الانبعاثات الغازية والجسيمية لمجمع الحديد والصلب بمصراته ومعدلات انتشارها في هواء المدينة.

علي يوسف عكاشة [1]، مختار سالم الاطرش[2]، محمد محمد الصل [3]

[1] قسم علوم البيئة، كلية الموارد البحرية، الجامعة الاسمرية الاسلامية

[2] قسم علوم البيئة، كلية العلوم، جامعة المرقب

[3] كلية التقنية الطبية، مصراته

الملخص:

تمت هذه الدراسة بإجراء قياسات عملية على تراكيز الغازات المشار اليها مباشرة في مداخن المصانع المذكورة ثم محاكاة عملية انتشار هذه الملوثات في البيئة باستخدام احد البرامج الحاسوبية المتخصصة في محاكاة عملية انتشار الملوثات وهو برنامج DISPAR وذلك تحت تأثير الظروف المناخية السائدة في حالة كون الرياح تهب باتجاه المدينة، بعد ان قسمت منطقة الدراسة وفقا لموقعها الى 10 مواقع هي قصر احمد, وسط المدينة، زاوية المحجوب, أبوروية، الدافنية, جنوب المصادر، الغيران، السكت, السكت 1 والسكت 2.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن كل المصادر التي تمت دراستها انتجت هذه الملوثات مع فارق في التركيز باختلاف المصادر ومواصفاتها وظروفها التشغيلية وكذلك نوعية الوقود المستخدم حيث وجد ان اكبر المصادر إنتاجاً لأكاسيد النيتروجين كانت مصانع الجير (660 ملجم/م^3)، وأن أقل المصادر إنتاج لهذه الملوثات هي مصنعي الصلب (203 ملجم/م^3)، وأكبر المصادر إنتاج لغاز ثاني أكسيد الكبريت هي محطة توليد الكهرباء التابعة للشركة الليبية للحديد والصلب (352 ملجم/م^3)، وإن اقل المصادر إنتاج لهذا الغاز هي مصانع الدرفلة المسطحة ومحطة التحلية (4 ملجم/م^3)، كما كان مصنعي الصلب أكثر المصادر إنتاج للجسيميات بتركيز (227.3 ملجم /م3)، واقل المصادر إنتاج لهذا النوع من الملوثات هي محطة التحلية (0.95 ملجم/م^3).

كما تبن من نتائج عملية محاكاة الانتشار احتمال وجود تراكيز عالية لهذه الملوثات في المدينة وكانت أعلى تراكيز لهذه الملوثات في منطقة وسط المدينة حيث كانت تتعرض لتراكيز (1079.8 ميكروجرام /م^3) و 366.2 ميكروجرام /م3 و 104.8 ميكروجرام /م3 من أكاسيد النيتروجين و غاز ثاني أكسيد الكبريت والجسيمات على التوالي.

المقـــدمة

تشير معظم الأبحاث العلمية حول العالم إلى أن الانبعاثات الناتجة عن عملية احتراق الوقود بنوعيه الثقيل والخفيف والغاز الطبيعي وحرق بعض الخامات (كمواد أولية) تتسبب في تأثيرات سلبية على الصحة العامة و تؤدي إلى تدني مستوى البيئة المحيطة وتحدث خلل في الأنظمة البيئية واختلال في المواصفات مقارنة بالمعايير القياسية، ويرجع السبب في الإصابة بالعديد من الأمراض مثل أمراض الجهاز التنفسي والسرطان والحساسية وبعض حالات الوفاة إلى التركيب الكيميائي للملوثات المنبعثة من المداخن، فوفقاً لبرنامج الهندسة والعلوم البيئية بكلية الصحة العامة بجامعة هارفارد فإن ما يقارب من 3% من حالات الوفيات في

الولايات المتحدة يمكن أن يرجع سببها إلى تلوث الهواء (USEPA, 2008).

تعتمد التأثيرات السمية للملوثات الصناعية على التركيب الكيماوي لها وكذلك تركيزاتها في الهواء الجوي والذي بدوره يعتمد في الأساس على طبيعة المواد الداخلة في هذه الصناعات والعمليات الصناعية والمراحل التي تمر بها وكمية ونوعية الوقود المستخدم والظروف التشغيلية كدرجة الاحتراق وكمية الهواء الزائد وعدد المداخن وارتفاعها وأقطارها وكذلك الطاقة الإنتاجية لهذه الوحدات وعدد ساعات التشغيل ومدى توفر المصفيات من عدمها، بينما تكون معدلات الانتشار لهذه الملوثات ودرجة تركيزها واختلاطها بمكونات الهواء الأخرى وكيفية انتقالها وترسبها وتموضعها معتمدة في الأساس على الخواص الفيزيائية (قطر وحجم ووزن الملوثات)، والذي تتحكم فيه العديد من العوامل ومن أهمها وأكثرها تأثيراً هي العوامل والظروف المناخية وحالة الطقس الذي يسود المنطقة حسب فصول السنة والمتمثلة في حركة الرياح وسرعتها واتجاهها وفترات ركودها ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والضغط الجوي، إذ أن الرياح (وفقاً لسرعتها واتجاهها) تقوم بتصريف الملوثات إلى مسافات متفاوتة وبالتالي فأنها تقلل تركيزها في الهواء بالمنطقة المحيطة بمصادر هذه الملوثات (المداخن)، حيث تُشير بعض القراءات إلى أن الانبعاثات الجُسيمية يمتد مداها إلى مسافات تتراوح من 11 – 47 ميل كلما ازدادت حالة عدم الاستقرار الجوي وتتقلص بناء عليها تركيز الملوثات فوق المناطق القريبة من المصدر، أما في حالات الاستقرار الجوي وبما يعرف بحالة الركود تكون تحتها عملية انتشار الانبعاثات محدودة وتكون البيئة القريبة والمحيطة بمصدر الانبعاث عُرضةً لتراكيز أعلى من الملوثات مما يزيد من آثارها السلبية وخاصة على العاملين في بيئة العمل(مقيلي، 2002).

ينتشر في هواء المدن القريبة من المنشآت الصناعية المختلفة عدد من الملوثات منها غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، وهو غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة يمكن الإحساس بوجوده في الهواء المحيط بواسطة الشم إذا أصبحت تراكيزه في نطاق 3,000–1,000 ميكروجرام/م^3(Nicholas, 2002)، وتتمثل تأثيرات SO_2 على صحة الإنسان في انخفاض الدور الوظيفي للرئتين وازدياد حالات امراض الجهاز التنفسي وحساسية العيون والأنف والحنجرة بالإضافة إلى الوفيات المبكرة. وتُعد أكاسيد الكبريت أكثر خطورة على كبار السن والأطفال الذين يُعانون من أمراض الجهاز التنفسي كمرض الربو وتُعزى تلك الأمراض إلى تراكيز تصل إلى 1,000 ميكروجرام/م^3 على امتداد فترات زمنية تفوق 10 دقائق ,(WHO, 2005)، ويذوب ثاني أكسيد الكبريت المُستنشق مع الهواء في السوائل المائية المتواجدة في الجهاز التنفسي العُلوي ثم يتم امتصاصه في مجرى الدم.

