تاريخ الإستلام: 2026-05-25 | تاريخ القبول: 2026-06-20 | تاريخ النشر: 2026-06-30

تقييم مخاطر الملوثات الجوية وأنماط انتشارها في المناطق المجاورة لمحطات الطاقة والمنشآت النفطية في ليبيا

عبدالحميد بلال دنه[1] ، محمد جمال الدين الرويس[2] ، امجد قلال[2]

[1]كلية التقنية الهندسية ـ جنزور

[2]المدرسة الوطنية للمهندسين، جامعة صفاقس، تونس

danna1970@hotmail.com

الملخص

يكشف تقدير انبعاثات الغازات والمخاطر البيئية لمحطات الطاقة الكهربائية والمنشآت النفطية، باستخدام المحاكاة الحاسوبية، أن محطات الطاقة والمنشآت النفطية، من أهم هذه المصادر وأكثرها خطورة، يمكن أن تؤثر على البيئة من خلال بنائها وعملياتها. يمكن أن تكون هذه المخاطر، أو التأثيرات، مؤقتة أو دائمة. تشغل محطات الطاقة ومجمعات النفط والغاز ومكوناتها المساعدة مساحةً على الأرض وفي الهواء، وفي كثير من الأحيان، تُصدر مواد وملوثات ضارة للبيئة، وتؤثر على التركيب الطبيعي للغلاف الجوي، وتضيف عناصر ملوثة أخرى. في هذه الورقة، نستعرض المخاطر البيئية التي يشكلها تلوث الهواء وغيره من التلوث الناتج عن محطات توليد الطاقة والنفط في المدن المزدحمة والمحطات القريبة منها. تجدر الإشارة إلى أن ليبيا من الدول المنتجة للنفط، وتعتمد بشكل كبير على المنتجات البترولية كوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية. وقد تم الاعتماد على بيانات هذا البحث التي تم الحصول عليها من الجهات المعنية للوصول إلى نتائج موثوقة. باستخدام تقنيات جديدة في استخدام المحطات الذكية، في مجال إرسال واستقبال المعلومات والبيانات، ليتم استخدامها وتحليلها ومقارنتها بنتائج برامج المحاكاة، وإعادة بثها لتكون متاحة للعامة. يتضح من النتائج أن هناك حاجة إلى تحسين إجراءات العمل لتقليل الانبعاثات، ومراقبة تدهور المعدات اللازمة لتجنب أي آثار بيئية سلبية.

الكلمات المفتاحية: تلوث الهواء، محطات الطاقة، منشآت النفط، تأثير الانبعاثات، مصادر المخاطر، المحطات الذكية.

1- مقدمة

تختلف انبعاثات المداخن باختلاف نوع الصناعة ونوع الوقود المستخدم فيها. هناك نوعان من الانبعاثات: أولًا، تشمل انبعاثات الغاز الناتجة عن احتراق الوقود أو تسريبه أكاسيد الكبريت (SO3، SO2، SO)، وكبريتيد الهيدروجين (H2S)، وأكاسيد النيتروجين (NO، NO2، N2O)، وأكاسيد الكربون (CO، CO2)، والمركبات العضوية المتطايرة (VOC). ثانيًا، انبعاثات جزيئات الغبار المقاسة بالميكروميتر، والتي تشمل جزيئات الكربون المنبعثة من محطات الطاقة والمنشآت النفطية، بالإضافة إلى أنواع المعادن الثقيلة. [1]. كما تُشكل انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين الناتجة عن حرق الغاز الطبيعي وزيت الوقود الثقيل في تشغيل المنشآت النفطية ومحطات الطاقة خطرًا على الصحة العامة، وتُسبب تدهور البيئة المحيطة. وتُعزى العديد من المشاكل الصحية، مثل التهابات الجهاز التنفسي والحساسية، إلى هذه الانبعاثات. [2]. نتيجةً لارتفاع مستوي ثاني أكسيد الكبريت في الغلاف الجوي تموت بعض النباتات في مراحلها المبكرة وتدهور الإنتاجية الزراعية [3]. في هذه الدراسة، نُبيّن المخاطر البيئية للانبعاثات والحوادث الأخرى لمحطات الطاقة والمنشآت النفطية باستخدام المحاكاة. ويتم ذلك وفقًا للتقدم التقني ومواكبة أحدث التقنيات في استخدام المحطات الذكية للحصول على أدق المعلومات والبيانات لاستخدامها، وتحليلها ومقارنتها بنتائج برامج المحاكاة، وإعادة بثها عبر الإنترنت وإتاحتها للجمهور، بالإضافة إلى معرفة المخاطر البيئية والتلوث.

