التجربة العاشرة/ طرق قياس الغبار

عد التلوث البيئي من مواضيع الساعة إذ يشكل التلوث مصدر قلق دائم لشرائح المجتمع المختلفة بسبب تعدد صوره وتوسع أشكاله المؤثرة سلبا" على البيئة وصحة الإنسان. وفي عصرنا الحديث اصبحت مشاكل التلوث الشغل الشاغل للدول المتقدمة والنامية التي بدأت تدرك مخاطر التلوث البيئي ولو انها جاءت بعد فترة متأخرة. إن مشكلة التلوث الهوائي ليست وليدة هذا العهد وإنما وجدت منذ أن عرف الإنسان النار قبل آلاف السنين حيث كانت نواتج الاحتراق غير المتكامل تنتشر في هواء الحيز الذي يسكنه، إلى أن تم استخدام المداخن التي تلفظ هذه النواتج من الحيز المأهول إلى الخارج. ومع التطور الصناعي ازدادت مشكلة التلوث الهوائي وتفاقمت تأثيراته السلبية نتيجة لزيادة تركيز الملوثات المختلفة المطروحة وتوليد أنواع من الملوثات تضر البيئة وتدهور حياة الإنسان وثرواته.

يعتمد الضرر الناجم عن تلوث الهواء على عوامل عديدة منها كمية الملوثات وتركيزها في الهواء وفي الجسم المستقبل لها، ونوعية الملوثات، ونوعية الضرر الذي قد ينجم عنها، وقابلية الجسم للتأثر بها. حيث يصبح الهواء ملوثاً عندما تدخل مركبات ضاره إلى الغلاف الحيوي كالغازات المختلفة او أبخرة المواد العضوية او المواد الصلبة. ومن أهم مصادر إطلاق الغازات إلى الهواء السيارات تليها المصانع ومحطات القوى النووية.

تقسم مصادر تلوث الهواء حسب نوعيتها إلى مصادر طبيعية ومصادر ناتجة عن نشاط الإنسان ويصعب أحياناً الفصل بين هذين المصدرين إذ أن ما يصدر عن نشاط الإنسان في منطقة ما قد يدعمه مصدر طبيعي كالرياح إلى منطقة أخرى فيصعب بالتالي تحديد أصل المصدر، ففي البلدان الصناعية تقذف المصانع بأنواع عديدة من ملوثات الهواء.

ويختلف النوع باختلاف الصناعة، فمن هما يقذف بالغازات الضارة ومنها ما يقذفها بالغبار الذي يحتوي على الملوثات الصلبة

يعد التلوث بالجسيمات العالقة أو الغبار العالق ويرمز لها بحرفي **(PM)** ثم رقم يمثل حجم الدقائق العالقة أحد جوانب التلوث الجديرة بالأهتمام وذلك لكون الدقائق العالقة وخصوصاً القابلة للأستنشاق منها ذات خطورة على البيئة والجو والأنسان. اذا ان الدقائق العالقة ذات قطر اصغر من **10** مايكرون **(PM_{10})** لها قابلية امتصاص المواد السامة أكثر من الدقائق الخشنة وبامكانها دخول جسم الأنسان والأستقرار في الرئتين خلال عملية التنفس مسببة أمراض مختلفة للجهاز التنفسي والأمراض القلبية. وفي حين تسقط دقائق الغبار الخشنة الى الأرض بالجاذبية فمن

الممكن أن تبقى الدقائق الناعمة في الهواء عالقة لعدة اسابيع وتنتقل الى مسافات بعيدة عن مصدر انبعاثها. وعليه فان الدقائق الناعمة ذات تاثير على تكورن الغيوم والتي تؤثر بدورها على عملية انتقال الحرارة في الجو زعليه فأنها تساهم في التغيرات المناخية وقد تناولت الدراسات المحلية السابقة حول التلوث الهوائي (الغبار) بالرغم من ندرتها الغبار الساقط والدقائق العالقة **PM_{50}**.

عند دراسة المواد العالقة الناعمة (**$PM_{2.5}$ ، PM_1**) في المناطق المكتظة بحركة السيارات في مدينة اسطنبول تركيا حيث درست الذرات المتطايرة وتركيبها في المناطق الأكثر ازدحاماً وأثبتت نتائج البحث ان تركيز **pm2.5** تراوحت بين **23.8 ug/m3** و **81.5ug/m3** و **pm1** من **7.6 ug/m3** و **30.2 ug/m3** كما وقد وجد ان المواد المعدنية المتطايرة أكثر شيوعاً في **pm2.5**.