أكاسيد النيتروجين هي الأخرى تضر بالأداء الوظيفي للجهاز التنفسي للإنسان وعلى الأخص لدى مرضّى الربو من الكبار و الصغار حتى في وجود تراكيز غير عالية. كما تعد اكاسيد النيتروجين NOx من ملوثات الهواء الشائعة في المناطق الصناعية، وتُشير إحدى التقارير الصادرة عن منظمة الصحة العالمية إلى أن الأداء الوظيفي للجهاز التنفسي لمصابي الربو يتأثر بتواجد ثاني اكسيد النيتروجين في الهواء المُستنشق ولمدة 30 دقيقة وبتراكيز تُعد منخفضة (560 ميكروجرام/م^3) (WHO, 2000؛ World Bank, 1998). كما تُبين الدراسات التي أُجريت على الحيوانات ان تعرض الحيوانات لـ NO_2 لفترات تتراوح من عدة أسابيع إلى عدة شهور بتراكيز في حدود 1,880 ميكروجرام/م^3 له تأثيرات سلبية على اداء الرئتين ويُحدث بها تغيرات كيموحيوية، فقد وُجد أن الحيوانات التي تتعرض إلى تراكيز تصل إلى 990 ميكروجرام/م^3 من NO_2 ولمدة ستة أشهر تُعاني من تمزق في جدار الحويصلات الهوائية وازدياد في إصابات الجهاز التنفسي بالتهابات بكتيرية (USEPA, 2008; Nicholas, 2002).

وتعد الجسيمات الصلبة ايضا من الملوثات الاكثر ملاحظة في المناطق الصناعية، والجسيمات الصلبة وخاصة الدقائق الصغيرة الحجم يمكن ان تدخل عميقا الى الرئتين مسببة سلسلة من المشاكل الصحية من اهمها 1) السعال وصعوبة التنفس 2) ضعف في وظائف الرئتين 3) الربو 4) ظهور التهاب حاد في الشعب الهوائية 5) اضطراب في اداء القلب 6) امراض القلب 7) الموت المبكر. (WHO, 2005). و تتأثُر صحة الإنسان بالغبار العالق بالهواء حسب التركيب الكيميائي للغبار وطول فترة التعرض للغبار وحجم الجسيميات إذ أن الغبار المكون من جسيمات أصغر من 10 ميكرون يمكنه الوصول إلى رئتي الإنسان ليُلحق بهما أضراراً، وتُعد المواد الناتجة من عمليات الاحتراق الغير مُكتمل من بين تلك الجُسيميات. هذا وتُشير الدراسات العلمية إلى أن هناك علاقه إحصائية بين التعرض لجُرعات مختلفة من التراكيز الجُسيمية ومعدل الوفيات ومن بين تلك الدراسات ما تُشير إلى أن تراكيز منخفضة في حدود 18 ميكروجرام/م3 من الملوثات الجُسيمية بأحجام أدنى من 10 ميكرون (PM_{10}) لها ارتباط بازدياد عدد الوفيات. وهذا التركيز هو أدنى من القيمة الحدية للمعايير القياسية الأمريكية (USEPA, 2010). ووفق لنتائج دراسة (Dockery et al., 1993) فانه توجد مخاطر متشابهة في المدن التي تسجل تراكيز اقل من 5.12 ميكرو جرام /متر3 بينما كانت مخاطر حدوث اثار صحية سيئة اعلى عند التعرض لتركيزات اعلى (اي 15 ميكروجرام/متر3) وتشير النشرات المتعلقة بدلائل منظمة الصحة العالمية لنوعية الهواء ان خطر الاصابة بالوفاة نتيجة لأمراض القلب والرئة يمكن ان تبدأ في الظهور عند التعرض الطويل الامد لتراكيز 20 و10 ميكروجرام/متر^{3}للجسيميات 10 و2.5 على التوالي.

تمثل النماذج الحاسوبية والرياضية لجودة الهواء عمليات النقل والانتشار والتموضع التي يمكن ان تحدث لملوثات الهواء تحت تأثير الظروف المناخية المحلية وكميات الانبعاثات من المصادر المختلفة، وتستخدم نماذج محاكاة انتشار الملوثات لتقدير مساهمة المصادر المختلفة في كمية الملوثات الموجودة في الهواء الجوي عند اي نقطة، توقع تأثير حجم التغيير الذي يمكن ان يحدث في تأثير اي مصدر للانبعاثات كعمليات المعالجة على جودة الهواء الجوي في المناطق المتأثرة بهذا المصدر، كما يمكن استخدامها لتقدير حجم التأثير المتوقع لأي مصدر تلوث على جودة الهواء الجوي في اي فترة زمنية او منطقة في حال تعطل او غياب اجهزة مراقبة جودة الهواء. ولهذا تعد المحاكاة الحاسوبية احد الطرق المكملة لعمليات القياس الفعلية في تقدير حجم تأثير مصادر التلوث المختلفة على البيئة والصحة العامة وتوقع مدى ملائمة التدابير المقترحة في تخفيف هذا التأثير. (Bosanquet, 1936) و(Boubel et al, 1994).

تهدف هذه الدراسة إلقياس تركيز غاز ثاني اكسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين والجسيمات المنبعثة من مصانع الشركة الليبية للحديد والصلب ورصد معدلات انتشار الملوثات تحت تأثير العوامل والمتغيرات المناخية وحالة الطقس السائدة بالمنطقة و تقدير تراكيزها في مواقع مختلفة من منطقة الدراسة.

2. المواد والطرق

2. 1 موقع الدراسة:

تمت هذه الدراسة بمدينة مصراتة التي تطل مباشرةً على شاطئ البحر من اتجاهي الشمال والشرق وتقع على خط الطول 15.6 شرقًا ودائرة العرض 32.23 شمالاً، وترتفع المدينة بحوالي6 أمتار على مستوى سطح البحر، يسودها مناخ البحر الأبيض المتوسط، وتهب عليها في الشتاء رياح باردة تسمى (الغربي) أما في فصل الصيف فتهب عليها رياح حارة تسمى رياح (القبلي)،

كما تهب عليها رياح شرقية لطيفة في فصل الصيف تؤدي إلى اعتدال في درجات الحرارة، أما من حيث التضاريس فأن معظم أراضيها منبسطة تجري بها بعض الوديان في موسم الأمطار وتوجد في شمال المدينة بعض الكثبان الرملية وفي جنوبها الشرقي توجد بعض السباخ، وتمتد المدينة على رقعة جغرافية تقدر بحوالي 3637.2كم^2.

