهات مسئوله الا ان بعض ذوى الاختصاص تحينوا الفرصة فى محاولة لتجميع صفوف ذوى الارتباط و تعتبر هذه الورقة جهد المقل فى ذلك الاتجاه.

منذ اندلاع حريق ساندوز في سويسرا في العام ١٩٨٦م ظهرت إلى السطح أهمية التعمق في دراسات الأثر البيئي للحرائق في العمليات الصناعية والخدمات المشابهة والمصاحبة مثل التخزين [٢]- [٤] . وقد كان من أهم ما استهوى الباحثين هى الآثار الناجمة عن مخرجات الحرائق في المديين القصير والطويل ومحاولة احتساب ذلك الاثر كمياً.

كما أن تنوير المجتمعات حول ما ينجم عن الحرائق الكبيرة وآثارها البيئية العميقة قد أكدته أحداث وآثار صاحبت ما خلفته الحرائق في الكثير من الحوادث العالمية الشهيرة إلا أن حريق المخزن الصناعي بالقرب من بازل في سويسرا [2] قد كان أصدق الأمثله التي استخدمت لتأطير ذلك حيث كانت تلك الحرائق من أكبر التحديات في ما يخص إدارة الطوارئ والازمات ونقل المعلومات المطلوبة حولها للبلدان المجاورة مثل فرنسا وأسبانيا والمانيا بالإضافة إلى تلوث المياه أيضاً. كما أن كميات كبيرة من مياه الإطفاء قد أدت إلى تلوث نهر الراين بالمبيدات والمواد الكيميائية الأمر الذي أثر على الحياة المائية لعدة مئات من الكيلومترات ومازال اثره باقياً على الحياة المائية بالإضافة إلى أن المشاكل البيئية التي سببت فيها ذلك الحريق قد تعدت ذلك. الأمر الذي يؤكد أن الأثر البيئي للحرائق يعتبر مهدداً حقيقياً يلزم التعامل معه بطرق أكثر نظامية خاصة تلك الآثار الناجمة عن الانبعاثات وإعادة الترسيب لبعض مكونات الحرائق في البيئة الأمر الذي قد يقود للاصابات السرطانية

والتحورات والتغييرات الاحيائية بالإضافة إلى إمكانية التعرض إلى جرعات قاتله من المواد السمية.

على صعيد آخر فإن المسائل البيئية المتعلقة بالحرائق يتداخل جزء من جوانبها في بعض المسائل الاخرى المتعلقة بالسلامة والحفاظ على الصحة والبيئة. ومثال لذلك الاستخدام الطويل في فترات سابقة للاسبتوس والاستخدام لعشرات السنين لمادة PCB (بولى كلورو بايفينايل) (Polychlorobiphenyls) في المحولات الكهربائية والذي أعقبه المنع التدريجي لاستخدامها كما أنه يضاف إلى ذلك أنه يتم تدريب قوات الاطفاء والدفاع المدني على المنازل المهجورة ملوثة التربة في معاهد ومدارس الاطفاء ويتم التعامل مع المواد الخطرة و مع غازات مثل الهالون (احد غازات البيوت الزجاجية) (Green House effect) والمواد الكيميائية المثبطة للحرائق وتلك المستخدمة في الاثاثات والكوابل والأجهزة ويشمل ذلك أيضاً بدائل الوقود والزيادة في استخدام المواد البلاستيكية في بناء وسائل النقل. إما على الجانب الآخر فتبقى المشاكل القديمة المتمثلة في مجارى المياه الملوثة بالإضافة إلى المشاكل التي نشأت حديثا مثل اسهام مخرجات الحرائق في تركيبة المواد العضوية غير القابلة للتحلل POPs (Persistant Organic Pollutant) و تبقى تلك المسائل مجالاً للبحث لتعريفها بصورة أدق ووزن آثارها واقتراح سبل معالجتها والتعامل معها.