2- تلوث الهواء

يختلف الغلاف الجوي الحالي اختلافاً كبيراً عن الغلاف الجوي الطبيعي الذي كان موجوداً قبل الثورة الصناعية، من حيث تركيبه الكيميائي. فإذا اعتُبر الغلاف الجوي الطبيعي نظيفاً، فهذا يعني أن الهواء النقي لا وجود له في أي مكان آخر في الغلاف الجوي اليوم. وأي إخلال بهذا الشرط نتيجةً للملوثات التي يمكن إضافتها إليه يؤدي حتماً إلى الإضرار بالإنسان وصحته، بشكل مباشر أو غير مباشر، وبالنظم البيئية بمختلف مكوناتها الحيوية. ويُقصد بتلوث الهواء احتوائه على ملوث أو عدة ملوثات بكميات هائلة، ولفترة زمنية قد يكون لها تأثير على صحة الإنسان أو الحيوان أو النبات أو المحيط الحيوي الذي يعيش فيه (4). تُقسّم

ملوثات الهواء إلى قسمين: ملوثات أولية تُصدر من مصدر مُحدد. أهمها ثاني أكسيد الكبريت، وأول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكبريت، والجسيمات الدقيقة، والهيدروكربونات (المركبات العضوية المتطايرة) والمعادن. أما الملوثات الثانوية فهي تلك التي تتشكل في الغلاف الجوي نتيجة تفاعل كيميائي، بما في ذلك الأوزون (O_3). وتشمل هذه الملوثات الهيدروكربونات المؤكسدة ومؤكسدات ضوئية كيميائية أخرى [5]

3- أنواع الانبعاثات الصناعية

تلعب الصناعة دورًا هامًا في تلوث الهواء، حيث تُصدر العمليات الصناعية مجموعة متنوعة من الملوثات، بما في ذلك احتراق الوقود الصناعي، وتنتج العديد من الملوثات مثل الكبريت، وثاني أكسيد الكبريت، والنيتروجين، وثاني أكسيد الكربون، والهيدروكربونات، والجسيمات العالقة، بالإضافة إلى بعض المواد النادرة، ولكن بعضها قد يكون سامًا. تعتمد كميات وأنواع الملوثات المنبعثة على نوع الصناعة والمواد الخام والوقود والتكنولوجيا المستخدمة في إجراءات حماية البيئة، وتُعتبر المصانع بأنواعها ومحطات الطاقة ومصافي النفط من أهم وأكبر مصادر تلوث الهواء، وإسهامها في تلوث الهواء، وهذا ما كتبه الأخرس في دراسته حول تأثير مصفاة البترول الأردنية، ومحطة الحسين الحرارية على تلوث الهواء [6].

الزيادة التدريجية في إنتاج الطاقة الكهربائية، ومنتجات مصافي النفط في ليبيا على مر السنين تعكس زيادة مطردة في الطلب على الكهرباء، وغيرها من المنتجات بسبب النمو السكاني [7]. تعتمد محطات توليد الطاقة في ليبيا على حرق النفط الثقيل والخفيف والغاز الطبيعي. وسيؤدي الطلب المتزايد على توليد الطاقة إلى زيادة المعدلات السنوية لنسبة غازات العادم مثل ثاني أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين [8]. خاصة وأن معظم هذه المصانع لم تخضع للتقييم البيئي قبل إنشائها حيث أقيمت بالقرب من المناطق السكنية، مما أثر سلبًا على البيئة المحيطة، وكذلك لا توجد فيها وحدات ووسائل مراقبة أو رصد أو قياس للملوثات الناتجة عنها كما أنها لا تستخدم الأجهزة والمعدات اللازمة للحد من أو تقليل حجم الملوثات المنبعثة.