2. 2 معالجة انتشار الملوثات

استخدم برنامج (Air pollution dispersion modeling softwareDISPER V:4.0) لتقدير انتشار اكاسيد النيتروجين وثاني اكسيد الكبريت وكميات الجسيميات في الهواء الجوي المنبعثة من مصانع مجمع الحديد والصلب، ولغرض الحصول على تراكيز الملوثات في مواقع مختلفة من منطقة الدراسة تم التعامل مع خريطة الاقمار الصناعية الممثلة لكامل مدينة مصراتة والتي تم الحصول عليها من برنامج الخرائط العالمية (Google map)شكل(1) ومنها تم إعداد الخرائط التفصيلية التي استخدمت في برنامج محاكاة عملية الانتشار.

شكل (1): الخريطة العامة لمنطقة الدراسة التي تم استخدامها في عملية المحاكاة الحاسوبية لانتشار الملوثات.

2. 3 البيانات المستخدمة في معالجة الانتشار

3.2 .1 القياسات الحقلية لمصادر الانبعاثات

تقع المصانع التابعة لشركة الحديد والصلب في منطقة قصر أحمد شرق مدينة مصراته وتبعد عن وسط المدينة بمسافة جوية تقدر بحوالي 12 كم، وتختص هذه الشركة في إنتاج معظم الصناعات الحديدية من خام مكورات الحديد بطريقة الاختزال المباشر من خلال العديد من المصانع (مصنعين للاختزال، مصنعين للجير، مصنعين للصلب، مصنع للدرفلة على الساخن، مصنعين للأسياخ والقضبان ومصنع للقطاعات، محطة توليد الكهرباء ومحطة تحلية المياه)، وتشتمل هذه المصانع على 30 مدخنة

(جدول1).

جدول (1) يبين توصيف وعدد المداخن لمصانع الشركة الليبية الحديد والصلب

ر.م	الوحدة الانتاجية	عدد المداخن	درجة حرارة الغاز العادم C°	ارتفاع المدخنة M	قطر المدخنة M
1	مصنعي الاختزال	3	400	35	3
2	مصنعي الجير	2	75-65	45	1
3	مصنعي الصلب	2	130	40	4
4	مصنعي القضبان والأسياخ	3	350	50	2.5
5	مصنع القطاعات	2	350	50	2.5
6	مصنع الدرفلة على الساخن	4	350	64	1.5
7	محطة الكهرباء	6	350	110	2
8	محطة تحلية المياه	8	350	85	1.3

تم قياس تراكيز الملوثات موضوع الدراسة والمتمثلة في ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والجسيمات مباشرةً من مداخن المصانع التابعة للشركة الليبية للحديد والصلب ميدانياً وذلك باستخدام جهاز Testo-350XL.

3.2. 2 البيانات المناخية لمنطقة الدراسة

استخدمت في هذه الدراسة بيانات مناخية حقيقية تمثل 12 سنة من 2000/1/1 الى 31/ 2012/12 والمتحصل عليها من محطة الارصاد الموجودة بمدينة مصراتة والمتمثلة في درجة حرارة الهواء الجوي وسرعة واتجاه الرياح (متر/ثانية) ودرجة الاستقرار الجوي والضغط الجوي والرطوبة النسبية وكمية الأمطار وغيرها من المعلومات، (محطة الارصاد مصراتة، 2013)

3. النتائج والمناقشة

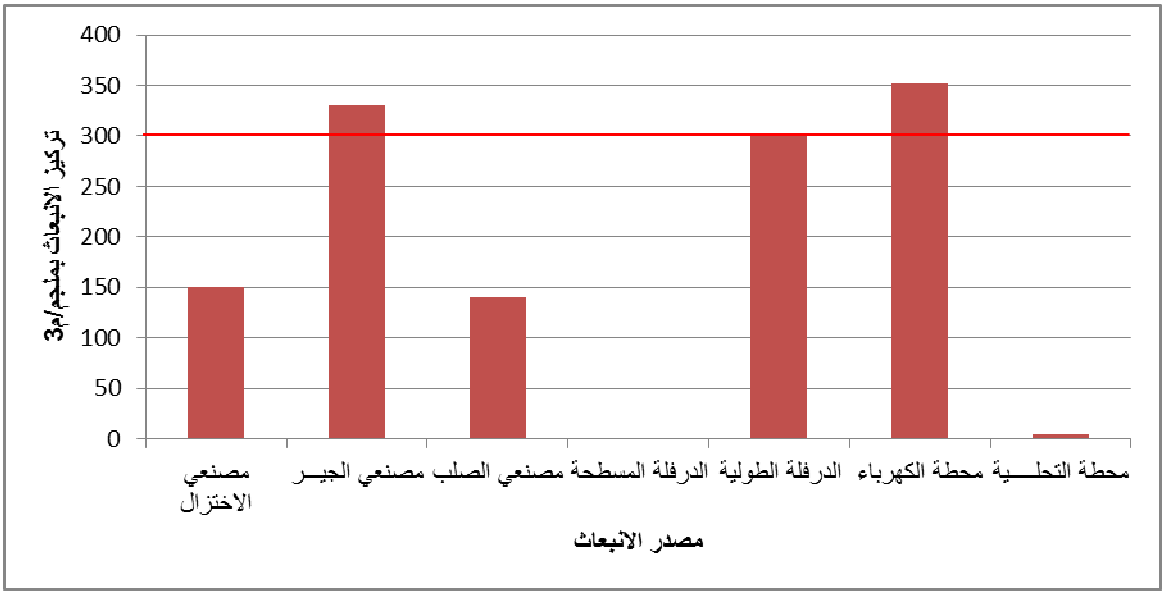
نظراً لوجود العديد من المعايير العالمية والدولية وكذلك المحلية، فأننا سنعتمد في تحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها في دراستنا هذه بمقارنتها بالمعايير الأوروبية (ECE, 2010) باعتبارها أحد المعايير العالمية الهامة وقد أُنتجت من خبرات متراكمة، أما جودة الهواء فسيتم مقارنتها بمعايير منظمة الصحة العالمية (WHO, 2010)، وكانت النتائج كما يلي:

3. 1 كمية الانبعاثات

3. 1. 1 انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

من خلال القراءات المتحصل عليها لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت المنبعث من المداخن الخاصة بمصانع الحديد والصلب