أما التحديات المستقبلية فلا تنحصر فقط في رفع الوعي حول الآثار البيئية للحرائق أو سبل منعها ومعالجة آثارها بل تمتد إلى تحسين سبل التعامل مع التداخلات المختلفة للحرائق على نحو يؤكد على علمية التعامل مع السميات والسميات الايكولوجية للوصول إلى معادلة وسطية بين تكلفة المعالجة والتعامل مع الحرائق وأثرها البيئي وذلك على النحو المتبع في كل عمليات السلامة الأخرى.

٢. الانبعاثات الناجمة عن الحرائق وميكانيكا الإنتقال

يمكن توضيح التداخل والتفاعل بين الحرائق والبيئة في الرسم التالي (شكل ١) والذي يوضح كيف أن الحرائق تؤثر على البيئة من خلال:

- الجزئيات والغازات المنبعثة مباشرة في الهواء والغلاف الجوى.
- إنتشار الانبعاثات في الهواء.
- تلوث التربة.
- تلوث المياه.

ويكون التلوث السالف ذكره بسبب انبعاثات عديدة تعتمد على عوامل مثل الزمن ونوع المادة المنبعثة من الحريق نفسه (المواد الأساسية الأولية) أو تلك المرتبطة بعمليات الاطفاء التي يمكن أن تؤثر أيضاً على طبيعة الانبعاثات الهوائية.

ويعتمد أثر تلك الانبعاثات جزئياً على ميكانيكا الانتقال (الانبعاثات الجوية للغازات أو التلوث في التربة والاحواض الجوفيه) ويعتمد أيضاً على المكونات الخاصة للحريق (المركبات الغازية الصغيرة والمتوسطة والكبيرة). بصورة عامة فهنالك الكثير من الانبعاثات السمية في الحرائق والتي يمكن أن تتبع العديد من الطرق في تأثيرها عى الإنسان والايكولوجي (البيئة) ومستقبلاتها Ecology Receptors . من الجدير بالذكر أنه من الصعب إجراء تقييم المخاطر لكل المؤثرات الأساسية ولكن يمكن وضع احتمالات الاضرار القصوى worst-case في خطط الطوارئ.

عند تقييم المخاطر الأساسية الناجمة عن الحرائق بصورة عامة والصناعية بصورة خاصة فإنه يتم الأخذ في الاعتبار للنطاقات التالية:

A. نطاق الحريق (Fire Zone):

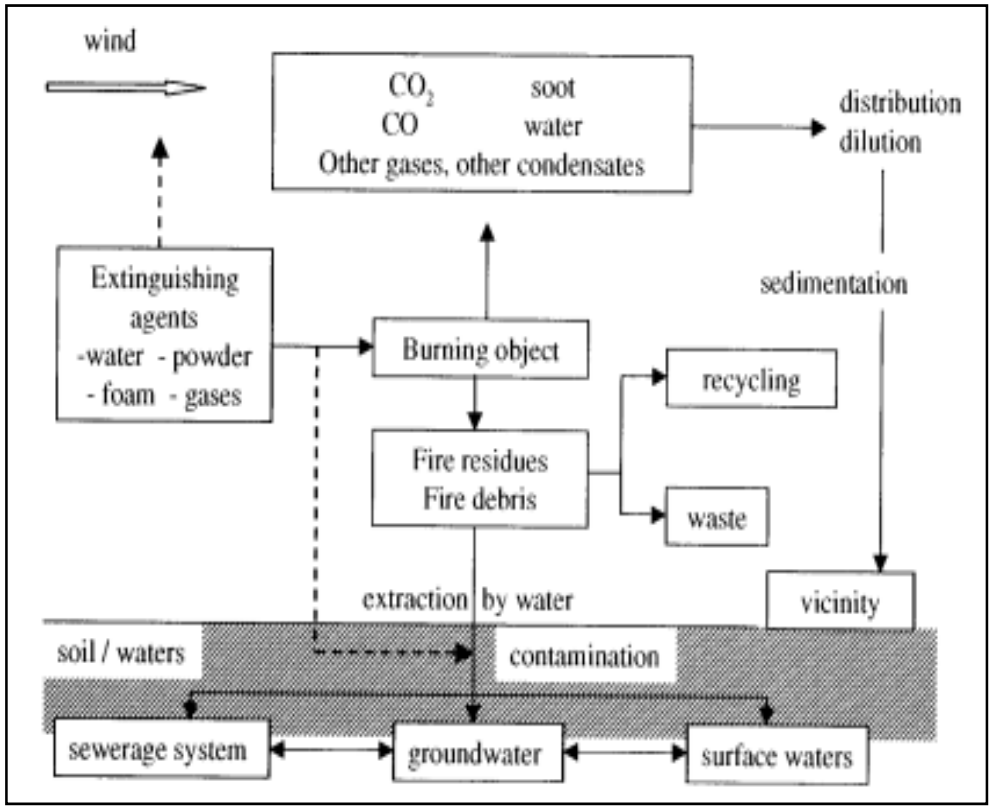
وهى منطقة التلف والخسائر الرئيسية وعادة ما ينصب الاهتمام فيها على الصحة والسلامة للافراد المتواجدين في ذلك النطاق مع التعاطي بصورة ثانوية مع المنشآت والمحتويات الأخرى و هو الامر الذى انصب عليه جل الاهتمام كما ذكر فى مقدمة هذه الورقة.

B. نطاق الادخنه المتصاعده Fire plume zone:

وهي المساحة التي يعلوها الدخان والابخرة المتشتته. وفي داخل هذا النطاق هنالك احتمالات للضرر الناجم عن الاستنشاق والتعرض السطحي للغازات السامة والجزيئيات في منطقة الادخنه المتصاعده Plume. وفي حالة الادخنه المتصاعده الكثيفه فهنالك ايضاً تدنى الرؤية ولكن يعتبر الأثر البيئي لها منخفضاً وتعتبر الجزئيات الهوائية (PM) ذات القطر أقل من ١٠ مايكروميتر من أهم مسببات المشاكل البيئية الناجمة عن هذا النطاق وذلك بسبب الاثر المباشر على الجهاز التنفسي ولنقلهم المواد المسرطنه العضوية منل (Polycyclic aromatic hydrocarbons, Dioxins and furanes)

وتؤثر الطبغرافيا المحلية والاحوال الجوية (سرعة الرياح وخواص ثبات الرياح) على خواص وإنتشار نطاق الادخنه المتصاعده fire plume وتعتبر الاثار البيئية ذات الاثر القصير هي الاهم في هذا النطاق. ويمكن أن يؤثر وجود الوديان والاحواض والمباني المرتفعة والشوارع الضيقة المجاورة لمكان الحريق على مدى انتشار الادخنه المتصاعده plume.

أما سرعة الرياح خاصة البطيئة ودرجة حرارة الهواء والاحوال الاخرى تكون هى المتحكمة في سرعة هبوط الادخنة (grounding of the plume) أما الاثر المشترك للاحوال الطبغرافية والجوية meteorological التي تمنع الانتشار فتزيد من تركيز الملوثات الهوائية في داخل الادخنه المتصاعده plume وقد اثبتت الدراسات التي اجريت على اماكن الحرائق ان الأثر على الانسان يكون نتاجاً لآثار الحريق أما لحظياً أو في وقت لاحق. وعليه فيبدو أن التعرض الواحد للدخان خارج النطاق المباشر والمجاور للحريق قد لا يكون له أثر كبير إلا أن نفس التعرض للادخنه المتصاعده والادخنة الناجمة من بعض أنواع الوقود (الحرائق الكيميائية المحتوية على المبيدات أو المحتوية على كميات كبيرة من الكبريت أو الاسمدة وغيرها) قد يسبب بعض المخاطر النوعية كما أن تكرار التعرض لابخرة وغازات الحرائق قد يكون مسئولاً عن بعض الامراض المزمنة وأمراض أخرى لدى مكافحي الحرائق من الدفاع المدني والجهات ذات الصلة.