4- المواقع المختارة

اختيرت المواقع الواقعة في المنطقة الغربية من ليبيا، وفقًا لإحداثيات النقاط التالية 47 23 27.20 N 13 08 58.67 E, 32 49 29.50 N 12 58 22.59 E.، حيث تقع خزانات طريق المطار طرابلس (TAT)، ومحطة كهرباء غرب طرابلس (WTPS)، على التوالي، كما هو موضح في الشكل ١.

الشكل 1: المواقع المختارة لهذه الدراسة

5- أنواع الوقود المُستخدَم

يُعدُّ زيت الوقود والغاز الطبيعي من المصادر التقليدية للوقود في الصناعة ومحطات الطاقة. في السنوات الأخيرة، أصبح الغاز الطبيعي الوقود الأكثر تفضيلًا نظرًا لانخفاض محتواه من الكبريت. المكونات الرئيسية للغاز الطبيعي هي الميثان والإيثان والهيدروكربونات الأخرى. قد يحتوي بعض الغازات الطبيعية أيضًا على حوالي 10% من الغازات الخاملة، مثل ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين والهيليوم. يتواجد الكبريت في الغاز الطبيعي

على شكل كبريتيد الهيدروجين. ومع ذلك، لا تزال زيوت الوقود الثقيلة تُستخدم في معظم محطات الطاقة البخارية. تعكس الزيادة التدريجية في إنتاج الطاقة الكهربائية في ليبيا على مدى سنوات زيادة تدريجية في الطلب على الكهرباء، نظرًا للنمو السكاني. تأتي الطاقة المُنتَجة من محطات الطاقة في ليبيا من احتراق النفط الثقيل والنفط الخفيف والغاز الطبيعي. يصاحب الطلب المتزايد على توليد الطاقة زيادة متناسبة في المعدلات السنوية للغازات العادمة مثل أكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون [9]. يتم توفير التركيبة الرئيسية لوقود الزيت الثقيل المستخدم في محطات الطاقة البخارية من قبل شركة النفط والغاز الليبية [10].

6- محاكاة العمليات وظروف التشغيل

تعتمد محاكاة العمليات على استخدام برنامجي HYSYS الإصدار 3.2 (برنامج نمذجة العمليات HYprotech SYStems من AspenTech)، وALOHA الإصدار 5.4 (المواقع الجغرافية للأجواء الخطرة). يتطلب بناء نموذج محاكاة معرفة تفاصيل العمليات ومعلومات كافية حول التصميم والعمليات. ALOHA (المواقع الجغرافية للأجواء الخطرة) هو برنامج حاسوبي مصمم خصيصًا للاستخدام من قِبل العاملين في حالات التسربات الكيميائية، بالإضافة إلى التخطيط والتدريب على حالات الطوارئ. يُنمذج ALOHA المخاطر الرئيسية - السمية، وقابلية الاشتعال، والإشعاع الحراري (الحرارة)، والضغط الزائد (قوة الانفجار) - المتعلقة بالتسربات الكيميائية التي تؤدي إلى تشتت الغازات السامة، والحرائق، و/أو الانفجارات.

يظهر الجدول (1) بيانات تشغيل محطات الطاقة التي تعمل بالغاز والبخار في ظل ظروف الحالة المستقرة لنظام HYSYS. تقع محطات الطاقة التي تعمل بالبخار والغاز غرب طرابلس في شريط زراعي ساحلي يسكنه عدد كبير من السكان.