والمبينة في الشكل رقم (2) يتضح أن أكبر المصادر التي تمت دراستها إنتاجاً لغاز ثاني أكسيد الكبريت هي محطة توليد الكهرباء التابعة للشركة الليبية للحديد والصلب(352 ملجم/م^3)، ويليها مصنعي الجير (330 ملجم/م^3)، ومصانع الدرفلة الطولية (القضبان والأسياخ والقطاعات) كانت بتراكيز (301 ملجم/م ^{3}) وإن أقل المصادر إنتاج لهذا الغاز هي مصانع الدرفلة المسطحة ومحطة التحلية (4 ملجم/م^3)، كما نلاحظ أن غاز ثاني أكسيد الكبريت المنبعث من مصانع الاختزال ومصانع الصلب كانت تتراوح فيما بين (150 ملجم/ م^3 و140 ملجم / م^3) على التوالي، وعند مناقشة هذه النتائج بمقارنتها بالمعايير الأوروبية للانبعاثات الصناعية(300 ملجم/م^3) نجد ان محطة توليد الكهرباء ومصنعي الجير ومصانع الدرفلة الطولية كانت التراكيز بها أعلى بقليل من الحدود المسموح بها وهذا الارتفاع النسبي في تراكيز ثاني أكسيد الكبريت في هذه المداخن يمكن أن يرجع إلى استخدام الوقود الثقيل الذي يحتوي على نسبة أعلى من الكبريت (Ibrahim et al, 2012)، بينما كانت مصانع الاختزال ومصانع الصلب ضمن الحدود المسموح بها، وكانت التراكيز بمحطة التحلية قليلة وهذا يرجع غالباً إلى استخدام الغاز الطبيعي في هذه المحطة.

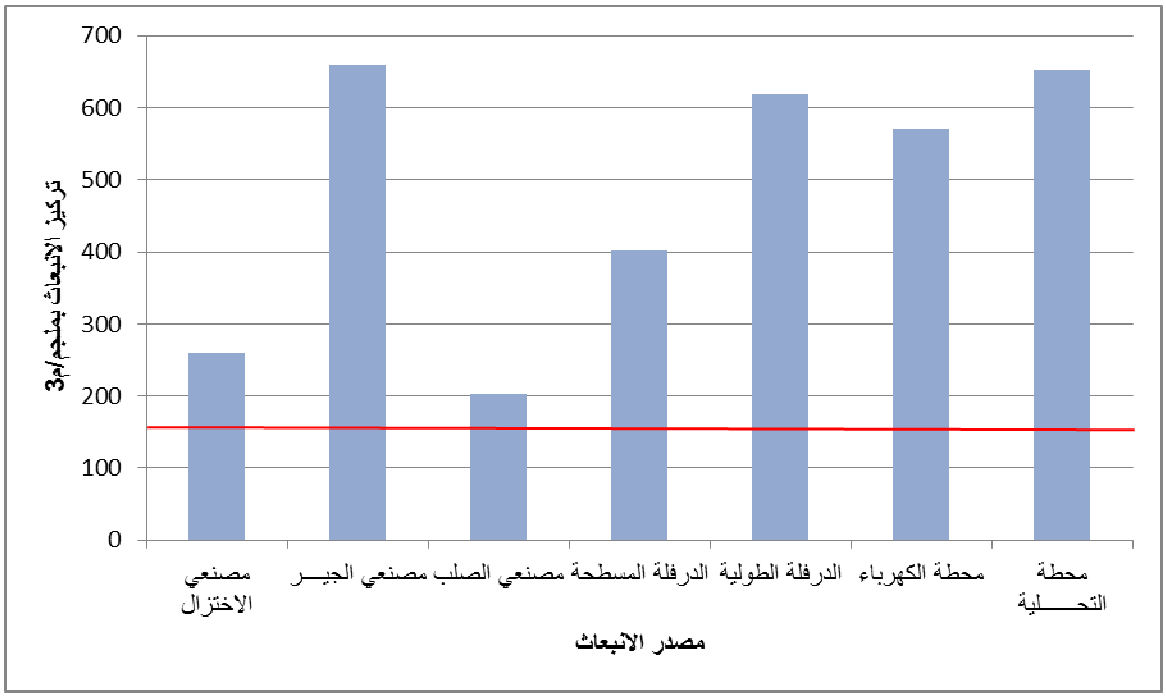


شكل (2) : تراكيز ثاني اكسيد الكبريت المنبعثة من كل مصدر من المصادر التي تمت دراستها (اقصى تركيز مسموح به 300 ملجم/م3 حسب المعايير الاوروبية).

3. 1. 2 انبعاثات أكاسيد النيتروجين (NO_X)

من خلال الشكل (3) والذي يمثل تراكيز الانبعاثات الصناعية لأكاسيد النيتروجين الناتجة من المداخن الصناعية التي تمت دراستها، فأن النتائج تشير إلى أن جميع المصادر انبعثت منها أكاسيد النيتروجين، وأن هذه التراكيز كانت جميعها أعلى من الحدود المسموح بها وفق المعايير الأوروبية (150 ملجم/م^3)، ولكنها تختلف من مصدر إلى أخر، حيث كانت في مصنعي الجير(660 ملجم/م^3) وفي مصانعالأسياخ والقضبان والقطاعات (619 ملجم/م^3) وفي محطة تحلية المياه (653 ملجم/م^3) ومحطة توليد الكهرباء (571 ملجم/م^3) وهي اعلى بكثير من الحدود المسموح بها وفق المعايير الاوروبية(في حدود ثلاثة الى اربعة