وفي دراسة لتأثير معمل الأسمنت في الأردن على نوعية الهواء في المناطق المجاورة خلال مرحلتي انشاء المصنع وتشغيله أثبتت النتائج ان تركيز كل من الغبار ، **SO_2** ، **NO_x**، **CO** الناتجة من المصنع كانت ضمن الحدود المقبولة بيئياً في حالة استخدام وحدات السيطرة على الملوثات كما اوضحت النتائج ان الملوثات الناتجة خلال كلا المرحلتين تتشابه من حيث نوعيتها باستثناء الملوثات الناتجة عن أحتراق الوقود والتي تتزايد تراكيزها خلال مرحلة التشغيل نتيجة عمل الأفران في المصنع كذلك اثبتت النتائج أنه يمكن استخدام النموذج الرياضي الحاسوبي لتوقع انتشار الملوثات الناتجة من المصنع حيث تطابقت بشكل معقول القيم المستحصلة من النموذج الرياضي مع القياسات الحقيقية للملوثات.

تم تقييم مؤشرات نوعية الهواء والمتساقطات في المناطق المجاورة لصناعة السمنت في نيجيريا اذ وجد ان تراكيز الغبار تتراوح بين **(3745 – 249)** ملغم/ مترمكعب، في حين تراوحت تراكيز ثاني أوكسيد الكاربون ما بين **(2600 – 2440)** ملغم/ مترمكعب ولنفس المناطق. بالمقابل كانت تراكيز كل من اكاسيد النتروجين **(nox)** وثاني اوكسيد الكربون **(co2)** الناتجان من المصنع ضمن الحدود المسموح لنوعية الهواء. كما وبينت النتائج ان أجراء بعض التهديلات على العمليات الأنتاجية واستخدام مواد أولية مختلفة من الممكن أن يقلل من انتاج غاز ثاني أوكسيد الكربون في الأفران الى الحدود الدنيا.

- ان انتشار الملوثات في شهر أيلول يكون اسوأ ما يمكن وذلك بسبب انخفاض سرعة الرياح واستقرارية الجو النسبية.

- وجد ان تراكيز ثاني اوكسيد الكبريت ترتفع الى حدود **0.8** جزء بالمليون على بعد 750 متر من المصنع عند استخدام الوقود الثقيل (**fuel oil**) والتي هي أعلى بكثير من حدود المواصفات الأردنية للهواء (**0.32**) جزء بالمليون بالمقابل اظهرت النتائج ان استخدام الغاز الطبيعي في التسخين ينتج ملوثات أقل أو ضمن حدود مواصفات نوعية الهواء المقبولة وأظهرت نتائج التحليل الرياضي ان اعلى مستويات تلوث بالغبار تحدث ضمن مستويات **300** متر عن المصنع.
- أوضحت دراسة (**Panedy, 2008**) بدراسة التأثيرات السلبية الناتجة عن 11 مصنع سمنت حيث اظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير ضار جداً لهذه المصانع على البيئة المجاورة كونها تنتج كميات كبيرة من غازات (CO_2) و (NO_X) ودقائق (PM_{10}) كما أظهرت الصور الجوية المأخوذة لمنطقة المصانع والمناطق المجاورة وجود طبقة واضحة من الضباب عند مستوى سطح الأرض، كذلك اظهرت الدراسة ان السبب الرئيسي لمثل هذا التأثير المدمر للبيئة هو عدم قيام هذه المصانع باستخدام أي وحدات عزل وسيطرة على ملوثات الهواء الناتجة من الفعاليات الأنتاجية في المصانع كذلك بينت الدراسة ان غبار السمنت المتساقط على التربة في المناطق المجاورة للمصانع والتي يمتاز بكونه مادة غير قابلة للذوبان يؤدي الى تشكيل طبقة فوق السطح تسبب تدمير خصوبة التربة من خلال منع أمتصاص المياه من الطبقة السطحية للتربة والى الداخل اضافة لرفع تركيز العديد من العناصر في التربة مثل السليكا والكالسيوم والصوديوم والمغنسيوم والبوتاسيوم هذا بالأضافة لخفض قيمة الدالة الحامضية (**pH**).
- كما تناول (**branquinho**) في دراسته تاثير التلوث بالغبار الناتج عن مصنع سمنت في المناطق الجافة حيث تمت مراقبة تراكيز مركبات الغبار الناتج الرئيسية وهي الكالسيوم والحديد والمغنسيوم في منطقة المصنع والمناطق المجاورة والناتجة من فعاليات كسارة المواد الأولية وطاحونة السمنت في المصنع أثبتت نتائج البحث وجود تأثير قوي لمصنع السمنت على التلوث بالغبار في المنطقة كذلك أظهرت النتائج أن كل من كمية الغبار الناتجة من المصنع ونوعية التركيب الكيماوي للغبار لهم التأثير الرئيس على تكرار وطريقة ترسيب الغبار في المنطقة.