جدول (1) ظروف التشغيل لمحطة انتاج الطاقة غرب طرابلس

Data	Gas power plant	Steam power plant

Design efficiency	**500MW**	**565 MW**
Operating efficiency	**450 MW**	**480**
Fuel	**Natural Gas**	**Heavy Fuel Oil**
		Light Fuel Oil
Boiler capacity	**-**	**380 T/h**
Air compressor capacity	**400 T/h**	**-**
Operating temperature	**1050 C**	**1000 C**
Thermal efficiency (per unit)	**40 %**	**35 %**
Actual excess air	**40 %**	**20 %**
Relative Humidity	**60 %**	**60 %**

7- النتائج والمناقشة

في هذه الدراسة، استُخدمت محاكاة HYSYS لتقدير انبعاثات محطات الطاقة، ومحاكاة ALOHA لتقدير المخاطر البيئية. يوضح الجدول (2) نتائج HYSYS، لمُقارنةً بين انبعاثات الملوثات من محطات الطاقة التي تعمل بزيت الغاز الخفيف والغاز الطبيعي.

الجدول (2) مقارنة بين انبعاثات الملوثات من محطات توليد الطاقة العاملة بزيت الغاز الخفيف والغاز الطبيعي. التركيبة حسب الحجم (% v/v)

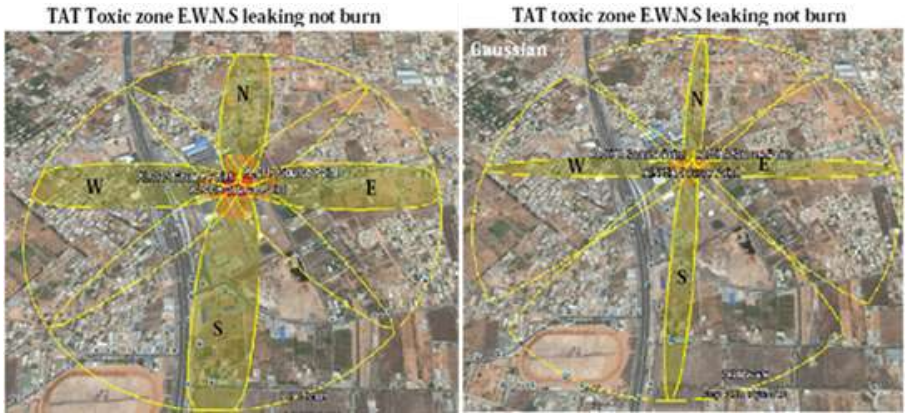
exhausts	Light gasoil	Natural gas
N_2	**71**	**71**
O_2	**0**	**13**
CO_2	**13**	**4**
CO	**1**	**0**
Oxides of nitrogen (NO and NO_2, sum formula NO_x)	**5**	**7**

من خلال مقارنة النتائج بين انبعاثات الملوثات من محطة توليد

الطاقة بالغاز وزيت الغاز الخفيف، نجد أن CO_2 المنبعث من محطة توليد الطاقة بزيت الغاز الخفيف أكبر من المنبعث من محطة توليد الطاقة بالغاز، وأظهر CO أقل انبعاث من زيت الغاز الخفيف مع عدم وجود انبعاثات من محطة توليد الطاقة بالغاز، كذلك انبعثت أكاسيد النيتروجين NOx من محطة توليد الطاقة بالغاز كانت أكبر من محطة توليد الطاقة بزيت الغاز الخفيف، وكل هذه الانبعاثات تقع تحت الحدود الوطنية والدولية القياسية. في ظل ظروف جوية مستقرة، قد يُسبب التركيز العالي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين مخاطر صحية مهنية خطيرة. قد يُؤدي التعرض قصير المدى (مثلاً، أقل من ثلاث ساعات) لمستويات منخفضة من ثاني أكسيد النيتروجين إلى انخفاض وظائف الرئة لدى الأفراد الذين يعانون من أمراض تنفسية سابقة. أما التعرض طويل المدى لمستويات أعلى بكثير من ثاني أكسيد النيتروجين المحيط، فقد يُسبب تغيرات لا رجعة فيها في بنية الرئة [11]. يتفاعل أكاسيد النيتروجين مع الأمونيا وقطرات الماء في الغلاف الجوي لتكوين حمض النيتريك ومركبات كيميائية أخرى ضارة بصحة الإنسان. قد يُؤثر استنشاق هذه الجسيمات على عمليات التنفس ويُتلف أنسجة الرئة. كما أن الجسيمات التي تُستنشق بعمق في الرئتين قد تُسبب أو تُفاقم أمراض الجهاز التنفسي، مثل التهاب الشعب الهوائية وانتفاخ الرئة. وتُستهدف الفئات الحساسة، مثل مرضى الربو والقلب [12].