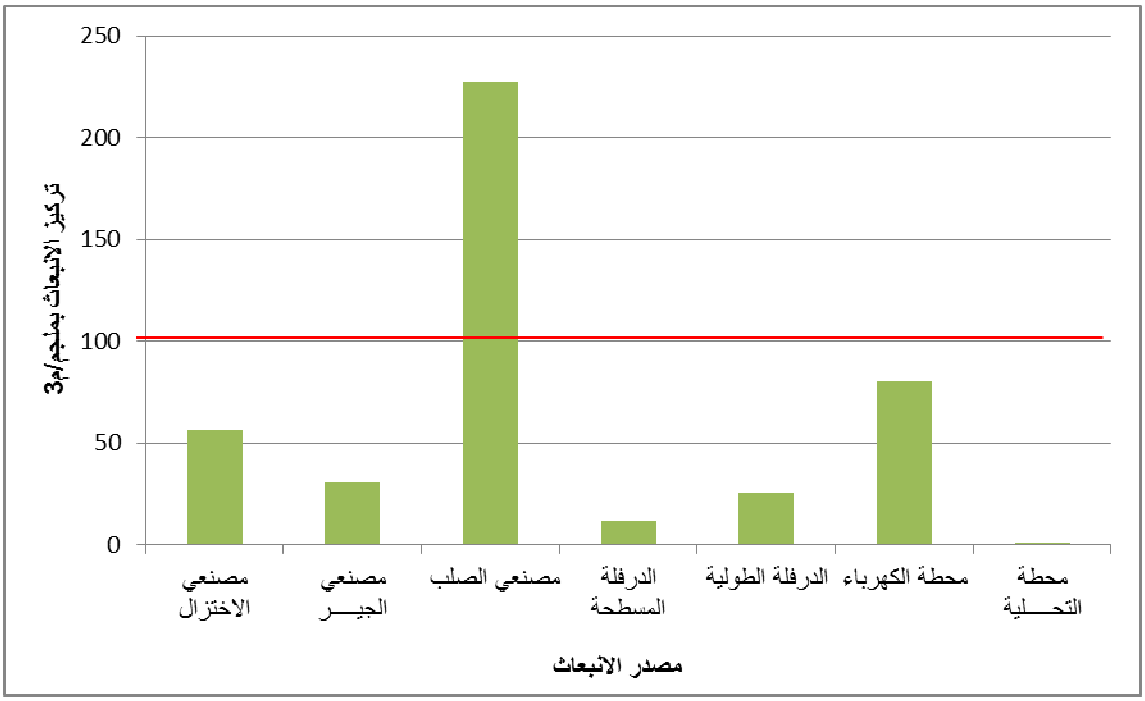
اضعاف)، ويمكن ملاحظة هذه التراكيز بالعين المجردة من خلال مشاهدة الدخان الاصفر المنبعث من بعض هذه المداخن، أما في مصانع الاختزال ومصانع الصلب فكانت بتراكيز (260 ملجم/م^3) و(203 ملجم/م^3) على التوالي وهي أعلى بقليل من القيم الحدية في المعايير الأوروبية.



شكل (3) : تراكيز أكاسيد النيتروجين المنبعثة من كل مصدر من المصادر التي تمت دراستها (أقصى تركيز مسموح به وفقا للمعايير الأوروبية هو 150 ملجم/م^3).

3. 1. 3 الجُسيميات

يظهر من النتائج الموضحة في الشكل (4) والذي يمثل تراكيز الجسيميات المنبعثة من المداخن الصناعية التي تمت دراستها أن أكبر المصادر إنتاج للجسيميات هي مصنعي الصلب (227.3 ملجم/م^3) وتليها محطة توليد الكهرباء (80.3 ملجم/م^3)، وعند مناقشة هذه النتائج بمقارنة التراكيز بالقيم الحدية في المعايير المستخدمة نلاحظ ان تركيز الجسيميات الناتجة عن مداخن مصنعي الصلب أعلى من أقصى تركيز مسموح به حسب المعايير الأوروبية (100 ملجم/م^3) بحوالي الضعف، اما فيما يخص محطة توليد الكهرباء فكانت ضمن الحدود المسموح بها وفق المعايير الأوروبية، أما انبعاثات الجسيمات من المصادر (مصانع الجير ومصانع الدرفلة المسطحة والدرفلة الطولية) فكانت تتراوح فيما بين (10-30 ملجم/م^3) وهي تعتبر أيضاً ضمن الحدود المسموح وفق المعايير الاوروبية، وملخصاً فكانت محطة التحلية هي أقل المصادر إنتاجاً للجسيمات(0.95 ملجم/م^3) وأعلى هذه المصادر هي مصنعي الصلب (227.3 ملجم/م^3).



شكل (4) : تراكيز الجسيميات المنبعثة (ملجم /م ^{3}) من كل مصدر من المصادر التي تمت دراستها وأقصى تركيز مسموح به حسب المعايير الأوروبية هو 100 ملجم/م^3) .