شكل ١. طرق الانبعاث من الحرائق

C. نطاق ترسيب الادخنة المتصاعدة Plume deposition zone

تتعرض الادخنة المتصاعدة plume لعمليات معقدة حرارية وكيميائية وميكانيكية في اثناء عملية إنتقالها الأمر الذي يقود في المحصلة الى ترسيبها وعليه فإن الانبعاثات الجوية والهوائية قد تؤثر على البيئة الارضية والمائية عن طريق ترسيب الملوثات الناجمة عن الادخنه المتصاعده حيث تترسب الكثير من المواد الناجمة عن التفكك الحراري thermal degradation وتتركز ويحدث ادمصاصها او امتزازها بأجزاء السكن (soot particles) ويتم نقلها بواسطة الدخان. كما يحدث أيضاً بعض الترسيب على المنشآت الأمر الذي قد يقود إلى عمليات التآكل خاصة من الرواسب الحمضية وتكون تلك الآثار واضحة على المباني والماكينات والأجهزة التقنية الكهربائية بشكل يماثل أثر الامطار الحمضية. كما أن الاثار الصحية وعلى الايكولوجي (البيئة) قد تظهر نتيجة للتعرض وفق طرق مختلفة يمكن أن تشمل الترسيب الهوائي للمياه والتربة والتراكم على المواد الغذائية وبالتالي استهلاك أغذية ملوثة.

D. نطاق جريان المياه water runoff zone

تكون مياه الاطفاء إحدى مخاطر التلوث للحياة المائية من الانبعاثات السامة الناجمة عن الحرائق على المدى القصير كما أن بعض التلوث ينجم عن الترسيب عن طريق النقل الهوائي وتكون المخاطر الناجمة عن مياه الاطفاء بصورة اوضح في المياه السطحية مثل الانهار ومجارى المياه في المنطقة المجاورة مباشرة للموقع وخاصة عندما تكون مستويات الانبعاثات السامة كبيرة. يكون الاثر القصير المدى واضحاً على مياه الشرب في حالة وصوله إليها في الابار وغيرها بصورة مباشرة بعد الحريق وتزيد المخاطر في حالة أن تكون المياه ملوثة بالسكن والرماد والمواد المتحللة وغير المخففه. وتكون احتمالية شرب مياه ملوثه قليله لكن اثرها على الحياه المائية اكبر خاصة اذا ساعدت الوضعية الكنتورية للارض على ذلك وإذا لم تكن هنالك فرصة لتخفيفها عن طريق جريان المياه مثلاً. تجدر الاشارة الى أن تقييم أثر التلوث على مختلف انظمة البيئة Eco system كمتابعة لحوادث الانبعاثات تعتبر عملية معقده وعليه فإن الدراسات التي اجريت في هذا المجال قليلة.

٣. الأثر البيئي لعمليات الاطفاء وتفادى الحرائق

هنالك تحديات كثيره في هذا المجال في ما يخص السلامة من الحرائق بالاضافة إلى تسارع نمو الاهتمام البيئي خاصة منذ بداية تسعينات القرن الماضي.

أولاً : المنع التدريجي للهالون

The progressive phase-out of halons

كانت هذه المواد -المستخدمة منذ خمسينات القرن الماضى- تعتبر جيدة الاطفاء وقليلة السمية ولا تترك اثاراً مترسبة وعليه فهي كانت الافضل للمتلكات القيمة – الكمبيوتر والطائرة الخ ... ولكنها في نفس الوقت الاكبر اثراً على طبقة الا وزون.