يُعد الحريق وانبعاث المواد السامة أو القابلة للاشتعال أمرًا شائعًا جدًا في الحوادث الصناعية. نتجت هذه الحوادث عن أخطاء بشرية أو فشل تكنولوجي أثناء التخزين أو المعالجة أو أنشطة النقل. يتم إطلاق مواد خطرة مثل الغاز أو السائل أو خليط منهما في البيئة في حالة فشل خزان التخزين أو شبكة الأنابيب أو فشل الصمام أو الفشل الكامل للوعاء. تم استخدام تقنية المواقع الجوية للأجواء الخطرة (ALOHA) في هذه الدراسة لتقدير المخاطر البيئية لانبعاث المواد الكيميائية السامة القابلة للاشتعال. في معظم الحالات، تشكل المادة الكيميائية المنطلقة سحابة بخار وتنتقل في اتجاه الريح لأسفل. يمكن أن تتفاعل هذه الغازات أو الجسيمات مع الهواء والماء مما له تأثير كبير في الحسابات في نمذجة التشتت. جميع الأشكال التالية توضح مدى المخاطر البيئية التي يمكن أن تحدث من الحوادث في هذه الدراسة.

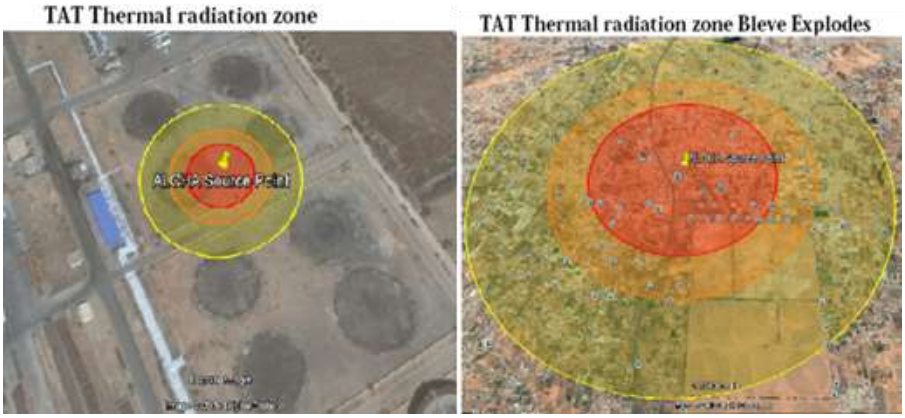
الشكل(2) يوضح المنطقة السامة، المتسربة و غير المحترقة بواسطة تشتت ألوها و جاوسي، وفقًا لمستويات إرشادات التعرض الحاد (AEGLs) لجميع اتجاهات الرياح، من المتوقع أن يمتد التهديد الأصفر (52 ppm within 60 min) AEGL-1 إلى 1 كم. وبالمثل، من المتوقع أن يمتد التهديد



البرتقالي (800 ppm within 60 min) AEGL- 2 إلى أكثر من 191 مترًا، بينما من المتوقع أن يمتد التهديد الأحمر (4000 ppm within 60 min) AEGL-3 لأكثر من 71 مترًا. يبلغ قطر الكرة 2.110 مترًا من المصدر إلى اتجاهات الريح.