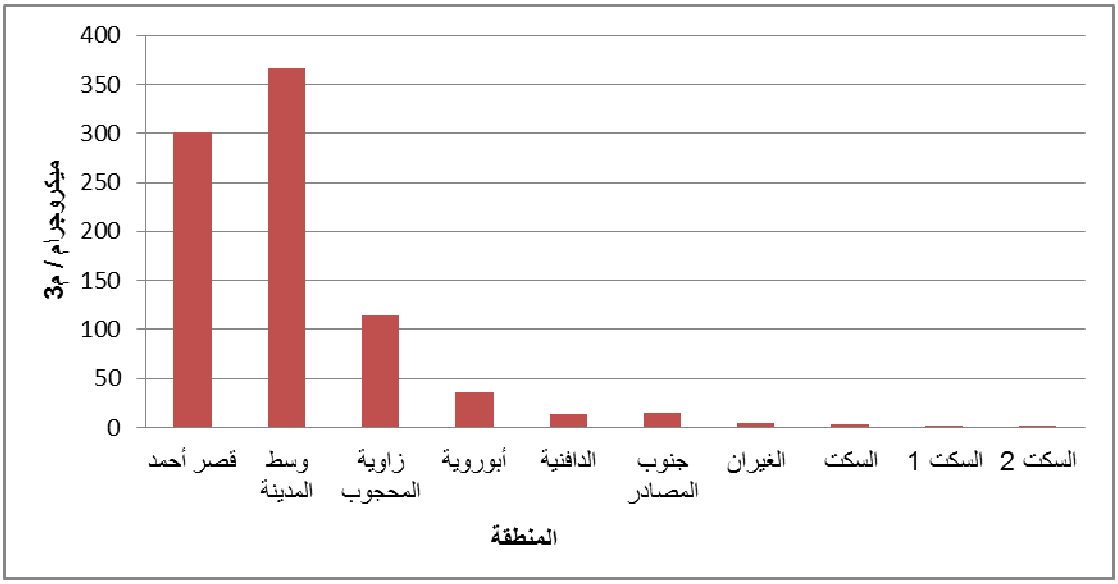
3. 2 تأثير الملوثات على جودة الهواء

3. 2. 1 ثاني أكسيد الكبريت

بشكل عام كان المجموع الكلي لتراكيز غاز ثاني أكسيد الكبريت من جميع المصادر والمبينة في الشكل (5) في المناطق القريبة كمنطقة قصر أحمد(301.49 ميكروجرام/م^3) ومنطقة وسط المدينة (366.28 ميكروجرام/م^3) وبمقارنتها بمعايير منظمة الصحة العالمية والتي كانت(20 ميكروجرام/م^3 لمدة 24 ساعة) فنجد أن هذه التراكيز تعتبر عالية جداً وخاصة أن الرياح المتجهة من المصادر نحو المدينة في بعض أشهر السنة كانت تستمر لفترة مكوث قد تصل إلى حوالي 75 ساعة متواصلة (محطة ارصاد مصراته، 2013) مما يعني أن التركيز المتحصل عليه يمكن أن يستمر لمدة أطول من 3 أضعاف مدة 24 ساعة المقترحة من المعايير الدولية وهذا يمكن أن يؤدي إلى مخاطر صحية على صحة السكان وكذلك أضرار بيئية كبيرة جداً على المنطقة، كما أن هذه التراكيز تكاد تقارب أقصى تركيز من ثاني أكسيد الكبريت مسموح بالتعرض له لمدة 10 دقائق وهو 500 ميكروجرام/م^3 وهذا يعني أنه في حال أضفنا مصادر انبعاث ثاني أكسيد الكبريت الأخرى كعمليات الحرق العشوائي للمخلفات الصلبة ووسائل النقل و المصانع والمخابز وغيرها فأننا قد نحصل على تراكيز تتجاوز هذه القيمة وهذا يمكن أن يؤدي إلى الإضرار بالجهاز التنفسي ووظائف الرئة وعلى الأغشية المخاطية للعين، إذ يؤدي إلى ضيق في التنفس والتهاب المجرى الأنفي والرئوي ويسبب السعال الشديد، كما يفاقم حالات الربو وحالات الالتهاب المزمن للقصبات واحتقان الفم والبلعوم كما يمكن أن يؤثر على القلب والجهاز العصبي للإنسان (WHO, 2005)، وكما تشير الدراسات التي أجريت على عينة من المصابين بالربو إلى حدوث تغيرات في وظيفة الرئتين وأعراض تنفسية لدى بعض هؤلاء المصابين بعد تعرضهم لثاني أكسيد الكبريت لمدة لا تتجاوز10دقائق (WHO,

.2010)

أما في منطقة زاوية المحجوب فأننا نلاحظ أن التركيز كان في حدود (114.7 ميكروجرام/م^3) وفي منطقة أبوروية والتي تبعد عن منطقة المصادر قرابة 25 كم نلاحظ أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت وصل إلى (36.52 ميكروجرام/م^3) وهذا يعتبر أقل مما هو في المنطقتين السابقتين ومع ذلك فإن هذه التراكيز لازالت أعلى من الحدود المسموح بالتعرض لها لمدة 24 ساعة وفق منظمة الصحة العالمية, وبالانتقال إلى منطقة الدافنية والتي تبعد حوالي 35 كم عن مصادر التلوث نلاحظ أن التركيز كان(13.59 ميكروجرام/م^3) وهو يعتبر تحت الحد المسموح به من قبل المنظمة العالمية، وهذا يعني أن المنطقة ربما تكون في مأمن من تأثيرات هذا الغاز ولكن فقط من المصادر التي تمت دراستها.



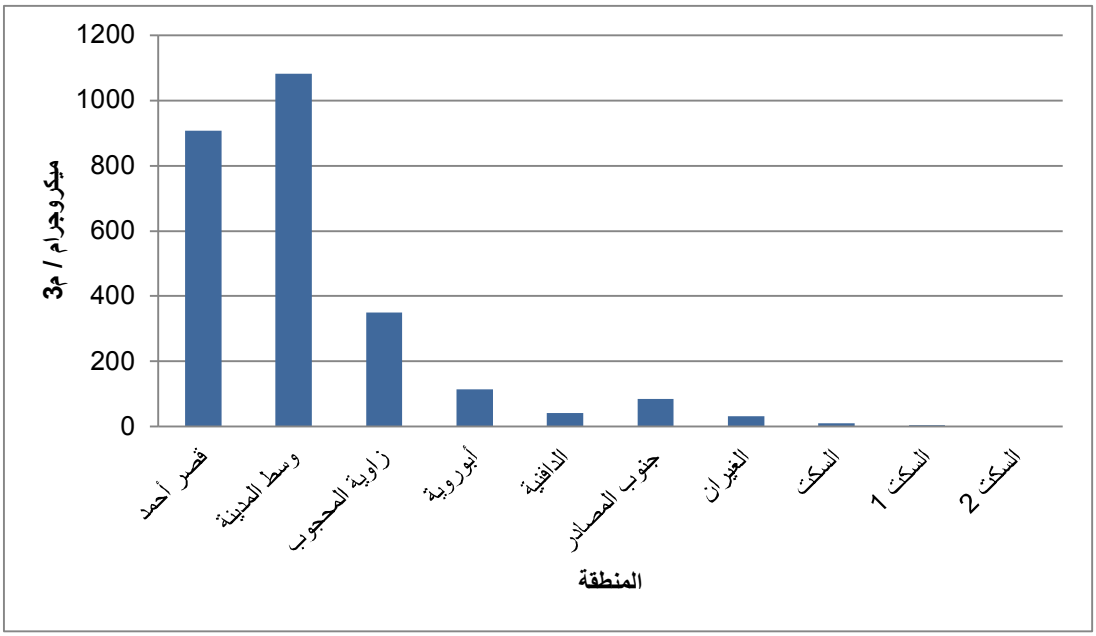
شكل(5) المجموع الكلي لأقصى تراكيز لثاني أكسيد الكبريت في منطقة الدراسة (ميكروجرام/م^3) الناتجة من المصادر التي تمت دراستها.

في حين أن تراكيز ثاني أكسيد الكبريت كانت في منطقة جنوب المصادر (15.07 ميكروجرام/م^3) وهو اقل من الحد الاعلى المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية بالرغم من أن هذه المنطقة لا تبعد كثيراً عن منطقة المصادر(حوالي 5 كم) وهذا يرجع إلى أن هذه المنطقة تقع تقريباً إلى الجنوب الغربي من المصدر وبالتالي فأنها ليست في اتجاه حركة الرياح الذي تم استخدامه في عملية محاكاة الانتشار، حيث استخدمت الرياح المتجهة من المصدر نحو مركز المدينة، ونلاحظ في باقي المناطق الأخرى أن تراكيز ثاني أكسيد الكبريت بها لم تتجاوز القيمة الدالة الموصى بها من منظمة الصحة الدولية (20 ميكروجرام/م^3) حيث كانت تراكيز هذا الملوث تقل كلما ابتعدنا عن مصدر التلوث الى أن تصل الى تراكيز قليلة جداً كما في منطقة السكت 2 والتي تعتبر بعيد في المسافة وبعيدة عن اتجاه الرياح الذي أُستخدِم في الدراسة.