- وفي دراسة اخرى للغبار الناتج عن مصانع السمنت في الأرجنتين على معدلات استهلاك المعادن الثقيلة في نوع من انواع النباتات المنتشرة في المناطق المحيطة بالمصنع في نوع من انواع النباتات المنتشرة في المناطق المحيطة لمصنع السمنت أظهرت نتائج الدراسة ان التربة المحيطة بالمصنع تحتوي على مستويات مرتفعة من الحديد ، الكالسيوم ، الألمنيوم ، السليكا ، الزنك، النحاس والكبريت وهي نفس المركبات السائدة في غبار السمنت. كما أكدت الدراسة ان غبار السمنت لم يكن ذو تأثير واضح على سرعة نمو النبات بالمقابل كان للغبار تاثير على النبات من حيث تقليل طول السيقان ومساحة الأوراق.
- وفي دراسة على التلوث الناتج لمعامل السمنت في القاهرة وجد ان التلوث ناتج من حرق الوقود بشكل كبير في المصنع اضافة الى طبيعة المواد الأولية المستخدمة وكميات الغبار الكبيرة المنبعثة منها خلال العمليات الأنتاجية هذا بالأضافة الى طبيعة المواد الأولية المستخدمة وكميات الغبار الكبيرة المنبعثة منها خلال العمليات الأنتاجية هذا بالأضافة الى ضعف وحدات السيطرة على التلوث في المصنع مما يسبب باتبعاث الملوثات بشكل كبير الى البيئة.

طرق قياس الغبار حقلياً

1. يتم عن طريق استخدام جهاز نوع **(Aerocet 531)** لأجراء القياسات الحقلية لتراكيز الغبار العالق الكلي والناعم وهو جهاز حقلي لقياس تركيز الغبار العالق بالأعتماد على دايودات ليزرية مع مرآة أهليلجية لتجميع الضوء موجودة داخله وتتم عملية القياس من خلال قيام الجهاز بسحب الهواء لمدة دقيقتين عند تشغيله، تظهر بعدها النتائج على شاشة في اعلى واجهة الجهاز ويقوم الجهاز بخزن هذه البيانات مع الوقت والتاريخ ورقم موقع القياس، ويتم التأكد من دقة قراءات الجهاز في كل يوم عمل باستخدام مرشح صغير ذات فتحات بحجم **0.3** مايكرون بحيث تكون قراءات الجهاز مساوية لصفر، وبامكان الجهاز قياس تراكيز احجام مختلفة من ذرات الغبار وهي **1 2.5 ، 7 ، 10** مايكرون فضلاً عن تركيز الجسيمات العالقة الكلية.
2. يتم قياس الدقائق العالقة الكلية المنبعثة من مدخنة المعمل باستخدام جهاز القياس **Gravimat SHC 502** وتتم عملية القياس بعد عمل فتحة في المدخنة الرئيسية للمعمل على ارتفاع مناسب للإدخال المجس الخاص بالجهاز الذي يحتوي في رأسه

على جامع للغبار ويرتبط المجس مع الجهاز بواسطة انبوبة مطاطية وتتم عملية السيطرة والتحكم بتشغيل الجهاز من خلال حاسوب يرتبط به اذ يتم تشغيل مضخة لمدة محدودة لسحب الهواء الحامل للغبار العالق من المدخنة ويتم الحصول على التركيز بعد وزن جامع الغبار قبل وبعد القياس وايجاد الفرق بينهما.