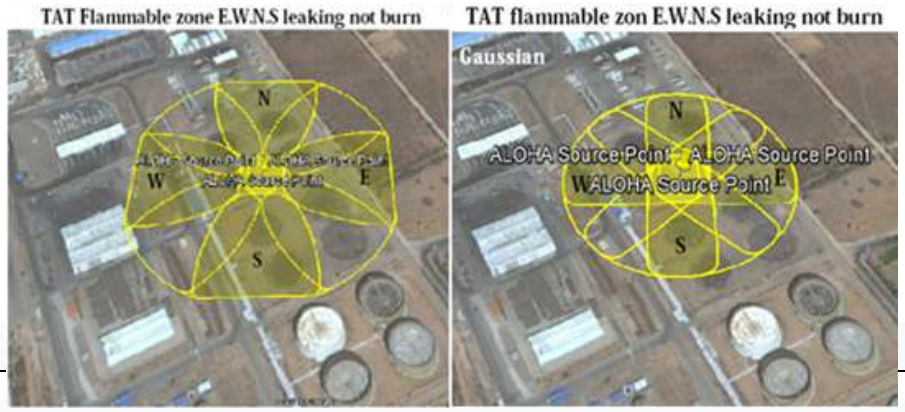
الشكل 2. المنطقة السامة لبرنامج المحاكاة ألوها و جاوسي لـخزانات طريق المطار (TAT) لجميع اتجاهات الرياح.

وفقًا لمستويات إرشادات التعرض الحاد لجميع اتجاهات الرياح المُعدّة باستخدام تشتت برنامج ألوها و جاوسي للمحاكاة، يوضح الشكل(3) منطقة قابلة للاشتعال، حيث يحدث تسرب ولا يحترق. يظهر تقدير ألوها لمنطقة التهديد لهذا السيناريو، والذي يبين منطقتي تهديد قابلتين للاشتعال. تُمثل منطقة التهديد الحمراء المنطقة القابلة للاشتعال المُقدّرة حيث قد يحدث حريق مفاجئ أو انفجار سحابة بخار بعد فترة من بدء التسرب. تُقدّر ألوها أن منطقة التهديد الحمراء ستمتد لمسافة 49 مترًا (7200 ppm = 60% LEL) في اتجاه الريح. كما تُمثل منطقة التهديد الصفراء المنطقة المُقدّرة لمسافة 150 مترًا حيث قد تتجاوز تركيزات بخار البنزين 10% من الحد الأدنى للانفجار، وهو مستوى يستخدمه المستجيبون غالبًا.



الشكل 3. منطقة ألوها وجاوسي القابلة للاشتعال في TAT لجميع اتجاهات الرياح.

تظهر تقديرات منطقة الإشعاع الحراري، من انفجار خزان BLEVE والموقد المتسرب في الشكل 4. (يظهر تقدير منطقة تهديد BLEVE على اليمين وتقدير منطقة تهديد الحرق المتسرب على اليسار؛ تم تلخيص مسافات التهديد من شاشات ملخص النص لجميع



السيناريوهات في الجدول (3) أدناه) من المتوقع أن تمتد منطقة التهديد الأحمر BLEVE أسوأ مستوى خطر لمسافة 2.1 كم في جميع الاتجاهات. ومن المتوقع أن تمتد منطقة الحرق المتسرب الأحمر حوالي 23 مترًا فقط في جميع الاتجاهات. ومع ذلك، سيستمر BLEVE لمدة ساعة تقريبًا، بينما من المتوقع أن يستمر حرق التسرب لأكثر من 43 ثانية. عند النظر في مخاطر الإشعاع الحراري، من المهم مراعاة كل من مستوى الإشعاع الحراري وطول الفترة الزمنية التي قد يتعرض فيها شخص ما لهذا المستوى.

الشكل 4. منطقة الإشعاع الحراري للحرق المتسرب و انفجار Bleve.