3. 2. 2 أكاسيد النيتروجين

بمقارنة التراكيز المذكورة بمعايير منظمة الصحة العالمية نلاحظ أن أعلى تركيز لملوثات أكاسيد النيتروجين كانت في منطقة وسط المدينة وكان التركيز فيها (1081.45ميكروجرام/م^3) وكانت التراكيز في منطقتي قصر أحمد وزاوية المحجوب (907.71

ميكروجرام/م^3 و 350.08 ميكروجرام/م^3)على التوالي (شكل 6) وهي أعلى بكثير من الحدود الموصي بها من قبل منظمة الصحة العالمية للتعرض لها لمدة ساعة واحدة والتي كانت (200 ميكروجرام/م^3)، وحيث أن ساعات مكوث الرياح تصل الى 75 ساعة متواصلة في اتجاه هذه المواقع فإن هذا سوف يهدد سكان هذه المنطقة بالإصابة بالأمراض التنفسية كما أشارت بعض الدراسات العلمية، ويتجلى تأثير أكاسيد النيتروجين بشكل عام على الإنسان والحيوانات بالخلل الذي يُحدثه على الوظائف التنفسية وتضخم الحويصلات الهوائية بالرئة وربما تؤدي إلي تخريب الأغشية المخاطية بالقناة التنفسية، وقد يؤدي أيضاً عند بعض التراكيز إلى إحداث خلل في تركيب الدم والخمائر وربما يؤدي إلى الموت عند التراكيز العالية (WHO, 2005)، وتزداد التأثيرات الضارة لأكاسيد النيتروجين على أداء الجهاز التنفسي للإنسان عند مرضى الربو، حيث أن الأداء الوظيفي للجهاز التنفسي لهؤلاء المرضى وخاصةً الأطفال منهم يتأثر تأثراً سلبياً واضحاً عند تعرضهم حتى لتراكيز منخفضة من ثاني أكسيد النيتروجين(عفيفي، 2000)، ويؤدي وجود أكاسيد النيتروجين في الهواء الجوي بشكل عام إلى إحداث خلل واضطرابات في بعض الوظائف الحيوية للنبات أو تلف لبعض الأجزاء ويؤدى إلى تساقط الأوراق ، وقد يودي في بعض الاحيان الى ظهور أعراض النقص الشديد والحاد في مادة اليخضور(اليرقان) والتي سوف تؤدي بدورها إلى خلل و اضطراب في كل الوظائف الحيوية للنبات (الصطوف، 1995)، كما نلاحظ أن باقي المناطق كانت تتعرض لتراكيز أقل من 115 ميكروجرام/م^3 وهي أقل من أقصى تركيز مسموح بالتعرض له لمدة ساعة إلا أنها تبقى أعلى من التركيز المسموح بالتعرض له لمدة سنة حسب دلائل منظمة الصحة العالمية.

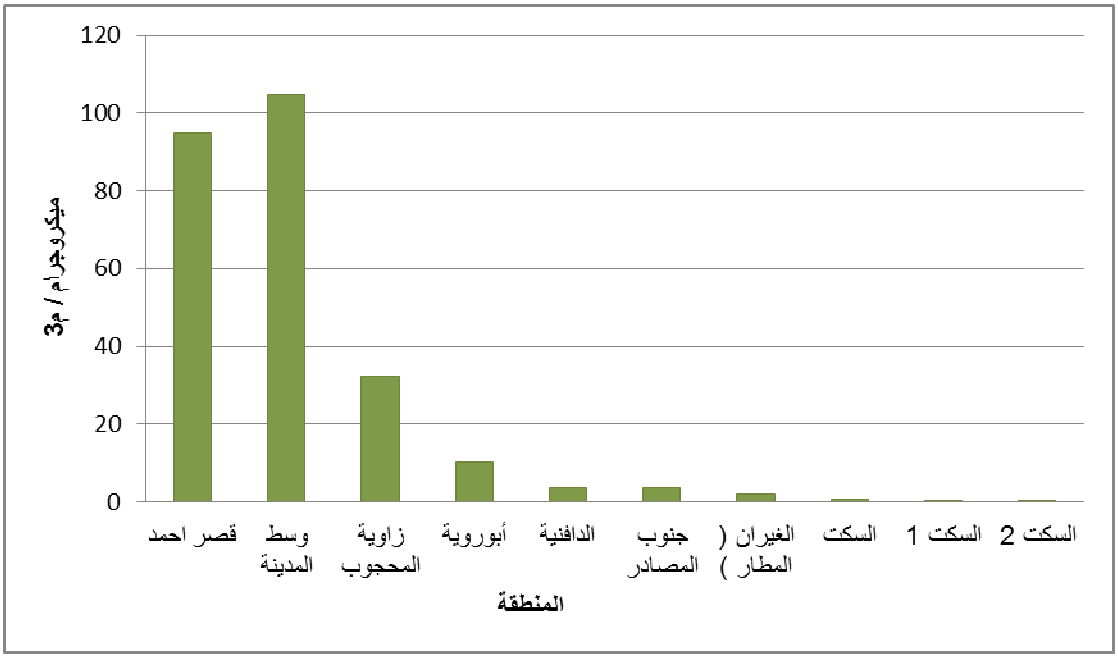


شكل (6) المجموع الكلي لأقصى تراكيز لأكاسيد النيتروجين في منطقة الدراسة(ميكروجرام/م^3) الناتجة من المصادر التي تمت دراستها.

3. 2. 3 الجُسيميات

بالنظر الى التراكيز الخاصة بمعايير منظمة الصحة العالمية نجد أن أقصى تركيز من الجسيميات مسموح بالتعرض له لمدة 24 ساعة هو(50 ميكروجرام/م^3)، وبمقارنة هذه القيمة بالنتائج المتحصل عليها لتراكيز الجسيميات في الهواء الجوي لمنطقة

الدراسة والمبينة في الشكل(7) فأننا نلاحظ أن منطقة قصر أحمد تتعرض لتركيز (94.85 ميكروجرام/م^3) وأن وسط المدينة يتعرض لتركيز من الجسيميات يبلغ (104.74 ميكروجرام /م^3) وهذه التراكيز تعتبر عالية وتفوق الحد الاعلى المسموح بالتعرض له، كما نلاحظ أن منطقة زاوية المحجوب وأبوروية كان تركيز الجسيمات فيها (32.24 و 10.24 ميكروجرام /م^3) على التوالي وهذه التراكيز تقع في الحدود المسموح بها لمدة 24 ساعة إلا أنها أعلى من التركيز السنوي المسموح بالتعرض له وفقا لتوصيات منظمة الصحة العالمية، وأن باقي المناطق تحتوي على تراكيز قليلة هي أيضاً، وبالتالي فإنها ربما تكون في مأمن من هذه المخاطر لو أخذنا في الاعتبار زمن التعرض وعدم وجود مصادر أخرى قد تزيد من هذه التراكيز، فوفقاً لنتائج إحدى الدراسات (Dockery et al ,1993)فأنه توجد مخاطر على صحة السكان في بعض المدن حتى التي تسجل فيها تراكيز اقل من 12.5 ميكروجرام/م^3.