ثانياً : Water containment basins

تم الأخذ في الاعتبار لمشكلة تلوث المياه واماكن تخزين المياه نتيجة لاطفاء الحرائق مثلما حدث في سويسرا.

ثالثاً : Fire fighting foams

في العام ٢٠٠٠ اعلنت شركة 3M مع EPA الغاء انتاجها من مادة AFFF من رغوات اطفاء الحرائق بسبب الاثر البيئي لتلك المواد.

كما أن هنالك الكثير من مثبطات الحريق Flame retardant الجيدة لكن الدراسات البيئة قد اثبتت اثرها البيئي السالب على البيئة الامر الذي دعا لايقاف بعضها خاصة تلك المحتوية على البروميت ومواد اخرى مشابهة.

٤. أمثله للجوانب القانونية والفنية المؤثرة على الحرائق وعمليات الاطفاء

هنالك الكثير من القوانين و الاتفاقيات العالمية المؤثرة على عمليات الاطفاء و الاثار الناجمة عن الحرائق نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلى:

أولاً : The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants

وهذه تمنع استخدام المواد التي تبقى كما هي في البيئة.

ثانياً : UN convention on the Trans boundary Effects of Industrial Accidents

تم انشاء هذه الالية لحماية صحة الانسان والبيئة عن طريق منع استخدام المواد الضارة غير المتحللة مثل الديوكسين وذلك بعد كارثة سيقوس.

ثالثاً : Seveso II Directive

تطبق هذه التوجيهات الاوربية المنشأ على عمليات كثيره مثل التخزين وتضع الكميات الكبيرة من المواد الخطرة.

رابعاً : Montreal Protocol

ويختص هذا بحماية طبقة الاوزون وبالتالي يؤثر على عمليات الاطفاء يمنع المواد المستخدمة في الاطفاء وذات الفعالية ولكنها تؤدى الى تضرر طبقو الاوزون.

خامساً : EPA regulations

وهى موجهات وكالة حماية البيئة الامريكية.

٥. الخلاصة

فى الخلاصة يمكن الاعتراف بضعف الثقافة العامة لجوانب حماية البيئه للاثار الناجمة عن الحرائق الصناعية فى السودان الامر الذى يتطلب بالضرورة التركيز عليها و تنوير الجهات ذات الصلة بضرورة نشر الثقافة المتعلقة بها بدلا عن استخدامها فى اللجوء لاستصدار القوانين و يقتضى الامر التنسيق بين الجزر المعزولة و التى تتولد كل يوم فى وزارات جديده للبيئه و ادارات متخصصه و مجالس منتشره كهيئات و فى وزارات ولائيه ادت لضياع و تشتت الجهود حتى صارت البيئه و دراساتها متنازع عليها و لا اب لها.كما يتطلب الامر ايضا تبنى الجهات المسئولة للاسس العلمية لتفادى المخاطر وو ضعها فى اولوياتها المفيده عن طريق دراسات تحليل المخاطر وفق النظم المعمول بها فى الدول ذات التجارب المفيدة و من ثم إتباع الاسس وفق تأثيرها بالتدريب اولا قبل الاعتماد على الجوانب الهندسية التى قد تقود للشعور الزائف بالسلامة او الاجبار الذى يؤدى الى القاء الوم على الاخرين.

المراجع

[1] Arej O Ahmed and Kamal Eltayeb Yassin, 2010, Fire HAZCOM application in Khartoum North Industrial Area, *Industrial Research Journal*, 8 December 2010 (ISSN 1728 – 1954).

[2] UNEP, *Management of Industrial Accident Prevention and preparedness.* First Edition, June 1996 UNEP – Industry and Environment

[3] Guy Marlair, M. Simoson and R. G. Gann, 2004, *Environmental Concerns of fires*. INERIS, France.

[4] CFPA, Europe, 1990, " *Fire and its environment Impacts*, A guide to Good Practice produced by the Confederation of Fire Protection Association Europe, 1990, 2; 15