الجدول (3) مقارنة بين تقديرات مساحة الإشعاع الحراري الناتجة عن انفجار خزان BLEVE وتسرب الموقد

Scenario	Threat Modeled	Red threat zone	Yellow threat zone	Orange threat zone
Bleve	Thermal Radiation	2.1 Km	3 Km	4.7 Km
Leaking burn	Radiation	23 m	34 m	55 m

تظهر منطقة الخطر السامة حسب ALOHA لثاني أكسيد الكربون المنبعث بموجب السيناريو المفترض على اليسار، وتظهر منطقة الخطر السامة لثاني أكسيد النيتروجين المنبعث بموجب السيناريو المفترض نفسه على اليمين في الشكل (4). تتوقع ALOHA منطقتي تهديد لثاني أكسيد الكربون (الحمراء والبرتقالية)، وثلاث مناطق تهديد لثاني أكسيد النيتروجين جميعها في اتجاه الريح، ويلخص الجدول الرابع أدناه مسافات التهديد المتأثرة بالسيناريوهات. في الرسم

البياني، تمثل المناطق الحمراء والبرتقالية والصفراء المناطق التي من المتوقع أن تتجاوز فيها تركيزات الملوثات قيم LOC المقابلة (في هذه الحالة، قيم AEGL) في وقت ما بعد بدء الإطلاق. من المتوقع أن تمتد منطقة التهديد الحمراء AEGL-3، وهي المنطقة ذات أعلى مستوى تعرض، في اتجاه الريح. ومن المتوقع أن تمتد منطقة التهديد البرتقالية AEGL-2 بشكل أكبر إلى اتجاه الريح، ومن المتوقع أن تمتد منطقة التهديد الصفراء AEGL-1 لأكثر من ذلك.

الشكل 5.
المنطقة السامة لغازي أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد النيتروجين في محطة انتاج الكهرباء غرب طرابلس

الجدول 4. المسافة المؤثرة و الخطرة لسيناريو منطقة الخطر السامة لغازي أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد النيتروجين

	Distance Km		
	Red	Orange	Yellow
CO	285 m	617 m	No recommended
NO_2	2.5	3.5	10

مقارنة بين المنطقة السامة لثاني أكسيد النيتروجين في صور تشتت برنامج ألوها و الغاوسي لمحطة غرب طرابلس لانتاج الكهرباء. يظهر تقدير منطقة تهديد ألوها على اليمين، وتقدير منطقة تهديد تشتت غاوسي على اليسار؛ ومسافات التهديد من شاشات ملخص النص. يُقدر أن تمتد منطقة التهديد الحمراء ألوها، وهي أسوأ مستوى خطر، لمسافة 2.5 كيلومتر في جميع الاتجاهات. ومن المتوقع أن تمتد المنطقة الحمراء الغوسية حوالي 636 مترًا فقط في جميع الاتجاهات. وبالمثل، من المتوقع أن تمتد منطقة التهديد البرتقالية لمسافة 3.5 كيلومتر إلى ألوها،

و1.1 كيلومتر إلى غاوسي، بينما من المتوقع أن تمتد منطقة التهديد الصفراء لمسافة 10 كيلومترات لكل من ألوها والغاوسي.

الشكل 6. مقارنة المنطقة السامة لثاني أكسيد النيتروجين بين تشتت ألوها وتشتت غاوسي.