شكل (7) المجموع الكلي لأقصى تراكيز للجسيميات في منطقة الدراسة(ميكروجرام/م^3) من المصادر التي تمت دراستها .

بشكل عام فإن منطقة المصادر تحتوي على تراكيز عالية من جميع أنواع الملوثات موضوع الدراسة وهذا يعطي مؤشر بأن بيئة العمل المحيطة بهذه المصادر ربما يتعرض العاملين فيها الى مخاطر صحية وخاصة في وجود اختلاط بين كل هذه الملوثات ويمكن أن يزداد الامر سواءً في حالات ركود الرياح وظروف الاستقرار الجوي (عكاشة واخرون 2013)، وبالتالي فأن التأثيرات الصحية سوف تكون أشد مما لو كانت عليه هذه الملوثات منفردة، ولكن يمكن التغلب عن هذه الملوثات أو التقليل من آثارها على الاقل في حالة إتباع إجراءات السلامة المهنية واللباس الواقي.

تجدر الاشارة هنا بأن هذه القيم التي توصلنا اليها في دراستنا هذه قد تم حسابها فقط من المصادر التابعة للشركة الليبية للحديد والصلب داخل منطقة الدراسة، ولكن كما هو معروف بأن منطقة الدراسة تحتوي بالإضافة إلى هذه المصادر على عدد كبير من المصانع المتوسطة والصغيرة بالإضافة إلى ذلك فأن منطقة الدراسة تصنف أيضاً من المدن التجارية وبالتالي فانه يمر بها يومياً عدد كبير من وسائل نقل البضائع والشاحنات بمختلف الأشكال والأحجام وكذلك وسائل المواصلات الاخرى والتي تعتبر جميعها

المصدر الاساسي لمثل هذه الملوثات (المصادر الغير ثابتة) والتي بدورها سوف تعمل مجتمعة هي الأخرى على ضخ كميات كبيرة وزيادة في نسب وتراكيز هذه الملوثات في المنطقة.

4 الاستنتاجات

من خلال النتائج التي توصلت إليها الدراسة في مختلف مواضيعها ومناقشة تلك النتائج وتحليلها يمكن استخلاص واستنتاج أن أكبر المصادر إنتاجاً لغاز ثاني أكسيد الكبريت في مجمع الحديد والصلب هي محطة توليد الكهرباء التابعة لمصنع الحديد، وإن الأقل إنتاجاً هي محطة التحلية وباقي المصادر تتراوح فيما بين هذه التراكيز، وحتى التراكيز الكبيرة تعتبر أعلى بقليل من الحدود المسموح بها في المعايير الأوروبية، وإن كل المصادر التي تمت دراستها تنتج غازات أكاسيد النيتروجين بتراكيز أعلى من الحدود المسموح بها وفق المعايير الأوروبية مع وجود الفارق في التركيز، حيث أن بعض المصانع التابعة لمجمع الصناعات الحديدية تصل إلى أعلى من الضعفين وفق هذه المعايير، بينما المصادر الأقل إنتاجاً من هذه الغازات (مصنعي الصلب، ومصنعي الاختزال) وتعتبر ضمن الحدود، وإن أكبر منتج للجسيمات هي مصنعي الصلب وبتراكيز أعلى من الحدود المسموح بها وفق المعايير الأوروبية ، بينما كانت المصادر الأخرى في حدود المعايير الأوروبية، كما تبين ايضا أن الانبعاثات الناتجة عن مجمع الحديد والصلب يمكن ان تؤدي الى تدني جودة الهواء في المنطقة وزيادة التراكيز عن الحدود المسموح بها وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية.

المراجع

الصطوف عبدالإله الحسين، (1995)، التلوث البيئي (مصادره–آثاره–طرق الحماية)، الطبعة الاولى، جامعة سبها، ليبيا.

عفيفي فتحي عبد العزيز، (2000)، ديناميكية السموم والملوثات البيئية واستجابة الجهاز التنفسي والدوري لها، الطبعة الاولى، دار الفجر للنشر والطباعة.

عكاشة علي، ابراهيم هشام و الاطرش مختار، تأثير حالة السكون في حركة الهواء الجوي على صحة العاملين في محطة الكهرباء بمنطقة الخمس، الملتقى الاول للسلامة والصحة المهنية والبيئة، طرابلس، ليبيا(28–2013/4/29).

مقيلي محمد عياد، (2002)، التلوث البيئي، الطبعة الاولى، دار شموع الثقافة للطباعة والنشر والتوزيع .

مكتب الارصاد الجوية مصراتة (2013)، تقارير شهرية غير منشورة عن حالة الطقس بالمدينة للسنوات من 2000 الى 2012.

Bosanquet, C.H. (1936) The Spread of Smoke and Gas from Chimmneys. Trans. Faraday Soc. 32:1249.

Boubel et al. (1994) Fundamentals of Air Pollution, 3rd edition. Academic Press.

Dockery D.W., Pope, C.A., Xiping, X. Spengler, J., Ware, J., Fay, Ferris, B., Speizer, F. (1993), An association between air pollution and mortality in six U.S. Cities, New England Journal of Medicine, 329 (24): 1753 – 1759.

ECE (2010). European Commission Environment ."Air Quality Standards". Website: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm

Ibrahim H.G., Okasha. A. Y.,Elatrash M. S. andElmishregi M.A., 2012, Computer Assessment of SO_2 and NOx Emitted From Khoms Power Station in Northwestern Libya, International Journal of ModernEngineeringSciences, 1(1): 45-54.

Nicholas P.C., (2002), Handbook of Air Pollution Prevention and control, Butterworth-

heinemann is an imprint of Elsevier Science, USA.

U. S. Environmental Protection Agency (USEPA), (2008). Understanding the Clean Air Act.Brief History of the Clean Air Act. Available: http://www.epa.gov/air/caa/peg/understand.html (accessed June 10, 2008).

World Bank, (1998). Pollution Prevention and Abatement Handbook, WORLD BANK GROUP, Effective July,

WHO, (2005), Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide-Global Update 2005. Geneva: World Health Organization. Available:http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

WHO (2010) Air Quality Guidelines forEuropeAvailable: http://www.who.dk/InformationSources/Publications/Catalogue/20010910_6.

WHO, (2000). Air Quality Guidelines for Europe, 2nded. WHO Regional Publications, European Series 91. Regional Office for Europe, World Health Organization, Copenhagen.