3. أيضاً يتم قياس الدقائق العالقة الى حد حجم **50** مايكرون في المناطق السكنية باستخدام جهاز **Haz Dust 1100 Particulate Metere** وهو جهاز قياس حقلي يعتمد مبدأ تقنية تشتيت الضوء ويمكنه قياس الدقائق بحجم 50 مايكرون أو أقل ويتطلب العمل القياس الحقلي لكل قراءة وذلك لعدم توفر أمكانية النمذجة مما حدد عدد المواقع التي تم القياس فيها. كما يمكن قياس العوامل الجوية المتمثلة بسرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء في نفس الوقت باستخدام الجهاز الملحق

الشكل (1) جهاز قياس الدقائق العالقة لغاية حجم 50 مايكرون مع درجة الحرارة وسرعة الرياح .

طريقة قياس المعدلات الشهرية للغبار المتساقط

1. نصب محطات القياس في مواقع مختلفة الأستخدام صناعية سكنية خدمية زراعية حسب الأعداد المتوفرة من معدات القياس.
2. نصب النموذج في أول يوم من الشهر ويرفع في آخر يوم منه.
3. نصب المعدات على سطح بناية بارتفاع (3 – 10) م في وسط السطح بعيداً عن الجدران والأشجار والعوائق الأخرى.
4. يتم جمع النموذج للغبار المتساقط وذلك بغسل محتويات الحاوية لعدة مرات بالماء المقطر يفرغ المحلول بعد كل غسلة في بيكر زجاجي حجم 500 مل يجفف بعدها المحلول الى أقل حجم ممكن بحدود (500 مل) ثم ينقل الى بيكر صغير نظيف وجاف

ومعلوم الوزن الأول (و 1) ثم يجفف تماماً بفرن وبدرجة حرارة 105 درجة مؤية ويترك ليبرد في (**Discater**) ثم يوزن الوزن الثاني (و2).

الحسابات بسم الل

$$\text{التركيز} = \frac{\text{الوزن}}{\text{المساحة}}$$

$$\text{كمية الغبار المتساقط} = \frac{\text{وزن الغبار}}{\text{مساحة قاعدة الحاوية}}$$

$$\text{مساحة قاعدة الحاوية (الدائرة)} = (\mathbf{d}\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}})^{\mathbf{2}} \times \boldsymbol{\pi}$$

$$\text{مساحة القاعدة الحاوية (الدائرة)} = \frac{\boldsymbol{d^2}}{\mathbf{4}} \times \frac{\mathbf{22}}{\mathbf{7}}$$

$$\text{مساحة القاعدة الحاوية (الدائرة)} = \frac{\mathbf{22}\boldsymbol{d^2}}{\mathbf{28}}$$

$$\text{مساحة القاعدة الحاوية (الدائرة)} = \frac{\mathbf{22}\boldsymbol{d^2}}{\mathbf{28}}$$

$$\text{مساحة القاعدة الحاوية (الدائرة)} = \mathbf{0.7855}\boldsymbol{d^2}$$

قطر الحاوية = 15 سم

$$\text{كمية الغبار المتساقط} = \frac{(\text{و}\mathbf{1} - \text{و}\mathbf{2})}{\mathbf{0.7855(15)^2}\boldsymbol{cm^2}}$$

1 م = 100سم

م^2 = 10000 سم^2

$$\text{كمية الغبار المتساقط} = \frac{\mathbf{10000} \times (\text{و}\mathbf{1} - \text{و}\mathbf{2})}{\mathbf{0.7855 \times 225}\ \boldsymbol{cm^2}}$$

كمية الغبار المتساقط = (و2 – و1) × **56.58**= غم/م^2/ شهر

المصادر:

غافل: بدور أكرم، أحلام فاضل حسن، سرمد عبد الأمير ناصر، نهلة حاتم عبد الغني، محمود محمد مخلف؛ الفحوصات الكيميائية لتحاليل مياه الشرب والمسطحات المائية والتصاريف الصناعية والآبار المتبعة في مختبرات البيئة 2013؛ وزارة البيئة الوكيل الفني المختبر البيئي المركزي.