8- الخاتمة

تشمل الدراسة مختلف المخاطر الصناعية المحتملة في المناطق الحضرية، وتقع وحدتان صناعيتان ضمن هذه الفئة في منطقة الدراسة: خزانات مطار طرابلس لتخزين المشتقات النفطية، ومحطة كهرباء غرب طرابلس. وتتمثل المخاطر المحتملة من هذه الأماكن في حرائق الخزانات، والانفجارات، وتسرب المواد السامة. ويهدف البحث بشكل رئيسي إلى تقييم المنطقة والسكان المهددين بالحوادث الصناعية في المنشآت النفطية ومحطات الطاقة المنبعث منها الملوثات، والأضرار الناجمة عنها. وقد تم وصف منطقة المخاطر السامة المُعدّة لتحديدها في جميع الأشكال التوضيحية أعلاه، بالإضافة إلى رسم خرائط للعناصر المعرضة للخطر، وفئات الأشخاص والمباني السكنية التي يُحتمل تأثرها بالمخاطر في حال وقوع أي حادث. وبمقارنة نتائج محاكاة HYSYS بين انبعاثات الملوثات من محطة الطاقة التي تعمل بالغاز وزيت الغاز الخفيف، نجد أن جميع هذه الانبعاثات تقع دون الحدود الوطنية والدولية القياسية. تم تنفيذ منطقة سامة خطرة للتسرب غير المحترق، ومنطقة قابلة للاشتعال تتسرب غير محترقة بواسطة Aloha & Gaussian لخزان مطار طرابلس (TAT) (البنزين)، ويُظهر تقدير المخاطر أن إطلاق البنزين من الخزان ينطوي على خطر منطقة سامة وقابلة للاشتعال في المنطقة المدرجة. وبالمثل، تم تنفيذ منطقة الإشعاع الحراري Bleve التي تنفجر فيها الخزان وحرق التسرب

بواسطة Aloha لـ (TAT) (البنزين)، ويُظهر التقدير أن خطر انفجار الخزان أكبر من خطر تسرب الموقد وله تأثير كبير جدًا على المنطقة المجاورة، وتمتد منطقة الانفجار المتأثرة إلى حوالي 4.7 كم لجميع اتجاهات الرياح. بالإضافة إلى ذلك، يمكن توسيع هذه الدراسة لإعداد خطة مفصلة لإدارة المخاطر على مستوى المدينة للمدن الليبية، إلا أن مثل هذه المحاولة ستتطلب معلومات بشأن إنشاءات المنشآت النفطية ومحطات الطاقة. ولتحقيق أهداف أخرى، يمكن توفير هذه المعلومات عبر أجهزة الكمبيوتر للسكان من خلال التكنولوجيا الذكية المتاحة مثل مواقع الإنترنت.

المراجع

[1] H.G. Ibrahim, A.Y. Okasha, M.S. Elatrash, M.A. Al-Meshragi. Emissions of SO2, NOx and PMs from cement plant in vicinity of Khoms city in North Western Libya. Journal of Environmental Science and Engineering, 2012 B1: 1-9.

[2] Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998 Toward cleaner production. World Bank Group, International Finance Corporation, Washington DC, USA, 1999.

[3] K.R. Smith. Fuel combustion, air pollution and health: the situation in developing countries. Annual Review of energy and Environment. 1993, 18: 529-566.

[4] Ahmed Abdel Gawad, air pollution, the first edition, Arab House for Publishing and Distribution, 1991.

[5] Hassan Al-Akhras, the impact of air pollution gases resulting from the Jordan Petroleum Refinery and Hassan thermal station on the health of the population and some of their property in the town of Jordan, unpublished Master Thesis, University of Jordan, Amman, Jordan, 1995.

[6] Kiely, G. (1997): ―Environmental Engineering‖ 1st ed, McGraw- Hill Publishing Co. England.

[7] S.A. Yousif, A.A. Salem, Y.F. Nassar, I.F. Bader. Investigation of pollutants dispersion from power stations. Int. J.Energy Res., 2005 30:1352–1362.

[8] GECOL (General Electricity Company of Libya). (2008). GECOL database for 2008. [Online] Available: www.Gecol.ly

[9] GECOL (General Electricity Company of Libya). (2008). GECOL database for 2008. [Online] Available: www.Gecol.ly

[10] Sirte Company for Oil and Gas. Report data, 2010.

[11] U.S. Environmental Protection Agency. Ways to reduce air pollution. Online [available]: http://www.epa.gov/air/caa/peg/reduce.html. Acceded: July 18, 2008.

[12] U.S. Environmental Protection Agency, office of air quality, Planning and Standards, Air Quality Assessment Division. Latest findings on national air quality: Status and trends through 2006. Washington DC., 2008